

DOSSIER D'APPROBATION DES PLANS

GARE DE LA TINE ET VOIE DE GARAGE AU LANCIAU

Projet partiel : VOIE DE GARAGE AU LANCIAU
Objet(s) :

Référence projet :
MZ 12.54

Rapport géotechnique

Pièce n°
8.2

Référence : 11884_EG_voie_garage_lanciau_20220706



Ligne :	Montreux - Zweisimmen		
PK :	Km 24.405 à 26.606		
Commune :	Rossinière (VD)		
Echelle :	-	Format :	A4
Statut :	VERSION FINALE		

Auteur du plan

MONOD-PIGUET + Associés
Ingénieurs Conseils SA
Avenue de Cour 32
1007 Lausanne



STRATA ARCHITECTURE
Route de Saint-Julien 40
1227 Carouge Genève



COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER
MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA
Rue de la Gare 22 – CP 1426
1820 Montreux 1

Service :



Furrer+Frey AG
Thunstrasse 35
3000 Bern 6



GESTE ENGINEERING SA
Rue de la Gare de Triage 5
1020 Renens



Karakas & Français SA
Av. des Boveresses 44
1010 Lausanne



Version	Date	Etabli par	Contrôlé par	Modifications
A	09.04.2021	SGr/SGa	CVo	Version initiale
B	30.09.2021	SGr/SGa	CVo	Sondages complémentaires 2021
C	06.07.2022	SGr/SGa	CVo	Adaptations de projet diverses

Maître de l'ouvrage :

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA

Yves Pittet
Resp. Domaine Infrastructure

Alain Morand
Resp. Département Projets

Jennifer Desponds
Cheffe de projet

Auteur du projet :

Christian Voit
Chef de projet

René Décorvet
Chef de projet

Date :

Montreux, le

Impressum			
Auteurs		Grangier Samuel, ingénieur civil EPFL	
		Gavillet Sophie, ingénieure en environnement EPFL	
		Voit Christian, ingénieur civil EPFL	
Diffusion			
Mme. Jennifer Desponds		Compagnie du chemin de fer Montreux Oberland Bernois	
Révisions			
Version	Date	Auteur	Concerne
-	06.07.2022	SGR	Version Initiale V0

Table des matières

1	INTRODUCTION.....	4
2	DOCUMENTS DE BASE.....	4
3	CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	4
4	RECONNAISSANCES	5
4.1	Fouilles à la pelle mécanique.....	5
4.2	Stratigraphie	6
4.3	Paramètres de calcul.....	6
4.4	Hydrogéologie	7
4.5	Séisme	8
4.5.1	Classe de sols de fondations.....	8
4.6	Technique de fondation	8
4.6.1	Recommandation sur l'infrastructure.....	8
5	TERRASSEMENT.....	8
5.1	Réutilisation des matériaux.....	8
5.2	Traitement des fonds d'excavation.....	9
5.3	Drainage.....	9
5.3.1	Gestion des eaux de chantier.....	9
5.3.2	Infiltration des eaux claires	9
6	ANALYSES DE POLLUTION	10
7	SYNTHÈSE.....	11

Annexes

Plans :	11884-66a	Situation
	11884-67a	Coupe EE
Logs :	Relevé des sondages à la pelle	
Annexes :	A1	Nomenclature et description des sols et essais
	A2	Calcul de la capacité d'infiltration/essais d'infiltration
	A3	Résultats des essais de laboratoire
	A4	Résultat des analyses de pollution du laboratoire Batlab SA
	A5	Synthèse analyses OLED

1 INTRODUCTION

La présente étude fait suite au mandat confié par le MOB (Montreux-Oberland Bernois) le 4 novembre 2020, sur la base de notre offre du 3 novembre 2020.

Il s'agit d'une étude géotechnique sur la ligne Montreux-Zweisimmen. La zone d'intérêt du rapport est située entre les kilomètres 26.20 à 26.35. Le Maître d'ouvrage projette la création d'une voie de garage dans le secteur dit du Lanciau.

Le but de cette étude géotechnique consiste à définir les conditions stratigraphiques et hydrogéologiques du site et, sur la base de l'interprétation qui peut en être faite, de proposer des solutions pour la conception des travaux.

2 DOCUMENTS DE BASE

- Atlas géologique de la Suisse, feuille N° 1265 Les Mosses, 1:25'000
- Issus des guichets cartographiques du Canton de Vaud :
 - Sondages et autres reconnaissances géologiques
 - Carte de phénomènes – glissements
 - Inventaire des sites pollués
 - Secteurs et zones de protection des eaux souterraines
 - Carte des aléas sismiques

3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Selon les données géologiques en notre possession et après consultation des différentes sources cartographiques, le contexte géologique dans la zone de la place du Lanciau est celui d'éboulis et de cônes d'éboulis. Des affleurements rocheux ne sont pas visibles sur la place elle-même mais bien visibles dans le talus amont à proximité du PN côté La Tine. Le soubassement rocheux n'a pas été mis en évidence par les sondages de reconnaissance. Afin de créer une place relativement plane, des remblais ont été mis en œuvre.

Le projet se situe en zone üB de protection des eaux.

La zone du projet n'est pas inscrite au cadastre des sites pollués, elle n'est affectée par aucun danger naturel de type gravitaire.

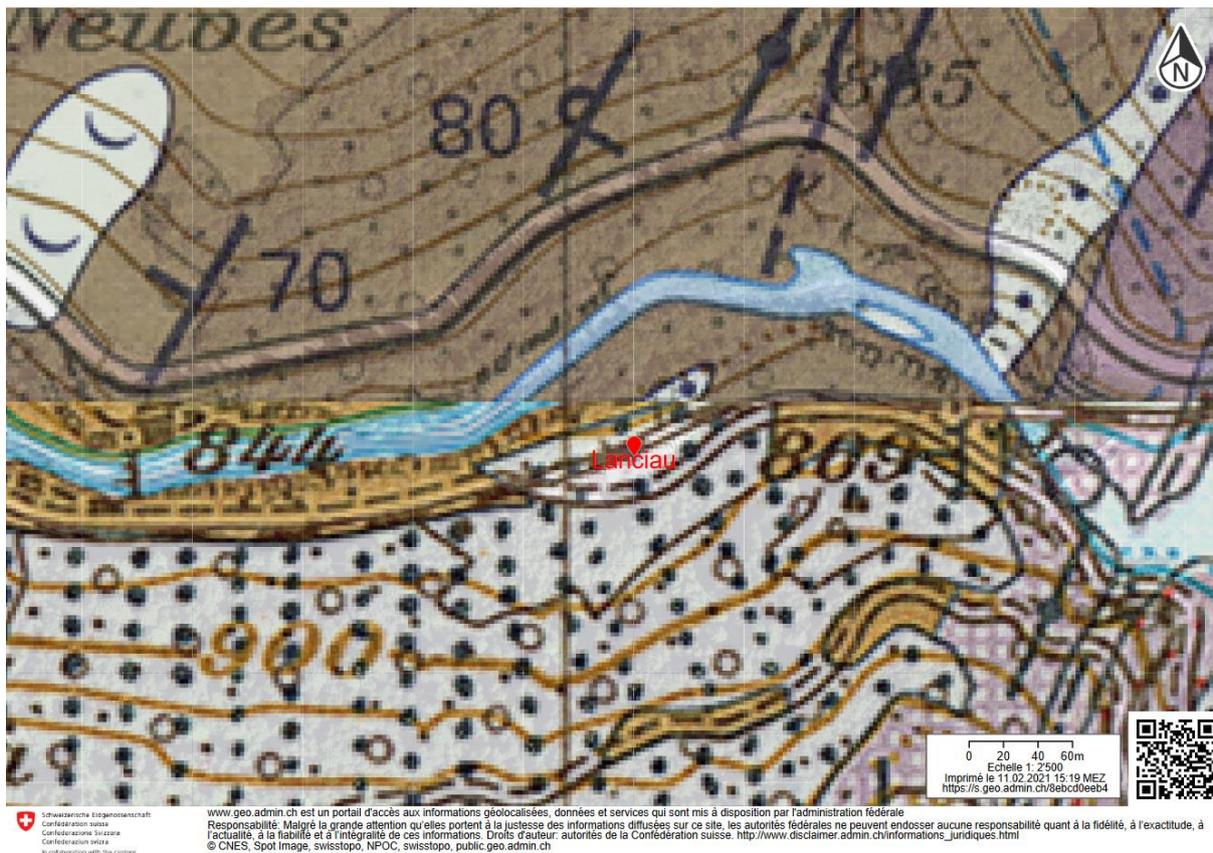


Figure 1 : Extrait de la carte géologique dans la zone de la place du Lanciau

4 RECONNAISSANCES

La présente étude géotechnique est établie sur la base des données disponibles ainsi que sur les reconnaissances spécifiques détaillées ci-après. Les reconnaissances ont été réalisées de nuit les 27 et 29 octobre 2020.

Pour cette étude, deux sondages à la pelle ont été entrepris. Dans un des sondages, un essai d'infiltration a été réalisé.

Les emplacements des différentes reconnaissances figurent sur le plan de situation N°11884-66 annexé.

4.1 Fouilles à la pelle mécanique

Les sondages ont été réalisés du 27 et 29 octobre 2020 sous notre supervision avec une pelle mécanique travaillant en rétro. Durant la creuse, un relevé continu de la nature et qualité des différentes couches a été effectué.

Les niveaux de départ, les profondeurs reconnues et les niveaux atteints sont donnés ci-dessous :

Sondage N°	Niveau de départ (m/mer)	Profondeur de sondage (m)	Niveau atteint (m/mer)
T8	867.7	1.8	865.9
T9	867.9	2.6	865.3

Pour examen en laboratoire 2 échantillons de sol ont été prélevés en vrac.

4.2 Stratigraphie

Deux sondages représentatifs de cette zone ont été réalisés. Il s'agit des sondages T8 et T9.

Sur les plan N°11884-67 (coupe EE) figurent les profils géotechniques interprétatifs.

La zone est située dans un talus d'une pente forte s'adouissant des km 28.05 à 28.15.

Les couches idéalisées, reportées et définies par une interprétation détaillée des coupes de sondages sont, en partant de la surface du terrain naturel :

Remblais

Il s'agit de gravier pierreux, peu argilo-sableux comportant des blocs pouvant atteindre 1 mètre de diamètre environ. Des éléments anthropiques y ont été retrouvés. Les remblais sont pulvérulents. L'épaisseur des remblais devient plus importante en s'approchant en direction de la voie existante. L'épaisseur constatée au droit du sondage T9 est de 1.6m, de 0.8m au droit du sondage T8. Cette épaisseur doit être au maximum de 2 mètres environ à l'approche du sommet du talus situé à l'amont de la voie.

Colluvions

Les colluvions sont composées d'argile maigre ou de limon à haute plasticité, plus ou moins graveleuse, comportant des pierres, des morceaux de bois et des coquilles. Ces matériaux sont peu humides, ils sont cohésifs et de consistance très ferme à dure (q_u 200 à 250kPa).

4.3 Paramètres de calcul

Les paramètres correspondant aux différentes couches idéalisées à utiliser pour les calculs de poussée des terres, de stabilité générale et de tassements sont proposés dans le tableau suivant :

Couches idéalisées	γ	c_{uk}	ϕ'_k	c'_k	E	Classe de gélixivité (**)	K
	(kN/m ³)	(kN/m ²)	(°)	(kN/m ²)	(MN/m ²)		(m/s)
Remblais	21.0 – 22.0	0	32 – 34	0	15 – 20	G1 – G2	$5 \cdot 10^{-3}$
Colluvions	17.5 – 18.0	50 – 70	25 – 27(*)	10 – 15(*)	4 – 6	G3	$3.6 \cdot 10^{-5}$

(*) Pour les calculs de stabilité générale, de capacité portante des fondations ou de poussée contre les ouvrages, on considèrera les couples (ϕ'_k , c'_k) extrêmes, c'est-à-dire cohésion minimale avec angle de frottement maximal et inversement.

(**) Classification selon norme VSS 70 140b

Avec :

γ = poids volumique apparent (kN/m³)

Calculs en contraintes totales :

c_{uk} = valeur caractéristique de la résistance apparente totale au cisaillement, sol non drainé et non consolidé, utilisable pour analyses à court terme.

Calculs en contraintes effectives :

ϕ'_k = valeur caractéristique de l'angle de frottement interne effectif

c'_k = valeur caractéristique de la cohésion effective

Tassement :

E = module de compressibilité (MN/m²)

Conductivité hydraulique :

K = Conductivité hydraulique (m/s)

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

- Les paramètres de résistance sont des valeurs caractéristiques "k" choisies de manière prudente dans l'esprit des swisscodes et/ou de l'Eurocode EC7. Ils peuvent être utilisés tels quels pour la vérification de l'aptitude au service mais doivent être affectés des facteurs de sécurité partiels définis dans ces recommandations pour les vérifications de la sécurité structurale.
- En analyse à court terme, la résistance au cisaillement non drainé pourra être estimée à l'aide des paramètres fournis et en tenant compte de leur variation en fonction de la profondeur selon les relations empiriques existant dans la littérature (par exemple selon Skempton).
- Les modules de compressibilité sont déduits par interprétation des essais d'identification et de notre expérience, ils représentent des valeurs moyennes à utiliser pour appréhender les ordres de grandeur des tassements et déformations des ouvrages. Selon le type de calcul à effectuer, ils devront être remplacés par des valeurs spécifiques issues d'essais œdométriques triaxiaux ou d'essais in situ.

4.4 Hydrogéologie

Le site se trouve en secteur üB de protection des eaux souterraines.

L'examen visuel des fouilles à la pelle mécanique ne nous a pas permis d'observer des venues d'eau, ni des passages très humides. Les remblais sont relativement perméables. Les colluvions au contraire sont de nature peu perméable.

Aucune nappe ni venue d'eau n'ont été constatée. Il semble donc que le niveau de nappe soit situé à plus de 2m sous le niveau des futurs aménagements ferroviaires. De l'eau sous pression n'a pas été constatée dans le sol.

4.5 Séisme

4.5.1 Classe de sols de fondations

Sur la base de la nature des sols rencontrés et en l'absence d'un microzonage spécifique, la classe de sols de fondations E au sens de la norme SIA 261 – Tableau 24, peut être considérée.

4.6 Technique de fondation

Les futures voies de garage seront fondées superficiellement dans les remblais et dans les colluvions. À proximité du PN, du côté Tine, il est probable que la voie soit fondée dans la roche en place.

Bien qu'a priori aucune venue d'eau n'ait été observée, un drainage efficace de l'ouvrage devra être mis en œuvre.

4.6.1 Recommandation sur l'infrastructure

Des essais de portance au déflectomètre à masse tombante ont été réalisées dans chacune des fouilles, dans les colluvions. Ces essais ont montré des valeurs de portance relativement faibles. Les valeurs estimées de ME_1 obtenues sont de l'ordre de 5MPa. Sous la couche de fondation projetée, un renforcement du sol d'assise sera nécessaire afin d'améliorer la portance de la future plateforme par la mise en place par exemple d'une géogrille de renforcement (et d'un géotextile de séparation) et de grave substituant le sol en place. L'épaisseur de la substitution devra être déterminée en fonction des exigences de portance au niveau sous couche de fondation.

Bien qu'une partie des voies projetées soient fondées au sein des remblais, de portance relativement meilleure, on se méfiera des colluvions qui seront situées à faible profondeur sous le niveau de fondation de l'infrastructure.

Dans tous les cas, les valeurs de portance au niveau du sol d'assise devront être contrôlées par essais de plaque lors de l'exécution des travaux ferroviaires.

5 TERRASSEMENT

Les terrassements prévus sont de faible ampleur, leur profondeur atteindra environ 1.5m. Les matériaux sont de classe 3 selon la norme VSS 40 575. Les travaux de terrassement ne devraient pas présenter de difficulté d'excavation due à la dureté des matériaux. Des problèmes de carrossabilité pourraient cependant survenir.

Des blocs de taille de l'ordre du mètre de diamètre seront rencontrés durant les terrassements dans les remblais. Ceux-ci pourraient engendrer des hors-profils qui devront être substitués par des matériaux de type grave 0/45.

Au droit du dédoublement de la voie, du côté Tine du PN, de faibles volumes seront excavés dans le rocher. Les terrassements en rocher nécessiteront l'usage d'un Montabert. Les matériaux rocheux devraient être de classe 5 selon la norme VSS 40 575.

5.1 Réutilisation des matériaux

Le projet ne prévoit pas de remblayage. A priori donc, tous les matériaux devront être évacués dans les filières appropriées. Le chapitre 6 décrit les filières d'évacuation des matériaux.

5.2 Traitement des fonds d'excavation

Une partie des fonds de terrassement seront situées dans les colluvions. Ces sols sont sensibles aux conditions météoriques lorsqu'ils sont mis à jour lors du terrassement et risquent de perdre une partie de leur résistance mécanique s'ils ne sont pas protégés directement. Il conviendra de protéger les fonds directement après le terrassement par la mise en œuvre d'un géotextile avec fonction de séparation. Nous déconseillons d'atteindre ces fonds de forme par mauvais temps, les matériaux de remblais argileux rencontrés étant particulièrement sensibles à l'eau.

5.3 Drainage

5.3.1 Gestion des eaux de chantier

La gestion des eaux de chantier devra être réalisée conformément aux recommandations de la norme SIA 431, Evacuation et traitement des eaux de chantier, ainsi que la Directive cantonale DCPE 872, Gestion des eaux et des déchets de chantier. Dans le cadre des terrassements, les eaux pompées en fond de fouille devront être décantées au préalable avant leur rejet aux eaux claires. Toutes les eaux alcalines produites par le chantier (pH>9) devront être décantées puis neutralisées.

5.3.2 Infiltration des eaux claires

Un essai d'infiltration a été réalisé dans la fouille T9 dans les colluvions. Les matériaux rencontrés sont moyennement perméables. Une capacité d'infiltration spécifique de 3.6 l/min/m² a été déterminée dans lors de cet essai.

6 ANALYSES DE POLLUTION

Dans le cadre de cette étude, des échantillons ont été prélevés pour détermination de la concentration en polluants par des analyses chimiques en laboratoire. Dans les zones qui ont montré la présence de remblais et d'autres activités potentiellement polluantes (stockage de machines, etc.), soit au droit des sondages T08 et T09, des analyses complètes selon l'OLED ont été réalisées.

Les résultats synthétiques et complets des analyses de pollution figurent en annexes A6 et A7.

Les valeurs caractéristiques des échantillons sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Echantillon	HAP [mg/kg]	Benzo(a)pyrène [mg/kg]	HC C ₁₀ -C ₄₀ [mg/kg]	Autres [mg/kg]
Remblais				
T08	5.581	0.179	77.501	Cu : 80.5
T09	13.054	0.166	36.868	Cu : 68.5 Zn : 721.2 PCB : 2.42
Valeur limite OLED décharge type A (non pollué), OLED Annexe 3, chapitre 1	< 3.0 mg/kg	< 0.3 mg/kg	< 50 mg/kg	
Valeur limite OLED valorisation sur le site pollué ou décharge type B (faiblement pollué), OLED Annexe 3, chapitre 2	< 12.5 mg/kg	< 1.5 mg/kg	< 250 mg/kg	
Valeur limite OLED valorisation sur un site contaminé ou décharge type B (pollué), OLED Annexe 5, chapitre 2.3	< 25 mg/kg	< 3.0 mg/kg	< 500 mg/kg	
Valeur limite OLED décharge type E (pollué par des substances dangereuses), OLED, annexe 5, chapitre 5.2	< 250 mg/kg	< 10.0 mg/kg	< 5'000 mg/kg	

Tableau 1 : Niveau de pollution chimique de l'infrastructure et des remblais

Les matériaux de remblais sont considérés comme non pollués si les exigences de l'annexe 3, ch. 1, OLED sont remplies. Le matériau est considéré comme faiblement pollué si les exigences de l'annexe 3, ch. 2, OLED sont remplies. Le matériau est considéré comme pollué lorsque les exigences de l'annexe 3, ch. 2, OLED ne sont pas remplies et qu'une valorisation n'est pas autorisée sans traitement préalable. Ces matériaux doivent être traités conformément aux prescriptions de l'OLED avant d'être valorisés. S'ils ne peuvent pas être valorisés, ils peuvent être stockés dans une décharge conforme à l'OLED.

Compte tenu des résultats des analyses, le classement ci-dessous fait foi :

Remblais			
		T08	T09
Non pollué Décharge type A ou valorisation	Faiblement pollué Valorisation sur le site pollué ou décharge type B	Pollué Décharge de type B ou valorisation sur un site contaminé	Fortement pollué Décharge type E ou repreneur agréé

Tableau 2 : Pollution des remblais

Les remblais qui ont été observés présentent des pollutions aux HAP. Au niveau de T09, une forte concentration en PCB a été mesurée. Cette pollution pourrait être due à des fuites d'huiles par exemple.

7 SYNTHÈSE

Le projet consiste en la création d'une voie de garage sur la place dite du Lanciau. Des terrassements de l'ordre de 1.5m seront entrepris dans le cadre des travaux ferroviaire. Le site est caractérisé par la présence de remblais pollués à fortement pollués et de colluvions de faible portance dans lesquelles les futures voies seront fondées. Dans une certaine mesure, l'infiltration des eaux claires est envisageable sur le site.

* * *

Les solutions données dans ce rapport sont basées sur une interprétation des sondages et essais en laboratoire ainsi que notre expérience de cas similaires. Elles reflètent les connaissances dont nous disposons actuellement, illustrées par les documents mis à notre disposition et consultés qui figurent au paragraphe II.

Néanmoins, les sols sont par nature hétérogènes et des variations peuvent échapper à toutes investigations qui restent très ponctuelles. C'est pourquoi les terrassements devront être suivis de près par l'ingénieur afin de vérifier la concordance avec les hypothèses formulées et qu'il soit à même de déceler à temps toute anomalie dans la nature, la qualité et le comportement des sols rencontrés. S'il le juge nécessaire, il pourra se faire assister d'un géotechnicien en tant que spécialiste des sols.

KARAKAS & FRANÇAIS SA

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER
MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA
Rue de la Gare 22 – CP 1426
1820 Montreux 1



DOSSIER D'APPROBATION DES PLANS

GARE DE LA TINE ET VOIE DE GARAGE AU LANCIAU

Projet partiel : Voie de garage au Lanciau

Référence projet :
MZ 12.54 / MZ 15.55

Situation des sondages Garage Lanciau

Pièce n°
0.6

Référence du plan : 11884-66a-67a_Garage_Lanciau.dwg



Ligne :	Montreux - Zweisimmen		
PK :	Km 24.700 à 28.400		
Commune :	Rossinière		
Echelle :	1:500	Format :	29.7 x 63 cm
Statut :	VERSION FINALE		

● Auteur du plan

○ **MONOD-PIGUET + Associés**
Ingénieurs Conseils SA
Avenue de Cour 32
1007 Lausanne



○ **STRATA ARCHITECTURE**
Route de Saint-Julien 40
1227 Carouge Genève



○ **COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER**
MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA
Rue de la Gare 22 – CP 1426
1820 Montreux 1



Service :

○ **Furrer+Frey AG**
Thunstrasse 35
3000 Bern 6



○ **GESTE ENGINEERING SA**
EPFL Innovation Park - C
1005 Lausanne



○ **KARAKAS & FRANCAIS SA**
Avenue des Boveresses 44
1010 Lausanne



Version	Date	Etabli par	Contrôlé par	Modifications
-	12.01.2021	TIL	SGR	Première diffusion
a	05.07.2022	YMO	SGR	Projet de la gare

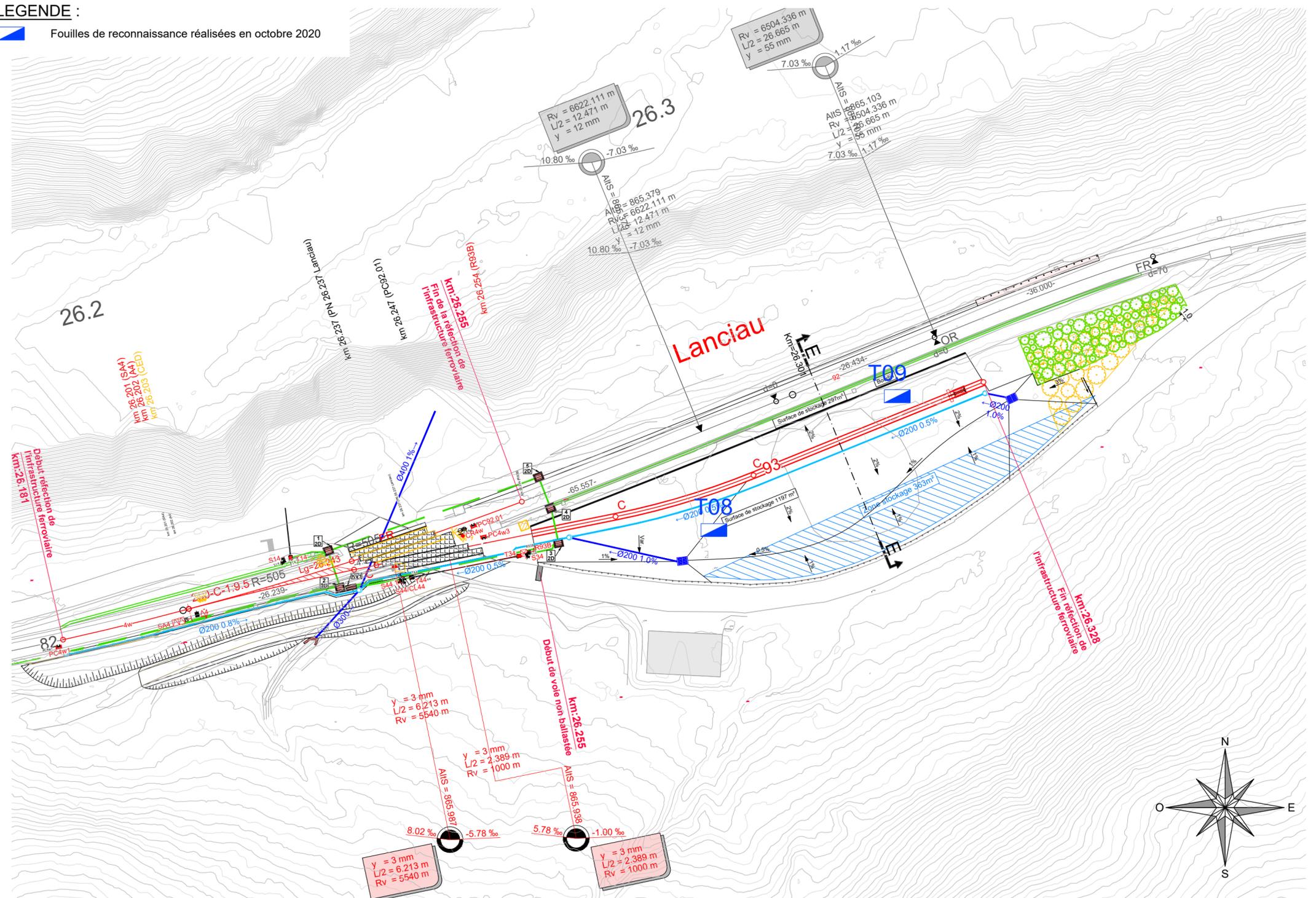
Maître de l'ouvrage : COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA
Patrick Vianin
Resp. Domaine Infrastructure
Yves Pittet
Resp. Département Projets
Jennifer Desponds
Cheffe de projet

Auteur du projet : Christian Voit
Chef de projet

Date : Montreux, le 01 février 2021

LEGENDE :

Fouilles de reconnaissance réalisées en octobre 2020



COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER
MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA
Rue de la Gare 22 – CP 1426
1820 Montreux 1



DOSSIER D'APPROBATION DES PLANS

GARE DE LA TINE ET VOIE DE GARAGE AU LANCIAU

Projet partiel : Référence projet :
Objet(s) : MZ 12.54 / MZ 15.55

Profil géologique E - E' Garage Lanciau

Pièce n°
0.6

Référence du plan : 11884-66a-67a_Garage_Lanciau.dwg



Ligne :	Montreux - Zweisimmen		
PK :	Km 24.700 à 28.400		
Commune :	Rossinière		
Echelle :	1:100	Format :	29.7 x 63 cm
Statut :	VERSION FINALE		

● Auteur du plan

○ **MONOD-PIGUET + Associés**
Ingénieurs Conseils SA
Avenue de Cour 32
1007 Lausanne



○ **STRATA ARCHITECTURE**
Route de Saint-Julien 40
1227 Carouge Genève



○ **COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA**
Rue de la Gare 22 – CP 1426
1820 Montreux 1



Service :

○ **Furrer+Frey AG**
Thunstrasse 35
3000 Bern 6



○ **GESTE ENGINEERING SA**
EPFL Innovation Park - C
1005 Lausanne



○ **KARAKAS & FRANCAIS SA**
Avenue des Boveresses 44
1010 Lausanne



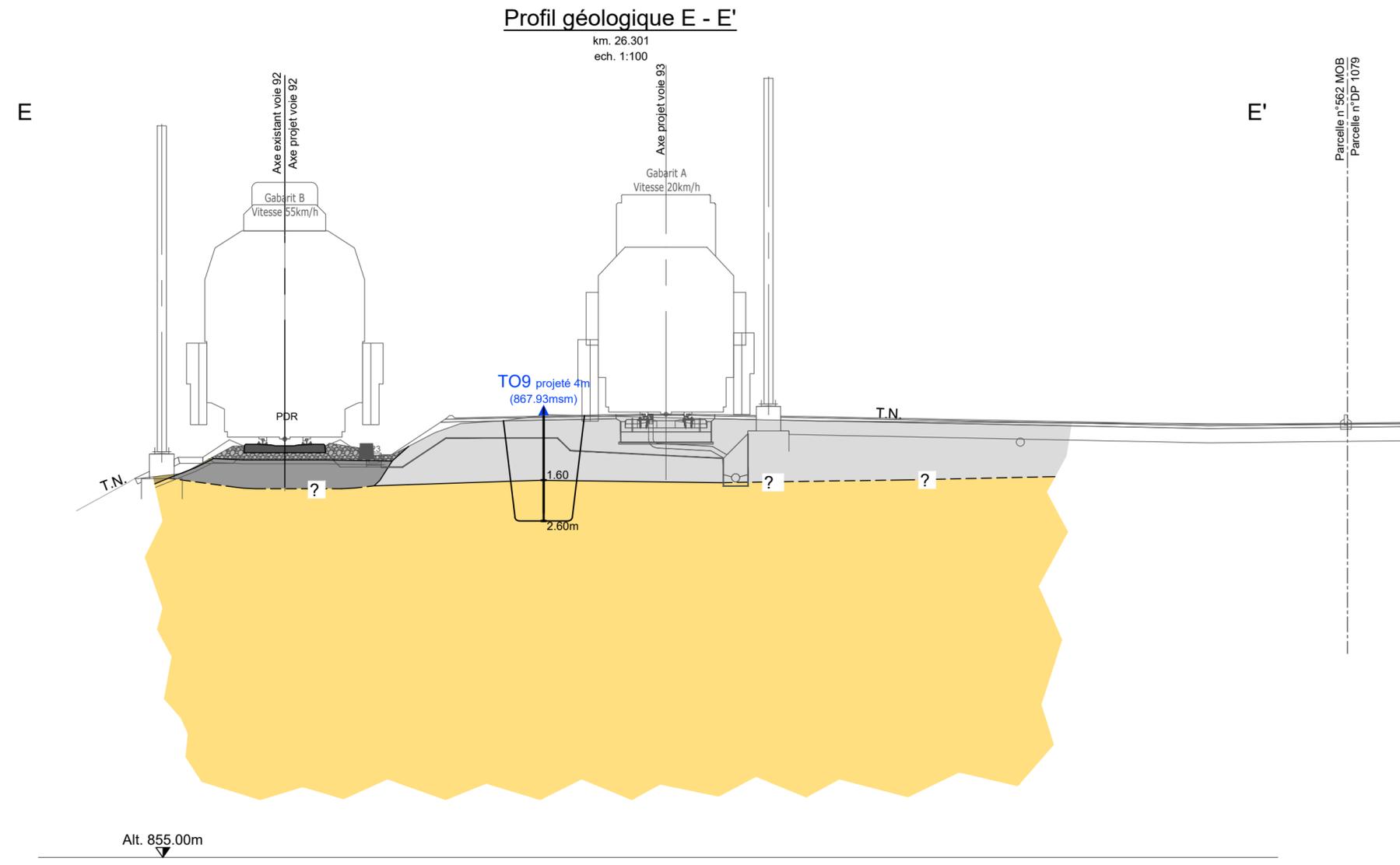
Version	Date	Etabli par	Contrôlé par	Modifications
-	12.01.2021	TIL	SGR	Première diffusion
a	05.07.2022	YMO	SGR	Projet de la gare

Maître de l'ouvrage : **COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA**
Patrick Vianin
Resp. Domaine Infrastructure
Yves Pittet
Resp. Département Projets
Jennifer Desponds
Cheffe de projet

Auteur du projet : **Christian Voit**
Chef de projet

Date : Montreux, le 01 février 2021

- LEGENDE :**
- Ballast
 - Infrastructure
 - Terre végétale
 - Remblais
 - Colluvions



T08

Date	Météo	Coordonnées		Altitude [msm]
27.10.2020	Nuit	X : 2'571'024.2	Y : 1'145'950.5	867.7

Profondeur (m)	Profondeur (m)	Description des sols	Résumé géologique
0.0	0.05	Ballast	Ballast
0.05	0.80	Gravier pierreux, peu argilo-sableux, présence de blocs, de bois, terre cuite, quelques racines à 0.8m, peu humide, peu cohésif	Remblais
0.9	1.8	<p>Limon organique à haute plasticité, peu graveleuse (anguleux), comportant quelques pierres, présence de bois, coquilles, couleur mélangée brun-beige et gris avec teintes ocres (gris de 0.9 à 1m), peu humide, cohésif, très ferme à dur (qu 200 à 250kPa)</p> <p>Essai de portance au déflectomètre dynamique à une profondeur de 1.05m : EVD = 5.0MN/m² - M_{E1} = 5.0MN/m² (estimation)</p>	Colluvions

Bonne tenue des parois de fouille, aucune venue d'eau.



T09

Date	Météo	Coordonnées		Altitude [msm]
29.10.2020	Nuit	X : 2'571'052.5	Y : 1'145'971.3	867.9

Profondeur (m)		Description des sols	Résumé géologique
0	1.6	Pierres et blocs (jusqu'à 90cm de diamètre) arrondis à subanguleux, graveleux, peu argilo-sableux, présence de radicelles jusqu'à 0.2m, racine à 0.1m, brun foncé, humide, pulvérulent.	Remblais
1.6	2.6	Argile maigre graveleuse (anguleux), comportant des pierre, présence de morceaux de bois, beige et gris avec teintes ocres, peu humide, cohésif, très ferme à dur (qu 200 à 250kPa) Essai de portance au déflectomètre dynamique à une profondeur de 2.0m : EVD = 5.9MN/m² - M_{E1} = 5.8MN/m² (estimation)	Colluvions

Mauvaise tenue des parois de fouille dans les remblais, aucune venue d'eau.

Un essai d'infiltration a été réalisé dans les colluvions. Ces matériaux ont montré une **valeur de perméabilité de $6.0 * 10^{-4}$ m/s**, qui correspond à une **capacité d'infiltration spécifique du sol de 3.6 l/min*m²**.



Nomenclature et description du sol et des essais

Nomenclature des coupes de sondage

Annexées au présent rapport, les feuilles récapitulatives (log) indiquent pour chaque sondage carotté:

- Les cotes avec l'altitude, la profondeur et l'épaisseur des couches traversées.
- Les observations hydrogéologiques signalées par le sondeur en cours de forage et celles relevées dans le forage non revêtu et/ou dans le tube piézométrique ultérieurement.
- Le profil géotechnique avec la position des échantillons prélevés.
- La classification USCS de l'échantillon de sol, pour la roche, la valeur RQD (Rock Quality Designation) est indiquée dans cette colonne.
- les résultats des essais de battage SPT (Standard Penetration Test) – nbre de coups par 15 cm de pénétration.
- la résistance à la compression uniaxiale mesurée sur carotte à l'aide du pénétrömètre de chantier SOILTEST q_{up} (kN/m²)
- la résistance globale au cisaillement mesurée sur carotte à l'aide du scissomètre GEONOR à ailettes C_{us} (kN/m²)
- Les caractéristiques naturelles des sols, teneur en eau w (%), et poids volumique apparent humide γ (kN/m³)
- La description géotechnique des sols
- Le résumé géologique des couches traversées

Résultats des essais

Les essais en laboratoire sont récapitulés dans le tableau en annexe donnant :

- Les caractéristiques naturelles des échantillons prélevés :

La teneur en eaux naturelle	w	(%)
Le poids volumique apparent humide	γ	(kN/m ³)
Le poids volumique apparent sec	γ_d	(kN/ m ³)
- La classification USCS de l'échantillon de sol
- Les caractéristiques de la composition granulométrique :

Tamisat pour le gravier	G	(% du poids)
Tamisat pour le sable	S	(% du poids)
Tamisat pour le limon + argile	$L+A$	(% du poids)
Diamètre max. des grains	\emptyset	max. (mm)
- Les limites d'Atterberg :

Limite de liquidité	w_L	(%)
Limite de plasticité	w_p	(%)
Indice de plasticité	I_p	(%)

- Les résultats de l'essai de cisaillement direct exécuté dans la boîte de CASAGRANDE :
 - a. rapide, non consolidé et non drainé (UU)
 - Angle apparent de frottement interne ϕ_u (°)
 - Cohésion apparente C_u (kN/ m²)
 - b. lent, consolidé drainé (CD)
 - Angle de frottement interne effectif ϕ' (°)
 - Cohésion effective C' (kN/ m²)
- La résistance à la compression uniaxiale mesurée sur carotte à l'aide du pénétromètre de chantier SOILTEST q_{up} (kN/ m²)
- La résistance globale au cisaillement mesurée sur carotte à l'aide du scissomètre GEONOR à ailettes C_{up} (kN/m²)
- Les modules de compressibilité établis sur la base de l'essai œdométrique, calculés dans les intervalles de contraintes :
 - $\sigma_1 - \sigma_2$ (100 – 200 kN/m²) M_{oed} (kN/m²)
 - $\sigma_2 - \sigma_3$ (200 – 400 kN/m²) M_{oed} (kN/m²)
- Les résultats de l'essai de compactage AASHTO standard :
 - Poids volumique apparent sec max. $\gamma_d \text{ max}$ (kN/m³)
 - Teneur en eau optimale $w \text{ opt}$ (kN/m²)

Désignation de la compacité et consistance des sols selon sn 670 004-28-na

La compacité des sols grossiers est déterminée par les mesures au pénétromètre dynamique SPT ou estimée sur la base de la résistance à la pénétration des tubes carottiers. La corrélation entre les termes utilisés dans les descriptions géotechniques et les mesures figurent dans le tableau suivant :

Sols grossiers - Désignation de la compacité et relations			
Compacité	Indice de densité I_D (%)	Compacité D (-)	Essai de pénétration standard N_{SPT} (-)
Très lâche	< 15	< 0.15	< 4
Lâche	15...35	0.15...0.30	4...10
Moyennement compact	35...65	0.30...0.50	10...30
Compact	65...85	0.50...0.80	30...50
Très compact	85...100	> 0.80	> 50

Note :

Le nombre de coups pour les premiers 15 cm de pénétration est en général ignoré. Le nombre de coups NSPT présenté dans le tableau est pour un enfoncement des derniers 30 cm.

La consistance des sols fins peut être déterminée sur carotte avec des valeurs de la résistance à la compression simple Q_u (kN/m²) et/ou la résistance globale au cisaillement S_u (kN/m²). Les résultats des essais de battage SPT peuvent également être utilisés.

La corrélation entre les termes utilisés pour décrire la consistance des sols fins et le résultat des essais in situ est donnée ci-après :

Sols fins - Désignation de la consistance et relations							
Etats du sol	Consistance	Essai manuel 1 selon l'EN ISO 14688-1 (2)	Essai manuel 2 (usuel en Suisse)	Indice de consistance IC (-)	Résistance à la compression uniaxiale q_u (kN /m ²)	Résistance globale au cisaillement S_u (kN /m ²)	Standard Penetration Test N_{SPT} (-)
Liquide W_L	Très molle	Le sol suinte entre les doigts lorsqu'il est compressé dans la main	Le sol se déforme sous son propre poids	< 0.05	< 25	< 10	0...2
	Molle	Le sol peut être façonné par une légère pression des doigts	Le sol peut être séparé entre le pouce et l'index	0.05...0.25	25...50	10 – 25	2...4
Plastique W_P	Ferme (moyenne)	Le sol se désagrège et se brise lorsqu'il est roulé en rouleaux de 3 mm de diamètre sans se briser ni se désagréger	Le pouce s'enfonce sans forcer dans le sol	0.25...0.75	50...100	25 – 50	4...8
	Très ferme (raide)	Le sol se désagrège et se brise lorsqu'il est roulé en rouleaux de 3 mm de diamètre mais est encore suffisamment humide pour être de nouveau façonné	Le pouce s'enfonce dans le sol en forçant	0.75...1.0	100...200	50 – 100	8...15
Semi-solide	Dure	Le sol a séché et est essentiellement de couleur claire. Il ne peut plus être façonné mais se désagrège sous la pression. Il peut être rayé par l'ongle du pouce	Le pouce ne laisse qu'une marque faible sur la surface du sol	> 1.0 $w > w_s$	200...400	> 100	15...30
W_s	Très dure		Le pouce ne laisse aucune marque en surface du sol.	> 1.0 $w > w_s$	> 400	---	> 30

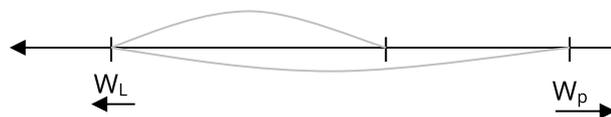
$$I_c = \frac{W_L - W}{I_p}$$

$$I_p = W_L - W_P$$

$$C_U = \frac{q_u}{2}$$

$$q_{up} = 2 \cdot C_{us}$$

W Teneur en eau
 W_L Limite de liquidité
 W_P Limite de plasticité
 W_s Limite de retrait



C_u Résistance au cisaillement non drainé
 C_{us} Résistance au cisaillement non drainé mesurée au scissomètre de poche ou de laboratoire
 q_u Résistance à la compression uniaxiale
 q_{up} Résistance à la compression uniaxiale mesurée au pénétromètre de poche
 S_u Résistance globale au cisaillement

Note :

Le nombre de coups pour les premiers 15 cm de pénétration est en général ignoré. Le nombre de coups NSPT présenté dans le tableau est pour un enfoncement des derniers 30 cm.

Qualité de la roche

Pour le rocher, un indice de fracturation est utilisé, pour chaque formation ou par tronçon de longueur fixée. Le coefficient RQD (Rock Quality Designation) est utilisé à cet effet, il représente un taux de carottage modifié défini comme suit :

$$RQD = \frac{\sum(L > 10cm)}{L_{totale}} \times 100$$

Les éléments de longueur supérieure à 10 cm doivent être durs et sains.

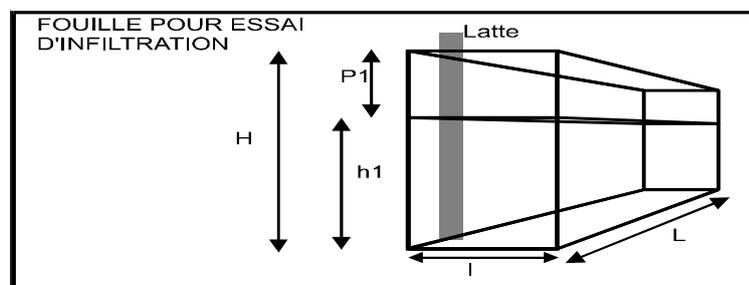
DEERE (1968) a proposé une échelle de classification :

RQD	Densité de fracturation	Qualité du massif
100 %	Nulle à très faible	Excellente
90%	Faible	Bonne
75 %	Moyenne	Moyenne
50 %	Forte	Mauvaise
25 %	Très forte	Très mauvaise

La dureté de la roche déterminée sur carotte et figurant dans les descriptifs est basée sur l'échelle de SIMR, soit :

Description	Identification sur carotte	σ_c (MN/m ²)
Roche extrêmement tendre	Entaillée par l'ongle du pouce	0.25 – 1
Roche très tendre	Se désagrège sous des coups fermes avec la pointe du marteau, peut être pelée au couteau	1 – 5
Roche tendre	Peut être pelée au couteau avec peine, un coup ferme de la pointe du marteau laisse une empreinte peu profonde	5 – 25
Roche moyennement dure	Ne peut être raclée ou pelée au couteau, un échantillon peut être fracturé par un bon coup de marteau	25 – 50
Roche dure	Il faut plus d'un coup de marteau pour fracturer un échantillon	50 – 100
Roche très dure	Il faut de nombreux coups de marteau pour fracturer un échantillon	100 – 250
Roche extrêmement dure	Un échantillon ne peut être qu'écaillé avec le marteau	> 250

PROJET : Gare de Rossinière LIEU : Commune de Rossinière N° AFFAIRE : 11884
FOUILLE n° : T09 TYPE D'ESSAI REALISE : Essai à charge variable COLLABORATEURS : SGR DATE : 29.10.2020 METEO : Nuit



$$k = \frac{-C}{60 * (t_2 - t_1)} xLn \frac{H - P_2 + C}{H - P_1 + C}$$

$$\text{avec } C = \frac{L * I}{2 * (L + I)}$$

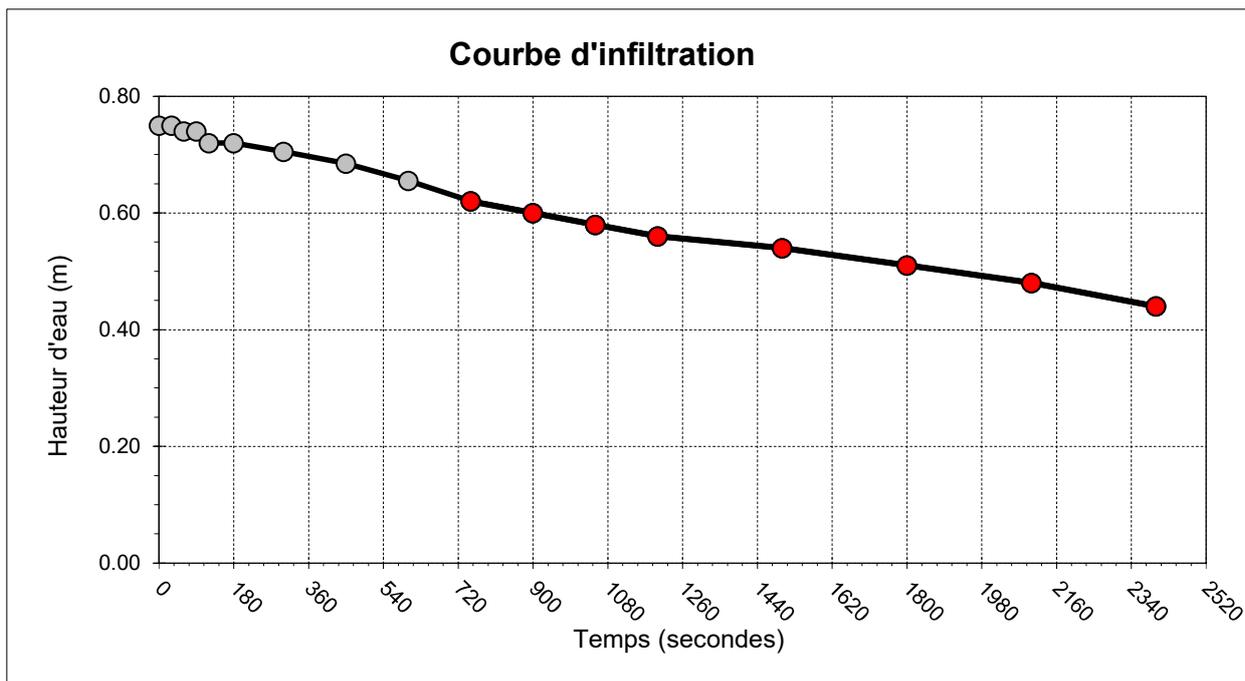
Dimension moyenne de la fouille dans la tranche mouillée				
Hauteur fouille	Longueur fouille	Largeur fouille	Hauteur piquet de référence	Constante
H [m]	L [m]	I [m]	[m]	C
0.80	2.10	0.60	5.10	0.2333

Mesures et perméabilité selon la formule de Porchet					
Mesures	Temps [s]	P brut [m]	P1 [m]	h1 [m]	k [m/s]
1	0	5.150	0.050	0.75	
2	30	5.150	0.050	0.75	0.0E+00
3	60	5.160	0.060	0.74	8.0E-05
4	90	5.160	0.060	0.74	0.0E+00
5	120	5.180	0.080	0.72	1.6E-04
6	180	5.180	0.080	0.72	0.0E+00
7	300	5.195	0.095	0.70	3.1E-05
8	450	5.215	0.115	0.69	3.4E-05
9	600	5.245	0.145	0.66	5.2E-05
10	750	5.280	0.180	0.62	6.3E-05
11	900	5.300	0.200	0.60	3.7E-05
12	1050	5.320	0.220	0.58	3.8E-05
13	1200	5.340	0.240	0.56	3.9E-05
14	1500	5.360	0.260	0.54	2.0E-05
15	1800	5.390	0.290	0.51	3.1E-05
16	2100	5.420	0.320	0.48	3.2E-05
17	2400	5.460	0.360	0.44	4.5E-05

Moyenne					k [m/s]
9	600		0.15	0.66	3.6E-05
17	2400		0.36	0.44	

Infiltration spécifique					
Mesures	Temps [s]	h [m]	Surf mouillée totale [m ²]	Infiltration spécifique [l/s/m ²]	Infiltration [l/min/m ²]
1	0	0.750	3.285		
2	30	0.750	3.285	0.00	0.0
3	60	0.740	3.258	0.13	7.7
4	90	0.740	3.258	0.00	0.0
5	120	0.720	3.204	0.26	15.5
6	180	0.720	3.204	0.00	0.0
7	300	0.705	3.164	0.05	2.9
8	450	0.685	3.110	0.05	3.2
9	600	0.655	3.029	0.08	4.9
10	750	0.620	2.934	0.10	5.8
11	900	0.600	2.880	0.06	3.4
12	1050	0.580	2.826	0.06	3.5
13	1200	0.560	2.772	0.06	3.6
14	1500	0.540	2.718	0.03	1.8
15	1800	0.510	2.637	0.05	2.8
16	2100	0.480	2.556	0.05	2.9
17	2400	0.440	2.448	0.07	3.9

Moyenne	[l/s/m ²]	[l/min/m ²]
9 à 17	6.0E-02	3.6



N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
0.60 m

N° Sondage
P1

Date essai
05.11.2020

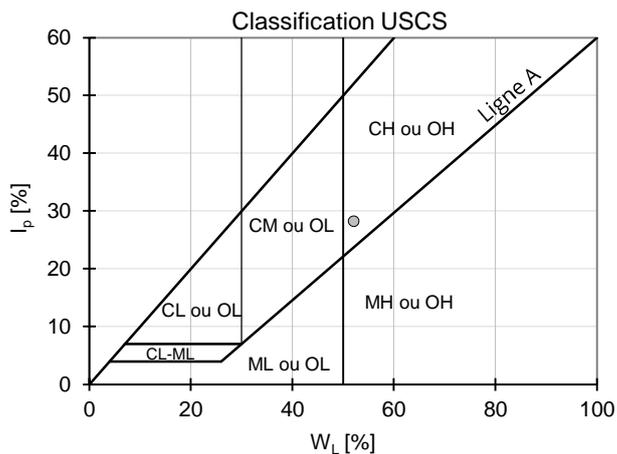
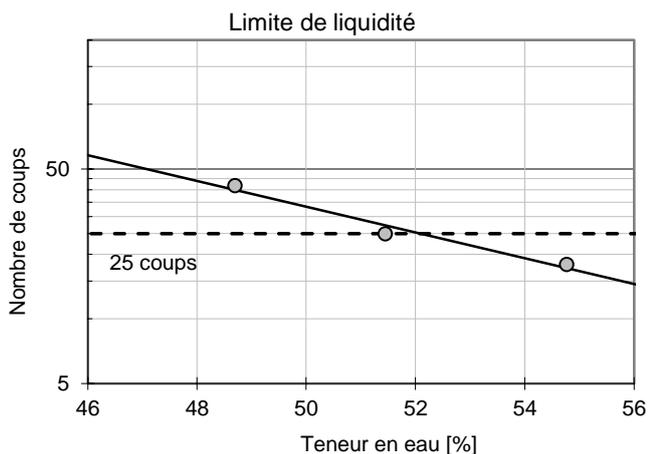
N° Echantillon
1

Détermination de la **limite de plasticité** w_p

Masse brute humide	[g]	32.9	30.5	34.2
Masse brute sèche	[g]	30.8	28.9	32.4
Masse tare	[g]	22.0	22.2	24.6
Teneur en eau	[%]	24.6	23.8	23.3

Détermination de la **limite de liquidité** w_L

Nombre de coups		42	25	18
Masse brute humide	[g]	54.5	53.2	57.7
Masse brute sèche	[g]	45.9	44.7	49.4
Masse tare	[g]	28.3	28.1	34.2
Teneur en eau	[%]	48.7	51.4	54.8



Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Classification USCS
$w_p = 23.9\%$	$w_L = 52.1\%$	$I_p = 28.2\%$	CH

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
GKI

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
1.25 - 1.70 m

N° Sondage
S1

Date essai
16.11.2020

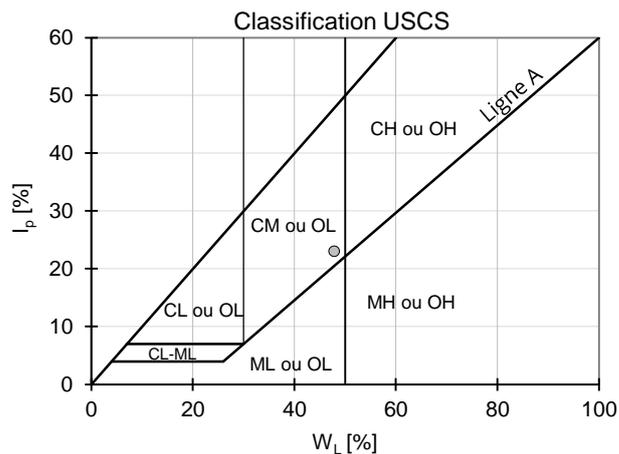
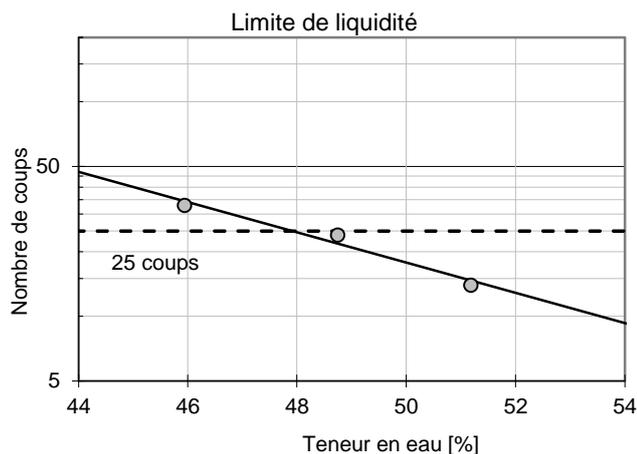
N° Echantillon
3

Détermination de la **limite de plasticité w_p**

Masse brute humide	[g]	33.7	34.4	36.9
Masse brute sèche	[g]	31.5	32.2	34.1
Masse tare	[g]	22.3	23.3	22.8
Teneur en eau	[%]	24.4	25.5	24.9

Détermination de la **limite de liquidité w_L**

Nombre de coups		33	24	14
Masse brute humide	[g]	55.8	59.4	58.0
Masse brute sèche	[g]	47.3	47.8	47.8
Masse tare	[g]	28.9	23.9	27.9
Teneur en eau	[%]	45.9	48.7	51.2



Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Classification USCS
$w_p = 24.9\%$	$w_L = 47.9\%$	$I_p = 23.0\%$	CM (OL)

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
SCA

Remarques
Argile maigre ou Argile organique à plasticité faible

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
3.25 - 3.80 m

N° Sondage
S1

Date essai
12.11.2020

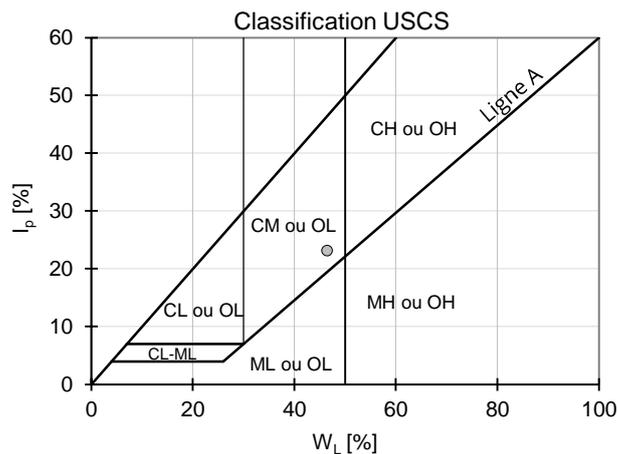
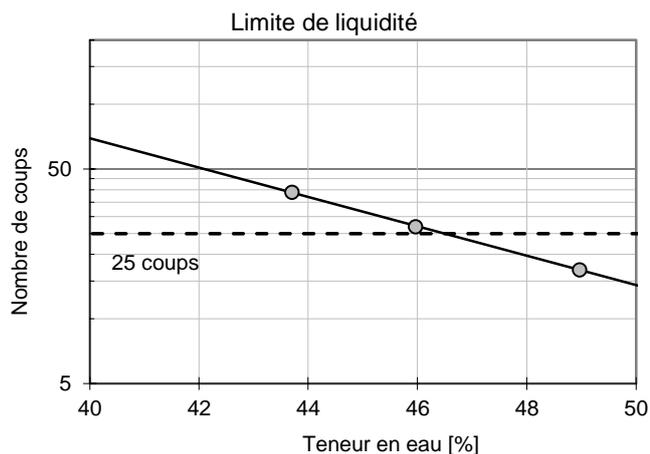
N° Echantillon
4

Détermination de la **limite de plasticité** w_p

Masse brute humide	[g]	35.0	34.0	38.8
Masse brute sèche	[g]	32.6	31.8	35.6
Masse tare	[g]	22.3	22.3	22.1
Teneur en eau	[%]	23.0	23.7	23.6

Détermination de la **limite de liquidité** w_L

Nombre de coups		39	27	17
Masse brute humide	[g]	53.8	53.0	51.9
Masse brute sèche	[g]	46.0	45.0	44.1
Masse tare	[g]	28.1	27.7	28.1
Teneur en eau	[%]	43.7	46.0	49.0



Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Classification USCS
$w_p = 23.4\%$	$w_L = 46.5\%$	$I_p = 23.1\%$	CM

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
SUI

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
1.00 m

N° Sondage
T08

Date essai
09.11.2020

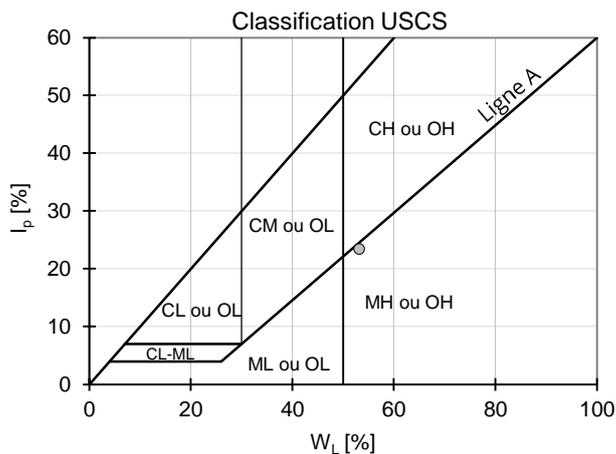
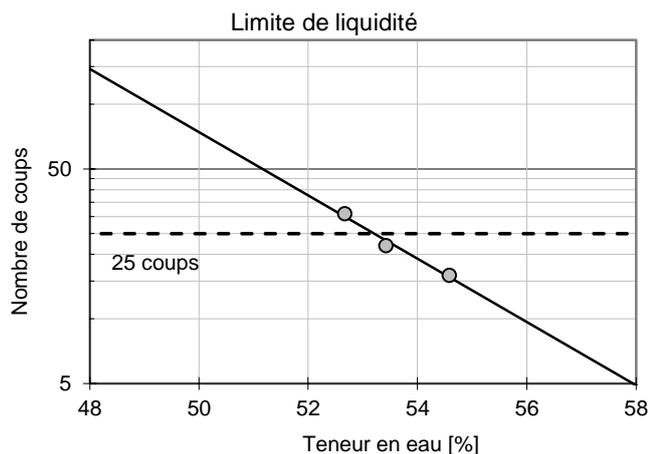
N° Echantillon
6

Détermination de la **limite de plasticité** w_p

Masse brute humide	[g]	31.8	31.7	34.4
Masse brute sèche	[g]	29.7	29.3	31.6
Masse tare	[g]	22.2	21.5	22.3
Teneur en eau	[%]	29.2	30.1	30.1

Détermination de la **limite de liquidité** w_L

Nombre de coups		31	22	16
Masse brute humide	[g]	59.6	55.0	62.3
Masse brute sèche	[g]	48.7	45.5	52.4
Masse tare	[g]	28.1	27.7	34.2
Teneur en eau	[%]	52.7	53.4	54.6



Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Classification USCS
$w_p = 29.8\%$	$w_L = 53.2\%$	$I_p = 23.4\%$	OH

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
GKI

Remarques
Limon organique à plasticité haute

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
0.80 m

N° Sondage
T7

Date essai
06.11.2020

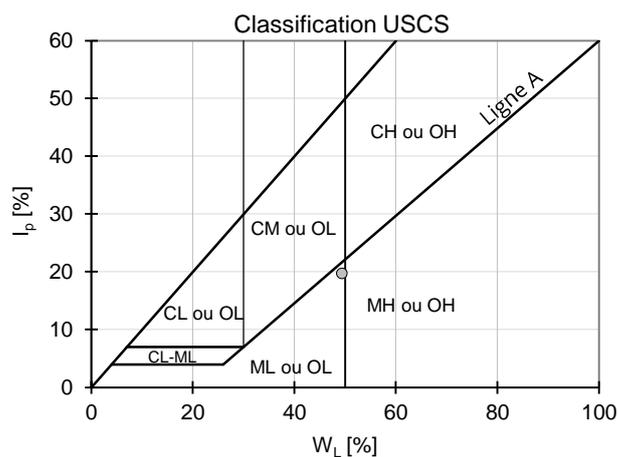
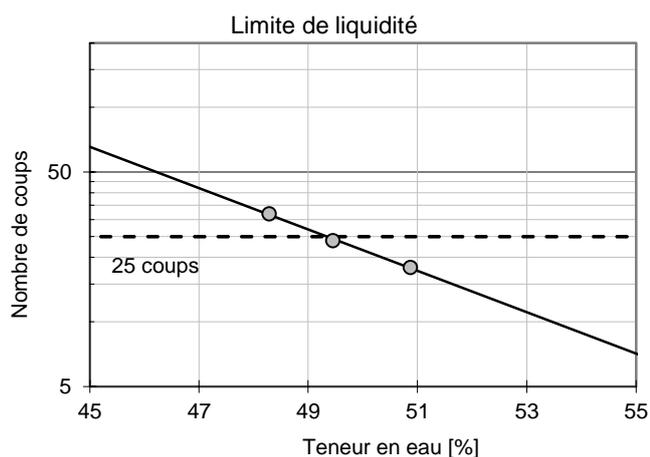
N° Echantillon
7

Détermination de la **limite de plasticité** w_p

Masse brute humide	[g]	33.5	28.7	29.3
Masse brute sèche	[g]	30.8	26.8	27.3
Masse tare	[g]	22.0	20.3	20.7
Teneur en eau	[%]	30.3	28.9	29.9

Détermination de la **limite de liquidité** w_L

Nombre de coups		32	24	18
Masse brute humide	[g]	46.0	55.7	50.8
Masse brute sèche	[g]	38.8	46.6	43.2
Masse tare	[g]	23.9	28.4	28.3
Teneur en eau	[%]	48.3	49.5	50.9



Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Classification USCS
$w_p = 29.7\%$	$w_L = 49.4\%$	$I_p = 19.7\%$	ML

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
SCA

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
6.00 - 7.00 m

N° Sondage
S2

Date essai
04.11.2020

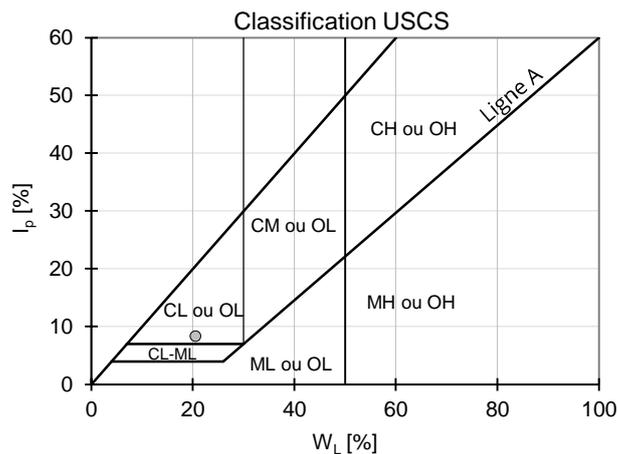
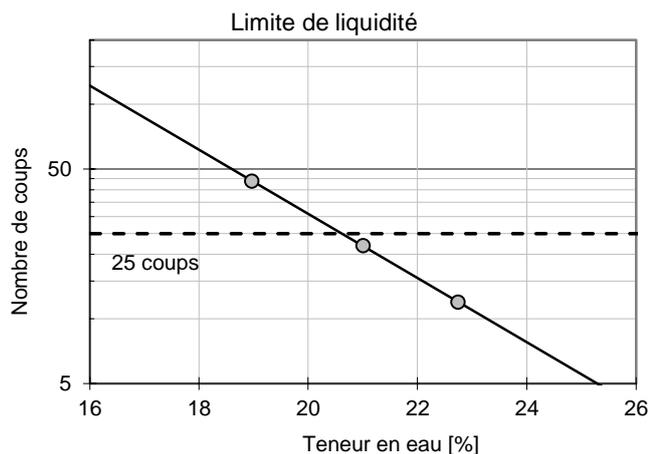
N° Echantillon
8

Détermination de la **limite de plasticité** w_p

Masse brute humide	[g]	31.3	34.3	34.3
Masse brute sèche	[g]	30.1	32.7	33.1
Masse tare	[g]	20.8	20.1	23.3
Teneur en eau	[%]	12.7	12.1	12.0

Détermination de la **limite de liquidité** w_L

Nombre de coups		44	22	12
Masse brute humide	[g]	67.3	67.7	69.0
Masse brute sèche	[g]	61.8	61.9	62.4
Masse tare	[g]	33.1	34.3	33.5
Teneur en eau	[%]	19.0	21.0	22.7



Limite de plasticité

$w_p = 12.3\%$

Limite de liquidité

$w_L = 20.6\%$

Indice de plasticité

$I_p = 8.3\%$

Classification USCS

CL

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
SCA

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
1.00 m

N° Sondage
T04

Date essai
06.11.2020

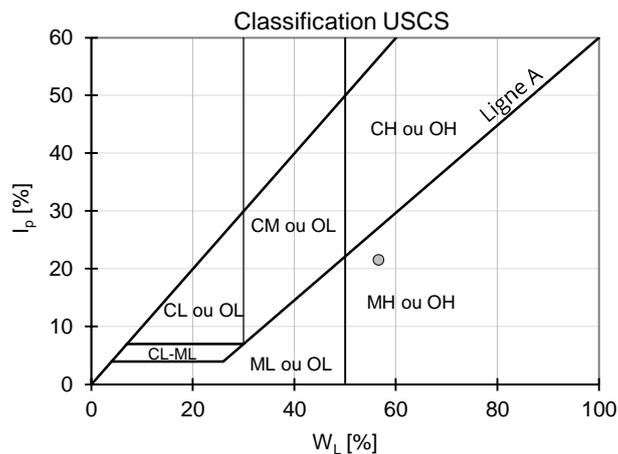
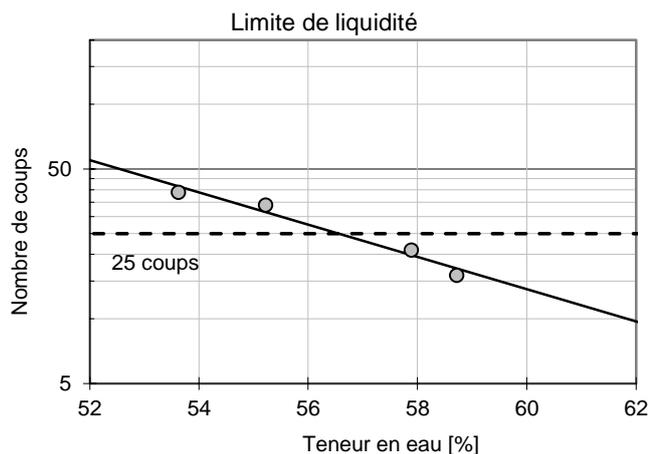
N° Echantillon
9

Détermination de la **limite de plasticité** w_p

Masse brute humide	[g]	31.2	28.8	31.8
Masse brute sèche	[g]	29.0	26.7	29.1
Masse tare	[g]	22.8	20.6	21.3
Teneur en eau	[%]	35.3	34.5	35.4

Détermination de la **limite de liquidité** w_L

Nombre de coups		39	34	21	16
Masse brute humide	[g]	51.6	59.5	61.1	53.0
Masse brute sèche	[g]	43.3	48.3	49.3	44.2
Masse tare	[g]	27.7	28.2	28.9	29.2
Teneur en eau	[%]	53.6	55.2	57.9	58.7



Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Classification USCS
$w_p = 35.1\%$	$w_L = 56.6\%$	$I_p = 21.5\%$	OH

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
SCA

Remarques
Limon organique à plasticité haute

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
0.70 m

N° Sondage
T06

Date essai
05.11.2020

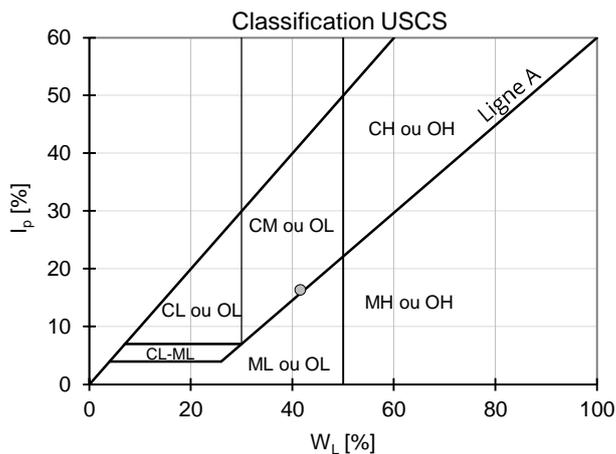
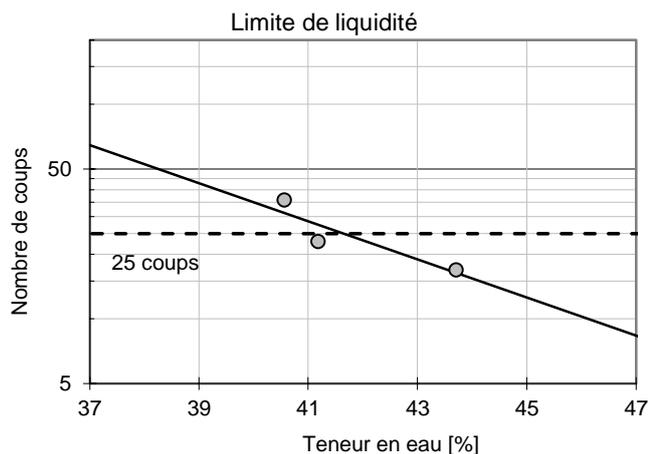
N° Echantillon
11

Détermination de la **limite de plasticité** w_p

Masse brute humide	[g]	34.8	40.7	34.6
Masse brute sèche	[g]	31.9	37.0	31.8
Masse tare	[g]	20.7	22.8	20.3
Teneur en eau	[%]	25.6	25.6	24.7

Détermination de la **limite de liquidité** w_L

Nombre de coups		36	23	17
Masse brute humide	[g]	53.7	57.4	52.4
Masse brute sèche	[g]	46.2	48.9	45.2
Masse tare	[g]	27.7	28.2	28.9
Teneur en eau	[%]	40.6	41.2	43.7



Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Classification USCS
$w_p = 25.3\%$	$w_L = 41.6\%$	$I_p = 16.3\%$	CM

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
GKI

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
2.10 m

N° Sondage
T9

Date essai
05.11.2020

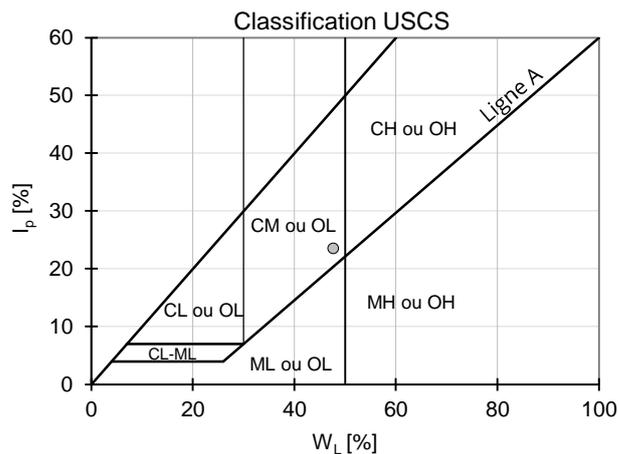
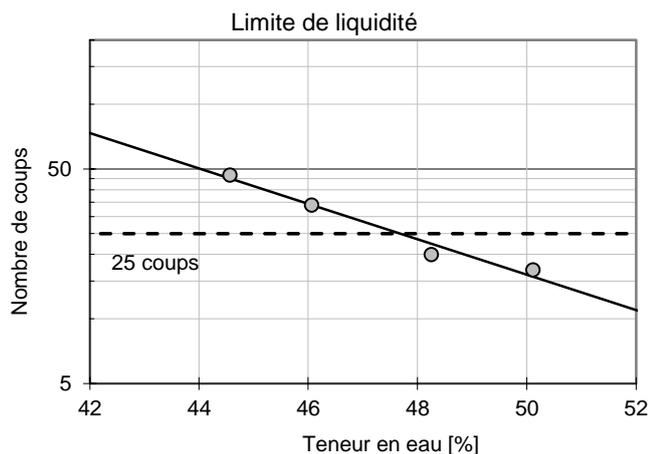
N° Echantillon
14

Détermination de la **limite de plasticité** w_p

Masse brute humide	[g]	32.5	33.8	29.6
Masse brute sèche	[g]	30.6	31.6	27.7
Masse tare	[g]	22.6	22.3	20.3
Teneur en eau	[%]	24.0	24.4	24.3

Détermination de la **limite de liquidité** w_L

Nombre de coups		47	34	20	17
Masse brute humide	[g]	51.6	57.6	56.1	54.5
Masse brute sèche	[g]	43.1	48.6	46.8	45.8
Masse tare	[g]	23.9	29.2	27.7	28.4
Teneur en eau	[%]	44.6	46.1	48.3	50.1



Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Classification USCS
$w_p = 24.2\%$	$w_L = 47.7\%$	$I_p = 23.5\%$	CM (OL)

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
GKI

Remarques
Argile maigre ou Argile organique à plasticité faible

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
0.80 m

N° Sondage
T18

Date essai
16.11.2020

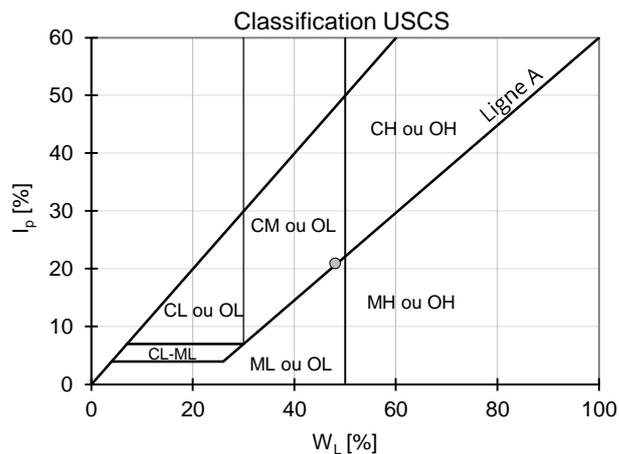
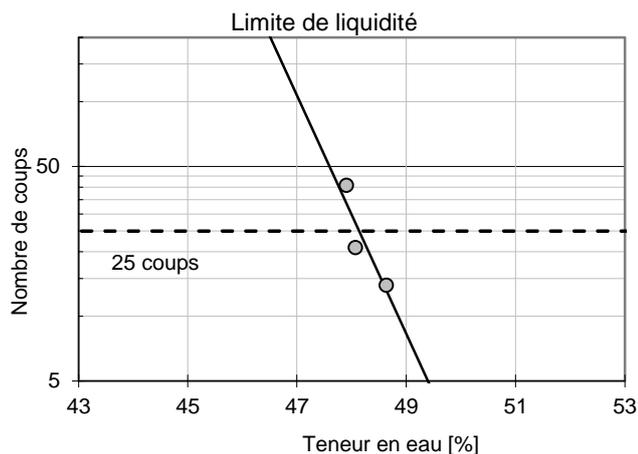
N° Echantillon
15

Détermination de la **limite de plasticité w_p**

Masse brute humide	[g]	30.1	32.0
Masse brute sèche	[g]	28.0	29.7
Masse tare	[g]	20.1	21.1
Teneur en eau	[%]	26.9	27.5

Détermination de la **limite de liquidité w_L**

Nombre de coups		41	21	14
Masse brute humide	[g]	56.6	48.8	48.4
Masse brute sèche	[g]	47.5	42.1	41.8
Masse tare	[g]	28.4	28.1	28.2
Teneur en eau	[%]	47.9	48.1	48.6



Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Classification USCS
$w_p = 27.2\%$	$w_L = 48.1\%$	$I_p = 20.9\%$	CM

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
SCA

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
0.80 m

N° Sondage
T03

Date essai
05.11.2020

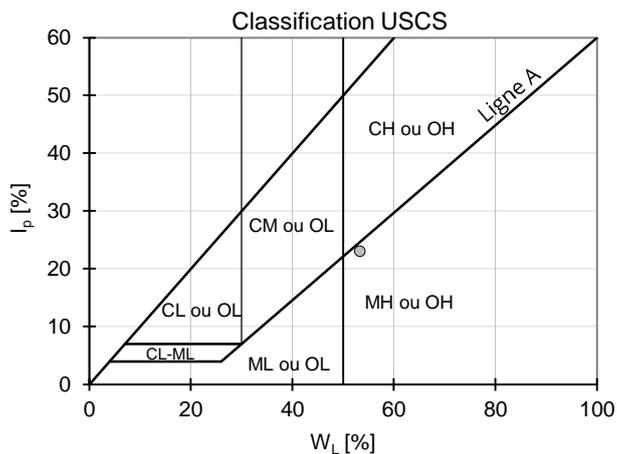
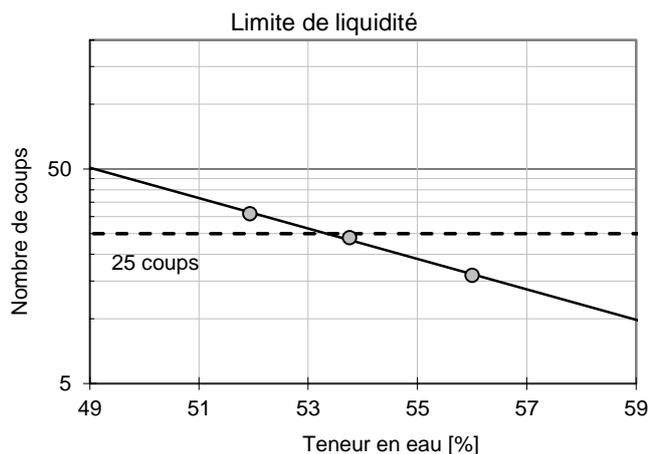
N° Echantillon
16

Détermination de la **limite de plasticité** w_p

Masse brute humide	[g]	36.6	35.7	37.2
Masse brute sèche	[g]	33.4	32.7	33.8
Masse tare	[g]	23.1	22.7	22.4
Teneur en eau	[%]	30.5	30.3	29.9

Détermination de la **limite de liquidité** w_L

Nombre de coups		31	24	16
Masse brute humide	[g]	58.2	59.7	56.9
Masse brute sèche	[g]	49.6	50.6	48.5
Masse tare	[g]	33.0	33.7	33.5
Teneur en eau	[%]	51.9	53.8	56.0



Limite de plasticité	Limite de liquidité	Indice de plasticité	Classification USCS
$w_p = 30.3\%$	$w_L = 53.3\%$	$I_p = 23.0\%$	OH

Paramètres d'essai: Tamisat de l'échantillon analysé < 0.5mm

Ing. / Resp.
SGR

Opérateur
GKI

Remarques
Limon organique à plasticité haute

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

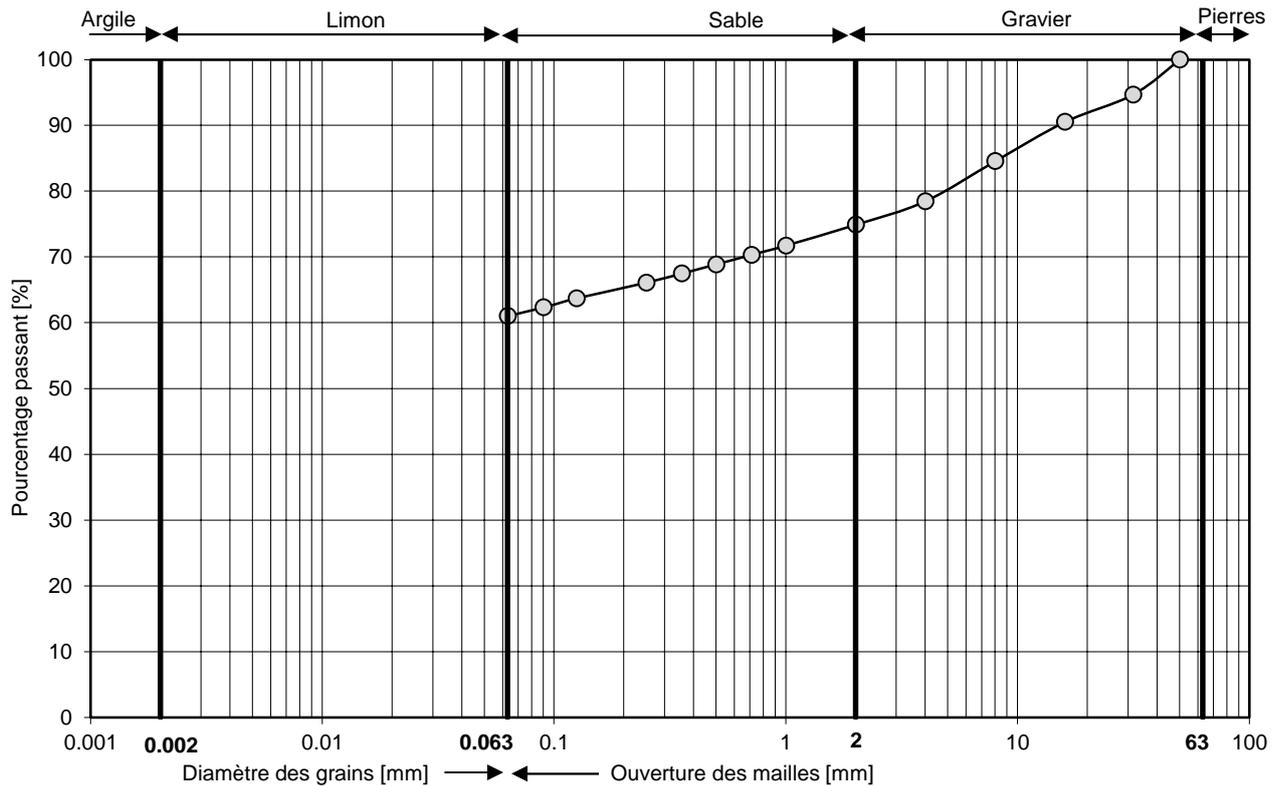
Profondeur
1.25 - 1.70 m

N° Sondage
S1

Date essai
29.10.2020

N° Echantillon
3

Limite de liquidité $W_L = 47.9 \%$ Limite de plasticité $W_P = 24.9 \%$ Indice de plasticité $I_P = 23.0 \%$



Gravier 2mm < Ø < 63 mm [%]	Sable 0.063 < Ø < 2 mm [%]	Limon + Argile Ø < 0.063mm [%]	Limon 0.002 < Ø < 0.063mm [%]	Argile Ø < 0.002mm [%]	Degré d'uniformité C_{ud} [-]	Courbure C_{cd} [-]
25.1	13.9	61.0	-	-	-	-

Classification USCS

CM (OL)

Paramètres d'essai

Ømax: 50mm

Ing. / Resp.

SGR

Opérateur

SUI

Remarques

Argile maigre ou Argile organique à plasticité faible avec gravier

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

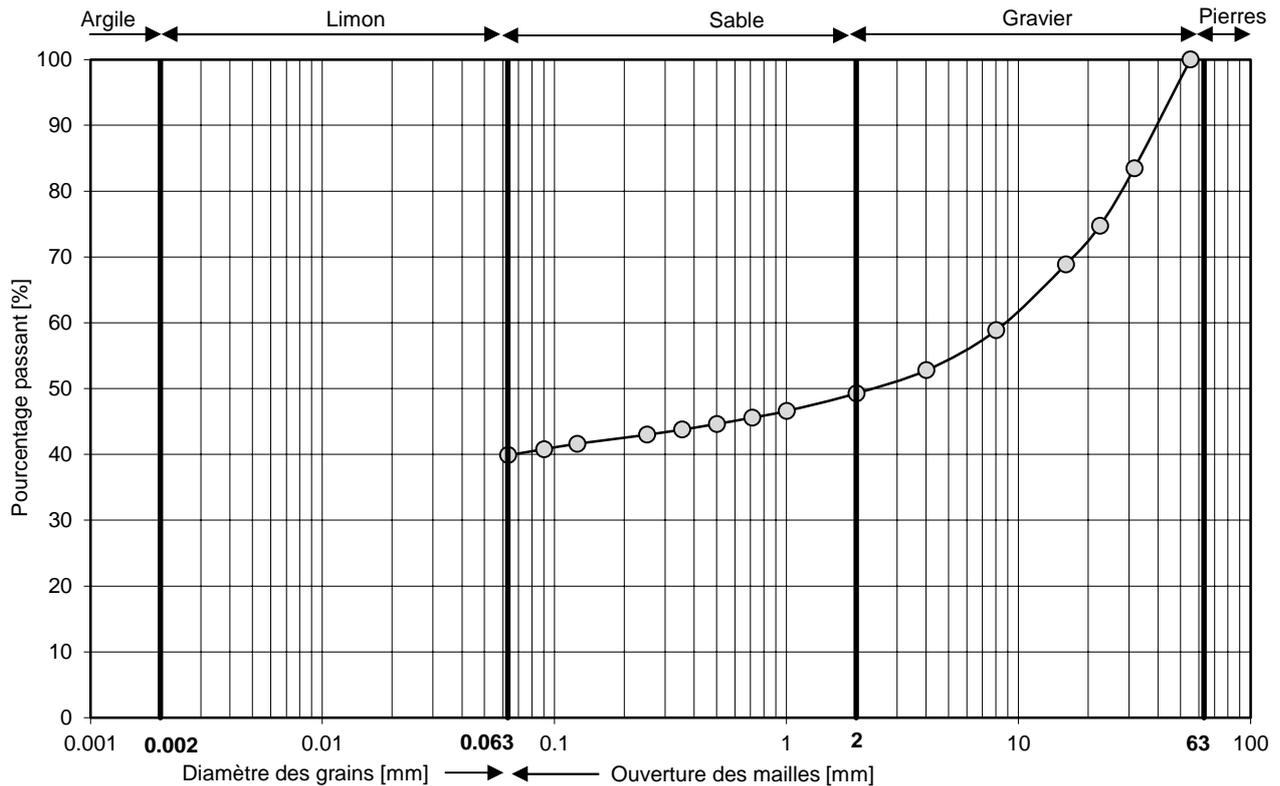
Profondeur
3.25 - 3.80 m

N° Sondage
S1

Date essai
29.10.2020

N° Echantillon
4

Limite de liquidité $W_L = 46.5 \%$ Limite de plasticité $W_P = 23.4 \%$ Indice de plasticité $I_P = 23.1 \%$



Gravier 2mm < Ø < 63 mm [%]	Sable 0.063 < Ø < 2 mm [%]	Limon + Argile Ø < 0.063mm [%]	Limon 0.002 < Ø < 0.063mm [%]	Argile Ø < 0.002mm [%]	Degré d'uniformité C_{ud} [-]	Courbure C_{cd} [-]
50.7	9.4	39.9	-	-	-	-

Classification USCS

GC

Paramètres d'essai

Ømax: 55mm

Ing. / Resp.

SGR

Opérateur

SUI

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
0.80 m

N° Sondage
T7

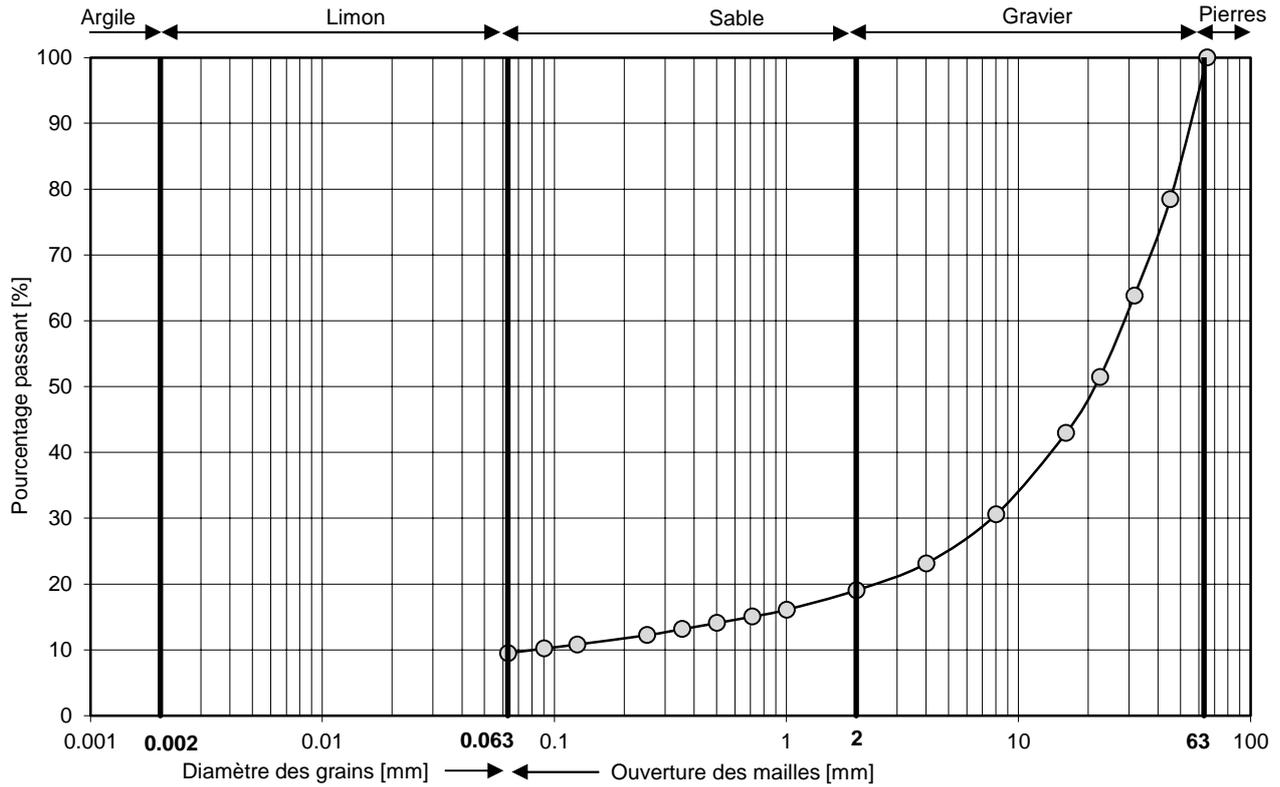
Date essai
03.11.2020

N° Echantillon
7

Limite de liquidité
 $W_L = 49.4 \%$

Limite de plasticité
 $W_P = 29.7 \%$

Indice de plasticité
 $I_P = 19.7 \%$



Gravier 2mm < Ø < 63 mm [%]	Sable 0.063 < Ø < 2 mm [%]	Limon + Argile Ø < 0.063mm [%]	Limon 0.002 < Ø < 0.063mm [%]	Argile Ø < 0.002mm [%]	Degré d'uniformité $C_{ud} [-]$	Courbure $C_{cd} [-]$
80.9	9.5	9.5	-	-	335	25.8

Classification USCS

GP-GM

Paramètres d'essai

Ømax: 65mm

Ing. / Resp.

SGR

Opérateur

SUI

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

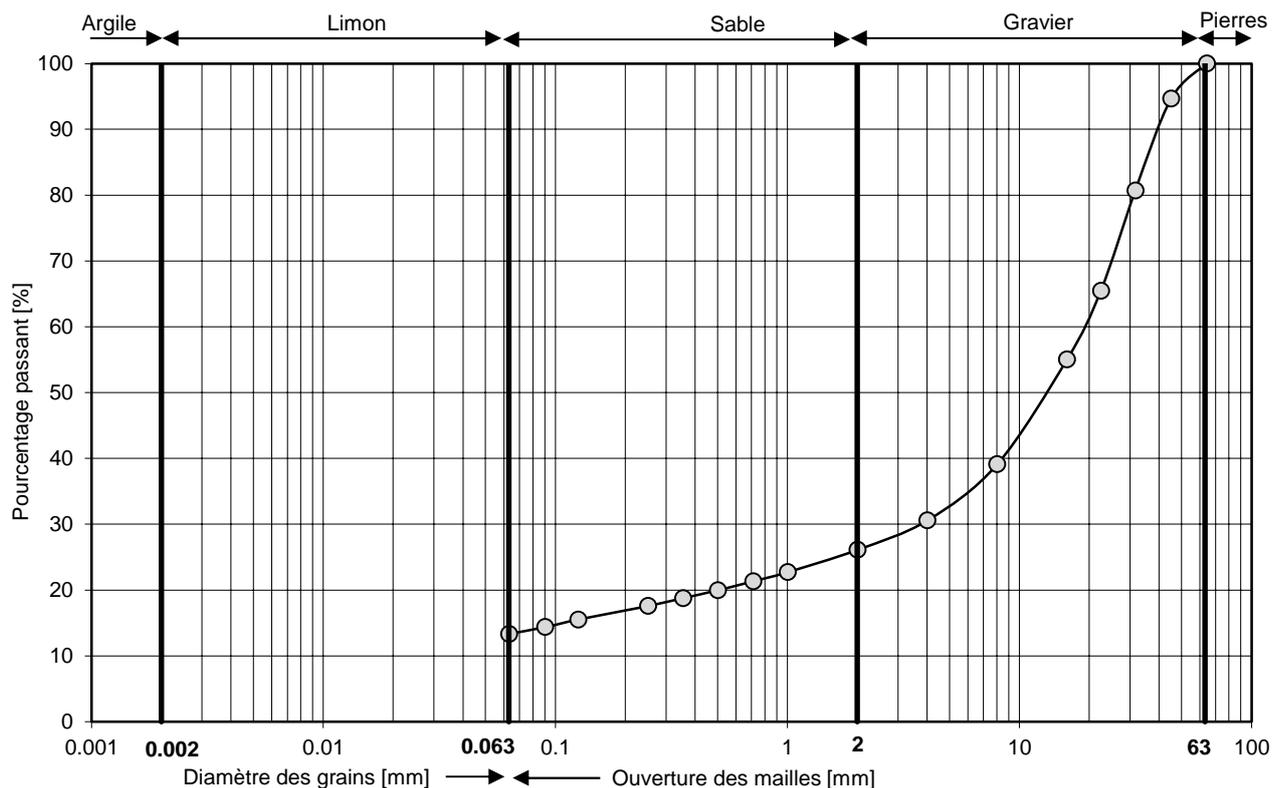
Profondeur
6.00 - 7.00 m

N° Sondage
S2

Date essai
03.11.2020

N° Echantillon
8

Limite de liquidité $W_L = 20.6 \%$ Limite de plasticité $W_P = 12.3 \%$ Indice de plasticité $I_P = 8.3 \%$



Gravier 2mm < Ø < 63 mm [%]	Sable 0.063 < Ø < 2 mm [%]	Limon + Argile Ø < 0.063mm [%]	Limon 0.002 < Ø < 0.063mm [%]	Argile Ø < 0.002mm [%]	Degré d'uniformité C_{ud} [-]	Courbure C_{cd} [-]
73.9	12.8	13.3	-	-	-	-

Classification USCS

GC

Paramètres d'essai

Ømax: 64mm

Ing. / Resp.

SGR

Opérateur

SUI

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

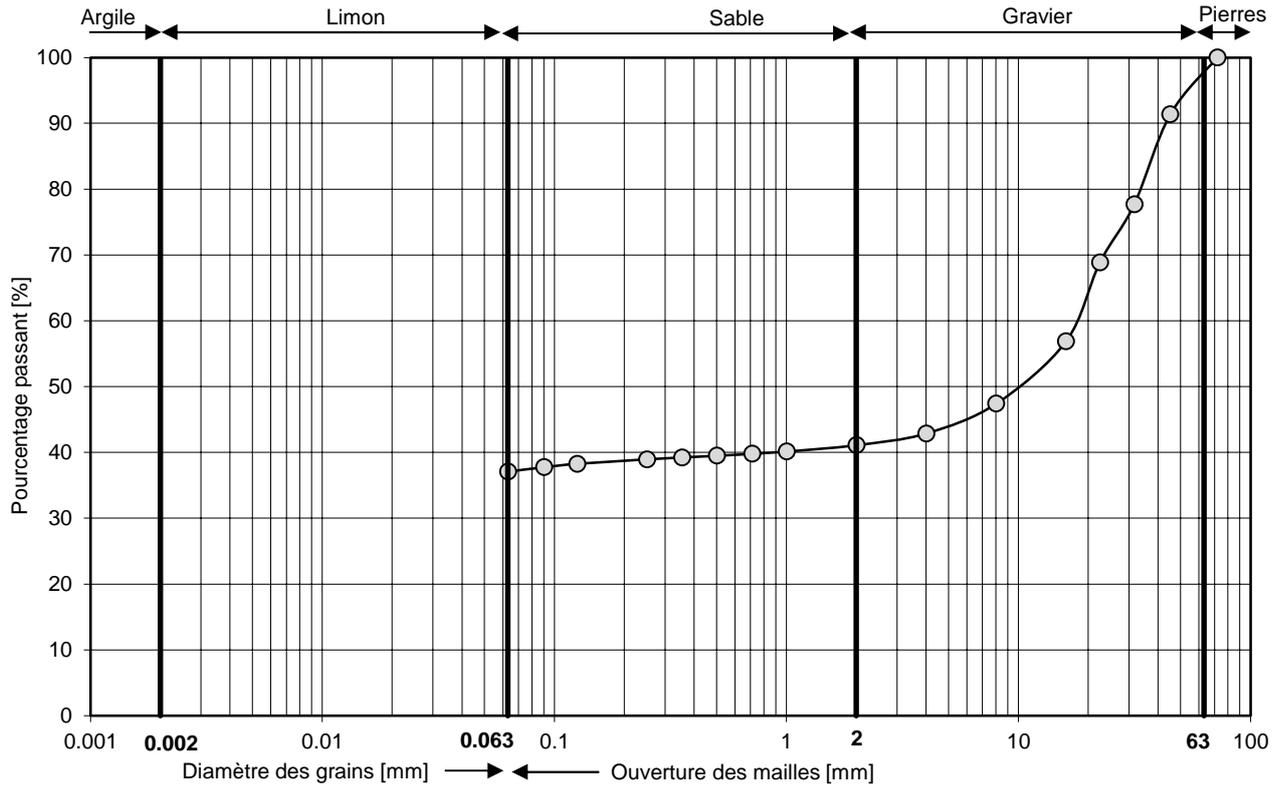
Profondeur
1.00 m

N° Sondage
T04

Date essai
03.11.2020

N° Echantillon
9

Limite de liquidité $W_L = 56.6 \%$ Limite de plasticité $W_P = 35.1 \%$ Indice de plasticité $I_P = 21.5 \%$



Gravier 2mm < Ø < 63 mm [%]	Sable 0.063 < Ø < 2 mm [%]	Limon + Argile Ø < 0.063mm [%]	Limon 0.002 < Ø < 0.063mm [%]	Argile Ø < 0.002mm [%]	Degré d'uniformité C_{ud} [-]	Courbure C_{cd} [-]
58.9	4.0	37.1	-	-	-	-

Classification USCS

GM

Paramètres d'essai

Ømax: 72mm

Ing. / Resp.

SGR

Opérateur

SUI

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

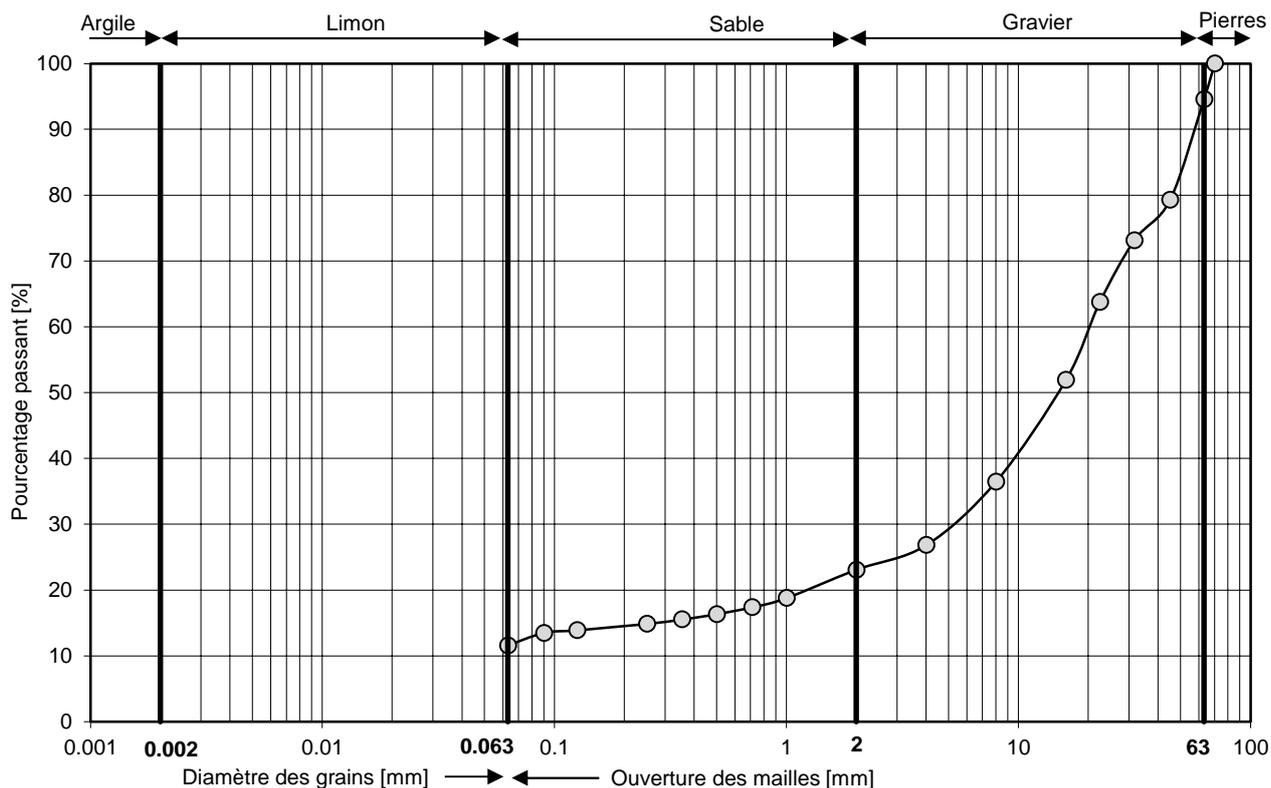
Profondeur
0.70 m

N° Sondage
T06

Date essai
03.11.2020

N° Echantillon
11

Limite de liquidité $W_L = 41.6 \%$ Limite de plasticité $W_P = 25.3 \%$ Indice de plasticité $I_P = 16.3 \%$



Gravier 2mm < Ø < 63 mm [%]	Sable 0.063 < Ø < 2 mm [%]	Limon + Argile Ø < 0.063mm [%]	Limon 0.002 < Ø < 0.063mm [%]	Argile Ø < 0.002mm [%]	Degré d'uniformité C_{ud} [-]	Courbure C_{cd} [-]
76.9	11.5	11.6	-	-	-	-

Classification USCS

GP-GC

Paramètres d'essai

Ømax: 70mm

Ing. / Resp.

SGR

Opérateur

SUI

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

Profondeur
2.10 m

N° Sondage
T9

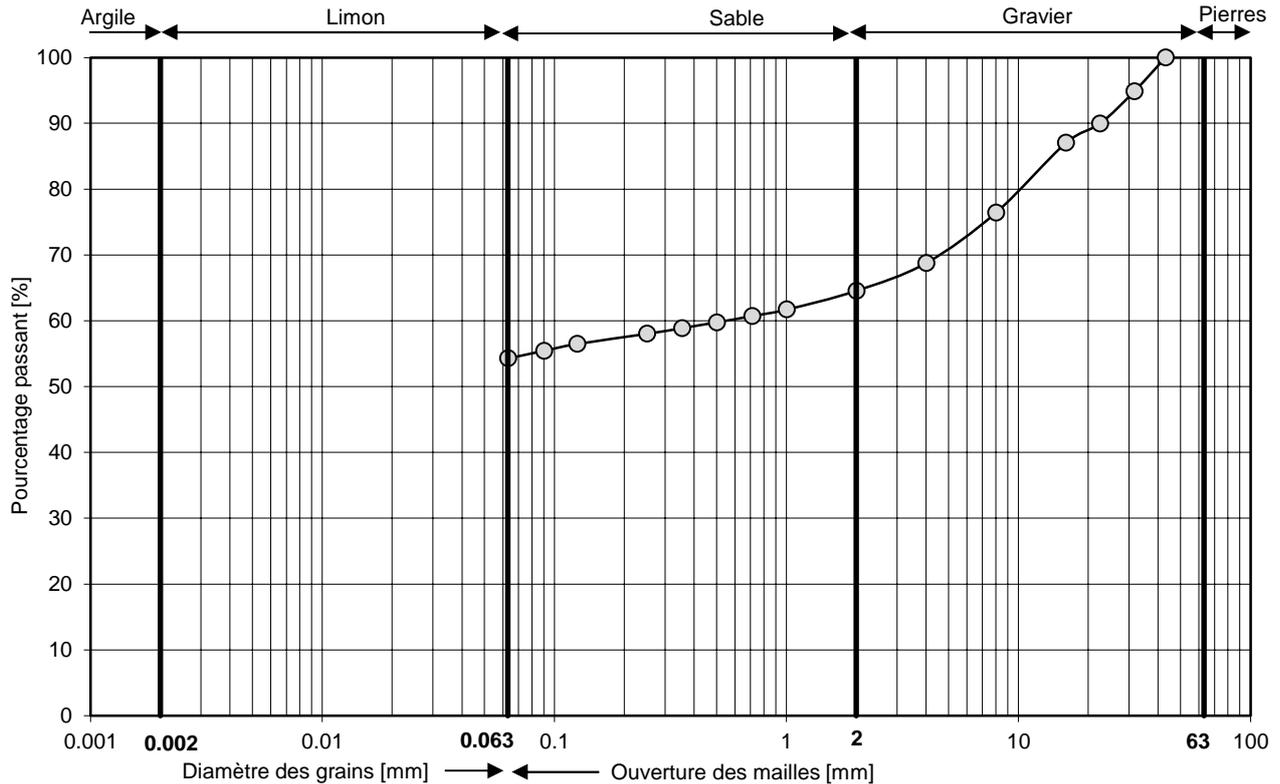
Date essai
03.11.2020

N° Echantillon
14

Limite de liquidité
 $W_L = 47.7 \%$

Limite de plasticité
 $W_P = 24.2 \%$

Indice de plasticité
 $I_P = 23.5 \%$



Gravier $2\text{mm} < \varnothing < 63\text{mm}$ [%]	Sable $0.063 < \varnothing < 2\text{mm}$ [%]	Limon + Argile $\varnothing < 0.063\text{mm}$ [%]	Limon $0.002 < \varnothing < 0.063\text{mm}$ [%]	Argile $\varnothing < 0.002\text{mm}$ [%]	Degré d'uniformité $C_{ud} [-]$	Courbure $C_{cd} [-]$
35.4	10.3	54.3	-	-	-	-

Classification USCS

CM (OL)

Paramètres d'essai

Ømax: 43mm

Ing. / Resp.

SGR

Opérateur

SUI

Remarques

Argile maigre ou Argile organique à plasticité faible avec gravier

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

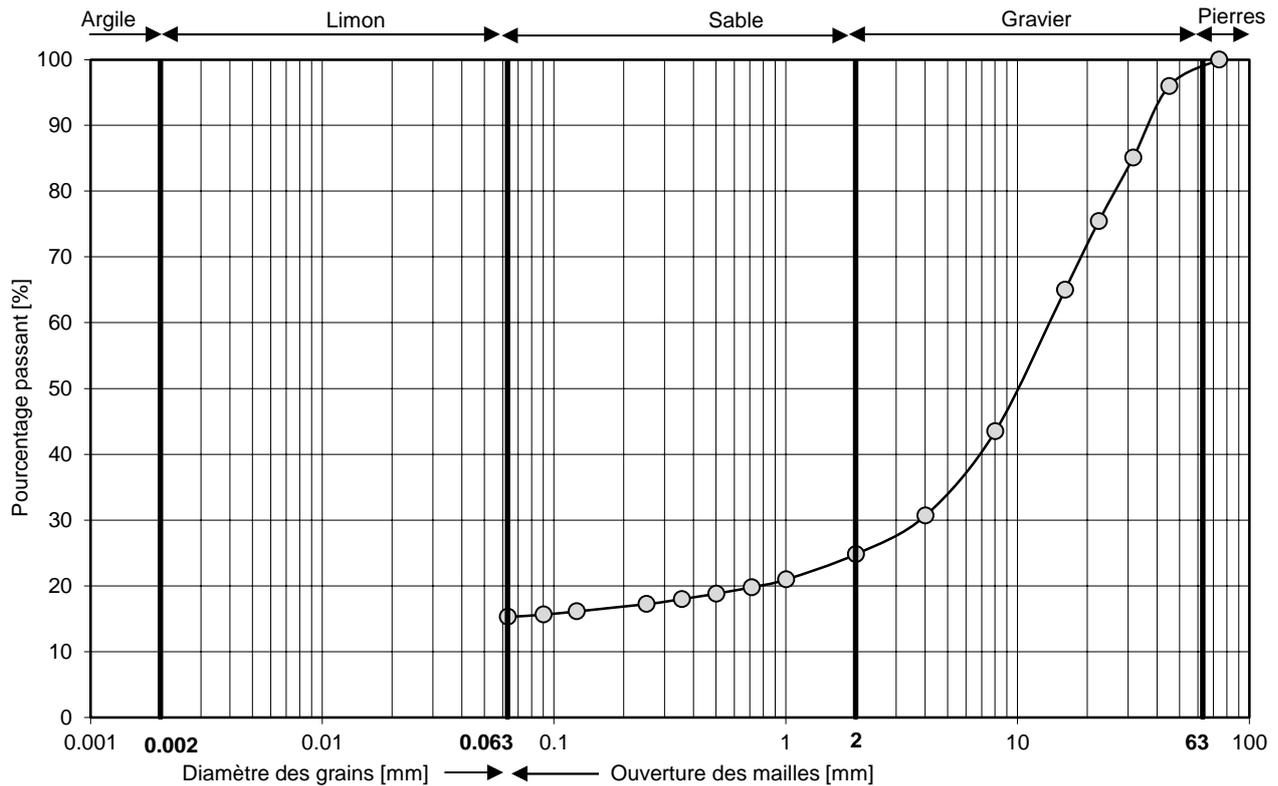
Profondeur
0.80 m

N° Sondage
T18

Date essai
03.11.2020

N° Echantillon
15

Limite de liquidité $W_L = 48.1 \%$ Limite de plasticité $W_P = 27.2 \%$ Indice de plasticité $I_P = 20.9 \%$



Gravier $2\text{mm} < \varnothing < 63\text{ mm}$ [%]	Sable $0.063 < \varnothing < 2\text{ mm}$ [%]	Limon + Argile $\varnothing < 0.063\text{mm}$ [%]	Limon $0.002 < \varnothing < 0.063\text{mm}$ [%]	Argile $\varnothing < 0.002\text{mm}$ [%]	Degré d'uniformité $C_{ud} [-]$	Courbure $C_{cd} [-]$
75.2	9.5	15.3	-	-	-	-

Classification USCS

GM

Paramètres d'essai

\varnothing_{max} : 74mm

Ing. / Resp.

SGR

Opérateur

SUI

Remarques

N° Affaire
11884

Etude
**Renouvellement des Gares de La Tine et de
Rossinière - voie de garage du Lanciau**

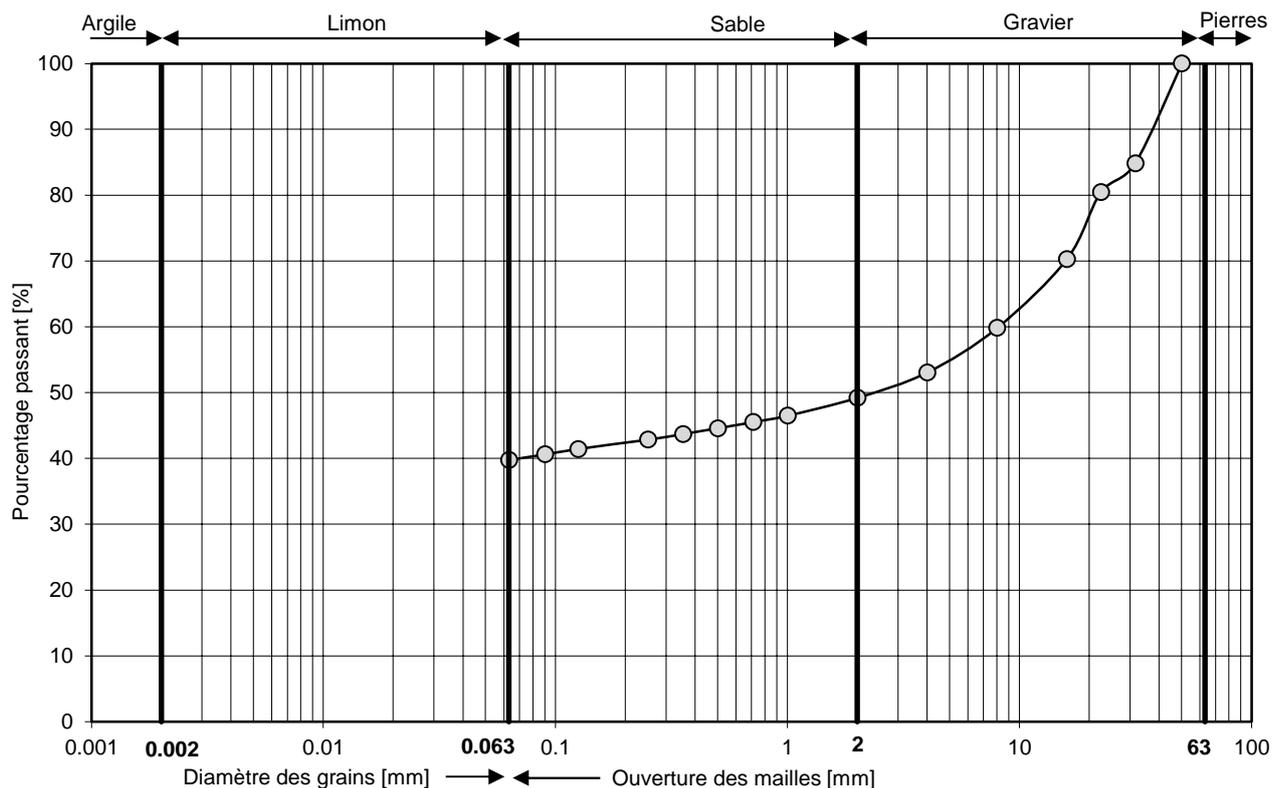
Profondeur
1.00 m

N° Sondage
T03

Date essai
04.11.2020

N° Echantillon
16

Limite de liquidité $W_L = 53.3 \%$ Limite de plasticité $W_P = 30.3 \%$ Indice de plasticité $I_P = 23.0 \%$



Gravier 2mm < Ø < 63 mm [%]	Sable 0.063 < Ø < 2 mm [%]	Limon + Argile Ø < 0.063mm [%]	Limon 0.002 < Ø < 0.063mm [%]	Argile Ø < 0.002mm [%]	Degré d'uniformité C_{ud} [-]	Courbure C_{cd} [-]
50.8	9.5	39.7	-	-	-	-

Classification USCS

GM

Paramètres d'essai

Ømax: 50mm

Ing. / Resp.

SGR

Opérateur

SUI

Remarques

Pierre Ø110 mm masse 1384.6 g non représentée sur le graphique



Karakas & Français
Avenue de Boveresses 44
M. Samuel Grangier
1010 Lausanne
samuel.grangier@kfsa.ch

Référence client	11884
No échantillon	T08
Type d'analyse	Programme OLED B
No d'analyse BAT LAB SA	BL-ENV 20-016
Nature de l'échantillon	Bidon Remblais

BAT LAB SA

BAT LAB SA
Rue du Bourgo 2
1630 Bulle
0041 26 919 36 66 info@batlab.ch batlab.ch
0041 79 444 74 09

Dr Richard Remy
Responsable laboratoire Environnement
Dr. Rer. Nat
richard.remy@batlab.ch
0041 79 750 32 50

Remarques

Ces résultats d'analyse sont archivés 10 ans dans nos bureaux. L'échantillon jusqu'à deux mois, plus sur demande spéciale.

Les résultats d'analyse se basent uniquement sur les échantillons remis par le client.

Ce rapport ne peut pas être reproduit, même que partiellement, sans l'autorisation de BAT LAB SA.

Les conditions générales BAT LAB SA sont disponibles sur le site web www.batlab.ch

RAPPORT D'ANALYSE

RESULTATS	BL-ENV 20-016	Echantillon	T08
Date et heure de prélèvement	26.10.2020	Date de réception de l'échantillon	26.10.2020
Conditions de stockage	Ambiant/Réfrigération (selon paramètre)	Date d'analyse	18.11.2020

Type d'analyse : HAP dans les solides

Composé	Résultat [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Acénaphène	< 0.040	0.027	0.040	
Acénaphylène	< 0.080	0.044	0.080	
Anthracène	< 0.004	0.065	0.004	
Benzo(a)anthracène	0.377	0.031	0.004	
Benzo(a)pyrène	0.179	0.021	0.004	
Benzo(b)fluoranthène	0.281	0.030	0.008	
Benzo(ghi)pérylène	<0.008	0.022	0.008	
Benzo(k)fluoranthène	0.146	0.019	0.004	
Chrysène	0.766	0.031	0.004	
Dibenzo(a,h)anthracène	< 0.008	0.010	0.008	
Fluoranthène	1.551	0.054	0.008	
Fluorène	0.127	0.037	0.008	
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	< 0.004	0.011	0.004	
Naphtalène	< 0.040	0.044	0.040	
Phénanthrène	0.349	0.044	0.004	
Pyrène	1.804	0.025	0.004	
Σ (16 HAP EPA 610)	5.581	-	-	

Type d'analyse : Benzo(a)pyrene dans les solides

Composé	Résultat [mg/kg]	Incertitude de mesure[mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Benzo(a)pyrène	0.179	0.021	0.004	

RAPPORT D'ANALYSE

Type d'analyse: C₁₀-C₄₀ dans les solides

Composé	Résultat [mg/kg]	Incertitude de mesure[mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
C₁₀-C₄₀	77.501	36	20	

Type d'analyse: PCB dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
PCB 28	< 0.002	0.013	0.002	
PCB 52	< 0.002	0.005	0.002	
PCB 101	< 0.002	0.013	0.002	
PCB 153	< 0.002	0.05	0.002	
PCB 138	< 0.002	0.004	0.002	
PCB 180	< 0.002	0.027	0.002	
∑ 6 congénères X 4.3	0.000	-	-	

Type d'analyse: Métaux Lourds dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
As	3.935	2.986	0.002	
Cd	0.289	0.120	0.0001	
Cr^{tot}	32.766	9.335	0.002	
Cu	80.460	4.403	0.001	
Ni	28.382	3.875	0.001	
Pb	12.820	3.907	0.01	
Sb	< 0.0005	-	0.0005	
Zn	149.956	9.593	0.002	

RAPPORT D'ANALYSE

Type d'analyse: COT (Carbone organique total) dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure \pm [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
COT (TC-IC)	< 1000	1853	1000	

Type d'analyse: Mercures dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure \pm [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Hg	0.288	0.053	0.01	

Type d'analyse: Cr^{VI} dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure \pm [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Cr^{VI}	< 0.05	0.002	0.05	

Type d'analyse: Cyanures libres dans le lixiviat

Composé	Résultats [mg/L]	Incertitude de mesure \pm [mg/L]	Seuil de quantification [mg/L]	Remarque
Cyanures libres	< 0.05	0.01	0.05	

Type d'analyse: Nitrite dans le lixiviat

Composé	Résultats [mg/L]	Incertitude de mesure \pm [mg/L]	Seuil de quantification [mg/L]	Remarque
Nitrites	< 0.01	0.017	0.01	

Type d'analyse: Ammonium dans le lixiviat

Composé	Résultats [mg/L]	Incertitude de mesure \pm [mg/L]	Seuil de quantification [mg/L]	Remarque
Ammonium	0.026	0.041	0.01	

RAPPORT D'ANALYSE

Type d'analyse: Fluorures dans le lixiviat

Composé	Résultats [mg/L]	Incertitude de mesure ± [mg/L]	Seuil de quantification [mg/L]	Remarque
Fluorures	0.200	0.1	0.1	

Type d'analyse: COD (Carbone organique dissout)

Composé	Résultats [mg/L]	Incertitude de mesure ± [mg/L]	Seuil de quantification [mg/L]	Remarque
COD	< 2.04	0.832	2.04	

Type d'analyse: BTEX dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Benzène	< 0.001	0.002	0.001	
Toluène	0.003	0.002	0.001	
Ethylbenzène	< 0.001	0.002	0.001	
o-xylène	0.003	0.002	0.001	
m-/p-xylène	<0.001	0.002	0.001	
Σ BTEX	0.006	-	-	

Type d'analyse: Benzène dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Benzène	< 0.001	0.002	0.001	

RAPPORT D'ANALYSE

Type d'analyse: HC C₅-C₁₀ dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Pentane	0.006	0.002	0.001	
Hexane	0.006	0.002	0.001	
Heptane	0.002	0.002	0.001	
Octane	0.004	0.002	0.001	
Nonane	0.028	0.002	0.001	
Décane	< 0.001	0.002	0.001	
Σ HC C₅-C₁₀ - Σ BTEX	0.040	-	-	

Type d'analyse: Hydrocarbures Chlorés volatils HCCV dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Dichlorométhane	0.021	0.002	0.001	
Trichlorométhane	< 0.001	0.002	0.001	
Tétrachlorométhane	< 0.001	0.002	0.001	
cis-1,2-dichloroéthylène	< 0.001	0.002	0.001	
1,1,1-trichloroéthane	< 0.001	0.002	0.001	
Trichloroéthylène (Tri)	< 0.001	0.002	0.001	
Perchloroéthylène (Per)	< 0.001	0.002	0.001	
Σ HCCV	0.021	-	-	

Type d'analyse: Perte au feu

Paramètre	Résultats [%]
Perte au feu (550°C)	5.540

Type d'analyse: Sel Soluble

Paramètre	Résultats [%]
Sel soluble	0.030

RAPPORT D'ANALYSE

Paramètre	Norme appliquée	Principe d'analyse	Référence
PCB dans les solides ^(MS)	EPA 8082	GC-MS	OFEV S-12
HAP dans les solides ^(MS)	EPA 8270	GC-MS	OFEV S-13
Hydrocarbures dans les solides C ₁₀ -C ₄₀ ^(MS)	ISO 16703	GC-FID	OFEV ES-9
Métaux lourds dans les solides et les eaux ^(MS)	Méthode interne BL-I-TEC 121-01	ICP-MS	OFEV S 6a - OFEV E6
Mercure dans les solides et les eaux ^(MB)	Méthode interne BL-I-TEC 107-01	SAA	OFEV S14 - OFEV E14
Nitrites dans les eaux ^(MB)	ISO 6777	Colorimétrie	OFEV E-10
Ammoniums dans les eaux ^(MB)	DIN 38406-5	Colorimétrie	OFEV E1
Analyse Cr VI dans les eaux ^(MB)	DIN 38405	Colorimétrie	OFEV E4
Analyses du carbone organique total (COT) dans les solides ^(MS) et (COD) les eaux ^(MB)	Méthode interne BL-I-TEC 106-01	Spectroscopie IR	OFEV S 25a - OFEV E 25
Fluorure dans les eaux ^(s)	N/A	Colorimétrie	N/A
Cyanure libre dans les eaux ^(MB)	ISO 6703-2	Colorimétrie	OFEV E-5
COV (HC C ₅ -C ₁₀ , BTEX, HCCV)	EPA 8260	GC-MS (Headspace)	OFEV S 3, S 8
Perte au feu ^(MS)	N/A	Gravimétrie	OFEV S-26
Sels solubles	N/A	Gravimétrie	N/A

RAPPORT D'ANALYSE

MS = Matière sèche

MB = Matière brute

s = Analyse sous-traitée

Tout complément d'information est disponible sur demande.

RAPPORT D'ANALYSE



Karakas & Français
Avenue de Boveresses 44
M. Samuel Grangier
1010 Lausanne
samuel.grangier@kfsa.ch

Référence client	11884
No échantillon	T09
Type d'analyse	Programme OLED B
No d'analyse BAT LAB SA	BL-ENV 20-021
Nature de l'échantillon	Bidon Remblais

BAT LAB SA

BAT LAB SA
Rue du Bourgo 2
1630 Bulle
0041 26 919 36 66 info@batlab.ch batlab.ch
0041 79 444 74 09

Dr Richard Remy
Responsable laboratoire Environnement
Dr. Rer. Nat
richard.remy@batlab.ch
0041 79 750 32 50

Remarques

Ces résultats d'analyse sont archivés 10 ans dans nos bureaux. L'échantillon jusqu'à deux mois, plus sur demande spéciale.

Les résultats d'analyse se basent uniquement sur les échantillons remis par le client.

Ce rapport ne peut pas être reproduit, même que partiellement, sans l'autorisation de BAT LAB SA.

Les conditions générales BAT LAB SA sont disponibles sur le site web www.batlab.ch

RAPPORT D'ANALYSE

RESULTATS	BL-ENV 20-021	Echantillon	T09
Date et heure de prélèvement	26.10.2020	Date de réception de l'échantillon	26.10.2020
Conditions de stockage	Ambiant/Réfrigération (selon paramètre)	Date d'analyse	18.11.2020

Type d'analyse : HAP dans les solides

Composé	Résultat [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Acénaphène	< 0.040	0.027	0.040	
Acénaphylène	0.442	0.044	0.080	
Anthracène	0.449	0.065	0.004	
Benzo(a)anthracène	0.968	0.031	0.004	
Benzo(a)pyrène	0.166	0.021	0.004	
Benzo(b)fluoranthène	0.703	0.030	0.008	
Benzo(ghi)pérylène	0.425	0.022	0.008	
Benzo(k)fluoranthène	0.349	0.019	0.004	
Chrysène	1.131	0.031	0.004	
Dibenzo(a,h)anthracène	0.128	0.010	0.008	
Fluoranthène	6.909	0.054	0.008	
Fluorène	0.474	0.037	0.008	
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	0.300	0.011	0.004	
Naphtalène	0.163	0.044	0.040	
Phénanthrène	0.449	0.044	0.004	
Pyrène	< 0.004	0.025	0.004	
Σ (16 HAP EPA 610)	13.054	-	-	

Type d'analyse : Benzo(a)pyrene dans les solides

Composé	Résultat [mg/kg]	Incertitude de mesure[mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Benzo(a)pyrène	0.166	0.021	0.004	

RAPPORT D'ANALYSE

Type d'analyse: C₁₀-C₄₀ dans les solides

Composé	Résultat [mg/kg]	Incertitude de mesure[mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
C₁₀-C₄₀	36.868	36	20	

Type d'analyse: PCB dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
PCB 28	0.115	0.013	0.002	
PCB 52	0.196	0.005	0.002	
PCB 101	0.148	0.013	0.002	
PCB 153	0.034	0.05	0.002	
PCB 138	0.047	0.004	0.002	
PCB 180	0.024	0.027	0.002	
∑ 6 congénères X 4.3	2.424	-	-	

Type d'analyse: Métaux Lourds dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
As	< 0.002	2.986	0.002	
Cd	< 0.00001	0.120	0.0001	
Cr^{tot}	27.256	9.335	0.002	
Cu	68.479	4.403	0.001	
Ni	20.611	3.875	0.001	
Pb	8.803	3.907	0.01	
Sb	< 0.0005	-	0.0005	
Zn	721.184	9.593	0.002	

RAPPORT D'ANALYSE

Type d'analyse: COT (Carbone organique total) dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
COT (TC-IC)	< 1000	1853	1000	

Type d'analyse: Mercures dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Hg	0.102	0.053	0.01	

Type d'analyse: Cr^{VI} dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Cr^{VI}	< 0.05	0.002	0.05	

Type d'analyse: Cyanures libres dans le lixiviat

Composé	Résultats [mg/L]	Incertitude de mesure ± [mg/L]	Seuil de quantification [mg/L]	Remarque
Cyanures libres	< 0.05	0.01	0.05	

Type d'analyse: Nitrite dans le lixiviat

Composé	Résultats [mg/L]	Incertitude de mesure ± [mg/L]	Seuil de quantification [mg/L]	Remarque
Nitrites	0.016	0.017	0.01	

Type d'analyse: Ammonium dans le lixiviat

Composé	Résultats [mg/L]	Incertitude de mesure ± [mg/L]	Seuil de quantification [mg/L]	Remarque
Ammonium	0.016	0.041	0.01	

RAPPORT D'ANALYSE

Type d'analyse: Fluorures dans le lixiviat

Composé	Résultats [mg/L]	Incertitude de mesure ± [mg/L]	Seuil de quantification [mg/L]	Remarque
Fluorures	< 0.100	0.1	0.1	

Type d'analyse: COD (Carbone organique dissout)

Composé	Résultats [mg/L]	Incertitude de mesure ± [mg/L]	Seuil de quantification [mg/L]	Remarque
COD	< 2.04	0.832	2.04	

Type d'analyse: BTEX dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Benzène	< 0.001	0.002	0.001	
Toluène	0.003	0.002	0.001	
Ethylbenzène	< 0.001	0.002	0.001	
o-xylène	0.003	0.002	0.001	
m-/p-xylène	<0.001	0.002	0.001	
Σ BTEX	0.006	-	-	

Type d'analyse: Benzène dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Benzène	< 0.001	0.002	0.001	

RAPPORT D'ANALYSE

Type d'analyse: HC C₅-C₁₀ dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Pentane	0.006	0.002	0.001	
Hexane	0.008	0.002	0.001	
Heptane	0.002	0.002	0.001	
Octane	0.004	0.002	0.001	
Nonane	0.015	0.002	0.001	
Décane	0.011	0.002	0.001	
Σ HC C₅-C₁₀ - Σ BTEX	0.040	-	-	

Type d'analyse: Hydrocarbures Chlorés volatils HCCV dans les solides

Composé	Résultats [mg/kg]	Incertitude de mesure ± [mg/kg]	Seuil de quantification [mg/kg]	Remarque
Dichlorométhane	0.020	0.002	0.001	
Trichlorométhane	< 0.001	0.002	0.001	
Tétrachlorométhane	< 0.001	0.002	0.001	
cis-1,2-dichloroéthylène	< 0.001	0.002	0.001	
1,1,1-trichloroéthane	< 0.001	0.002	0.001	
Trichloroéthylène (Tri)	< 0.001	0.002	0.001	
Perchloroéthylène (Per)	< 0.001	0.002	0.001	
Σ HCCV	0.020	-	-	

Type d'analyse: Perte au feu

Paramètre	Résultats [%]
Perte au feu (550°C)	1.840

Type d'analyse: Sel Soluble

Paramètre	Résultats [%]
Sel soluble	< 0.01

RAPPORT D'ANALYSE

Paramètre	Norme appliquée	Principe d'analyse	Référence
PCB dans les solides ^(MS)	EPA 8082	GC-MS	OFEV S-12
HAP dans les solides ^(MS)	EPA 8270	GC-MS	OFEV S-13
Hydrocarbures dans les solides C ₁₀ -C ₄₀ ^(MS)	ISO 16703	GC-FID	OFEV ES-9
Métaux lourds dans les solides et les eaux ^(MS)	Méthode interne BL-I-TEC 121-01	ICP-MS	OFEV S 6a - OFEV E6
Mercure dans les solides et les eaux ^(MB)	Méthode interne BL-I-TEC 107-01	SAA	OFEV S14 - OFEV E14
Nitrites dans les eaux ^(MB)	ISO 6777	Colorimétrie	OFEV E-10
Ammoniums dans les eaux ^(MB)	DIN 38406-5	Colorimétrie	OFEV E1
Analyse Cr VI dans les eaux ^(MB)	DIN 38405	Colorimétrie	OFEV E4
Analyses du carbone organique total (COT) dans les solides ^(MS) et (COD) les eaux ^(MB)	Méthode interne BL-I-TEC 106-01	Spectroscopie IR	OFEV S 25a - OFEV E 25
Fluorure dans les eaux ^(s)	N/A	Colorimétrie	N/A
Cyanure libre dans les eaux ^(MB)	ISO 6703-2	Colorimétrie	OFEV E-5
COV (HC C ₅ -C ₁₀ , BTEX, HCCV)	EPA 8260	GC-MS (Headspace)	OFEV S 3, S 8
Perte au feu ^(MS)	N/A	Gravimétrie	OFEV S-26
Sels solubles	N/A	Gravimétrie	N/A

RAPPORT D'ANALYSE

MS = Matière sèche

MB = Matière brute

s = Analyse sous-traitée

Tout complément d'information est disponible sur demande.

Résultats des analyses d'échantillons pour matériaux d'excavation selon OLED

ETUDE : MOB - Voies de garage au Lanciau					N° d'affaire : 11884				
TENEURS TOTALES					Valeurs limites en teneurs totales admises pour les différentes filières de traitement (selon OLED)				
Paramètres	Unités	T08	T09	Non pollué	Faiblement pollué	Peu pollué	Fortement pollué	Contaminé	
Date prélèvement		26.10.2020	26.10.2020	(valorisation ou décharge type A)	(valorisation sur le site pollué ou décharge type B)	(décharge type B ou valorisation sur le site contaminé)	(décharge type E)	(reprenneur agréé ou traitement préalable)	
N° échantillon		BL-ENV 20-016	BL-ENV 20-021						
traverses		-	-						
Type matériaux		remblais	remblais						
Couleur		beige	brun foncé	OLED, annexe 3, chapitre 1	OLED, annexe 3, chapitre 2	OLED, annexe 5, chapitre 2.3	OLED, annexe 5, chapitre 5.2	OLED, annexe 5, chapitre 5.2	
Odeur		-	-						
mesure PID (ppm)		-	-						
Part de déchets minéraux	%	5%	-	1%	< 5 %	> 5 %		Non défini	
Part de déchets non minéraux	%	-	-	0%		< 5 %	Non défini		
Arsenic	As	mg/kg	3.9	<0.002	15		30	50	> 50
Antimoine	Sb	mg/kg	<0.0005	<0.0005	3	15	30	50	> 50
Cadmium	Cd	mg/kg	0.3	<0.00001	1	5	10		> 10
Chrome total	Cr tot	mg/kg	32.8	27.3	50	250	500	1 000	> 1'000
Chrome (VI)	Cr (VI)	mg/kg	<0.05	<0.05	0.05		0.1	0.5	> 0.5
Cuivre	Cu	mg/kg	80.5	68.5	40	250	500	5 000	> 5'000
Mercure	Hg	mg/kg	0.29	0.10	0.5	1	2	5	> 5
Nickel	Ni	mg/kg	28.4	20.6	50	250	500	1 000	> 1'000
Plomb	Pb	mg/kg	12.8	8.8	50	250	500	2 000	> 2'000
Zinc	Zn	mg/kg	150.0	721.2	150	500	1 000	5 000	> 5'000
Cyanure total	CN total	mg/kg			0.5	Non défini			
Hydrocarbures chlorés volatils*	HCV	mg/kg	0.02	0.02	0.1	0.5	1	5	> 5
Biphényles polychlorés**	PCB	mg/kg	0.00	2.42	0.1	0.5	1	10	> 10
Hydrocarbures aliphatiques C ₅ à C ₁₀ ***	HC C ₅ -C ₁₀	mg/kg	0.04	0.04	1	5	10	100	> 100
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₄₀	HC C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	77.501	36.868	50	250	500	5 000	> 5'000
Hydrocarbures aromatiques monocycliques****	BTEX	mg/kg	0.006	0.006	1	5	10	100	> 100
Benzène	---	mg/kg	<0.001	<0.001	0.1	0.5	1		> 1
Hydrocarbures aromatiques polycycliques*****	HAP	mg/kg	5.581	13.054	3	12.5	25	250	> 250
Benzo[a]pyrène	---	mg/kg	0.179	0.166	0.3	1.5	3	10	> 10
Carbone organique total	COT	mg/kg	<1000	<1000	Non défini	10 000	20 000	50 000	> 50'000
Solubilité dans l'eau	Sol.	%	0.03	<0.01	Non défini		0.5	5	> 5

Remarques :

- * Σ7 hydrocarbures chlorés volatils : dichlorométhane, trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloréthylène, 1,1,1-trichloréthane, trichloréthylène, perchloréthylène
- ** Σ6 congénères PCB x 4.3 : N° 28, 52, 101, 138, 153, 180
- *** Σ HC C₅ à C₁₀ : surface du chromatogramme FID entre le n-pentane et le n-décane, multipliée par le facteur de réponse du n-hexane, moins Σ BTEX
- **** Σ6 BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène, o-xylène, m-xylène, p-xylène
- ***** Σ16 HAP selon EPA : naphthalène, acénaphthylène, 1,2-dihydroacénaphthylène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, dibenzo(a,h)anthracène, benzo(g,h,i)perylène, indéno(1,2,3-c,d)pyrène

Lixiviats					Valeurs limites en teneurs totales admises pour les différentes filières de traitement (selon OLED)				
Paramètres	Unités	T08	T09	Non pollué	Faiblement pollué	Peu pollué	Fortement pollué	Contaminé	
Ammoniac/ ammonium	N	mg/l	0.03	0.02	Non défini	0.5	Non défini		
Cyanure libre	CN-	mg/l	<0.05	<0.05		0.02	0.3	> 0.3	
Fluorures	F	mg/l	0.20	<0.100		2.0	Non défini		
Nitrites	NO ₂	mg/l	<0.01	0.02		1.0	Non défini		
Carbone organique dissous (COD)	C	mg/l	<2.04	<2.04		20.0	Non défini		

< LQ : Teneur inférieure à la limite de quantification du laboratoire