



**transports publics neuchâtelois
transN (SA)**

**GARE DE BUTTES
RENOUVELLEMENT DE L'INFRASTRUCTURE ET DE
L'INSTALLATION DE QUAI**

RAPPORT GÉOTECHNIQUE



GARE DE BUTTES

RENOUVELLEMENT DE L'INFRASTRUCTURE ET DE L'INSTALLATION DE QUAI

RAPPORT GÉOTECHNIQUE

VERSION	-	a	b
DOCUMENT	7798.21-RN005/Bund		
DATE	20 novembre 2017		
ELABORATION	Tristan Burnand		
VISA	Robin Chabloz		
COLLABORATION			
DISTRIBUTION	OFT (8 ex.) TransN (1 ex.) BG (1 ex.)		



TRANSN - LIGNE 221 - BUTTES - RAPPORT GÉOTECHNIQUE

TABLE DES MATIÈRES		Page
1.	Introduction	1
2.	Documents de référence	1
3.	Objectif	2
4.	Méthodologie	2
5.	Contexte du projet	3
5.1	Contexte géologique	3
5.2	Contexte hydrogéologique	4
5.3	Sols de fondation	5
5.4	Aléa sismique	5
5.5	Dangers naturels	6
6.	Résultats des reconnaissances	6
6.1	Fouilles le long de la voie	6
6.2	Essais in situ sur les fouilles le long de la voie	6
6.2.1	Déformabilité	6
6.2.2	Essais au pénétromètre et au scissomètre	7
6.2.3	Perméabilité	7
6.3	Essais en laboratoire	8
6.3.1	Analyse chimique de la pollution	8
6.4	Géivité – sensibilité à l'eau	9
6.5	Synthèse des résultats	9
6.6	Recommandations requises	9
6.7	Analyse des résultats et proposition d'amélioration	10
7.	Synthèse	11



TRANSN - LIGNE 221 - BUTTES - RAPPORT GÉOTECHNIQUE

ANNEXES

1. Implantation des sondages
2. Description des fouilles
3. Résultats des analyses de pollution

1. Introduction

La société de chemin de fer des transports neuchâtelois (transN) a mandaté BG Ingénieurs Conseils SA pour le renouvellement et la mise à niveau de la gare terminale de Buttes. Il s'agit d'une petite gare-terminus située à Buttes (NE), Val-de-Travers. L'ensemble des structures est constitué par la gare actuelle et trois voies.

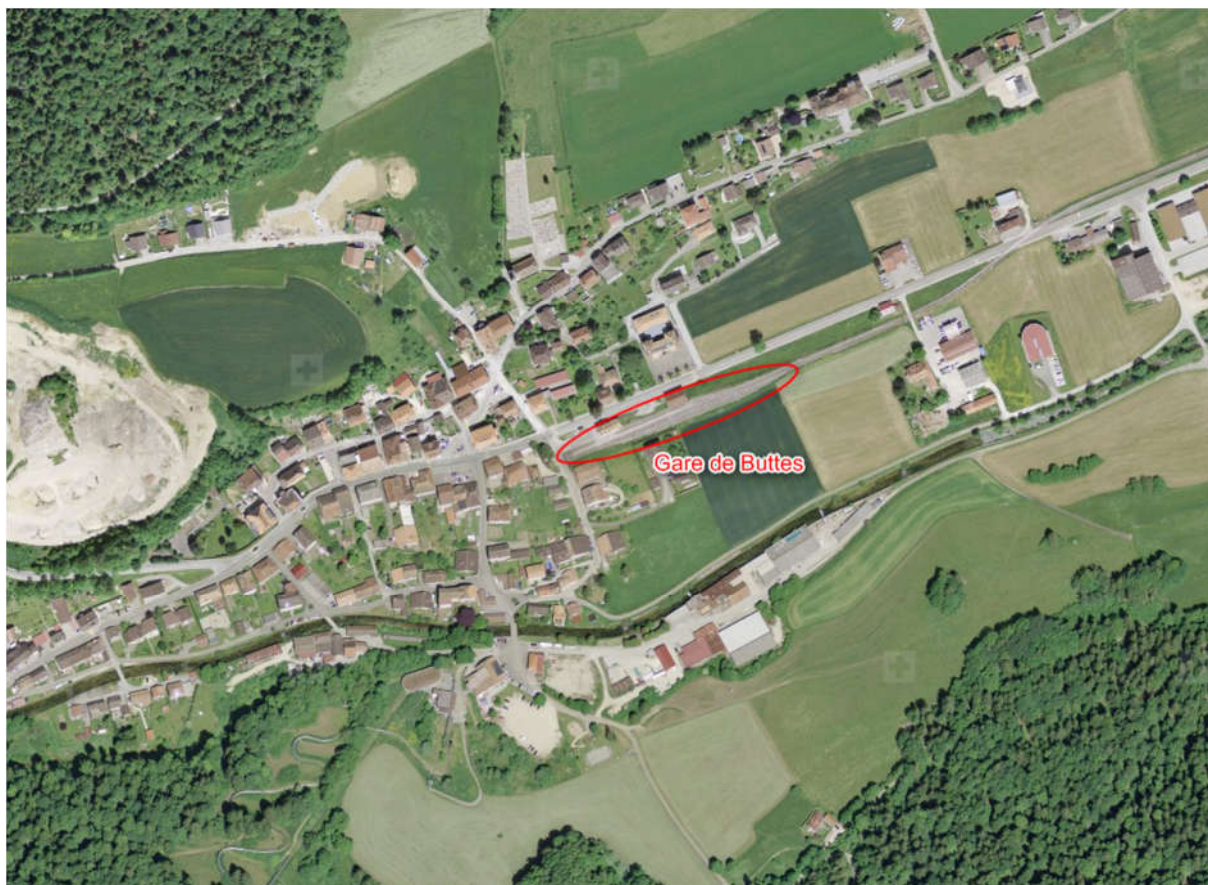


Figure 1 : situation générale de la gare étudiée (source : www.map.geo.admin.ch)

2. Documents de référence

- [1] Atlas géologique de la suisse au 1 : 25'000, Travers, feuille nr.1163;
- [2] Portail cartographique Suisse, map.geo.admin.ch;
- [3] Portail cartographique cantonal de Neuchâtel, sitn.ne.ch.

3. Objectif

L'objectif de cette campagne géotechnique est de qualifier et de caractériser les matériaux constituant le ballast, l'infrastructure et le sol de fondation des voies existantes et des aménagements futurs, et de déterminer leurs caractéristiques géotechniques.

4. Méthodologie

Les reconnaissances ont été menées de jour le 12 septembre 2017. Elles ont consisté en l'exécution de :

- 5 fouilles dénommées F11 à F15 réalisées durant le jour, d'une profondeur d'environ 1 m par rapport à la face supérieure de la traverse;
- 3 essais d'infiltration du type Porchet dénommés P3 à P5, réalisés de jour à proximité des voies;
- 3 prélèvements d'échantillons de sol en vue d'effectuer des analyses chimiques selon l'OLED;
- 3 prélèvements d'échantillons de ballast en vue d'effectuer des analyses chimiques selon l'OLED;
- 5 essais de déformabilité des sols réalisés à environ 1 m sous le plan de roulement à l'aide d'un déflectomètre à masse tombante légère.

5.1 Contexte géologique

[illegible]

20 novembre 2017

5.2 Contexte hydrogéologique

Selon le portail cartographique cantonal, la gare se situe dans le secteur Ao et Au de protection des eaux (voir figure 3).



Figure 3 : secteurs de protection des eaux, tirée de [3]. Le point rouge est la gare de Buttes

5.3 Sols de fondation

Selon [3], la halte se trouve sur un sol de classe D conformément à la norme SIA261 (voir figure 4).

La classe D correspond à des sédiments fins d'une épaisseur supérieure à 30 m.

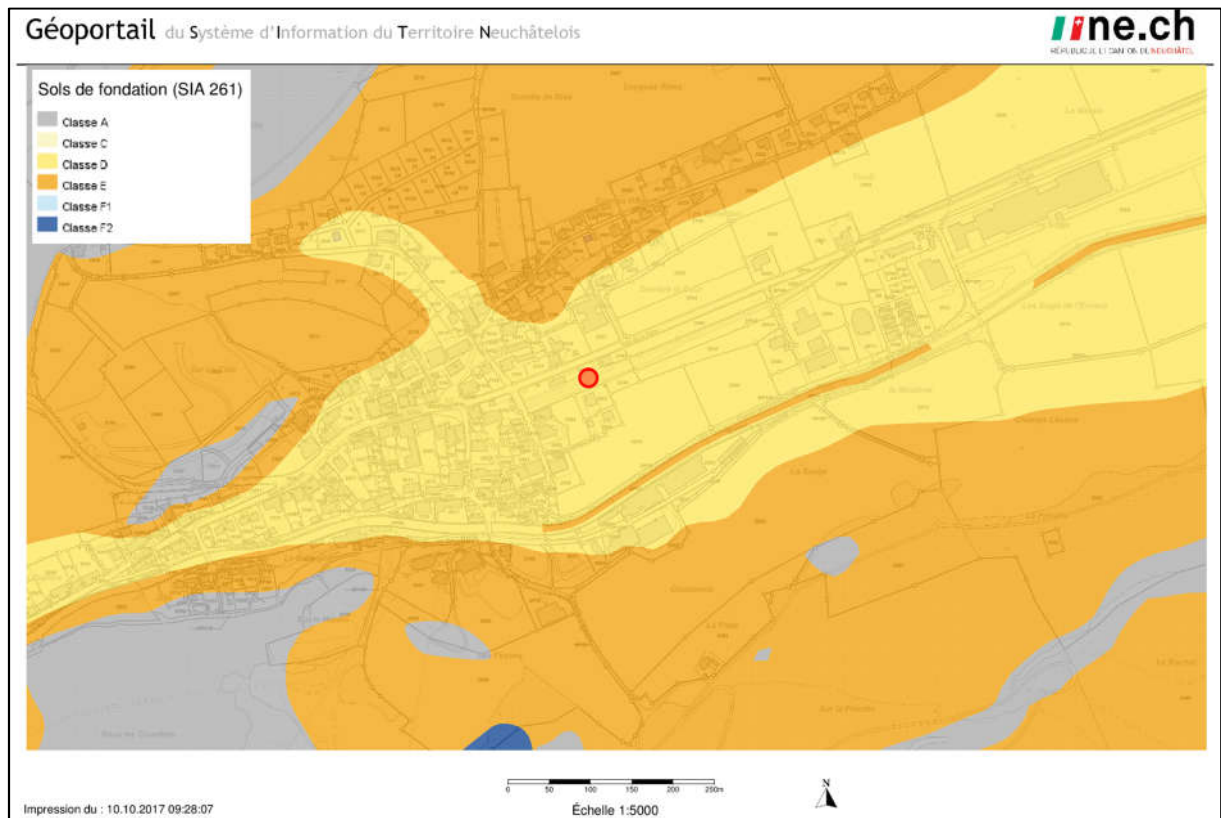


Figure 4 : sols de fondation selon la SIA 261, tirée de [3]

5.4 Aléa sismique

Il n'existe pas de microzonage à l'heure actuelle pour le canton de Neuchâtel.

La zone étudiée se trouve en zone 1.

5.5 Dangers naturels

Comme on le constate sur la figure 5, la gare de Buttes n'est pas menacée par des inondations. Pour ce qui concerne les instabilités de versant comprenant les glissements et les chutes de pierre, se basant sur [3], aucun phénomène n'est présent à proximité de la gare.

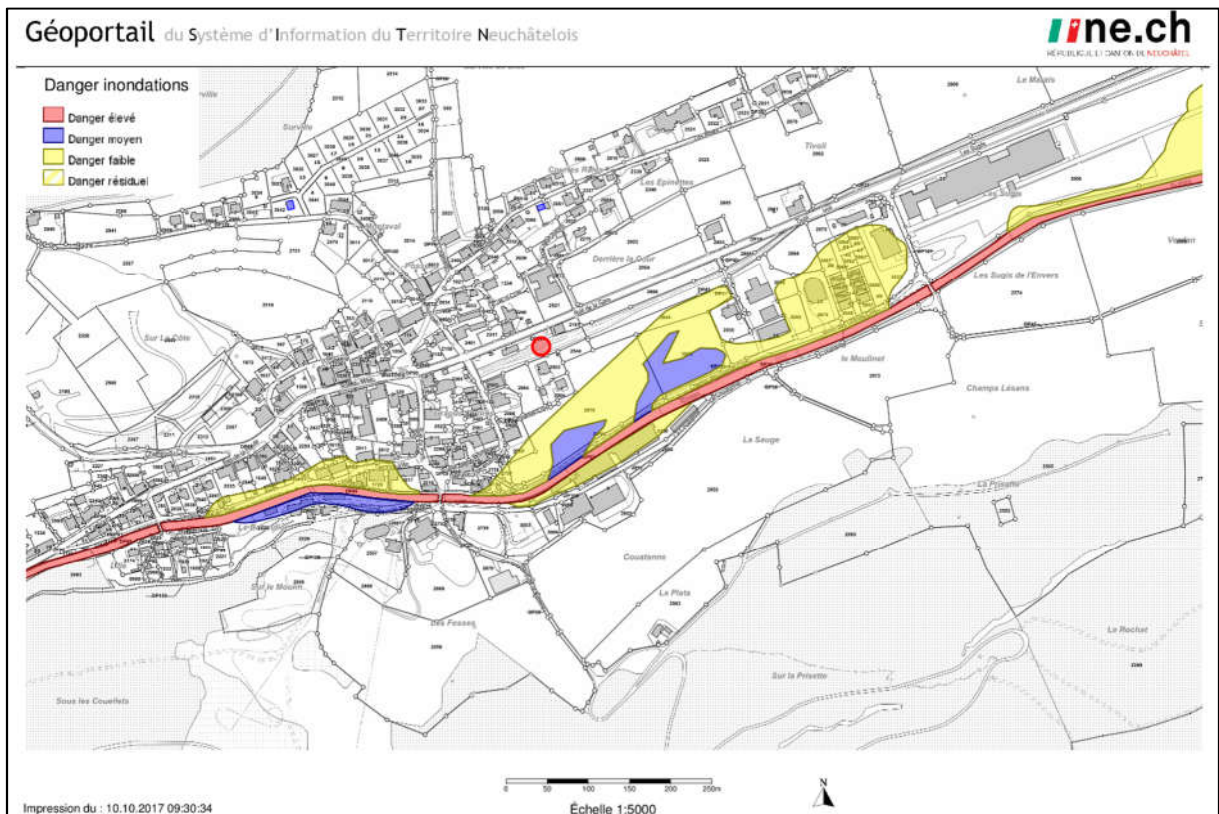


Figure 5 : zone de danger des inondations, tirée de [3]

6. Résultats des reconnaissances

6.1 Fouilles le long de la voie

La description des 5 fouilles à la pelle mécanique réalisées le long de la voie figure à l'annexe 2.

D'une manière générale, les fouilles ont montré que le ballast a une épaisseur comprise entre 50 et 60 cm. Dans la fouille F12, réalisée au bord des voies, un remblai sous forme de graviers sableux est présent sous le caniveau à câble. Une infrastructure est présente sous le ballast, sous forme de graviers anguleux avec du sable. Aucun géotextile de séparation n'a été observé.

6.2 Essais in situ sur les fouilles le long de la voie

6.2.1 Déformabilité

La déformabilité du terrain en place est mesurée par un essai de plaque dynamique légère, à l'aide d'un déflectomètre à masse tombante légère. Cet appareil permet de mesurer le module de déformation

dynamique E_{vd} qui peut être corrélé au module de compression M_{E1} (voir tableau 2). Le M_E a été estimé sur toutes les fouilles à environ 1,0 m de profondeur (voir tableau 1). Le M_{E1} estimé le long de la voie varie entre 8 et 39 MN/m², avec une valeur extrême à 135 MN/m².

Sondage	Profondeur de la mesure (m depuis le dessus de la traverse / terrain naturel)	Déformabilité M_{E1} [MN/m ²]	Classe de portance du sol
F11	0,90	36	S3
F12	1,35	8	S1
F13	1,00	37	S3
F14	1,05	135	S4
F15	1,00	39	S3

Tableau 1 : synthèse des résultats de déformabilité du terrain naturel

Tragfähigkeitsklassen, Grenzwerte verschiedener Untersuchungsmethoden Classes de portance, valeurs limites de différentes méthodes d'investigation				
Tragfähigkeitsklassen Classes de portance	M_{E1} [MN · m ⁻²]	E_{v1} [MN · m ⁻²]	CBR [%]	k [MN · m ⁻³]
S0 Sehr geringe Tragfähigkeit Portance très faible	< 6	< 4,5	< 3	< 15
S1 Geringe Tragfähigkeit Portance faible	6...15	4,5...11,25	3...6	15...30
S2 Mittlere Tragfähigkeit Portance moyenne	> 15...30	> 11,25...22,5	> 6...12	> 30...60
S3 Hohe Tragfähigkeit Portance élevée	> 30...60	> 22,5...45	> 12...25	> 60...100
S4 Sehr hohe Tragfähigkeit Portance très élevée	> 60	> 45	> 25	> 100

Tableau 2 : extrait de la norme SN 640 324, relatif aux valeurs limites de différentes méthodes d'investigation pour déterminer la classe de portance des sols

La conversion utilisée pour passer de la valeur de déformabilité E_{vd} mesurée à l'aide du déflectomètre à son équivalent M_{E1} est une corrélation polynomiale de second ordre basée sur des valeurs de comparaison issue de l'expérience des CFF.

6.2.2 Essais au pénétromètre et au scissomètre

Des mesures ponctuelles au scissomètre et au pénétromètre servent à avoir une indication de la consistance des sols fins. Les sols rencontrés ici sont granulaires, et ces essais ne peuvent être effectués.

6.2.3 Perméabilité

Trois essais de perméabilité de type Porchet ont été réalisés dans les fouilles à la pelle mécanique F11 (P5), F14 (P4) et F15 (P3).

Les essais réalisés donnent une estimation de la perméabilité de la sous-couche des voies et indiquent l'aptitude de cette couche à infiltrer des eaux de pluie récoltées sur les voies (voir tableau 3).

La perméabilité du sol testé est estimée selon la relation suivante [Reiffsteck et al., 2012] :

$$K = \frac{C}{t} \ln\left(\frac{H_2 + C}{H_1 + C}\right)$$

Où $\Delta t = t_2 - t_1$ est l'intervalle de temps entre deux mesures, H_1 et H_2 sont respectivement le niveau d'eau par rapport au fond de fouille (F.F) au temps t_1 et t_2 et C est le coefficient géométrique égal à $\frac{L \times l}{2(L+l)}$ avec L et l , la longueur et largeur de la fouille respectivement.

Porchet n°	Dimensions de la fouille [m]	Géologie associée	Hauteur d'eau au départ [m]	Perméabilité	
				[m/s]	[mm/h]
P3	0,80 / 0,80 / 0,80	Gravier sableux	0,30	$1,8 \times 10^{-3}$	6 500
P4	0,50 / 0,50 / 0,44	Gravier sableux	0,33	$4,5 \times 10^{-4}$	1 600
P5	0,40 / 0,80 / 0,50	Gravier sableux	0,15	$5,5 \times 10^{-4}$	2 000

Tableau 3 : résultats de l'essai d'infiltration

L'essai d'infiltration montre que les endroits où les essais ont été réalisés sont bien drainés. Toutefois, au vu des terrains testés, il apparaît que le sol en place n'a pas été atteint ni observé, et donc ces valeurs d'infiltration sont représentatives de l'état actuelle de l'infrastructure en place.

6.3 Essais en laboratoire

6.3.1 Analyse chimique de la pollution

Lors de la campagne géotechnique, des échantillons de sol et de ballast ont été prélevés en vue d'effectuer des analyses chimiques OLED. Un échantillon de sol et un échantillon de ballast ont été récoltés respectivement pour les fouilles F11, F13 et F15 à une profondeur moyenne de 0,00 – 0,50 m pour le ballast et à une profondeur moyenne de 0,60 – 1,00 m pour le sol.

6.3.1.1 Analyse chimique sur le ballast

Sur les trois échantillons prélevés, deux présentent des valeurs d'hydrocarbures aliphatiques supérieurs au seuil de l'OLED et correspond à une faible pollution. Ces matériaux devront être valorisés. Les seuils limites sont indiqués entre parenthèse dans le tableau 4.

Fouille n°	Arsenic [mg/kg] (15)	Chrome [mg/kg] (50)	Nickel [mg/kg] (50)	Cuivre [mg/kg] (40)	COT [mg/kg] (10000)	Index-HC (C ₁₀ -C ₄₀) [mg/kg] (50)	HAP [mg/kg] (3)
F11	-	-	-	-	-	-	-
F13	-	-	-	-	-	159	-
F15	-	-	-	-	-	124	-

Tableau 4 : synthèse des analyses de pollution sur les échantillons de ballast

6.3.1.2 Analyse chimique sur le sol

Sur les trois échantillons prélevés, un seul présente des valeurs d'hydrocarbures aliphatiques supérieurs au seuil de l'OLED et correspond à une faible pollution. Ces matériaux devront être valorisés. Les seuils limites sont indiqués entre parenthèse dans le tableau 5.

Fouille n°	Arsenic [mg/kg] (15)	Chrome [mg/kg] (50)	Nickel [mg/kg] (50)	Cuivre [mg/kg] (40)	COT [mg/kg] (10000)	Index-HC (C ₁₀ -C ₄₀) [mg/kg] (50)	HAP [mg/kg] (3)
F11	-	-	-	-	-	183	-
F13	-	-	-	-	-	-	-
F15	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 5 : synthèse des analyses de pollution sur les échantillons de sol

6.4 Gélivité – sensibilité à l'eau

Etant donné que dans la majorité des fouilles, le terrain naturel n'a pas été observé, ce rapport ne permet pas de déterminer la gélivité des sols. Seul dans la fouille F12, le sol en place apparaît à 1,30 m de profondeur, sous forme de limon graveleux.

6.5 Synthèse des résultats

Sondage	Déformabilité M _{E1} [MN/m ²]	Classe de portance du sol	Perméabilité selon essai Porchet [m/s]	Pollution	
				Sol	Ballast
F11	36	S3		oui	-
F12	8	S1	5,5 x 10 ⁻⁴		
F13	37	S3		-	oui
F14	135	S4	4,5 x 10 ⁻⁴		
F15	39	S3	1,8 x 10 ⁻³	-	oui

Tableau 6 : synthèse des résultats

La classe de portance prédominante est S3, donc une portance moyenne. Cette classe représente la portance à environ 1 mètre de profondeur et se situe sur de l'infrastructure existante. La fouille F12, où le terrain naturel est observé, présente une déformabilité équivalente à 8 MPa à env. 1,35 m sous le dessus des traverses existantes.

6.6 Recommandations requises

Selon les DE-OCF, la déformabilité minimale requise, définie par le module élastique M_{E1}, sur la plateforme pour les infrastructures est de M_{E1} = 15 MPa (voir figure 6).

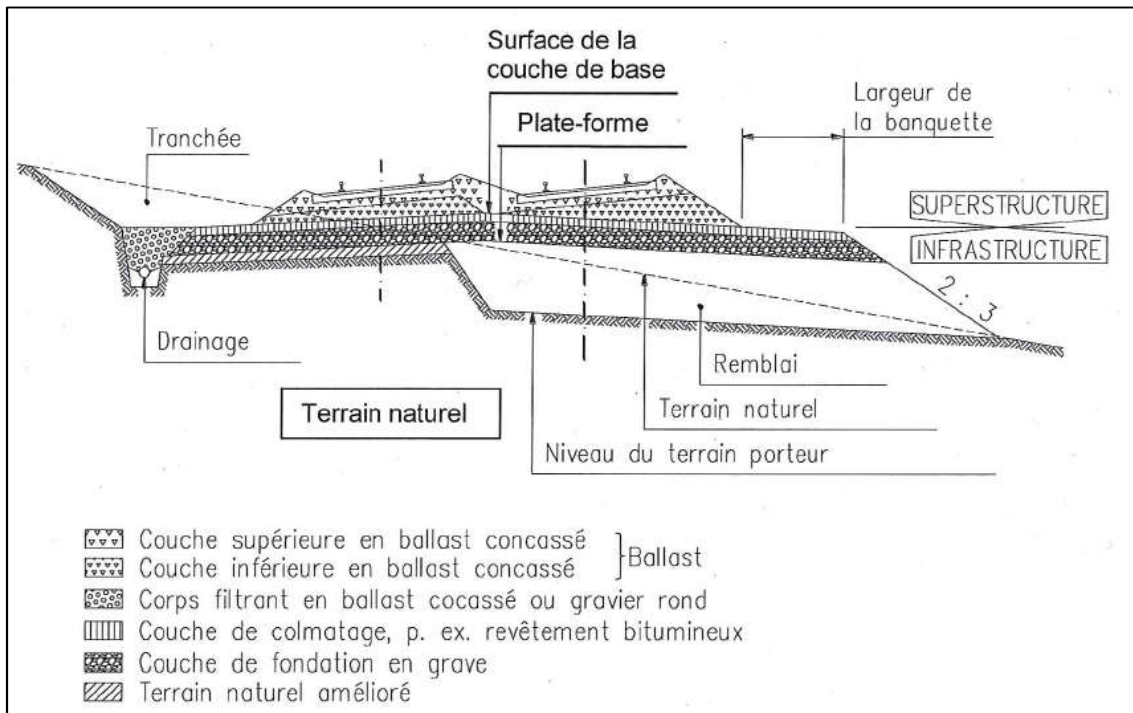


Figure 6 : coupe transversale schématique de principe tirée des DE-OCF

6.7 Analyse des résultats et proposition d'amélioration

La déformabilité du sol d'assise mesurée pour la classe S1 (voir tableau 6), est inférieure à 15 MPa au droit du sondage F12, selon le tableau 1 de la norme SN 640 324. Si cette valeur se confirme au niveau de la plateforme, et dans le but d'augmenter le module de déformation du sol sur la plateforme jusqu'à obtenir la déformabilité minimale de 15 MPa exigée par les DE-OCF, les moyens suivants peuvent être mis en œuvre :

- **méthode de stabilisation :**
 - mélange de chaux et/ou de ciment avec le sol en place sur une épaisseur à déterminer (jusqu'à 1 m),
- **méthode de substitution :**
 - remplacement du mauvais sol par une épaisseur de grave compactée, voire une surépaisseur de matériaux de grosse granulométrie et une couche de géotextile ; cette méthode est envisageable mais coûteuse car il faudrait remplacer une importante épaisseur de sol,
- **méthode de renforcement :**
 - mise en place d'un géotextile tissé (ou géogrid) sous et dans la première couche de grave.

Lorsque des valeurs de déformabilité du sol sont supérieures à 15 MPa, comme c'est nettement le cas au droit des sondages F11, F13, F14 et F15, cela est suffisant pour construire l'infrastructure directement sur le terrain en place.

7. Synthèse

Les reconnaissances géotechniques effectuées pour la gare de Buttes ont mis en évidence des sols d'assise ayant une portance principalement élevée (S3). Le terrain naturel situé au-delà de 1,0 m de profondeur semble être de nature limoneuse, et ayant des caractéristiques de portance de classe S1, expliquant sans doute l'importante épaisseur de l'infrastructure et du ballast existants.

Pour les sols de portance faible, le renouvellement de l'infrastructure et de la superstructure doit impérativement être accompagné par des mesures d'amélioration de la portance de la future plateforme pour répondre aux exigences de déformabilité des DE-OCF.

Les échantillons de sol et de ballast ont montré des faibles pollutions aux hydrocarbures, ce qui signifie des échantillons faiblement pollués qui doivent nécessairement être valorisés lors des travaux à venir.

Les essais Porchet ont montré des perméabilités élevées le long du tronçon. Toutefois ces résultats ne peuvent être généralisés pour des plus grandes profondeurs. Ils sont ainsi certainement représentatifs de la bonne évacuation des eaux au sein de l'infrastructure existante. Lorsque les conditions topographiques le permettent, que la perméabilité est supérieure à 10^{-4} m/s et que le niveau de la nappe est suffisamment profond par rapport à la voie, un drainage par infiltration est envisageable.

Les considérations qui précèdent sont basées sur l'interprétation de sondages ponctuels. L'interpolation des résultats entre sondages devra être confirmée lors des travaux afin de prendre les éventuelles mesures d'adaptation nécessaires.

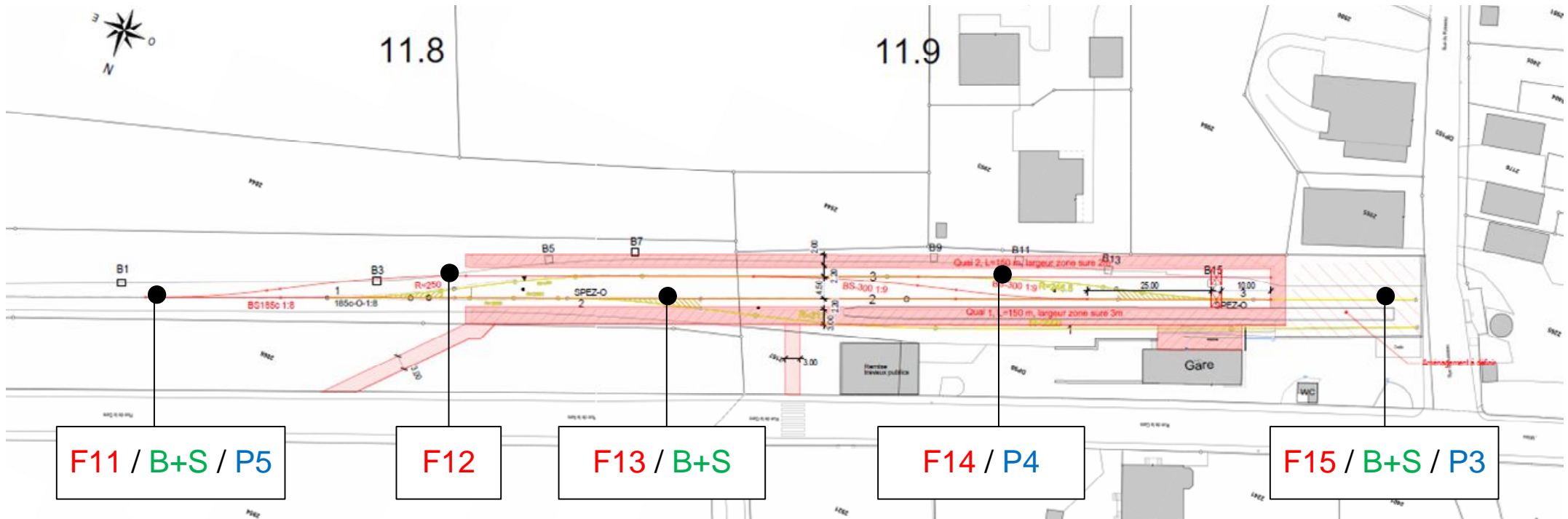


Annexe 1

Implantation des sondages

Gare de Buttes

Implantation des reconnaissances géotechniques



Légende:

Fx : Fouille (numéro x) et essai de déformabilité
Px : Essai Porchet (numéro x) : (essai d'infiltration)
B+S : Prélèvement d'échantillon Ballast + Sol



Annexe 2

Fouilles le long des voies

ANNEXE 2 – Fouilles le long des voies

Sondage F11



Figure 1 : sondage F11 – détails

Profondeur depuis le dessus de la traverse (m)		Lithologie
0,00	0,50	Ballast propre
0,50	0,80	Gravier grossier, olive clair, compact, subanguleux
0,80	0,90	Gravier sableux jaune clair, très compact (grave)

A noter que :

- § Traverses en bois.
- § Essai E_{vd} à 0,90 m de profondeur depuis le dessus de la traverse : 30 MPa (équivalent M_E : 36 MPa).
- § Prélèvement d'échantillons de ballast et de sol pour analyses OLED.
- § Présence d'un bloc en fond de fouille (diam. > 20 cm) dans gravier sableux.
- § Pas de géotextile de séparation.

Sondage F12



Figure 2 : sondage F12 – détails

Profondeur depuis le dessus de la traverse (m)		Lithologie
0,00	0,16	Caniveau
0,16	0,30	Gravier sableux compact, gris (lit du caniveau)
0,30	0,65	Gravier très grossier avec beaucoup de pierre subanguleuse, olive clair (type ballast altéré)
0,65	1,30	Gravier sableux jaune clair, très compact (grave)
1,30	1,35	Limon un peu graveleux ferme (terrain naturel)

A noter que :

- § Traverses en bois.
- § Essai E_{vd} à 1,35 m de profondeur depuis le dessus de la traverse : 8 MPa (équivalent M_E : 8 MPa).
- § E_{vd} sur le terrain naturel.
- § Pas de géotextile de séparation.

Sondage F13



Figure 3 : sondage F13 – détails

Profondeur depuis le dessus de la traverse (m)		Lithologie
0,00	0,45	Ballast propre
0,45	1,0 m	Gravier sableux jaune clair, très compact (grave)

A noter que :

- § Traverses en métal.
- § Essai E_{vd} à 1 m de profondeur depuis le dessus de la traverse : 31 MPa (équivalent M_E : 37 MPa).
- § Prélèvement d'échantillons de ballast et de sol pour analyses OLED.
- § Pas de géotextile de séparation.

Sondage F14

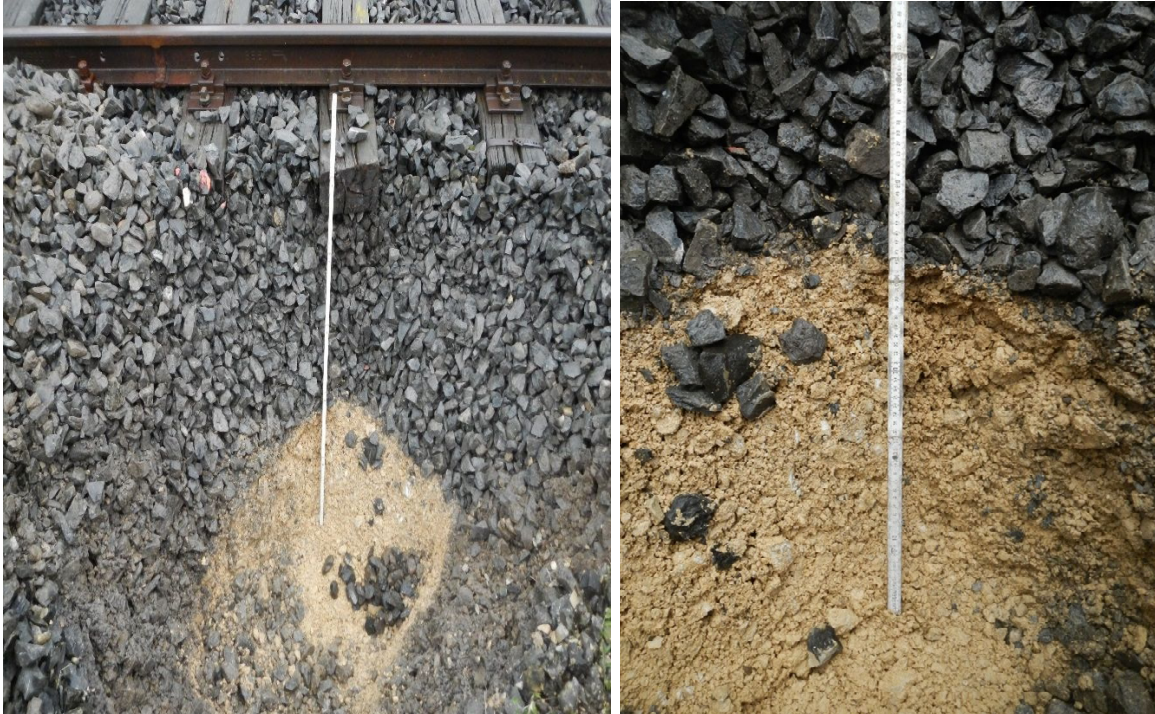


Figure 4 : sondage F14 – détails

Profondeur depuis le dessus de la traverse (m)		Lithologie
0,00	0,60	Ballast propre
0,60	1,04	Gravier sableux jaune clair, très compact (grave)

A noter que :

- § Traverses en bois.
- § Essai E_{vd} à 1,04 m de profondeur depuis le dessus de la traverse : 87 MPa (équivalent M_E : 135 MPa).
- § Pas de géotextile de séparation.

Sondage F15



Figure 5 : sondage F15 – détails

Profondeur depuis le dessus de la traverse (m)		Lithologie
0,00	0,55	Ballast propre
0,55	1,0 m	Gravier sableux jaune clair, très compact (grave)

A noter que :

- § Traverses en bois.
- § Essai E_{vd} à 1,0 m de profondeur depuis le dessus de la traverse : 32 MPa (équivalent M_E : 39 MPa).
- § Prélèvement d'échantillons de ballast et de sol pour analyses OLED.
- § Pas de géotextile de séparation.



Annexe 3

Résultats des analyses de pollution

Certificat n° 17-02-7162
 Projet n° 02-06-00343-42

Teneur totale

1/3

Objet **Commande n° 1690 / 2017**
TransN ligne 221
Buttes
Fouille n°: F11

Infralab SA
Route du Vieux-Collège 4B
CH-1077 Servion

Prélèvement 12.09.2017

Réception 09.10.2017

Remarques **Prél. par mandant** **Valeurs par matière sèche**

Méthodes appliquées: div.

Paramètres*		OLED # valeurs lim. type B	OLED # valeurs lim. type A (np/fp)	Ballast 0-0.5m F11 / 17-03005 17-09972	Sol 0.6-1.0m F11 / 17-03006 17-09973	
Matière sèche	%	---		88.1	85.6	
COT (carbon organique)	g/kg	20		1.64	2.15	
Solubilité	g/kg	5		---	---	
Antimoine	mg/kg	30	3 / 15	<0.2	0.27	
Arsenic	mg/kg	30	15 / 15	2.09	4.37	
Plomb	mg/kg	500	50 / 250	3.03	7.2	
Cadmium	mg/kg	10	1 / 5	0.102	0.180	
Chrome total	mg/kg	500	50 / 250	12.3	14.7	
Cuivre	mg/kg	500	40 / 250	4.86	10.7	
Nickel	mg/kg	500	50 / 250	9.9	10.2	
Mercure	mg/kg	2	0.5 / 1	<0.05	0.05	
Zinc	mg/kg	1000	150 / 500	29.3	26.8	
HAP somme (EPA 610)	mg/kg	25	3 / 12.5	0.06	1.26	
Benzo[a]pyrène	mg/kg	3	0.3 / 1.5	<0.05	0.05	
Index-HC (C ₁₀ -C ₄₀)	mg/kg	500	50 / 250	46	183	

Valeurs limites (type B) et valeurs limites utilisations (type A); selon OLED

np=non pollué; fp=faiblement pollué

Légende		Dépassement de valeur limite
<		Résultat sous la limite de détermination
---		Analyse non effectuée
*		Analyse non accréditée
+		Analyse par laboratoire tiers accrédité

Oberbuchsiten, 06.11.2017

Les résultats d'analyse se rapportent exclusivement aux échantillons examinés.
 Les conditions commerciales générales sont applicables.



Dr. Fabrizio Gorla
 Bereichsleiter Analytik

Certificat n° 17-02-7162
Projet n° 02-06-00343-42

PCB (polychlorobiphényles)

2/3

Objet **Commande n° 1690 / 2017**
TransN ligne 221
Buttes
Fouille n°: F11

Infralab SA
Route du Vieux-Collège 4B
CH-1077 Servion

Prélèvement 12.09.2017

Réception 09.10.2017

Remarques **Prél. par mandant** **Valeurs par matière sèche**

Méthodes appliquées: CG-ECD

Paramètres ⁺	Ballast 0-0.5m F11 / 17-03005 17-09972	Sol 0.6-1.0m F11 / 17-03006 17-09973		
PCB 28 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 52 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 101 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 118 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 138 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 153 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 180 mg/kg	<0.005	<0.005		
Somme des 7 PCB mg/kg	<0.03	<0.03		
Somme calc. PCB # mg/kg	<0.08	<0.08		

$\Sigma 6 \text{ PCB-congène} \times 4.3$ (selon OLED: <0.1mg/kg: non pollué)

Légende

<

Dépassement de valeur limite

Résultat sous la limite de détermination

Analyse non effectuée

*

Analyse non accréditée

+

Analyse par laboratoire tiers accrédité

Oberbuchsiten, 06.11.2017

Les résultats d'analyse se rapportent exclusivement aux échantillons examinés.
Les conditions commerciales générales sont applicables.

 Dr. Fabrizio Gorla
Bereichsleiter Analytik

Certificat n° 17-02-7162
Projet n° 02-06-00343-42

BTEX & HC-aliphatiques

3/3

Objet **Commande n° 1690 / 2017**
TransN ligne 221
Buttes
Fouille n°: F11

Infralab SA
Route du Vieux-Collège 4B
CH-1077 Servion

Prélèvement 12.09.2017

Réception 09.10.2017

Remarques **Prél. par mandant** **Valeurs par matière sèche**

Méthodes appliquées: div.

Paramètres ⁺	OLED # valeurs lim. type B	OLED # valeurs lim. type A (np/fp)	Ballast 0-0.5m F11 / 17-03005 17-09972	Sol 0.6-1.0m F11 / 17-03006 17-09973	
-------------------------	----------------------------------	--	--	--	--

BTEX (Hydrocarbures aromatiques monocycliques)

Benzène	µg/kg	1'000	100 / 500	<5	<5	
Toluène	µg/kg			<5	13	
Ethylbenzène	µg/kg			<5	<5	
Xylène (o-, m-, p-)	µg/kg			<5	11	
Somme BTEX	µg/kg	10'000	1'000 / 5'000	<10	24	

HC volatiles

HC-aliphatiques (C5-C10)	µg/kg	10'000	1'000 / 5'000	<500	<500	
--------------------------	-------	--------	---------------	------	------	--

Valeurs limites (type B) et valeurs limites utilisations (type A); selon OLED

np=non pollué; fp=faiblement pollué

Légende		Dépassement de valeur limite
	<	Résultat sous la limite de détermination
	---	Analyse non effectuée
	*	Analyse non accréditée
	+	Analyse par laboratoire tiers accrédité

Oberbuchsiten, 06.11.2017

Les résultats d'analyse se rapportent exclusivement aux échantillons examinés.
Les conditions commerciales générales sont applicables.

Certificat n° 17-02-7162
Projet n° 02-06-00343-42

Teneur totale

1/3

Objet Commande n° 1690 / 2017
TransN ligne 221
Buttes
Fouille n°: F13

Infralab SA
Route du Vieux-Collège 4B
CH-1077 Servion

Prélèvement 12.09.2017

Réception 09.10.2017

Remarques Prél. par mandant Valeurs par matière sèche

Méthodes appliquées: div.

Paramètres*		OLED # valeurs lim. type B	OLED # valeurs lim. type A (np/fp)	Ballast 0-0.5m F13 / 17-03007 17-09974	Sol 0.6-1.0m F13 / 17-03008 17-09975	
Matière sèche	%	---		96.2	96.8	
COT (carbon organique)	g/kg	20		1.85	0.85	
Solubilité	g/kg	5		---	---	
Antimoine	mg/kg	30	3 / 15	<0.2	<0.2	
Arsenic	mg/kg	30	15 / 15	2.02	1.32	
Plomb	mg/kg	500	50 / 250	2.78	1.92	
Cadmium	mg/kg	10	1 / 5	0.073	0.126	
Chrome total	mg/kg	500	50 / 250	10.5	4.09	
Cuivre	mg/kg	500	40 / 250	2.96	1.20	
Nickel	mg/kg	500	50 / 250	8.71	4.02	
Mercure	mg/kg	2	0.5 / 1	<0.05	<0.05	
Zinc	mg/kg	1000	150 / 500	13.6	7.2	
HAP somme (EPA 610)	mg/kg	25	3 / 12.5	0.174	<0.50	
Benzo[a]pyrène	mg/kg	3	0.3 / 1.5	<0.05	<0.05	
Index-HC (C ₁₀ -C ₄₀)	mg/kg	500	50 / 250	159	40	

Valeurs limites (type B) et valeurs limites utilisations (type A); selon OLED

np=non pollué; fp=faiblement pollué

Légende		Dépassement de valeur limite
	<	Résultat sous la limite de détermination
	---	Analyse non effectuée
	*	Analyse non accréditée
	+	Analyse par laboratoire tiers accrédité

Oberbuchsiten, 06.11.2017

Les résultats d'analyse se rapportent exclusivement aux échantillons examinés.
Les conditions commerciales générales sont applicables.

Certificat n° 17-02-7162
 Projet n° 02-06-00343-42

PCB (polychlorobiphényles)

2/3

Objet **Commande n° 1690 / 2017**
TransN ligne 221
Buttes
Fouille n°: F13

Infralab SA
Route du Vieux-Collège 4B
CH-1077 Servion

Prélèvement 12.09.2017

Réception 09.10.2017

Remarques **Prél. par mandant** **Valeurs par matière sèche**

Méthodes appliquées: CG-ECD

Paramètres *	Ballast 0-0.5m F13 / 17-03007 17-09974	Sol 0.6-1.0m F13 / 17-03008 17-09975		
PCB 28 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 52 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 101 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 118 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 138 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 153 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 180 mg/kg	<0.005	<0.005		
Somme des 7 PCB mg/kg	<0.03	<0.03		
Somme calc. PCB # mg/kg	<0.08	<0.08		

$\Sigma 6 \text{ PCB-congène} \times 4.3$ (selon OLEO: <0.1mg/kg: non pollué)

Légende



Dépassement de valeur limite

<

Résultat sous la limite de détermination

Analyse non effectuée

*

Analyse non accréditée

+

Analyse par laboratoire tiers accrédité

Oberbuchsiten, 06.11.2017

Les résultats d'analyse se rapportent exclusivement aux échantillons examinés.
 Les conditions commerciales générales sont applicables.

Dr. Fabrizio Gorla
 Bereichsleiter Analytik

Certificat n° 17-02-7162
 Projet n° 02-06-00343-42

BTEX & HC-aliphatiques

3/3

Objet Commande n° 1690 / 2017
 TransN ligne 221
 Buttes
 Fouille n°: F13

Infralab SA
 Route du Vieux-Collège 4B
 CH-1077 Servion

Prélèvement 12.09.2017

Réception 09.10.2017

Remarques Prél. par mandant Valeurs par matière sèche

Méthodes appliquées: div.

Paramètres*	OLED # valeurs lim. type B	OLED # valeurs lim. type A (np/fp)	Ballast 0-0.5m F13 / 17-03007 17-09974	Sol 0.6-1.0m F13 / 17-03008 17-09975	
-------------	----------------------------------	--	--	--	--

BTEX (Hydrocarbures aromatiques monocycliques)

Benzène	µg/kg	1'000	100 / 500	<5	<5	
Toluène	µg/kg			<5	<5	
Ethylbenzène	µg/kg			<5	<5	
Xylène (o-, m-, p-)	µg/kg			<5	<5	
Somme BTEX	µg/kg	10'000	1'000 / 5'000	<10	<10	

HC volatiles

HC-aliphatiques (C5-C10)	µg/kg	10'000	1'000 / 5'000	<500	<500	
--------------------------	-------	--------	---------------	------	------	--

Valeurs limites (type B) et valeurs limites utilisations (type A); selon OLED

np=non pollué; fp=faiblement pollué

Légende		Dépassement de valeur limite
	<	Résultat sous la limite de détermination
	---	Analyse non effectuée
	*	Analyse non accréditée
	+	Analyse par laboratoire tiers accrédité

Oberbuchsiten, 06.11.2017

Les résultats d'analyse se rapportent exclusivement aux échantillons examinés.
 Les conditions commerciales générales sont applicables.

Certificat n° 17-02-7162
Projet n° 02-06-00343-42

Teneur totale

1/3

Objet **Commande n° 1690 / 2017**
TransN ligne 221
Buttes
Fouille n°: F15

Infralab SA
Route du Vieux-Collège 4B
CH-1077 Servion

Prélèvement 12.09.2017

Réception 09.10.2017

Remarques **Prél. par mandant** **Valeurs par matière sèche**

Méthodes appliquées: div.

Paramètres ⁺	OLED # valeurs lim. type B	OLED # valeurs lim. type A (np/fp)	Ballast 0-0.5m F15 / 17-03009 17-09976	Sol 0.6-1.0m F15 / 17-03010 17-09977	
Matière sèche %	---		96.4	95.1	
COT (carbon organique) g/kg	20		1.76	2.21	
Solubilité g/kg	5		---	---	
Antimoine mg/kg	30	3 / 15	<0.2	<0.2	
Arsenic mg/kg	30	15 / 15	3.60	2.20	
Plomb mg/kg	500	50 / 250	3.79	5.24	
Cadmium mg/kg	10	1 / 5	0.090	0.138	
Chrome total mg/kg	500	50 / 250	4.79	5.29	
Cuivre mg/kg	500	40 / 250	6.38	5.28	
Nickel mg/kg	500	50 / 250	6.55	4.46	
Mercure mg/kg	2	0.5 / 1	<0.05	<0.05	
Zinc mg/kg	1000	150 / 500	18.8	14.8	
HAP somme (EPA 610) mg/kg	25	3 / 12.5	0.55	0.61	
Benzo[a]pyrène mg/kg	3	0.3 / 1.5	<0.05	0.05	
Index-HC (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	500	50 / 250	124	<25	

Valeurs limites (type B) et valeurs limites utilisations (type A); selon OLED

np=non pollué; fp=faiblement pollué

Légende



Dépassement de valeur limite

<

Résultat sous la limite de détermination

Analyse non effectuée

*

Analyse non accréditée

+

Analyse par laboratoire tiers accrédité

Oberbuchsiten, 06.11.2017

Les résultats d'analyse se rapportent exclusivement aux échantillons examinés.
Les conditions commerciales générales sont applicables.



Certificat n° 17-02-7162
Projet n° 02-06-00343-42

PCB (polychlorobiphényles) 2/3

Objet **Commande n° 1690 / 2017**
TransN ligne 221
Buttes
Fouille n°: F15

Infralab SA
Route du Vieux-Collège 4B
CH-1077 Servion

Prélèvement 12.09.2017

Réception 09.10.2017

Remarques **Prél. par mandant** **Valeurs par matière sèche**

Méthodes appliquées: CG-ECD

Paramètres ⁺	Ballast 0-0.5m F15 / 17-03009 17-09976	Sol 0.6-1.0m F15 / 17-03010 17-09977		
PCB 28 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 52 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 101 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 118 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 138 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 153 mg/kg	<0.005	<0.005		
PCB 180 mg/kg	<0.005	<0.005		
Somme des 7 PCB mg/kg	<0.03	<0.03		
Somme calc. PCB # mg/kg	<0.08	<0.08		

$\Sigma 6$ PCB-congène $\times 4.3$ (selon OLED: <0.1mg/kg: non pollué)

Légende

<

Dépassement de valeur limite

Résultat sous la limite de détermination

Analyse non effectuée

*

Analyse non accréditée

+

Analyse par laboratoire tiers accrédité

Oberbuchsiten, 06.11.2017

Les résultats d'analyse se rapportent exclusivement aux échantillons examinés.
Les conditions commerciales générales sont applicables.

Certificat n° 17-02-7162
 Projet n° 02-06-00343-42

BTEX & HC-aliphatiques

3/3

Objet **Commande n° 1690 / 2017**
TransN ligne 221
Buttes
Fouille n°: F15

Infralab SA
Route du Vieux-Collège 4B
CH-1077 Servion

Prélèvement **12.09.2017**

Réception **09.10.2017**

Remarques **Prél. par mandant** **Valeurs par matière sèche**

Méthodes appliquées: div.

Paramètres*	OLED # valeurs lim. type B	OLED # valeurs lim. type A (np/fp)	Ballast 0-0.5m F15 / 17-03009 17-09976	Sol 0.6-1.0m F15 / 17-03010 17-09977	
-------------	----------------------------------	--	--	--	--

BTEX (Hydrocarbures aromatiques monocycliques)

Benzène	µg/kg	1'000	100 / 500	<5	<5	
Toluène	µg/kg			<5	<5	
Ethylbenzène	µg/kg			<5	<5	
Xylène (o-, m-, p-)	µg/kg			<5	<5	
Somme BTEX	µg/kg	10'000	1'000 / 5'000	<10	<10	

HC volatiles

HC-aliphatiques (C5-C10)	µg/kg	10'000	1'000 / 5'000	<500	<500	
--------------------------	-------	--------	---------------	------	------	--

Valeurs limites (type B) et valeurs limites utilisations (type A); selon OLED

np=non pollué; fp=faiblement pollué

Légende		Dépassement de valeur limite
	<	Résultat sous la limite de détermination
	---	Analyse non effectuée
	*	Analyse non accréditée
	+	Analyse par laboratoire tiers accrédité

Oberbuchsiten, 06.11.2017

Les résultats d'analyse se rapportent exclusivement aux échantillons examinés.
 Les conditions commerciales générales sont applicables.