

Syndicat Mixte pour la gestion des Ports Lorrains

Rénovation et développement des ports

à METZ (57)

Rapport d'étude ENA2.O.135-01

Etude géotechnique de conception (G2) - Phase Avant-Projet (AVP)

22/05/2025



Agence de Nancy

• Parc Technologique Saint-Jacques II, 13 rue Albert Einstein 54320 MAXEVILLE •

Tél. 33 (0) 3 83 95 11 19 • Fax 33 (0) 3 83 97 73 52 • E-mail : cebt.p.nancy@groupeginger.com

<i>Syndicat Mixte pour la gestion des Ports Lorrains</i> RENOVATION ET DEVELOPPEMENT DES PORTS METZ (57) RAPPORT - Etude géotechnique de conception (G2) - Phase Avant-Projet (AVP)								
Dossier : ENA2.O.135-01					Contrat : ENA2.O.0255			
Indice	Date	Rédacteur	Chargée d'affaires	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	22/05/2025	M. COULOMBE	M. GOESEL		E. GARNIER		45 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

I. CONTEXTES.....	4
I.1. Contexte du projet.....	5
I.1.1. Données générales.....	5
I.1.2. Description du projet	5
I.1.3. Documents communiqués	6
I.2. Mission Ginger CEBTP	7
I.3. Description du site	8
I.3.1. Image aérienne	8
I.3.2. Extrait de carte IGN	8
I.3.3. Prises de vue du site	9
I.3.4. Topographie.....	10
I.3.5. Historique sommaire de l'occupation du site	10
I.4. Contextes géologique, géotechnique, risques majeurs	12
I.4.1. Contexte géologique.....	12
I.4.2. Risques majeurs naturels ou anthropiques.....	13
II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....	15
II.1. Préambule	16
II.2. Implantation	16
II.3. Sondages, essais in situ	16
II.3.1. Sondages et essais	16
II.3.2. Essais de perméabilité	17
II.4. Essais et analyses en laboratoire	17
II.4.1. Essais en laboratoire	17
III. INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE.....	18
III.1. Synthèse des investigations	19
III.1.1. Lithologie	19
III.1.2. Caractéristiques physiques des sols	20
III.1.3. Essais de compactage	21
III.1.4. Essais de cisaillement.....	21
III.1.5. Essais de compressibilité à l'œdomètre	21
III.1.6. Piézométrie, niveaux d'eau	22
III.1.7. Perméabilité	23

III.2. Modèle géotechnique	24
IV. ETUDE DES OUVRAGES	25
IV.1. Terrassements généraux – Déblais et remblais	26
IV.1.1. Traficabilité en phase chantier.....	26
IV.1.2. Terrassabilité des matériaux	27
IV.1.3. Talutage	27
IV.1.4. Drainage de la plateforme en phase chantier et en phase définitive	28
IV.1.5. Réemploi des matériaux du site en remblais	28
IV.2. Plateforme ferroviaire	29
IV.2.1. Classe d'arase et de PST	29
IV.2.2. Structure de la plateforme	29
IV.2.3. Etude des tassements.....	30
IV.3. Tranchées.....	31
IV.3.1. Conditions d'exécution	31
IV.3.2. Remblai pour tranchée.....	31
IV.3.3. Matériaux utilisables en remblai	34
IV.3.4. Condition de réemploi des matériaux du site	39
IV.4. Réalisation des supports de caténaires et mâts d'éclairage	40
IV.4.1. Fondations superficielles par semelles isolées	40
V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES	44

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES
ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES
ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU
ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

I. CONTEXTES

I.1. Contexte du projet

I.1.1. Données générales

I.1.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Rénovation et développement des ports
Adresse : Rue du Trou aux Serpents
Commune : LA MAXE
Code postal : 57140
Client : Syndicat Mixte pour la gestion des Ports Lorrains

I.1.1.2. Phase du projet

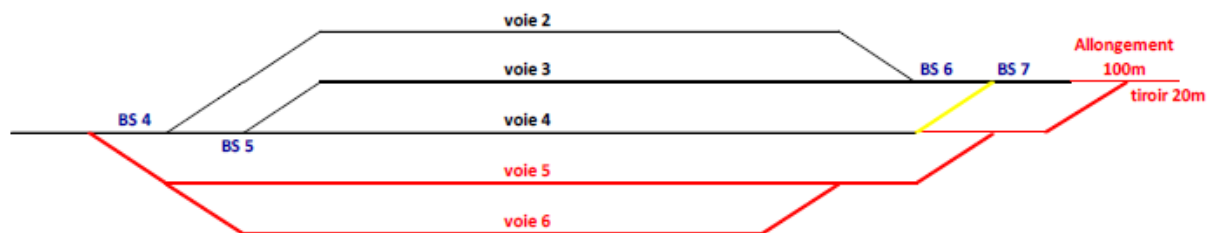
D'après les éléments communiqués, le projet est au stade d'avancement suivant :

Etudes d'esquisse	Etudes d'avant-projet sommaire	Etudes d'avant-projet définitif	Etudes de projet	Etablissement DCE	Consultation ACT	Réalisation des ouvrages
	X					

I.1.2. Description du projet

D'après les informations fournies par le client, le projet consiste en l'extension et la sécurisation de l'Installation ferroviaire Terminale Embranchée (ITE) du Nouveau Port de Metz.

Il s'agit notamment d'améliorer la capacité de l'installation à accueillir le trafic ferroviaire en étudiant la création de deux voies supplémentaires le long du faisceau de triage, ainsi que l'extension d'au moins une voie pour être en mesure de stationner des trains de plus de 700 m de long, selon 2 scénarii différents (voir image ci-dessous).



Descriptif du scénario 1 (source : SYSTRA)

Ce projet nécessitera une phase de terrassements en déblais et remblais, la réalisation de massifs pour caténaires et mâts d'éclairage, ainsi que de la plateforme ferroviaire. Elle sera raccordée au ruisseau de Woippy par une tranchée drainante. L'étude de tranchées pour réseaux secs sera aussi nécessaire pour assurer l'éclairage du site et la mise en place du système de vidéosurveillance.

A cela s'ajoute une remise en conformité de l'installation vis-à-vis de l'audit réalisé et des documents de référence. Les ouvrages devront être rénovés ou réalisés afin de garantir leur pérennité pour une durée d'au moins 30 ans.

I.1.3. Documents communiqués

Les documents communiqués dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- La « Notice technique - Extension et sécurisation ITE » du 05/10/2023, rédigée par SYSTRA, Maîtrise d'œuvre Etude (Réf : METZ_1.1_FAISA_EXT_NT_001_A), avec ses annexes « Estimation des travaux » et « Planning Opération 1.1 METZ v1 ».
- Le tracé ainsi que les profils en long et en travers du scénario 1 (SYSTRA, 13/10/2023).
- Le tracé et le profil en long du scénario 2 (SYSTRA, 13/10/2023).

I.2. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°ENA2.O.0255.

Il s'agit d'une ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique. Plus précisément, compte tenu du niveau d'avancement du projet, notre mission s'intègre dans la phase *Avant-projet* (AVP).

La mission comprend, conformément à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013 :

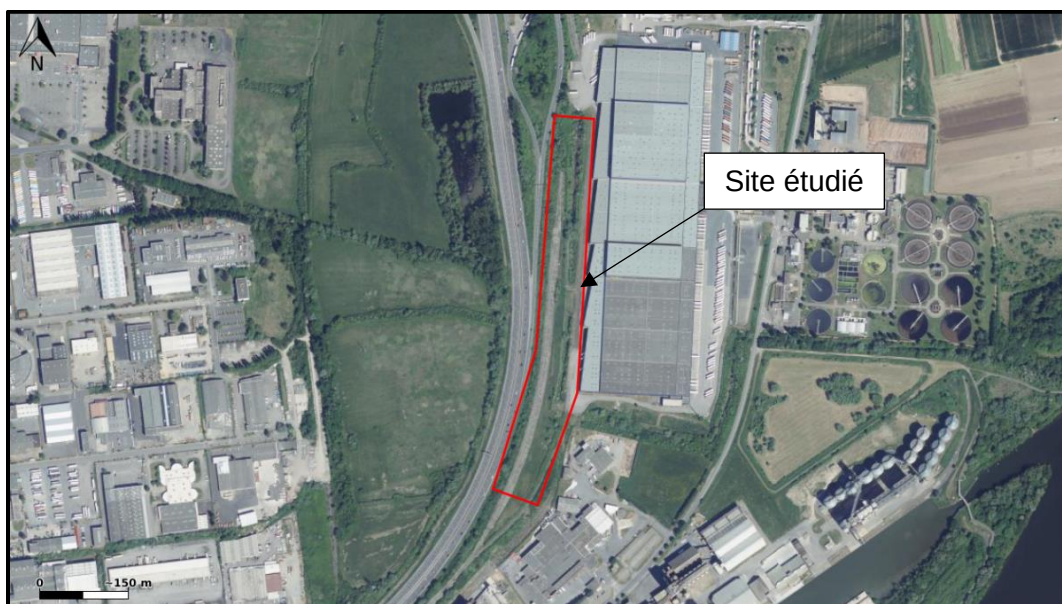
- L'ébauche des contextes géologique, géotechnique et sismique :
- La définition d'un programme d'investigations géotechniques spécifique, sa réalisation, son suivi technique et l'exploitation des résultats,
- La réalisation d'un rapport donnant :
 - Les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
 - Les principes de construction envisageables (terrassements, tranchées, fondations, dispositions générales vis-à-vis des risques majeurs).

Les résultats de l'étude réalisée au stade de la phase Avant-Projet (G2 AVP) ne sont pas suffisants pour être utilisés dans le DCE (Dossier de Consultation des Entreprises) car les risques importants sont traités à la fin de la mission G2 intégrant les phases PRO, DCE et ACT. De ce fait, cette étude d'Avant-Projet devra être suivie des études G2-PRO et G2-DCE/ACT.

I.3. Description du site

Le site étudié est une zone enherbée sur laquelle passe le faisceau de triage de l'ITE du port, constitué actuellement de 3 voies. Il est situé entre l'autoroute A31 à l'Ouest et le magasin IKEA à l'Est, sur les communes de Metz et de La Maxe.

I.3.1. Image aérienne



Photographie aérienne (source : IGN)

I.3.2. Extrait de carte IGN



Localisation du site d'étude (source : IGN)

I.3.3. Prises de vue du site



Vue du site à proximité du sondage SP11



Vue du site à proximité du sondage SP12



Vue du site à proximité du sondage SP13

I.3.4. Topographie

Le site présente une topographie relativement plane d'après nos relevés GPS, avec une altimétrie comprise entre 167.0 et 168.5 m/NGF.

I.3.5. Historique sommaire de l'occupation du site

L'observation d'anciennes photographies aériennes et de cartes disponibles sur le site de l'IGN (remonterletemps.ign.fr) donne un aperçu de l'historique de la zone.

On peut voir sur la photo ci-dessous que le site était autrefois occupé par des parcelles agricoles.

Le nouveau Port de Metz a été construit dans les années 70, quelques années après la mise en service de l'A31 située à proximité du site. Le magasin IKEA ouvrira bien plus tard, dans les années 2000.

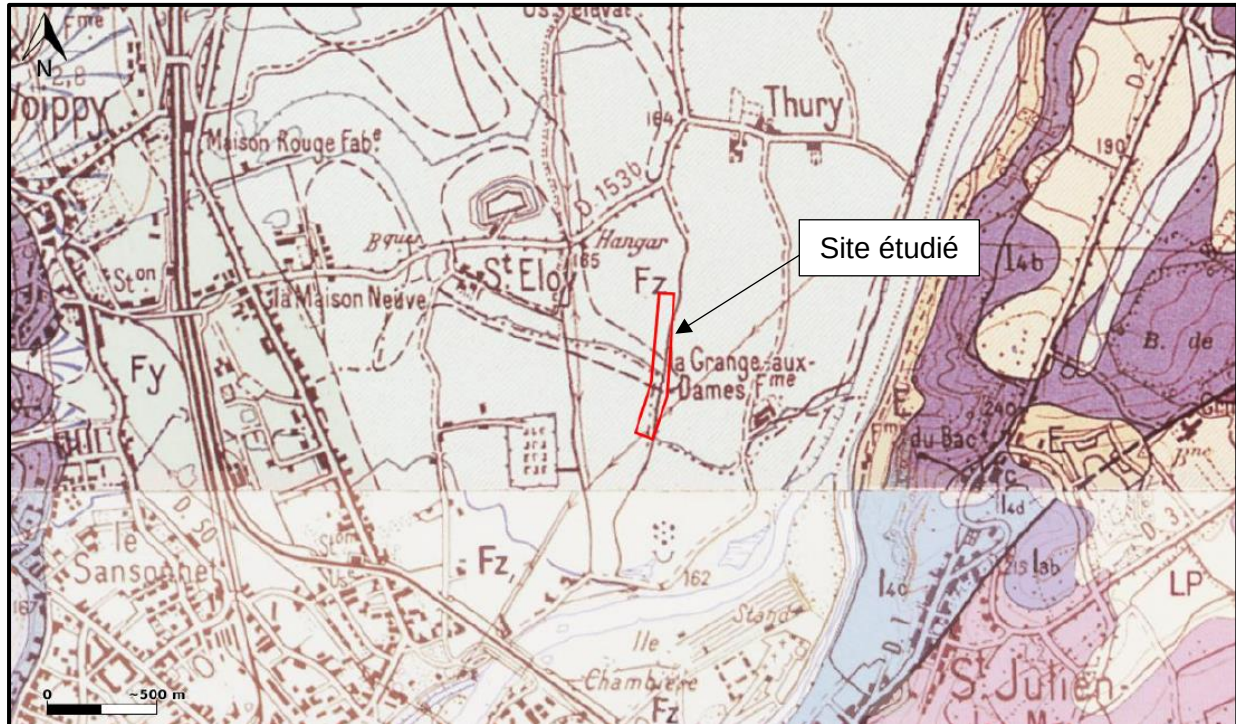


Photographie aérienne historique (1950-1965, source : IGN)

I.4. Contextes géologique, géotechnique, risques majeurs

I.4.1. Contexte géologique

D'après notre expérience locale et la carte géologique de UCKANGE à l'échelle 1/50000^{ème} du BRGM (feuille n°138), le site serait constitué d'alluvions récentes (Fz), reposant sur un substratum marneux (I4b).



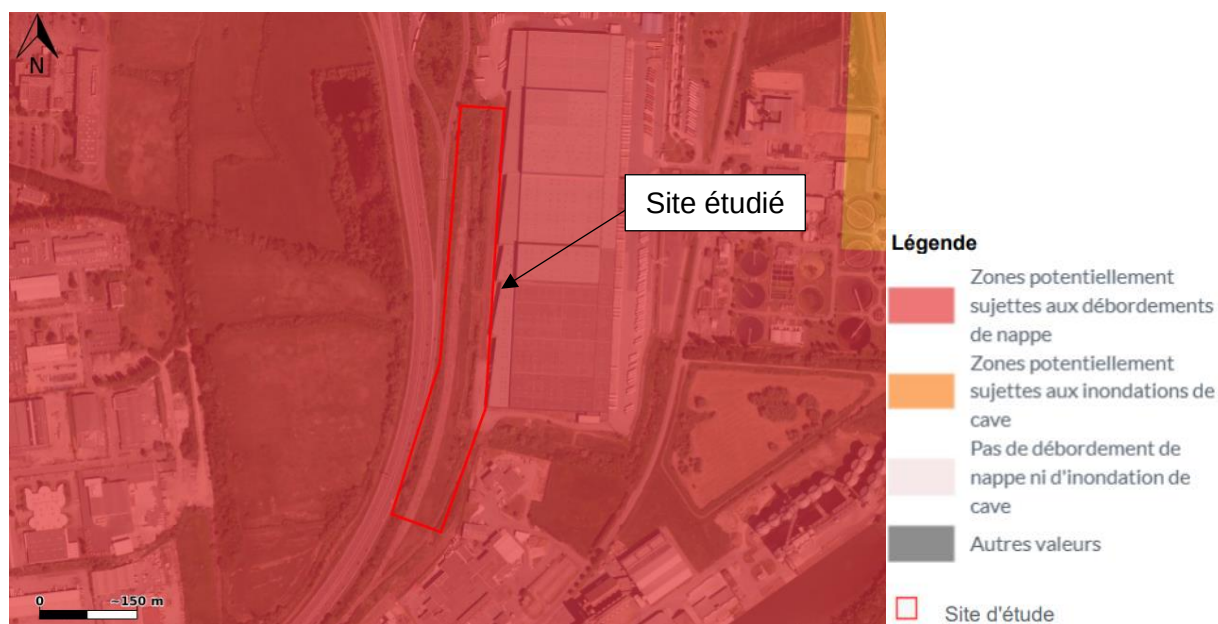
Extrait de la carte géologique de UCKANGE (source : <https://infoterre.brgm.fr/>)

I.4.2. Risques majeurs naturels ou anthropiques

I.4.2.1. Inondation / débordement de cours d'eau

La Moselle se trouve à environ 500 m site étudié.

Le site se trouve sur une zone sujette aux débordements de nappe (zone rouge).



Extrait de la carte des zones sensibles aux remontées de nappes (source : [Géorisques](http://www.georisques.gouv.fr))

De plus, d'après les informations issues du site www.georisques.gouv.fr, le site destiné à accueillir le projet :

- Est compris dans le Territoire à Risque important d'Inondation (TRI) de Metz. Il est situé en partie en zone d'aléa rare ou millénial,
- N'est pas concerné par un Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI).

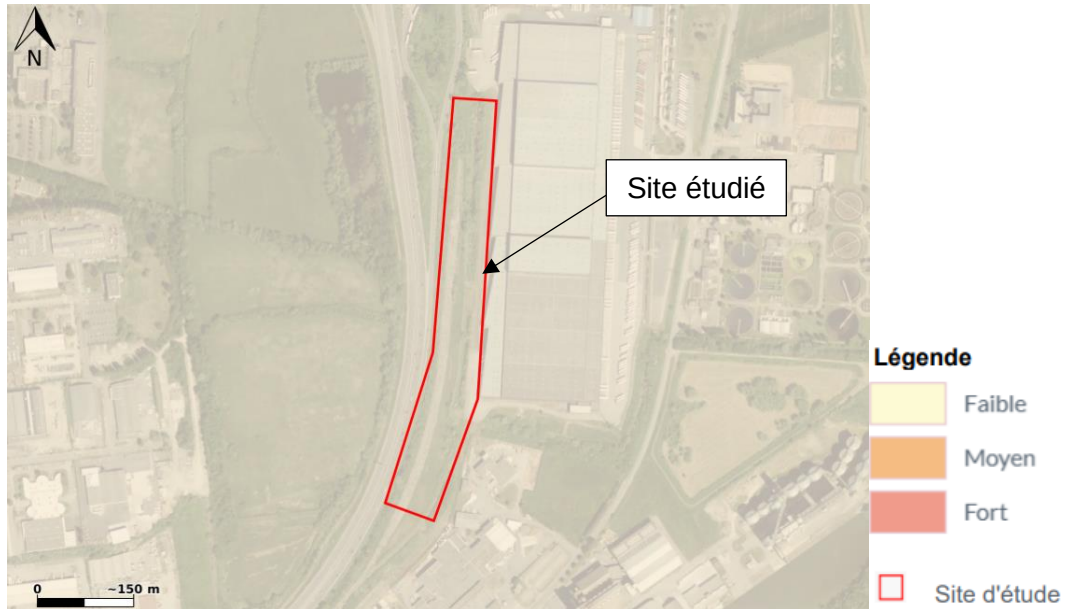
I.4.2.2. Cavités naturelles ou anthropiques et mouvements de terrain

Aucune cavité souterraine n'est répertoriée dans un rayon de 500 m autour du site d'après Infoterre.

Aucun mouvement de terrain n'est répertorié dans un rayon de 500 m autour du site d'après Infoterre.

I.4.2.3. Aléa retrait / gonflement

Le projet se trouve dans un secteur d'exposition « faible » vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement des argiles.



Extrait de la cartographie de l'aléa retrait/gonflement (source : www.georisques.gouv.fr)

I.4.2.4. Contexte sismique

Le zonage sismique de la France (décret n°2010-1255 du 22/10/2010 modifié le 15/09/2014) est applicable. La commune de METZ (57) est classée en zone de **sismicité 1** (aléa très faible).

I.4.2.5. Radon

On note un potentiel radon de catégorie 1 : le potentiel radon est faible.

II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

II.1. Préambule

La campagne d'investigations a été définie par le client. Ces investigations ont été réalisées par Ginger CEBTP en décembre 2024 et en janvier 2025.

II.2. Implantation

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie par le client, puis adaptée et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet, des réseaux et des accès. L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain au moment des investigations, noté « TA » dans la suite de ce rapport. Les points de sondage ont été nivelés (X, Y, Z) par Ginger CEBTP.

II.3. Sondages, essais in situ

II.3.1. Sondages et essais

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. m/TA	Cote altimétrique (m/NGF)
Sondage semi-destructif à la tarière de 63 mm de diamètre et exécution d'essais pressiométriques (Norme NF EN ISO 22476-4)	3	SP11	10.0	168.2
		SP12	10.0	167.1
		SP13	10.0	167.1
Puits à la pelle mécanique	2	PM11	1.1*	167.8
		PM12	1.2*	167.2
Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	2	TA11	6.0	167.8
		TA12	6.0	167.2
Sondage carotté en diamètre 118 mm	2	SC11	10.0	168.1
		SC12	10.0	167.3

*arrêt pour cause de refus

Les coupes des sondages avec les résultats des essais pressiométriques et les coupes de carottages sont présentées en annexe 3.

II.3.2. Essais de perméabilité

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. m/TA	Cote altimétrique (m NGF)
Essai d'infiltration de type Matsuo	2	MAT11	1.1	167.8
		MAT12	1.2	167.2

Les résultats des essais Matsuo sont présentés en annexe 3.

II.4. Essais et analyses en laboratoire

II.4.1. Essais en laboratoire

Les essais suivants ont été réalisés :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	6	NF P94-050
Masse volumique sèche	7	NF EN ISO 17892-2
Analyse granulométrique par tamisage	6	NF P94-056
Analyse granulométrique par sédimentation	6	NF P94-057
Valeur au bleu du sol (VBS)	6	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	6	NF P11-300
Mesure du pourcentage en matière organique	6	XP P94-047
Essai de compactage à l'essai Proctor Normal	2	NF P94-093
Indice de portance immédiate (IPI)	2	NF P94-078
Caractéristiques mécaniques	Nombre	Norme
Essai de cisaillement direct rapide consolidé non drainé (C _{uu})	3	NF P94-071
Variations volumiques	Nombre	Norme
Compressibilité à l'œdomètre (chargement par paliers) avec mesure du coefficient de consolidation C _v	3	NF EN ISO 17892-5

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont présentés en annexe 4.

III. INTERPRETATIONS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS – MODÈLE GEOTECHNIQUE

III.1. Synthèse des investigations

III.1.1. Lithologie

La profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment des reconnaissances en décembre 2024 et janvier 2025.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante, sous environ 20 cm de terre végétale :

- **Formation n°1 : Remblai sablo-graveleux à argilo-graveleux gris à brun, avec des morceaux de briques**
 - Cette formation a été reconnue jusqu'à une profondeur de 0.85 m/TA.
 - Ses caractéristiques géotechniques n'ont pas été mesurées.
- **Formation n°2 : Argile, sable, limon et grave lâches gris brun à passages à galets**
 - Cette formation a été reconnue jusqu'à 8.5 m/TA au niveau des sondages S11 et SP11. Elle est caractéristique des alluvions de la Moselle. De l'eau a été repérée dans cette formation, à environ 6 m de profondeur.
 - Caractéristiques géotechniques : faibles, à passages élevés (très hétérogènes)
 - Pression limite (p_l) : 0.12 MPa à 2.09 MPa
 - Module pressiométrique (E_M) : 1.1 MPa à 31.2 MPa
- **Formation n°3 : Argile compacte grise à tendance marneuse ou limoneuse.**
 - Cette formation a été reconnue jusqu'à la fin des sondages carottés et pressiométriques, à 10 m/TA.
 - Caractéristiques géotechniques : élevées
 - Pression limite (p_l) : 0.90 MPa à 3.20 MPa
 - Module pressiométrique (E_M) : 12.6 MPa à 71.7 MPa
 - Le terme « tendance marneuse » est ici utilisé car les terrains ont fait effervescence à HCl. Pour qualifier un sol de « marne », un dosage du CaCO_3 doit être mené. Si la teneur en carbonate est supérieure à 30%, le sol pourra alors être qualifié de marne.

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.

- De par leur origine anthropique, la nature et l'épaisseur des remblais peuvent varier brusquement d'un point à l'autre du site entre nos sondages.

III.1.2. Caractéristiques physiques des sols

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

Référence échantillon	Formation	Prof. (m/TA) échantillon	W (%)	VBS	Tamisat < 80 µm	Dmax (mm)	Classe GTR	MO (%)
PM12	1	0.20 – 0.70	7.6	0.18	7.7	50	B3	-
PM12	2	0.70 – 1.20	13.5	2.14	34.7	32	B6	4.1
T11	2	1.70 – 3.60	14.9	1.81	47.0	10	A1	2.8
T12	2	0.60 – 2.20	9.9	0.64	15.4	20	B5	-
T11 + SP12	2	0.50 – 1.20	15.2	2.09	53.1	10	A1	-
SP13	2	1.60 – 4.50	19.7	2.68	70.9	5	A2	2.7
PM11	2	0.05 – 1.10	-	-	-	-	B6	2.2
T11	1	0.00 – 0.50	-	-	-	-	-	2.0
SC11	TV	0.00 – 0.15	-	-	-	-	-	1.9

Le Guide de Terrassement Routier (GTR), classe les sols testés en laboratoire comme des graves silteuses (B3) pour la formation n°1, et des argiles sableuses à sables argileux (classes A1, A2, B5 et B6) pour la formation n°2.

Les teneurs en matière organique (MO) sont relativement faibles, ce qui signifie que le sol est peu amené à évoluer.

Les résultats des mesures de masse volumique sur échantillons secs sont résumés dans le tableau suivant :

Référence échantillon	Formation	Prof. (m/TA) échantillon	Masse volumique sèche (kg/m³)
SC11	1	0.35 – 0.50	1698
SC11	2	2.20 – 2.35	1565
SC12	1	0.25 – 0.40	1768
SC12	2	0.60 – 0.75	1852
SC12	2	2.20 – 2.35	1708
SC12	2	3.25 – 3.40	1788
SC12	2	3.70 – 3.85	1817

III.1.3. Essais de compactage

Les résultats des essais de compactage (essais Proctor et mesure de l'IPI) sont résumés dans le tableau suivant :

Référence échantillon	Formation	Prof. (m/TA) échantillon	W% _{OPN}	IPI à l'OPN
PM11	2	0.05 – 1.10	8.5	25
PM12	2	0.7 – 1.2	12.5	13

Les essais de compactage permettent d'estimer les matériaux comme étant dans un état hydrique moyen à humide au moment des investigations.

III.1.4. Essais de cisaillement

Les résultats des essais de cisaillement sont résumés dans le tableau suivant :

Référence échantillon	Formation	Prof. (m/TA) échantillon	Cu0 (kPa)	Φ _{cu} (°)
SC11	2	0.85 – 1.25	6	34
SC11	2	1.25 – 1.55	25	20
SC11	2	1.75 – 2.00	40	32

III.1.5. Essais de compressibilité à l'œdomètre

Les résultats des essais de compressibilité à l'œdomètre sont présentés dans le tableau suivant :

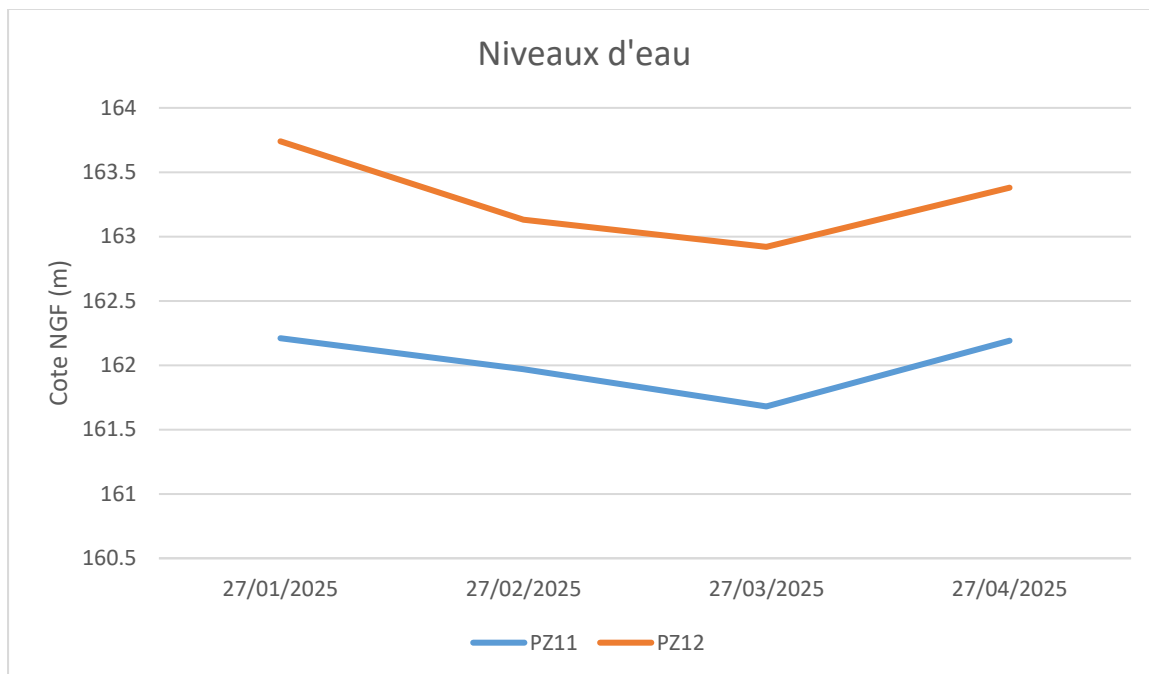
Référence échantillon	Lithologie	Prof. (m/TA) échantillon	C _c	C _s	C _g	C _v (m ² /s)*
SC11	Sable et grave brun gris à passages argileux	3.70 – 4.00	0.165	0.026	0.053	2,69.10 ⁻⁸
SC12	Argile à tendance marneuse grise	1.20 – 1.25	0.182	0.027	0.082	1,45.10 ⁻⁷
SC12	Argile à tendance marneuse grise	2.70 – 3.00	0.128	0.026	0.040	1,14.10 ⁻⁷

*Valeur moyenne selon la méthode de Casagrande, plus de détails sur les PV en annexe

III.1.6. Piézométrie, niveaux d'eau

Les niveaux d'eau relevés sur les piézomètres s'établissent comme suit :

Piézomètre	PZ11		PZ12	
Altitude NGF relative au niveau du TA	167.979		167.154	
Date	Prof. (m)	Cote NGF	Prof. (m)	Cote NGF
27/01/2025	5.77	162.209	3.41	163.744
27/02/2025	6.01	161.969	4.02	163.134
27/03/2025	6.30	161.679	4.23	162.924
28/04/2025	5.79	162.194	3.78	163.379



Il est à noter que les niveaux d'eau dans le sol peuvent varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Les niveaux d'eau mesurés doivent donc être considérés à un instant donné.

L'étude du contexte hydrogéologique ne fait pas partie de la présente mission et doit faire l'objet d'une étude spécifique (cf. annexe A1 de la Norme NF P 94-500).

III.1.7. Perméabilité

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

Les résultats de ces essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Formation	Nature du sol	Profondeur de l'essai (m/TA)	Coefficient de perméabilité K	
				m/s	mm/h
PM11	2	Argile sableuse brune à grave et cailloutis	0.90 – 1.20	$< 10^{-6}$	< 1
PM12	2	Argile sableuse brun gris à grave et cailloutis	0.90 – 1.20	$7,4.10^{-6}$	27

Les sols sont peu perméables à imperméables. **Ils ne sont donc pas favorables à l'infiltration d'eau.** On notera cependant qu'étant donné l'hétérogénéité du sol dans les premiers mètres, ces résultats ne sont pas nécessairement généralisables à toute la formation concernée.

III.2. Modèle géotechnique

Le modèle géotechnique retenu est le suivant :

Propriété	Formation n°1	Formation n°2	Formation n°3
Nature	Remblai sablo-graveleux à argilo-graveleux gris à brun, avec des morceaux de briques	Argile, sable, limon et grave lâches gris brun à passages à galets	Argile compacte grise à tendance marneuse ou limoneuse
Profondeur de la base (m/TA)	0.45 – 0.85	6.50 – 8.50	> 10.00
p_i (MPa)	-	0.1 – 0.8*	0.9 – 3.2
E_M (MPa)	-	1 – 10*	12 – 71

**Les passages plus compacts n'ont pas été pris en compte dans le modèle*

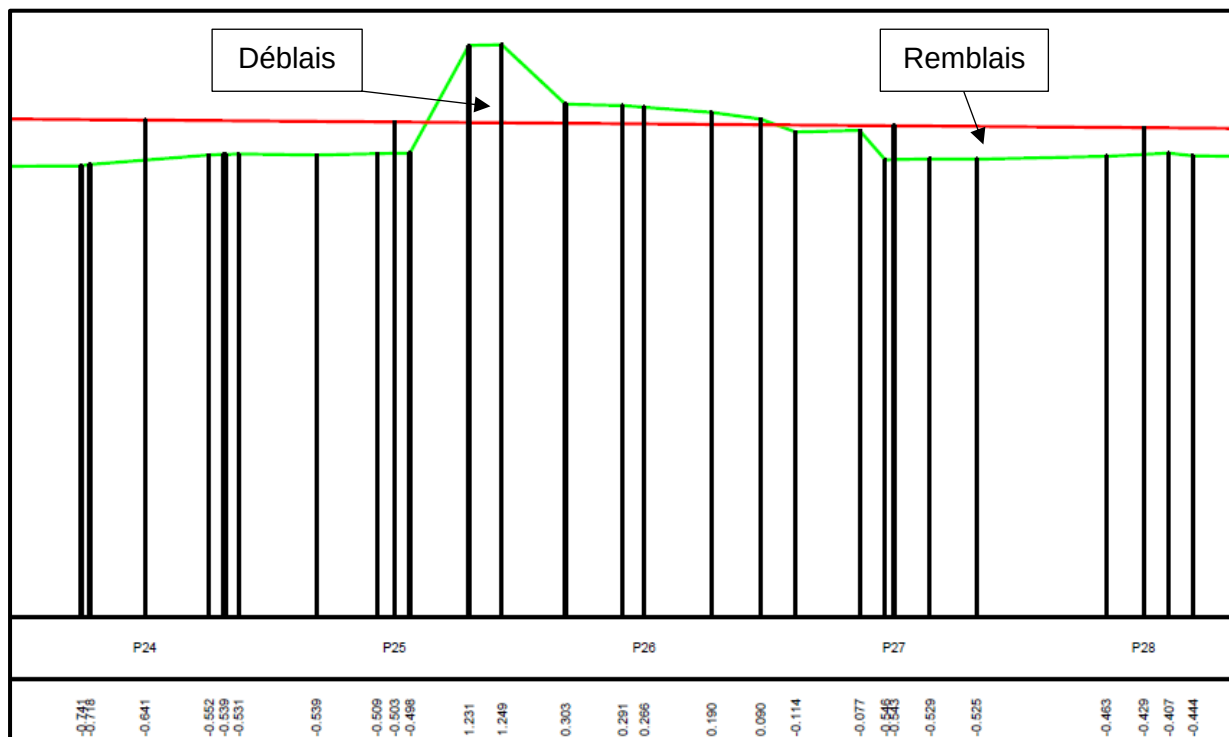
Ainsi, les investigations ont montré :

- En dessous de la terre végétale et des remblais, une couche de matériaux très hétérogène aussi bien entre les sondages qu'au sein de chaque sondage individuellement, typique d'un dépôt alluvionnaire. Globalement, les caractéristiques de cette couche sont médiocres. Elle peut même être considérée comme compressible par endroit. A l'inverse, il existe quelques lentilles plus consistantes par endroits au sein de cette couche.
- De l'eau dans les différents sondages, à des profondeurs correspondant à cette couche (autour de 6 m/TA, jusqu'à 4m/TA dans le piézomètre PZ12).
- Un substratum argileux à tendance marneuse sur lequel repose la formation citée précédemment, possédant des caractéristiques mécaniques plus élevées.

IV. ETUDE DES OUVRAGES

IV.1. Terrassements généraux – Déblais et remblais

En étudiant les profils en long (voir ci-dessous) et en travers mis à notre disposition, il apparaît dans les 2 scénarii que le terrain actuel devra être terrassé pour correspondre aux profils désirés, principalement en remblais mais aussi en déblais de manière plus ponctuelle. L'amplitude maximale des terrassements sera d'environ un mètre, en remblais comme en déblais.



Extrait du profil en long de la voie 4 du scénario 1 (profil en rouge, terrain actuel en vert)

Les valeurs numériques en bas de l'image correspondent à la différence d'altitude entre le profil en long et le terrain actuel.

IV.1.1. Traficabilité en phase chantier

Les essais d'identification ont permis de classer les sols extraits comme suit selon le GTR :

- Formation n°1 : classe B3,
- Formation n°2 : classe A1, A2, B5 et B6.

Compte tenu de la classification précédente, les sols de la formation n°1 sont insensibles à l'eau et les sols de la formation n°2 sont sensibles à l'eau.

En fonction des conditions rencontrées au moment des travaux, l'état hydrique des matériaux est susceptible de varier sensiblement. Les conditions d'utilisation des matériaux de la formation n°2 peuvent, par conséquent, évoluer fortement.

Les travaux devront donc être réalisés dans des conditions météorologiques favorables ainsi que dans des périodes de nappe basse, sinon le chantier peut rapidement devenir impraticable et nécessiter la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

IV.1.2. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant les différentes formations ne devrait pas poser de problème particulier à l'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. Toutefois, bien que nous n'en ayons pas trouvé au droit des sondages, il n'est pas exclu de rencontrer des points durs dans les remblais de la formation n°1 en phase travaux. Cela nécessitera alors l'emploi d'engins ou d'outils adaptés.

IV.1.3. Talutage

D'après la nature des matériaux de la formation n°1, déterminée lors des campagnes de sondages, les pentes des talus lors des terrassements pourront être de l'ordre de 2 m de long pour 1 m de haut.

Au vu des résultats des essais de cisaillement et de l'hétérogénéité des sols dans la formation n°2, on recommande des pentes de talus de l'ordre de 3 m de long pour 1 m de haut. Celles-ci seront à préciser lors de la phase G2PRO.

On prendra toutes les dispositions nécessaires (gestion des eaux, limitation des stockages) afin que les travaux ne déstabilisent pas les talus.

IV.1.4. Drainage de la plateforme en phase chantier et en phase définitive

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe être sec jusqu'à environ 4 m de profondeur. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

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

Pour la phase définitive, un drainage longitudinal de la plateforme ferroviaire est prévu, côté IKEA, de type tranchée drainante. Il sera raccordé au ruisseau de Woippy qui traverse la plateforme. On veillera à respecter une pente minimale pour assurer l'écoulement des eaux collectées, ainsi que les préconisations concernant l'exécution des tranchées mentionnées dans la partie IV.3.

IV.1.5. Réemploi des matériaux du site en remblais

Les déblais issus des matériaux de la formation n°1 (remblais par nature hétérogènes) ne pourront être réutilisés et devront être évacués du site. Une partie de ces matériaux ne pourra pas être stockée en ISDI et devra être évacuée selon des filières spécifiques, comme mentionné dans l'étude de faisabilité de SYSTRA.

Compte tenu de la classe GTR des matériaux prélevés et de leur état d'humidité au moment des investigations, les matériaux de déblai de la formation n°2 pourront être réutilisés en remblai sous réserve que les conditions météorologiques soient favorables. Au vu des profils en long et du niveau du terrain actuel, cette quantité ne suffira pas à l'exécution de tous les remblais prévus. Il conviendra alors de prévoir un matériau d'apport, insensible à l'eau.

Nous précisons que ce procédé nécessite une étude spécifique qui ne fait pas partie de la présente mission, mais peut faire l'objet d'une mission complémentaire en phase projet (G2 PRO).

IV.2. Plateforme ferroviaire

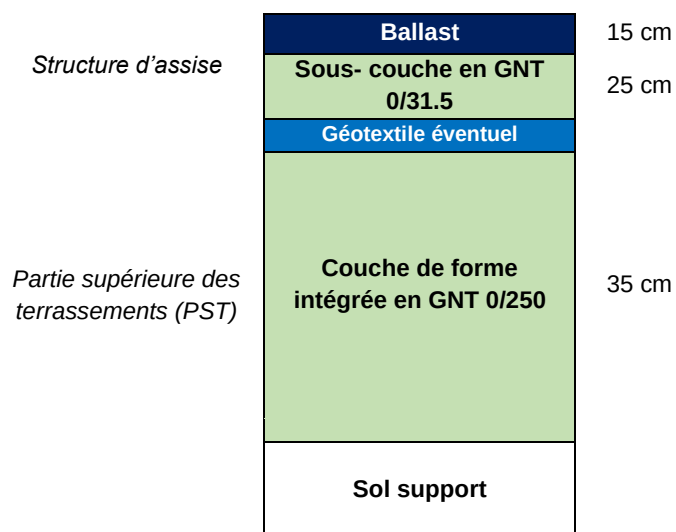
Le projet prévoit la réalisation de deux nouvelles voies à l'Est du faisceau de triage actuel, ainsi que l'extension d'une des voies pour être en capacité d'accueillir des trains de plus de 700 m de long. Au droit de cette plateforme, la purge des remblais sera nécessaire afin de garantir sa pérennité. Celle-ci sera ainsi réalisée sur les matériaux de la formation n°2.

IV.2.1. Classe d'arase et de PST

Au vu des coupes de sols des sondages et des résultats des essais en laboratoire, on retiendra une **PST2 / AR1** pour le couple PST / Arase, selon le *Guide de réalisation des remblais et couches de forme* dit « Guide GTR » (Setra / LCPC, 2000).

IV.2.2. Structure de la plateforme

La structure minimale de la plateforme ferroviaire prévue dans la Notice technique de SYSTRA est la suivante :



Cette structure propose de réaliser une couche de forme intégrée, sur laquelle reposerait la structure d'assise, séparées par un éventuel géotextile. Nous conseillons cependant de séparer la PST et la couche de forme, afin d'intercaler un géotextile anti-contaminant et anti-poinçonnement à l'interface PST / Couche de forme et ainsi éviter les remontées de fines dans la couche de forme, qui pourraient à terme la rendre sensible à l'eau.

Cette couche de forme sera réalisée en matériau D31 insensible à l'eau. L'épaisseur minimale de matériau à mettre en œuvre sur géotextile sera de 40 cm pour obtenir une PF2 (module EV2 ≥ 50 MPa). Sans géotextile, l'épaisseur minimale est de 50 cm.

Par ailleurs, la réception de la couche de forme est un point d'arrêt du chantier et doit faire l'objet, avant mise en œuvre de la structure ferroviaire, d'un contrôle en portance EV2 dans le cas d'un matériau non traité (EV2 ≥ 50 MPa en tout point pour une PF2).

Pour respecter l'épaisseur minimale de couche de forme, la purge d'une partie des matériaux de la formation n°2 est recommandée, dans les zones où cela sera nécessaire, notamment quand l'épaisseur des déblais prévus avoisine le mètre. Au contraire, dans les zones de forts remblais, il sera nécessaire d'augmenter l'épaisseur de la couche de forme pour réaliser la structure ferroviaire à la cote souhaitée.

IV.2.3. Etude des tassements

Le chargement du terrain avec le remblai peut provoquer un phénomène de tassement dans le sol-support, qu'il convient d'estimer. En se basant sur les résultats des sondages pressiométriques, pour une contrainte correspondant à une surépaisseur d'un mètre de matériaux (environ 20 kPa), les tassements maximaux sont estimés aux alentours de 18 mm, ce qui est acceptable.

Certaines zones du profil en long sont à l'inverse situées jusqu'à environ un mètre sous le terrain actuel. La structure ferroviaire sera donc située à une altitude plus basse que le terrain actuel, ce qui va entraîner le déchargement des sols de la formation n°2. Ces sols étant légèrement surconsolidés et non-gonflants, le déchargement de cette épaisseur de matériaux n'entraînera pas de mouvements significatifs.

IV.3. Tranchées

Dans le cadre de notre mission qui comporte l'étude des tranchées (réseaux et tranchée drainante), les indications données ici constituent une première approche, qui devra être complétée par un dimensionnement complet en phase PRO (G2 PRO).

IV.3.1. Conditions d'exécution

La réalisation de tranchées d'une profondeur supérieure à 1,30 m et de largeur inférieure ou égale aux deux tiers de la profondeur doivent être équipées de blindage.

Pour les tranchées de profondeur inférieure à 1,30 m, s'il existe des contraintes particulières (comme notamment la nature et l'état des terrains, les surcharges dues aux constructions, aux dépôts de toute nature situés à proximité de la fouille, l'ébranlement du sol dû à la circulation des véhicules, ou au fonctionnement d'un compresseur ou équivalent), une étude spécifique sera réalisée.

Le dimensionnement et le choix du matériel de blindage sont définis en prenant en compte :

- La nature des terrains (cohésion, angle de frottement, sensibilité à l'eau, pendage des couches) ;
- La présence d'une nappe phréatique (pompage, phénomène de « renard ») ;
- Les surcharges susceptibles d'exister en crête des tranchées (circulations, zones de stockage de matériaux, constructions existantes) ;
- Les risques résultant d'une éventuelle décompression des terrains.

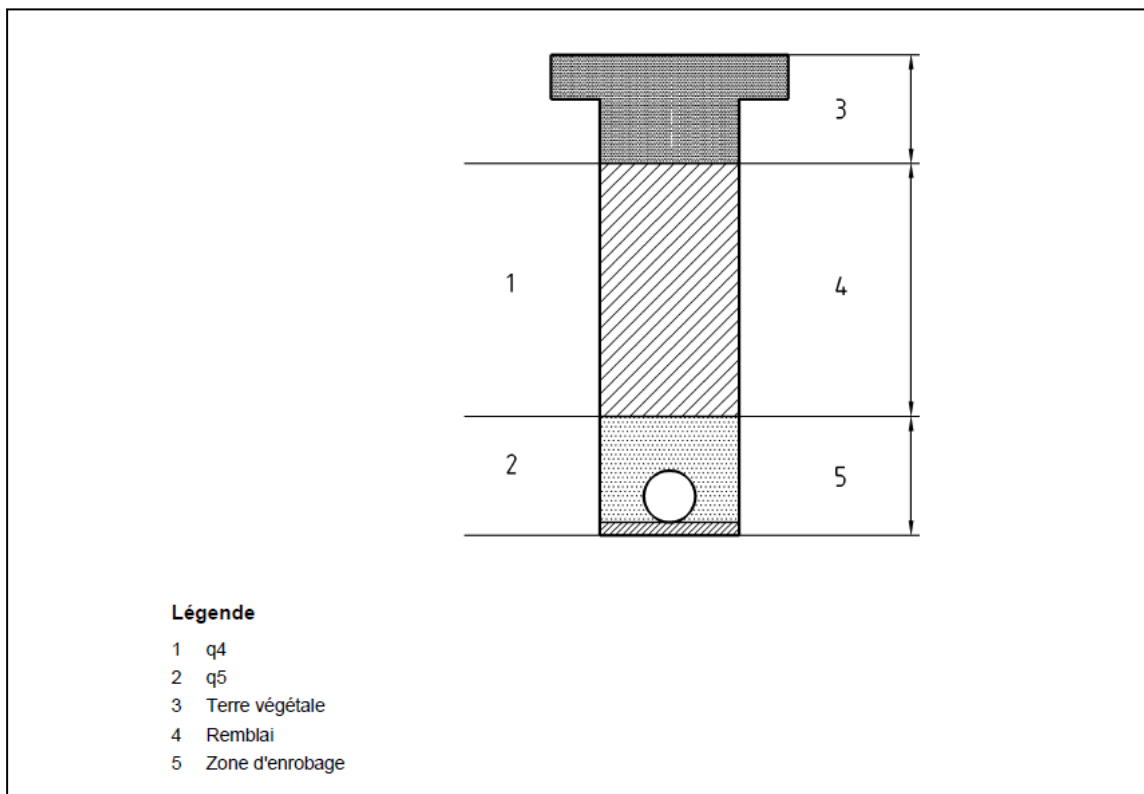
IV.3.2. Remblai pour tranchée

L'épaisseur du niveau q4 est fonction de la hauteur de la tranchée et des épaisseurs des niveaux q3 et q2. Dans la mesure où l'épaisseur du niveau q4 ne dépasserait pas 0.15 m, le remblai serait obligatoirement réalisé avec le même matériau que celui de la partie supérieure du remblai.

Les objectifs de densification et les croquis ci-dessous sont donnés à titre indicatif selon les recommandations de la norme NF P98-331 d'août 2020.

Trois cas distincts peuvent se présenter sur le site :

- **Canalisation sous espaces verts – Type 4**, correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :



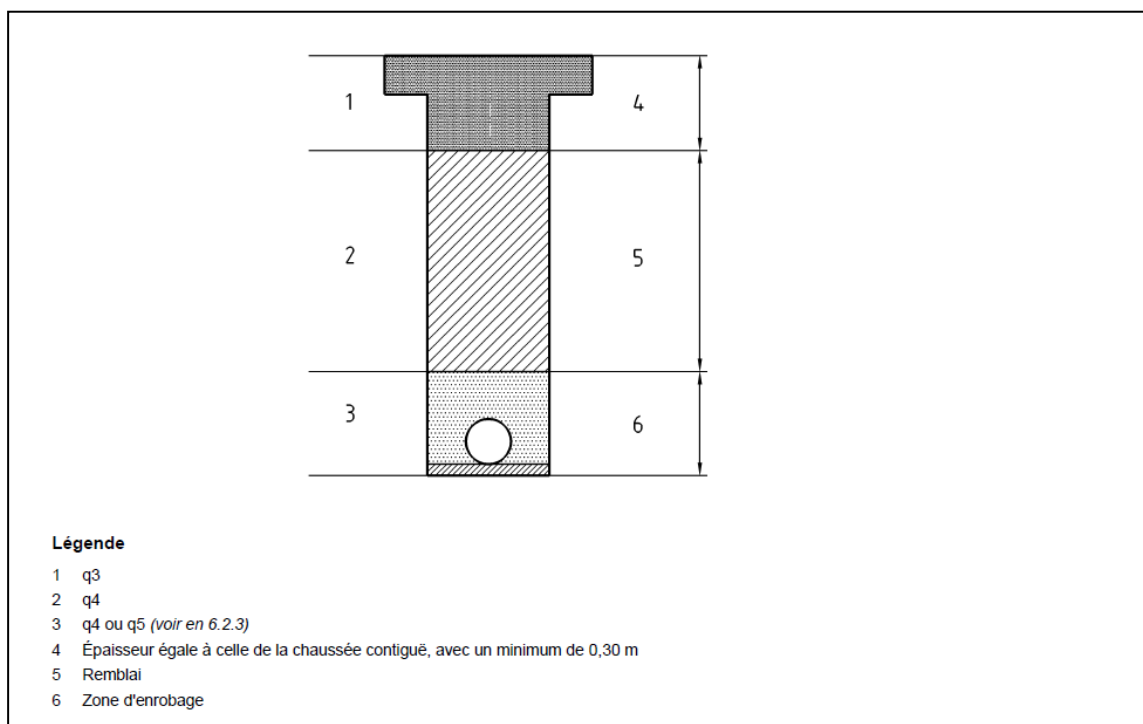
Extrait norme NFP98-331 – Matériaux utilisables en PIR selon l'appellation de la norme NFP 11-300

L'épaisseur de terre végétale est au moins équivalente à celle avant travaux, puis nivelée et ensemencée en fonction des zones traversées.

- **Canalisation sous accotements – Type 3**, correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :

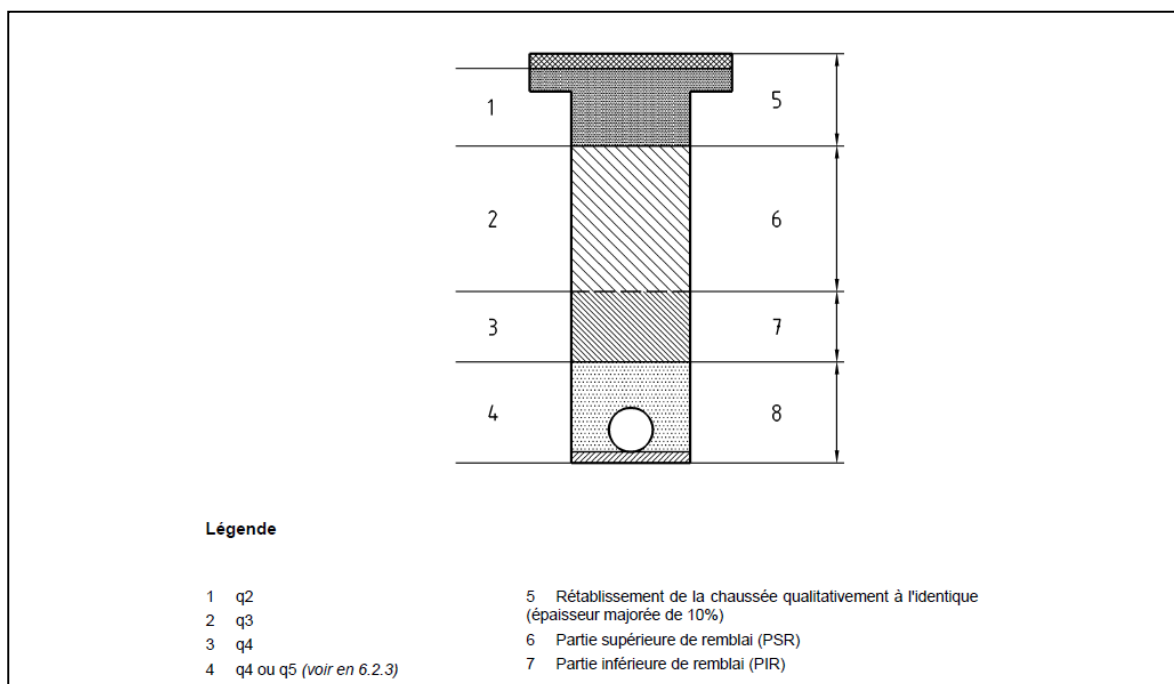
Si l'accotement est susceptible de supporter des charges lourdes, l'objectif de densification est identique à celui de la tranchée sous chaussée.

Si absence de charges lourdes, l'objectif de densification est q3 en partie supérieure du remblai sur une épaisseur égale à celle de la chaussée avec un minimum de 0.3 m.



Extrait norme NFP98-331– Matériaux utilisables en PIR selon l'appellation de la norme NFP 11-300

- **Canalisation sous chaussée, trottoirs ou accotements supportant des charges lourdes – Type 1**, correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :



Extrait norme NFP98-331– Matériaux utilisables en PIR selon l'appellation de la norme NFP 11-300

Dans tous les cas, on veillera à ce que les points suivants soient respectés :

- Fond de tranchée compacté en deux passes de compacteurs de géométrie appropriée permettant d'assurer la stabilité et la planéité du fond de la tranchée ;
- Enrobage de la canalisation par des matériaux comportant peu d'éléments grossiers et non argileux de manière à ne pas offrir d'entraînement hydraulique en cas de remontée de la nappe ;
- Recouvrement de la canalisation (matériau d'enrobage) sur une hauteur comprise entre 10 cm minimum et 30 cm maximum.

Les objectifs de densifications sont les suivants :

Objectif de densification	Exigences	Utilisation en tranchées (détaillée en 6.2.4)
q1 ¹⁾	$\rho_{dm} \geq 100 \% \rho_{dOPM}$ $\rho_{dfo} \geq 98 \% \rho_{dOPM}$	Non accessible au petit matériel de compactage
q2 ¹⁾	$\rho_{dm} \geq 97 \% \rho_{dOPM}$ $\rho_{dfo} \geq 95 \% \rho_{dOPM}$	Chaussée
q3	$\rho_{dm} \geq 98,5 \% \rho_{dOPN}$ $\rho_{dfo} \geq 96 \% \rho_{dOPN}$	Partie supérieure de remblai
q4	$\rho_{dm} \geq 95 \% \rho_{dOPN}$ $\rho_{dfo} \geq 92 \% \rho_{dOPN}$	Partie inférieure de remblai Zone d'enrobage des tranchées de hauteur de recouvrement < 1,30 m et certaines tranchées de hauteur de recouvrement $\geq 1,30$ m ²⁾
q5	$\rho_{dm} \geq 90 \% \rho_{dOPN}$ $\rho_{dfo} \geq 87 \% \rho_{dOPN}$	Zone d'enrobage (uniquement pour les tranchées dont la hauteur de recouvrement $\geq 1,30$ m où q4 n'est pas exigé ³⁾).
1) q1 et q2 sont définis dans la norme NF P 98-115. 2) Le choix q4 ou q5 pour l'enrobage dans le cas des tranchées profondes est à fixer en fonction des conditions rencontrées : encombrement des réseaux, difficultés d'exécution particulières. 3) Il peut s'avérer que l'objectif de densification q5 ne puisse être atteint : cette contrainte pouvant ou non avoir été démontrée dès les études préalables ou, si l'étude géotechnique ne l'a pas détectée, constatée à l'ouverture de la tranchée (par exemple un encombrement important de la tranchée, un fond de fouille en zone compressible, etc.). Dans ce cas, une étude spécifique sera exigée afin de définir les moyens pour garantir la bonne tenue de la tranchée et du réseau dans le temps. (Prise en compte dans le modèle de calcul, utilisation de matériaux adaptés, etc.).		

Extrait norme NFP98-331– Matériaux utilisables en PIR selon l'appellation de la norme NFP 11-300

IV.3.3. Matériaux utilisables en remblai

Le **niveau q5**, correspondant à la zone d'enrobage des tranchées ≥ 1.3 m de recouvrement où q4 n'est pas exigé, et le **niveau q4**, correspondant à la partie inférieure du remblai non sollicitée par des charges lourdes, pourront être constitués par les matériaux cités dans le tableau ci-dessous (après contrôle de leur état hydrique et de leur Dmax) :

Sols	Symbole des classes de sols
Sols fins ¹⁾	A1h ; A1m ; A1s ; A2h ; A2m
Sols sableux et graveleux avec fines	B1 ; B2h ; B2m ; B2s ; B3 ; B4h ; B4m ; B4s ; B5h ; B5m ; B5sB6h ; B6m
Sols comportant des fines et des gros éléments ²⁾	C1A1h ; C1A1m ; C1A2h ; C1A2mC2A1h ; C2A1m ; C2A2h ; C2A2mC1B2h ; C1B2m ; C1B4h ; C1B4mC1B5h ; C1B5m ; C1B6h ; C1B6mC2B2h ; C2B2m ; C2B4h ; C2B4mC2B5h ; C2B5m ; C2B6h ; C2B6m
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments ²⁾	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3 ²⁾
Sols Rocheux	Symbole des classes de sols
Craies	R11 ; R12h ; R12m ; R13h ; R13m
Calcaires rocheux divers	R21 ; R22 ; R23

Sols	Symbole des classes de sols
Roches siliceuses	R41 ; R42 ; R43
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ; R63 ;
Sous-produits industriels	Symbole des classes de sols
Cendres volantes et cendres de foyer silico-alumineuses de centrale thermique	F2 ³⁾
Schistes houillers	F3 ³⁾
Schiste de mines de potasse	F4 ³⁾
Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F6 ³⁾
Matériaux de démolitions	F7 ³⁾
Laitiers de haut-fourneau	F8 ³⁾
Autres matériaux	Caractéristiques pour la mise en œuvre
Matériaux élaborés	Difficulté de compactage : (DC1) ; (DC2) ; (DC3) ^{2) 4)}
Matériaux auto-compactants excavables	Se référer aux conditions d'utilisation spécifique ⁵⁾

1) L'emploi de matériaux fins de type A3 est possible uniquement en Partie Inférieure de Remblai et sous réserve de l'avis d'un géotechnicien.

2) Selon les critères dimensionnels du D_{max} figurant au 6.2.2.1, un criblage peut être nécessaire.

3) Pour ces matériaux, les sous-classes admissibles sont définies dans le Tableau 4.

4) Voir la définition des matériaux (DC1), (DC2) et (DC3) figurant en annexe du présent document.

5) Certaines formulations peuvent conduire à une augmentation de la résistance et à réduire l'excavabilité des matériaux. L'utilisation de ces matériaux, notamment en partie supérieure de remblai ou en corps de chaussée hors couches de surface, est conditionnée à une étude spécifique (compatibilités chimiques, résistances mécaniques, excavabilité, etc.).

Extrait norme NFP98-331– Matériaux utilisables en PIR selon l'appellation de la norme NFP 11-300

Il est également envisageable d'utiliser les sous-classes F (sous-produits industriels) suivants sous réserve d'études spécifiques, notamment vis-à-vis de la nocivité vis-à-vis des réseaux, au respect des règles liées à l'environnement, à la santé et de leur stabilité physico-chimique (absence de gonflement à justifier).

Appellation selon norme NF P 11-300	Sous-classes
F2 Cendres volantes et cendres de foyer silico-alumineuses de centrales thermiques (NF EN 14227-3, NF EN 14227-4)	F2h : cendres volantes humides $4 < IPI \leq 10$ $1,2 W_{OPN} \leq W_n < 1,3 W_{OPN}$
	F2m : cendres volantes à teneur en eau moyenne $0,85 W_{OPN} \leq W_n < 1,2 W_{OPN}$
	F2s : cendres volantes sèches $0,75 W_{OPN} \leq W_n < 0,85 W_{OPN}$
F3 Schistes houillers	F31 : schistes houillers totalement brûlés (couleur : du rouge au violet)
	F32 : schistes houillers incomplètement ou non brûlés (couleur : du noir à l'orange)
F4 Schistes des mines de potasse	F41 : schistes des mines de potasse à faible teneur en NaCl : $\% \text{ de NaCl} \leq 10$
F6 Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F61 : mâchefers bien incinérés, criblés, déferpillés, peu chargés en éléments toxiques solubles et stockés durant plusieurs mois. Perte au feu PF < 5 % selon la norme NF EN 1744-1 F62 : idem F61 mais de fraîche production Les mâchefers seront classés selon l'essai de lixiviation (norme NF EN 12457-2) et devront respecter les spécifications de la circulaire du ministère de l'environnement relative à l'élimination des mâchefers d'incinération de résidus urbains (9 mai 1994).
F7 Matériaux de démolition recyclés	F71 : matériaux de démolition, sans plâtre, épurés des éléments putrescibles, concassés, criblés, déferpillés, homogénéisés Teneur en sulfate < 0,8 % mesurée selon l'essai défini par la norme XP P 18-581
F8 Laitiers de haut-fourneau	Laitiers granulés, bouletés, expansés ou cristallisés
F9 Laitiers d'aciéries et de convertisseurs	Nécessité de réalisation d'études spécifiques portant sur les aspects : -Techniques : vérification des éventuels gonflements selon NF EN 1744-1 et définition des objectifs de compactage par planche d'essai -Environnementaux : conformité au guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs en technique routière dans sa déclinaison « laitiers sidérurgiques »

Extrait norme NF P98-331– Sous-produits industriels utilisables en PIR

Le **niveau q3** correspond à la partie supérieure du remblai (PSR) subissant des sollicitations dues à l'action du trafic ou au revêtement de la chaussée en cas d'absence de charges lourdes.

Seuls les matériaux cités dans les tableaux ci-dessous pourront entrer dans la constitution du niveau q3 :

Sols	Symbole des classes de sols
Sols sableux et graveleux avec fines (non argileuses)	B11 — B31
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 — C1B3 — C2B1 — C2B3- C2B1 — C2B3 C1B4 — C2B4 après élimination de la fraction fine 0/d
Sols insensibles à l'eau	D1 — D2 — D3
Sols Rocheux	Symbole des classes de sols
Craies	R11 après vérification de la structure au gel
Calcaires rocheux divers	R21 — R22*
Roches siliceuses	R41 — R42*
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 — R62*
Sous-produits industriels	Symbole des classes de sols
Schistes houillers	F31
Machefer d'incinération de déchets non dangereux (MIDND)	F6**
Matériaux de démolition	F7
Laitiers de haut-fourneau	F8
Laitier d'aciérie et de convertisseurs	F9
Autres matériaux	Caractéristiques pour la mise en œuvre
Matériaux élaborés	Difficulté de compactage : (DC1) ; (DC2) ; (DC3)
Matériaux auto-compactants excavables	Se référer aux conditions spécifiques d'utilisation ¹⁾
1) Certaines formulations peuvent conduire à une augmentation de la résistance et à réduire l'excavabilité des matériaux. L'utilisation de ces matériaux, notamment en partie supérieure de remblai ou en corps de chaussée hors couches de surface, est conditionnée à une étude spécifique (compatibilités chimiques, résistances mécaniques, excavabilité, etc.). * Les matériaux des classes R22, R42 et R62 nécessitent l'élimination de leur fraction fine 0/d pour une utilisation en PSR. ** Pour les MIDND, se référer au guide d'acceptabilité des matériaux alternatif en technique routière (AMATR) dans sa déclinaison MIDND.	

Extrait norme NF P98-331– Matériaux utilisables en PSR selon l'appellation de la norme NFP 11-300

Appellation selon norme NF P 11-300	Sous-classes
F3 Schistes houillers	F31 : schistes houillers totalement brûlés (couleur: du rouge au violet)
F6 Machefer d'incinération de déchets non dangereux.	F61 : mâchefers bien incinérés, criblés, déferraillés, peu chargés en éléments toxiques solubles et stockés durant plusieurs mois. Perte au feu PF < 5 % selon la norme NF EN 1744-1
	F62 : idem F61 mais de fraîche production Les mâchefers seront classés selon l'essai de lixiviation (norme NF EN 12457-2) et devront respecter les spécifications du guide technique AMATR déclinaison MIDND
F7 Matériaux de démolition recyclés	F71 : matériaux de démolition, sans plâtre, épurés des éléments putrescibles, concassés, criblés, déferraillés, homogénéisés Teneur en sulfate < 0,8 % mesurée selon l'essai défini par la norme XP P 18-581
F8 Laitiers de haut-fourneau	Laitiers granulés, bouletés, expansés ou cristallisés

Extrait norme NFP98-331 : Sous-produits industriels utilisables

Des contrôles à la plaque ou à la dynaplaque permettront de vérifier qu'une portance de 50 MPa minimum est obtenue en surface du niveau q3.

Les matériaux utilisés en q3 ne devront pas présenter de « sensibilité à l'eau » que ce soit dans leur état naturel ou après leur avoir fait subir un traitement approprié.

L'épaisseur du niveau q3 à mettre en œuvre est fonction du trafic. Elle sera donc de 0.3 m minimum pour un trafic faible et de 0.6 m minimum pour un trafic fort.

Le **niveau q2** s'applique aux couches de chaussées.

Ce niveau correspondra à une réfection de voirie qui ne pourra être définie qu'en fonction de la classe de trafic retenue pour la voirie.

Pour les préconisations de remblayage des tranchées, l'entreprise se reportera au guide technique de remblayage des tranchées édité par le SETRA-LCPC.

IV.3.4. Condition de réemploi des matériaux du site

Les matériaux du site appartiennent aux classes suivantes :

- Formation n°1 : classe B3,
- Formation n°2 : classe A1, A2, B5 et B6.

Les matériaux prélevés sur le site ont été caractérisés selon les préconisations du GTR (guide LCPC-SETRA 1994 – NF P11-300).

Niveau q5 et q4 :

Les matériaux du site étant en état hydrique moyen à humide au moment de nos investigations, ils sont utilisables en tant que tel comme le montre le tableau récapitulatif présenté plus haut, sous réserve de s'assurer que leur état hydrique n'ait pas changé.

Pour la tranchée drainante, des matériaux d'apport seront nécessaires, étant donnée la faible perméabilité du sol support.

Niveaux q3 et q2 :

Les matériaux du site n'entrant pas dans le tableau récapitulatif présenté précédemment, il conviendra donc d'utiliser des **matériaux d'apport**.

Lors de la réalisation des travaux, la plus grande attention sera portée sur les points suivants :

- Contrôle du niveau de portance de la plateforme,
- Respect des épaisseurs préconisées,
- Contrôle de la qualité des matériaux mis en œuvre et de leur compacité sur toute la hauteur par pénétromètre en fonction B ou gammadensimètre.

Ginger CEBTP se tient à la disposition du maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

L'ensemble de ces préconisations est donné à titre d'exemple. Les matériaux disponibles sur place peuvent conduire à des dimensionnements de structure très différents. Nous nous tenons à disposition, dans le cadre d'une étude de projet, pour en vérifier la définition et les possibilités.

IV.4. Réalisation des supports de caténaires et mâts d'éclairage

IV.4.1. Fondations superficielles par semelles isolées

Compte tenu des éléments à notre disposition, une solution de fondations superficielles par semelles isolées est envisageable pour des sollicitations limitées. Elles seront ancrées de 0.30 m au minimum dans la formation n°2.

IV.4.1.1. Justifications

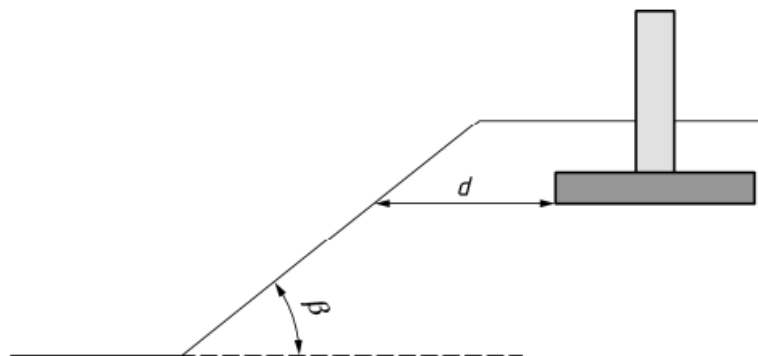
Suivant la NF P 94 261, les vérifications doivent porter sur :

- Pour les situations à l'ELS :
 - Limitation de la charge,
 - Tassement.

IV.4.1.2. Prescriptions générales

Comme critères définissant le niveau d'assise, on retiendra, parmi les suivants le plus restrictif :

- Ancrage minimal de 0.30 m dans l'horizon porteur (formation n°2),
- Respect de la garde au gel fixée ici à 0.80 mètre,
- Respect de la norme NFP 94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus :



IV.4.1.3. Ebauche dimensionnelle des fondations

Le dimensionnement aux ELS et ELU des fondations est mené à partir des résultats pressiométriques, conformément à la norme NF P 94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles).

Capacité portante :

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain V_d est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \qquad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \qquad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

- R_0 est la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé,
- $R_{v;d}$ est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;v}$ est un facteur partiel à considérer, égal à 2.30 à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et 1.40 à l'ELU pour les situations durables et transitoires,
- $R_{v;k}$ est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- A' est la surface effective de la base d'une fondation superficielle,
- q_{net} est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d;v}$ est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte q_{net} (1.20 pour la méthode pressiométrique).

Calcul de q_{net} , contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :

La contrainte q_{net} du terrain sous une fondation est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = k_p p_{le}^* i_\delta i_\beta$$

Avec :

- k_p est le facteur de portance pressiométrique qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement relatif et de la nature du sol,
- p_{le}^* est la pression limite nette équivalente,
- i_δ est le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (on considère ici une charge verticale centrée, soit $i_\delta = 1.00$),
- i_β est le coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β (pour une fondation éloignée d'un talus, $i_\beta = 1.00$).

Ainsi, pour une semelle isolée ancrée selon les prescriptions données plus haut, en tablant sur $p_{le}^* = 0.25 \text{ MPa}$ et $k_p = 0.8$, il vient :

$$q_{net} = 0.2 \text{ MPa.}$$

Il vient les contraintes maximales suivantes :

- À l'ELU, pour les situations durables et transitoires, une contrainte de 0.12 MPa,
- À l'ELS quasi-permanent et caractéristique, une contrainte de 0.07 MPa.

Estimations des tassements :

Conformément à l'exemple donné, pour une semelle isolée carrée de 0.70 m de côté, chargée à 20 kN (soit 40kPa), le tassement estimé est négligeable (inférieur au centimètre).

Les tassements ont été calculés selon les recommandations de l'annexe H norme NF P 94-261 pour des charges verticales centrées et pour des sollicitations et dimensions de semelles précises.

On rappelle que les tassements sont dimensionnants pour les ouvrages. Ainsi, en fonction de l'admissibilité des tassements, une limitation de charge pourra s'appliquer.

Dans les phases ultérieures, un dimensionnement selon les efforts horizontaux et moments devra être réalisé avec notamment une vérification des semelles isolées au glissement et au renversement.

IV.4.1.4. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- Il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0.5 m avec une surface au sol (assise) de 0.5 m² minimum pour une semelle isolée (soit 0.7 m x 0.7 m pour des semelles carrées), ceci pour des raisons de bonne exécution (cela permet notamment d'assurer un enrobage correct des armatures standards)
- Il est impératif de récupérer les eaux météoriques et les éloigner des sols de fondation par un réseau d'évacuation spécifique.

Par ailleurs, des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (NF P 94-261 et NF DTU 13.1)

La présence d'eau pourra entraîner des sujétions de blindage des parois et de pompage pour épuisement des fouilles et/ou rabattement de la nappe lors des travaux de fondation.

Au démarrage des travaux de fondation, les premiers fonds de fouille ouverts feront l'objet d'une visite afin de faire valider l'horizon d'assise visé. À tout moment du chantier, en cas de doute sur les matériaux observés, une nouvelle visite pourra être nécessaire. Ginger CEBTP se tient à la disposition du Maître d'œuvre pour assurer les vacations de contrôle de fonds de fouille, dans le cadre d'une mission générale de supervision de l'exécution (mission G4),

La justification du dimensionnement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans le cadre d'une étude de projet géotechnique (G2 PRO).

La cote, les plans et les descentes de charges ne sont pas connues au stade actuel du projet. Ils seront à préciser pour l'étude G2PRO.

V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES

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 P 94-500 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 P 94-500 de novembre 2013, une étude de conception de niveau projet (G2-PRO) sera ensuite réalisée (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

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

Ginger CEBTP se tient à disposition pour la réalisation des missions géotechniques suivantes.

Conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, il est nécessaire d'enchaîner les études d'ingénierie géotechniques avec les phases suivantes :

- Etude géotechnique de conception phase PROJET (G2 PRO),
- Etude géotechnique de conception phase DCE/ACT (G2 DCE / ACT),
- Puis, après attribution du marché de travaux, les études géotechniques de réalisation G3 et G4.

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

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

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

CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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 :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- 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.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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.

- 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).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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 :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- 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.

Phase Projet (PRO)

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.

- 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.

Phase DCE / ACT

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.

- 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.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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 :

Phase Étude

- 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.

Phase Suivi

- 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)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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 :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- 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.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- 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.

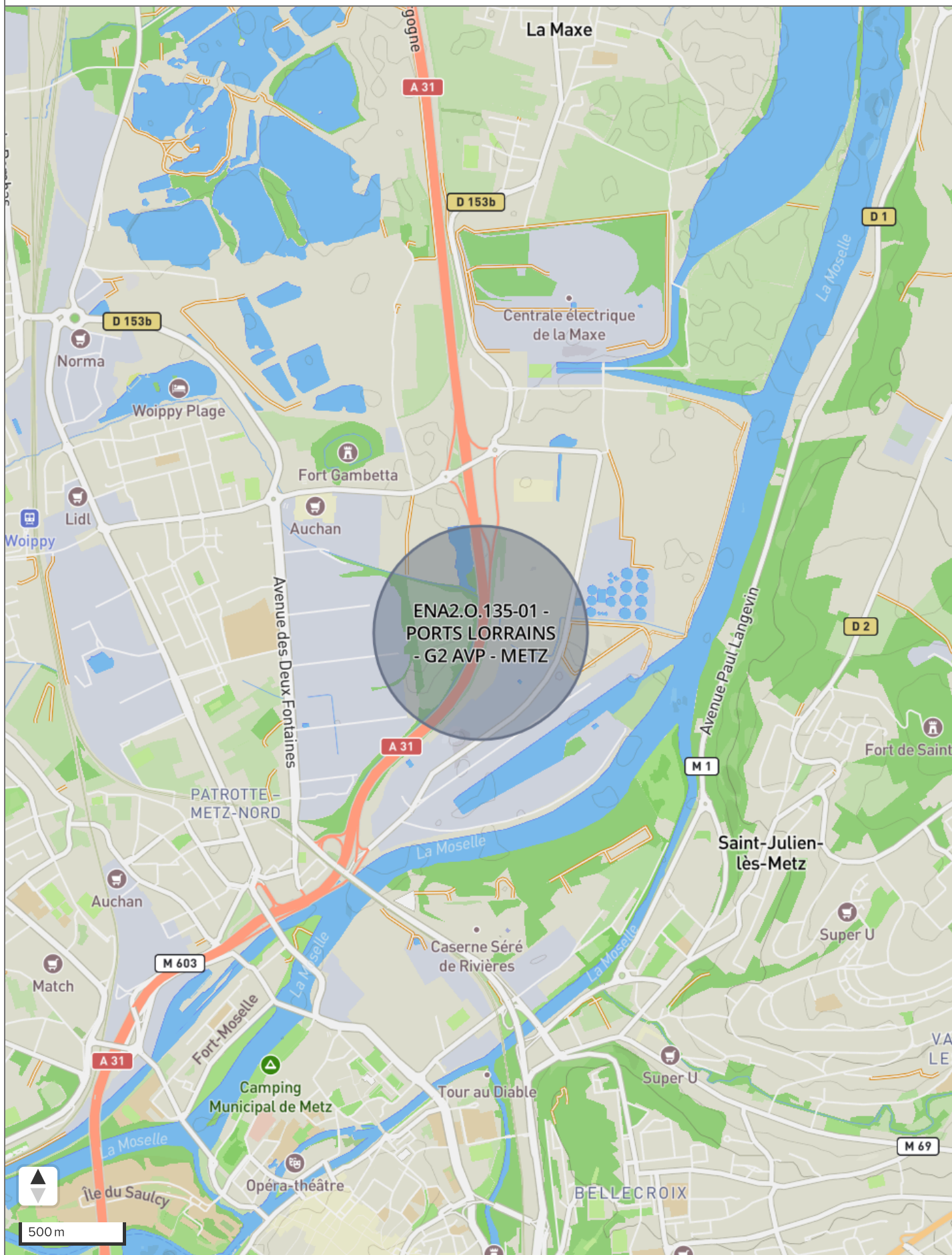
DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- 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 soutènement, 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 DE LOCALISATION



PLAN D'IMPLANTATION



ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
167,72	0		Terre végétale argilo-sableuse avec graves et cailloutis 0,05 m	Pelle mécanique 11 m
			Argile sableuse brune avec grave et cailloutis	
	1		1,1 m	

166,67

Commentaires Refus à 1,1 m

soilcloud.tech

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
PM11	+167,77 m NGF	1,1 m

PHOTOS



Essai d'eau



Remise en état du site

Début	Fin	Machine	Opérateur
17/12/2024	17/12/2024	Pelle mécanique	Eloïse Dumont

166,03

Commentaires	Refus à 1,2 m
--------------	---------------

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
PM12	+167,23 m NGF	1,2 m

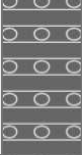
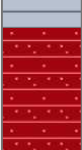
PHOTOS

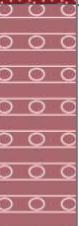
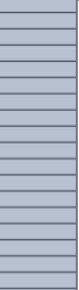


Fouille



Remise en état du site

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
167,77	0		Argile brun gris à cailloux	TH Ø63 mm	 5,35 m
166,57	1		1,2 m Argile sèche et compacte grise 1,7 m		
166,07	2		Sable argileux et graveleux brun clair 2,8 m		
164,97	3		Argile pâteuse gris foncé 3,6 m		
164,17			Argile sèche et compacte grise		
163,57	4		4,2 m Argile brune légèrement sableuse		
162,57	5		5,2 m Sable graveleux brun 6 m		

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
167,23	0		Terre sableuse brun noir avec cailloux	TH Ø63 mm
			0,6 m	
166,63	1		Argile compacte brun gris à quelques cailloux	
	2		2,2 m	
165,03	3		Argile compacte grise	
	4		4,1 m Argile pâteuse gris vert légèrement graveleuse	
			4,6 m	
162,63	5		Sable graveleux jaune vert	
			6 m	6 m

SC11	X	Y	Système de coordonnées			Précision des relevés	
	932 340,94	6 898 336,14	RGF93 / Lambert-93			Centimètre	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	
	+168,11 m	10,0 m	-	-	NGF	Non renseigné	
Début		Fin		Machine		Opérateur	
08/01/2025		09/01/2025		M377		Mickaël Détail	
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions				Outils
168,11	0		Terre végétale				
			0,3 m				
167,81			Sable et grave bruns				
			0,6 m				
167,51			Remblai argilo-graveleux gris à morceaux de briques				
			0,85 m				
167,26			Sable et grave bruns				
	1		1,25 m				
166,86			Argile sablo-graveleuse brun gris				
			2 m				
166,11	2		Sable et grave bruns				
			2,35 m				
			Grave sableuse brune à galets				
165,61			2,5 m				
	3		Sable et grave brun gris à passages argileux				
	4						4 m
			4,8 m				
163,31	5						
	6		Sable graveleux brun à galets				
	7						
	8						
			8,5 m				
159,61	9		Argile grise marneuse				
							
			10 m				
158,11	10						10 m

soilcloud.tech

Sondage

Élévation

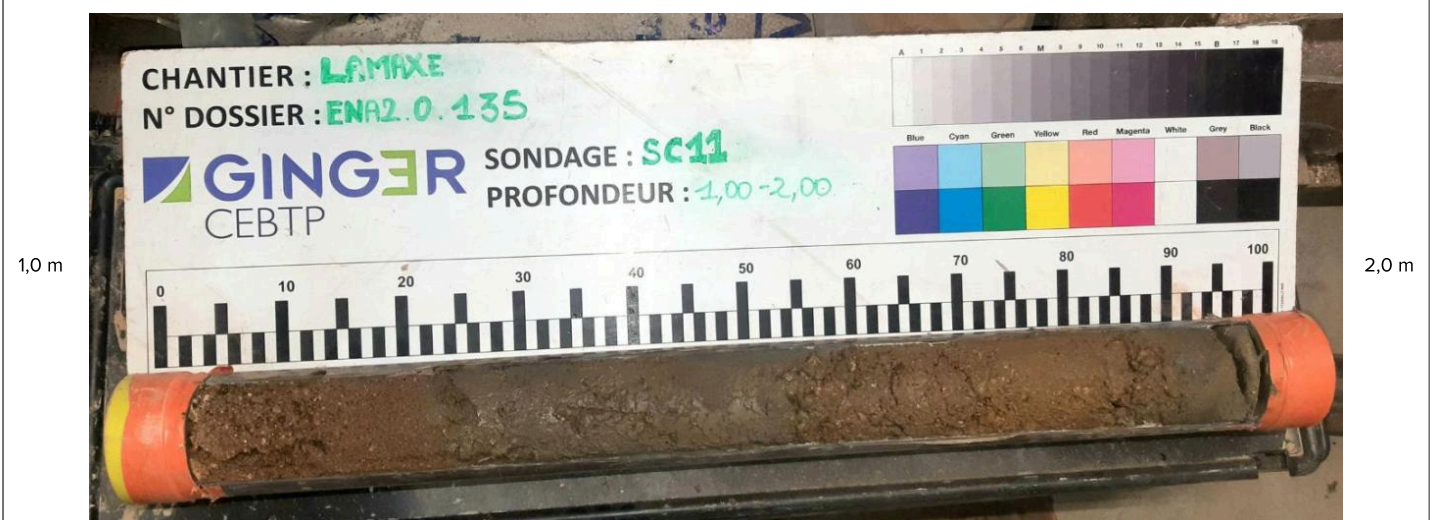
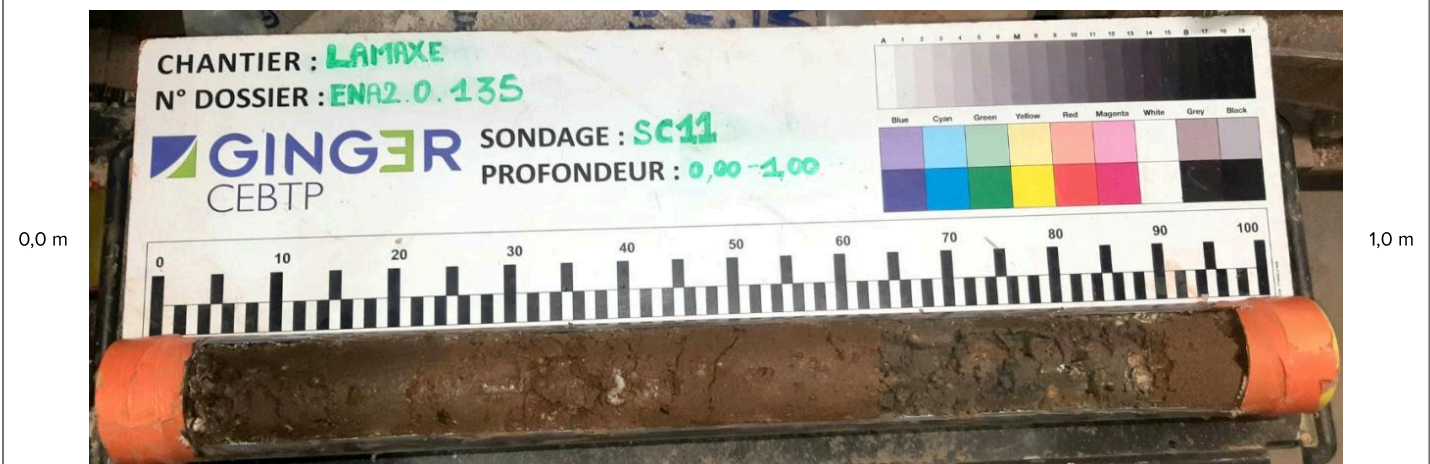
Prof. atteinte

SC11

+168,11 m NGF

10,0 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE



Sondage

SC11

Élévation

+168,11 m NGF

Prof. atteinte

10,0 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

2,5 m



4,5 m

4,5 m



6,5 m

6,5 m



8,5 m

Sondage

SC11

Élévation

+168,11 m NGF

Prof. atteinte

10,0 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE



8,5 m

10,0 m

		ENA2.O.135-01 - PORTS LORRAINS - G2 AVP - METZ					
		ENA2.O.135-01					
SC12	X	Y	Système de coordonnées			Précision des relevés	
	932 388,35	6 898 781,23	RGF93 / Lambert-93			Centimètre	
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	
	+167,29 m	10,0 m	-	-	NGF	Non renseigné	
Début		Fin		Machine	Opérateur		
06/01/2025		07/01/2025		M377	Mickaël Détail		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions				Outils
167,29	0		Remblai sablo-graveleux brun noir				Carottier Ø118 mm
			0,45 m				
166,84			Argile sableuse brune à cailloutis				
			0,85 m				
166,44	1		Argile à tendance marneuse grise avec quelques morceaux de roche calcaire				
	2						
	3						
			4 m				
163,29	4		Argile à tendance marneuse grise à passages humides et grave calcaire				
	5						
	6						
			7 m				
160,29	7		Grave brune à galets				8 m
			7,5 m				
159,79			Marne grise compacte				
	8		8,5 m				Carottier Ø116 mm
158,79							
	9						10 m
157,29	10						
Commentaires		Matériau non récupéré entre 8.5 et 10.0 m					
soilcloud.tech							

Carottier Ø118 mm

8 m

Carottier Ø116 mm

10 m

Sondage

Élévation

Prof. atteinte

SC12

+167,29 m NGF

10,0 m

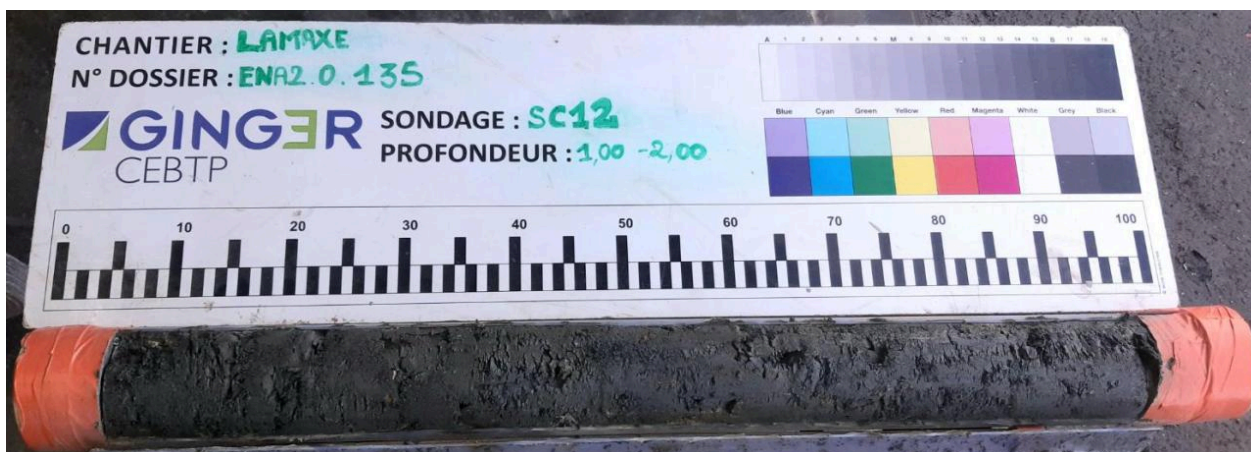
RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

0,0 m



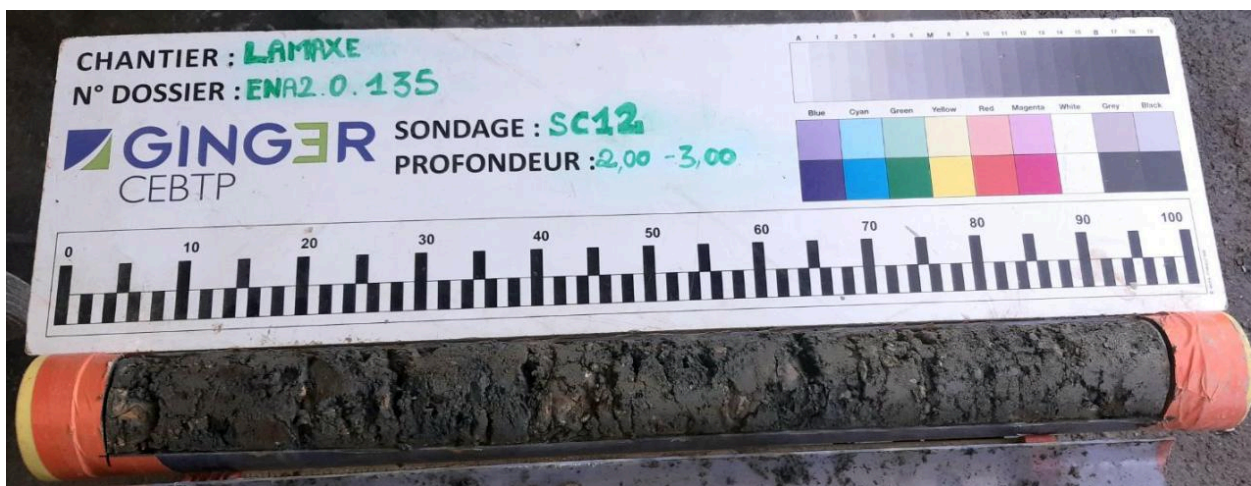
1,0 m

1,0 m



2,0 m

2,0 m



3,0 m

Sondage

Élévation

Prof. atteinte

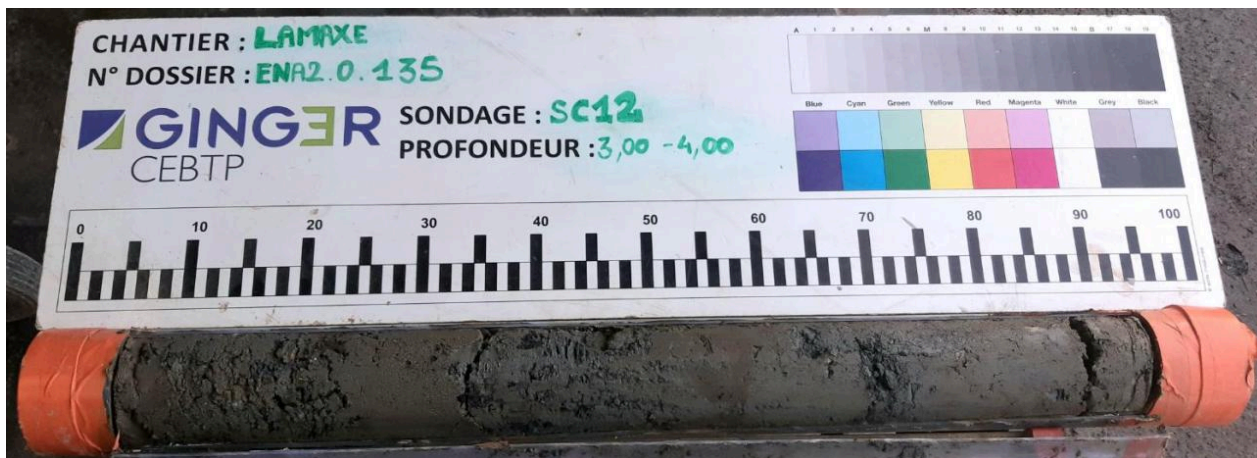
SC12

+167,29 m NGF

10,0 m

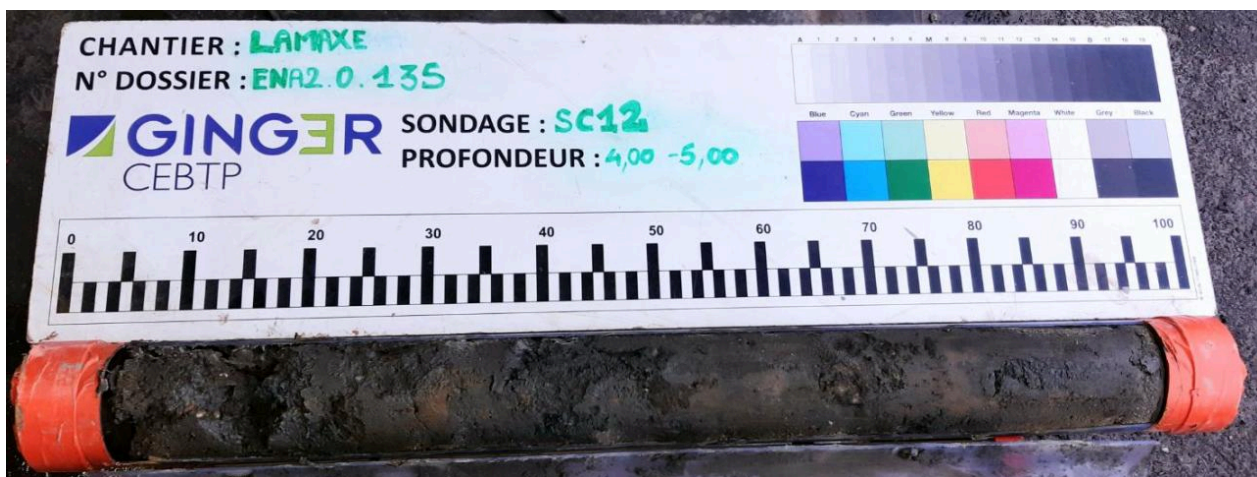
RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

3,0 m



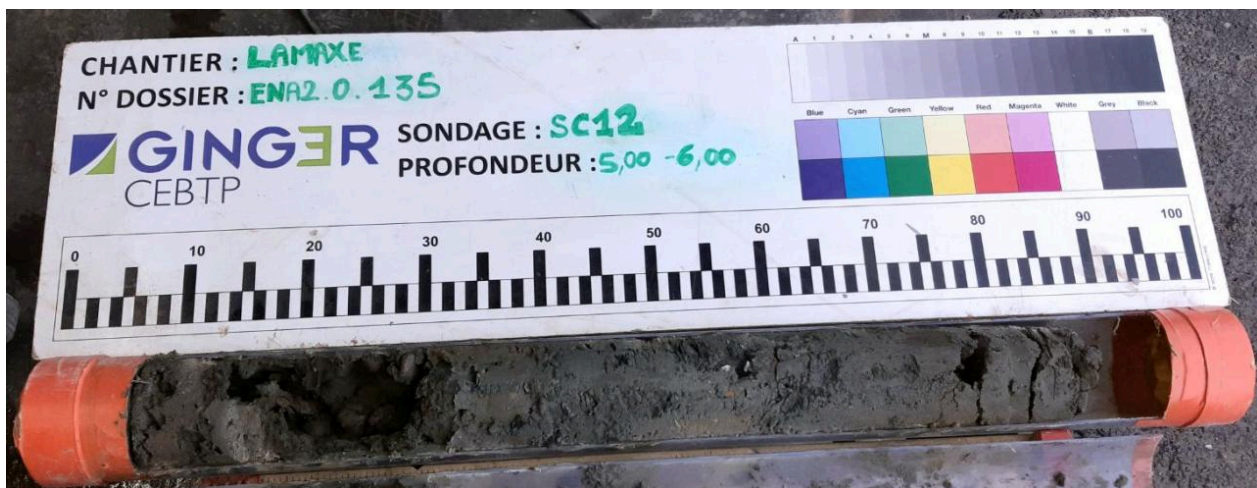
4,0 m

4,0 m



5,0 m

5,0 m



6,0 m

Sondage

Élévation

Prof. atteinte

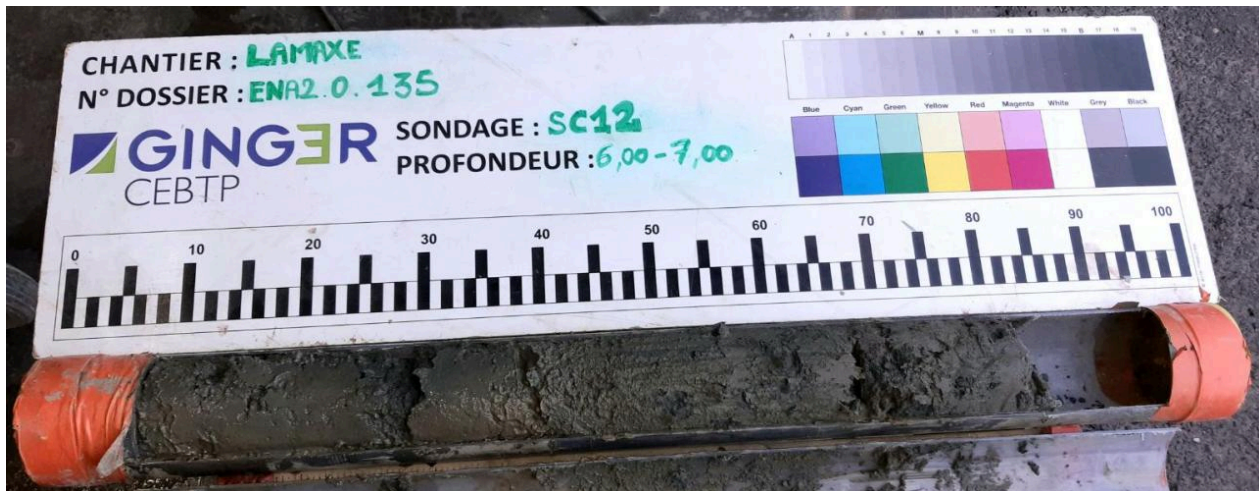
SC12

+167,29 m NGF

10,0 m

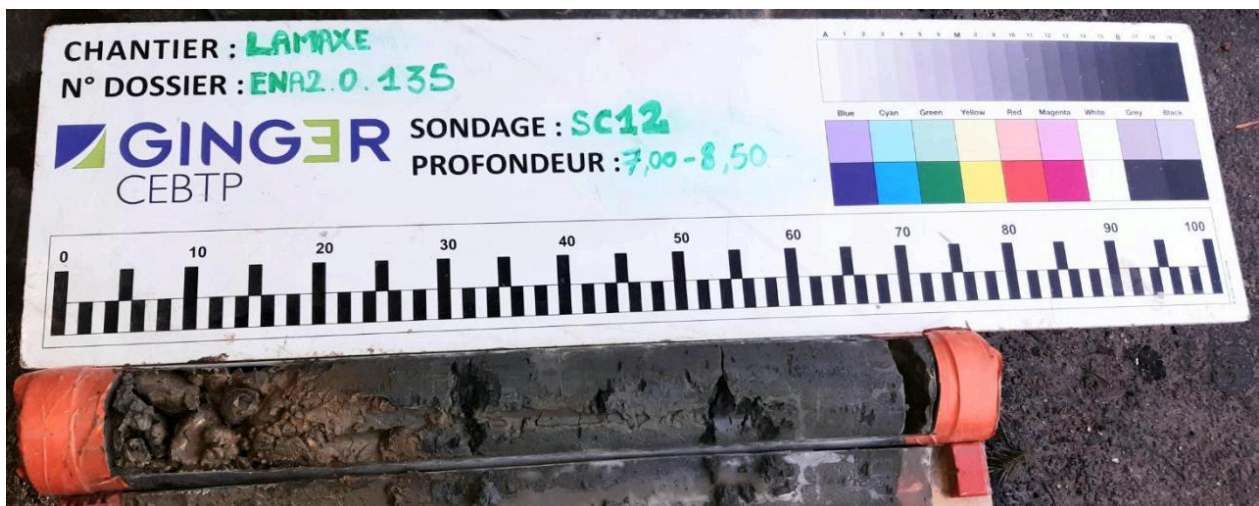
RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

6,0 m



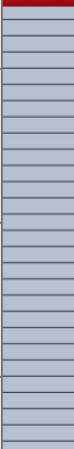
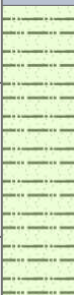
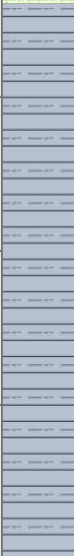
7,0 m

7,0 m



8,5 m

SP11		X		Y		Système de coordonnées								
		932 245,21		6 898 155,75		RGF93 / Lambert-93								
		Élévation		Nivellement		Angle		Azimut		Prof. atteinte				
		+168,24 m		NGF		-		-		10,0 m				
Données		Type		Début		Fin		Machine		Opérateur				
SP11		Pressiomètre		02/12/2024		02/12/2024		M249		Vernier				
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau	Prof.	E _M [MPa]		p _M * [MPa]		p _{LM} * [MPa]		E _M /p _{LM} *	
168,24	0		Limon argileux gris	Outils TH Ø63 mm		0	0		0		0		0	
	1					1	14,3	0,64	0,87	16,4				
	2					2	31,2	0,63	1,01	30,8				
165,54		3	30,1			1,42	2,09	14,4						
	4	4	17,8			0,61	0,91	19,6						
163,24	5	5	10,9			0,96	1,39	7,8						
	6	6	3,5			0,30	0,58	6,1						
	7	7	4,8			0,17	0,36	13,3						
160,74		8	5,1			0,17	0,72	7,1						
159,74		9	17,7			2,10	3,20	5,5						
158,24	10	10												
Commentaires		Eboulé à 5,5 m												
soilcloud.tech														

SP13			X		Y		Système de coordonnées							
			932 388,53		6 898 824,76		RGF93 / Lambert-93							
			Élévation		Nivellement		Angle		Azimut		Prof. atteinte			
			+167,13 m		NGF		-		-		10,0 m			
Données			Type		Début		Fin		Machine		Opérateur			
SP13			Pressiomètre		04/12/2024		04/12/2024		M270		Vernier			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau	Prof.	E _M [MPa]		P _M * [MPa]		P _{LM} * [MPa]		E _M /P _{LM} *	
167,13	0		Limon argileux brun			0	0		0		0		0	
	1		1,6 m			7,1	0,59	0,74	9,6					
165,53	2		Argile molle grise			2	3,5	0,20	0,29	12,1				
	3					2,2	0,07	0,12	17,9					
	4					3,4	0,15	0,23	14,7					
162,63	5						Limon sableux	5	2,1	0,13	0,24	8,9		
	6	1,1	0,13					0,16	7,1					
160,73	7		Argile limoneuse grise			7	15,1	0,68	1,31	11,5				
	8					16,6	0,57	1,12	14,8					
	9					12,6	0,80	0,90	13,9					
157,13	10	10 m	10 m		10									
Commentaires			Eboulé à 5,0 m											
soilcloud.tech														

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures

K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

Dossier : **ENA2.O.135-01**

Client : **PORTS LORRAINS**

Date de l'essai : **16/12/2024**

Technicien : **EDU**

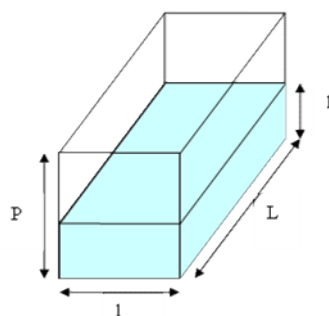
Commune : **METZ**

Dépouillement : **MCO**

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1.2	0.6	1.4	0.21	PM11

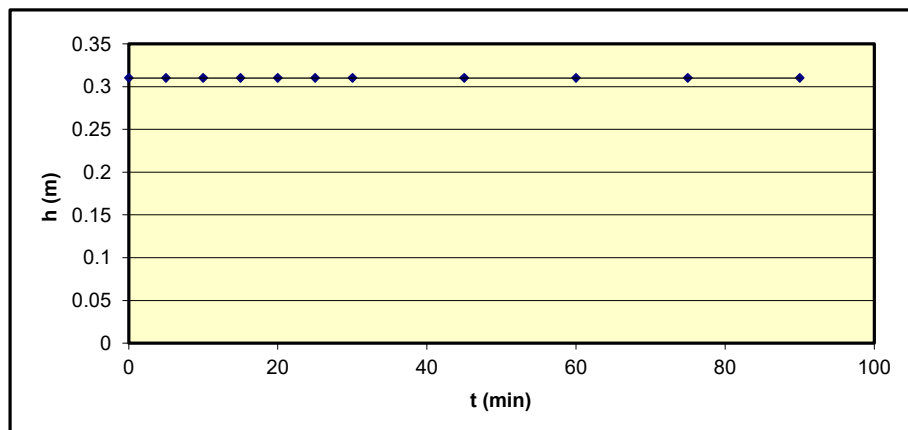
t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	COUPE DE SOL	
0	0.31	-	-	Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
5	0.31	0.00E+00	0.00E+00	Terre végétale argilo-sableuse avec grave et cailloutis	0.05
10	0.31	0.00E+00	0.00E+00		
15	0.31	0.00E+00	0.00E+00	Argile sableuse avec grave et cailloutis	1.10
20	0.31	0.00E+00	0.00E+00		
25	0.31	0.00E+00	0.00E+00		
30	0.31	0.00E+00	0.00E+00		
45	0.31	0.00E+00	0.00E+00		
60	0.31	0.00E+00	0.00E+00		
75	0.31	0.00E+00	0.00E+00		
90	0.31	0.00E+00	0.00E+00		

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L-1)}$$



- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
<1E-6



Date du rapport: **14/03/2025**

Nom du chargé d'affaires :

Martin Coulombe

Visa du chargé d'affaires :

MCO

K (m/s)* : Perméabilité à partir de l'origine des mesures

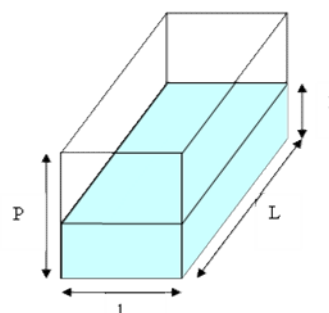
K (m/s) :** Perméabilité entre deux points de mesures

Dossier :	ENA2.O.135-01	Client :	PORTS LORRAINS
Date de l'essai :	16/12/2024	Technicien :	EDU
Commune :	METZ	Dépouillement :	MCO

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1.2	0.6	1.55	0.22	PM12

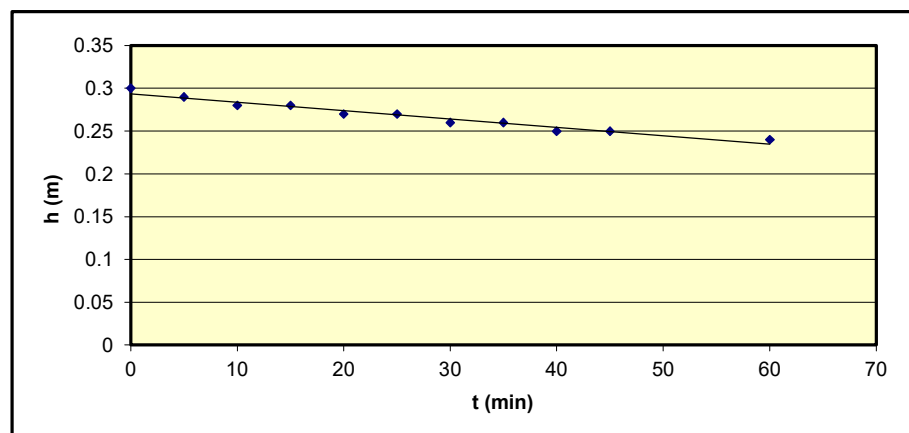
t (min)	h (m)	K (m/s)*	K (m/s)**	COUPE DE SOL	
0	0.3	-	-	Nature du matériau	Profondeur/TN (m)
5	0.29	1.41E-05	1.41E-05	Terre végétale brune limoneuse	0.20
10	0.28	1.42E-05	1.44E-05	Dépôt ferroviaire avec grave à matrice limoneuse	0.70
15	0.28	9.49E-06	0.00E+00	Argile sableuse brun gris avec grave et cailloutis	1.20
20	0.27	1.08E-05	1.47E-05		
25	0.27	8.63E-06	0.00E+00		
30	0.26	9.69E-06	1.50E-05		
35	0.26	8.31E-06	0.00E+00		
40	0.25	9.18E-06	1.53E-05		
45	0.25	8.16E-06	0.00E+00		
60	0.24	7.42E-06	5.21E-06		

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L-l)}$$



- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)
7.42E-06



Date du rapport: 14/03/2025

Nom du chargé d'affaires :
Martin Coulombe

Visa du chargé d'affaires :
MCO

ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

GINGER CEBTP

Parc technologique St Jacques II
13 rue Albert Einstein
54320 MAXEVILLE

Informations générales

N° dossier :	ENA2.O135.0001	Client / MO :	VNF - VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
Désignation :	MBC PORTS LORRAINS-G2 AVP-SYNDICAT MIXTE PORTS	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE POUR LA GESTION DES PORTS LORRAINS
Localité :	METZ		
Chargé d'affaire :	GOESEL Magali		

Informations sur l'échantillon N° 24ENA-1382

Mode de prélèvement :	Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage :	PM12 Metz
Prélevé par :	POLE SONDRAGE	Profondeur :	0.20/0.70 m
Date prélèvement :	18/12/24		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	20/12/24		
Description :	Remblai graveleux brun foncé		

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	96.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	22.5	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	7.7	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.18	g de bleu pour 100

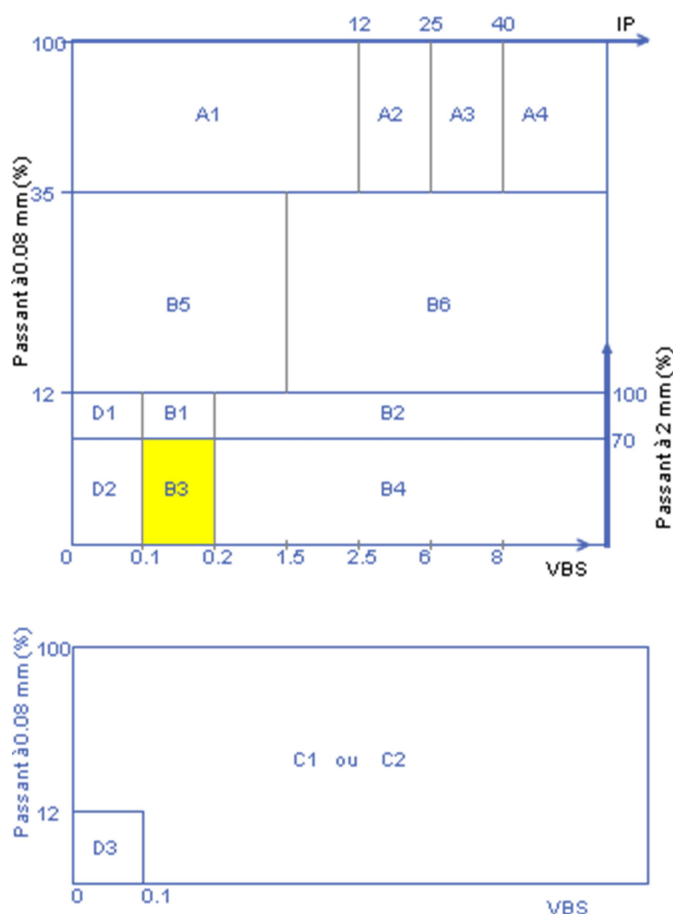
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	7.6	%
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 (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3)	

CLASSIFICATION NF P 11-300: B3



Observations:

MARTIN COULOMBE

**CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION
DES
REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES**
Informations générales

N° dossier :	ENA2.O135.0001	Client / MO :	VNF - VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
Désignation :	MBC PORTS LORRAINS-G2 AVP-SYNDICAT MIXTE PORTS	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE POUR LA GESTION DES PORTS LORRAINS
Localité :	METZ		
Chargé d'affaire :	GOESEL Magali		

Informations sur l'échantillon N° 24ENA-1383

Mode de prélèvement :	Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage :	PM12 Metz
Prélevé par :	POLE SONDAGE	Profondeur :	0.70/1.20 m
Date prélèvement :	18/12/24		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	20/12/24		
Description :	Sable gravo-argileux brun foncé		

Paramètres de nature

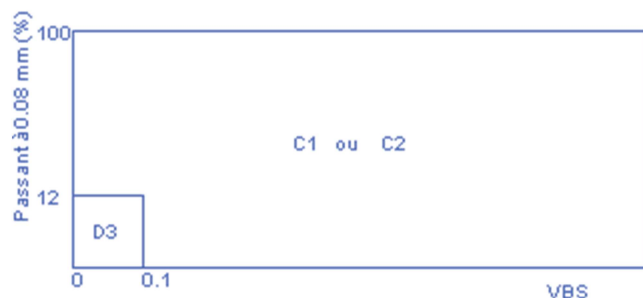
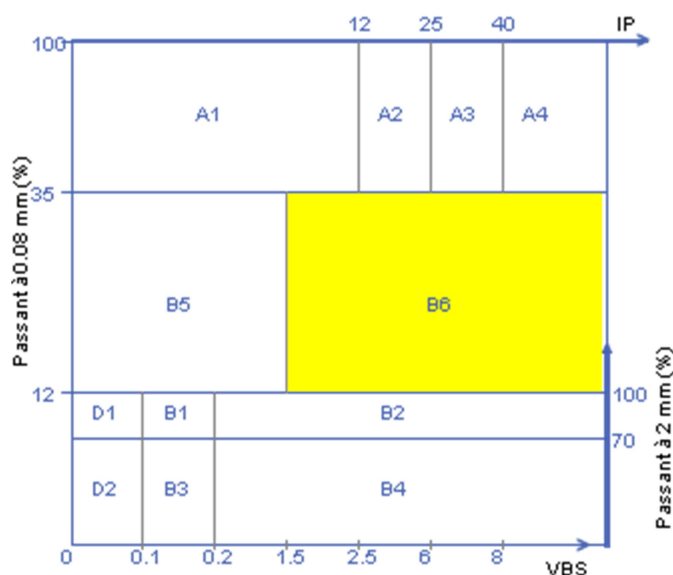
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	32	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	61.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	34.7	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	2.14	g de bleu pour 100

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	13.5	%
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 (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3)	

CLASSIFICATION NF P 11-300: B6

Observations:

MARTIN COULOMBE

GINGER CEBTP

Parc technologique St Jacques II
13 rue Albert Einstein
54320 MAXEVILLE

Informations générales

N° dossier :	ENA2.O135.0001	Client / MO :	VNF - VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
Désignation :	MBC PORTS LORRAINS-G2 AVP-SYNDICAT MIXTE PORTS	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE POUR LA GESTION DES PORTS LORRAINS
Localité :	METZ		
Chargé d'affaire :	GOESEL Magali		

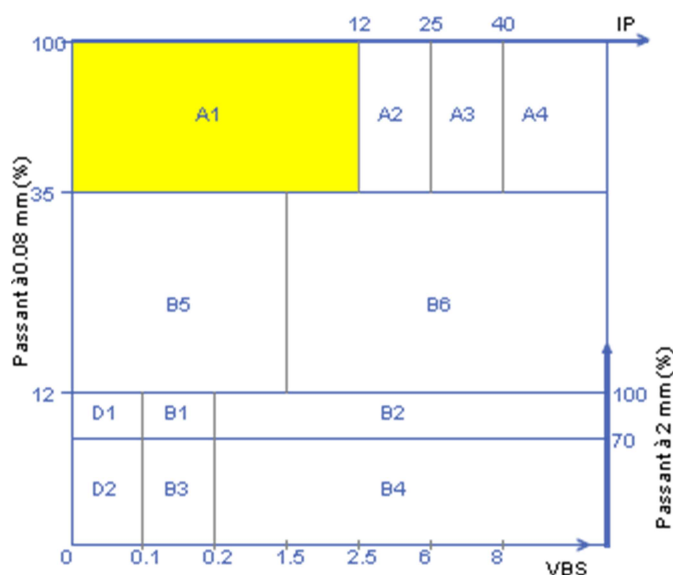
Informations sur l'échantillon N° 24ENA-1392

Mode de prélèvement :	Sondage tarière	Sondage :	T11 Metz
Prélevé par :	POLE SONDRAGE	Profondeur :	1.70/3.60 m
Date prélèvement :	18/12/24		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	20/12/24		
Description :			

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	10	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	83.9	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	47.0	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	1.81	g de bleu pour 100

CLASSIFICATION NF P 11-300: A1

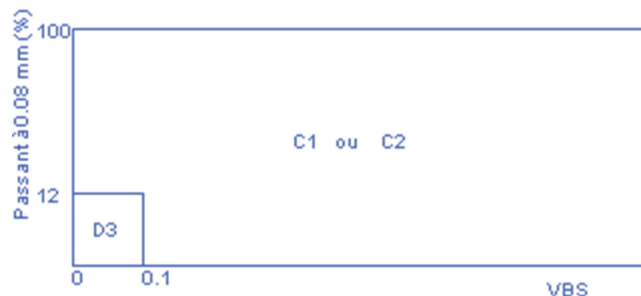


Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	14.9	%
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 (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3)	



Observations:

MARTIN COULOMBE

GINGER CEBTP

 Parc technologique St Jacques II
13 rue Albert Einstein
54320 MAXEVILLE

Informations générales

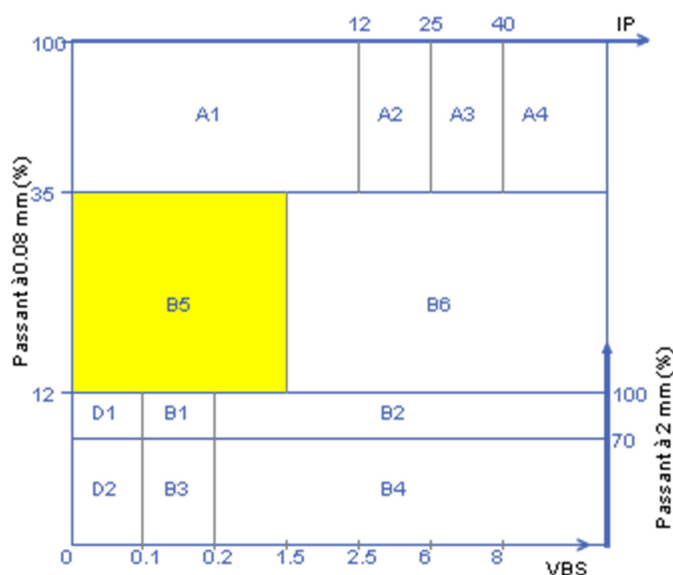
N° dossier :	ENA2.O135.0001	Client / MO :	VNF - VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
Désignation :	MBC PORTS LORRAINS-G2 AVP-SYNDICAT MIXTE PORTS	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE POUR LA GESTION DES PORTS LORRAINS
Localité :	METZ		
Chargé d'affaire :	GOESEL Magali		

Informations sur l'échantillon N° 24ENA-1394

Mode de prélèvement :	Sondage tarière	Sondage :	T12 Metz
Prélevé par :	POLE SONDRAGE	Profondeur :	0.60/2.20 m
Date prélèvement :	18/12/24		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	20/12/24		
Description :	Argile sableuse brun gris		

Paramètres de nature

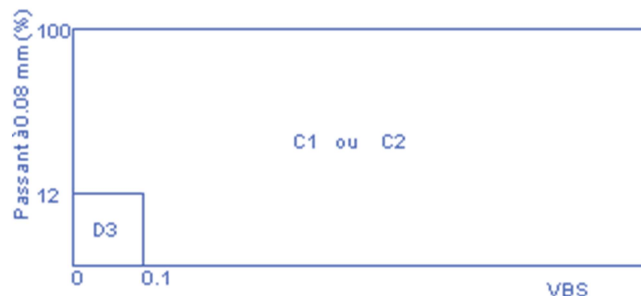
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	20	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	65.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	15.4	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.64	g de bleu pour 100

CLASSIFICATION NF P 11-300: B5

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	9.9	%
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 (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3)	


Observations:

MARTIN COULOMBE

GINGER CEBTP

 Parc technologique St Jacques II
13 rue Albert Einstein
54320 MAXEVILLE

Informations générales

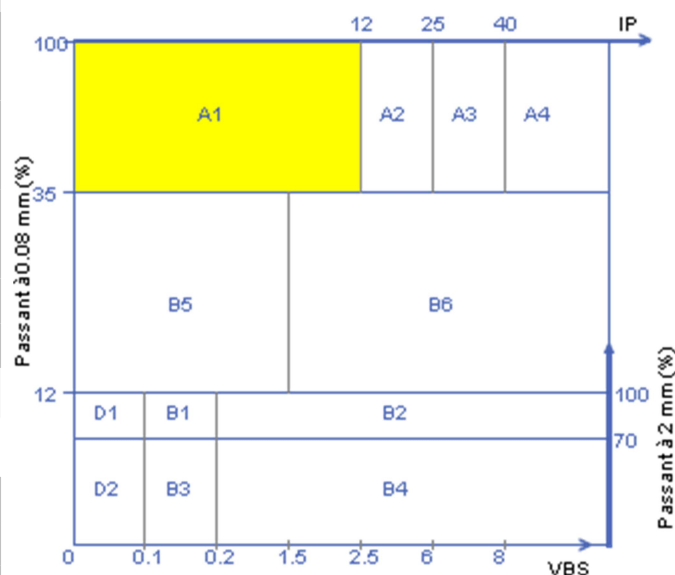
N° dossier :	ENA2.O135.0001	Client / MO :	VNF - VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
Désignation :	MBC PORTS LORRAINS-G2 AVP-SYNDICAT MIXTE PORTS	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE POUR LA GESTION DES PORTS LORRAINS
Localité :	METZ		
Chargé d'affaire :	GOESEL Magali		

Informations sur l'échantillon N° 24ENA-1393

Mode de prélèvement :	Sondage tarière	Sondage :	T11+SP12 Metz
Prélevé par :	POLE SONDRAGE	Profondeur :	0.50/1.20 m
Date prélèvement :	18/12/24		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	20/12/24		
Description :	Argile brune		

Paramètres de nature

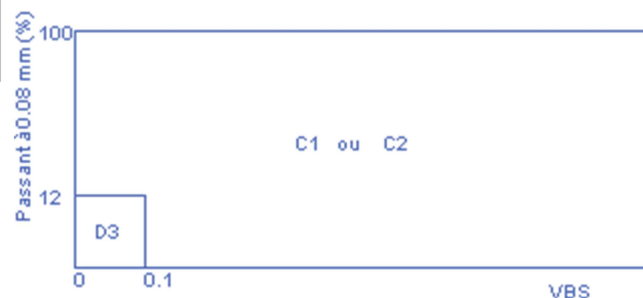
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	10	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	85.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	53.1	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	2.09	g de bleu pour 100

CLASSIFICATION NF P 11-300: A1

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	15.2	%
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 (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3)	


Observations:

MARTIN COULOMBE

GINGER CEBTP

Parc technologique St Jacques II
13 rue Albert Einstein
54320 MAXEVILLE

Informations générales

N° dossier :	ENA2.O135.0001	Client / MO :	VNF - VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
Désignation :	MBC PORTS LORRAINS-G2 AVP-SYNDICAT MIXTE PORTS	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE POUR LA GESTION DES PORTS LORRAINS
Localité :	METZ		
Chargé d'affaire :	GOESEL Magali		

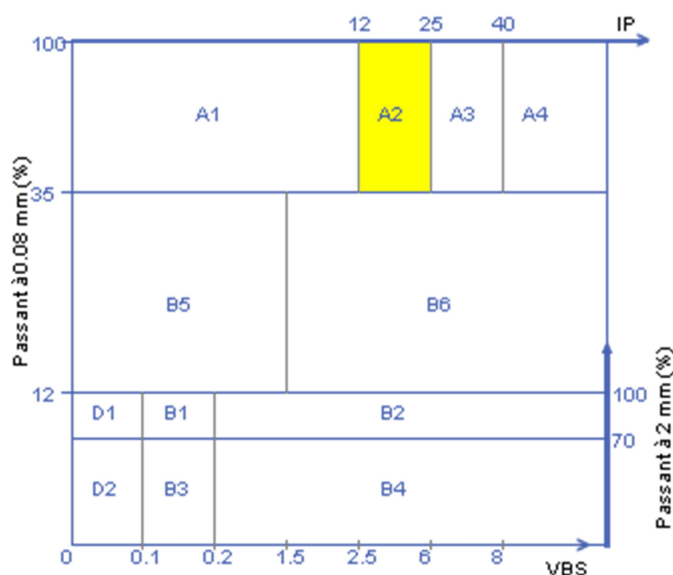
Informations sur l'échantillon N° 24ENA-1391

Mode de prélèvement :	Sondage tarière	Sondage :	SP13 Metz
Prélevé par :	POLE SONDRAGE	Profondeur :	1.60/4.50 m
Date prélèvement :	18/12/24		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	20/12/24		
Description :	Argile grise		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	5	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	96.1	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	70.9	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	2.68	g de bleu pour 100

CLASSIFICATION NF P 11-300: A2

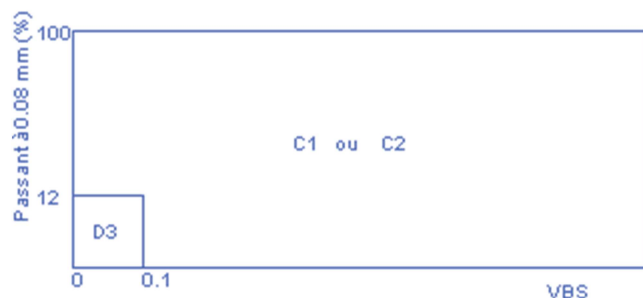


Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	19.7	%
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 (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3)	



Observations:

MARTIN COULOMBE

GINGER CEBTP
Madame Doriane FOUCHARD

Parc Technologique St Jacques II

13 rue Albert Einstein

54320 MAXEVILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E012201

Version du : 28/01/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-015058-01

Date de réception technique : 24/01/2025

Première date de réception physique : 24/01/2025

Référence Dossier : N° Projet : ENA2O135-1

Nom Projet : Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0029-S/ENA2O135-1

Référence Commande : ENA2.P.0029-S/ENA2O135-1

Coordinateur de Projets Clients : Marie Diebolt / MarieDiebolt@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	Thionville-PM1
002	Sol	(SOL)	Metz-PM11
003	Sol	(SOL)	Metz-PM12
004	Sol	(SOL)	Metz-TA11
005	Sol	(SOL)	Metz-SP13

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E012201

Version du : 28/01/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-015058-01

Date de réception technique : 24/01/2025

Première date de réception physique : 24/01/2025

Référence Dossier : N° Projet : ENA2O135-1

Nom Projet : Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0029-S/ENA2O135-1

Référence Commande : ENA2.P.0029-S/ENA2O135-1

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001	002	003	004	005
Thionville-P M1	Metz-PM11	Metz-PM12	Metz-TA11	Metz-SP13
SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
21/01/2025	21/01/2025	21/01/2025	21/01/2025	21/01/2025
25/01/2025	25/01/2025	25/01/2025	25/01/2025	25/01/2025
6.9°C	6.9°C	6.9°C	6.9°C	6.9°C

Préparation Physico-Chimique

LS896 : Matière sèche	% P.B.	*	82.9	*	89.5	*	90.9	*	86.8	*	86.8
-----------------------	--------	---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

Mesures physiques

LS901 : Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	% MS	2.9	2.2	4.1	2.8	2.7
--	------	-----	-----	-----	-----	-----



Marion Medina
Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E012201

Version du : 28/01/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-015058-01

Date de réception technique : 24/01/2025

Première date de réception physique : 24/01/2025

Référence Dossier : N° Projet : ENA2O135-1

Nom Projet : Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0029-S/ENA2O135-1

Référence Commande : ENA2.P.0029-S/ENA2O135-1

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Annexe technique

Dossier N° :25E012201

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-015058-01

Emetteur : Responsable du laboratoire

Commande EOL : 006-10514-1252057

Nom projet : N° Projet : ENA2O135-1

Référence commande : ENA2.P.0029-S/ENA2O135-1

Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0029-S/ENA2O135-1

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS896	Matière sèche	Gravimétrie - NF ISO 11465	0.1	5%	% P.B.	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS901	Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	Combustion - adaptée de XP P 94-047	0.1		% MS	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 25E012201

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-015058-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1252057

Nom projet : N° Projet : ENA2O135-1

Référence commande : ENA2.P.0029-S/ENA2O135-1

Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0029-S/ENA2O135-1

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	Thionville-PM1	21/01/2025 12:38:00	24/01/2025	24/01/2025		
002	Metz-PM11	21/01/2025 12:39:00	24/01/2025	24/01/2025		
003	Metz-PM12	21/01/2025 12:39:00	24/01/2025	24/01/2025		
004	Metz-TA11	21/01/2025 12:40:00	24/01/2025	24/01/2025		
005	Metz-SP13	21/01/2025 12:40:00	24/01/2025	24/01/2025		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

GINGER CEBTP
Madame Doriane FOUCHARD

Parc Technologique St Jacques II

13 rue Albert Einstein

54320 MAXEVILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E040505

Version du : 07/03/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-044305-01

Date de réception technique : 06/03/2025

Première date de réception physique : 06/03/2025

Référence Dossier : N° Projet : ENA2O135-1

Nom Projet : Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

Référence Commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

Coordinateur de Projets Clients : Marie Diebolt / MarieDiebolt@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	1
002	Sol	(SOL)	2
003	Sol	(SOL)	3
004	Sol	(SOL)	4
005	Sol	(SOL)	5
006	Sol	(SOL)	6
007	Sol	(SOL)	7
008	Sol	(SOL)	8

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E040505

Version du : 07/03/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-044305-01

Date de réception technique : 06/03/2025

Première date de réception physique : 06/03/2025

Référence Dossier : N° Projet : ENA2O135-1

Nom Projet : Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

Référence Commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	1	2	3	4	5	6
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	21/02/2025	21/02/2025	21/02/2025	21/02/2025	21/02/2025	21/02/2025
Date de début d'analyse :	06/03/2025	06/03/2025	06/03/2025	06/03/2025	06/03/2025	06/03/2025
Température de l'air de l'enceinte :	8.2°C	8.2°C	8.2°C	8.2°C	8.2°C	8.2°C

Préparation Physico-Chimique

LS896 : Matière sèche	% P.B.	*	89.4	*	86.3	*	91.5	*	88.8	*	82.1	*	98.3
Mesures physiques													
LS901 : Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	% MS		2.0		1.9		3.9		1.6		1.5		0.7

Mesures physiques

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E040505

Version du : 07/03/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-044305-01

Date de réception technique : 06/03/2025

Première date de réception physique : 06/03/2025

Référence Dossier : N° Projet : ENA2O135-1

Nom Projet : Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

Référence Commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

N° Echantillon

007
008

Référence client :

7
8

Matrice :

SOL
SOL

Date de prélèvement :

21/02/2025

21/02/2025

Date de début d'analyse :

06/03/2025

06/03/2025

Température de l'air de l'enceinte :

8.2°C

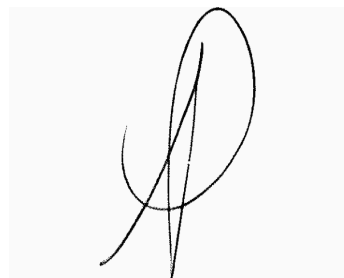
8.2°C

Préparation Physico-Chimique

LS896 : Matière sèche	% P.B.	*	91.5	*	81.8

Mesures physiques

LS901 : Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	% MS	6.1	12.3


Jean-Paul Klaser

Chef d'Equip. Coord. Proj Clts

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande.

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 25E040505

Version du : 07/03/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-044305-01

Date de réception technique : 06/03/2025

Première date de réception physique : 06/03/2025

Référence Dossier : N° Projet : ENA2O135-1

Nom Projet : Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

Référence Commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Annexe technique

Dossier N° :25E040505

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-044305-01

Emetteur : Responsable du laboratoire

Commande EOL : 006-10514-1266600

Nom projet : N° Projet : ENA2O135-1

Référence commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS896	Matière sèche	Gravimétrie - NF ISO 11465	0.1	5%	% P.B.	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS901	Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)	Combustion - adaptée de XP P 94-047	0.1		% MS	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 25E040505

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-044305-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1266600

Nom projet : N° Projet : ENA2O135-1

Référence commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

Ports Lorrains

Nom Commande : ENA2.P.0077-S/ENA2O135-01

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	1	21/02/2025 09:23:00	06/03/2025	06/03/2025		
002	2	21/02/2025 09:23:00	06/03/2025	06/03/2025		
003	3	21/02/2025 09:23:00	06/03/2025	06/03/2025		
004	4	21/02/2025 09:23:00	06/03/2025	06/03/2025		
005	5	21/02/2025 09:23:00	06/03/2025	06/03/2025		
006	6	21/02/2025 09:23:00	06/03/2025	06/03/2025		
007	7	21/02/2025 09:23:00	06/03/2025	06/03/2025		
008	8	21/02/2025 09:23:00	06/03/2025	06/03/2025		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

GINGER CEBTP

 Parc technologique St Jacques II
13 rue Albert Einstein
54320 MAXEVILLE

Informations générales

N° dossier :	ENA2.0135.0001	Client /MO :	VNF - VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
Désignation :	MBC PORTS LORRAINS-G2 AVP-SYNDICAT MIXTE PORTS		
Localité :	METZ	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE POUR LA GESTION DES PORTS LORRAINS
Chargé d'affaire :	GOESEL Magali		

Informations sur l'échantillon N° 25ENA-0081

Mode de prélèvement :	Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage :	PM11 Metz
Prélevé par :	POLE SONDAGE	Profondeur :	0.05/1.10 m
Date prélèvement :	18/12/24		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	20/12/24		
Description :	Sable gravelo-argileux brun		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Température :	105°C	Technicien :	Christopher WACALIE
Type de moule :	Moule CBR	Date essai :	13/03/25		
Dame - Energie de compactage :	A - Normale	Essai sur matériau :	Non traité		
Fraction testée :	0/D mm	Liant(s) et dosage(s) :			
		Préparation du matériau :	Manuelle		
Masse volumique des particules solides de sol (Mg/m3) :	2.65 (estimée)				

Résultats sur les 5 moulages

	Wnat					
Points expérimentaux	1	2	3	4	5	
Teneur en eau initiale (%)	4.7	7.1	9.7	10.8	13.3	
Teneur en eau traitée (%)						
ρd (Mg/m3)	1.91	1.93	2.01	1.97	1.89	

Points expérimentaux	1	2	3	4	5	
Teneur en eau initiale (%)						
Teneur en eau traitée (%)						
ρd (Mg/m3)						

Résultats des poinçonnements associés suivant NF P94-078

Indice Portance Immédiat IPI	51	43	14	4	2	
Indice CBR immédiat						
Indice CBR immersion						
Gonflement linéaire relatif (%)						
Teneur en eau après immersion (%)						

Résultats

		Référence 0/D mm (2)		Etat hydrique
Teneur en eau optimale (%)		Teneur en eau optimale corrigée (%)		Wnat / W OPN =
ρd optimale (Mg/m3)		ρd corrigée (Mg/m3)		

(2) Correction pour les matériaux comportant moins de 30% d'éléments de dimension supérieure à 20 mm

Observations :

 RESPONSABLE DES ESSAIS
AURELIEN GILLON

GINGER CEBTP

Parc technologique St Jacques II
13 rue Albert Einstein
54320 MAXEVILLE

Informations générales

N° dossier : **ENA2.0135.0001**

Client /MO : **VNF - VOIES NAVIGABLES DE FRANCE**

Désignation : **MBC PORTS LORRAINS-G2 AVP-SYNDICAT MIXTE PORTS**

Localité : **METZ**

Demandeur / MOE : **SYNDICAT MIXTE POUR LA GESTION DES PORTS LORRAINS**

Chargé d'affaire : **GOESEL Magali**

Informations sur l'échantillon N° 25ENA-0081

Sondage : **PM11 Metz**

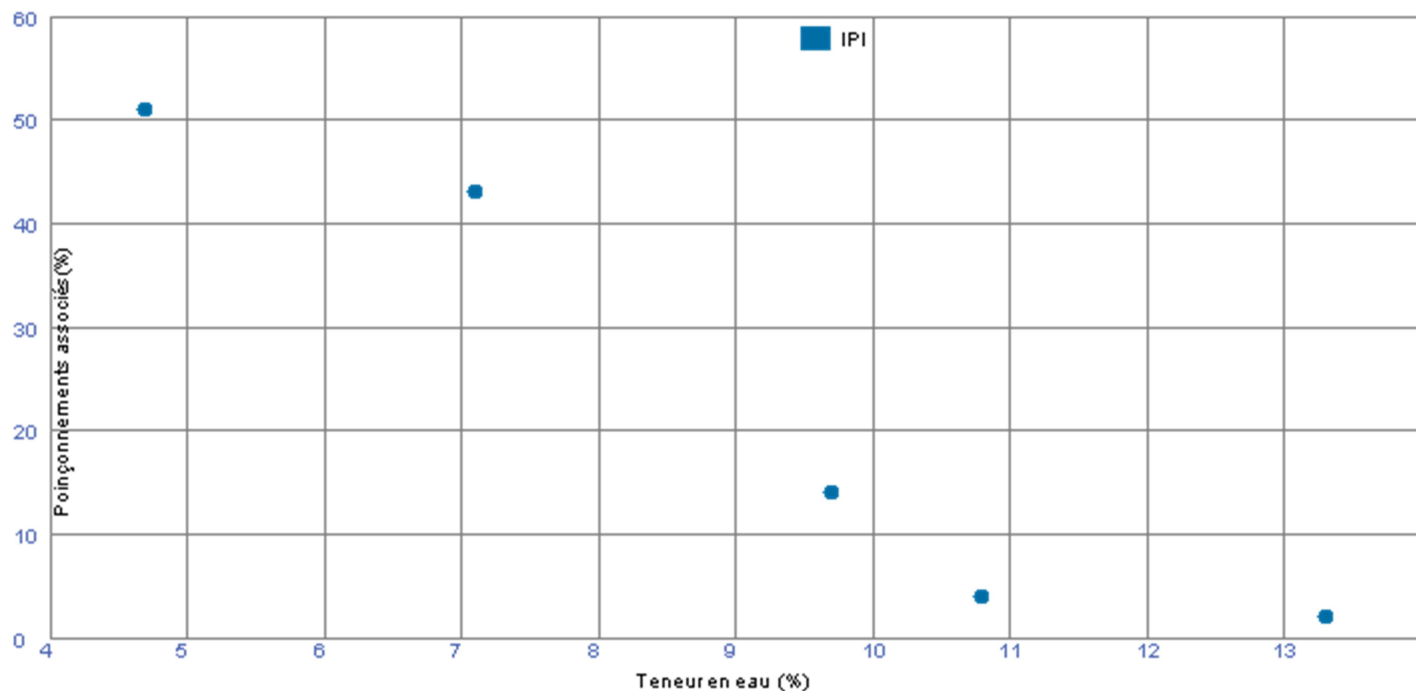
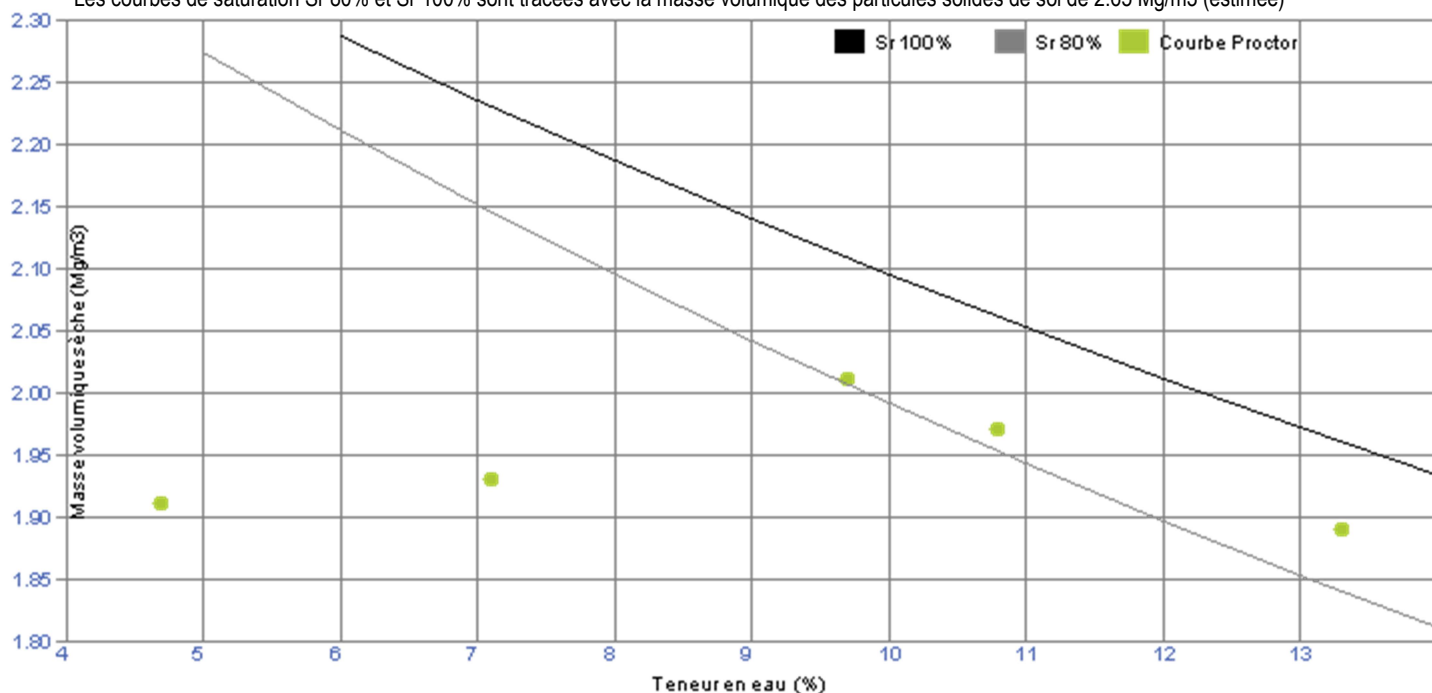
Profondeur : **0.05/1.10 m**

Essai sur matériau : **Non traité**

Description : **Sable gravo-argileux brun**

Liant(s) et dosage(s) :

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)



GINGER CEBTP

 Parc technologique St Jacques II
13 rue Albert Einstein
54320 MAXEVILLE

Informations générales

N° dossier :	ENA2.O135.0001	Client /MO :	VNF - VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
Désignation :	MBC PORTS LORRAINS-G2 AVP-SYNDICAT MIXTE PORTS		
Localité :	METZ	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE POUR LA GESTION DES PORTS LORRAINS
Chargé d'affaire :	GOESEL Magali		

Informations sur l'échantillon N° 24ENA-1383

Mode de prélèvement :	Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage :	PM12 Metz
Prélevé par :	POLE SONDAGE	Profondeur :	0.70/1.20 m
Date prélèvement :	18/12/24		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	20/12/24		
Description :	Sable gravelo-argileux brun foncé	Wnat (%) (0/20 mm) :	15.0

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Température :	105°C	Technicien :	Christopher WACALIE
Type de moule :	Moule CBR	Date essai :	13/03/25		
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 :	10.6	Préparation du matériau :	Manuelle		
Masse volumique des particules solides de sol (Mg/m3) :	2.65 (estimée)				

Résultats sur les 5 moulages

	Wnat						
Points expérimentaux	1	2	3	4	5		
Teneur en eau initiale (%)	9.1	10.9	12.5	15.0	16.3		
Teneur en eau traitée (%)							
ρd (Mg/m3)	1.89	1.90	1.95	1.87	1.80		

Points expérimentaux	1	2	3	4	5		
Teneur en eau initiale (%)							
Teneur en eau traitée (%)							
ρd (Mg/m3)							

Résultats des poinçonnements associés suivant NF P94-078

Indice Portance Immédiat IPI	43	22	13	6	3		
Indice CBR immédiat							
Indice CBR immersion							
Gonflement linéaire relatif (%)							
Teneur en eau après immersion (%)							

Résultats

Référence 0/20 mm

Référence 0/D mm (2)

Etat hydrique

Teneur en eau optimale (%)		Teneur en eau optimale corrigée (%)		Wnat / W OPN =
ρd optimale (Mg/m3)		ρd corrigée (Mg/m3)		

(2) Correction pour les matériaux comportant moins de 30% d'éléments de dimension supérieure à 20 mm

Observations :

 RESPONSABLE DES ESSAIS
AURELIEN GILLON

GINGER CEBTP

Parc technologique St Jacques II
13 rue Albert Einstein
54320 MAXEVILLE

Informations générales

N° dossier : **ENA2.O135.0001**

Client /MO : **VNF - VOIES NAVIGABLES DE FRANCE**

Désignation : **MBC PORTS LORRAINS-G2 AVP-SYNDICAT MIXTE PORTS**

Localité : **METZ**

Demandeur / MOE : **SYNDICAT MIXTE POUR LA GESTION DES PORTS LORRAINS**

Chargé d'affaire : **GOESEL Magali**

Informations sur l'échantillon N° 24ENA-1383

Sondage : **PM12 Metz**

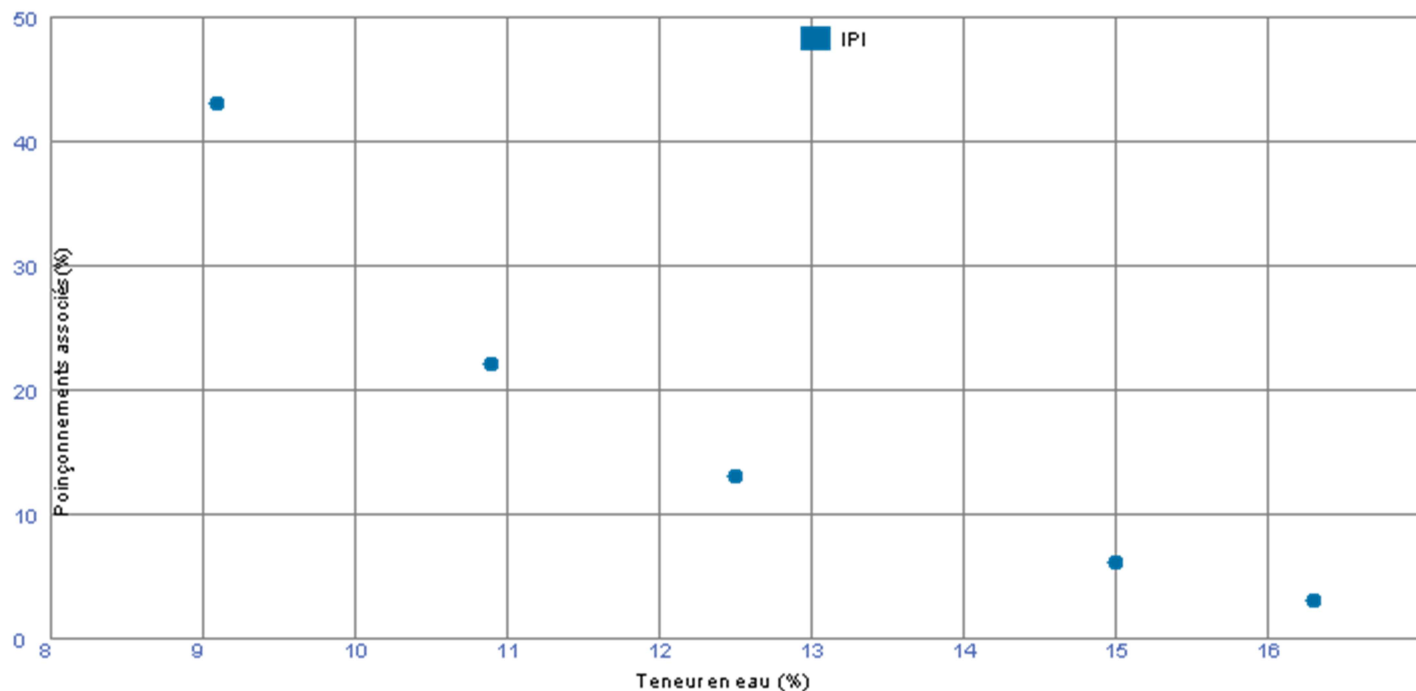
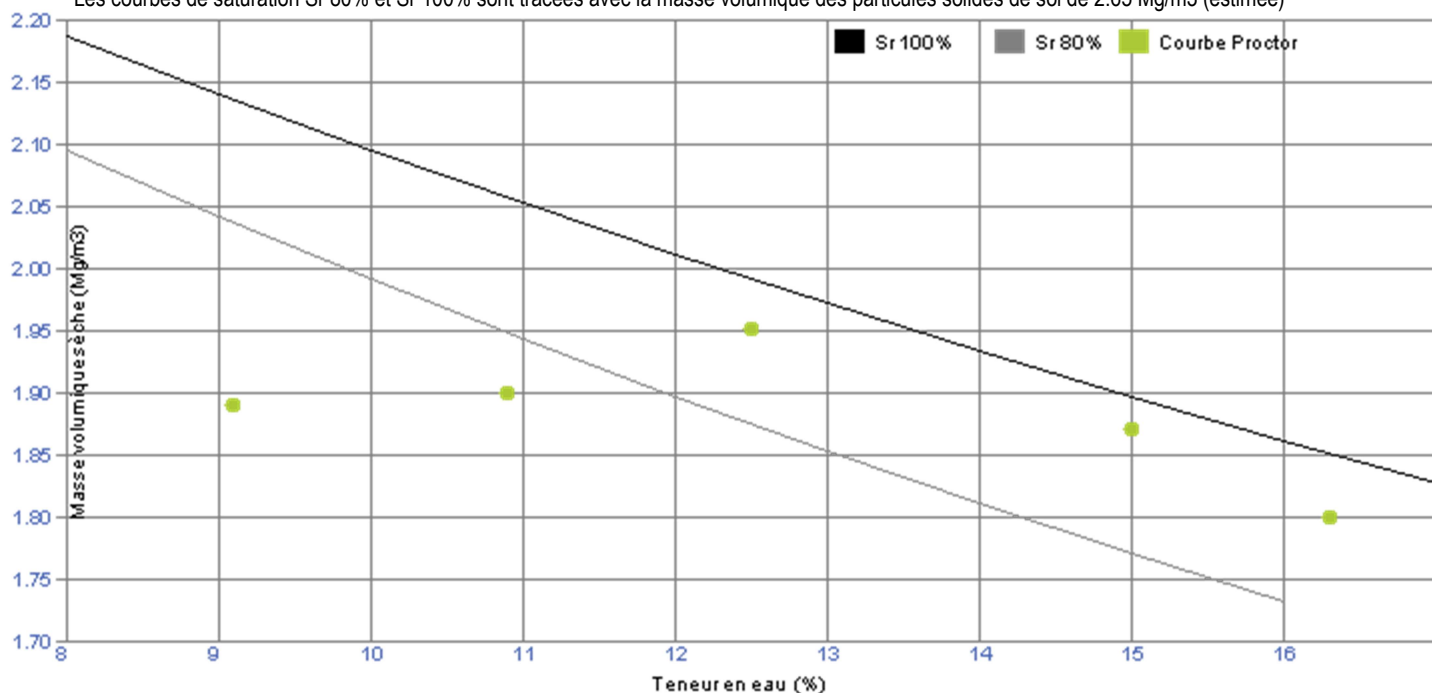
Profondeur : **0.70/1.20 m**

Essai sur matériau : **Non traité**

Description : **Sable gravo-argileux brun foncé**

Liant(s) et dosage(s) :

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

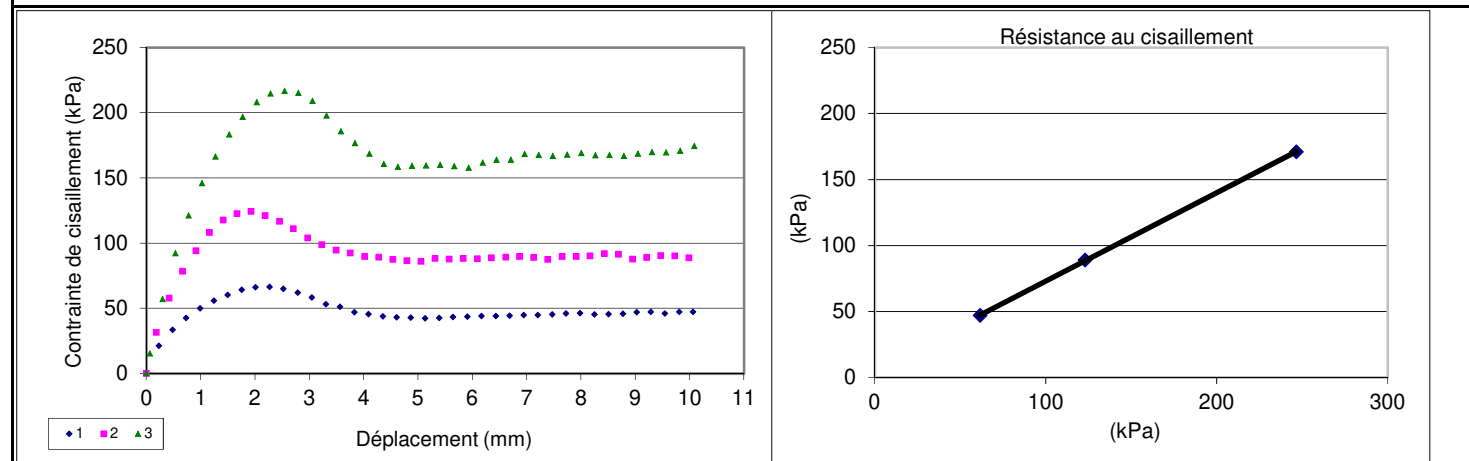


009_IPL_PROCTOR-2.29.02.00-03

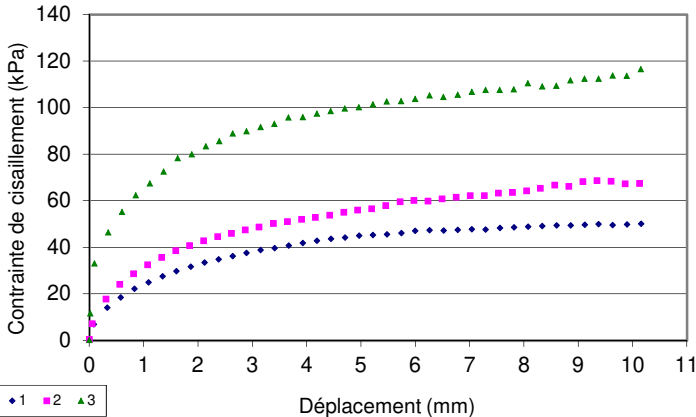
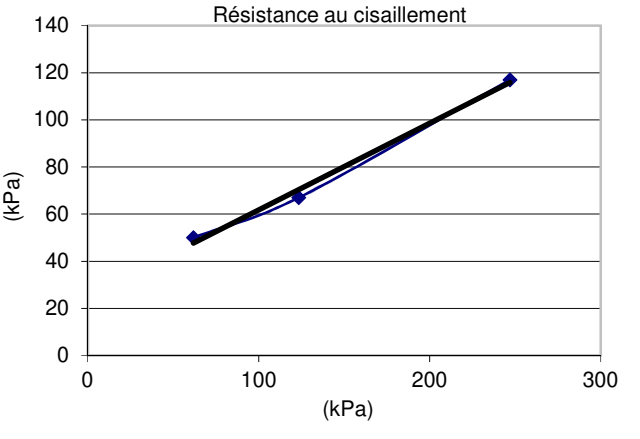
	SERVICE GEOTECHNIQUE	GINGER CEBTP REIMS
	RAPPORT D'ESSAIS CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT Contraintes totales (rapide CU consolidé non drainé Cu0 et λ_{cu})	
		REIMS-E61

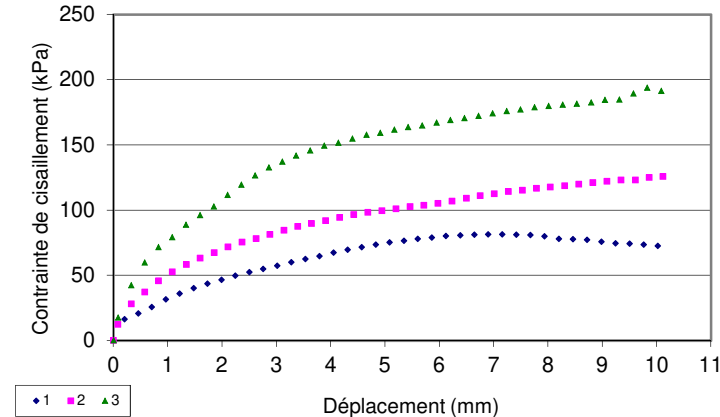
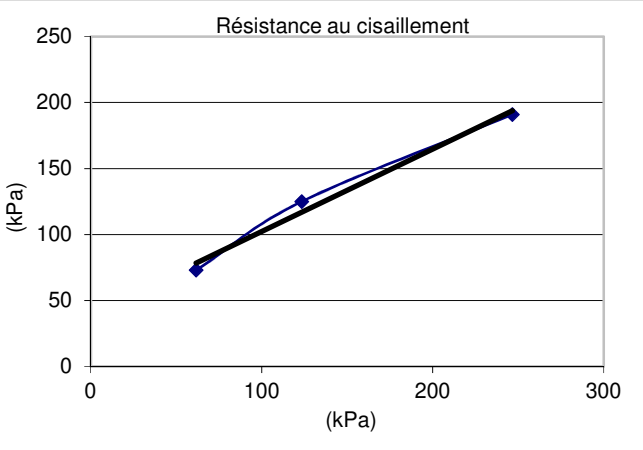
Client :	CEBTP NANCY		
Chantier :	PORTS LORRAINS - METZ		
Date d'essai :	26/02/2025	Caractéristiques de l'éprouvette Hauteur =30.6mm Diamètre=67.7mm	N° Dossier client: ENA2.O.135-4
Echantillon :	Remanié		N° Dossier interne: NRE5.P.003-1
N° sondage :	SC1	Vitesse de cisaillement : 1.5 mm/min	Enregist. Laboratoire : 25NRE-0004
Profondeur :	0.85 à 1.25m		
Date de réception :	30/01/2025		
Description:	Sable à gravier marron 0/5mm		ρ_s mesuré = / kg/m3 estimé = 2750 kg/m3

Identification des éprouvettes de sol													
N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisaillement	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ρ (kg/m3)	pd (kg/m3)	w (%)	e	SR	ρ (kg/m3)	T100 (mn)	w (%)		$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,f}$ (kPa)	$\delta l_{f,f}$ (mm)
1	1921	1712	12.2%	0.61	0.55	1712	2	11.9%	62			47	10.1
2	1899	1692	12.2%	0.62	0.54	1692	2	11.8%	123			89	10.0
3	1868	1665	12.2%	0.65	0.51	1665	2	12.2%	247			171	10.1



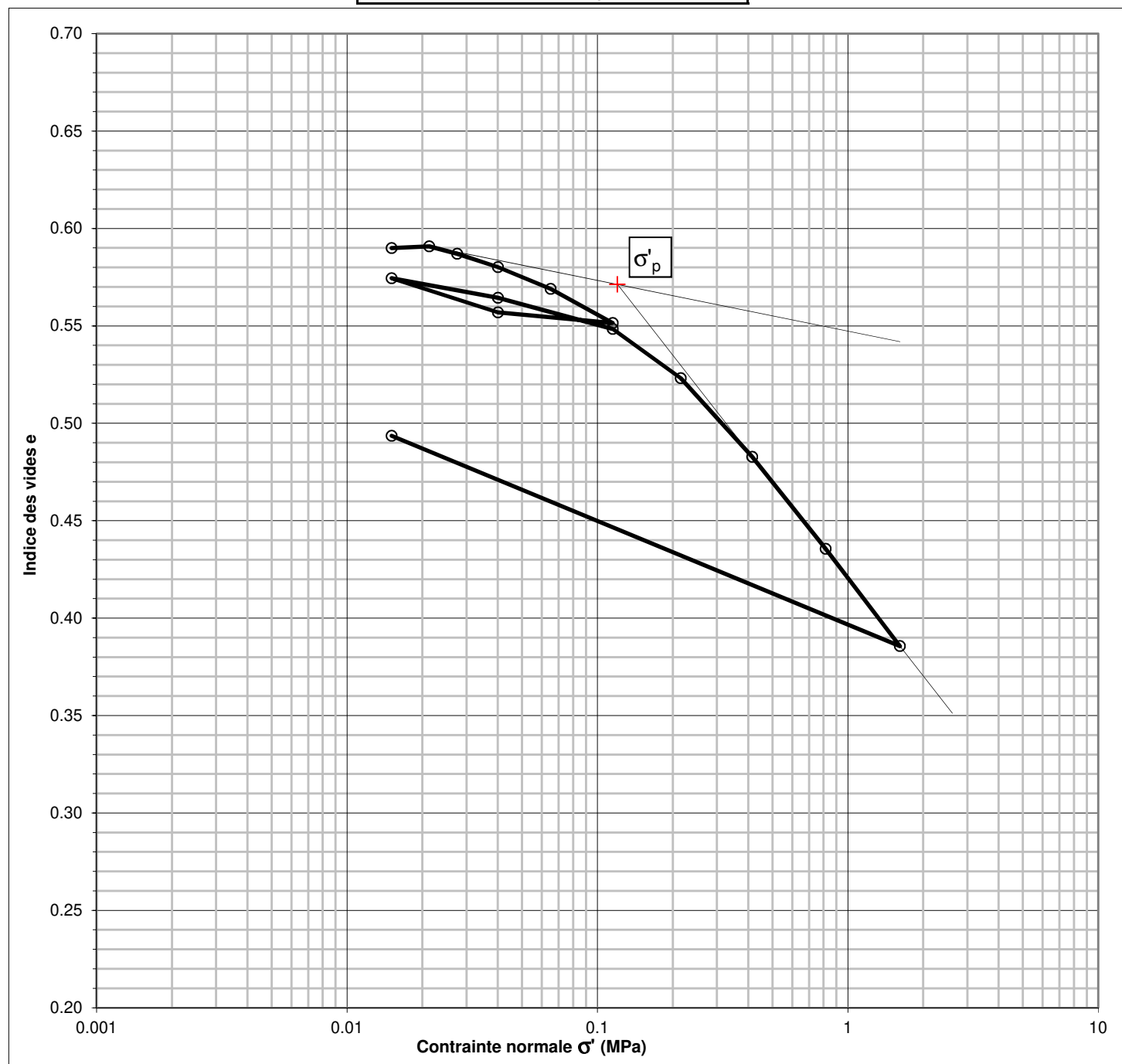
	Résultats	Cu0 (kPa)		Φ_{cu} (°)	
		Cu0 p	Cu0 f	Φ_{cu} p	Φ_{cu} f
			6		34
Observations :		Responsable: G.GRISOT Signature: 			

	SERVICE GEOTECHNIQUE		GINGER CEBTP REIMS										
	RAPPORT D'ESSAIS CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT Contraintes totales (rapide CU consolidé non drainé Cu0 et λ_{cu})			REIMS-E61									
Client : CEBTP NANCY													
Chantier : PORTS LORRAINS - METZ													
Date d'essai : 27/02/2025	Caractéristiques de l'éprouvette			N° Dossier client: ENA2.O.135-4									
Echantillon : Intact	Hauteur =30.6mm Diamètre=67.7mm			N° Dossier interne: NRE5.P.003-1									
N° sondage : SC1													
Profondeur : 1.25 à 1.55m	Vitesse de cisaillement : 1.5 mm/min			Enregist. Laboratoire : 25NRE-0004									
Date de réception : 30/01/2025													
Description: Argile grise à petits galets				ρ_s mesuré = / kg/m3 estimé = 2750 kg/m3									
Identification des éprouvettes de sol													
N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisaillement	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ρ (kg/m3)	p_d (kg/m3)	w (%)	e	SR	ρ (kg/m3)	T100 (mn)	w (%)		$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,f}$ (kPa)	$\delta l_{f,f}$ (mm)
1	1985	1676	18.4%	0.64	0.79	1676	5	19.2%	62			50	10.2
2	2003	1691	18.4%	0.63	0.81	1691	5	18.0%	123			67	10.1
3	2061	1740	18.4%	0.58	0.87	1740	5	17.0%	247			117	10.1
													
					Résultats		Cu0 (kPa)		Φ_{cu} (°)				
							Cu0 p	Cu0 f	Φ_{cu} p	Φ_{cu} f			
								25		20			
Observations :					Responsable: G.GRISOT Signature: 								

	SERVICE GEOTECHNIQUE		GINGER CEBTP REIMS										
	RAPPORT D'ESSAIS CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT Contraintes totales (rapide CU consolidé non drainé Cu0 et λ_{cu})			REIMS-E61									
Client : CEBTP NANCY													
Chantier : PORTS LORRAINS - METZ													
Date d'essai : 28/02/2025	Caractéristiques de l'éprouvette			N° Dossier client: ENA2.O.135-4									
Echantillon : Intact	Hauteur =30.6mm Diamètre=67.7mm			N° Dossier interne: NRE5.P.003-1									
N° sondage : SC1				Enregist. Laboratoire : 25NRE-0004									
Profondeur : 1.75 à 2.00m	Vitesse de cisaillement : 1.5 mm/min												
Date de réception : 30/01/2025													
Description: Argile grise à petits galets		ρ_s mesuré = / kg/m3 estimé = 2750 kg/m3											
Identification des éprouvettes de sol													
N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisaillement	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ρ (kg/m3)	p_d (kg/m3)	w (%)	e	SR	ρ (kg/m3)	T100 (mn)	w (%)		$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,f}$ (kPa)	$\delta l_{f,f}$ (mm)
1	1780	1540	15.6%	0.79	0.55	1540	5	15.1%	62			73	10.0
2	1702	1468	16.0%	0.87	0.50	1468	5	15.4%	123			125	10.1
3	1854	1602	15.7%	0.72	0.60	1602	5	1141.2%	247			191	10.1
 													
						Résultats		Cu0 (kPa)		Φ_{cu} (°)			
								Cu0 p	Cu0 f	Φ_{cu} p	Φ_{cu} f		
									40		32		
Observations :						Responsable: G.GRISOT Signature: 							

GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC11
Chantier :	METZ MBC PORTS LORRAINS	Echantillon :	25M0377
Date :	février-25	Profondeur :	3.70-4.00 m
Nature :	ARGILE gris foncé taché noir, assez mou		

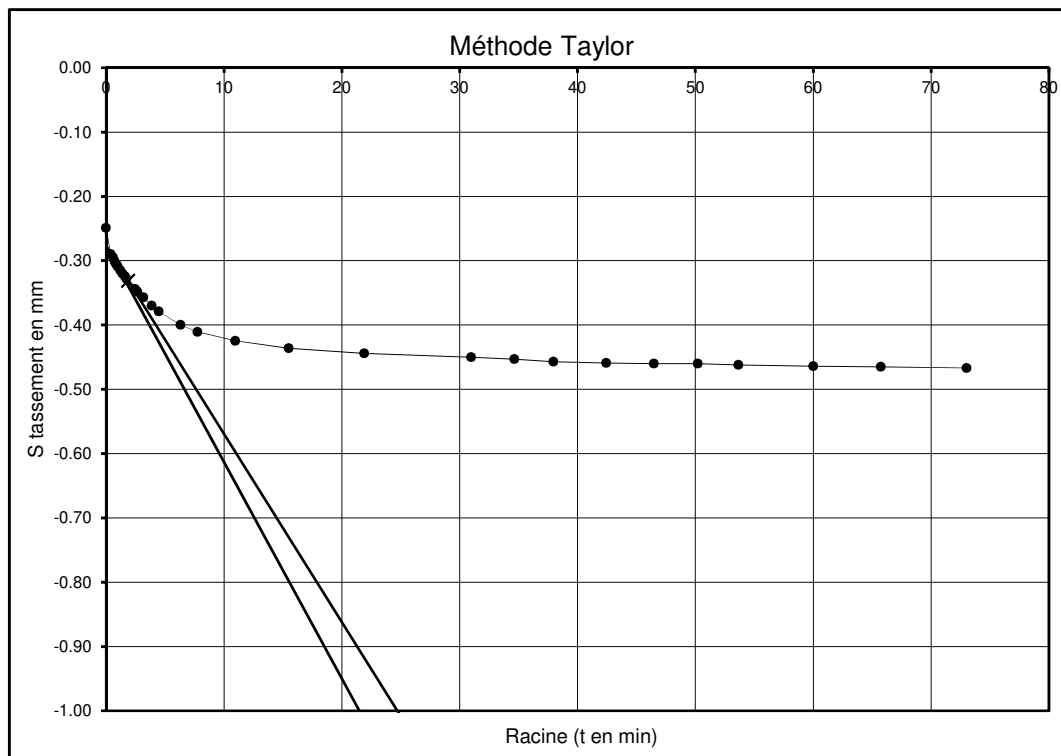
Court Terme : ☒ Long Terme : ☐


Teneur en eau w_i (%) :	20.4	Contrainte de préconsolidation σ'_p (Mpa) :	0.120
Indice des vides e_i :	0.590	Indice de compression C_c :	0.165
Contrainte effective verticale σ'_{v0} (Mpa) :	0.076	Indice de décompression C_s :	0.026
Indice des vides e_0 (à σ'_{v0}) :	0.577	Coefficient de gonflement C_g :	0.053
Contrainte de gonflement σ'_g (Mpa) :	0.021	Nombre de C_v de l'essai :	3

Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC11
Chantier :	METZ	Echantillon :	25M0377
	MBC PORTS LORRAINS	Profondeur :	3.70-4.00 m
Date :	février-25		
Nature :	ARGILE gris foncé taché noir, assez mou		



Bati n°:	8
----------	---

Contraintes (Mpa) :	
0.065	0.115

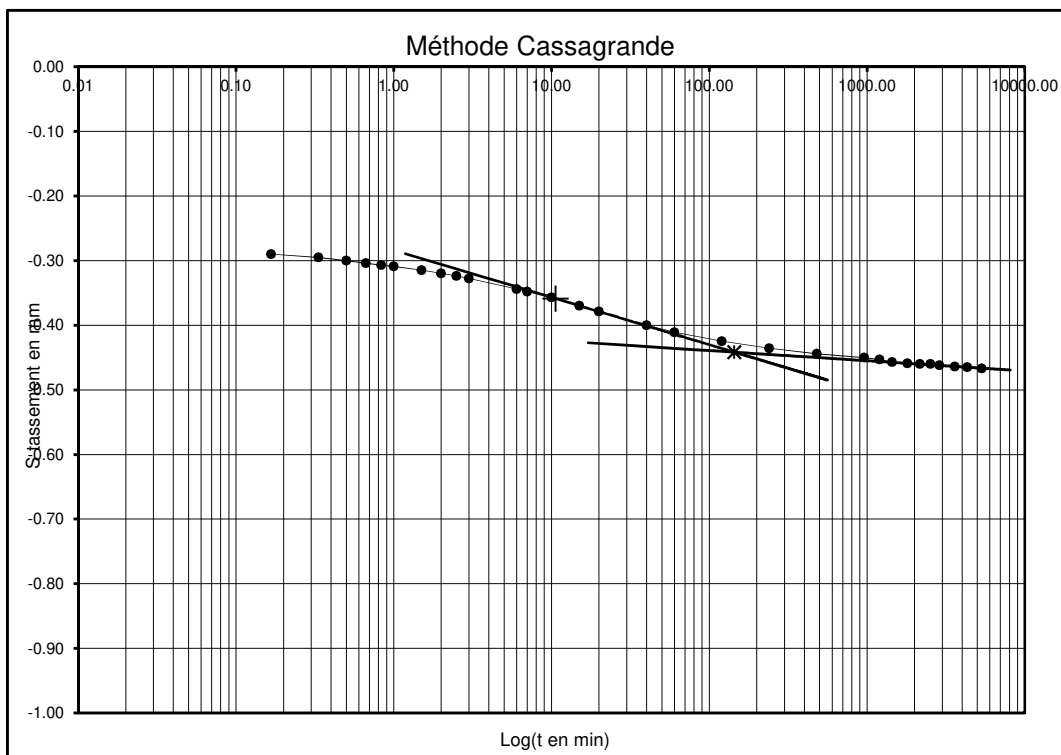
H _i =	18.890	mm
H ₀ =	18.641	mm

H _c =	18.614	mm
------------------	--------	----

t ₉₀ =	210	s
t ₉₀ =	3.5	min

H ₉₀ =	18.559	mm
-------------------	--------	----

C _v =	3.73E-07	m ² /s
------------------	----------	-------------------



t ₁₀₀ =	8652	s
t ₁₀₀ =	144.2	min

H ₁₀₀ =	18.448	mm
--------------------	--------	----

t ₅₀ =	638	s
t ₅₀ =	10.6	min

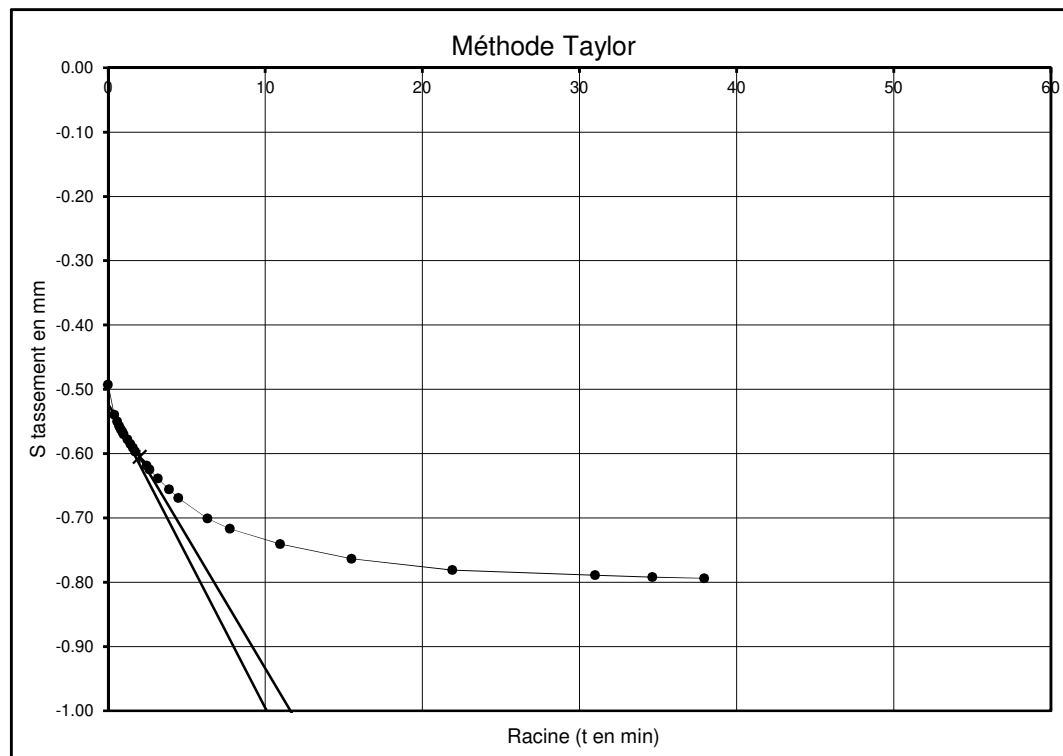
H ₅₀ =	18.568	mm
-------------------	--------	----

C _v =	2.86E-08	m ² /s
------------------	----------	-------------------

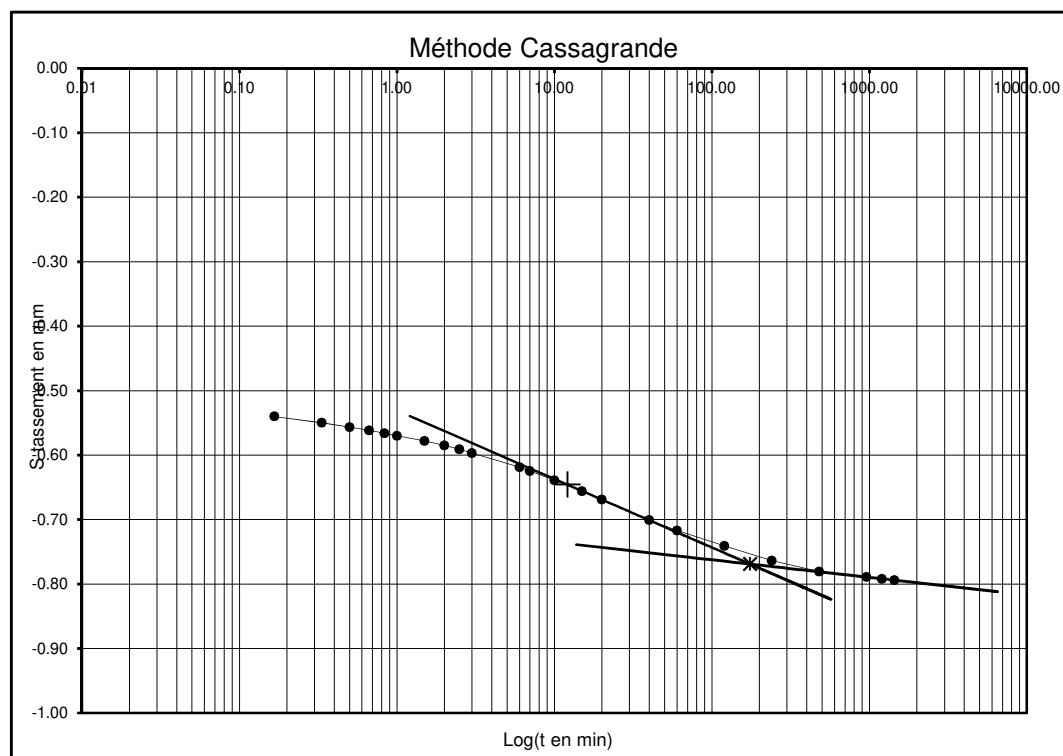
Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC11
Chantier :	METZ	Echantillon :	25M0377
	MBC PORTS LORRAINS	Profondeur :	3.70-4.00 m
Date :	février-25		
Nature :	ARGILE gris foncé taché noir, assez mou		



Bati n°:		8	
Contraintes (Mpa) :			
0.115		0.215	
H _i =		18.890	mm
H ₀ =		18.397	mm
H _c =		18.367	mm
t ₉₀ =		240	s
t ₉₀ =		4.0	min
H ₉₀ =		18.285	mm
C _v =		3.36E-07	m ² /s

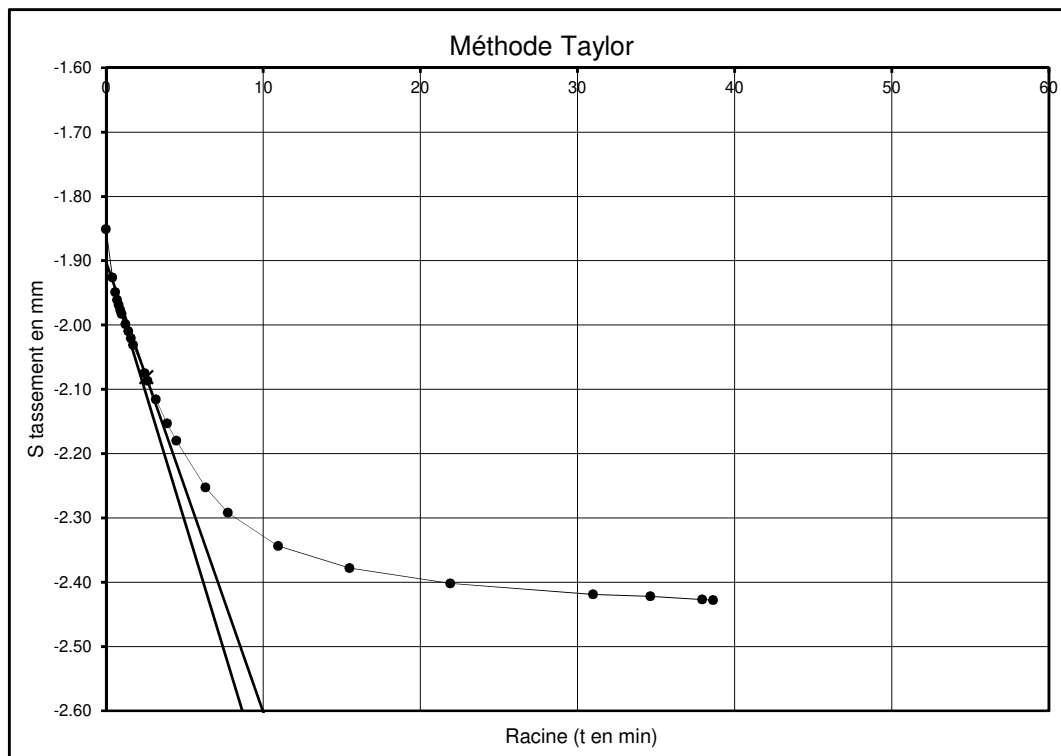


t ₁₀₀ =	10477	s
t ₁₀₀ =	174.6	min
H ₁₀₀ =	18.121	mm
t ₅₀ =	727	s
t ₅₀ =	12.1	min
H ₅₀ =	18.287	mm
C _v =	2.59E-08	m ² /s

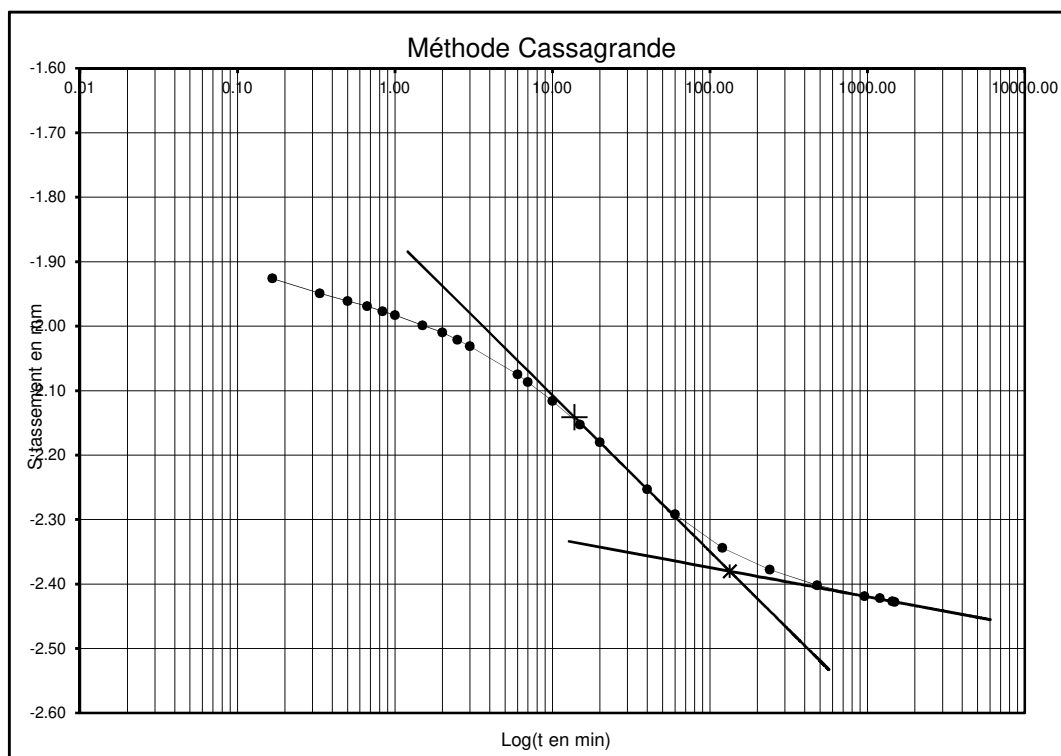
Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

GINGER CEBTP, 12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC11
Chantier :	METZ	Echantillon :	25M0377
	MBC PORTS LORRAINS	Profondeur :	3.70-4.00 m
Date :	février-25		
Nature :	ARGILE gris foncé taché noir, assez mou		



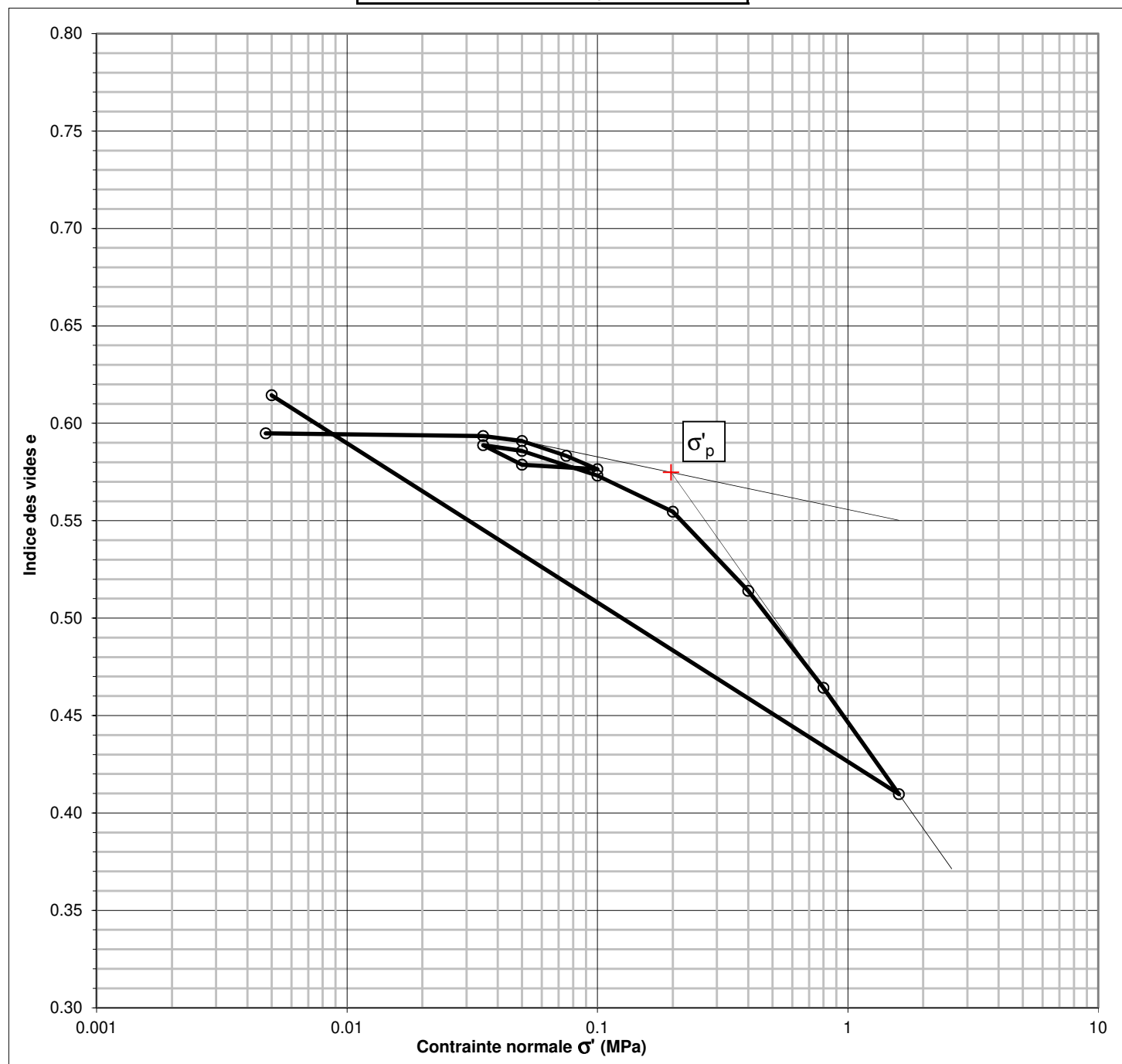
Bati n°:		8	
Contraintes (Mpa) :			
0.815		1.615	
H _i =		18.890	mm
H ₀ =		17.039	mm
H _c =		16.987	mm
t ₉₀ =		390	s
t ₉₀ =		6.5	min
H ₉₀ =		16.809	mm
C _v =		2.39E-07	m ² /s



t ₁₀₀ =	8024	s
t ₁₀₀ =	133.7	min
H ₁₀₀ =	16.510	mm
t ₅₀ =	831	s
t ₅₀ =	13.9	min
H ₅₀ =	16.823	mm
C _v =	2.62E-08	m ² /s

Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC12
Chantier :	METZ MBC PORTS LORRAINS	Echantillon :	25M0378
Date :	février-25	Profondeur :	1.20-1.25 m
Nature :	ARGILE marneuse gris foncé, assez ferme		

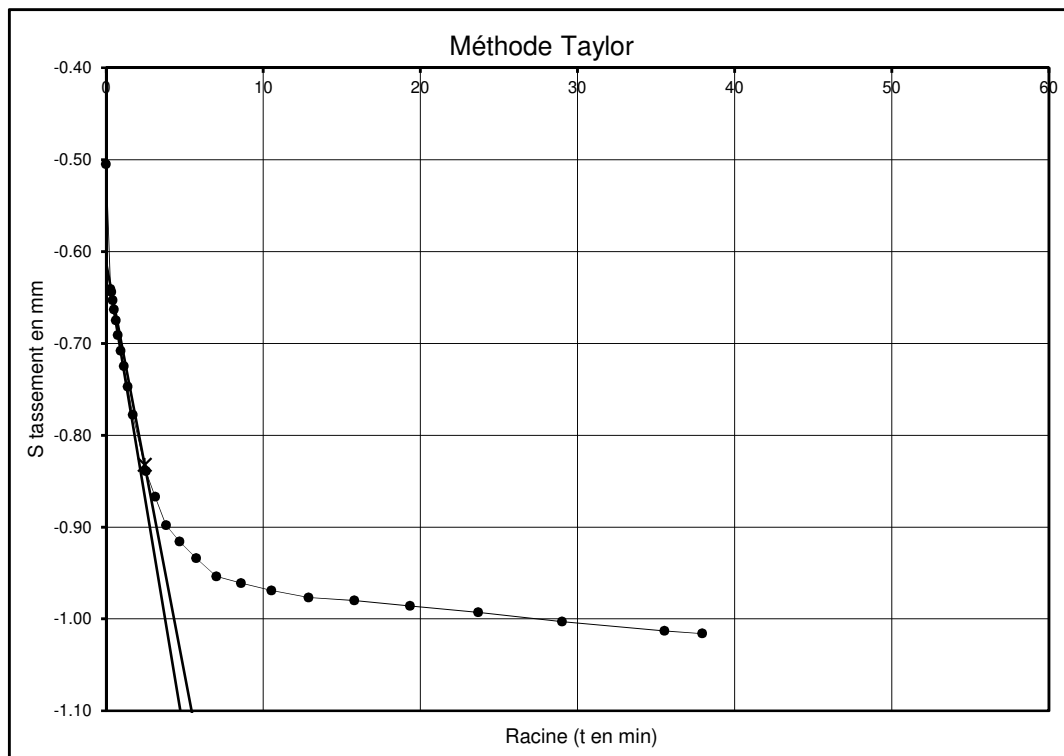
Court Terme : ☒ Long Terme : ☐


Teneur en eau w_i (%) :	20.0	Contrainte de préconsolidation σ'_p (Mpa) :	0.197
Indice des vides e_i :	0.595	Indice de compression C_c :	0.182
Contrainte effective verticale σ'_{v0} (Mpa) :	0.024	Indice de décompression C_s :	0.027
Indice des vides e_0 (à σ'_{v0}) :	0.595	Coefficient de gonflement C_g :	0.082
Contrainte de gonflement σ'_g (Mpa) :	0.035	Nombre de C_v de l'essai :	3

Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC12
Chantier :	METZ	Echantillon :	25M0378
	MBC PORTS LORRAINS	Profondeur :	1.20-1.25 m
Date :	février-25		
Nature :	ARGILE marneuse gris foncé, assez ferme		



Bati n°:	ACE EMS 1
----------	-----------

Contraintes (Mpa) :	
0.200	0.400

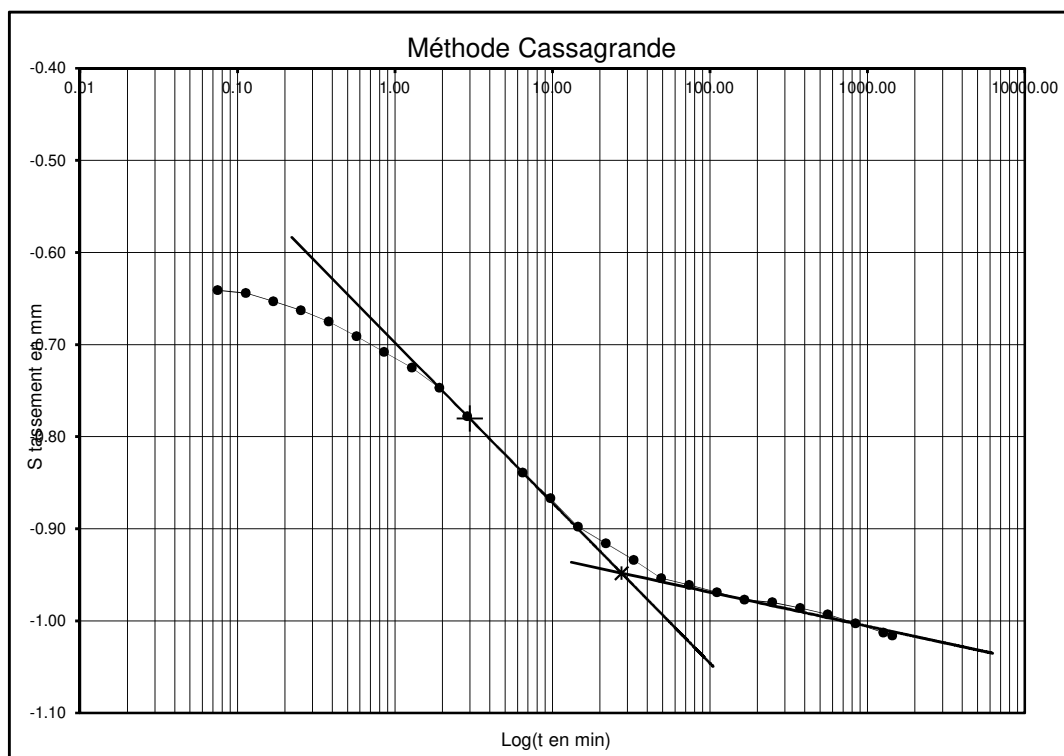
H _i =	20.050	mm
H ₀ =	19.545	mm

H _c =	19.437	mm
------------------	--------	----

t ₉₀ =	360	s
t ₉₀ =	6.0	min

H ₉₀ =	19.218	mm
-------------------	--------	----

C _v =	2.57E-07	m ² /s
------------------	----------	-------------------



t ₁₀₀ =	1648	s
t ₁₀₀ =	27.5	min

H ₁₀₀ =	19.102	mm
--------------------	--------	----

t ₅₀ =	179	s
t ₅₀ =	3.0	min

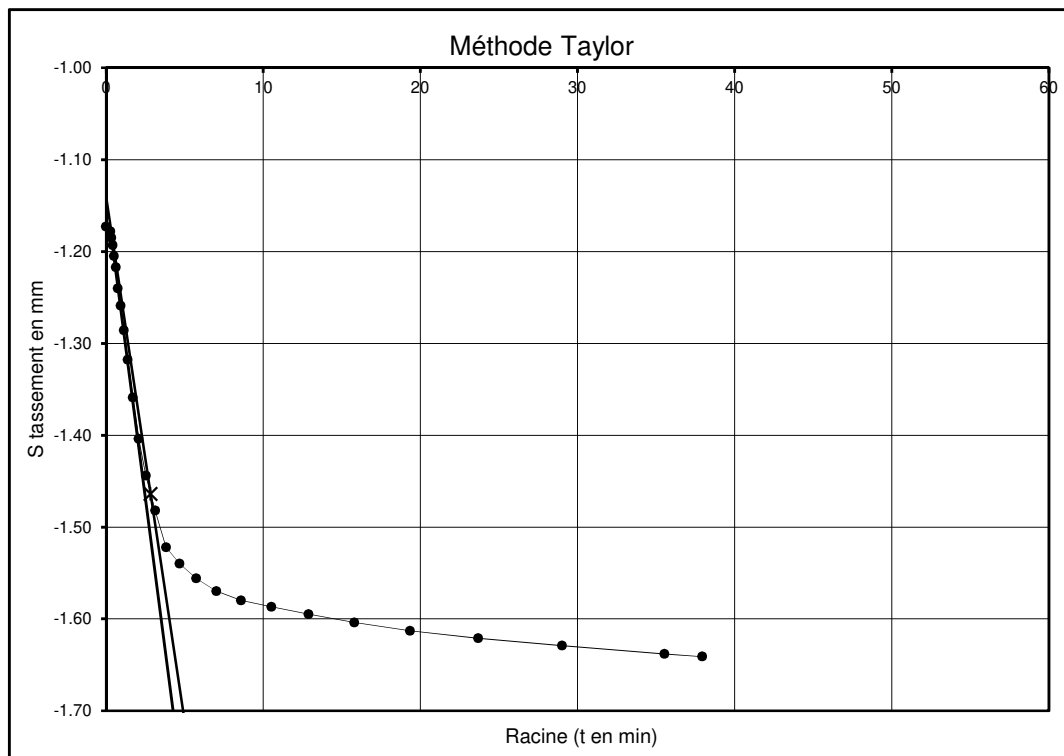
H ₅₀ =	19.272	mm
-------------------	--------	----

C _v =	1.19E-07	m ² /s
------------------	----------	-------------------

Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC12
Chantier :	METZ	Echantillon :	25M0378
	MBC PORTS LORRAINS	Profondeur :	1.20-1.25 m
Date :	février-25		
Nature :	ARGILE marneuse gris foncé, assez ferme		



Bati n°:	ACE EMS 1
----------	-----------

Contraintes (Mpa) :	
0.400	0.800

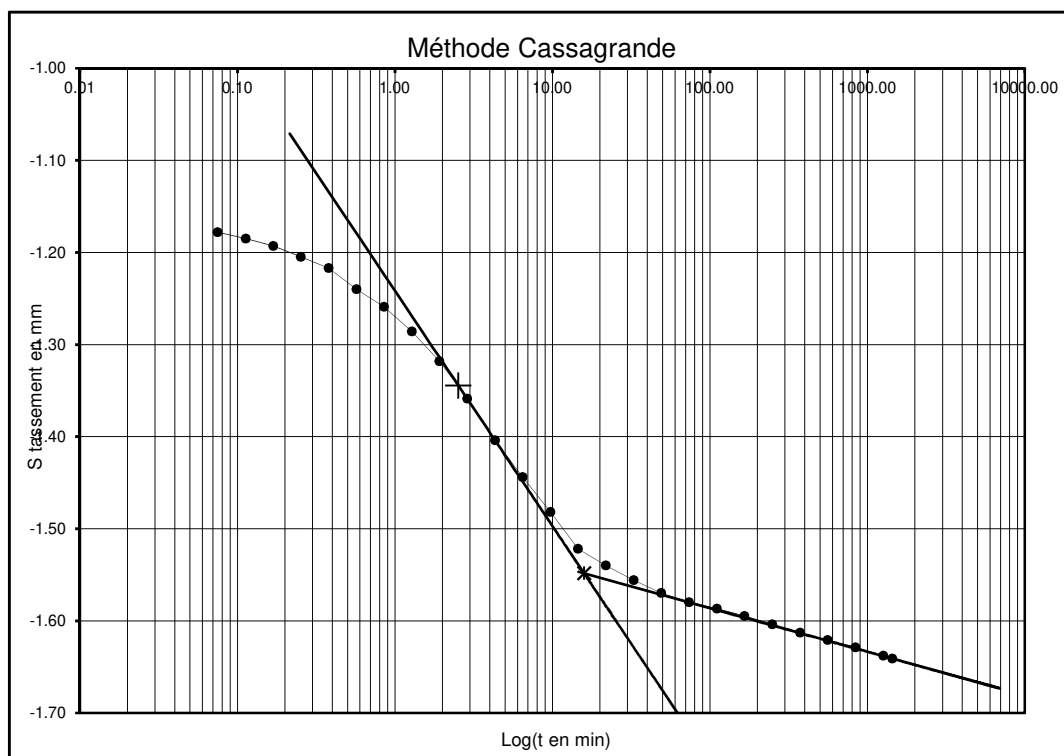
H _i =	20.050	mm
H ₀ =	18.877	mm

H _c =	18.909	mm
------------------	--------	----

t ₉₀ =	480	s
t ₉₀ =	8.0	min

H ₉₀ =	18.586	mm
-------------------	--------	----

C _v =	2.04E-07	m ² /s
------------------	----------	-------------------



t ₁₀₀ =	954	s
t ₁₀₀ =	15.9	min

H ₁₀₀ =	18.502	mm
--------------------	--------	----

t ₅₀ =	152	s
t ₅₀ =	2.5	min

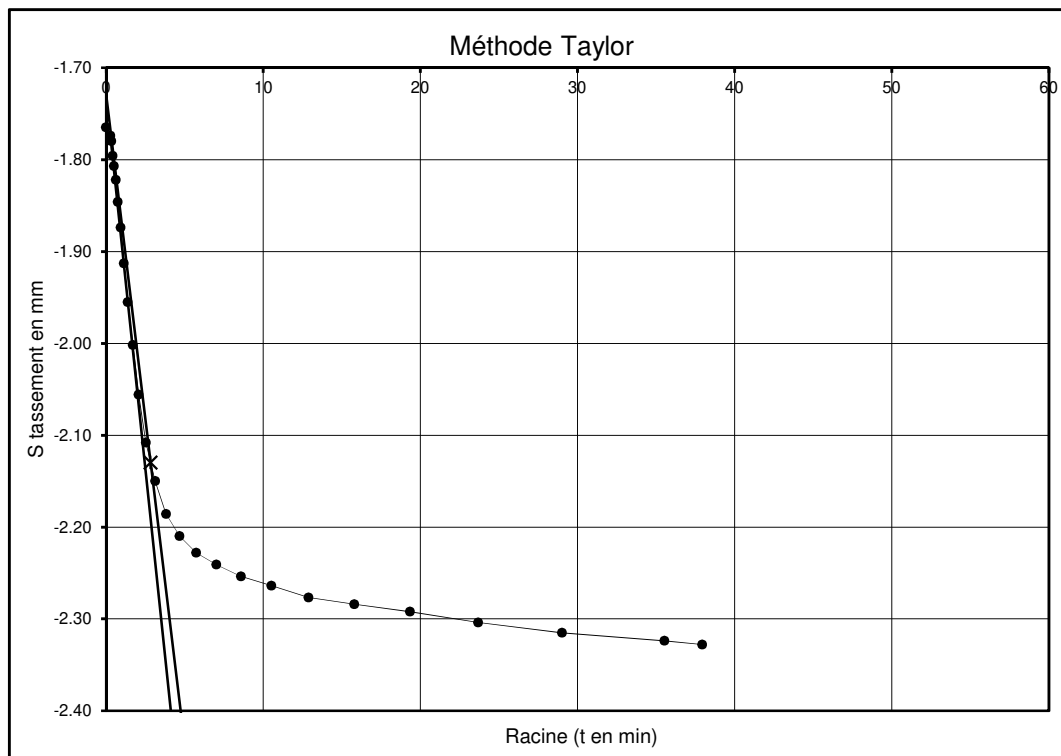
H ₅₀ =	18.706	mm
-------------------	--------	----

C _v =	1.48E-07	m ² /s
------------------	----------	-------------------

Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC12
Chantier :	METZ	Echantillon :	25M0378
	MBC PORTS LORRAINS	Profondeur :	1.20-1.25 m
Date :	février-25		
Nature :	ARGILE marneuse gris foncé, assez ferme		



Bati n°:	ACE EMS 1
----------	-----------

Contraintes (Mpa) :	
0.800	1.600

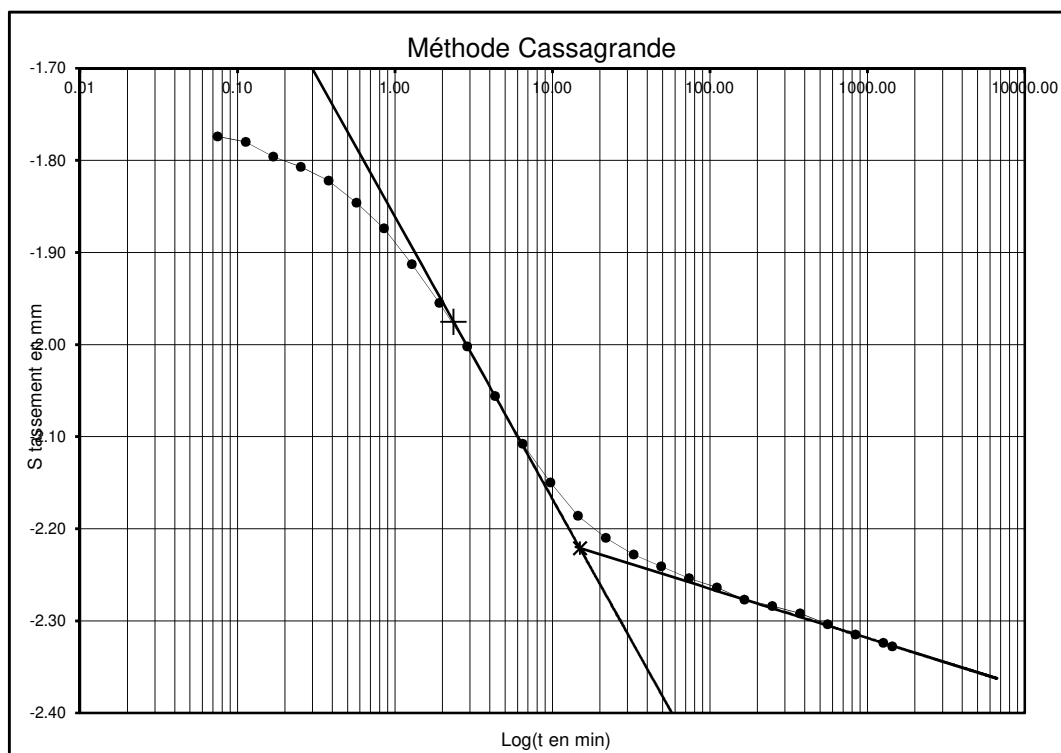
H _i =	20.050	mm
H ₀ =	18.285	mm

H _c =	18.321	mm
------------------	--------	----

t ₉₀ =	480	s
t ₉₀ =	8.0	min

H ₉₀ =	17.920	mm
-------------------	--------	----

C _v =	2.17E-07	m ² /s
------------------	----------	-------------------



t ₁₀₀ =	897	s
t ₁₀₀ =	15.0	min

H ₁₀₀ =	17.829	mm
--------------------	--------	----

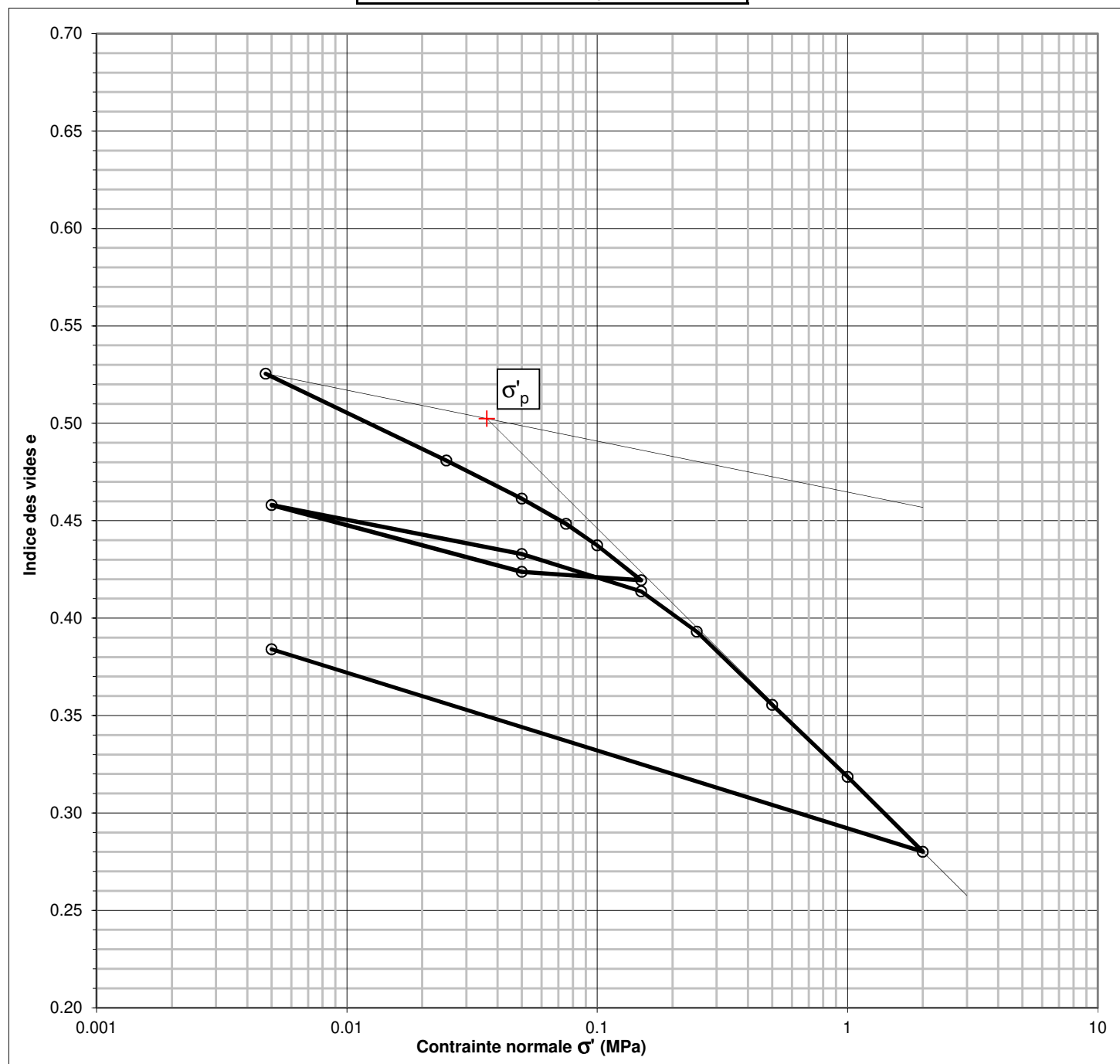
t ₅₀ =	142	s
t ₅₀ =	2.4	min

H ₅₀ =	18.076	mm
-------------------	--------	----

C _v =	1.69E-07	m ² /s
------------------	----------	-------------------

Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC12
Chantier :	METZ	Echantillon :	25M0379
	MBC PORTS LORRAINS	Profondeur :	2.70-3.00 m
Date :	février-25		
Nature :	ARGILE sablo-graveleuse gris foncé, mou (éprouvette écrêtée)		

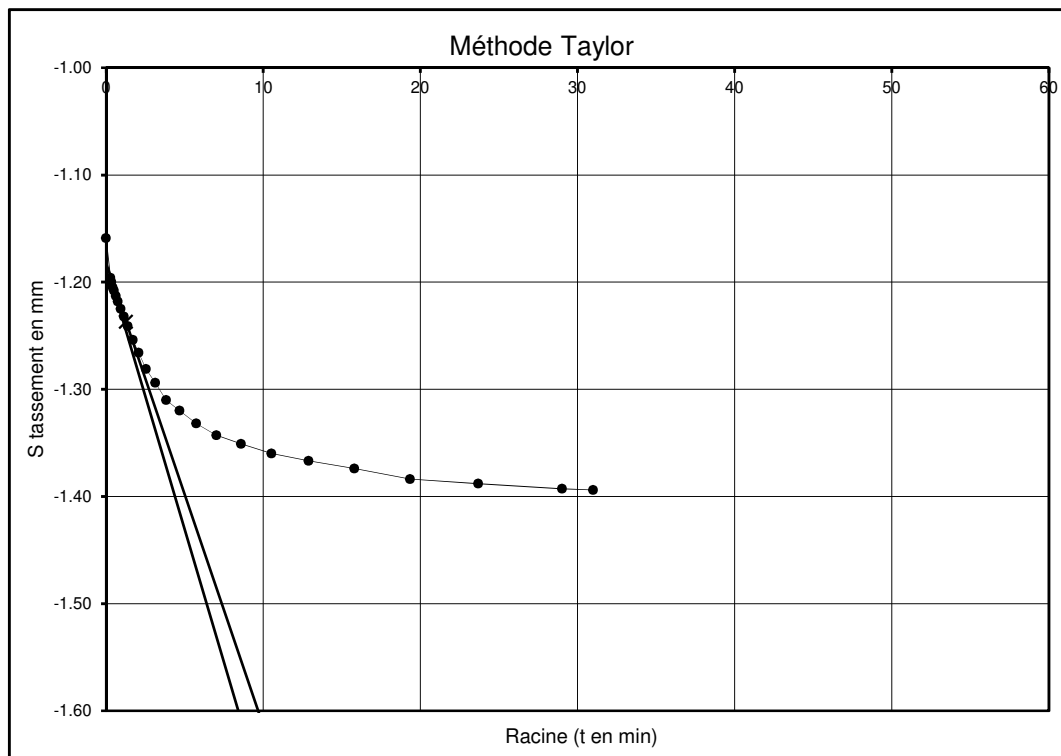
Court Terme : ☒ Long Terme : ☐


Teneur en eau w_i (%) :	17.0	Contrainte de préconsolidation σ'_p (Mpa) :	0.036
Indice des vides e_i :	0.525	Indice de compression C_c :	0.128
Contrainte effective verticale σ'_{v0} (Mpa) :	0.056	Indice de décompression C_s :	0.026
Indice des vides e_0 (à σ'_{v0}) :	0.497	Coefficient de gonflement C_g :	0.040
Contrainte de gonflement σ'_g (Mpa) :		Nombre de C_v de l'essai :	3

Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

GINGER CEBTP, 12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC12
Chantier :	METZ	Echantillon :	25M0379
	MBC PORTS LORRAINS	Profondeur :	2.70-3.00 m
Date :	février-25		
Nature :	ARGILE sablo-graveleuse gris foncé, mou (éprouvette écrêtée)		



Bati n°:	ACE EMS 2
----------	-----------

Contraintes (Mpa) :	
0.100	0.150

H _i =	20.050	mm
H ₀ =	18.891	mm

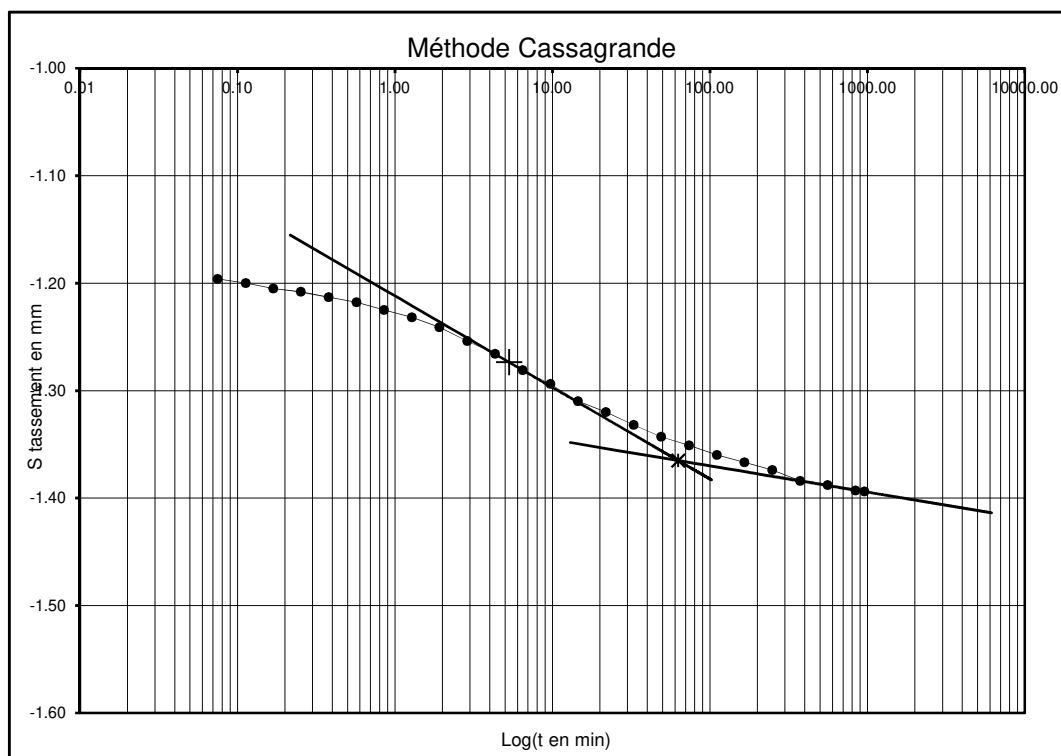
H _c =	18.868	mm
------------------	--------	----

t ₉₀ =	96	s
-------------------	----	---

t ₉₀ =	1.6	min
-------------------	-----	-----

H ₉₀ =	18.813	mm
-------------------	--------	----

C _v =	1.00E-06	m ² /s
------------------	----------	-------------------



t ₁₀₀ =	3777	s
--------------------	------	---

t ₁₀₀ =	63.0	min
--------------------	------	-----

H ₁₀₀ =	18.685	mm
--------------------	--------	----

t ₅₀ =	320	s
-------------------	-----	---

t ₅₀ =	5.3	min
-------------------	-----	-----

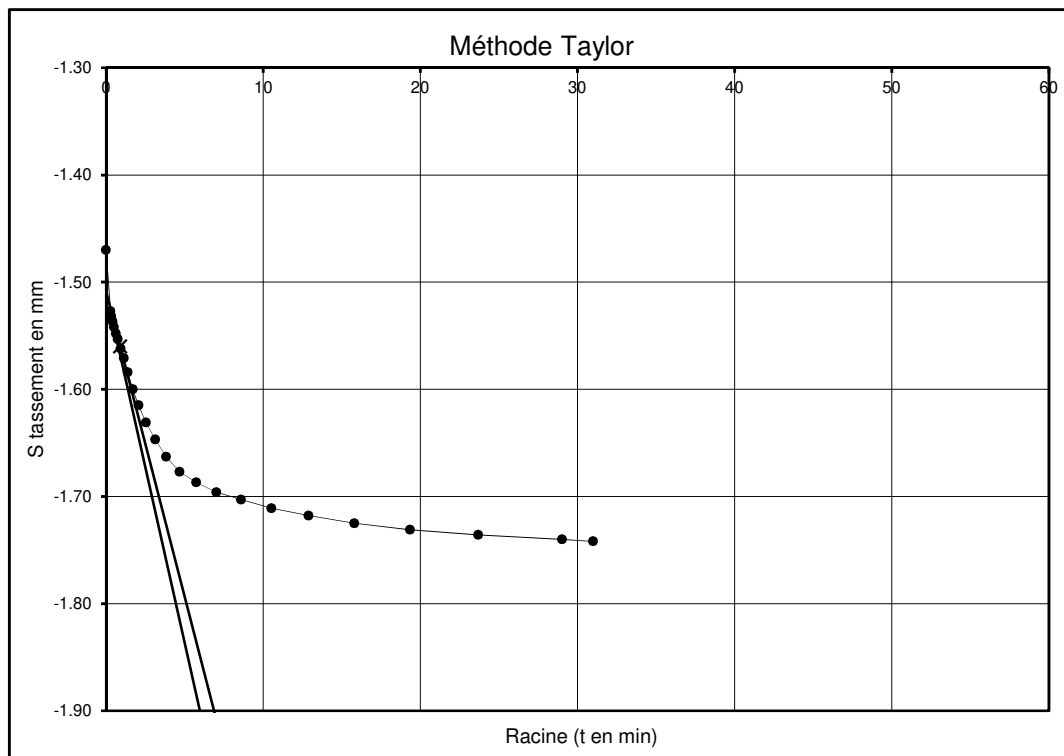
H ₅₀ =	18.778	mm
-------------------	--------	----

C _v =	7.00E-08	m ² /s
------------------	----------	-------------------

Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC12
Chantier :	METZ	Echantillon :	25M0379
	MBC PORTS LORRAINS	Profondeur :	2.70-3.00 m
Date :	février-25		
Nature :	ARGILE sablo-graveleuse gris foncé, mou (éprouvette écrêtée)		



Bati n°:	ACE EMS 2
----------	-----------

Contraintes (Mpa) :	
0.150	0.250

H _i =	20.050	mm
H ₀ =	18.580	mm

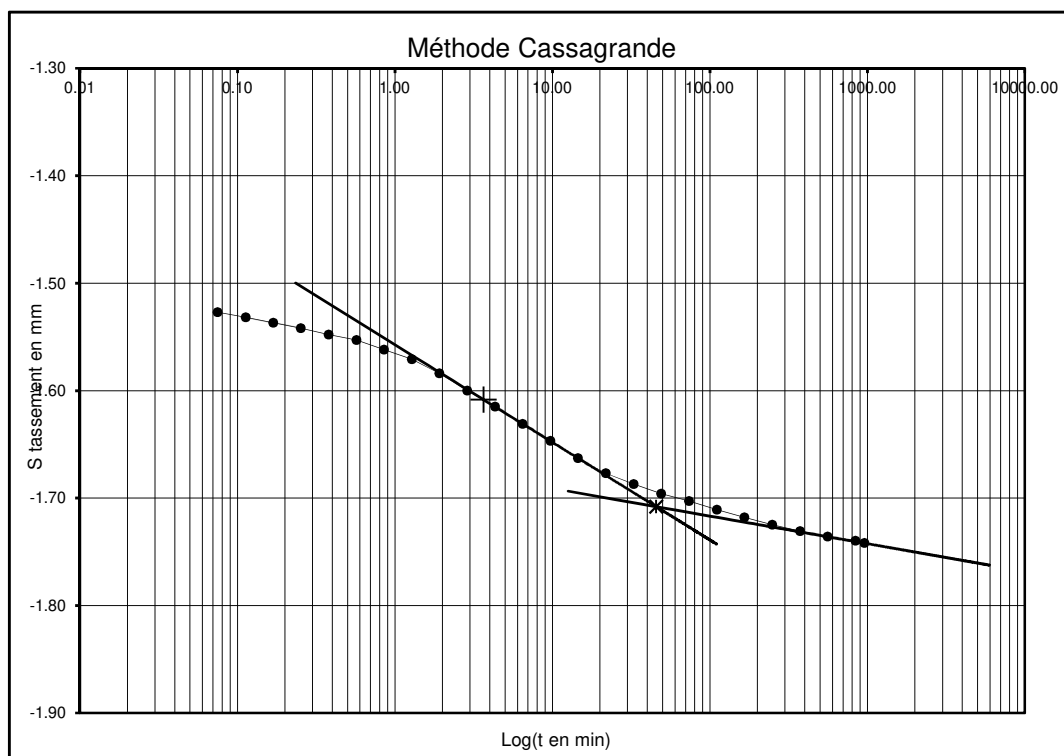
H _c =	18.541	mm
------------------	--------	----

t ₉₀ =	48	s
-------------------	----	---

t ₉₀ =	0.8	min
-------------------	-----	-----

H ₉₀ =	18.490	mm
-------------------	--------	----

C _v =	2.06E-06	m ² /s
------------------	----------	-------------------



t ₁₀₀ =	2736	s
--------------------	------	---

t ₁₀₀ =	45.6	min
--------------------	------	-----

H ₁₀₀ =	18.342	mm
--------------------	--------	----

t ₅₀ =	220	s
-------------------	-----	---

t ₅₀ =	3.7	min
-------------------	-----	-----

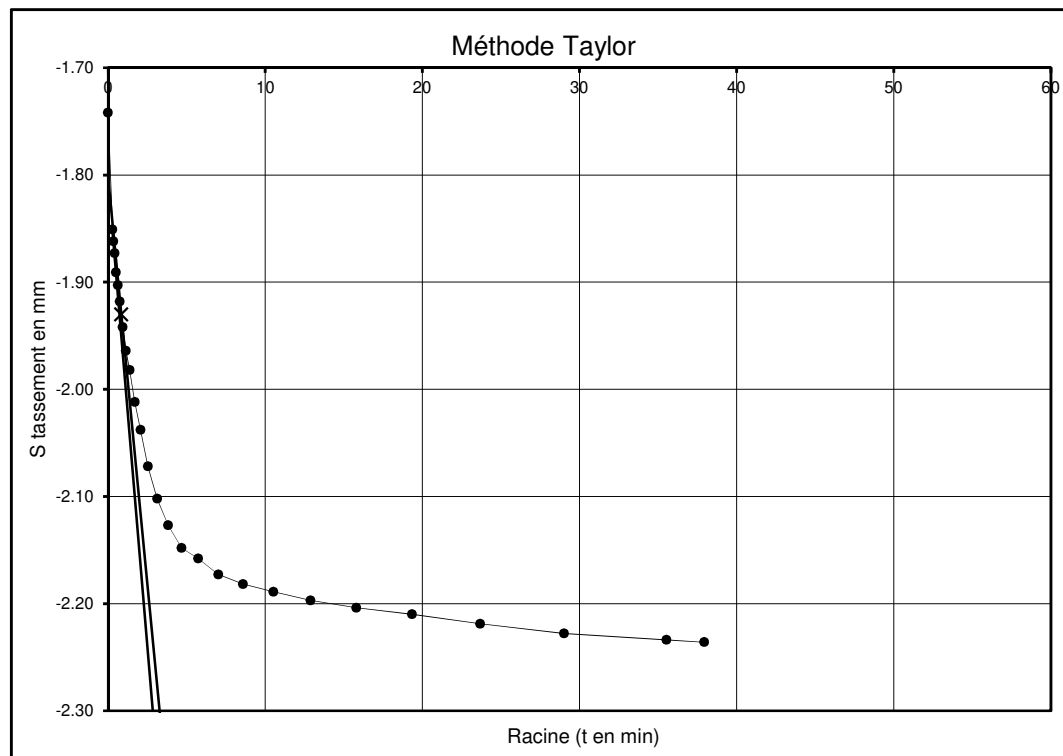
H ₅₀ =	18.443	mm
-------------------	--------	----

C _v =	1.05E-07	m ² /s
------------------	----------	-------------------

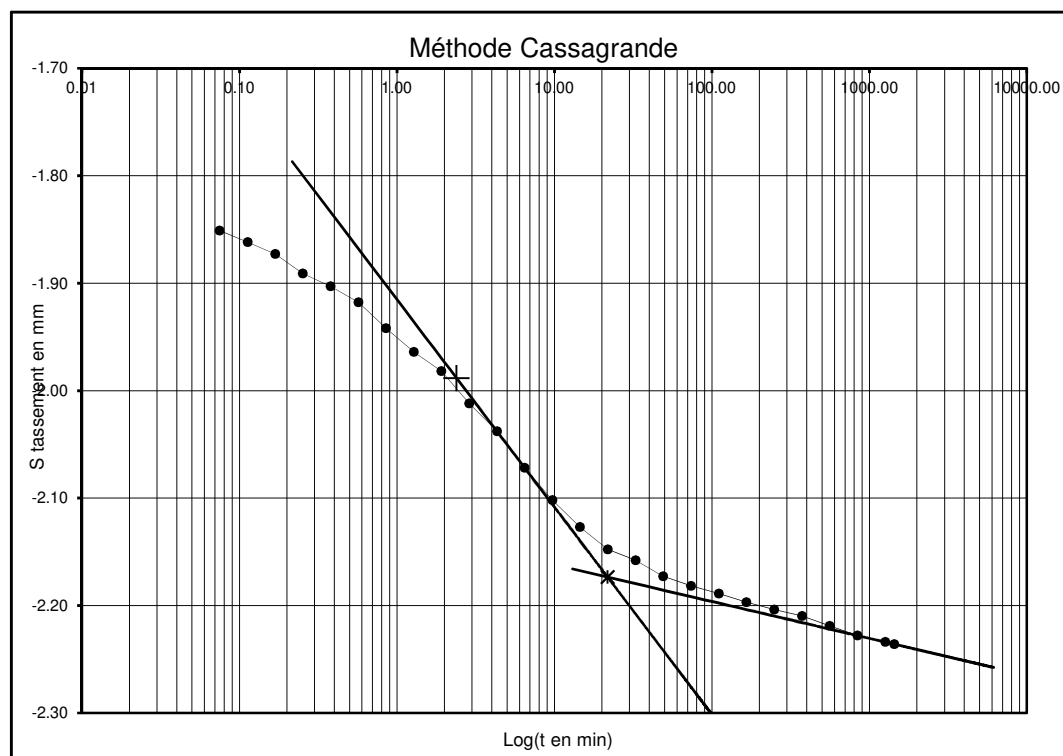
Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

GINGER CEBTP, 12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Dossier :	ENA2.O135.0001	Sondage :	METZ - SC12
Chantier :	METZ	Echantillon :	25M0379
	MBC PORTS LORRAINS	Profondeur :	2.70-3.00 m
Date :	février-25		
Nature :	ARGILE sablo-graveleuse gris foncé, mou (éprouvette écrêtée)		



Bati n°:		ACE EMS 2	
Contraintes (Mpa) :			
0.250		0.500	
H _i =		20.050	mm
H ₀ =		18.308	mm
H _c =		18.247	mm
t ₉₀ =		42	s
t ₉₀ =		0.7	min
H ₉₀ =		18.120	mm
C _v =		2.44E-06	m ² /s



t ₁₀₀ =	1306	s	
t ₁₀₀ =	21.8	min	
H ₁₀₀ =	17.876	mm	
t ₅₀ =	144	s	
t ₅₀ =	2.4	min	
H ₅₀ =	18.064	mm	
C _v =	1.67E-07	m ² /s	

Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse



www.groupe-cebtp.com

CONTACT

Agence de Nancy

13 rue Albert Einstein - 54320 MAXEVILLE

Tél. : +33 (0) 3 83 95 11 19

cebtp.nancy@groupeginger.com

www.ginger-cebtp.com