



7006.01-RN012b/Bund
29 janvier 2016

GOLDENPASS

TUNNEL DES AVANTS

RAPPORT GÉOTECHNIQUE





TUNNEL DES AVANTS

RAPPORT GÉOTECHNIQUE

VERSION	-	a	b
DOCUMENT	7006.01-RN012/Cadi	7006.01-RN012a/Bund	7006.01-RN012b/Bund
DATE	24 février 2012	21 janvier 2016	29 janvier 2016
ELABORATION	Laure Cadi	Tristan Burnand	Tristan Burnand
VISA	Daniel Colomb	Daniel Colomb	Daniel Colomb
COLLABORATION		Mohammad Monfared	
DISTRIBUTION	Goldenpass (1 ex.) BG (1 ex.)	Goldenpass (1 ex.) BG (1 ex.)	Goldenpass (1 ex.) BG (1 ex.)

TABLE DES MATIÈRES

Page

1.	Introduction	1
1.1	Contexte général	1
1.2	Contexte géologique	2
2.	Reconnaissances et travaux effectués	3
2.1	Objectifs particuliers des reconnaissances	3
2.2	Première phase	3
2.3	Deuxième phase	4
3.	Méthode de réalisation des sondages et équipement	5
3.1	Sondages en surface	5
3.2	Sondages en tunnel	5
3.3	Reconnaissances entre les traverses	5
4.	Interprétation des reconnaissances	6
4.1	Stratigraphie	6
4.1.1	Sondages en surface	6
4.1.2	Sondages en tunnel	7
4.2	Reconnaissances entre les traverses	8
4.2.1	Sondage F1 – km 10.959	8
4.2.2	Sondage F2 – km 11.026	9
4.2.3	Sondage F3 – km 11.086	10
5.	Essais réalisés dans les sondages	11
5.1	Essais au pénétromètre dynamique	11
5.2	Essai Pressiométrique	12
5.3	Essai In situ sur les carottes de sol	12
5.4	Paramètres géotechniques	12
6.	Analyse des sols, déformabilité et classes de portance	13
6.1	Essai in situ	13
6.1.1	Essai de déformabilité	13
6.2	Résultats des essais en laboratoire	13
6.2.1	Analyse chimique	13
6.3	Analyse des résultats	14



TUNNEL DES AVANTS - RAPPORT GÉOTECHNIQUE

2

7.	Conditions hydrogéologiques	15
8.	Synthèse	16

ANNEXES

1. Annexe 1 : Log des sondages
2. Annexe 2 : Photos des sondages
3. Annexe 3 : PV des sondeurs en surface
4. Annexe 4 : PV des sondeurs en tunnel
5. Annexe 5 : Essais SPT SC2 à SC5
6. Annexe 6 : Essais pressiométriques SC2 et SC5
7. Annexe 7 : Résultats des analyses OTD

1. Introduction

1.1 Contexte général

Dans le cadre de la réhabilitation du tunnel des Avants, et à la demande de la société GOLDENPASS, le bureau BG Ingénieurs Conseils SA a été mandaté pour reconnaître les caractéristiques géotechniques du sous-sol.

Le village des Avants est situé au-dessus de Montreux (8 km), dans le canton de Vaud en Suisse. L'accès est possible soit par une petite route sinueuse soit par le chemin de fer de montagne du MOB (Montreux-Oberland Bernois) à partir de Montreux ou de Gstaad.

80 m juste après la gare (en direction de Château-d'Oex), le chemin de fer s'engouffre dans un étroit tunnel en courbe sur 24 m, pour un rayon de 49 m, et en alignement sur 129 m. Il s'inscrit en rampe constante de 6,6 %.

Le revêtement de la voûte et des piédroits de cet ouvrage, est constitué de moellons en pierre naturelle.

Les conditions d'exploitation et de sécurité offertes par cet ouvrage sont peu satisfaisantes, tant vis à vis du gabarit dégagé, de l'état du revêtement, des conditions de maintenance hivernale de la ligne (formation de glace en voûte) que pour la problématique d'évacuation des voyageurs en cas d'arrêt d'un train dans le tunnel. En ce qui concerne le gabarit, le MOB déplore occasionnellement des "touchettes" de rétroviseurs des locomotives, ceci quand bien même une petite engravure longitudinale a été réalisée par le passé sur un parement à hauteur des rétroviseurs (rabotage de moellons à l'extérieur de la courbe).

La rénovation du tunnel des Avants vise sa mise aux normes en matière de sécurité pour les voyageurs et pour le personnel d'entretien, ainsi qu'en matière de gabarit.

Elle vise également de meilleures conditions d'exploitation, notamment en période hivernale.

Elle ne vise cependant pas une augmentation de la vitesse commerciale de la ligne, eu égard à la proximité de la gare des Avants et aux forts impacts sur le bâti qu'aurait entraîné une augmentation significative du rayon de la courbe en entrée de tunnel côté aval.

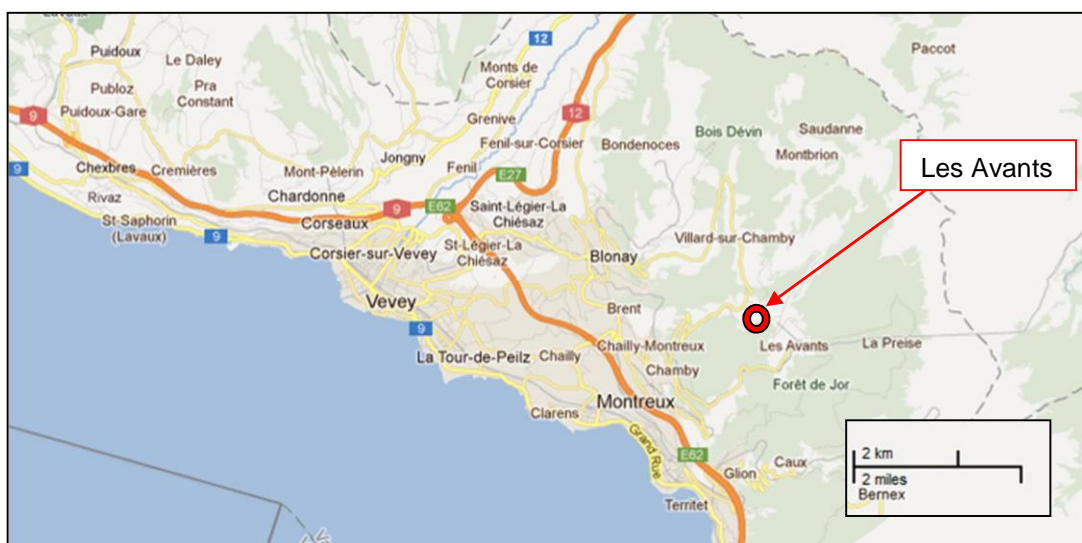


Figure 1 : Vue générale du secteur d'étude, situation du tunnel des Avants

1.2 Contexte géologique



Figure 2 : Extrait de la carte géologique

D'après la carte géologique de la Suisse à l'échelle 1:5 000, le projet se situe dans une zone géologique appartenant au quaternaire caractérisée par des moraines glaciaires (ici en vert) surmontées d'alluvions (zone hachurée) (voir figure 2 ci-dessus).

2. Reconnaissances et travaux effectués

2.1 Objectifs particuliers des reconnaissances

Des forages de reconnaissance ont été réalisés en 2012 dans le but de définir le niveau des couches géologiques et caractériser les formations rencontrées. La profondeur des sondages a été déterminée de manière à connaître la qualité des terrains dans lesquelles seront fondées les futures parois du tunnel.

Les forages ont permis de :

- § déterminer l'épaisseur de la maçonnerie ;
- § détecter d'éventuels vides ou type de remplissages derrière la maçonnerie ;
- § connaître les caractéristiques des terrains autour du tunnel.

Une seconde campagne de reconnaissances a été réalisée récemment (début 2016) dans le but de qualifier et de caractériser les matériaux constituant le ballast, l'infrastructure et le sol de fondation de la voie existante d'une part, et d'évaluer la quantité en polluants contenus dans ces matériaux d'autre part.

2.2 Première phase

La campagne de sondage a été réalisée par l'entreprise Implenia.

Elle a consisté à réaliser 12 forages sur les parcelles 4719, 4720 et 4743 (voir figure 3) composé de :

- § 4 sondages carottés verticaux de 18 m de longueur (en amont, au Nord du tunnel), dénommés SC2 à SC5. Ces forages ont été réalisés du 6 décembre 2011 au 17 Janvier 2012 ;
- § 8 sondages carottés horizontaux de 2,5 à 2,8 m de longueur (à l'intérieur de l'ouvrage) ; dénommés SCT1 à SCT8. Ces forages ont été réalisés dans les nuits du 24/25 janvier, 25/26 janvier, 26/27 janvier et du 31 janvier et 1^{er} février 2012, afin de ne pas interrompre la circulation des trains.

La disposition des sondages à l'extérieur et à l'intérieur du tunnel est représentée ci-après :

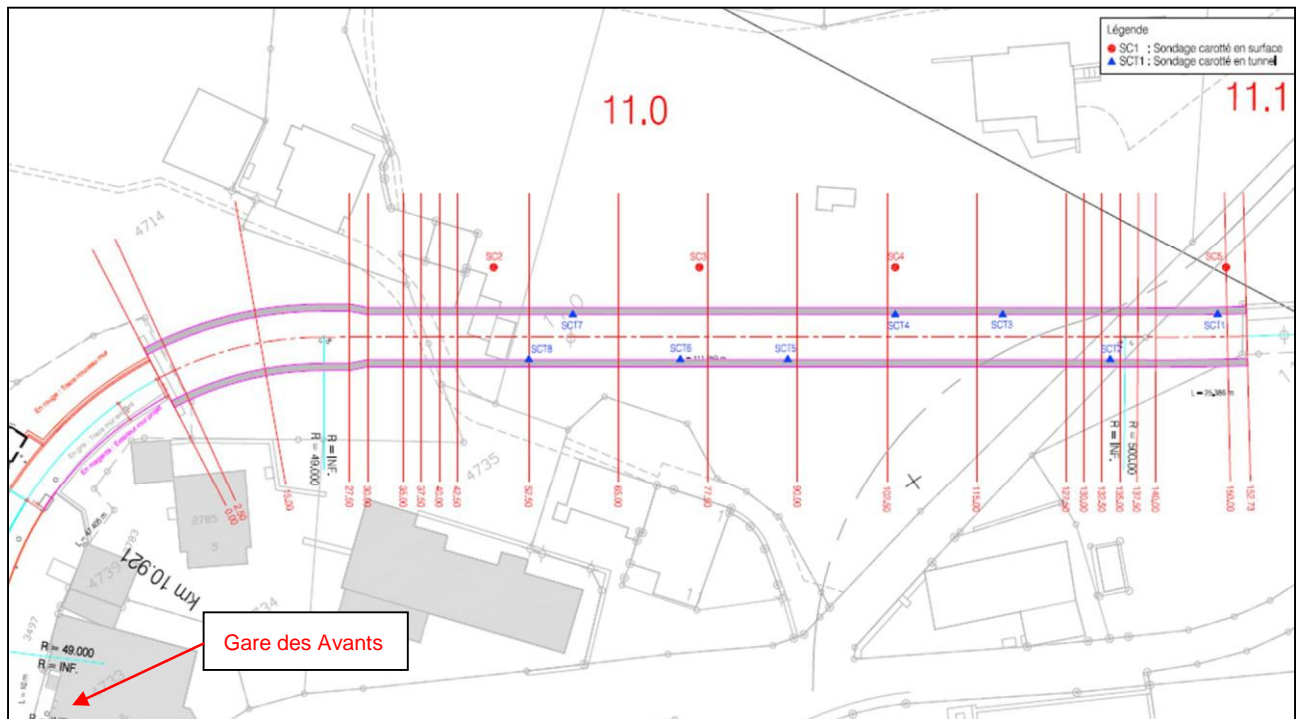


Figure 3 : Implantation des sondages

Les coupes lithologiques et photos des sondages sont présentées en annexe 1 et 2.

Les PV de sondages sont présentés en annexe 3 et 4.

2.3 Deuxième phase

Trois fouilles dénommées F1 à F3 ont été réalisées sur le site la nuit du 7 au 8 janvier 2016, et dont l'implantation est représentée à la figure 4.

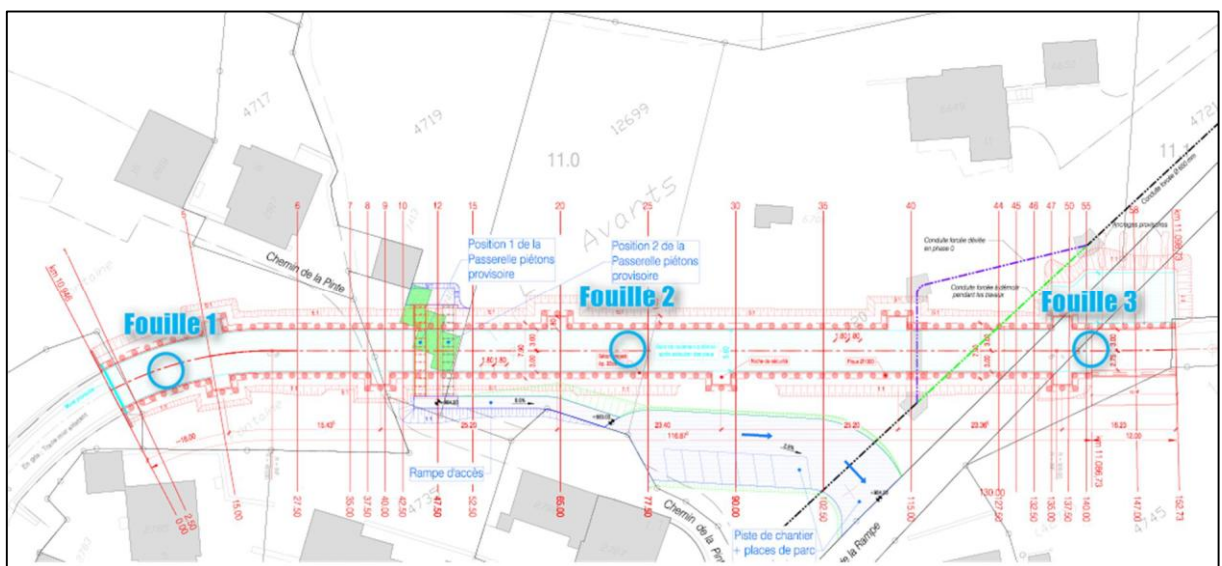


Figure 4 : Situation des fouilles et essais réalisés

3. Méthode de réalisation des sondages et équipement

3.1 Sondages en surface

Les **sondages** en surface ont été réalisés verticalement, à l'aide d'une machine de forage type "Nenzi". Les méthodes de forages sont les suivantes :

- § avancement normal à sec (terrain meuble) : par rotation au moyen d'un carottier simple de Ø extérieur variant de 180 à 116 mm (CS180 ou CS116).

L'**instrumentation** posée dans les forages SC2 et SC5 est composée d'un tube inclinométrique perforé, jouant également un rôle de piézomètre selon les détails suivants :

- § longueur totale de 18,0 m (SC5) et 18,4 m (SC2) ;
- § massif filtrant sur toute la longueur, et bouchon d'argile en tête ;
- § perforé de 4 à 18,4 m ;
- § protection avec capot en fonte.

Sondage	Longueur totale du piézomètre + inclinomètre	Bouchon d'argile	Couche drainante : graviers 3/8	Longueur hors sol
SC2	18.4 m	de 0 à 3 m	3 à 18.4 m	0.0 m
SC5	18.0 m	de 0 à 2 m	2 à 18.0 m	0.0 m

Tableau 1 : Synthèse de l'équipement des forages SC2 ET SC5

3.2 Sondages en tunnel

Les **sondages** ont été réalisés à l'aide d'une machine de forage type "Sig Monty". Les méthodes de forages sont les suivantes :

- § dans la maçonnerie du tunnel, avancement normal à l'eau : par rotation au moyen d'un carottier diamant double de Ø extérieur de 101 mm (CD101) ;
- § avancement normal à sec (terrain meuble) : par rotation au moyen d'un carottier simple de Ø extérieur variant de 101 mm (CS101).

Les forages ont été exécuté horizontalement (90°) à une distance de 1,5 m du sol.

3.3 Reconnaissances entre les traverses

Les trois fouilles de reconnaissance dénommées F1 à F3 ont été réalisées de nuit, au moyen d'une petite pelle mécanique rail-route. Dans chaque fouille, une excavation à la pelle mécanique a été effectuée jusqu'à une profondeur d'environ 1 m par rapport au PDR, au milieu des traverses.

Des échantillons de ballast et d'un peu du terrain sous-jacent ont été prélevés dans les fouilles F1 et F3 en vue d'effectuer des analyses chimiques OTD.

Des essais de déformabilité des sols ont été réalisés à environ 1 m sous le plan de roulement à l'aide d'un deflectomètre à masse tombante légère. En effet c'est à cette profondeur que se situe l'emprise du renouvellement de l'infrastructure, comme on peut le voir sur la figure 4.

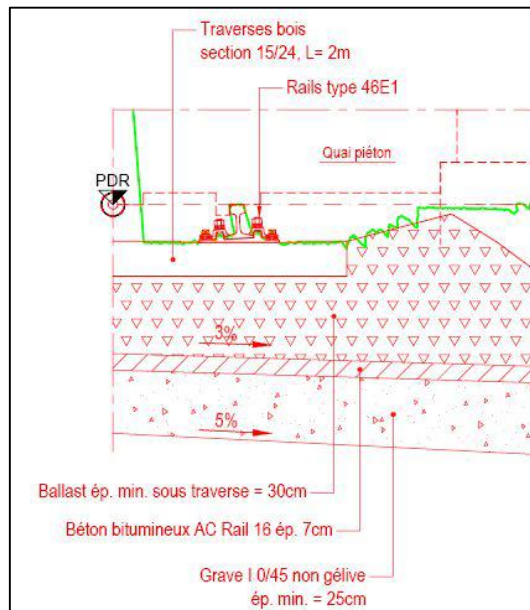


Figure 5 : Détails type de la nouvelle infrastructure

Une fois les sondages terminés, les matériaux ont été remis en place. Une équipe du MOB s'est chargée de compacter le ballast à l'aide d'une bourreuse à ballast le lendemain matin.

4. Interprétation des reconnaissances

4.1 Stratigraphie

4.1.1 Sondages en surface

L'analyse des sols rencontrés en sondage a permis d'identifier et de caractériser les deux formations principales suivantes :

- § les sols de couverture : terre végétale ;
- § les galets et graviers argilo-limoneux (alluvions).

La synthèse des travaux de reconnaissances est donnée dans le tableau suivant :

Sondage N°	Inclinaison du forage	Profondeur du forage [m]	Profondeur des couches [m]	
			Terre végétale (TV)	Alluvions gravelo argilo - limoneux
SC2	Verticale	18.0	0 – 0.2	0.2 – > 18.0
SC3		18.0	0 – 0.4	0.4 – > 18.0
SC4		18.0	0 – 0.4	0.4 – > 18.0
SC5		18.0	0 – 0.2	0.2 – > 18.0

Tableau 2 : Synthèse stratigraphique des reconnaissances effectuées en surface

4.1.2 Sondages en tunnel

L'analyse des sols rencontrés en sondage a permis d'identifier et de caractériser les deux formations principales suivantes :

- § l'épaisseur de la maçonnerie de l'ouvrage ;
- § les galets et graviers anguleux argilo-limoneux (alluvions).

La synthèse des travaux de reconnaissances est donnée dans le tableau suivant :

Situation	Sondage N°	Inclinaison du forage	Profondeur du forage [m]	Profondeur des couches [m]	
				Maçonnerie	Alluvions gravelo argilo-limoneuse
Côté amont	SCT1	Horizontale	2.5	0 – 0.4	0.4 – > 2.5
	SCT3		2.6	0 – 0.7	0.7 – > 2.6
	SCT4		2.7	0 – 0.3	0.3 – > 2.7
	SCT7		2.7	0 – 0.7	0.7 – > 2.7
Côté parking	SCT2		2.5	0 – 1.2	1.2 – > 2.5
	SCT5		2.5	0 – 0.5	0.5 – > 2.5
	SCT6		2.5	0 – 0.8	0.8 – > 2.5
	SCT8		2.8	0 – 0.6	0.6 – > 2.8

Tableau 3 : Synthèse stratigraphique des reconnaissances effectuées dans l'ouvrage

Les sondages réalisés montrent que l'épaisseur de la maçonnerie est comprise entre 30 et 70 cm côté montagne, et 50 à 120 cm côté lac.

La nature du sol au-delà de la maçonnerie est la même que celle rencontrée dans les sondages en surface, soit une grave argilo-limoneuse. Les sondages n'ont pas relevé de zone de vide entre la maçonnerie et le terrain naturel.

A noter que les sondages réalisés n'ont pas permis de mettre en évidence un remplissage de blocs derrière la maçonnerie.

4.2 Reconnaissances entre les traverses

4.2.1 Sondage F1 – km 10.959



Figure 6 : Sondage F1 – détails

Profondeur depuis le dessus de la traverse (m)		Lithologie
0	0,20	Ballast propre avec faible pollution aux fines, criblage possible
0,20	0,35	Ballast pollué avec pollution importante aux fines (sable fin limoneux), nombreux points de compression observés sur le ballast, criblage envisageable avec un rendement faible
0,35	0,80	Alluvions graveleuses à matrice limoneuse, graviers avec un Ø moyen de 3 cm, présence de quelques blocs jusqu'à 10 cm de Ø

A noter :

- § présence d'un géotextile de séparation (type bidim) à 34 cm depuis le dessus de la traverse ;
- § légèrement humide en fond de fouille ;
- § mesure E_{vd} à 0,80 m de profondeur depuis le dessus de la traverse : 29 MPa (équivalent M_E : 34 MPa) ;
- § prélèvement d'échantillon de ballast et d'un peu du terrain sous-jacent pour analyses OTD.

4.2.2 Sondage F2 – km 11.026



Figure 7 : Sondage F2 – détails

Profondeur depuis le dessus de la traverse (m)		Lithologie
0	0,44	Ballast propre de manière générale, très peu de pollution aux fines, quelques produits d'abrasion surtout au droit des rails, nombreux points de compression observés sur le ballast, criblage possible
0,44	0,80	Alluvions graveleuses à matrice limoneuse, graviers moyens de Ø de 3 cm, présence de gros blocs de Ø jusqu'à 20 cm en profondeur, probablement issu des matériaux de déblais lors de l'excavation du tunnel

A noter :

§ mesure E_{vd} à 0,80 m de profondeur depuis le dessus de la traverse : 43 MPa (équivalent M_E : 54 MPa).

4.2.3 Sondage F3 – km 11.086



Figure 8 : Sondage F3 – détails

Profondeur depuis le dessus de la traverse (m)		Lithologie
0	0,25	Ballast propre de manière générale, très peu de pollution aux fines, quelques produits d'abrasion surtout au droit des rails, criblage possible
0,25	0,43	Ballast pollué par des fines issues de l'abrasion du ballast, nombreux points de compression observés sur le ballast, criblage possible avec faible rendement
0,43	0,76	Alluvions graveleuses à matrice limoneuse, graviers moyens de Ø de 3 cm, présence de gros blocs de Ø jusqu'à 25 cm en profondeur, probablement issu des matériaux de déblais lors de l'excavation du tunnel

A noter :

- § mesure E_{vd} à 0,76 m de profondeur depuis le dessus de la traverse : 65 MPa (équivalent M_E : 91 MPa) ;
- § le résultat de l'essai E_{vd} est certainement biaisé par la présence de gros blocs ;
- § lors de la creuse, le rocher (bloc erratique, gros blocs de remblai, autre ?) a été mis à jour sur la moitié amont de la fouille dès une profondeur de 40 cm environ. De gros blocs ont également été mis à jour dans l'autre moitié de la fouille ;
- § prélèvement d'échantillon de ballast et d'un peu du terrain sous-jacent pour analyses OTD.

5. Essais réalisés dans les sondages

Les essais suivants ont été réalisés uniquement dans les 4 sondages en surface :

§ des essais pénétrométriques ont été effectués tous les deux mètres dans chacun des sondages.

Ces essais ont permis de connaître la compacité des sols rencontrés :

§ des essais pressiométriques ont été exécutés sur les sondages SC2 et SC5.

Ces essais ont permis d'établir une classification des sols, de connaître la compacité, et de trouver la pression limite de chargement du sol.

Les procès-verbaux de ces sondages sont présentés en annexe 5 et 6.

5.1 Essais au pénétromètre dynamique

L'essai au pénétromètre dynamique consiste à enfoncer dans le sol par battage, un train de tiges de faible diamètre muni à son extrémité d'une pointe ; il est mesuré ensuite le nombre de coups N_{SPT} nécessaires pour obtenir un enfoncement donné.

Cette technique de mesure est un moyen d'apprécier de façon qualitative la résistance des terrains traversés, et de prévoir la réaction du sol à l'enfoncement de pieux. Il permet également de déterminer l'épaisseur et la profondeur des différentes couches de sol.

Sondage N°	Type de sol	Valeur de SPT
SC2	Alluvions gravelo -limoneux	0 à 5 m : $N_{SPT} = 22$
		5 à 10 : $N_{SPT} = 56$
		>10 m : $N_{SPT} = \text{Refus}$
SC3	Alluvions gravelo -limoneux	0 à 5 m : $N_{SPT} = 46$
		5 à 10 : $N_{SPT} = \text{Refus}$
		> 10 m : $N_{SPT} = 70$
SC4	Alluvions gravelo -limoneux	0 à 6 m : : $N_{SPT} = 25$
		6 à 10 m : $N_{SPT} = 66$
		>10 m : $N_{SPT} = \text{Refus}$
SC5	Alluvions gravelo -limoneux	0 à 5 m : $N_{SPT} = 50$
		5 à 10 : $N_{SPT} = \text{Refus}$
		> 10 m : $N_{SPT} = 70$

Tableau 4 : Synthèse des essais SPT

Ces essais démontrent que le sol en surface est de compacité moyenne.

Au-delà de 5 m, le sol devient très compact ($N_{SPT} > 50$).

Les nombreux refus et $N_{SPT} > 50$ sont dû à la présence importante de graviers et galets dans le terrain.

5.2 Essai Pressiométrique

L'essai pressiométrique est un essai de chargement rapide du sol en place obtenu par expansion d'une cellule cylindrique. Cet essai permet d'obtenir des informations précises sur la nature et la qualité des sols.

Son- dage	Profondeur des es- sais pressiomé- triques	Pression de fluage (Pf) (MPa)	Pression limite (PI) (MPa)	Module E_m (MPa)
SC2	5 m	0,46	1,13	6,74
	8.3 m	>1,23	>1,30	19,74
	13.2 m	Essai avorté – Sonde éclatée		
	16 m	1,57	>1,61	33,79
SC5	5.5 m	0,49	>0,51	6,48
	11.5 m	>0,62	>0,62	5,85

Tableau 5 : Synthèse des essais pressiométriques

5.3 Essai In situ sur les carottes de sol

Des essais au scissomètre et au pénétromètre de poche n'ont pas pu être réalisés suite à la quantité importante de galets présents dans les carottes de sol.

5.4 Paramètres géotechniques

Les paramètres géotechniques proposés sont tirés des valeurs mesurées par les essais *In situ* et de l'expérience. Ils sont détaillés dans le tableau suivant :

Géologie	Poids volumique [kN/m ³]	C (kPa)	ϕ	Portance du sol
Grave argilo- limoneuse	20	0 - 5	30 - 33	S3 – S4

Tableau 6 : Paramètres proposés pour les terrains reconnus lors des sondages

Ces sols alluvionnaires montrent une portance bonne à très bonne caractérisée par des terrains de résistance moyenne à dure. Cette bonne compacité du sol est due à la présence importante de galets et graviers.

Cependant la cohésion de ces sols est très faible car la quantité de limon argileux jouant le rôle de liant n'est pas assez importante.

6. Analyse des sols, déformabilité et classes de portance

6.1 Essai in situ

6.1.1 Essai de déformabilité

La déformabilité d'un terrain en place est mesuré 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 7). Le M_E estimé à environ 1 m de profondeur par rapport au PDR varie entre 29 et 65 le long du parcours (voir tableau 8).

Sondage	Profondeur de la mesure (m depuis le dessus de la traverse)	Déformabilité M_{E1} [MN/m ²]	Classe de portance du sol
F1	0,80	34	S3
F2	0,80	54	S3
F3	0,76	91	S4

Tableau 7 : 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 8 : extrait de la norme SN 640 324, relatif aux valeurs limites de différentes méthodes d'investigation pour déterminer la classe de portance des sols

6.2 Résultats des essais en laboratoire

6.2.1 Analyse chimique

Afin d'évaluer le taux des polluants chimiques dans le ballast et d'un peu du terrain sous-jacent, des prélèvements d'échantillons ont été effectués selon la "directive sur les délais de voie" au droit des fouilles 1 et 3. Les résultats détaillés des analyses sont présentés en annexe 7. Les essais sont réalisés selon l'OLED (Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets) et permettent de connaître la teneur en matériaux pollués et en hydrocarbures notamment.

Les analyses effectuées sur le ballast et le terrain sous-jacent prélevé dans la fouille 1 montrent que la valeur des HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) est supérieure aux limites type A prescrites dans l'OLED (valeurs U et T selon la directives sur les matériaux d'excavation). La valeur des Index-HC (hydrocarbures) est quant à elle comprises entre les valeurs type A (U et T). Le ballast est ainsi considéré comme matériau pollué, dû à sa teneur en HAP, et sa réutilisation n'est pas possible au sens de l'OLED.

Les analyses effectuées sur le ballast et le terrain sous-jacent prélevé dans la fouille 3 montrent une valeur des HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) comprise entre les limites type A prescrites dans l'OLED (U et T). Le ballast est ainsi considéré comme matériau toléré au niveau de la pollution chimique et sa réutilisation ou valorisation sera possible sous certaines conditions.

Au vu des éléments qui précèdent, une délimitation précise dans l'espace entre les matériaux pollués et les matériaux tolérés n'est pas possible. Toutefois la fouille 1 est réalisée dans le virage du tunnel qui est de surcroît la zone de freinage du train. Ces 2 raisons sont favorables à une augmentation des teneurs en polluants. La limitation de la zone polluée à cette zone de freinage et de virage est probable.

En ce qui concerne la qualité mécanique du ballast, les observations sur le terrain ont relevé un ballast présentant dans sa majorité de nombreux points de compression, une partie majoritairement polluée par les produits de l'abrasion du ballast. Au vu de ces éléments, et pour assurer une durée de vie suffisante de la superstructure, l'évacuation du ballast est préconisée.

6.3 Analyse des résultats

Selon les DE-OCF, la déformabilité minimale requise, définie par le module élastique M_{E1} , sur la plateforme pour les infrastructures du groupe de charges des voies NC2 est de $M_{E1} = 15$ MPa (voir tableau 9). La déformabilité du sol d'assise mesurée ici est supérieure à 15 MPa au droit des sondages selon le tableau 1 de la norme SN 640 324.

La déformabilité de la plateforme est ainsi suffisante et respecte les exigences des DE-OCF. La future plateforme aura une portance suffisante et ne nécessitera pas une amélioration du terrain en place.

Groupes de charges des voies	Sur la surface de la couche de base				Sur la plate-forme
	Valeurs minimales de déformabilité		Valeurs maximales de déformabilité		Valeurs minimales la déformabilité
	M_{E1} [MN/m ²]	d [1/100 mm]	M_{E1} [MN/m ²]	d [1/100 mm]	M_{E1} [MN/m ²]
NC1, NC2	60	140	150	40	15
NC3	40	170 ¹⁾	150	40	15
NC4	15	-	150	-	15
PM1, PM2	40	-	150	-	6 ²⁾
PM3	30	-	150	-	6 ²⁾
PM4	15	-	150	-	6 ²⁾

¹⁾ seulement si une couche d'imperméabilisation bitumineuse est posée (cf. tableau ch. 4.3.2)

²⁾ correspond à une valeur corrélée du California Bearing Ratio CBR d'env. 3 %

Tableau 9 : déformabilité admise pour les différents groupes de voies, tiré des DE-OCF (art. 25)



7. Conditions hydrogéologiques

Aucune venue d'eau significative n'a été relevée lors de la réalisation des sondages depuis le début du mois de décembre.

Les relevés piézomètre du 02 février 2012 ont indiqué :

- § une absence d'eau dans le forage SC2 ;
- § une hauteur d'eau de 10 cm dans le fond du piézomètre, dans le sondage SC5.

8. Synthèse

La campagne de reconnaissance géotechnique a permis d'atteindre les objectifs de l'étude à savoir la classification des sols dans l'emprise du futur projet, l'épaisseur de la maçonnerie, ainsi que la caractérisation du terrain derrière celle-ci.

L'ensemble des forages carottés réalisés sur le site ont rencontré le même type de terrain, soit un sol homogène, compact et de bonne qualité. Ce sol est caractérisé par un terrain meuble de galets et graviers, contenus dans une matrice argilo-limoneuse.

Aucun vide n'a été détecté derrière la paroi du tunnel.

Les sondages effectués à l'intérieur de l'ouvrage ont montré que l'épaisseur de la maçonnerie du tunnel côté montagne est comprise entre 30 et 70 cm, et entre 50 et 120 cm côté lac.

Aucun bloc significatif n'a été détecté dans les sondages. Cependant ceci ne nous permet pas de confirmer l'absence totale de blocs dans l'emprise du projet, il faut donc rester prudent à ce sujet.

Aucune venue d'eau n'a été observée dans les sondages.

Les essais de déformabilité effectués sous la voie sur le tronçon du tunnel des Avants ont mis en évidence des sols d'assise ayant une portance élevée (S3) à très élevée (S4) et donc un module de déformation M_{E1} de la plate-forme supérieur à 15 MN/m². Le renouvellement de l'infrastructure et de la superstructure peut se réaliser sans recours à des mesures d'amélioration de la portance de la future plate-forme.

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur les échantillons de ballast et de terrain sous-jacent ont montré que la majorité des éléments testés ne dépassent pas les normes. Néanmoins pour la fouille 1 située dans le virage (voir figure 4), la teneur en HAP considère les matériaux comme pollués, impliquant la nécessité de les éliminer ou de les traiter par les filières adéquates. En ce qui concerne la fouille 3, le taux de HAP considère les matériaux comme tolérés, laissant la possibilité de leur valorisation sous conditions.

L'élimination ou le traitement des matériaux pollués ainsi que la valorisation sous restriction des matériaux tolérés doivent être pris en considération pour la suite du projet.

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.



Annexes

Annexe 1	Log des sondages
Annexe 2	Photos des sondages
Annexe 3	PV des sondeurs en surface
Annexe 4	PV des sondeurs en tunnel
Annexe 5	Essais SPT SC2 à SC5
Annexe 6	Essais pressiométriques SC2 et SC5
Annexe 7	Résultats des analyses OTD



Annexe 1

LOG DES SONDAGES



BG Ingénieurs Conseils

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012

Sondage carotté SC2

7006.01-RN012

Décembre 2011

Cadi

X	?	Coupe	Designation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations
Y	?					Autres essais in situ
Forage	Altitude ?					Equipement Hydrologie
Carottier simple métal dur diam. 180 mm			Terre végétale	TV		Sondage réalisé du 14 décembre au 17 janvier 2012 par Implenia Pas d'équipement Pas de venues d'eau Méthode de forage: - Forage tubé - Foré à sec
			Zone plus argileuse			
			Blocs (ø du carottier)			
	1.00					
			Zone plus argileuse		2m: 7/13/8 : 21	
	2.00					
	3.00					
			Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)		4m: 9/9/14 : 23	
	4.00					
	5.00		Zone plus argileuse			
	6.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)		6m : 13/14/8 : 22	
	7.00					
	8.00				8m: 18/19/27: 46	
	9.00		Zone plus argileuse			
	10.00				10.2m: 22/29/37 : 66	



BG Ingénieurs Conseils

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SC27006.01-RN012
Décembre 2011
Cadi

X	?						Observations
Y	?						Autres essais in situ
For-	Altitude	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT		Equipement
rage	?						Hydrologie
			Graviers à quelques galets légèrement limoneux	ALLUVIONS (LIMONS DE PENTE)			
	11.00						
	12.00		Zone argileuse		12m: 27/38/14 cm: >100		
	13.00		Graviers à quelques galets légèrement limoneux				
	14.00				14m: 7 cm : >100		
	15.00		Blocs				
	16.00		Graviers à quelques galets légèrement limoneux		16m: 13 cm : >100		
	17.00		Blocs				
	18.00		Graviers à quelques galets légèrement limoneux		18m: 11 cm : >100		Fin du sondage : 18.0m



BG Ingénieurs Conseils

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012

Sondage carotté SC3

7006.01-RN012

Décembre 2011

Cadi

X	?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations
Y	?					Autres essais in situ
Forage	Altitude					Equipement
	?					Hydrologie
Carottier simple métal dur diam. 180 mm			Terre végétale	TV		Sondage réalisé du 12 au 14 décembre 2011 par Implenla Pas d'équipement Pas de venues d'eau Méthode de forage: - Forage tubé - Foré à sec
	1.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)		2m: 17/23/29 : 52	
	2.00					
	3.00		Zone plus argileuse			
	4.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)		4m: 11/19/21 : 52	
	5.00		Blocs			
	6.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)	ALLUVIONS (LIMONS DE PENTE)	6.2m : 50 cm : >100	
	7.00					
	8.00		Zone plus argileuse		8m: 26/>50 : >100	
	9.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)			
Carottier simple métal dur diam. 140 mm			Zone plus argileuse			
	10.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)		10m: 12/19/24 : 43	



BG Ingénieurs Conseils

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SC37006.01-RN012
Décembre 2011
Cadi

X	?					
Y	?					
Forage	Altitude	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equipement Hydrologie
			Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron			
			Zone plus argileuse			
	11.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)			
			Blocs			
	12.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)		12m: 24/43/25 : 68	
	13.00					
			Zone plus argileuse			
	14.00				14m: 22/39/>50 : >100	
			Blocs			
	15.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)			
			Zone plus argileuse			
	16.00				16m: 24/32/45 : 77	
			Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)			
	17.00					
					18m: 15/23/27 : 50	
	18.00					Fin du sondage : 18.0m



X	Y	Forage	Altitude ?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equiptement Hydrologie
					Terre végétale argilo-limoneuse marron légèrement graveleuse			Sondage réalisé du 06 au 08 décembre 2011 par Implenia
			0.40		Graviers et galets argilo-limoneux (ø 0 -100 mm), marron. Quelques blocs. Bloc entre 0.9 et 1.0 m.			
			1.00		Graviers et galets argilo-limoneux marron			
			1.30		Bloc			
			1.50		Passage plus argileux, jaunâtre			
			2.00		Argile limono-graveleuse marron		2m: 6/8/12 : 20	Pas d'équipement Pas de venues d'eau Terrain humide
			2.70					
			3.00		Graviers et galets argilo-limoneux marron à quelques blocs			
			4.00				4m: 4/6/10 : 16	
			4.80		Graviers sableux légèrement limoneux gris clair.			
			5.00					
			6.00		Graviers et galets argilo-limoneux marron à quelques blocs		6m: 19/20/17 : 37	
			6.80					
			7.00		Alternance de blocs et de graviers limoneux moyennement argileux marron			
			7.40					
			8.00		Graviers limono-argileux à cailloux, marron		8m: 22/34/32 : 66	
			9.00					
			10.00		Gaviers limoneux, moyennement sableux et légèrement argileux, marron. Nombreux galets et blocs. Bloc de calcaire spathique brun foncé à 9.1 m		10m: 13cm : > 100	



BG Ingénieurs Conseils

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SC47006.01-RN012
Décembre 2011
Cadi

X Y	?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equipement Hydrologie	
For- rage	Altitude ?						
Carottier simple métal dur diam. 140 mm			Graviers limono-caillouteux légèrement sableux. Brun. Mouillé	ALLUVIONS (LIMONS DE PENTE)			
	11.00		Blocs de calcaire spathique gris foncé				
	11.50		Graviers limono-argileux. Brun clair. Humide		12m: 23/20/13 : 33		
	12.00		Gravier sablo-limoneux avec nombreux cailloux. Brun. Humide				
	12.30						
	13.00		Blocs de calcaire spathique gris foncé		14m: 23/ 10cm : > 100		
	14.00						
	14.30		Graviers sablo-limoneux avec nombreux cailloux. Brun. Humide				
	14.50						
	15.00		Graviers limoneux et légèrement argileux avec nombreux cailloux et quelques blocs. Brun		16m: 13 cm : > 100		
	15.40						
	15.80		Graviers limono-argileux avec blocs décimétriques. Brun				
	16.00						
17.00			18m: 46/ 11cm : > 100				
18.00			Fin du sondage : 18.0m				



BG Ingénieurs Conseils

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012

Sondage carotté SC5

7006.01-RN012

Décembre 2011











Cadi

X	?					
Y	?					
Forage	Altitude	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Équipement Hydrologie
			Terre végétale	TV		Sondage réalisé du 30 novembre au 6 décembre 2012 par Implenia
			Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron			
			Blocs (ø du carottier)			
	1.00					
						Pas d'équipement Pas de venues d'eau
	2.00				2m: 18/50/12 cm : >100	Méthode de forage: - Forage tubé - Foré à sec
	3.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)			
	4.00				4m: 13/17/23 : 40	
	5.00		Zone plus argileuse			
			Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)			
	6.00				6m : 15/14/17 : 31	
			Zone plus argileuse			
			Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)			
	7.00					
			Zone plus argileuse			
			Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron			
			Blocs (ø du carottier)			
	8.00				8m: 19/27/30: 57	
	9.00					
	10.00				10.2m: 25/23/21 : 44	



BG Ingénieurs Conseils

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SC57006.01-RN012
Décembre 2011
Cadi

X Y	?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equipement Hydrologie
For- rage	Altitude ?					
<div>Carottier simple métal dur diam. 140 mm</div>			Graviers à quelques galets légèrement limoneux	ALLUVIONS (LIMONS DE PENTE)		
			Zone argileuse			
			Blocs			
	11.00		Zone argileuse et blocs		12m: 23/14 cm: >100	
			Graviers à quelques galets légèrement limoneux		14m: 10 cm : >100	
	12.00		Zone argileuse			
			Graviers à quelques galets légèrement limoneux			
	13.00		Blocs		23/29/40 : 69	
			Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)			
	14.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)			
	15.00					
	16.00					
	17.00					
	18.00				18m: 17/23/28 : 51	Fin du sondage : 18.0m



BG Ingénieurs Conseils

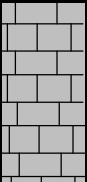

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SCT17006.01-RN012
Janvier 2012
Cadi

X Y	? ?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equipement Hydrologie
For- rage	Altitude ?					
Carottier double diamant ø101 mm	0.40		Maçonnerie	Tunnel	Aucun essai n'a été réalisé dans le sondage	Sondage réalisé la nuit du 24/25 janvier 2012 par Implenla
Carottier simple métal dur ø101 mm	1.00 2.00 2.50		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)	Alluvions (limons de pente)		Pas d'équipement Pas de venue d'eau Méthode de forage: - Forage tubé - Foré à sec
	3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00					



BG Ingénieurs Conseils

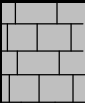

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SCT27006.01-RN012
Janvier 2012
Cadi

X Y	?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equipement Hydrologie
For- rage	Altitude ?					
Carottier double diamant ø101 mm	1.00 1.20		Maçonnerie	Tunnel	Aucun essai n'a été réalisé dans le sondage	Sondage réalisé la nuit du 26/27 janvier 2012 par Implemia
Carottier simple métal dur ø101 mm	2.00 2.50		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)	Alluvions (limons de pente)		Pas d'équipement Pas de venue d'eau Méthode de forage: - Forage tubé - Foré à sec
	3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00					



BG Ingénieurs Conseils

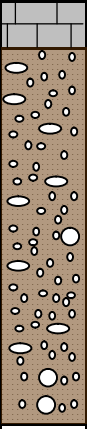
Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SCT37006.01-RN012
Janvier 2012
Cadi

X Y	? ?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equipement Hydrologie
For- rage	Altitude ?					
Carottier double diamant ø101 mm			Maçonnerie	Tunnel	Aucun essai n'a été réalisé dans le sondage	Sondage réalisé la nuit du 24/25 janvier 2012 par Implenla
Carottier simple métal dur ø101 mm	0.70 1.00 2.00 2.60		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)	Alluvions (limons de pente)		Pas d'équipement Pas de venue d'eau Méthode de forage: - Forage tubé - Foré à sec
	3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00					



BG Ingénieurs Conseils

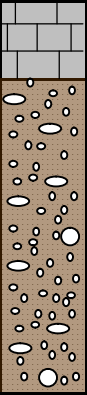
Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SCT47006.01-RN012
Janvier 2012
Cadi

X Y	?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equipement Hydrologie
For- rage	Altitude ?					
Carottier double diamant ø101	0.30		Maçonnerie	Tunnel	Aucun essai n'a été réalisé dans le sondage	Sondage réalisé la nuit du 25/26 janvier 2012 par Implemia
Carottier simple métal dur ø101 mm	1.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)	Alluvions (limons de pente)		Pas d'équipement Pas de venue d'eau Méthode de forage: - Forage tubé - Foré à sec
	2.00					
	2.70					
	3.00					
	4.00					
	5.00					
	6.00					
	7.00					
	8.00					
	9.00					
	10.00					



BG Ingénieurs Conseils

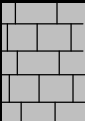

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SCT57006.01-RN012
Janvier 2012
Cadi

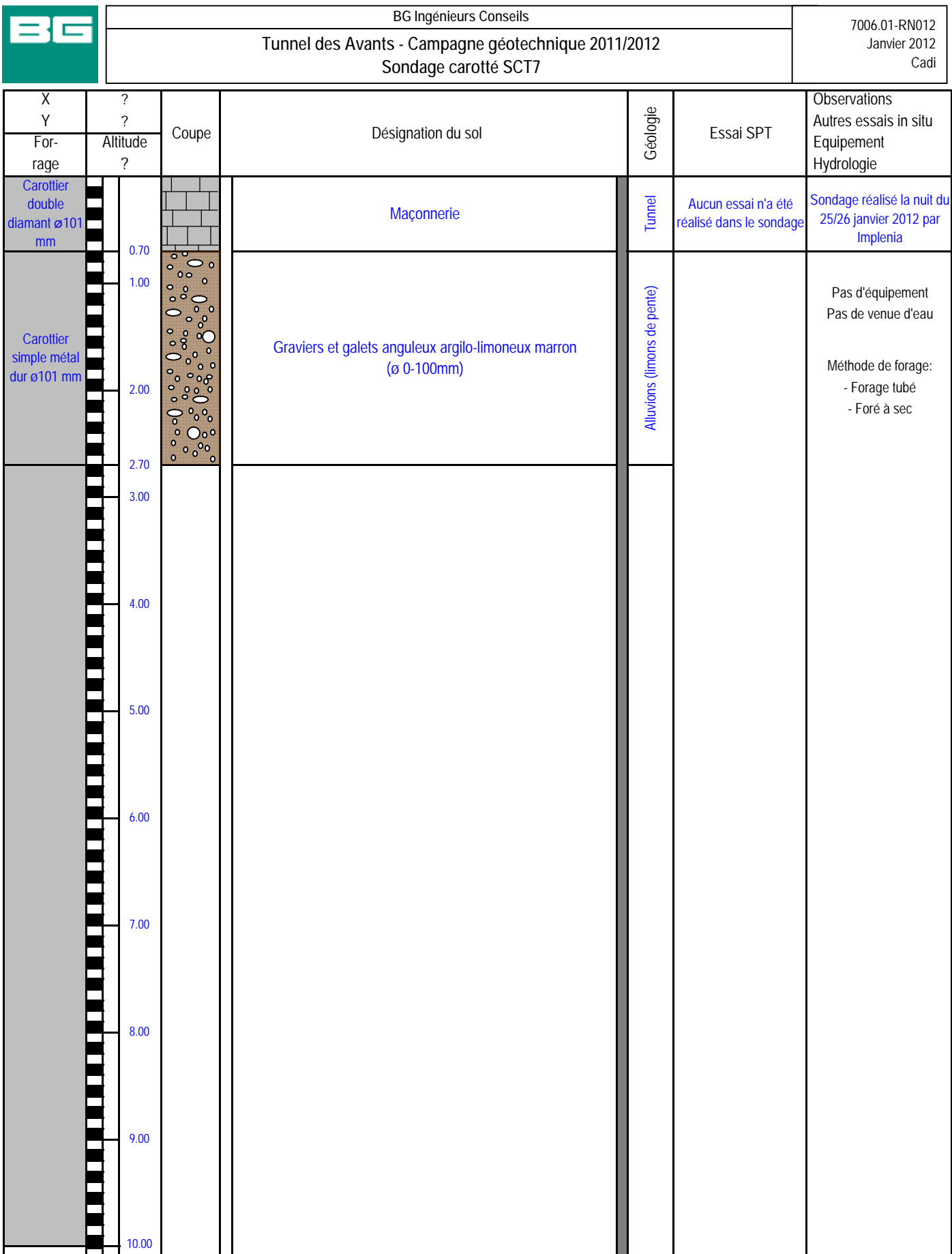
X Y	? ?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equipement Hydrologie
For- rage	Altitude ?					
Carottier double diamant ø101 mm			Maçonnerie	Tunnel	Aucun essai n'a été réalisé dans le sondage	Sondage réalisé la nuit du 24/25 janvier 2012 par Implenia
Carottier simple métal dur ø101 mm	0.50 1.00 2.00 2.50 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)	Alluvions (limons de pente)		Pas d'équipement Pas de venue d'eau Méthode de forage: - Forage tubé - Foré à sec



BG Ingénieurs Conseils

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SCT67006.01-RN012
Janvier 2012
Cadi



X Y	? ?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equipement Hydrologie
For- rage	Altitude ?					
Carottier double diamant ø101 mm			Maçonnerie	Tunnel	Aucun essai n'a été réalisé dans le sondage	Sondage réalisé la nuit du 30/31 janvier 2012 par Implemia
Carottier simple métal dur ø101 mm	0.80 1.00 2.00 2.50		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)	Alluvions (limons de pente)		Pas d'équipement Pas de venue d'eau Méthode de forage: - Forage tubé - Foré à sec
	3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00					





BG Ingénieurs Conseils

Tunnel des Avants - Campagne géotechnique 2011/2012
Sondage carotté SCT87006.01-RN012
Janvier 2012
Cadi

X Y	? ?	Coupe	Désignation du sol	Géologie	Essai SPT	Observations Autres essais in situ Equipement Hydrologie
For- rage	Altitude ?					
Carottier double diamant ø101 mm	0.60		Maçonnerie	Tunnel	Aucun essai n'a été réalisé dans le sondage	Sondage réalisé la nuit du 30/31 janvier 2012 par Implenla
Carottier simple métal dur ø101 mm	1.00 2.00		Graviers et galets anguleux argilo-limoneux marron (ø 0-100mm)	Alluvions (limons de pente)		Pas d'équipement Pas de venue d'eau Méthode de forage: - Forage tubé - Foré à sec
	2.70 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00					



Annexe 2

PHOTOS DES SONDAGES


SONDAGES: **SC2**DATE: **17 janvier 2012**

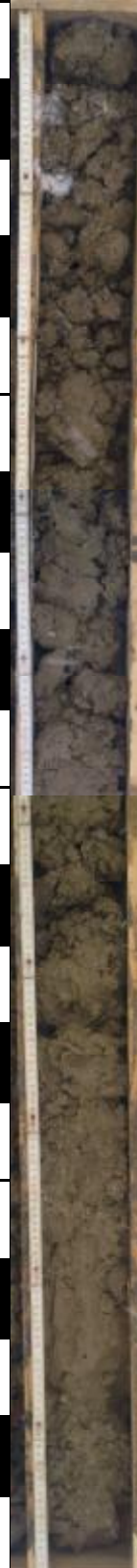
Profon- -deur	Forage
0.00	
0.50	
1.00	
1.50	
2.00	


Profon- -deur	Forage
2.00	
2.50	
3.00	
3.50	
4.00	

Profon- -deur	Forage
4.00	
4.50	
5.00	
5.50	
6.00	


SONDAGES: **SC2**DATE: **17 janvier 2012**


Profon- -deur	Forage
6.00	
6.50	
7.00	
7.50	
8.00	


Profon- -deur	Forage
8.00	
8.50	
9.00	
9.50	
10.00	

Profon- -deur	Forage
10.00	
10.50	
11.00	
11.50	
12.00	

SONDAGES: **SC2**DATE: **17 janvier 2012**

Profon- -deur	Forage
12.00	
12.50	
13.00	
13.50	
14.00	

Profon- -deur	Forage
14.00	
14.50	
15.00	
15.50	
16.00	

Profon- -deur	Forage
16.00	
16.50	
17.00	
17.50	
18.00	

SONDAGES: **SC3**

DATE: 14 décembre 2011

Profon- -deur	Forage
0.00	
0.50	
1.00	
1.50	
2.00	

Profon- -deur	Forage
2.00	
2.50	
3.00	
3.50	
4.00	

Profon- -deur	Forage
4.00	
4.50	
5.00	
5.50	
6.00	

SONDAGES: **SC3**

DATE: 14 décembre 2011


Profon- -deur	Forage
6.00	
6.50	
7.00	
7.50	
8.00	


Profon- -deur	Forage
8.00	
8.50	
9.00	
9.50	
10.00	


Profon- -deur	Forage
10.00	
10.50	
11.00	
11.50	
12.00	

SONDAGES: **SC3**

DATE: 14 décembre 2011

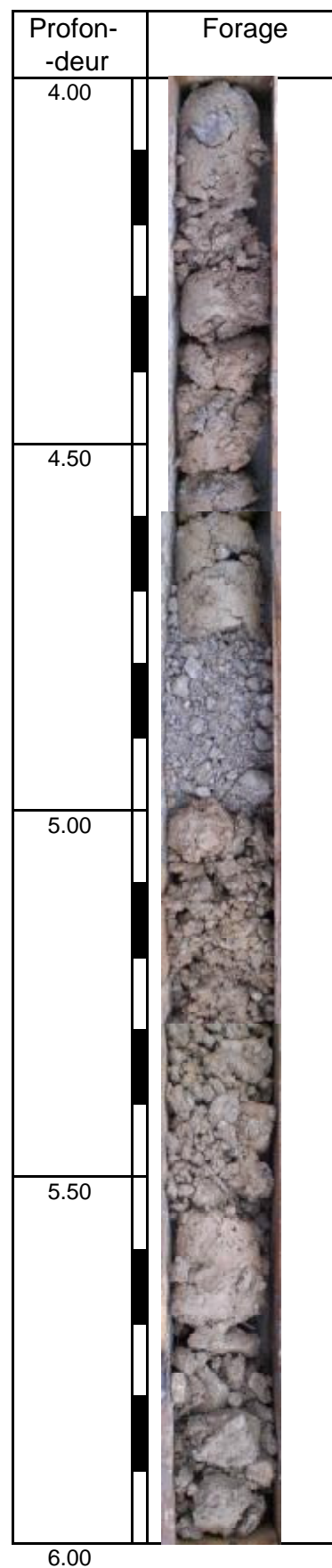
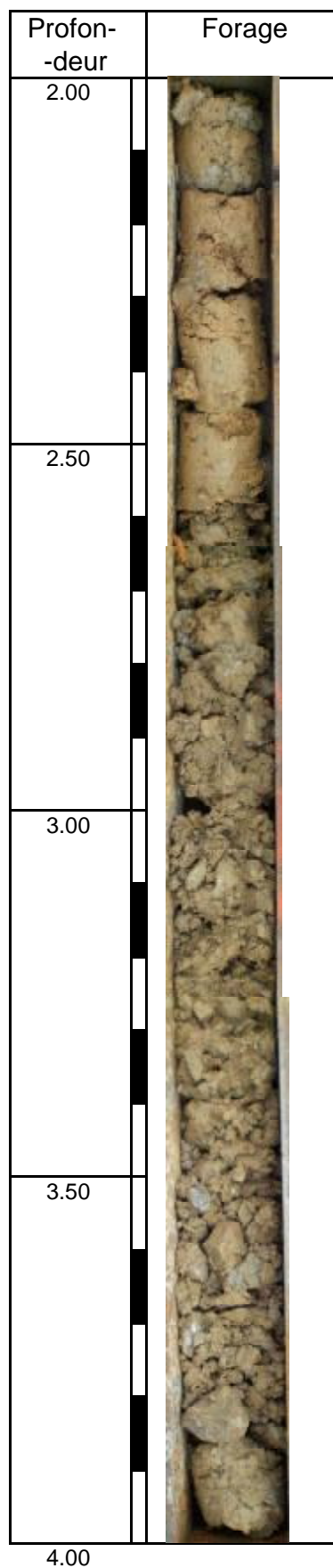
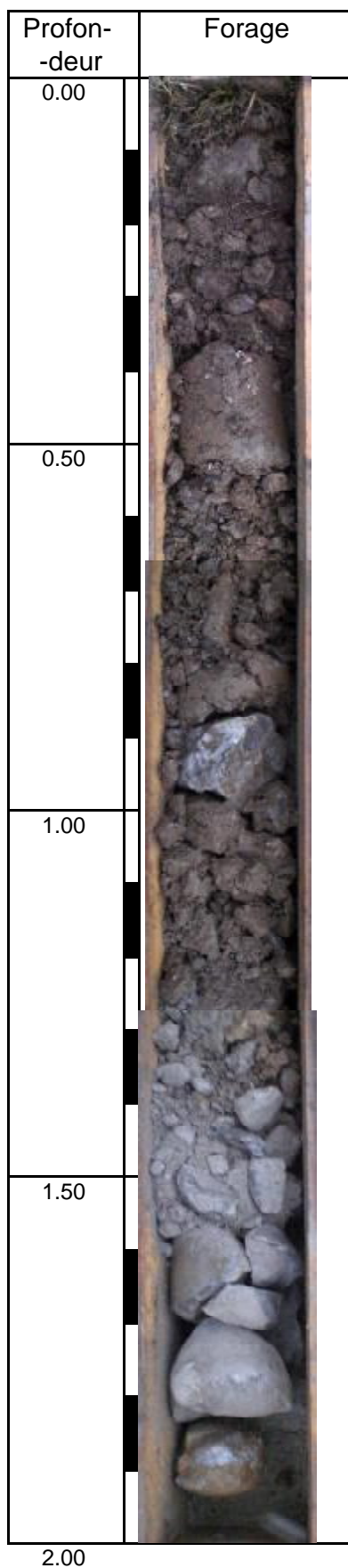
Profon- -deur	Forage
12.00	
12.50	
13.00	
13.50	
14.00	

Profon- -deur	Forage
14.00	
14.50	
15.00	
15.50	
16.00	

Profon- -deur	Forage
16.00	
16.50	
17.00	
17.50	
18.00	

SONDAGES: SC4


DATE: 8 décembre 2011







SONDAGES: SC4


DATE: 8 décembre 2011


Profon- -deur	Forage
6.00	
6.50	
7.00	
7.50	
8.00	


Profon- -deur	Forage
8.00	
8.50	
9.00	
9.50	
10.00	

Profon- -deur	Forage
10.00	
10.50	
11.00	
11.50	
12.00	

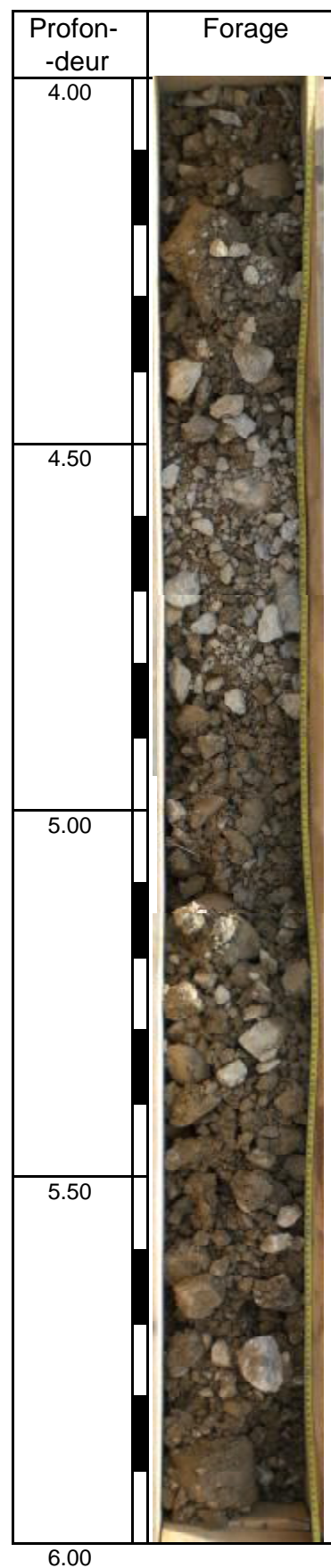
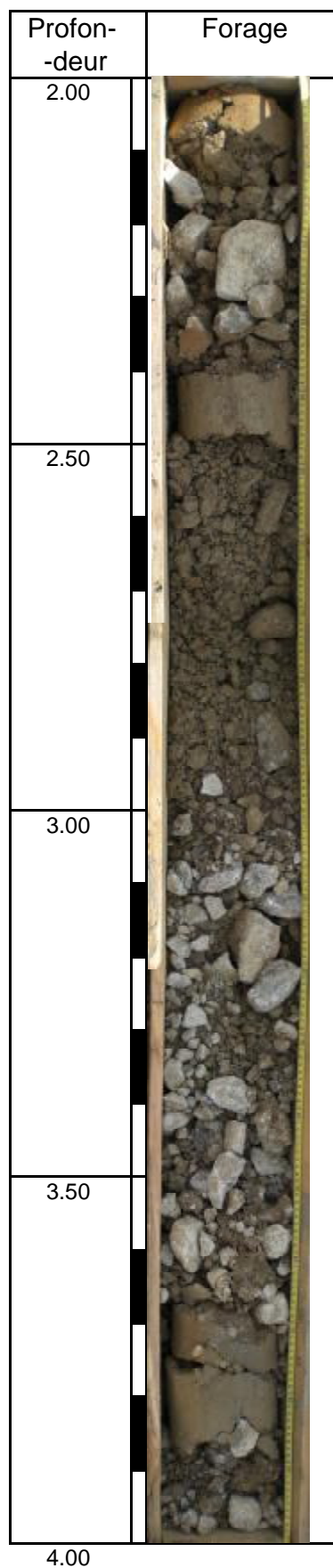
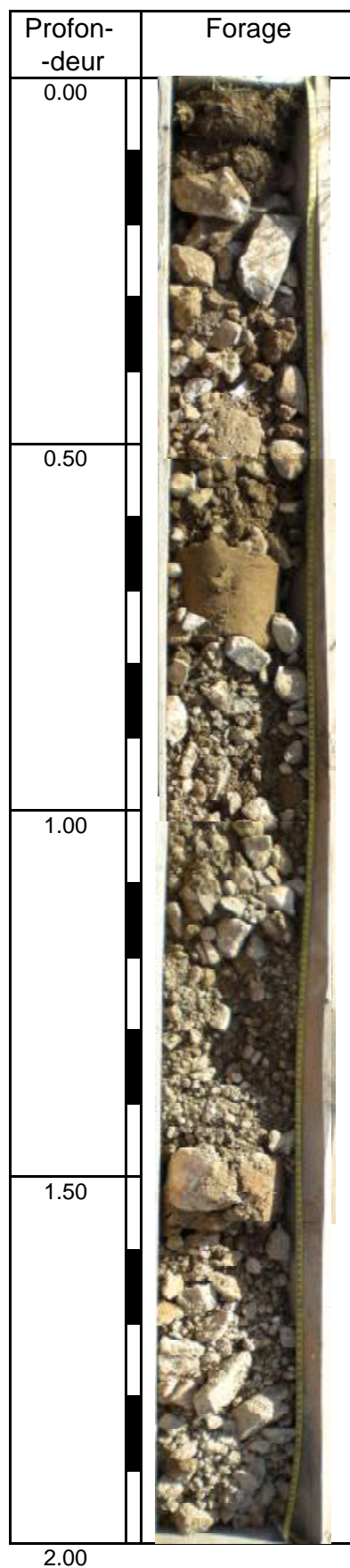
SONDAGES: **SC4**DATE: **8 décembre 2011**

Profon- -deur	Forage
12.00	
12.50	
13.00	
13.50	
14.00	


Profon- -deur	Forage
14.00	
14.50	
15.00	
15.50	
16.00	


Profon- -deur	Forage
16.00	
16.50	
17.00	
17.50	
18.00	


SONDAGES: **SC5**

DATE: **6 décembre 2011**


SONDAGES: **SC5**DATE: **6 décembre 2011**

Profon- -deur	Forage
6.00	
6.50	
7.00	
7.50	
8.00	

Profon- -deur	Forage
8.00	
8.50	
9.00	
9.50	
10.00	

Profon- -deur	Forage
10.00	
10.50	
11.00	
11.50	
12.00	

SONDAGES: **SC5**DATE: **6 décembre 2011**

Profon- -deur	Forage
12.00	
12.50	
13.00	
13.50	

14.00


Profon- -deur	Forage
14.00	
14.50	
15.00	
15.50	


16.00

Profon- -deur	Forage
16.00	
16.50	
17.00	
17.50	

18.00


SONDAGES: **SCT1**DATE: **25 janvier 2012**


Profon- -deur	Forage
0.00	
0.50	
1.00	
1.50	
2.00	

Profon- -deur	Forage
2.00	
2.50	
3.00	
3.50	
4.00	

Profon- -deur	Forage
4.00	
4.50	
5.00	
5.50	
6.00	

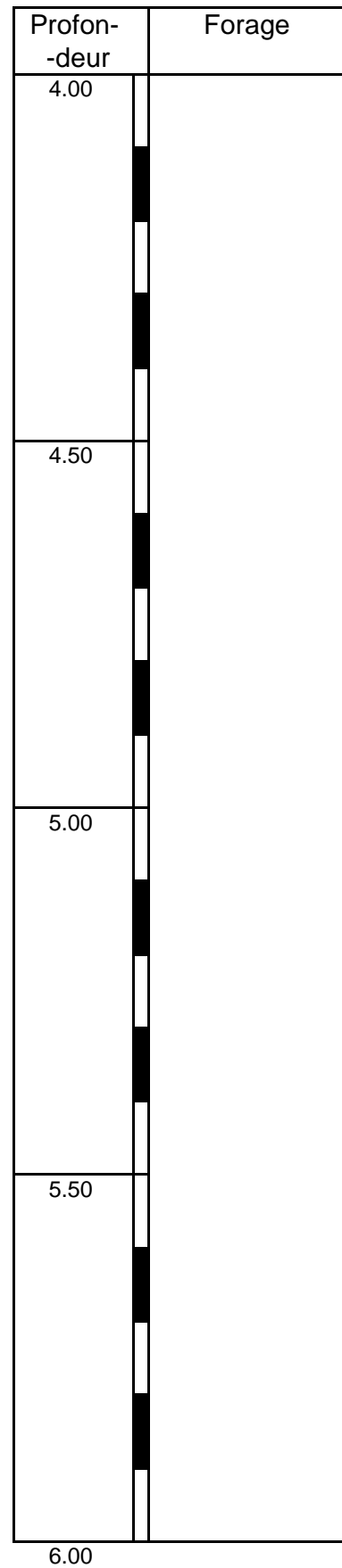
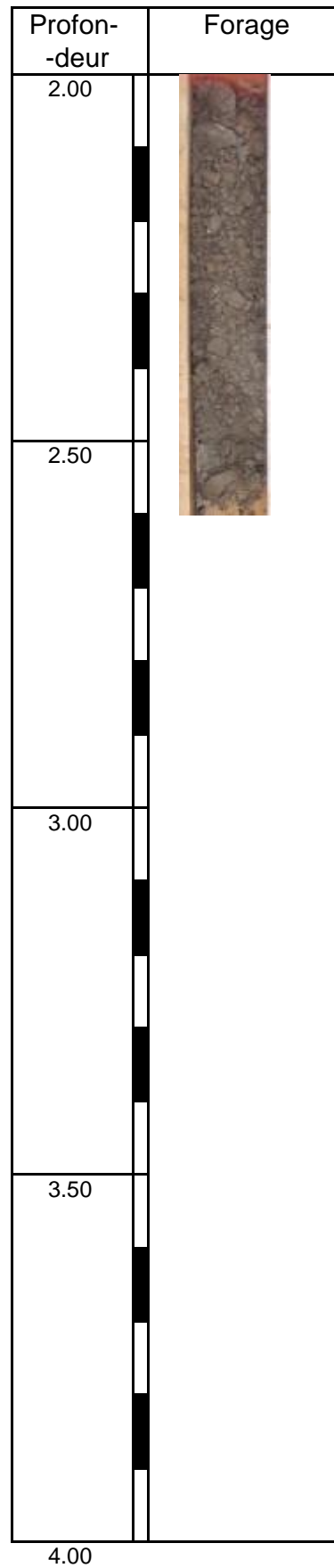
SONDAGES: **SCT2**DATE: **27 janvier 2012**

Profon- -deur	Forage
0.00	
0.50	
1.00	
1.50	
2.00	

Profon- -deur	Forage
2.00	
2.50	
3.00	
3.50	
4.00	


Profon- -deur	Forage
4.00	
4.50	
5.00	
5.50	
6.00	


SONDAGES: **SCT3**

DATE: **25 janvier 2012**


SONDAGES: **SCT4**


DATE: **26 janvier 2012**


Profon- -deur	Forage
0.00	
0.50	
1.00	
1.50	
2.00	

Profon- -deur	Forage
2.00	
2.50	
3.00	
3.50	
4.00	

Profon- -deur	Forage
4.00	
4.50	
5.00	
5.50	
6.00	

SONDAGES: **SCT5**DATE: **27 janvier 2012**


Profon- -deur	Forage
0.00	
0.50	
1.00	
1.50	
2.00	


Profon- -deur	Forage
2.00	
2.50	
3.00	
3.50	
4.00	

Profon- -deur	Forage
4.00	
4.50	
5.00	
5.50	
6.00	

SONDAGES: **SCT6**

DATE: **31 janvier 2012**

Profon- -deur	Forage
0.00	
0.50	
1.00	
1.50	
2.00	

Profon- -deur	Forage
2.00	
2.50	
3.00	
3.50	
4.00	

Profon- -deur	Forage
4.00	
4.50	
5.00	
5.50	
6.00	


SONDAGES: **SCT7**DATE: **26 janvier 2012**


Profon- -deur	Forage
0.00	
0.50	
1.00	
1.50	
2.00	

Profon- -deur	Forage
2.00	
2.50	
3.00	
3.50	
4.00	

Profon- -deur	Forage
4.00	
4.50	
5.00	
5.50	
6.00	

SONDAGES: **SCT8**DATE: **31 janvier 2012**

Profon- -deur	Forage
0.00	
0.50	
1.00	
1.50	
2.00	

Profon- -deur	Forage
2.00	
2.50	
3.00	
3.50	
4.00	

Profon- -deur	Forage
4.00	
4.50	
5.00	
5.50	
6.00	



Annexe 3

PV DES SONDEURS EN SURFACE



Rapport de forage

Date: 17'01'2012

Chantier: Les Avents

Direction des travaux:

Forage No: 52

SC2

Système de forage: Carottage

Type de machine: Nenz

Altitude du terrain: 90

Durée des travaux: du 14'02'2011

Coordonnées:

au 17'01'2012

INDICE DE COMPACTITE

SOL meuble sans cohésion	1	2	3
SOL meuble cohésion			
SOL meuble compact			
SOL meuble dur			

Maître foreur:

Nogueira

Profondeur depuis le terrain	Description du matériel à forer			% de carottage	Indice de compacité	Forage à l'eau ou à sec	Teneur en eau		Champ d'investigation, échantillon non remanié		I. Piéromètre
	Sols rencontrés Par exemple: limon, sable, argile, gravier etc.	Caractéristiques principales	Caractéristiques secondaires Par exemple: proportion du gravier, matières organiques etc.				humidité	épi	Observations, événements particuliers	Remarques	
0.20	Terre végétal			100	1				Xslo 0	Ø 190	
0.75	Terre végétal			100	1				Xslo 3	Ø 140	
0.95	bloc calcaire			100	3				Xslo 8	Ø 140	
10.20	Éboulis, Marnes, graviers (humide pas d'eau)			100	2				Xslo 8	Ø 140	
15	bloc calcaire, passage Marnes			100	3				Xslo 8	Ø 140	
18	Éboulis, Marnes, graviers, bloc (Marnes) (Compact)			100	2				Xslo 8	Ø 140	

Niveau de la nappe phréatique

Profondeur depuis le terrain	Date et heure	Dans le tube de	à
Terrain humide, pas d'eau			

Tubage et type de couronne

Jusqu'à la profondeur de	Ø	Couronne
5	120	HD
17.5	140	HD

Divers

Caisse de carottes No:

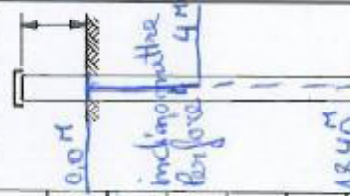
Longueur forée: m

Conduite d'eau: m

Tableau des symboles

DI = Diamant	■ = Échantillon non remanié
MD = Métal dur	□ = Échantillon remanié
CS = Carottier simple	k ↑ = Essai de remontée d'eau
CD = Carottier double	k ↓ = Essai d'abaissement de nappe
SPT = Pénéromètre standard	↑ ↑ = Essai de rupture de fond
SF = Essai scissométrique	~ = Arrivée d'eau

↑ = Foré à l'eau
↓ = Foré à sec





Implenia

Rapport de forage

Date: 14/12/2011

Forage No: SC3

Chantier: Les Abatis

Système de forage: Carottage

Direction des travaux:

Type de machine: Nuts

Coordonnées:

Altitude du terrain: 30'

au 14/12/2011

Durée des travaux: du 12/12/2011

au 14/12/2011

INDICE DE COMPACTE		
1	2	3
SOL meuble sans cohésion	meuble	moyen
SOL meuble compact	tendre	cohésif
Rocher	tendre	mi-dur

Maître foreur:

Abguira

Profondeur depuis le terrain	Description du matériel à forer		% de carottage	Indice de compacité	Forage à l'eau ou à sec		Teneur en eau		Champ d'investigation, échantillon non remanié			Piezomètre
	Caractéristiques principales	Caractéristiques secondaires Par exemple: proportion du gravier, matières organiques etc.			Couleur	Forage à l'eau ou à sec	humide	moelle	Observations, événements particuliers	Remarques	Hauteur au-dessus du terrain	
0.40	terre végétal		100	1	Noir	1			X SPT 0	2	180	
6.20	Marne grasse	passage bloc	100	1	brun	1	X		X SPT 2	10	140	
6.50	Bloc calcaire		100	3	gris	1			X SPT 10	18	116	
14	Marne gravier	passage bloc	100	2	brun	1	X		X SPT 2	2.45	17.23-29	
14.20	Bloc calcaire		100	3	gris	1			X SPT 4	4.45	11-19-21	
14.40	Marne gravier		100	1	brun	1	X		X SPT 6.2	6.26	50=60m	
14.50	Bloc calcaire		100	1		1	X		X SPT 8	8.23	26-50=80m	
18	Marne Gravier Etouli		100	2	brun	1	X		X SPT 10	10.45	12-19-24	
									SPT 12	12.45	24-43-25	
									SPT 18.2	14.55	22-39-50-80m	
									SPT 16	16.45	24-32-45	
									SPT 18	18.45	15-23-27	

Niveau de la nappe phréatique

Profondeur depuis le terrain	Date et heure	Dans le tube de	à
humide, pas d'eau			

Tubage et type de couronne

Jusqu'à la profondeur de	Ø	Couronne
5	120 MD	
16	140 MD	

? = Foré à l'eau
! = Foré à sec

Divers

Caïssa de carottes No: 18

Longueur forée: 18 m

Conduite d'eau: m

Heures de manœuvre

Tableau des symboles

DI = Diamant

MD = Métal dur

CS = Carottier simple

CD = Carottier double

SPT = Pénétrmètre standard

SF = Essai sismométrique

PV = Essai de pompage

■ = Echantillon non remanié

□ = Echantillon remanié

k ↑ = Essai de remontée d'eau

k ↓ = Essai d'abaissement de nappe

↑ ↑ = Essai de rupture de fond

~ = Arrivée d'eau



Implenia

Rapport de forage

Date: 08/12/2014

Chantier: Les Akatis

Forage No: SC4

Système de forage: Carotage

Type de machine: Nengi

Altitude du terrain: 205

Durée des travaux: du 06/12/2014

Direction des travaux:

Coordonnées:

au 08/12/2014

Maître forer:

Almeida

INDICE DE COMPACTITE		
1	2	3
SOL meuble sans cohésion	meuble tendre	dur
SOL meuble compact	cohésif moyen	mi-dur
Rocher	tendre	dur

Profondeur depuis le terrain	Description du matériel à forer		% de carottage	Couleur	Forage à l'eau ou à sec	Teneur en eau		Champ d'investigation, échantillon non remanié		Pénétromètre
	Caractéristiques principales	Caractéristiques secondaires Par exemple: proportion du gravier, matières organiques etc.				humide	se	Observations, événements particuliers	Remarques	
0.40	Terre végétale		100	Noir	1	X	X	0 2	0180	
0.90	Marne graver		100	brun	1	X	X	2 12	0140	
1.10	Bloc calcaire		100	gris	3	X	X	12 18	0116	
1.60	Marne graver		100	brun	1	X	X			
2	Bloc calcaire		100	gris	3	X	X	SPT	tube 2m	
11.40	Marne graver	passage compacte	100	brun	2	X	X			
11.50	Bloc calcaire		100	gris	3	X	X			
14	Marne graver		100	brun	1	X	X			
14.70	Bloc calcaire		100	gris	3	X	X			
18	Gravier	peu homogène	100	brun	2	X	X			

Bouchon d'étanchéité de 0 à 18
Gravier par litre 10
Tubage: de à

Niveau de la nappe phréatique

Profondeur depuis le terrain	Date et heure	Dans le tube de à
terrain humide / pas d'eau		

Tubage et type de couronne

Jusqu'à la profondeur de	Ø	Couronne
16	140	MD
8	180	MD

Divers

Caisse de carottes No: 18m
Longueur forée: 18 m
Conduite d'eau: m
Heures de pompage:

Tableau des symboles

DI = Diamant
MD = Métal dur
CS = Carottier simple
CD = Carottier double
SPT = Pénétromètre standard
SF = Essai sismométrique
PV = Essai de pompage
Echantillon non remanié
Echantillon remanié
Essai de remontée d'eau
Essai d'abaissement de nappe
Essai de rupture de fond
Arrivée d'eau



Date: 06'12'2011

Chantier: les Avants

Système de forage: Carotage

Type de machine: Nenssi

Altitude du terrain: 30°

Durée des travaux: du 30' 12' 2011

Coordonnées:

au 06'12'2011


Direction des travaux:

INDICE DE COMPACTITE	1	2	3
SOL meuble sans cohésion	meuble	moyen	dur
SOL meuble compact	tendré	cohésif	mi-dur
Rocher	tendré	moyen	dur

Maître foreur:

dequiere

Profondeur depuis le terrain	Description du matériel à forer			Caractéristiques secondaires Par exemple: proportion du gravier, matières organiques etc.	Couleur	% de carottage	Indice de compacité	Forage à l'eau ou à sec	Teneur en eau		Champ d'investigation, échantillon non remanié			Piezomètre		
	Sois rencontrés Par exemple: limon, sable, argile, gravier etc.	Caractéristiques principales	moille						humide	Symbole	de	à	Remarques	Hauteur au-dessus du terrain	Piezomètre	
0.2	terre végétal			blanc	100	1			X		CSH10	0	4	Ø180		
0.2	Harne	peu gravier		jaune	100	1			X		CSH10	4	12	Ø140		
14.60	Gravier	peu Harneux (fossage bloc (boud))		brun	100	2			X		CSH10	12	18	Ø116		
15.10	Bloc calcaire			Noir	100	3			X							
18	Gravier	peu Harneux		brun	100	2			X		SPA			tule 20		



Bouchon d'éclanchéité

de 0.2 à 24

Remarque: Aliment

de 2 à 18

Gravier + du l'usage

Prat. en lent

Niveau de la nappe phréatique

Tubage et type de couronne

[illegible]

Jusqu'à la profondeur de	Ø	Couronne
8 m	180	H2
18 m	140	H2

Divers

18
Caisse de carottes No:

Longueur forée: 18 m

Conduite d'eau: _____ m

Heures de compage:

} = Foré à l'eau
 | = Foré à sec

Tableau des symboles

DI = Diamant
■ = Echantillon non remanié

MD = Métal dur
□ = Echantillon remanié

CS = Carottier simple
k† = Essai de remontée d'eau

CD = Carotier double
K ↓ = Essai d'abaissement de nœud

SPT = Pénétromètre standard † † = Essai de rupture de fond

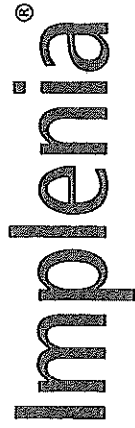
SF = Essai scissométrique
~ = Arrivée d'eau

PV = Essai de pompage



Annexe 4

PV DES SONDEURS EN TUNNEL



Rapport de forage

Date: 25'01'2012

Forage No: SC11

Chantier: Les Avants

Direction des travaux:

Système de forage: Carrara

Type de machine: Sig Monty

Coordonnées:

Altitude du terrain:

10

Durée des travaux: du 24/01/2012

an 05/01/2012

Maitre foreur:

house to

INDICE DE COMPACITE	1	2	3
SOL meuble sans cohésion	meuble	moyen	dur
SOL meuble compact	tendre	cohésif	mi-dur
Rocher	tendre	moyen	dur

[illegible]

Niveau de la nappe phréatique

Profondeur depuis le terrain	Date et heure	Dans le tube	
		de	à

Tubage et type de couronne

Jusqu'à la profondeur de	Ø	Couronne
1	116	HD

Divers

Caisse de carottes No:

Longueur forée: 25 m

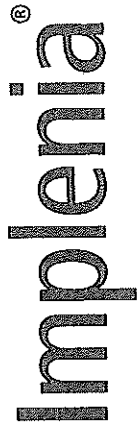
Conduite traitée: 0.7 m

11/11/2019 11:11:57

} = Foré à l'eau
 | = Foré à sec

Tableau des symboles

DI	= Diamant
MD	= Métal dur
CS	= Carottier simple
CD	= Carottier double
SPT	= Pénétomètre standard
SF	= Essai scissométrique
PV	= Essai de pompeage
	= Echantillon non remanié
	= Echantillon remanié
k ↑	= Essai de remontée d'eau
k ↓	= Essai d'abaissement de nappe
↑ †	= Essai de rupture de fond
~	= Arrivée d'eau



Date: 27'01'2012

Chantier: Les Advents

Coordonnées: _____

Direction des travaux: -

Coordonnées:

27'01'2012

Maître foreur:

London

INDICE DE COMPACITE	1	2	3
SOL meuble sans cohésion	meuble	moyen	dur
SOL meuble compact	tendre	cohésif	mi-dur
Rocher	tendre	moyen	dur

[illegible]

Niveau de la nappe phréatique

Profondeur depuis le terrain	Date et heure	Dans le tube de	à

Tubage et type de couronne

Jusqu'à la profondeur de	Ø	Couronne

Divers

Caisse de carottes No. 4

Longueur forée: 25 m

Conduite d'eau: 40 m

Tableau des symboles

DI = Diamant

MD = Métal dur

CS = Carottier simple

CD = Carottier double

SPT = Pénétromètre standard

SF = Essai scissométrique

PV = Essai de pompage

☐ = Echantillon non remanié

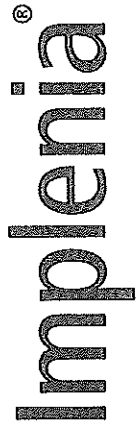
☐ = Echantillon remanié

k ↑ = Essai de remontée d'eau

k ↓ = Essai d'abaissement de nappe

↑ = Essai de rupture de fond

~ = Arrivée d'eau

Forage No: SCT3

Durée des travaux: du 24' 01' 2012

25'07'2012

Direction des travaux:

Albuquerque

INDICE DE COMPACTE	1	2	3
SOL meuble sans cohésion	meuble tendre	moyen cohésif	dur mi-dur
SOL meuble compact Rocher	tendre	moyen	dur

[illegible]

Tubage et type de couronne

Profondeur depuis le terrain	Date et heure	Dans le tube de à

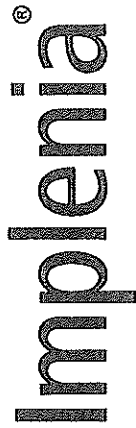
Jusqu'à la profondeur de	Ø	Couronne

Conduite d'eau: 217 m

<p> } = Foré à l'eau = Foré à sec </p>

Tableau des symboles

DI	=	Diamant
MD	=	Métal dur
CS	=	Carotier simple
CD	=	Carotier double
SPT	=	Pénétromètre standard
SF	=	Essai scissométrique
PV	=	Essai de pompage



Rapport de forage

Forage No: 5CT4

Chantier: Les Avants

Date: 7-6-2022

Système de forage: Colesta

Type de machine: Sig Ronty

Altitude du terrain: 695°

Durée des travaux: du 25'01'2012 au 26'01'2012

Coordonnées:

26'01'2012

INDICE DE COMPACTITE		1	2	3
SOL meuble sans cohésion		meuble	moyen	dur
SOL meuble compact		tendre	cohésif	mi-dur
Rocher		tendre	moyen	dur

Maître foreur:

Verobly

[illegible]

Niveau de la nappe phréatique	Date et heure	Dans le tube de à
Profondeur depuis le terrain		

Tubage et type de couronne	Jusqu'à la profondeur de	Ø	Couronne
	1	116	HD

Divers

Caisse de carottes No: U

Longueur forcée: 270 m

Conduite d'eau: 50 m

100-443887-100

2 = Foré à l'eau
1 = Foré à sec

Tableau des symboles

DJ — Diamant

MD = Métal dur

50 = Carrière simple

- 3 = Calculer simple
- 3 = Carottier double

CD = Carotier double
CPT = Réceptomètre standard

SPT = Penetrometer standard

SF = Essai scissométrique

== Echantillon non remanié

= Echantillon remanié

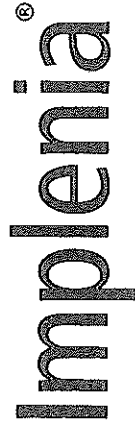
Essai de remontée d'eau

Essai de remède d'eau

- ≡ Essai d'abaissment de nappe
- Essai de rupture de fond

= Essai de rüptu

= Arrivée d'eau



Rapport de forage

Forage No: SCT 5

Système de forage: Carottage

Type de machine: Sig Renty

Altitude du terrain: 450

Durée des travaux: du 26/01/2012

Forage No: SCT 5

Direction des travaux:

Chantier: Les Avants

Direction des travaux:

Coordonnées:

27'01'2012

Maître foreur:

London

INDICE DE COMPACTITE	1	2	3
SOL meuble sans cohésion	meuble	moyen	dur
SOL meuble compact	tendre	cohésif	mi-dur
Rocher	tendre	moyen	dur

Profondeur depuis le terrain	Description du matériel à forer					
	Sols rencontrés Par exemple: limon, sable, argile, gravier etc.	Caractéristiques principales	Caractéristiques secondaires Par exemple: proportion du gravier, matières organiques etc.			Couleur
0.05 de diamètre en remontant (Coranne endommagée)	Axe acier	Déplacement	Gris	100 % S	Xcoid 0.05 Ø 101	
0.50 béton tunnel			Gris	100 % S	S/HDS 2.50 Ø 101	
2.50 Pierre Gravier, passage bloc			brun	100 % F		
Pas de vide entre tunnel et terrain						

Bouchon d'étanchéité de _____ à _____
Graviers par filtre Ø _____
de _____ à _____
Tubage:

Tubage et type de couronne

Jusqu'à la profondeur de	Ø	Couronne

Niveau de la nappe phréatique

Profondeur depuis le terrain	Date et heure	Dans le tube de à

Divers

Caisse de carottes No. 2

Longueur forcée: 25 m

Conduite d'eau: 60 m

Heures de marche. 11, 7

1 = Foré à l'eau
2 = Foré à sec

Tableau des symboles

Di = Diamant

MD = Métal dur

CS = Carottier simple

CD = Carotier double

SPT = Pénétromètre standard

SF = Essai scissométrique

PV = Essai de pompage

 = Echantillon non remanié

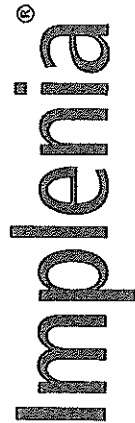
= Echantillon remanié

k ↑ = Essai de remontée d'eau

K ↓ = Essai d'abaissement de nappe

↑ ↑ = Essai de rupture de fond

~ = Arrivée d'eau



Forage No: SCT6

Système de forage: Carotage

Type de machine: Sig Henty

Altitude du terrain: 1450

Durée des travaux: du 30/01/2018

Coordonnées:

31 Oct 2012

Chantier: les Avants

Direction des travaux:

Maitre foreur:

Naqura

Date: 3/01/2012

INDICE DE COMPACTITE	1	2	3
SOL meuble sans cohésion	meuble	moyen	dur
SOL meuble compact	tendre	cohésif	mi-dur
Rocher	tendre	moyen	dur

[illegible]

Niveau de la nappe phréatique	Profondeur depuis le terrain	Date et heure	Dans le tube	
			de	à

Tubage et type de couronne	Jusqu'à la profondeur de	Ø	Couronne

Divers

Caisse de carottes No: 2

Longueur forée: 25 m

Conduite d'eau: 60 m

Heures de ~~travail~~ 14

} = Foré à l'eau
 ! = Foré à sec

Tableau des symboles

Dl = Diamant

MD = Métal dur

CS = Carotier simple

CD = Carotier double

SPT = Pénétromètre standard

SF = Essai scissométrique

PV = Essai de pompage

== Echantillon non remanié

☐ = Echantillon remanié

k ↑ = Essai de remontée d'eau

k ↓ = Essai d'abaissement de nappe

↑ ↑ ≡ Essai de rupture de fond

~~~~~ = Arrivée d'eau







# Annexe 5

ESSAIS SPT SC2 À SC5

## STANDARD PENETRATION TEST (SPT)

Chantier :

Forage N°: SC2

Chef foreur :

Type de sondes : SPT standard

| Essai<br>N° | Date | Profondeur<br>depuis<br>tubage | Profondeur des essais |          | Pénétration<br>cm | Nombre de<br>coupes<br>pièce | Tiges |    | Pointe<br>résistance |
|-------------|------|--------------------------------|-----------------------|----------|-------------------|------------------------------|-------|----|----------------------|
|             |      |                                | Début<br>m            | Fin<br>m |                   |                              | m     | kg |                      |

|   |  |       |  |  |    |            |  |  |    |
|---|--|-------|--|--|----|------------|--|--|----|
| 1 |  | 2     |  |  | 15 | 7          |  |  |    |
| 1 |  |       |  |  | 15 | 13         |  |  | 21 |
| 1 |  |       |  |  | 15 | 8          |  |  |    |
| 2 |  | 4     |  |  | 15 | 9          |  |  |    |
| 2 |  |       |  |  | 15 | 9          |  |  | 23 |
| 2 |  |       |  |  | 15 | 14         |  |  |    |
| 3 |  | 6     |  |  | 15 | 13         |  |  |    |
| 3 |  |       |  |  | 15 | 14         |  |  | 22 |
| 3 |  |       |  |  | 15 | 8          |  |  |    |
| 4 |  | 8     |  |  | 15 | 18         |  |  |    |
| 4 |  |       |  |  | 15 | 19         |  |  | 46 |
| 4 |  |       |  |  | 15 | 27         |  |  |    |
| 5 |  | 10.20 |  |  | 15 | 22         |  |  |    |
| 5 |  |       |  |  | 15 | 29         |  |  | 66 |
| 5 |  |       |  |  | 15 | 37         |  |  |    |
| 6 |  | 12    |  |  | 15 | 27         |  |  |    |
| 6 |  |       |  |  | 15 | 38         |  |  | R  |
| 6 |  |       |  |  | 15 | 50 = 140cm |  |  |    |
| 7 |  | 14    |  |  | 15 | 50 = 78cm  |  |  |    |
| 7 |  |       |  |  | 15 |            |  |  | R  |
| 7 |  |       |  |  | 15 |            |  |  |    |
| 8 |  | 16    |  |  | 15 | 50 = 130cm |  |  |    |
| 8 |  |       |  |  | 15 |            |  |  | R  |
| 8 |  |       |  |  | 15 |            |  |  |    |

18

50 = 110cm





# Rapport de forage

Logo: **BIG**  
Date: **19.12.2011**  
NOM: **Sa** VISA: **---** DATE: **---**

Date: **14.12.2011**  
Chantier: **Les Arcs**  
Direction des travaux: **---**

Forage No: **SC3**

Système de forage: **Carotage**

Type de machine: **Ninzi**

Altitude du terrain: **90'**

Durée des travaux: du **12.12.2011** au **14.12.2011**

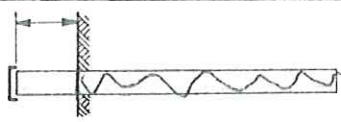
Coordonnées: **---**  
au **14.12.2011**

| INDICE DE COMPACTITE     |                |             |
|--------------------------|----------------|-------------|
| 1                        | 2              | 3           |
| SOL meuble sans cohésion | meuble tendre  | mi-dur      |
| SOL meuble compact       | cohésif tendre | cohésif dur |
| Rocher                   |                |             |

Maître forreur: **---**  
Classement: **3006.01**  
**Abgnera**

| Profondeur depuis le terrain | Description du matériel à forer                                    |                              |                                                                                              | % de carottage | Indice de compacité | Forage à l'eau ou à sec | Teneur en eau |        | Champ d'investigation, échantillon non remanié |         | Remarques     | Piezomètre |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|-------------------------|---------------|--------|------------------------------------------------|---------|---------------|------------|
|                              | Sols rencontrés<br>Par exemple: limon, sable, argile, gravier etc. | Caractéristiques principales | Caractéristiques secondaires<br>Par exemple: proportion du gravier, matières organiques etc. |                |                     |                         | Couleur       | humide | sec                                            | Symbole |               |            |
| 0.40                         | terre végétal                                                      |                              |                                                                                              | noir           | 100                 | 1                       |               | X      | SPH 0                                          | 2       | Ø180          |            |
| 6.20                         | Marne graver                                                       | (ébouli)                     | forage bloc                                                                                  | brun           | 100                 | 1                       |               | X      | SPH 2                                          | 10      | Ø140          |            |
| 6.50                         | Bloc calcaire                                                      |                              |                                                                                              | gris           | 100                 | 3                       |               | X      | SPH 10                                         | 18      | Ø116          |            |
| 14                           | Marne graver                                                       |                              | forage bloc                                                                                  | brun           | 100                 | 2                       |               | X      | SPT 2                                          | 245     | 17-23-29      |            |
| 14.20                        | Bloc calcaire                                                      |                              |                                                                                              | gris           | 100                 | 3                       |               | X      | SPT 4                                          | 445     | 11-19-21      |            |
| 14.40                        | Marne graver                                                       |                              |                                                                                              | brun           | 100                 | 1                       |               | X      | SPT 6.2                                        | 626     | 50 = 60m      |            |
| 14.50                        | Bloc calcaire                                                      |                              |                                                                                              |                |                     | 1                       |               | X      | SPT 8                                          | 823     | 26 - 50 = 80m |            |
| 18                           | Marne Gravier                                                      | Eboulé                       |                                                                                              | brun           | 100                 | 2                       |               | X      | SPT 10                                         | 1045    | 12-19-24      |            |
|                              |                                                                    |                              |                                                                                              |                |                     |                         |               |        | SPT 12                                         | 1245    | 24-43-25      |            |
|                              |                                                                    |                              |                                                                                              |                |                     |                         |               |        | SPT 18.2                                       | 1465    | 22-39-50-80m  |            |
|                              |                                                                    |                              |                                                                                              |                |                     |                         |               |        | SPT 16                                         | 1645    | 24-32-45      |            |

<



Bouchon d'étanchéité de **Ø 18** à **18**  
Gravier paraitre **Ø 18**  
de **Ø 18** à **18**

Niveau de la nappe phréatique

| Profondeur depuis le terrain | Date et heure | Dans le tube de | à |
|------------------------------|---------------|-----------------|---|
| humide, pas d'eau            |               |                 |   |
|                              |               |                 |   |
|                              |               |                 |   |

Tubage et type de couronne

| Jusqu'à la profondeur de | Ø      | Couronne |
|--------------------------|--------|----------|
| 5                        | 180 MD |          |
| 16                       | 140 MD |          |
|                          |        |          |

↑ = Foré à l'eau  
↓ = Foré à sec

Divers

Caisse de carottes No: **18**

Longueur forée: **18** m

Conduite d'eau: **---** m

Heures de pompage: **---**

Tableau des symboles

- DI = Diamant
- MD = Métal dur
- CS = Carottier simple
- CD = Carottier double
- SPT = Pénétrmètre standard
- SF = Essai scissométrique
- PV = Essai de pompage
- = Echantillon non remanié
- = Echantillon remanié
- k↑ = Essai de remontée d'eau
- k↓ = Essai d'abaissement de nappe
- ↑↑ = Essai de rupture de fond
- ~ = Arrivée d'eau





Implenla®

Tél. 032 / 423 56 56

Fax. 032 / 432 56 57

## STANDARD PENETRATION TEST (SPT)

Chantier : *Les Avants*

Forage N°. *SC 4*

Chef foreur : *Y. G. 1*

Type de sondes : SPT standard 63.3 kg

| Essai<br>N° | Date | Profondeur<br>depuis<br>tubage | Profondeur des essais |          | Pénétration<br>cm | Nombre de<br>coupes<br>pièce | Tiges<br>m kg |  | Pointe<br>résistance |
|-------------|------|--------------------------------|-----------------------|----------|-------------------|------------------------------|---------------|--|----------------------|
|             |      |                                | Début<br>m            | Fin<br>m |                   |                              |               |  |                      |

|   |       |     |      |                  |                  |    |  |  |    |
|---|-------|-----|------|------------------|------------------|----|--|--|----|
| 1 | 06.12 | 2 ~ | 2    | 2.15             | 15               | 6  |  |  |    |
| 1 |       |     |      | 2.30             | 15               | 8  |  |  | 20 |
| 1 |       |     |      | 2.45             | 15               | 12 |  |  |    |
| 2 | 06.12 | 2 ~ | 4    | 4.15             | 15               | 4  |  |  |    |
| 2 |       |     |      | 4.30             | 15               | 6  |  |  | 16 |
| 2 |       |     |      | 4.45             | 15               | 10 |  |  |    |
| 3 | 07.12 | 4 ~ | 6    | 6.15             | 15               | 19 |  |  |    |
| 3 |       |     |      | 6.30             | 15               | 20 |  |  | 37 |
| 3 |       |     |      | 6.45             | 15               | 12 |  |  |    |
| 4 | 07.12 | 6 ~ | 8 ~  | 8.15             | 15               | 22 |  |  |    |
| 4 |       |     |      | 8.30             | 15               | 34 |  |  | 66 |
| 4 |       |     |      | 8.45             | 15               | 32 |  |  |    |
| 5 | 07.12 | 8 ~ | 10 ~ | 10.15            | <del>15</del> 13 | 50 |  |  |    |
| 5 |       |     |      | <del>10.30</del> | 15               |    |  |  | R  |
| 5 |       |     |      | <del>10.45</del> | 15               |    |  |  |    |
| 6 | 07.12 | 10  | 12   | 12.15            | 15               | 23 |  |  |    |
| 6 |       |     |      | 12.30            | 15               | 20 |  |  | 33 |
| 6 |       |     |      | 12.45            | 15               | 13 |  |  |    |
| 7 | 07.12 | 14  | 14   | 14.15            | 15               | 23 |  |  |    |
| 7 |       |     |      | 14.25            | <del>15</del> 10 | 50 |  |  | R  |
| 7 |       |     |      |                  | 15               |    |  |  |    |
| 8 | 07.12 | 15  | 16 ~ | 16.13            | <del>15</del> 13 | 50 |  |  |    |
| 8 | 07.12 | 18  | 18   | 18.15            | 15               | 46 |  |  | 96 |
| 8 |       |     |      | 18.26            | <del>15</del> 11 | 50 |  |  |    |

## STANDARD PENETRATION TEST (SPT)

Chantier : *Les Avants*

Forage N°. *SC5*

Chef foreur : *Nogueira Almeida*

Type de sondes : **SPT standard**

| Essai<br>N° | Date | Profondeur<br>depuis<br>tubage | Profondeur des essais |          | Pénétration<br>cm | Nombre de<br>coupes<br>pièce | Tiges<br>m kg |  | Pointe<br>résistance |
|-------------|------|--------------------------------|-----------------------|----------|-------------------|------------------------------|---------------|--|----------------------|
|             |      |                                | Début<br>m            | Fin<br>m |                   |                              |               |  |                      |

|   |  |  |       |       |    |         |      |  |  |
|---|--|--|-------|-------|----|---------|------|--|--|
| 1 |  |  | 2     | 2,15  | 15 | 18      |      |  |  |
| 1 |  |  | 2,15  | 2,27  | 12 | 50=12cm | ) R  |  |  |
| 1 |  |  |       |       | 15 |         |      |  |  |
| 2 |  |  | 4     | 4,15  | 15 | 13      |      |  |  |
| 2 |  |  | 4,15  | 4,30  | 15 | 17      | ) 40 |  |  |
| 2 |  |  | 4,30  | 4,45  | 15 | 23      |      |  |  |
| 3 |  |  | 6     | 6,15  | 15 | 15      |      |  |  |
| 3 |  |  | 6,15  | 6,30  | 15 | 14      | ) 31 |  |  |
| 3 |  |  | 6,30  | 6,45  | 15 | 17      |      |  |  |
| 4 |  |  | 8,20  | 8,35  | 15 | 19      |      |  |  |
| 4 |  |  | 8,35  | 8,50  | 15 | 27      | ) 57 |  |  |
| 4 |  |  | 8,50  | 8,65  | 15 | 30      |      |  |  |
| 5 |  |  | 10    | 10,15 | 15 | 25      |      |  |  |
| 5 |  |  | 10,15 | 10,30 | 15 | 23      | ) 44 |  |  |
| 5 |  |  | 10,30 | 10,45 | 15 | 21      |      |  |  |
| 6 |  |  | 12    | 12,15 | 15 | 23      |      |  |  |
| 6 |  |  | 12,15 | 12,29 | 14 | 50      | ) R  |  |  |
| 6 |  |  |       |       | 15 |         |      |  |  |
| 7 |  |  | 14    | 14,10 | 10 | 50      | ) R  |  |  |
| 7 |  |  |       |       | 15 |         |      |  |  |
| 7 |  |  |       |       | 15 |         |      |  |  |
| 8 |  |  | 16    | 16,15 | 15 | 23      |      |  |  |
| 8 |  |  | 16,15 | 16,30 | 15 | 29      | ) 59 |  |  |
| 8 |  |  | 16,30 | 16,45 | 15 | 40      |      |  |  |

## STANDARD PENETRATION TEST (SPT)

Chantier : *les Avants*

Forage N° *SC5*

Chef foreur : *Nogueira Almeida*

Type de sondes : SPT standard

| Essai<br>N° | Date | Profondeur<br>depuis<br>tubage | Profondeur des essais |          | Pénétration<br>cm | Nombre de<br>coupes<br>pièce | Tiges |    | Pointe<br>résistance |
|-------------|------|--------------------------------|-----------------------|----------|-------------------|------------------------------|-------|----|----------------------|
|             |      |                                | Début<br>m            | Fin<br>m |                   |                              | m     | kg |                      |

|   |  |  |       |       |    |    |  |  |  |
|---|--|--|-------|-------|----|----|--|--|--|
| 1 |  |  | 18    | 18.15 | 15 | 17 |  |  |  |
| 1 |  |  | 18.15 | 18.30 | 15 | 23 |  |  |  |
| 1 |  |  | 18.30 | 18.45 | 15 | 28 |  |  |  |
| 2 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 2 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 2 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 3 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 3 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 3 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 4 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 4 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 4 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 5 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 5 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 5 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 6 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 6 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 6 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 7 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 7 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 7 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 8 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 8 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |
| 8 |  |  |       |       | 15 |    |  |  |  |



# **Annexe 6**

**ESSAIS PRESSIOMÉTRIQUES SC2 ET SC5**

Rapport des essais pressiométriques du forage Forage: SC2

Dossier : Tunnel des avants 131193

Description : Tunnel des avants, Golden Pass

Site : Tunnel des avants, Golden Pass

Bureau d'études: Implenla Construction

Client:

Longueur: 0

Date début: 17/01/2012 12:14:00

N° d'affaire : 131193

Liaison: PRESSIOMIG.3 NF P 94-110-1 (Bar/MPa)

Calibrage : 0350C02120

Sonde : TFD63L370

Date début : 15/12/2011 09:50:00

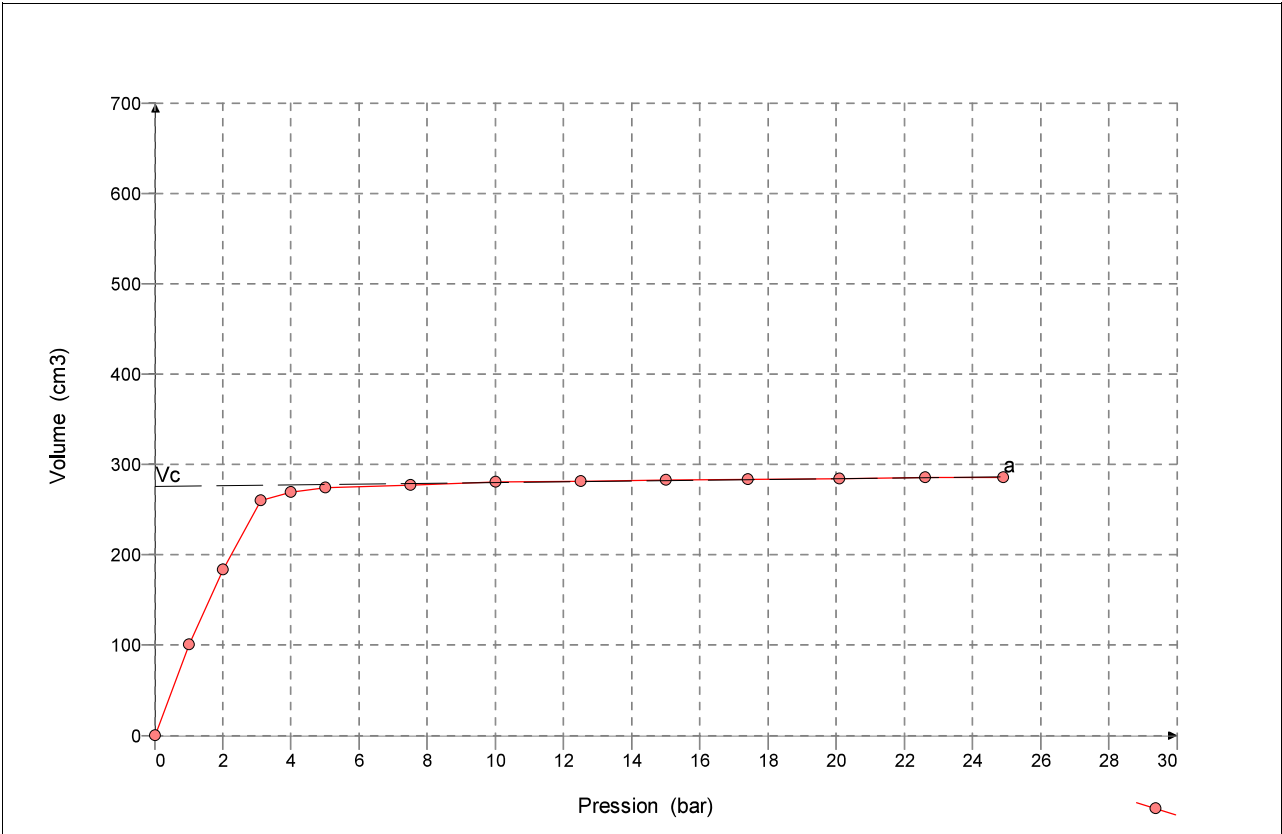
| UNITES              |      |
|---------------------|------|
| Profondeurs         | m    |
| Volumes             | cm3  |
| Pressions données   | Bars |
| Pressions résultats | Mpa  |

| RESULTATS   |        |
|-------------|--------|
| Vs          | 990,76 |
| a (cm3/MPa) | 4,34   |

Remarque:

| DONNEES MESUREES |      |        |        | DONNEES CORRIGEEES |        |          |          |
|------------------|------|--------|--------|--------------------|--------|----------|----------|
| Palier           | Pr   | Vr 30s | Vr 60s | Pc                 | Vc 60s | DV 60/30 | DV 60/60 |
| 0                | 0    | 0      | 0      | 0,04               | 0      | 0        |          |
| 1                | 1    | 71     | 100    | 1,04               | 100    | 0        | 100      |
| 2                | 2    | 150    | 183    | 2,04               | 183    | 0        | 83       |
| 3                | 3,1  | 244    | 260    | 3,14               | 260    | 0        | 77       |
| 4                | 4    | 268    | 269    | 4,04               | 269    | 0        | 9        |
| 5                | 5    | 273    | 274    | 5,04               | 274    | 0        | 5        |
| 6                | 7,5  | 277    | 277    | 7,54               | 277    | 0        | 3        |
| 7                | 10   | 280    | 280    | 10,04              | 280    | 0        | 3        |
| 8                | 12,5 | 281    | 281    | 12,54              | 281    | 0        | 1        |
| 9                | 15   | 282    | 282    | 15,04              | 282    | 0        | 1        |
| 10               | 17,4 | 283    | 283    | 17,44              | 283    | 0        | 1        |
| 11               | 20,1 | 284    | 284    | 20,14              | 284    | 0        | 1        |
| 12               | 22,6 | 284    | 285    | 22,64              | 285    | 0        | 1        |
| 13               | 24,9 | 285    | 285    | 24,94              | 285    | 0        | 0        |

Courbe pressiométrique et fluage (x:Pression Pc, y:Volume Vc 60 s et Fluage DV 60/30)



Rapport des essais pressiométriques du forage

Forage: SC2

Dossier : Tunnel des avants 131193  
Description : Tunnel des avants, Golden Pass  
Site : Tunnel des avants, Golden Pass  
Bureau d'études: Implenla Construction  
Client:

Longueur: 0  
Date début: 17/01/2012 12:14:00  
N° d'affaire : 131193  
Liaison: PRESSIOMIG.3 NF P 94-110-1  
(Bar/MPa)

Etalonnage : 0350I02118

Calibrage : 0350C02120  
Date début : 14/12/2011 16:25:00

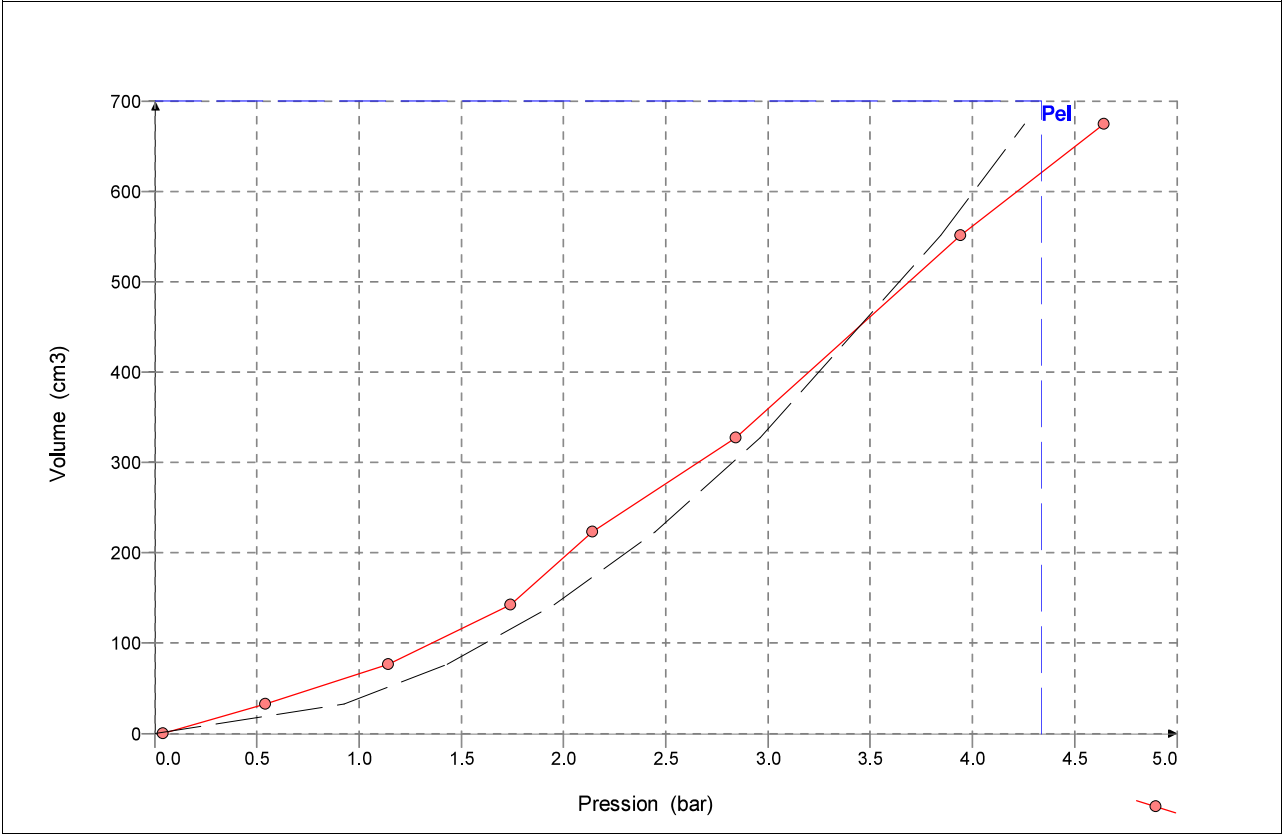
| UNITES              |      |
|---------------------|------|
| Profondeurs         | m    |
| Volumes             | cm3  |
| Pressions données   | Bars |
| Pressions résultats | Mpa  |

| RESULTATS |      |
|-----------|------|
| PeL       | 0,43 |

Remarque:

| DONNEES MESUREES |     |        |        | DONNEES CORRIGEEES |        |          |          |
|------------------|-----|--------|--------|--------------------|--------|----------|----------|
| Palier           | Pr  | Vr 30s | Vr 60s | Pc                 | Vc 60s | DV 60/30 | DV 60/60 |
| 0                | 0   | 0      | 0      | 0,04               | 0      | 0        |          |
| 1                | 0,5 | 19     | 32     | 0,54               | 32     | 0        | 32       |
| 2                | 1,1 | 65     | 76     | 1,14               | 76     | 0        | 44       |
| 3                | 1,7 | 119    | 142    | 1,74               | 142    | 0        | 66       |
| 4                | 2,1 | 199    | 223    | 2,14               | 223    | 0        | 81       |
| 5                | 2,8 | 288    | 327    | 2,84               | 327    | 0        | 104      |
| 6                | 3,9 | 505    | 551    | 3,94               | 551    | 0        | 224      |
| 7                | 4,6 | 623    | 674    | 4,64               | 674    | 0        | 123      |

Courbe pressiométrique et fluage (x:Pression Pc, y:Volume Vc 60 s et Fluage DV 60/30)



Rapport des essais pressiométriques du forage Forage: SC2

Dossier : Tunnel des avants 131193

Description : Tunnel des avants, Golden Pass

Site : Tunnel des avants, Golden Pass

Bureau d'études: Implenia Construction

Client:

Longueur: 0

Date début: 17/01/2012 12:14:00

N° d'affaire : 131193

Liaison: PRESSIOMIG.3 NF P 94-110-1 (Bar/MPa)

Profondeur essai 5

Etalonnage : 0350I02118

Date début : 15/12/2011 10:25:00

Profondeur niveau d'eau : 0

Remarque:

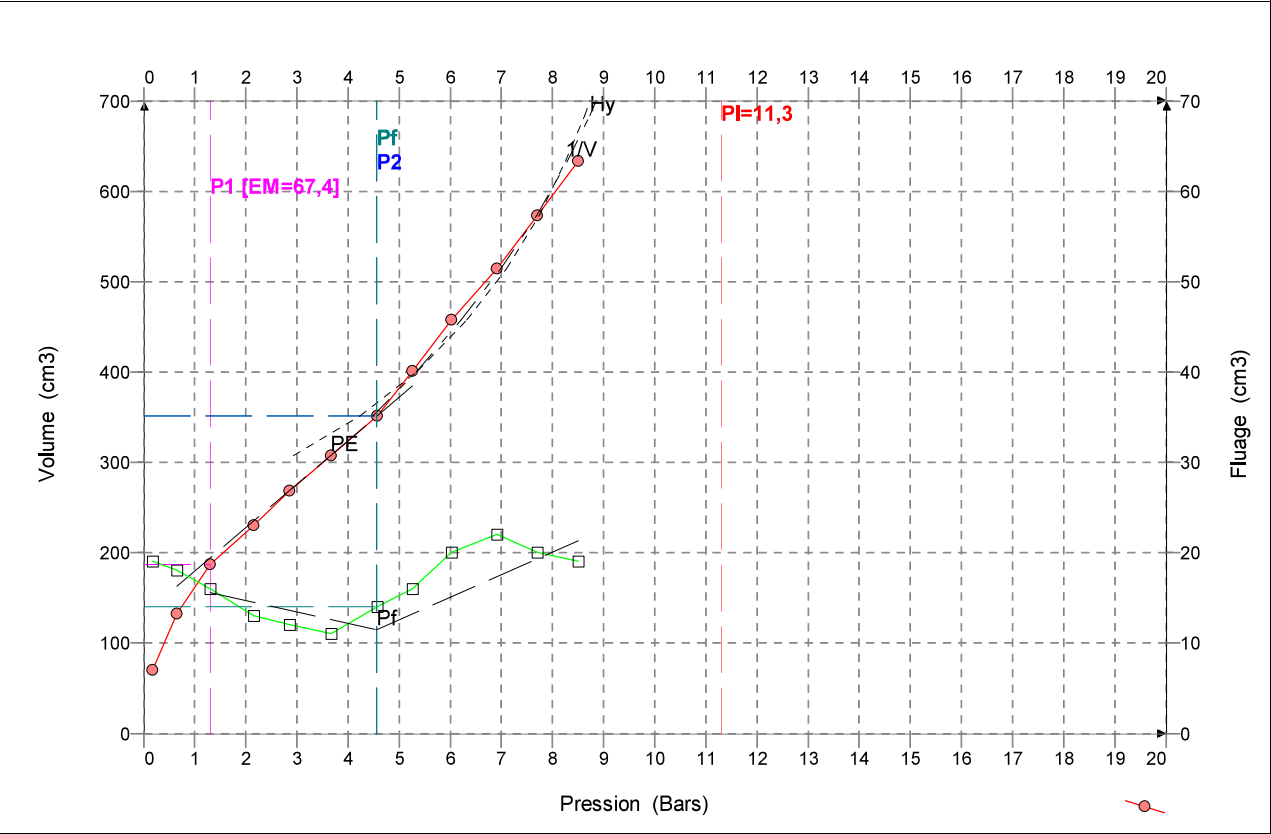
| UNITES              |      |
|---------------------|------|
| Profondeurs         | m    |
| Volumes             | cm3  |
| Pressions données   | Bars |
| Pressions résultats | Mpa  |

| RESULTATS |      |
|-----------|------|
| óHS       | 0,07 |
| p1        | 0,13 |
| p2        | 0,46 |
| Pf        | 0,46 |
| Pf*       | 0,39 |
| PI        | 1,13 |
| PI*       | 1,06 |
| PI*/Pf*   | 2,75 |
| Em        | 6,74 |
| Em/PI     | 5,97 |
| Em/PI*    | 6,37 |

| DONNEES MESUREES |      |        |        | DONNEES CORRIGEES |        |          |          |
|------------------|------|--------|--------|-------------------|--------|----------|----------|
| Palier           | Pr   | Vr 30s | Vr 60s | Pc                | Vc 60s | DV 60/30 | DV 60/60 |
| 0                | 0    | 60     | 60     | 0,54              | 0      | 0        |          |
| 1                | 1    | 111    | 130    | 0,17              | 70     | 19       | 70       |
| 2                | 2    | 175    | 193    | 0,65              | 132    | 18       | 63       |
| 3                | 3    | 232    | 248    | 1,29              | 187    | 16       | 55       |
| 4                | 4,1  | 279    | 292    | 2,15              | 230    | 13       | 44       |
| 5                | 5    | 318    | 330    | 2,85              | 268    | 12       | 38       |
| 6                | 6    | 359    | 370    | 3,66              | 307    | 11       | 40       |
| 7                | 7,1  | 400    | 414    | 4,56              | 351    | 14       | 44       |
| 8                | 8    | 448    | 464    | 5,25              | 401    | 16       | 50       |
| 9                | 9    | 501    | 521    | 6,02              | 457    | 20       | 57       |
| 10               | 10,1 | 556    | 578    | 6,91              | 514    | 22       | 57       |
| 11               | 11,1 | 618    | 638    | 7,7               | 573    | 20       | 60       |
| 12               | 12,1 | 679    | 698    | 8,5               | 633    | 19       | 60       |

| CALCUL PRESSION LIMITE                            |         |
|---------------------------------------------------|---------|
| VE=Vs+2V1                                         | 1365,00 |
| PE                                                | 0,37    |
| VE                                                | 307,00  |
| 1/V                                               | 1,13    |
| Hyperbole                                         | 1,14    |
| 1,7Pf-0,7SHS                                      | 0,73    |
| Méthode retenue:                                  |         |
| PI extrapolée par la méthode de la courbe inverse |         |

Courbe pressiométrique et fluage (x:Pression Pc, y:Volume Vc 60 s et Fluage DV 60/30)





Rapport des essais pressiométriques du forage

Forage: SC2

Dossier : Tunnel des avants 131193

Longueur: 0

Description : Tunnel des avants, Golden Pass

Date début: 17/01/2012 12:14:00

Site : Tunnel des avants, Golden Pass

N° d'affaire : 131193

Bureau d'études: Implenia Construction

Liaison: PRESSIOMIG.3 NF P 94-110-1  
(Bar/MPa)

Client:

Profondeur essai 8,3

Etalonnage : 0350I02118

Date début : 15/12/2011 15:57:00

Profondeur niveau d'eau : 0

Remarque:

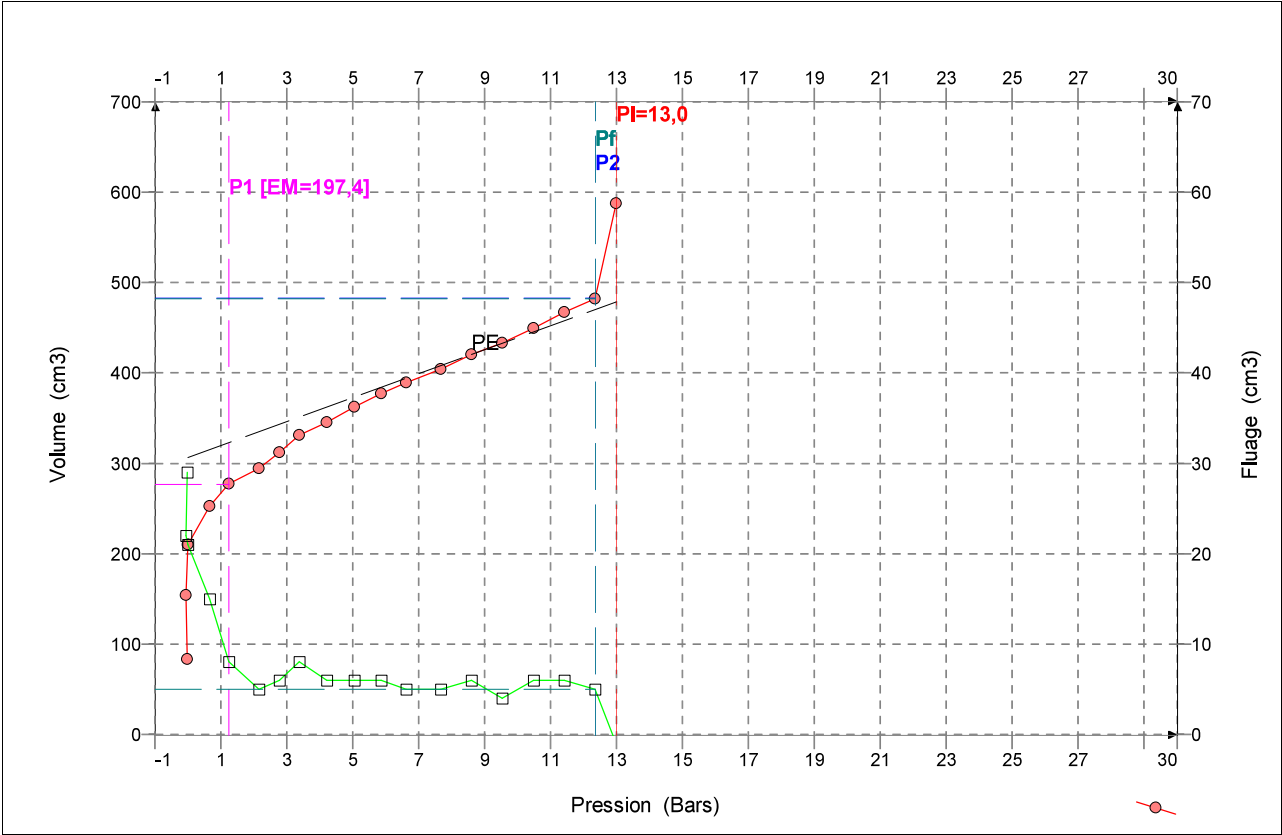
| UNITES              |      |
|---------------------|------|
| Profondeurs         | m    |
| Volumes             | cm3  |
| Pressions données   | Bars |
| Pressions résultats | Mpa  |

| RESULTATS |        |
|-----------|--------|
| óHS       | 0,12   |
| p1        | 0,12   |
| p2        | 1,23   |
| Pf        | >1,23  |
| Pf*       | >1,12  |
| PI        | >1,30  |
| PI*       | >1,18  |
| PI*/Pf*   | 1,06   |
| Em        | 19,74  |
| Em/PI     | <15,21 |
| Em/PI*    | <16,70 |

| DONNEES MESUREES |      |        |        | DONNEES CORRIGEEES |        |          |          |
|------------------|------|--------|--------|--------------------|--------|----------|----------|
| Palier           | Pr   | Vr 30s | Vr 60s | Pc                 | Vc 60s | DV 60/30 | DV 60/60 |
| 0                | 0    | 65     | 65     | 0                  | 0      | 0        |          |
| 1                | 0,6  | 119    | 148    | -0,02              | 83     | 29       | 83       |
| 2                | 1,1  | 197    | 219    | -0,06              | 154    | 22       | 71       |
| 3                | 1,5  | 255    | 276    | -0,01              | 210    | 21       | 57       |
| 4                | 2,4  | 303    | 318    | 0,66               | 252    | 15       | 42       |
| 5                | 3,1  | 335    | 343    | 1,24               | 277    | 8        | 25       |
| 6                | 4,1  | 356    | 361    | 2,15               | 294    | 5        | 18       |
| 7                | 4,8  | 373    | 379    | 2,77               | 312    | 6        | 18       |
| 8                | 5,5  | 390    | 398    | 3,38               | 331    | 8        | 19       |
| 9                | 6,4  | 407    | 413    | 4,21               | 345    | 6        | 15       |
| 10               | 7,3  | 424    | 430    | 5,04               | 362    | 6        | 17       |
| 11               | 8,2  | 440    | 446    | 5,87               | 377    | 6        | 16       |
| 12               | 9    | 453    | 458    | 6,62               | 389    | 5        | 12       |
| 13               | 10,1 | 468    | 473    | 7,66               | 404    | 5        | 15       |
| 14               | 11,1 | 484    | 490    | 8,59               | 420    | 6        | 17       |
| 15               | 12,1 | 499    | 503    | 9,54               | 433    | 4        | 13       |
| 16               | 13,1 | 514    | 520    | 10,48              | 449    | 6        | 17       |
| 17               | 14,1 | 532    | 538    | 11,41              | 467    | 6        | 18       |
| 18               | 15,1 | 549    | 554    | 12,35              | 482    | 5        | 16       |
| 19               | 16,1 | 660    | 659    | 12,98              | 587    | -1       | 105      |

| CALCUL PRESSION LIMITE                                |         |
|-------------------------------------------------------|---------|
| VE=Vs+2V1                                             | 1545,00 |
| PE                                                    | 0,86    |
| VE                                                    | 420,00  |
| 1/V                                                   | 0,00    |
| Hyperbole                                             | 0,00    |
| 1,7Pf-0,7SHS                                          | 2,02    |
| Méthode retenue:                                      |         |
| L'essai ne permet pas de déterminer la PI (PI > Pmax) |         |

Courbe pressiométrique et fluage (x:Pression Pc, y:Volume Vc 60 s et Fluage DV 60/30)



# Rapport des essais pressiométriques du forage

Forage: SC2

Dossier : Tunnel des avants 131193

Longueur: 0

Description : Tunnel des avants, Golden Pass

Date début: 17/01/2012 12:14:00

Site : Tunnel des avants, Golden Pass

N° d'affaire : 131193

Bureau d'études: Implenla Construction

Liaison: PRESSIOMIG.3 NF P 94-110-1  
(Bar/MPa)

Client:

## Profondeur essai 13,2

Etalonnage : 0350I02118

Date début : 16/12/2011 14:49:00

Profondeur niveau d'eau : 0

Remarque: Essai avorté

| UNITES              |      |
|---------------------|------|
| Profondeurs         | m    |
| Volumes             | cm3  |
| Pressions données   | Bars |
| Pressions résultats | Mpa  |

| DONNEES MESUREES |     |        |        | DONNEES CORRIGEEES |        |          |          |
|------------------|-----|--------|--------|--------------------|--------|----------|----------|
| Palier           | Pr  | Vr 30s | Vr 60s | Pc                 | Vc 60s | DV 60/30 | DV 60/60 |
| 0                | 0   | 138    | 138    | 1,36               | 0      | 0        |          |
| 1                | 0,5 | 220    | 259    | 0,06               | 121    | 39       | 121      |
| 2                | 1   | 313    | 349    | -0,02              | 211    | 36       | 90       |
| 3                | 1,6 | 394    | 426    | 0,18               | 287    | 32       | 77       |
| 4                | 2   | 467    | 497    | 0,26               | 358    | 30       | 71       |
| 5                | 3,1 | 545    | 572    | 1,05               | 433    | 27       | 75       |
| 6                | 4   | 609    | 634    | 1,71               | 494    | 25       | 62       |

| RESULTATS |      |
|-----------|------|
| óHS       | 0,00 |
| p1        |      |
| p2        |      |
| Pf        | 0,00 |
| Pf*       | 0,00 |
| PI        | 0,00 |
| PI*       | 0,00 |
| PI*/Pf*   | 0,00 |
| Em        | 0,00 |
| Em/PI     | 0,00 |
| Em/PI*    | 0,00 |

| CALCUL PRESSION LIMITE                                |      |
|-------------------------------------------------------|------|
| VE=Vs+2V1                                             | 0,00 |
| PE                                                    | 0,00 |
| VE                                                    | 0,00 |
| 1/V                                                   | 0,00 |
| Hyperbole                                             | 0,00 |
| 1,7Pf-0,7SHS                                          | 0,00 |
| Méthode retenue:                                      |      |
| L'essai ne permet pas de déterminer la PI (PI > Pmax) |      |

Rapport des essais pressiométriques du forage Forage: SC2

Dossier : Tunnel des avants 131193

Description : Tunnel des avants, Golden Pass

Site : Tunnel des avants, Golden Pass

Bureau d'études: Implenia Construction

Client:

Longueur: 0

Date début: 17/01/2012 12:14:00

N° d'affaire : 131193

Liaison: PRESSIOMIG.3 NF P 94-110-1 (Bar/MPa)

Profondeur essai 16

Etalonnage : 0350I02118

Date début : 17/01/2012 12:14:00

Profondeur niveau d'eau : 0

Remarque:

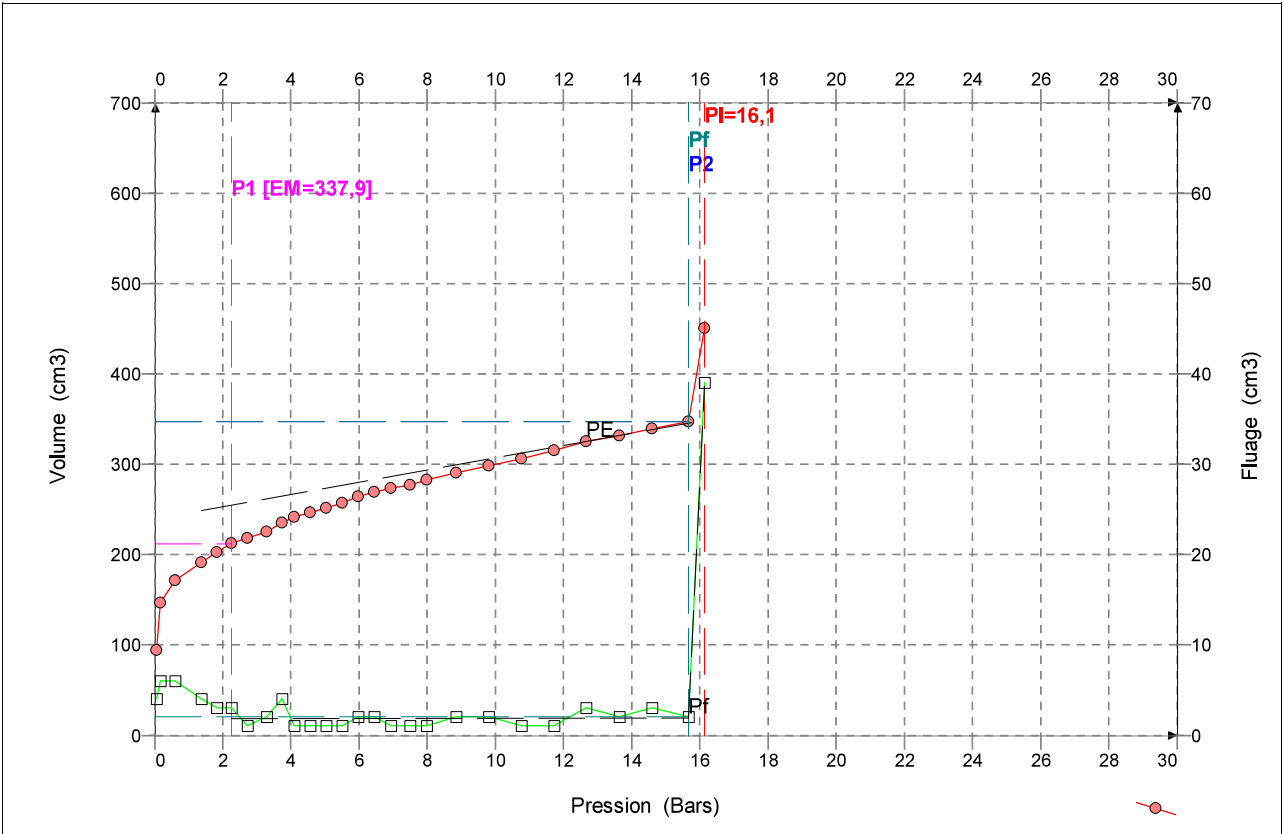
| UNITES              |      |
|---------------------|------|
| Profondeurs         | m    |
| Volumes             | cm3  |
| Pressions données   | Bars |
| Pressions résultats | Mpa  |

| RESULTATS |        |
|-----------|--------|
| óHS       | 0,22   |
| p1        | 0,22   |
| p2        | 1,57   |
| Pf        | 1,57   |
| Pf*       | 1,34   |
| PI        | >1,61  |
| PI*       | >1,39  |
| PI*/Pf*   | >1,04  |
| Em        | 33,79  |
| Em/PI     | <20,94 |
| Em/PI*    | <24,32 |

| DONNEES MESUREES |      |        |        | DONNEES CORRIGEES |        |          |          |
|------------------|------|--------|--------|-------------------|--------|----------|----------|
| Palier           | Pr   | Vr 30s | Vr 60s | Pc                | Vc 60s | DV 60/30 | DV 60/60 |
| 1                | 0    | 90     | 94     | 0.05              | 94     | 4        |          |
| 0                | 0    | 0      | 0      | 0                 | 0      | 0        |          |
| 2                | 0,5  | 140    | 146    | 0.16              | 146    | 6        | 146      |
| 3                | 1,1  | 165    | 171    | 0.6               | 171    | 6        | 25       |
| 4                | 2    | 188    | 192    | 1.37              | 191    | 4        | 21       |
| 5                | 2,5  | 200    | 203    | 1.81              | 202    | 3        | 11       |
| 6                | 3    | 210    | 213    | 2.25              | 212    | 3        | 10       |
| 7                | 3,5  | 219    | 220    | 2.71              | 218    | 1        | 7        |
| 8                | 4,1  | 225    | 227    | 3.27              | 225    | 2        | 7        |
| 9                | 4,6  | 233    | 237    | 3.72              | 235    | 4        | 10       |
| 10               | 5    | 242    | 243    | 4.09              | 241    | 1        | 6        |
| 11               | 5,5  | 247    | 248    | 4.56              | 246    | 1        | 5        |
| 12               | 6    | 253    | 254    | 5.03              | 251    | 1        | 6        |
| 13               | 6,5  | 259    | 260    | 5.5               | 257    | 1        | 6        |
| 14               | 7    | 265    | 267    | 5.96              | 264    | 2        | 7        |
| 15               | 7,5  | 270    | 272    | 6.44              | 269    | 2        | 5        |
| 16               | 8    | 275    | 276    | 6.92              | 273    | 1        | 4        |
| 17               | 8,6  | 280    | 281    | 7.49              | 277    | 1        | 5        |
| 18               | 9,1  | 285    | 286    | 7.97              | 282    | 1        | 5        |
| 19               | 10   | 292    | 294    | 8.83              | 290    | 2        | 8        |
| 20               | 11   | 301    | 303    | 9.79              | 298    | 2        | 9        |
| 21               | 12   | 310    | 311    | 10.75             | 306    | 1        | 8        |
| 22               | 13   | 320    | 321    | 11.71             | 315    | 1        | 10       |
| 23               | 14   | 328    | 331    | 12.66             | 325    | 3        | 10       |
| 24               | 15   | 336    | 338    | 13.63             | 331    | 2        | 7        |
| 25               | 16   | 343    | 346    | 14.59             | 339    | 3        | 8        |
| 26               | 17,1 | 352    | 354    | 15.66             | 347    | 2        | 8        |
| 27               | 18   | 419    | 458    | 16.13             | 450    | 39       | 104      |

| CALCUL PRESSION LIMITE                                |         |
|-------------------------------------------------------|---------|
| VF=Vs+2V1                                             | 1415,00 |
| PE                                                    | 1,27    |
| VE                                                    | 325,00  |
| 1/V                                                   | 0,00    |
| Hyperbole                                             | 0,00    |
| 1,7Pf-0,7SHS                                          | 2,51    |
| Méthode retenue:                                      |         |
| L'essai ne permet pas de déterminer la PI (PI > Pmax) |         |

Courbe pressiométrique et fluage (x:Pression Pc, y:Volume Vc 60 s et Fluage DV 60/30)



Rapport des essais pressiométriques du forage Forage: SC5

Dossier : Tunnel des avants 131193

Description : Tunnel des avants, Golden Pass

Site : Tunnel des avants, Golden Pass

Bureau d'études: Implenia Construction

Client:

Longueur: 0

Date début: 01/12/2011 14:19:00

N° d'affaire : 131193

Liaison: PRESSIOMIG.3 NF P 94-110-1 (Bar/MPa)

**Calibrage :**                      **Calibrage TF**

Sonde :                      TFD63L370

Date début :                04/10/2006 14:16:00

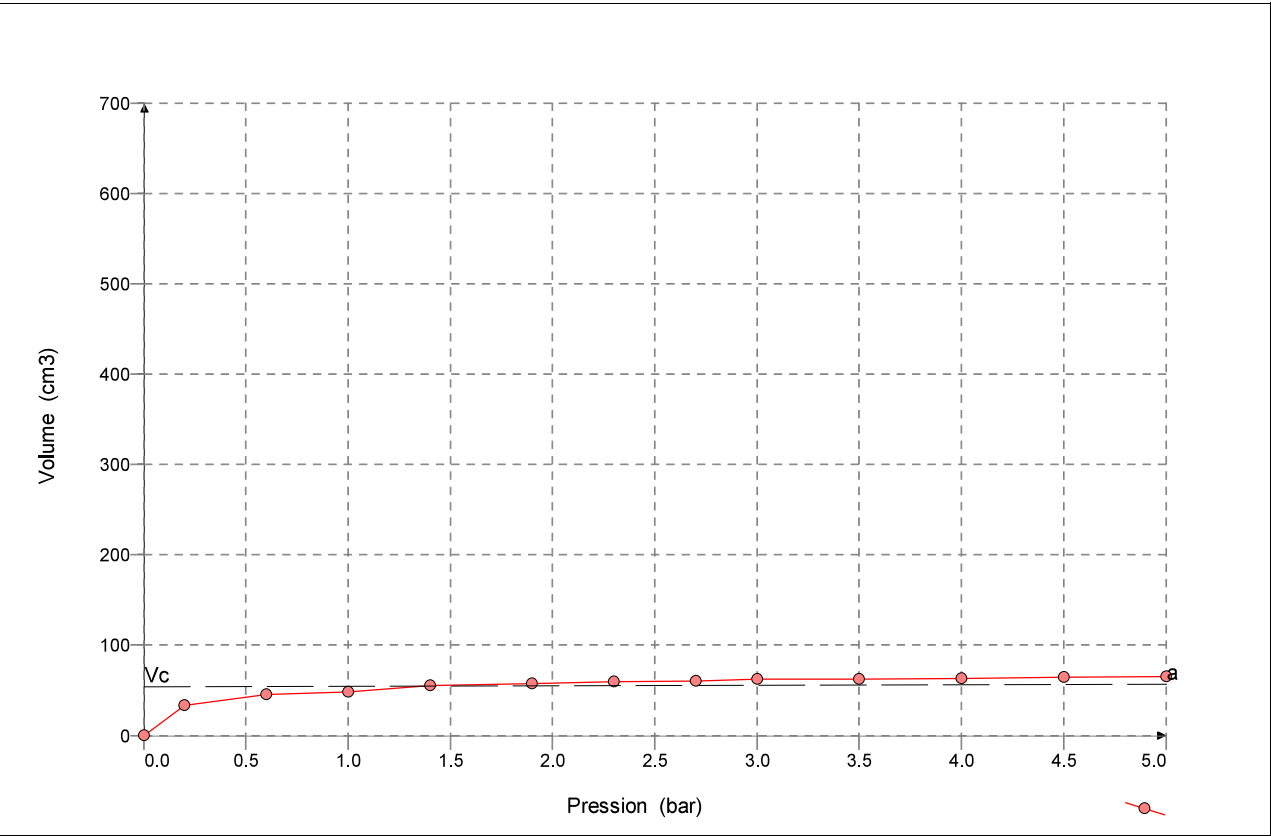
| UNITES              |      |
|---------------------|------|
| Profondeurs         | m    |
| Volumes             | cm3  |
| Pressions données   | Bars |
| Pressions résultats | Mpa  |

| RESULTATS   |         |
|-------------|---------|
| Vs          | 1212,36 |
| a (cm3/MPa) | 6,00    |

Remarque:            Sonde longue (370mm) avec tube fendu (diamètre=60mm)

| DONNEES MESUREES |     |        |        | DONNEES CORRIGEEES |        |          |          |
|------------------|-----|--------|--------|--------------------|--------|----------|----------|
| Palier           | Pr  | Vr 30s | Vr 60s | Pc                 | Vc 60s | DV 60/30 | DV 60/60 |
| 0                | 0   |        | 0      | 0,08               | 0      |          |          |
| 1                | 0,2 |        | 33     | 0,28               | 33     |          | 33       |
| 2                | 0,6 |        | 45     | 0,68               | 45     |          | 12       |
| 3                | 1   |        | 48     | 1,08               | 48     |          | 3        |
| 4                | 1,4 |        | 55     | 1,48               | 55     |          | 7        |
| 5                | 1,9 |        | 57     | 1,98               | 57     |          | 2        |
| 6                | 2,3 |        | 59     | 2,38               | 59     |          | 2        |
| 7                | 2,7 |        | 60     | 2,78               | 60     |          | 1        |
| 8                | 3   |        | 62     | 3,08               | 62     |          | 2        |
| 9                | 3,5 |        | 62     | 3,58               | 62     |          | 0        |
| 10               | 4   |        | 63     | 4,08               | 63     |          | 1        |
| 11               | 4,5 |        | 64     | 4,58               | 64     |          | 1        |
| 12               | 5   |        | 65     | 5,08               | 65     |          | 1        |

Courbe pressiométrique et fluage (x:Pression Pc, y:Volume Vc 60 s et Fluage DV 60/30)



Rapport des essais pressiométriques du forage Forage: SC5

Dossier : Tunnel des avants 131193

Description : Tunnel des avants, Golden Pass

Site : Tunnel des avants, Golden Pass

Bureau d'études: Implenia Construction

Client:

Longueur: 0

Date début: 01/12/2011 14:19:00

N° d'affaire : 131193

Liaison: PRESSIOMIG.3 NF P 94-110-1 (Bar/MPa)

Etalonnage : 0350I02114

Calibrage : Calibrage TFD63L370

Date début : 01/12/2011 13:42:00

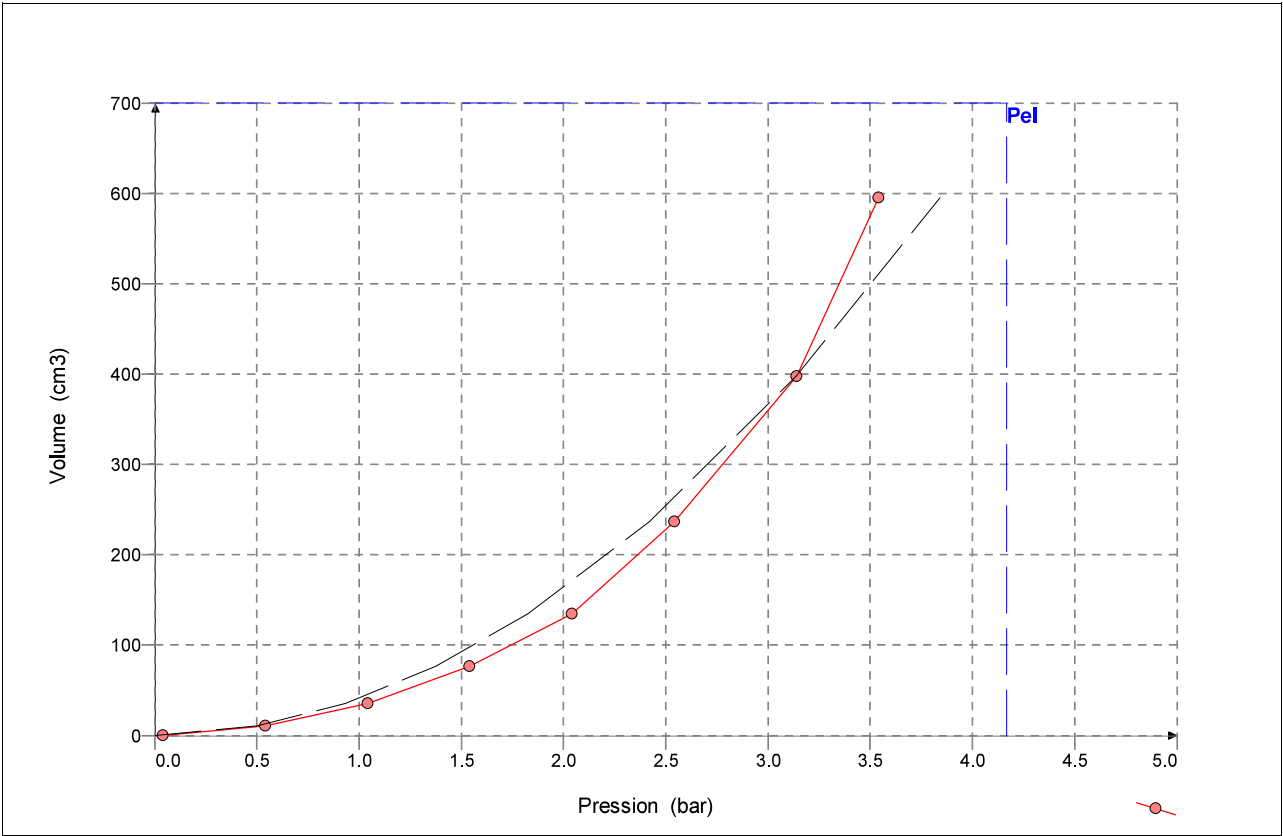
| UNITES              |      |
|---------------------|------|
| Profondeurs         | m    |
| Volumes             | cm3  |
| Pressions données   | Bars |
| Pressions résultats | Mpa  |

| RESULTATS |      |
|-----------|------|
| PeL       | 0,42 |

Remarque:

| DONNEES MESUREES |     |        |        | DONNEES CORRIGEEES |        |          |          |
|------------------|-----|--------|--------|--------------------|--------|----------|----------|
| Palier           | Pr  | Vr 30s | Vr 60s | Pc                 | Vc 60s | DV 60/30 | DV 60/60 |
| 0                | 0   | 0      | 0      | 0,04               | 0      | 0        |          |
| 1                | 0,5 | 5      | 10     | 0,54               | 10     | 0        | 10       |
| 2                | 1   | 25     | 36     | 1,04               | 35     | 0        | 26       |
| 3                | 1,5 | 59     | 77     | 1,54               | 76     | 0        | 41       |
| 4                | 2   | 111    | 135    | 2,04               | 134    | 0        | 58       |
| 5                | 2,5 | 185    | 237    | 2,54               | 236    | 0        | 102      |
| 6                | 3,1 | 331    | 399    | 3,14               | 397    | 0        | 162      |
| 7                | 3,5 | 514    | 597    | 3,54               | 595    | 0        | 198      |

Courbe pressiométrique et fluage (x:Pression Pc, y:Volume Vc 60 s et Fluage DV 60/30)



Rapport des essais pressiométriques du forage

Forage: SC5

Dossier : Tunnel des avants 131193

Longueur: 0

Description : Tunnel des avants, Golden Pass

Date début: 01/12/2011 14:19:00

Site : Tunnel des avants, Golden Pass

N° d'affaire : 131193

Bureau d'études: Implenla Construction

Liaison: PRESSIOMIG.3 NF P 94-110-1  
(Bar/MPa)

Client:

Profondeur essai 5,5

Etalonnage : 0350I02114

Date début : 01/12/2011 14:19:00

Profondeur niveau d'eau : 0

Remarque:

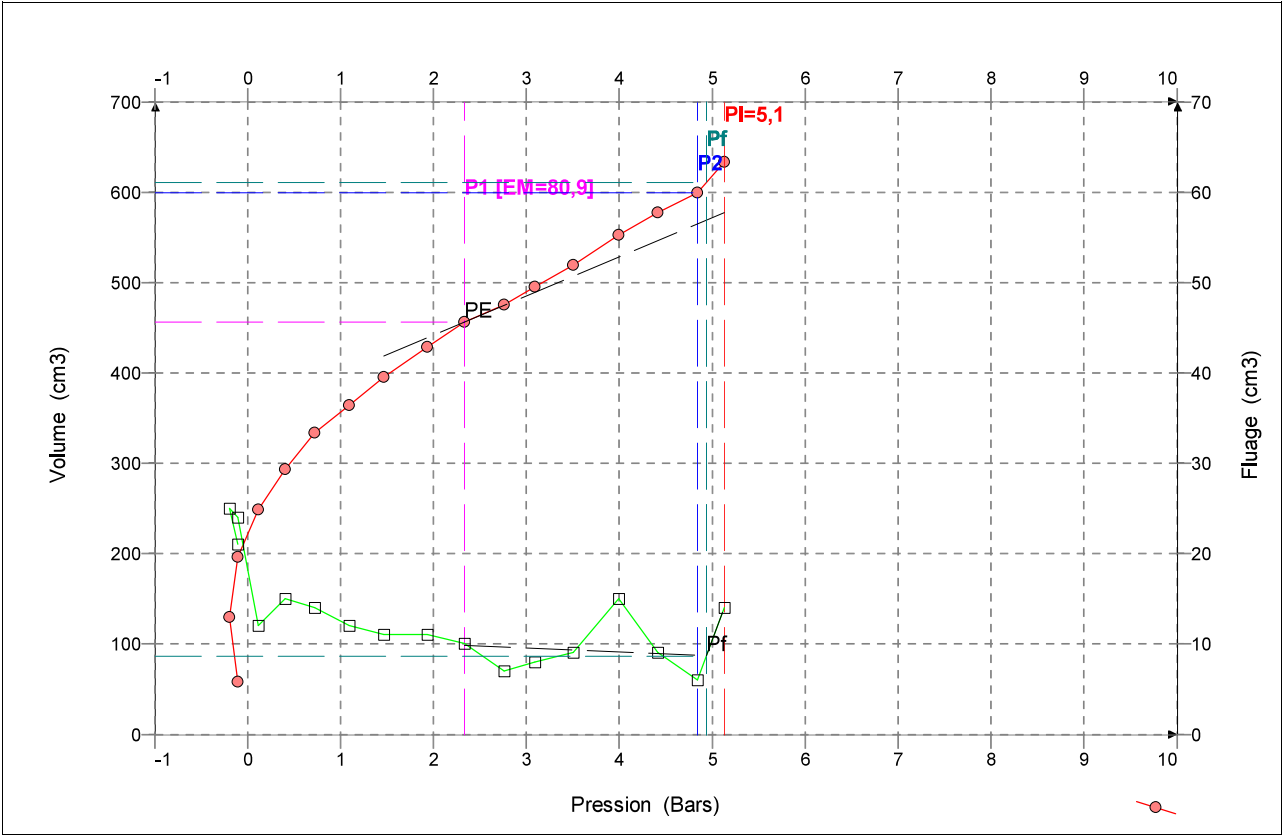
| UNITES              |      |
|---------------------|------|
| Profondeurs         | m    |
| Volumes             | cm3  |
| Pressions données   | Bars |
| Pressions résultats | Mpa  |

| RESULTATS |        |
|-----------|--------|
| óHS       | 0,08   |
| p1        | 0,23   |
| p2        | 0,48   |
| Pf        | 0,49   |
| Pf*       | 0,42   |
| PI        | >0,51  |
| PI*       | >0,44  |
| PI*/Pf*   | >1,05  |
| Em        | 8,09   |
| Em/PI     | <15,77 |
| Em/PI*    | <18,56 |

| DONNEES MESUREES |     |        |        | DONNEES CORRIGES |        |          |          |
|------------------|-----|--------|--------|------------------|--------|----------|----------|
| Palier           | Pr  | Vr 30s | Vr 60s | Pc               | Vc 60s | DV 60/30 | DV 60/60 |
| 0                | 0   | 37     | 37     | 0,59             | 0      | 0        |          |
| 1                | 0,5 | 74     | 95     | -0,11            | 58     | 21       | 58       |
| 2                | 1   | 142    | 167    | -0,2             | 129    | 25       | 72       |
| 3                | 1,5 | 210    | 234    | -0,11            | 196    | 24       | 67       |
| 4                | 2   | 274    | 286    | 0,11             | 248    | 12       | 52       |
| 5                | 2,5 | 316    | 331    | 0,4              | 293    | 15       | 45       |
| 6                | 3   | 358    | 372    | 0,72             | 333    | 14       | 41       |
| 7                | 3,5 | 391    | 403    | 1,09             | 364    | 12       | 31       |
| 8                | 4   | 423    | 434    | 1,46             | 395    | 11       | 31       |
| 9                | 4,6 | 457    | 468    | 1,93             | 428    | 11       | 34       |
| 10               | 5,1 | 486    | 496    | 2,33             | 456    | 10       | 28       |
| 11               | 5,6 | 508    | 515    | 2,76             | 475    | 7        | 19       |
| 12               | 6   | 528    | 536    | 3,09             | 495    | 8        | 21       |
| 13               | 6,5 | 551    | 560    | 3,5              | 519    | 9        | 24       |
| 14               | 7,1 | 578    | 593    | 3,99             | 552    | 15       | 33       |
| 15               | 7,6 | 610    | 619    | 4,41             | 577    | 9        | 26       |
| 16               | 8,1 | 635    | 641    | 4,84             | 599    | 6        | 22       |
| 17               | 8,5 | 661    | 675    | 5,13             | 633    | 14       | 34       |

| CALCUL PRESSION LIMITE                                |         |
|-------------------------------------------------------|---------|
| VE=Vs+2V1                                             | 2124,00 |
| PE                                                    | 0,23    |
| VE                                                    | 456,00  |
| 1/V                                                   | 0,00    |
| Hyperbole                                             | 0,00    |
| 1,7Pf-0,7SHS                                          | 0,79    |
| Méthode retenue:                                      |         |
| L'essai ne permet pas de déterminer la PI (PI > Pmax) |         |

Courbe pressiométrique et fluage (x:Pression Pc, y:Volume Vc 60 s et Fluage DV 60/30)





Rapport des essais pressiométriques du forage Forage: SC5

Dossier : Tunnel des avants 131193

Description : Tunnel des avants, Golden Pass

Site : Tunnel des avants, Golden Pass

Bureau d'études: Implenia Construction

Client:

Longueur: 0

Date début: 01/12/2011 14:19:00

N° d'affaire : 131193

Liaison: PRESSIOMIG.3 NF P 94-110-1 (Bar/MPa)

Profondeur essai 11,5

Etalonnage : 0350I02114

Date début : 02/12/2011 09:55:00

Profondeur niveau d'eau : 0

Remarque:

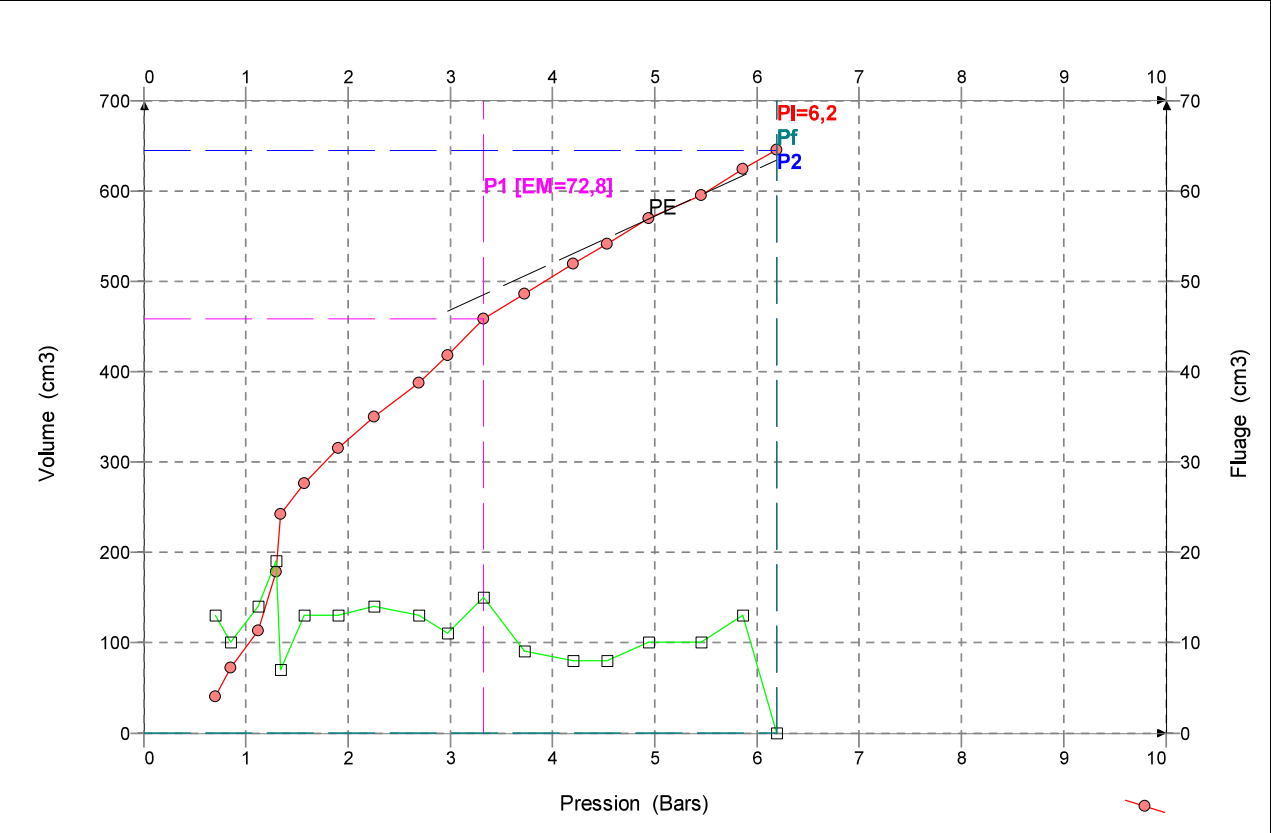
| UNITES              |      |
|---------------------|------|
| Profondeurs         | m    |
| Volumes             | cm3  |
| Pressions données   | Bars |
| Pressions résultats | Mpa  |

| RESULTATS |        |
|-----------|--------|
| óHS       | 0,16   |
| p1        | 0,33   |
| p2        | 0,62   |
| Pf        | >0,62  |
| Pf*       | >0,46  |
| PI        | >0,62  |
| PI*       | >0,46  |
| PI*/Pf*   | 1,00   |
| Em        | 7,28   |
| Em/PI     | <11,75 |
| Em/PI*    | <15,88 |

| DONNEES MESUREES |     |        |        | DONNEES CORRIGEEES |        |          |          |
|------------------|-----|--------|--------|--------------------|--------|----------|----------|
| Palier           | Pr  | Vr 30s | Vr 60s | Pc                 | Vc 60s | DV 60/30 | DV 60/60 |
| 0                | 0   | 13     | 13     | 0                  | 0      | 0        |          |
| 1                | 0,5 | 40     | 53     | 0,7                | 40     | 13       | 40       |
| 2                | 1   | 76     | 86     | 0,85               | 72     | 10       | 33       |
| 3                | 1,6 | 113    | 127    | 1,12               | 113    | 14       | 41       |
| 4                | 2,2 | 173    | 192    | 1,29               | 178    | 19       | 65       |
| 5                | 2,6 | 250    | 257    | 1,34               | 242    | 7        | 65       |
| 6                | 3   | 278    | 291    | 1,57               | 276    | 13       | 34       |
| 7                | 3,5 | 317    | 330    | 1,9                | 315    | 13       | 39       |
| 8                | 4   | 351    | 365    | 2,25               | 350    | 14       | 35       |
| 9                | 4,6 | 390    | 403    | 2,69               | 387    | 13       | 38       |
| 10               | 5   | 423    | 434    | 2,97               | 418    | 11       | 31       |
| 11               | 5,5 | 459    | 474    | 3,32               | 458    | 15       | 40       |
| 12               | 6   | 494    | 503    | 3,72               | 486    | 9        | 29       |
| 13               | 6,6 | 528    | 536    | 4,2                | 519    | 8        | 33       |
| 14               | 7   | 550    | 558    | 4,53               | 541    | 8        | 22       |
| 15               | 7,5 | 576    | 586    | 4,94               | 569    | 10       | 28       |
| 16               | 8,1 | 603    | 613    | 5,45               | 595    | 10       | 27       |
| 17               | 8,6 | 629    | 642    | 5,86               | 624    | 13       | 29       |
| 18               | 9   | 663    | 663    | 6,19               | 645    | 0        | 21       |

| CALCUL PRESSION LIMITE                                |         |
|-------------------------------------------------------|---------|
| VE=Vs+2V1                                             | 2128,00 |
| PE                                                    | 0,49    |
| VE                                                    | 569,00  |
| 1/V                                                   | 0,00    |
| Hyperbole                                             | 0,00    |
| 1,7Pf-0,7SHS                                          | 0,94    |
| Méthode retenue:                                      |         |
| L'essai ne permet pas de déterminer la PI (PI > Pmax) |         |

Courbe pressiométrique et fluage (x:Pression Pc, y:Volume Vc 60 s et Fluage DV 60/30)





# **Annexe 7**

## **RÉSULTATS DES ANALYSES OTD**

Certificate n° 16-02-0156  
Projet n° 02-06-00343-12

**Teneur totale**

Objet **Commande: n° 1147/2016**  
**MOB - Tunnel des Avants**

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

Prélèvement **07.01.2016**

Réception **12.01.2016**

Remarques **Prél. par BG Ing. Conseilles SA** **Valeurs par matière sèche**

Méthodes appliquées: Méthodes d'analyse de l'OLEF

| Paramètres *                                       | OLED #<br>valeurs lim.<br>type B | OLED #<br>valeurs<br>type A | Ballast Fouille 1<br>(16-00001)<br>16-00185 | Ballast Fouille 3<br>(16-00002)<br>16-00186 |  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|--|
| Matière sèche %                                    | ---                              |                             | <b>98.1</b>                                 | <b>98.4</b>                                 |  |
| COT (carbon organique) g/kg                        | 20                               |                             | <b>2.7</b>                                  | <b>1.7</b>                                  |  |
| Solubilité g/kg                                    | 5                                |                             | ---                                         | ---                                         |  |
| Antimoine mg/kg                                    | 30                               | 3 / 15                      | <b>&lt; 2</b>                               | <b>&lt; 2</b>                               |  |
| Arsenic mg/kg                                      | 30                               | 15 / 15                     | <b>&lt; 2</b>                               | <b>&lt; 2</b>                               |  |
| Plomb mg/kg                                        | 500                              | 50 / 250                    | <b>&lt; 5</b>                               | <b>&lt; 5</b>                               |  |
| Cadmium mg/kg                                      | 10                               | 1 / 5                       | <b>0.6</b>                                  | <b>&lt; 0.5</b>                             |  |
| Chrome total mg/kg                                 | 500                              | 50 / 250                    | <b>13</b>                                   | <b>13</b>                                   |  |
| Cuivre mg/kg                                       | 500                              | 40 / 250                    | <b>13</b>                                   | <b>17</b>                                   |  |
| Nickel mg/kg                                       | 500                              | 50 / 250                    | <b>8</b>                                    | <b>&lt; 2</b>                               |  |
| Mercure mg/kg                                      | 2                                | 0.5 / 1                     | <b>&lt; 0.1</b>                             | <b>&lt; 0.1</b>                             |  |
| Zinc mg/kg                                         | 1000                             | 150 / 500                   | <b>31</b>                                   | <b>22</b>                                   |  |
| HAP somme (EPA 610)*+ mg/kg                        | 25                               | 3 / 12.5                    | <b>17.1</b>                                 | <b>10.2</b>                                 |  |
| Benzo[a]pyrène*+ mg/kg                             | 3                                | 0.3 / 1.5                   | <b>&lt; 0.05</b>                            | <b>&lt; 0.05</b>                            |  |
| Index-HC (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ) mg/kg | 500                              | 50 / 250                    | <b>94</b>                                   | <b>26</b>                                   |  |

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

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

Oberbuchsiten, 18.01.2016

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