

DRIEAIF – DIRIF – SIMEER - DI OUEST

BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

A13

Construction du Bassin du Viaduc de Saint-Cloud

SONDAGES PRESSIOMETRIQUE, PIEZOMETRIQUE ET FORAGES A LA TARIERE

ETUDE GEOTECHNIQUE

Mission géotechnique G₀

RAPPORT D'ETUDES

RAPPORT N°G160509					PIECE N° 001
C					
B					
A	21.09.2016	H. NGUYEN	T. MAZET	16+31	PREMIERE DIFFUSION
INDICE	DATE	ETABLI PAR	VERIFIE PAR	Nb de PAGES	MODIFICATIONS - OBSERVATIONS

SOMMAIRE

	Page
1. PRESENTATION GENERALE - DEFINITION DE LA MISSION	3
2. PRESENTATION DU SITE	6
3. RESULTATS OBTENUS.....	8
3.1. Nature des sols reconnus.....	8
3.2. Observations concernant l'eau	9
3.3. Caractéristiques pressiométriques	11
3.4. Analyse des enregistrements de paramètres.....	14

ANNEXES

Annexe 1 Plan de situation

Annexe 2 Plan d'implantation

Annexe 3 Résultats des investigations

Annexe 4 Classification et schéma d'enchaînement des missions géotechniques types
NFP94-500 de Novembre 2013

1. PRESENTATION GENERALE - DEFINITION DE LA MISSION

A la demande et pour le compte de DRIEAIF, DIRIF, SIMEER, DI OUEST, nous avons procédé à une mission de reconnaissance géotechnique sur le terrain situé au bord de l'Autoroute A13 sur la commune de BOULOGNE-BILLANCOURT (92). Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet de construction du Bassin du Viaduc de Saint-Cloud.

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus dans le cadre d'une mission d'exécution de sondages (mission géotechnique type G₀ selon l'ancienne norme NF P 94-500 de Juin 2000). Le présent document n'est ni une étude de faisabilité, ni une étude de conception.

Dans le cadre de notre étude, et conformément à la demande de DRIEAIF, nous avons procédé aux investigations suivantes :

- 1 sondage pressiométrique descendu à 25 m de profondeur (repéré SP2),
- l'enregistrement numérique des paramètres de forage,
- 24 essais pressiométriques répartis dans les sondages précédents,
- l'enregistrement automatique SPAD des essais pressiométriques,
- 2 sondages à la tarière descendus à 12 m de profondeur (repérés T1 et T4),
- 1 piézomètre descendu à 12 m de profondeur dans un forage spécifique (repéré Pz3),
- 1 nivellement des points de sondages.

Dans la suite, toutes les profondeurs sont données par rapport à la tête des sondages pour lesquels un nivellement a été réalisé par l'intermédiaire d'un GPS GeoExplorer. Ces sondages ont été rattachés au système CC49 en planimétrie (x ; y) et au système NGF₆₉ en altimétrie (z). Si besoin est, ce nivellement sera contrôlé par le Géomètre-Expert du projet.

Sondages	X	Y	Z
SP2	127558,9	592065,1	37,3
T1	127558,7	592045,1	37,7
T4	127553,8	592087,3	36,5
Pz3	127532,4	592087,8	30,3

Repère Lambert 1 et altimétrie NGF 69 – précision 0,5 m en XY et 0,1 m en Z



Figure 1: Photographie du site (talus au bord de l'autoroute A13)



Figure 2: Photographie de l'implantation du sondage Pz3 au pied du talus

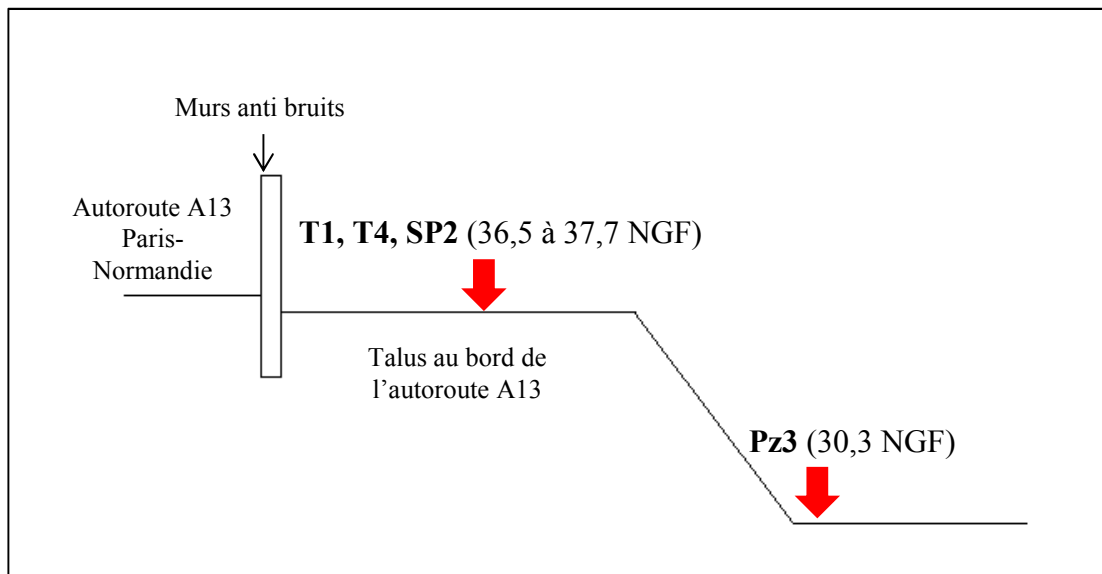


Figure 3: Coupe schématique du site

2. PRESENTATION DU SITE

Le terrain, objet de la reconnaissance, est situé au bord de l'Autoroute A13 sur la commune de BOULOGNE-BILLANCOURT (92).

D'après les renseignements en notre possession (carte géologique et études déjà réalisées dans ce secteur), la succession géologique présumée à cet emplacement est la suivante :

- Remblais éventuels,
- Alluvions modernes de la Seine,
- Alluvions anciennes de la Seine,
- Substratum crayeux.

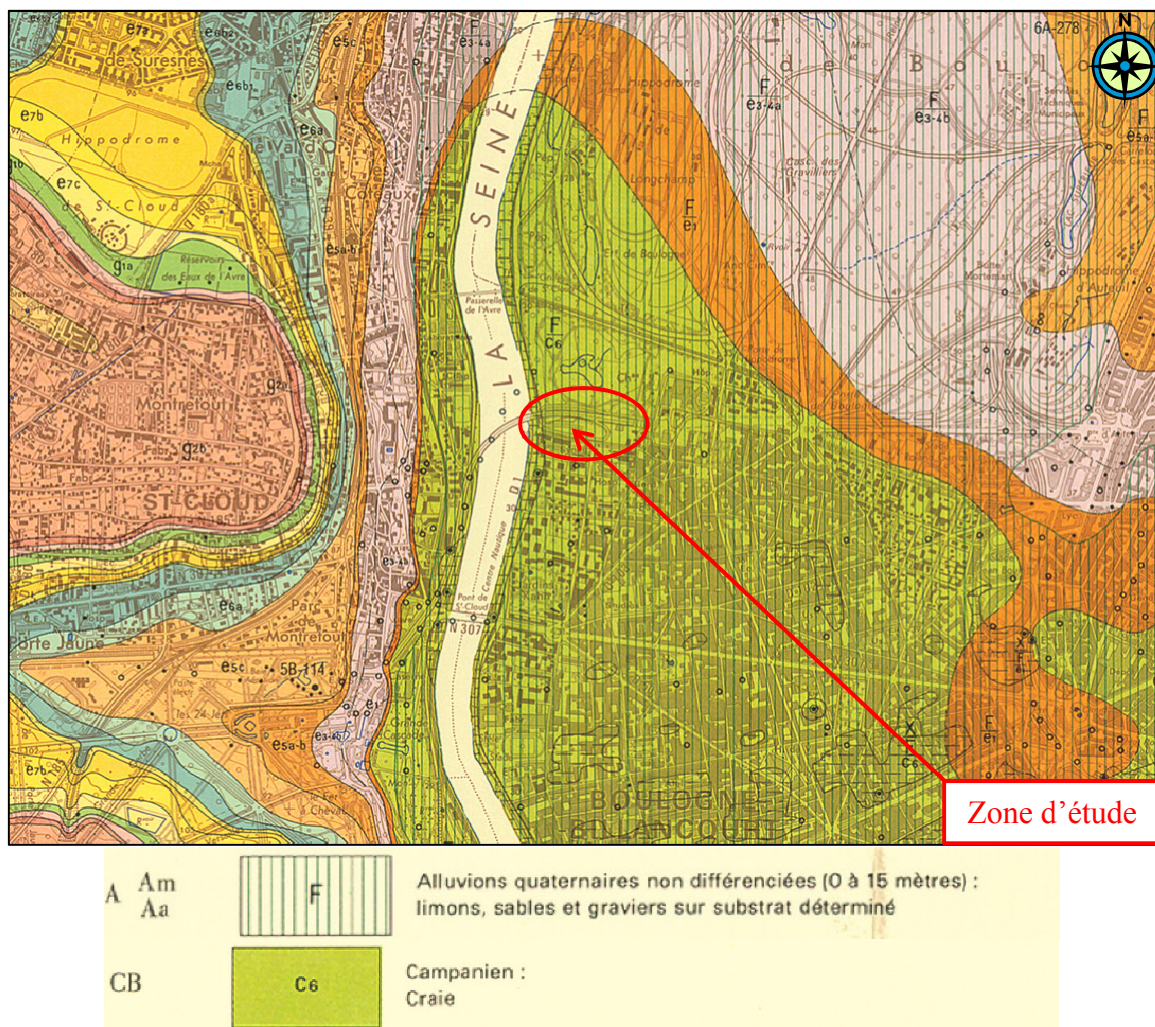


Figure 4: Extrait de la carte géologique de Paris Ouest au 1/25 000

D'après le plan des carrières du département des Hauts-de-Seine, la zone d'étude se situe en dehors de toute ancienne ballastière (cf. Figure 5).

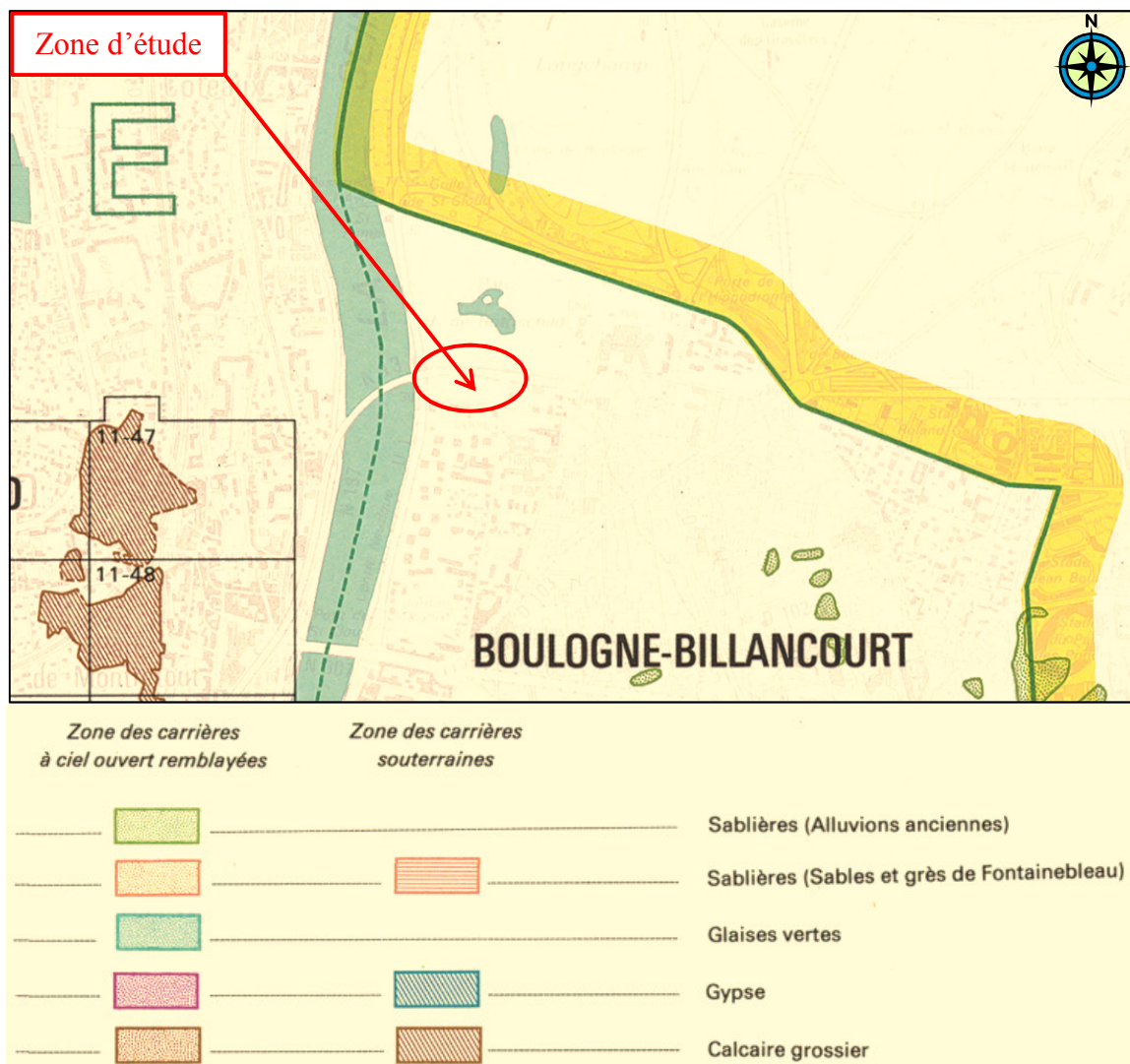


Figure 5: Extrait de la carte départementale des risques de carrières

On remarquera que ce plan des carrières est indicatif et qu'il n'est pas exclu de rencontrer aléatoirement des exploitations qui n'auraient pas été répertoriées dans le passé.

De plus, on note que la zone d'étude :

- se situe en dehors de la zone de dissolution du gypse anteludien défini par arrêté interpréfectoral,
- se situe en zone 1 (*sismicité très faible*) selon les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010 relatifs à la prévention des risques sismiques entrés en vigueur le 1er mai 2011 (*art. D. 563-8-1 du code de l'environnement*).

3. RESULTATS OBTENUS

3.1. Nature des sols reconnus

Les sondages ont été réalisés en destructif. Les coupes sont établies à l'aide des cuttings extraits des forages. Ils ne permettent d'obtenir que des matériaux déstructurés, qui ne donnent qu'une indication sur la nature des terrains traversés, sous réserve qu'il n'y ait pas de perte d'injection, rendant la remontée de cuttings impossible. De plus, le remaniement des matériaux peut entraîner des imprécisions et donc, des variations sur les profondeurs présentées. Seule, la réalisation d'un sondage carotté permettrait de préciser la lithologie des terrains en place.

Ainsi, l'examen des cuttings remontés au droit des sondages pressiométrique, piézométrique SP2 et Pz3 et des échantillons prélevés au droit des sondages à la tarière T1 et T4, a permis d'établir la succession lithologique suivante :

Remblais

Des remblais hétérogènes de nature limoneuse ou sableuse de couleur marron, ocre, grisâtre à noirâtre, contenant des charbons, briques, blocs et graviers ont été mis en évidence jusque vers 10/10,4 m de profondeur (soit vers 26,5/27,7 NGF) au droit des sondages SP2, T1 et T4 sur le talus et jusque vers 1 m de profondeur (soit vers 29,3 NGF) au droit du sondage Pz3 au pied du talus.

Ces matériaux peuvent présenter des surépaisseurs localisées en fonction des aménagements passés du terrain (autoroute A13, ballastières aléatoires) et renfermer tout aussi bien des niveaux indurés de toutes dimensions que des passages complètement décomprimés.

Sables limoneux

Au-delà des remblais, des sables limoneux verdâtres à passées noirâtres ont été mis en évidence jusque vers 15,5 m de profondeur (soit vers 21,8 NGF) au droit du sondage SP2 sur le talus et jusque vers 1,5 m de profondeur (soit vers 28,8 NGF) au droit du sondage Pz3 au pied du talus.

Ces matériaux appartiennent à la formation des alluvions modernes de la Seine.

Nous soulignons la forte variabilité de la base de ces alluvions modernes. Ces matériaux peuvent présenter des surépaisseurs localisées en fonction des conditions de dépôt et peuvent renfermer d'anciens dépôts de matière organique.

Nous remarquons qu'en SP2, la perte totale de fluide de forage à partir de 10,4 m de profondeur n'a pas permis de visualiser les matériaux au-delà de cette profondeur. Dans

la suite, la succession géologique rencontrée au droit du sondage SP2 sera déterminée en se basant sur des diagraphies et sur des enregistrements de paramètres.

Sables et graviers

Au-delà des Sables limoneux, nous avons reconnu des sables et graviers jaunes jusque vers 22,3 m de profondeur (soit vers 15 NGF) au droit du sondage SP1 et jusque vers 14 m de profondeur (soit vers 16,3 NGF) au droit du sondage Pz3.

Il s'agit de la formation des alluvions anciennes de la Seine, pouvant renfermer localement des niveaux indurés de type calcins ou poudingues et présenter quelques variations d'épaisseur.

Craie

Enfin, au-delà des alluvions de la Seine, soit à partir de 15/16,3 NGF, nous avons rencontré de la craie plus ou moins altérée et pouvant contenir des silex, jusqu'à la fin du sondage le plus profond (SP2) arrêté à 25,6 m de profondeur (soit vers 11,7 NGF).

Ces matériaux appartiennent à la formation de la Craie à silex du Campanien.

3.2. Observations concernant l'eau

Lors de notre intervention, un piézomètre a été mis en place jusqu'à 15 m de profondeur dans le sondage Pz3, en tube PVC Ø52/60 mm, crépiné de 3 à 15 m.

Les relevés piézomètres réalisés depuis la fin de nos investigations ont observé les niveaux d'eau suivant :

Date	Pz3 (30,3 NGF)	
	Profondeur de l'eau / TA	Cote NGF de la nappe
09/09/2016	3,3 m/TA	27,0 NGF
12/09/2016	3,4 m/TA	26,9 NGF

Les relevés piézométriques indiquent la présence d'une nappe vers 27 NGF.

Cette nappe est en relation avec la Seine, située à proximité immédiate du site, dont elle suit les variations avec déphasage, en particulier en période de crue. A titre indicatif, la retenue normale de la Seine dans cette zone est de 26,73 NGF (correspond à la mesure piézométrique).

Nous donnons également les cotes de crues au niveau du pont de Saint Cloud :

Crue 1910 (centennale): 31,26 NGF

Crue 1955 (cinquantennale) : 30,32 NGF

Crue 1982 (décennale) : 29,54 NGF

Enfin, il convient de préciser que, d'après les informations disponibles, que le site n'est pas concerné par le zonage du Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI).

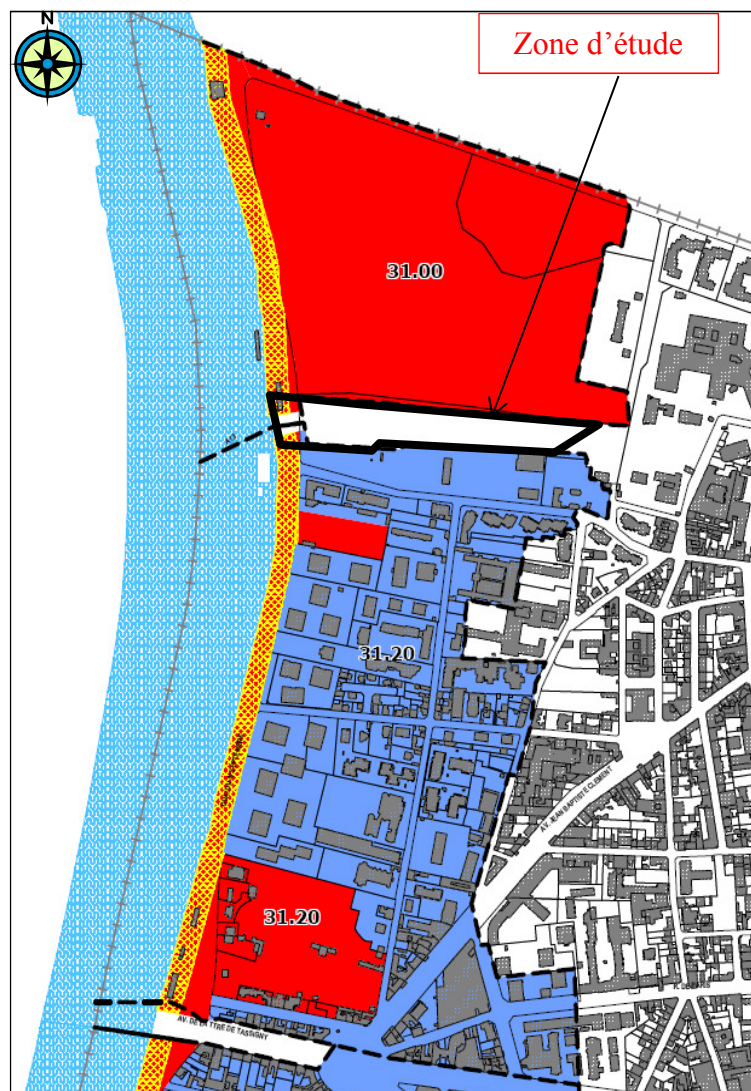


Figure 6: Extrait du plan de PPRI du département des Hauts-de-Seine

Par ailleurs, rappelons également que des circulations et accumulations d'eau sont susceptibles de se développer au sein des terrains de couverture, à la faveur des passages les plus perméables.

3.3. Caractéristiques pressiométriques

Les valeurs des caractéristiques pressiométriques (E_M : module pressiométrique, PI^* : pression limite nette) ont été déterminées par des essais effectués au droit du sondage pressiométrique SP2. L'analyse des valeurs obtenues est la suivante par formation :

- Remblais

⇒ *Cote des terrains : jusque vers 26,9 NGF au droit du sondage SP2,*

⇒ *Nombre d'essais : 10 essais,*

⇒ *Analyse des 10 essais pris en compte :*

E_M mini	E_M maxi	E_M moyen (a)	E_M moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
6,8 MPa	28,7 MPa	14,2 MPa	11,6 MPa	7,5 MPa	0,53

PI^* mini	PI^* maxi	PI^* moyen (a)	PI^* moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
0,76 MPa	2,93 MPa	1,37 MPa	1,13 MPa	0,75 MPa	0,54

(a) : moyenne arithmétique

(b) : moyenne harmonique

Les essais disponibles dans les remblais mettent en évidence des matériaux hétérogènes de compacité très variable, médiocre à bonne.

- Sables limoneux (alluvions modernes)

⇒ *Cote des terrains : au-delà des remblais jusque vers 21,8 NGF au droit du sondage SP2,*

⇒ *Nombre d'essais : 5 essais,*

⇒ *Analyse des 5 essais pris en compte :*

E_M mini	E_M maxi	E_M moyen (a)	E_M moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
1,4 MPa	8,1 MPa	3,7 MPa	2,7 MPa	2,6 MPa	0,69

PI* mini	PI* maxi	PI* moyen (a)	PI* moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
0,19 MPa	0,75 MPa	0,44 MPa	0,36 MPa	0,21 MPa	0,49

(a) : moyenne arithmétique

(b) : moyenne harmonique

Les caractéristiques mécaniques des alluvions modernes sont faibles à médiocres.

- Sables et graviers (alluvions anciennes)

⇒ *Cote des terrains : au-delà des sables limoneux et jusque vers 15 NGF au droit du sondage SP2,*

⇒ *Nombre d'essais : 7 essais,*

⇒ *Analyse des 7 essais pris en compte :*

E_M mini	E_M maxi	E_M moyen (a)	E_M moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
9,5 MPa	38,9 MPa	21,0 MPa	17,1 MPa	9,9 MPa	0,47

PI* mini	PI* maxi	PI* moyen (a)	PI* moyen (b)	Ecart-type	Dispersion
2,02 MPa	4,18 MPa	2,64 MPa	2,50 MPa	0,75 MPa	0,28

(a) : moyenne arithmétique

(b) : moyenne harmonique

Les essais disponibles dans les sables et graviers mettent en évidence des sables denses à très denses.

• Craie

⇒ *Cote des terrains : D'environ 15/16,3 NGF et jusqu'à 11,7 NGF,*

⇒ *Nombre d'essais : 2 essais,*

⇒ *Analyse des 2 essais pris en compte :*

E _M mini	E _M maxi
17,7 MPa	21,9 MPa

Pl* mini	Pl* maxi
1,71 MPa	1,78 MPa

Les essais disponibles dans les craies mettent en évidence des matériaux de caractéristiques mécaniques moyennes à bonnes.

3.4. Analyse des enregistrements de paramètres

3.4.1. Présentation des enregistrements des paramètres de forage

Pour l'ensemble des sondages pressiométriques réalisés, l'enregistrement numérique des paramètres de forage a été réalisé par l'intermédiaire d'un appareil de type EXPLOFOR de la Société APAGEO,

Cet appareil présente les caractéristiques suivantes :

- 2 types d'enregistrement simultanés :
 - ⇒ Graphiques,
 - ⇒ Numériques,
- l'enregistrement de 5 paramètres de forages sur voies indépendantes, à savoir :
 - ⇒ Pression sur l'outil,
 - ⇒ Pression d'injection,
 - ⇒ Couple de rotation,
 - ⇒ Pression de retenue,
 - ⇒ Vitesse d'avancement,
- un programme d'exploitation des enregistrements numériques qui permet :
 - ⇒ Correction des paramètres,
 - ⇒ Choix de l'amplitude de tous les paramètres,
 - ⇒ Choix de l'échelle de représentation graphique de la profondeur,
 - ⇒ Format d'impression modulable,

En ce qui concerne la présentation des résultats, les diagraphies des paramètres des sondages sont jointes en annexe,

3.4.2. Analyse des résultats

L'analyse des paramètres de forage permet de mettre en évidence des contrastes de compacité entre formations, Ils permettent également d'identifier 2 types d'anomalies possibles, soit des *vides francs*, soit des *terrains décomprimés* (lâches et peu compacts),

Le test de chute libre a été réalisé au droit du sondage. Cet étalonnage est placé en annexe du présent rapport,

Ainsi, les vides se caractérisent par une chute libre de l'outil de forage avec, pour le matériel employé :

- une vitesse d'avancement supérieure à 750 m/h en SP2, 1 000 m/h en Pz3 (test de chute avec tige) et 450 m/h en Pz3 (test de chute sans tige),
- un effort faible exercé sur le train de tiges,
- une pression de retenue élevée,
- une pression d'injection du fluide de forage très faible.

Les passages décomprimés sont caractérisés, notamment, par une vitesse d'avancement supérieure à 300/400 m/h, selon les sondages.

L'analyse des paramètres des forages SP2 et Pz3 permet de mettre en évidence des contrastes de compacité entre formations.

- la traversée des remblais hétérogènes de compacité médiocre à bonne jusque vers 10,4 m de profondeur (soit vers 26,9 NGF) au droit du sondage SP2 et jusque vers 1 m de profondeur (soit vers 29,3 NGF) au droit du sondage Pz3 s'accompagne de vitesses d'avancement variables, de très faibles à très élevées, et qui témoignent de l'hétérogénéité de ces matériaux,
- dès que l'outil de forage pénètre dans les sables limoneux (alluvions modernes) jusque vers 15,5 m de profondeur (soit vers 21,8 NGF) au droit du sondage SP2 ou jusque vers 1,5 m de profondeur (soit vers 28,84 NGF) au droit du sondage Pz3, on observe des vitesses d'avancement élevé traduisant des matériaux de compacité faible à médiocre,
- lorsque l'outil de forage arrive dans les sables et graviers jusque vers 22,3 m de profondeur (soit vers 15 NGF) au droit du sondage SP2 et jusque vers 14 m de profondeur (soit vers 16,3 NGF) au droit du sondage Pz3, les vitesses d'avancement deviennent plus faibles, les couples de rotation augmentent, témoignant des sables et graviers très denses,
- enfin, la traversée des craies plus ou moins altérées à partir de 22,3 m de profondeur (soit vers 15 NGF) au droit du sondage SP2 et à partir de 14 m de profondeur (soit vers 16,3 NGF) au droit du sondage Pz3 s'accompagne de vitesses d'avancement et des pressions d'injection très élevées et des couples de rotation plus faibles.

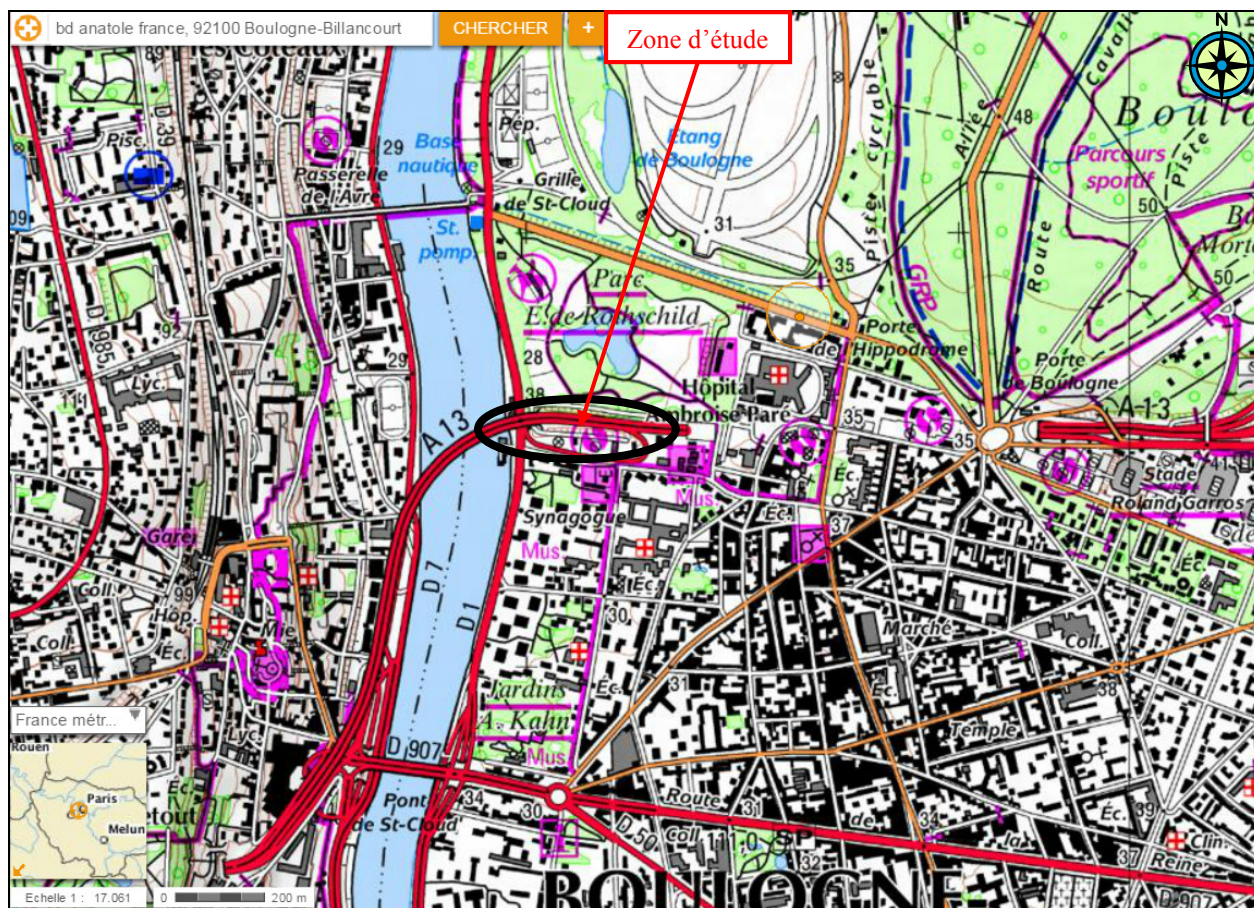
Nous restons à la disposition du Maître de l'Ouvrage et de son équipe de conception et de réalisation pour leur fournir tout renseignement complémentaire qu'ils pourraient juger utile concernant nos résultats de sondages.

La description des missions normées ainsi que leur enchaînement sont présentés à la fin de ce rapport.

ANNEXE 1
PLAN DE SITUATION

Cette annexe contient 1 page (y compris page de garde)

PLAN DE SITUATION



ANNEXE 2
PLAN D'IMPLANTATION

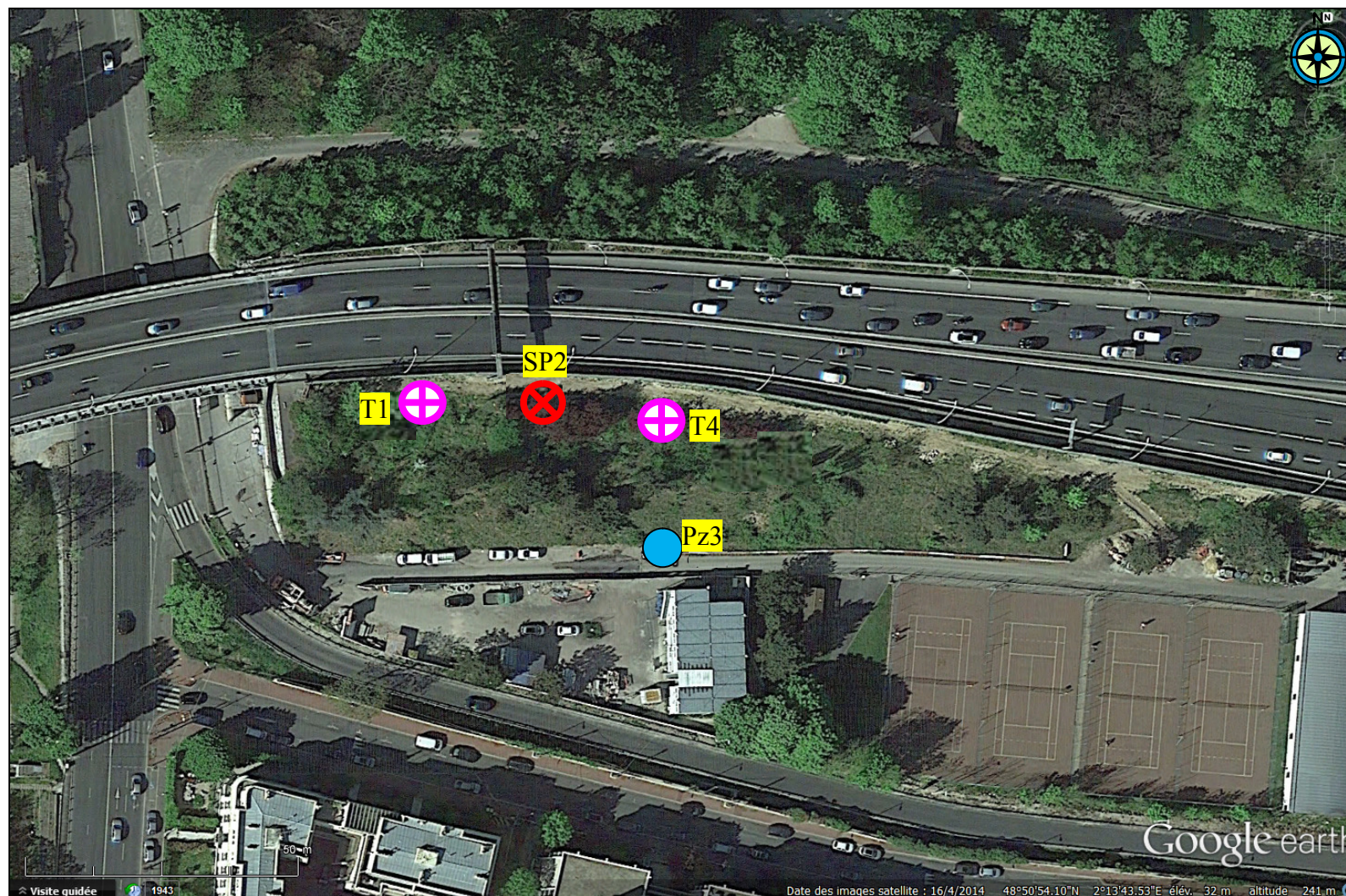
Cette annexe contient 1page (y compris page de garde)

PLAN D'IMPLANTATION

 **SONDAGE PRESSIOMETRIQUE**

 **PIEZOMETRE**

 **SONDAGE A LA TARIERE**



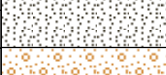
ANNEXE 3
RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS

Cette annexe contient 26 pages (y compris page de garde)

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Equipement de forage	Tubage	Em (MPa)		Pf* (MPa)		Pl* (MPa)		Observation
							0,1	100	0,1	10	0,1	10	
37	0	Remblais sablo-limoneux jaunes et petits graviers											
36	1						28,7		1,76		2,93		
35	2						11,7		0,94		1,54		
		2,00 m											
34	3	Remblais sableux jaunes et graviers					12,3		0,69		1,04		
33	4						8,6		0,41		0,77		
32	5						12,1		0,63		0,99		
31	6						12,3		0,53		1,20		
30	7						7,6		0,44		0,76		
29	8						15,9		0,73		1,23		
28	9	Remblais sableux marron et graviers					26,3		1,35		2,46		
27	10						6,8		0,35		0,81		
26	11						2,9		0,14		0,32		
		6,80 m											
25	12	Perte totale du liquide d'injection Pas de remontée des cuttings					1,4		0,11		0,19		
24	13						3,7		0,22		0,54		
23	14						8,1		0,39		0,75		
22	15						2,5		0,15		0,41		
21	16						10,8		0,90		2,02		
20	17						23,4		2,07		> 2,66		
19	18						24,6		1,63		2,88		
18	19						21,4		1,32		2,36		
17	20						9,5		1,56		2,30		
	21						18,2		1,13		2,05		
		21,00 m											

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Equipement de forage	Tubage	Em (MPa)	Pf* (MPa)	PI* (MPa)	Observation
							0,1	0,1	0,1	
16	21						18,2	1,13	2,05	
15	22						38,9	2,38	4,18	
14	23	Perte totale du liquide d'injection Pas de remontée des cuttings					21,9	0,95	1,78	
13	24						17,7	0,85	1,71	
12	25	25,60 m		Roto-percussion Ø 64 mm						
11	26									
10	27									
9	28									
8	29									
7	30									
6	31									
5	32									
4	33									
3	34									
2	35									
1	36									
0	37									
-1	38									
-2	39									
-3	40									
-4	41									
-5	42									
	43									

Cote NGF	Profondeur (m)	Echantillons	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement forage
36	0	ECH	Terre végétale sableuse	Tarière Ø 110 mm		
			0,10 m			
	1	ECH	Sable beige à jaune			
			0,50 m			
35			Sablon jaunâtre			
	2	ECH	1,50 m			
			Sable limoneux grisâtre et cailloux			
34			2,50 m			
	3	ECH	Sablon argileux marron			
			3,00 m			
33			Limon sableux grisâtre et cailloux			
	4	ECH	3,50 m			
			Sablon argileux grisâtre			
32			4,00 m			
	5	ECH	Sable graveleux noirâtre			
			4,50 m			
31			Argile sableuse noirâtre			
	6	ECH	5,50 m			
			Sablon beige et cailloutis			
30			6,00 m			
	7	ECH	Sable limoneux noirâtre et cailloux			
			6,50 m			
29			Sablon, sable et argile grisâtre			
	8	ECH	8,00 m			
28			Argile sableuse grisâtre			
	9	ECH	9,50 m			
			Sable graveleux beige grisâtre			
27			10,00 m			
26			Sable limoneux marron à verdâtre très humide			
	11	ECH	12,00 m			
25						
	12					
24						
	13					
23						
	14					
22						
	15					
21						
	16					
20						
	17					
19						
	18					
18						
	19					
17						
	20					
16						
	21					

Cote NGF	Profondeur (m)	Echantillons	Lithologie		Niveau d'eau	Outil	Equipement forage			
37	0	ECH		Limon sableux marron et cailloux		Tarière Ø 110 mm				
	1	ECH		1,00 m						
36	2	ECH		Sable jaune légèrement limoneux et graviers						
		ECH								
35	3	ECH								
		ECH								
34	4	ECH								
		ECH		5,00 m						
33	5	ECH		Sable avec cailloux, charbon et briques						
32	6	ECH								
		ECH						6,50 m		
31	7	ECH		Sable noirâtre et graviers						
		ECH								
30	8	ECH						8,00 m		
		ECH		Sable argileux noirâtre et graviers						
29	9	ECH								
		ECH						10,00 m		
28	10	ECH		Limon sableux marron à verdâtre						
27		ECH								
		ECH								
26	12	ECH						12,00 m		
25	13									
24	14									
23	15									
22	16									
21	17									
20	18									
19	19									
18	20									
17	21									

PZ3

DOSSIER n° : G160509

PLANCHE n° :

ADRESSE : BOULOGNE BILLANCOURT (92)

Maître d'ouvrage : **DRIEAIE / DIRIE / SIMEER / DI...** X : 127532,4

Exécution du 09/09/16 au 09/09/16

Y : 592087,8

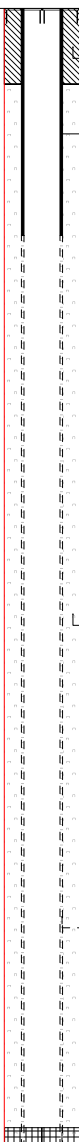
Machine :

Z : 30,34 m

Profondeur : **15,90 m**

Inclinaison :

Echelle : 1 / 100

COTE (m)	PROF.	COUPE APPROCHEE	TUBAGE	OUTIL	EAU	PROF (m)	EQUIPEMENT - PIEZOMETRE	Remarque	
30.34	0.00	Mélange de limon sableux, marron ocre et noir avec cailloux et briques		Tricône Ø 110 mm	3.40 12/09/2014	0.00			
29.34	1.00	Limon sableux noirâtre très mou				1.00	Cimentation		
28.84	1.50	Sable jaune et graviers				3.00	Tricône Ø 110 mm		Graviers
							Tube PVC crépiné Ø 52/60 mm		
16.34	14.00	Craie blanche							
14.44	15.90								

NOTA :

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

(Norme française NF P 94-110-1, janvier 2000)

DOSSIER n° G160509
PLANCHE n° SP2
PROVENANCE : BOULOGNE BILLANCOURT

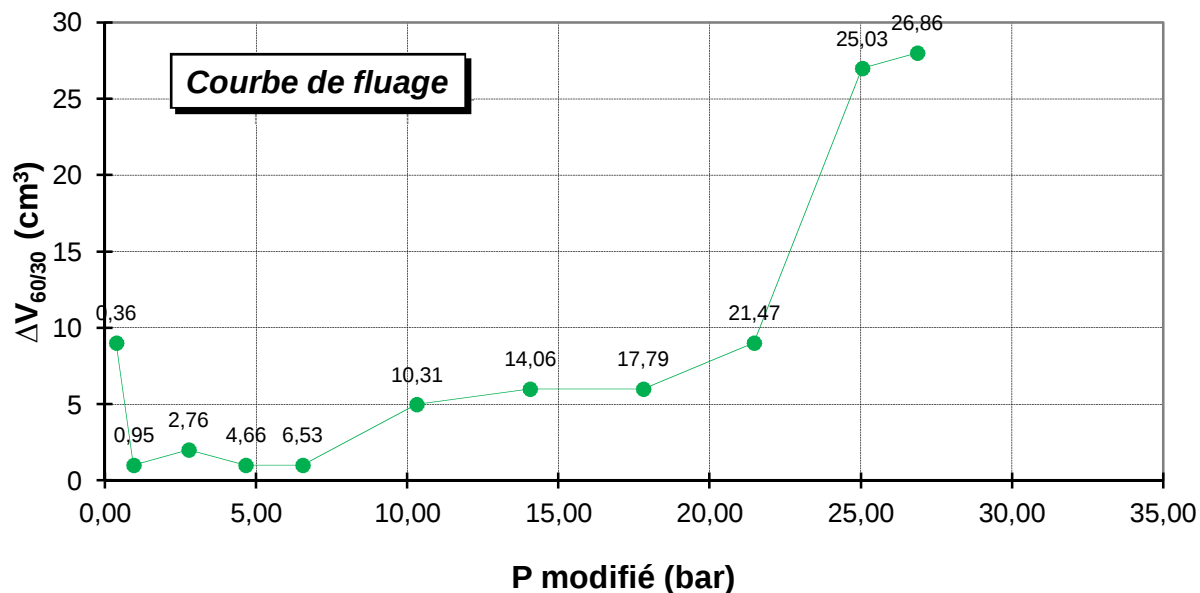
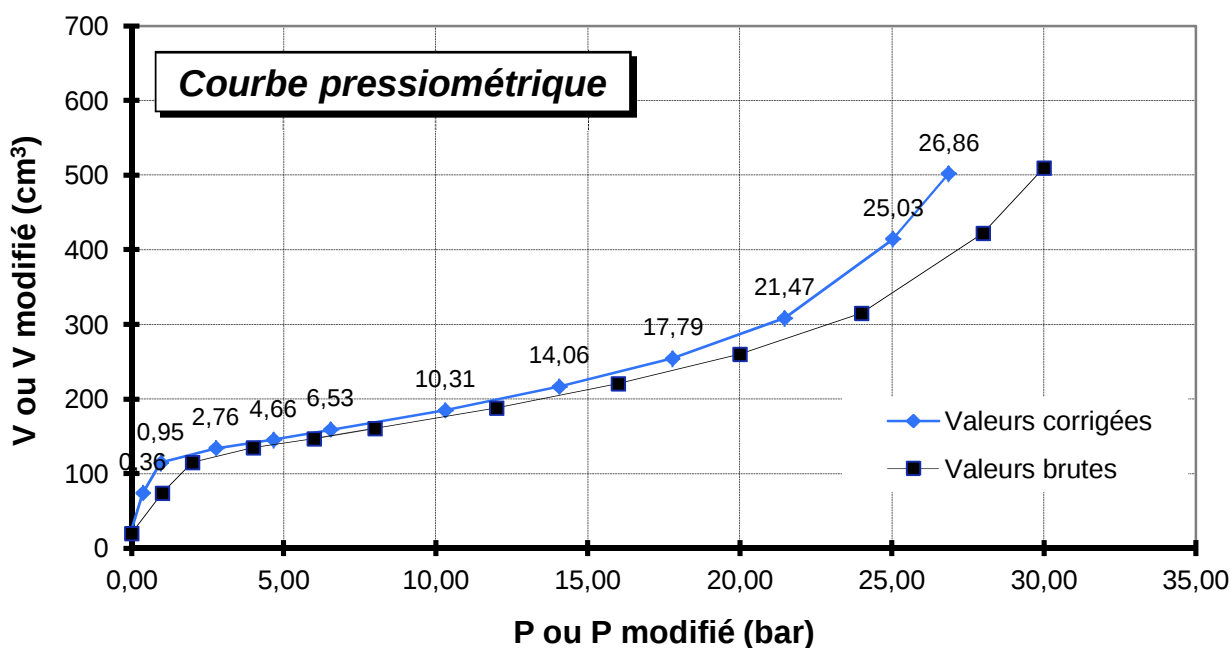
Profondeur d'essai : **1,00** m

$\sigma_{hs} = 0,14$ bar
niveau d'eau : 0,00 m

étalonnage n° 1
calibrage n° 1

Phase pseudo-élastique entre $P_1 = 2,76$ et $P_2 = 6,53$ bar

$E_M = 287$ bar
 $P_{max}^* = 26,7$ bar
 $P_l^* (ext.i) = 30,1$ bar
 $P_l^* (ext.h) = 29,3$ bar
 $P_f^* = 17,6$ bar
 $P_l^* (Pf) = 30,0$ bar



FORAGE PRESSIOMETRIQUE

(Norme française NF P 94-110-1, janvier 2000)

DOSSIER n° G160509
PLANCHE n° SP2
PROVENANCE : BOULOGNE BILLANCOURT

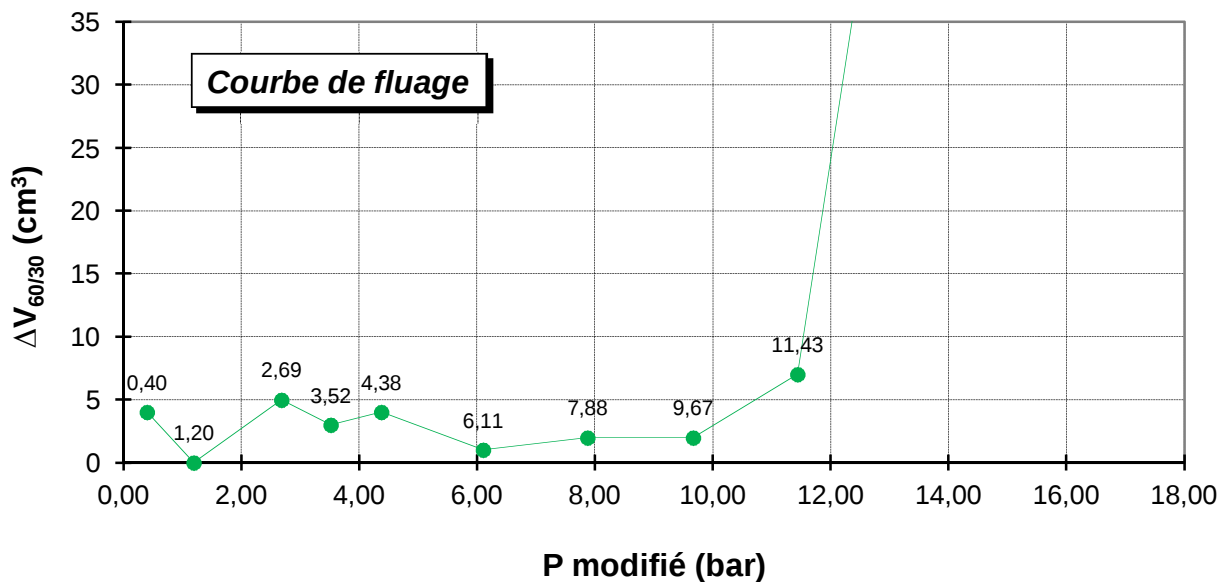
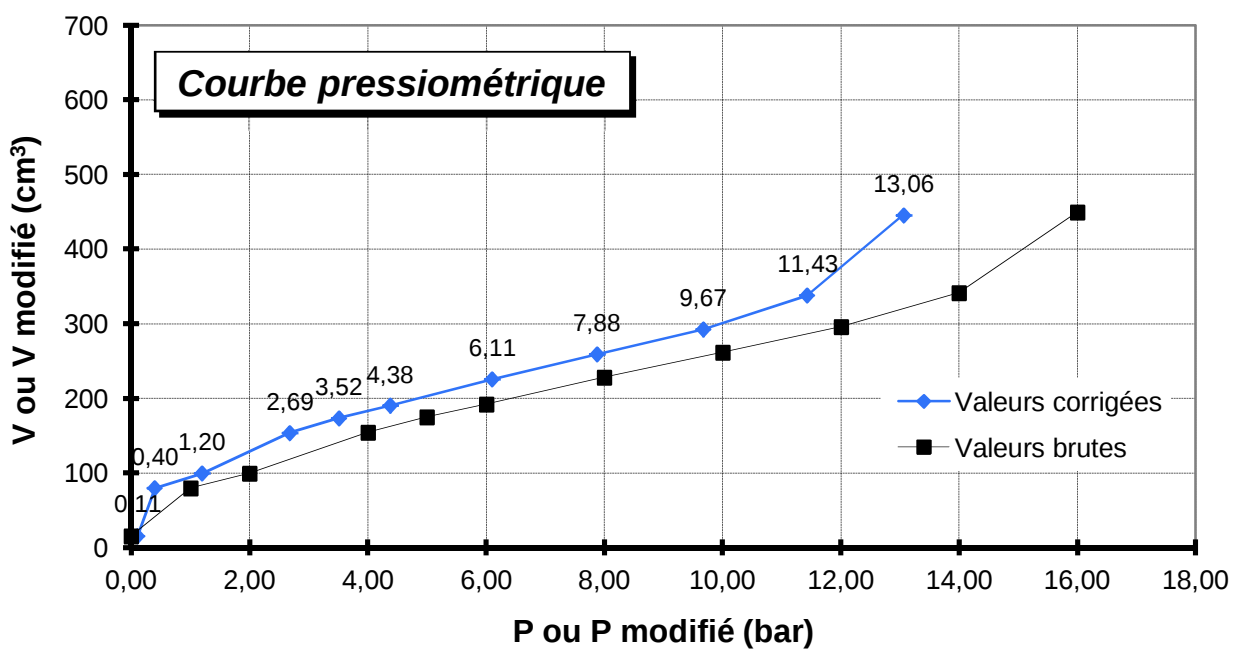
Profondeur d'essai : **2,00** m

$\sigma_{hs} = 0,28$ bar
niveau d'eau : 0,00 m

étalonnage n° 1
calibrage n° 1

Phase pseudo-élastique entre $P_1 = 6,11$ et $P_2 = 9,67$ bar

$E_M = 117$ bar
 $P_{max}^* = 12,8$ bar
 $P_l^* (ext.i) = 16,6$ bar
 $P_l^* (ext.h) = 15,4$ bar
 $P_f^* = 9,4$ bar
 $P_l^* (Pf) = 16,0$ bar



FORAGE PRESSIOMETRIQUE

(Norme française NF P 94-110-1, janvier 2000)

DOSSIER n° G160509
PLANCHE n° SP2
PROVENANCE : BOULOGNE BILLANCOURT

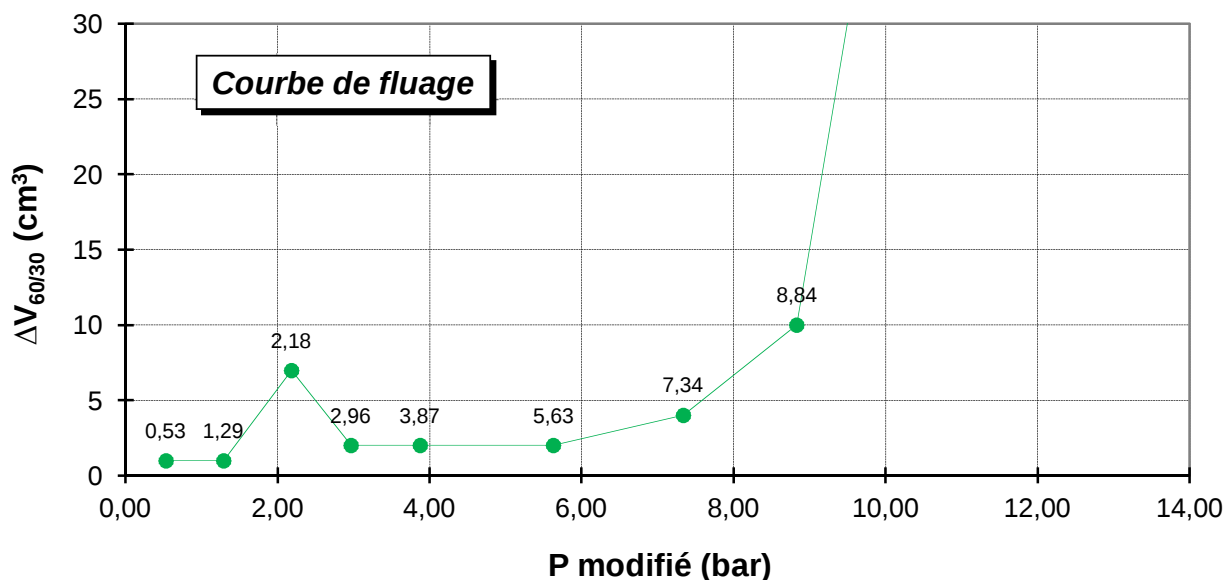
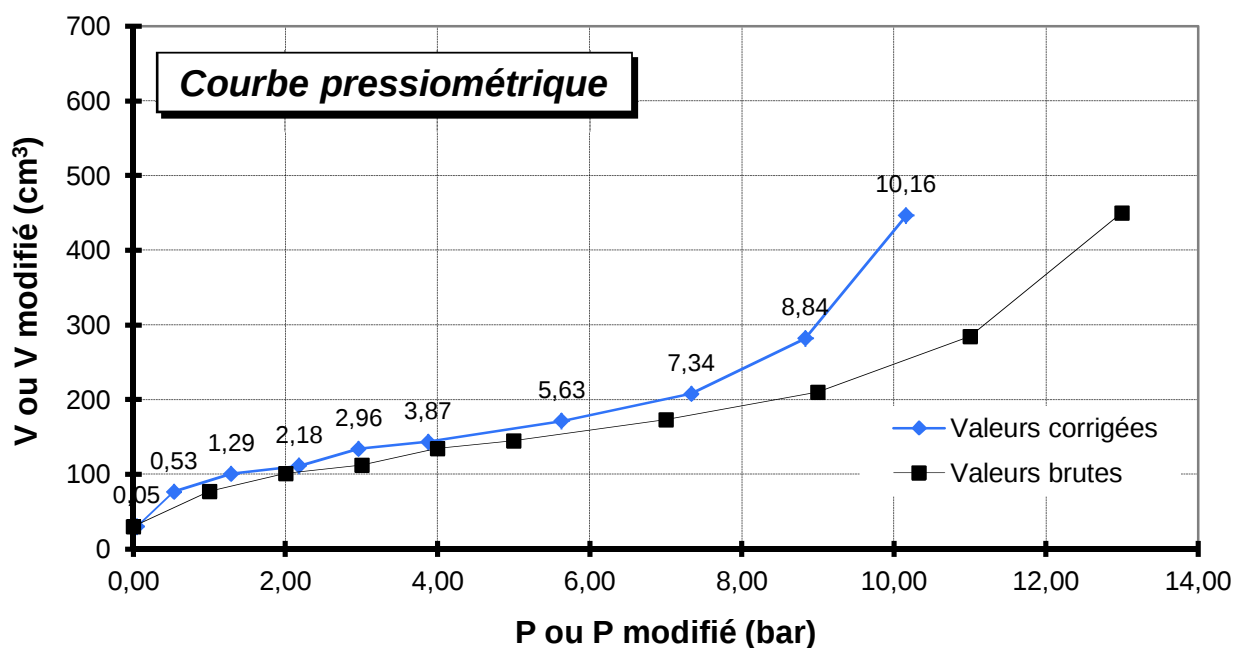
Profondeur d'essai : **3,00** m

$\sigma_{hs} = 0,42$ bar
niveau d'eau : 0,00 m

étalonnage n° 1
calibrage n° 1

Phase pseudo-élastique entre $P_1 = \mathbf{3,87}$ et $P_2 = \mathbf{5,63}$ bar

$E_M = \mathbf{123}$ bar	$P_l^* \text{ (ext.i)} = \mathbf{10,9}$ bar	$P_f^* = \mathbf{6,9}$ bar
$P_{max}^* = \mathbf{9,7}$ bar	$P_l^* \text{ (ext.h)} = \mathbf{10,4}$ bar	$P_l^* \text{ (Pf)} = \mathbf{11,8}$ bar



FORAGE PRESSIOMETRIQUE

(Norme française NF P 94-110-1, janvier 2000)

DOSSIER n° G160509
PLANCHE n° SP2
PROVENANCE : BOULOGNE BILLANCOURT

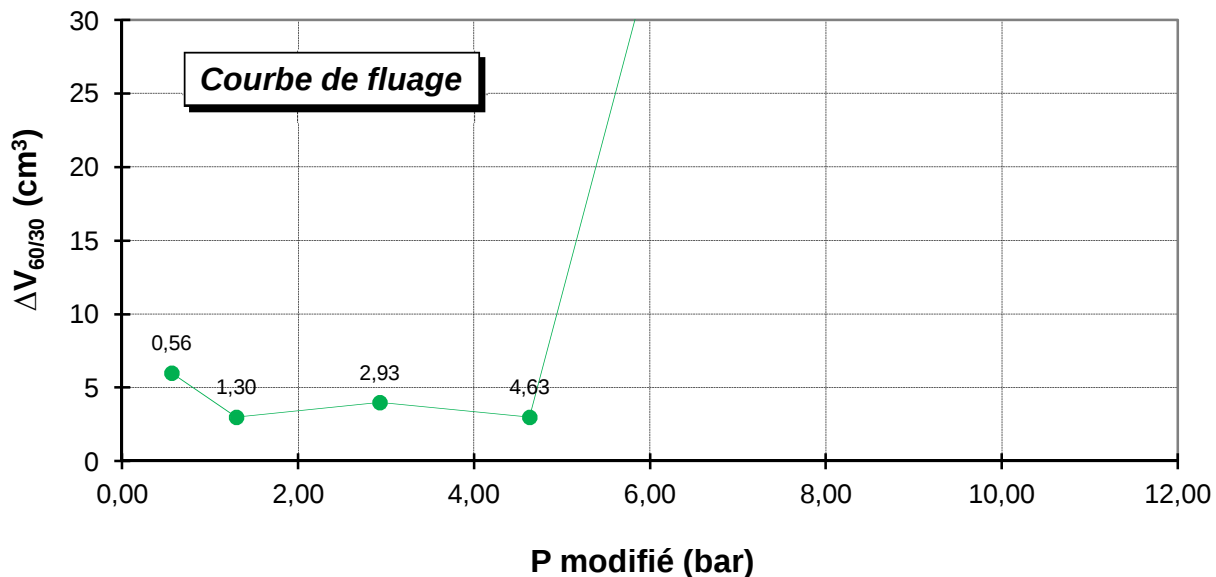
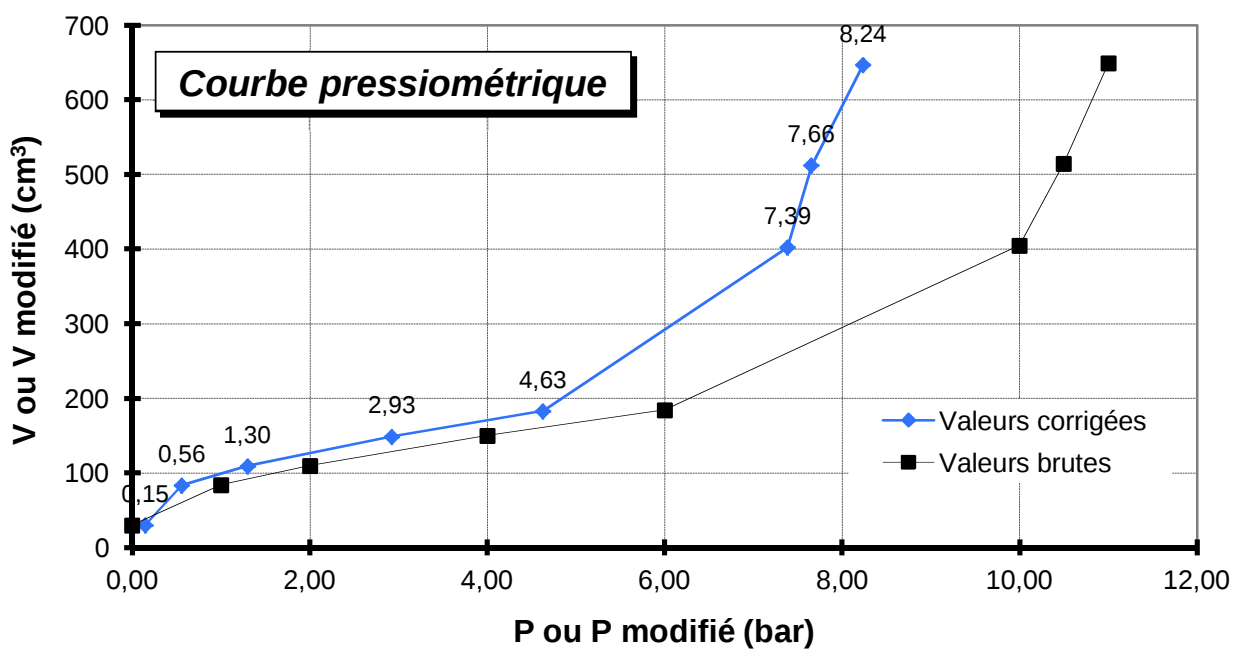
Profondeur d'essai : **4,00** m

$\sigma_{hs} = 0,56$ bar
niveau d'eau : 0,00 m

étalonnage n° **1**
calibrage n° **1**

Phase pseudo-élastique entre $P_1 = \mathbf{1,30}$ et $P_2 = \mathbf{4,63}$ bar

$E_M = \mathbf{86}$ bar
 $P_{max}^* = \mathbf{7,7}$ bar
 $P_l^* \text{ (ext.i)} = \mathbf{7,9}$ bar
 $P_l^* \text{ (ext.h)} = \mathbf{7,7}$ bar
 $P_f^* = \mathbf{4,1}$ bar
 $P_l^* (Pf) = \mathbf{6,9}$ bar



FORAGE PRESSIOMETRIQUE

(Norme française NF P 94-110-1, janvier 2000)

DOSSIER n° G160509
PLANCHE n° SP2
PROVENANCE : BOULOGNE BILLANCOURT

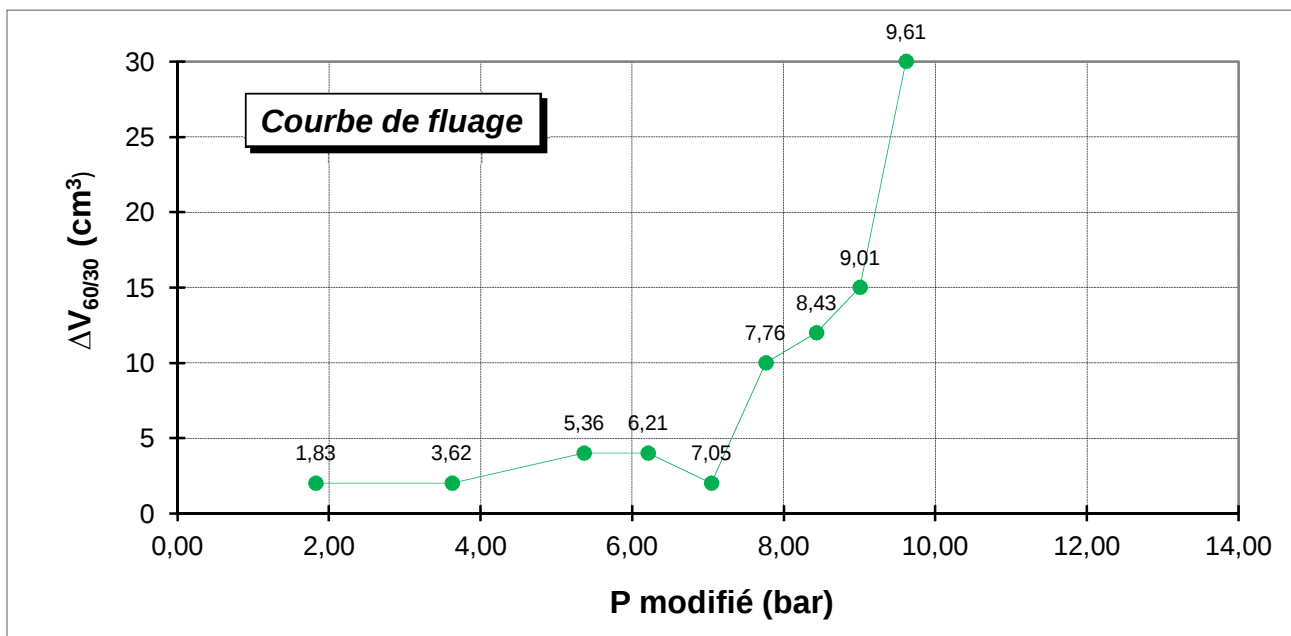
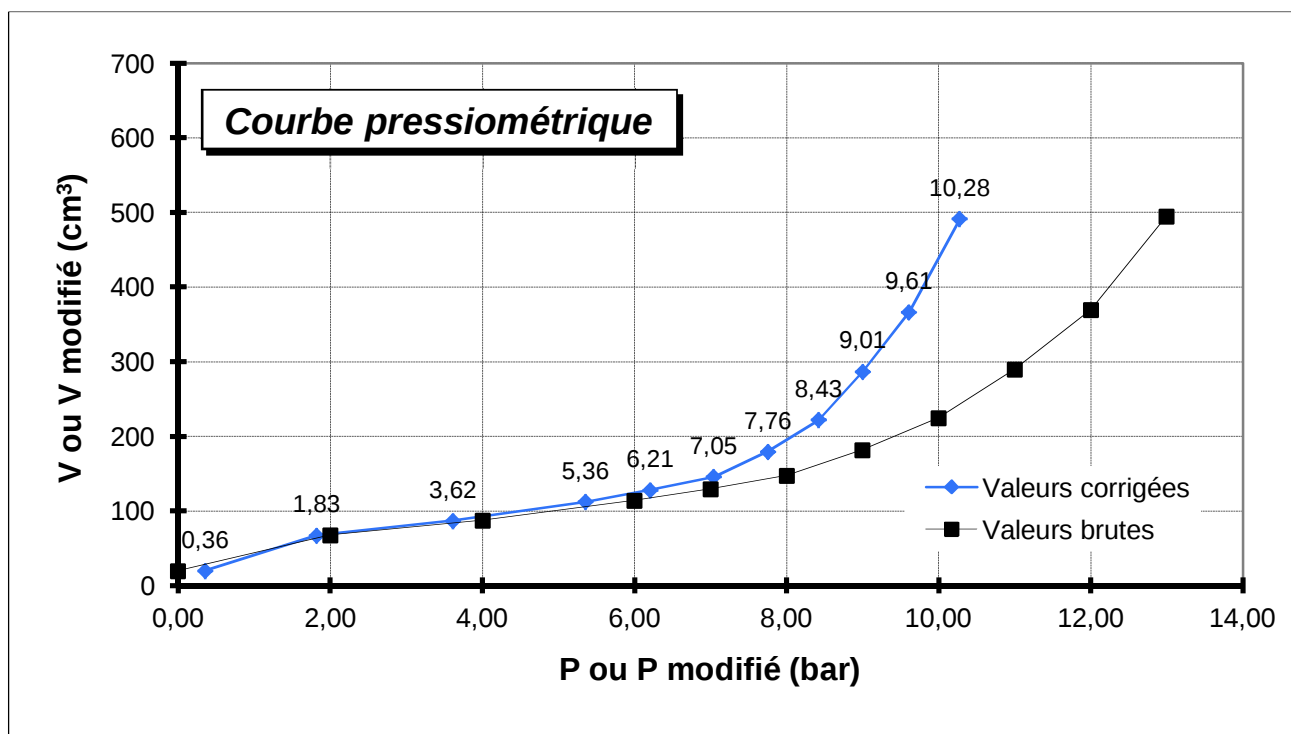
Profondeur d'essai : **5,00** m

$\sigma_{hs} = 0,70$ bar
niveau d'eau : 0,00 m

étalonnage n° 1
calibrage n° 1

Phase pseudo-élastique entre $P_1 = 3,62$ et $P_2 = 5,36$ bar

$E_M = 121$ bar
 $P_{max}^* = 9,6$ bar
 $P_l^* (ext.i) = 10,2$ bar
 $P_l^* (ext.h) = 9,9$ bar
 $P_f^* = 6,3$ bar
 $P_l^* (Pf) = 10,8$ bar



Dossier : **G160509 BOULOGNE BILLANCOURT**

Sondage : **SP2**

■ Brute
■ Corrigée
■ P1 & P2
● Fluage
● Inertie
● Calibrage

Unités :
Volumes en cm³,
Pressions en MPa,
Cotes altimétriques en m

Calibrage n° **CAL 1**

Date : 07/09/2016 09:16

Profondeur de l'essai (-Zs) : 0.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Conforme NF P 94-110-1

Vs (cm³) : 625.7

ls (mm) : 210

di (mm) : 65

Pel (MPa) : 0.342

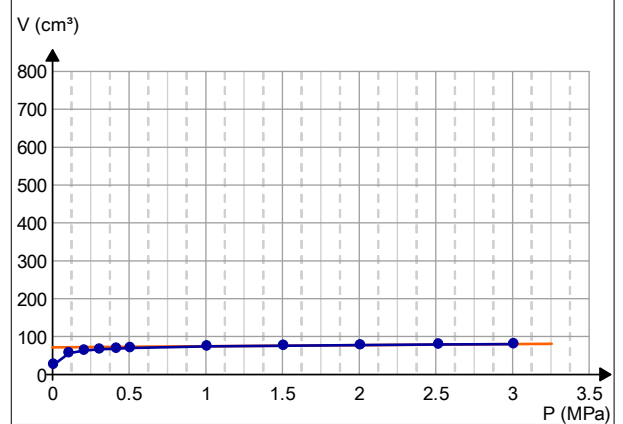
Vel (cm³) : 550

a (cm³/MPa) : 3.01

Vc (cm³) : 71.1

Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.100	0.200	0.300	0.410	0.500	1.000	1.500	2.000	2.510	3.000
V (cm ³)		26.0	56.0	63.0	66.0	68.0	70.0	74.0	76.0	77.0	79.0	80.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.010	0.110	0.210	0.310	0.420	0.510	1.010	1.510	2.010	2.520	3.010
V (cm ³)		26.0	56.0	63.0	66.0	68.0	70.0	74.0	76.0	77.0	79.0	80.0



Inertie n° **ETA 1**

Date : 07/09/2016 09:33

Profondeur de l'essai (-Zs) : 0.00 m

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Conforme NF P 94-110-1

Vs (cm³) : 625.7

ls (mm) : 210

di (mm) : 65

Pel (MPa) : 0.342

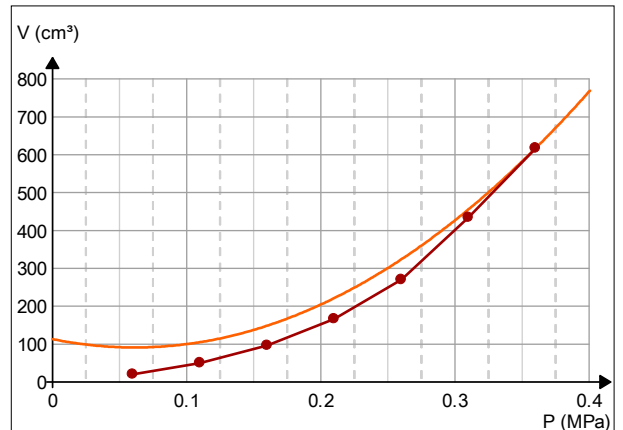
Vel (cm³) : 550

a (cm³/MPa) : 3.01

Vc (cm³) : 71.1

Valeurs brutes	P (MPa)	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350
V (cm ³)		20.0	50.0	96.0	166.0	270.0	434.0	617.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.060	0.110	0.160	0.210	0.260	0.310	0.360
V (cm ³)		20.0	50.0	96.0	166.0	270.0	434.0	617.0



Essai n° **6**

Date : 07/09/2016 10:03

Profondeur de l'essai (-Zs) : 6.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 12.327

Pf* (MPa) : 0.531

PI* (MPa) : 1.197

Em/PI* : 10.300

PI*/Pf* : 2.253

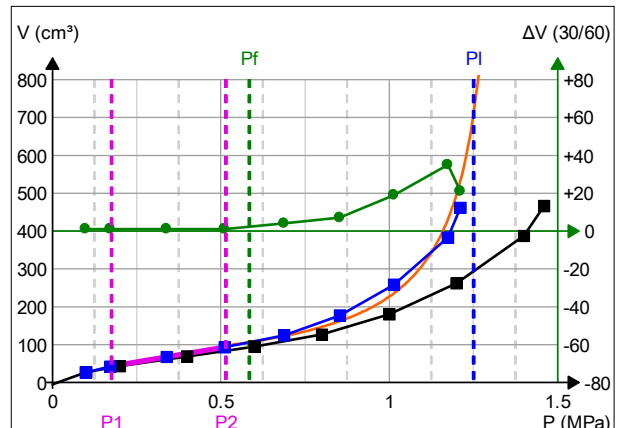
σhs (MPa) : 0.054

P1 (MPa) : 0.172

V1 (cm³) : 42.4

P2 (MPa) : 0.511

V2 (cm³) : 93.2



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.100	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.460
V (cm ³)		-5.0	27.0	43.0	69.0	95.0	127.0	180.0	262.0	387.0	466.0

Valeurs corrigées	P (MPa)		0.098	0.172	0.339	0.511	0.688	0.853	1.014	1.174	1.211
V (cm ³)			26.7	42.4	67.8	93.2	124.6	177.0	258.4	382.8	461.6

Dossier : **G160509 BOULOGNE BILLANCOURT**

Sondage : **SP2**

■ Brute
■ Corrigée
■ P1 & P2
● Fluage

Unités :
Volumes en cm³,
Pressions en MPa,
Cotes altimétriques en m

Essai n° 7

Date : 07/09/2016 10:18

Profondeur de l'essai (-Zs) : 7.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 7.647
Pf* (MPa) : 0.444
PI* (MPa) : 0.764

Em/PI* : 10.009

PI*/Pf* : 1.720

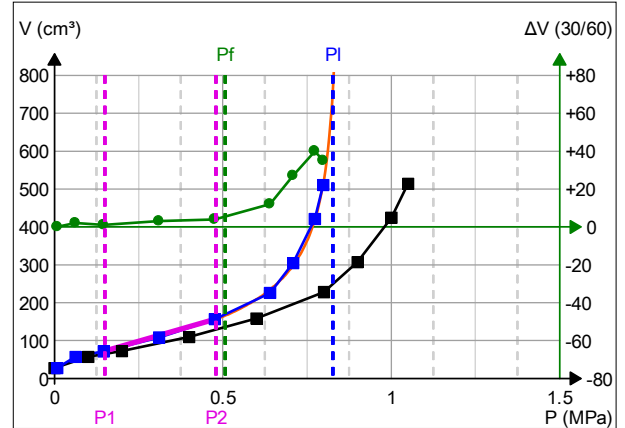
σ_{hs} (MPa) : 0.063

P1 (MPa) : 0.146

V1 (cm³) : 71.4

P2 (MPa) : 0.476

V2 (cm³) : 156.2



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.100	0.200	0.400	0.600	0.800	0.900	1.000	1.050
V (cm ³)		27.0	57.0	72.0	109.0	158.0	228.0	307.0	424.0	514.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.008	0.062	0.146	0.311	0.476	0.640	0.709	0.773	0.798
V (cm ³)		27.0	56.7	71.4	107.8	156.2	225.6	304.3	421.0	510.8

Essai n° 8

Date : 07/09/2016 10:37

Profondeur de l'essai (-Zs) : 8.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 15.930
Pf* (MPa) : 0.725
PI* (MPa) : 1.232

Em/PI* : 12.933

PI*/Pf* : 1.700

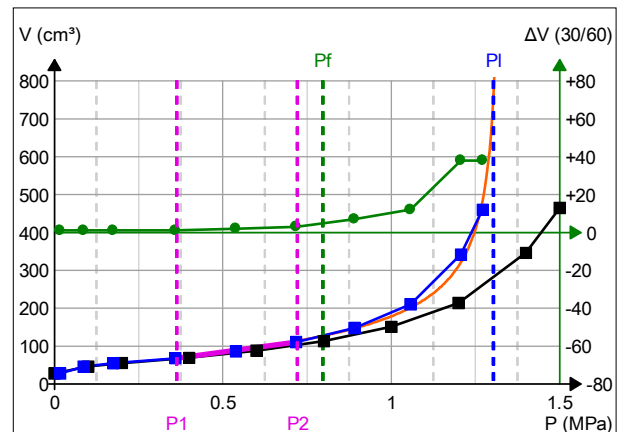
σ_{hs} (MPa) : 0.072

P1 (MPa) : 0.359

V1 (cm³) : 67.8

P2 (MPa) : 0.718

V2 (cm³) : 110.6



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.100	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.500
V (cm ³)		28.0	46.0	55.0	69.0	88.0	113.0	151.0	214.0	346.0	465.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.017	0.087	0.175	0.359	0.539	0.718	0.891	1.057	1.207	1.272
V (cm ³)		28.0	45.7	54.4	67.8	86.2	110.6	148.0	210.4	341.8	460.5

Essai n° 9

Date : 07/09/2016 10:53

Profondeur de l'essai (-Zs) : 9.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 26.327
Pf* (MPa) : 1.346
PI* (MPa) : 2.459

Em/PI* : 10.707

PI*/Pf* : 1.827

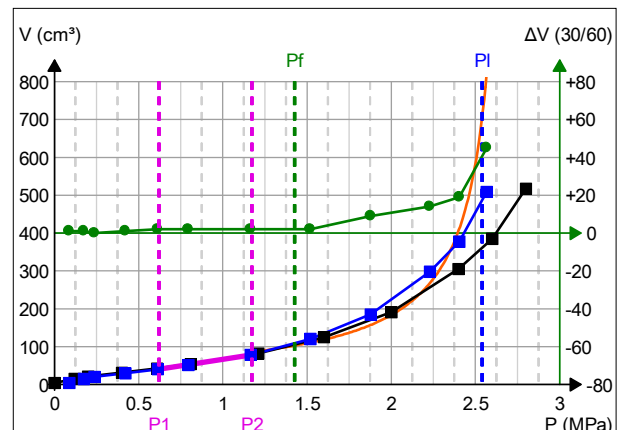
σ_{hs} (MPa) : 0.081

P1 (MPa) : 0.613

V1 (cm³) : 40.2

P2 (MPa) : 1.165

V2 (cm³) : 78.4



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.120	0.200	0.400	0.610	0.810	1.210	1.600	2.000	2.400	2.600	2.800
V (cm ³)		4.0	15.0	21.0	31.0	42.0	54.0	82.0	125.0	191.0	305.0	385.0	517.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.088	0.175	0.238	0.422	0.613	0.796	1.165	1.519	1.878	2.229	2.405	2.567
V (cm ³)		4.0	14.6	20.4	29.8	40.2	51.6	78.4	120.2	185.0	297.8	377.2	508.6

Dossier : **G160509 BOULOGNE BILLANCOURT**

Sondage : **SP2**

■ Brute
■ Corrigée
■ P1 & P2
● Fluage

Unités :
Volumes en cm³,
Pressions en MPa,
Cotes altimétriques en m

Essai n° 10

Date : 07/09/2016 11:14

Profondeur de l'essai (-Zs) : 10.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 6.825

Pf* (MPa) : 0.349

PI* (MPa) : 0.813

Em/PI* : 8.395

PI*/Pf* : 2.327

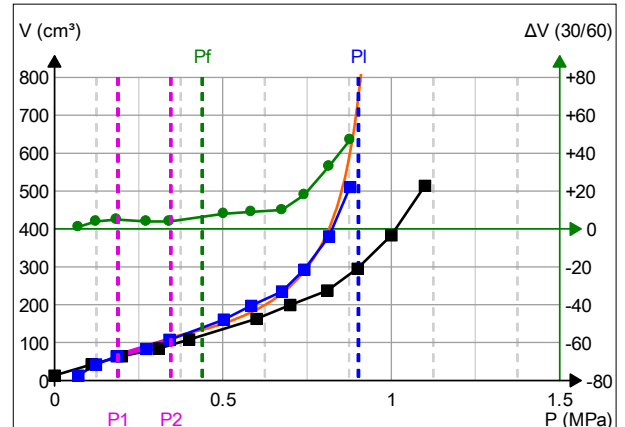
σ_{hs} (MPa) : 0.090

P1 (MPa) : 0.185

V1 (cm³) : 63.4

P2 (MPa) : 0.341

V2 (cm³) : 106.8



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.110	0.200	0.310	0.400	0.600	0.700	0.810	0.900	1.000	1.100
V (cm ³)		13.0	42.0	64.0	84.0	108.0	162.0	199.0	237.0	295.0	383.0	514.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.071	0.123	0.185	0.273	0.341	0.503	0.584	0.676	0.742	0.816	0.878
V (cm ³)		13.0	41.7	63.4	83.1	106.8	160.2	196.9	234.6	292.3	380.0	510.7

Essai n° 11

Date : 07/09/2016 11:48

Profondeur de l'essai (-Zs) : 11.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 2.927

Pf* (MPa) : 0.144

PI* (MPa) : 0.316

Em/PI* : 9.249

PI*/Pf* : 2.193

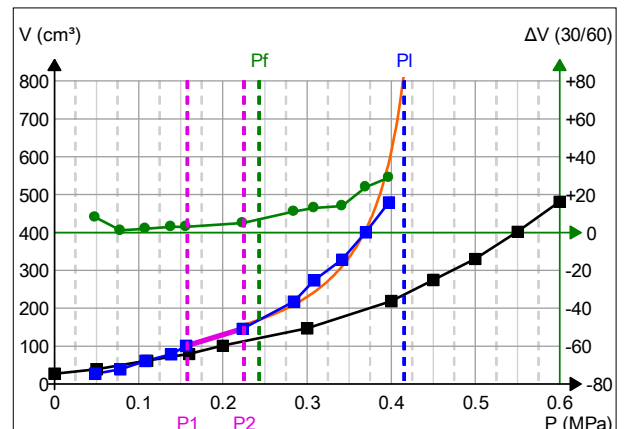
σ_{hs} (MPa) : 0.099

P1 (MPa) : 0.156

V1 (cm³) : 100.4

P2 (MPa) : 0.224

V2 (cm³) : 146.1



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.050	0.110	0.160	0.200	0.300	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600
V (cm ³)		27.0	39.0	61.0	79.0	101.0	147.0	219.0	275.0	330.0	402.0	481.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.048	0.078	0.108	0.138	0.156	0.224	0.285	0.308	0.342	0.370	0.397
V (cm ³)		27.0	38.8	60.7	78.5	100.4	146.1	217.8	273.6	328.5	400.3	479.2

Essai n° 12

Date : 07/09/2016 12:05

Profondeur de l'essai (-Zs) : 12.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 1.433

Pf* (MPa) : 0.110

PI* (MPa) : 0.193

Em/PI* : 7.410

PI*/Pf* : 1.765

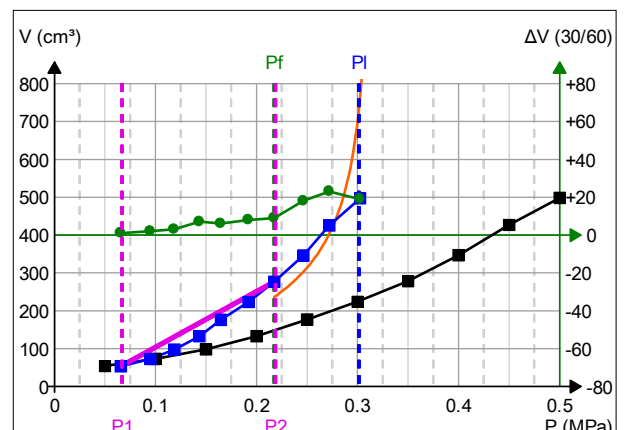
σ_{hs} (MPa) : 0.108

P1 (MPa) : 0.066

V1 (cm³) : 53.8

P2 (MPa) : 0.218

V2 (cm³) : 276.9



Valeurs brutes	P (MPa)	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500
V (cm ³)		54.0	73.0	98.0	133.0	177.0	224.0	278.0	347.0	427.0	498.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.066	0.095	0.119	0.144	0.165	0.192	0.218	0.247	0.272	0.303
V (cm ³)		53.8	72.7	97.5	132.4	176.2	223.1	276.9	345.8	425.6	496.5

Dossier : **G160509 BOULOGNE BILLANCOURT**

Sondage : **SP2**

■ Brute
■ Corrigée
■ P1 & P2
● Fluage

Unités :
Volumes en cm³,
Pressions en MPa,
Cotes altimétriques en m

Essai n° 13

Date : 07/09/2016 12:22

Profondeur de l'essai (-Zs) : 13.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 3.721

Pf* (MPa) : 0.215

PI* (MPa) : 0.536

Em/PI* : 6.948

PI*/Pf* : 2.496

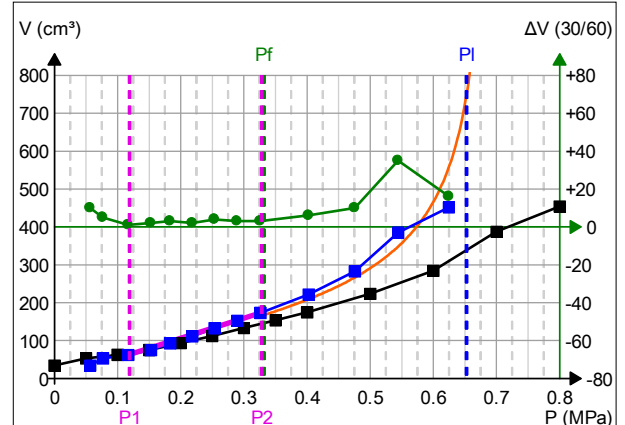
σhs (MPa) : 0.117

P1 (MPa) : 0.117

V1 (cm³) : 61.7

P2 (MPa) : 0.326

V2 (cm³) : 172.8



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800
V (cm³)		34.0	53.0	62.0	75.0	93.0	112.0	133.0	153.0	174.0	223.0	284.0	387.0	454.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.057	0.077	0.117	0.153	0.183	0.219	0.254	0.289	0.326	0.403	0.476	0.544	0.625
V (cm³)		34.0	52.8	61.7	74.5	92.4	111.2	132.1	151.9	172.8	221.5	282.2	384.9	451.6

Essai n° 20

Date : 07/09/2016 16:21

Profondeur de l'essai (-Zs) : 14.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 8.114

Pf* (MPa) : 0.391

PI* (MPa) : 0.753

Em/PI* : 10.776

PI*/Pf* : 1.926

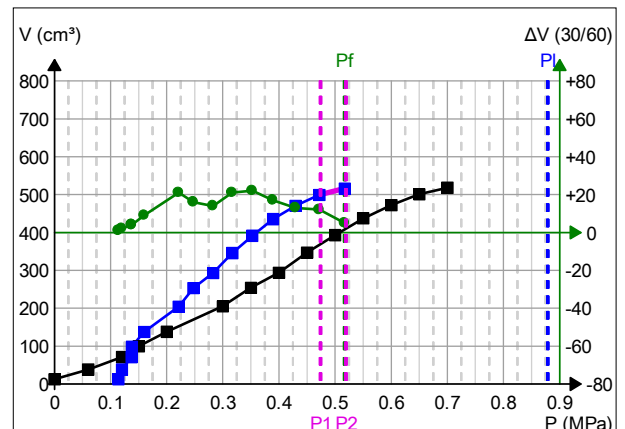
σhs (MPa) : 0.126

P1 (MPa) : 0.472

V1 (cm³) : 499.0

P2 (MPa) : 0.517

V2 (cm³) : 515.9



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.060	0.120	0.150	0.200	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700
V (cm³)		12.0	38.0	71.0	99.0	138.0	205.0	254.0	294.0	347.0	393.0	437.0	472.0	501.0	518.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.114	0.120	0.137	0.138	0.160	0.221	0.248	0.283	0.317	0.352	0.389	0.430	0.472	0.517
V (cm³)		12.0	37.8	70.6	98.5	137.4	204.1	252.9	292.8	345.6	391.5	435.3	470.2	499.0	515.9

Essai n° 14

Date : 07/09/2016 14:08

Profondeur de l'essai (-Zs) : 15.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 2.550

Pf* (MPa) : 0.153

PI* (MPa) : 0.407

Em/PI* : 6.260

PI*/Pf* : 2.665

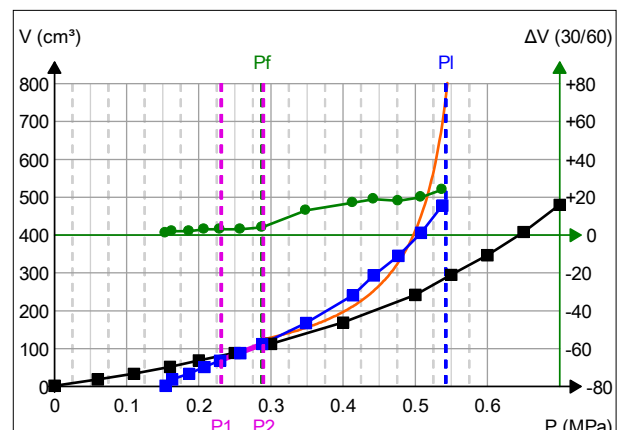
σhs (MPa) : 0.135

P1 (MPa) : 0.229

V1 (cm³) : 68.4

P2 (MPa) : 0.288

V2 (cm³) : 112.1



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.060	0.110	0.160	0.200	0.250	0.300	0.400	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700
V (cm³)		2.0	19.0	34.0	52.0	69.0	89.0	113.0	169.0	242.0	295.0	347.0	408.0	480.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.154	0.163	0.187	0.208	0.229	0.258	0.288	0.349	0.413	0.442	0.477	0.508	0.537
V (cm³)		2.0	18.8	33.7	51.5	68.4	88.2	112.1	167.8	240.5	293.3	345.2	406.0	477.9

Dossier : **G160509 BOULOGNE BILLANCOURT**

Sondage : **SP2**

■ Brute
■ Corrigée
■ P1 & P2
● Fluage
● Calibrage

Unités :
Volumes en cm³,
Pressions en MPa,
Cotes altimétriques en m

Essai n° 15

Date : 07/09/2016 14:27

Profondeur de l'essai (-Zs) : 16.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 10.782

Pf* (MPa) : 0.905

PI* (MPa) : 2.015

Em/PI* : 5.351

PI*/Pf* : 2.227

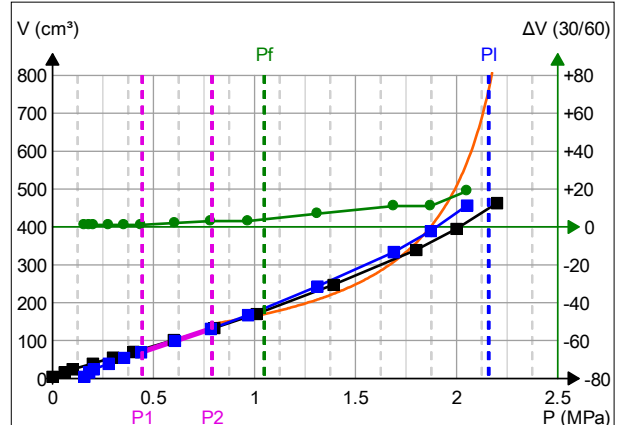
σhs (MPa) : 0.144

P1 (MPa) : 0.438

V1 (cm³) : 68.8

P2 (MPa) : 0.784

V2 (cm³) : 130.6



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.060	0.100	0.200	0.300	0.400	0.600	0.800	1.010	1.390	1.800	2.000	2.200
V (cm ³)		4.0	16.0	24.0	39.0	55.0	70.0	101.0	133.0	170.0	247.0	339.0	395.0	463.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.158	0.182	0.203	0.278	0.355	0.438	0.606	0.784	0.968	1.311	1.689	1.872	2.052
V (cm ³)		4.0	15.8	23.7	38.4	54.1	68.8	99.2	130.6	167.0	242.8	333.6	389.0	456.4

Essai n° 17

Date : 07/09/2016 14:53

Profondeur de l'essai (-Zs) : 17.00 m

Inertie : **ETA 1** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 1** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 23.382

Pf* (MPa) : 2.070

PI* (MPa) : ≥ 2.663

Em/PI* : ≤ 8.781

PI*/Pf* : ≥ 1.287

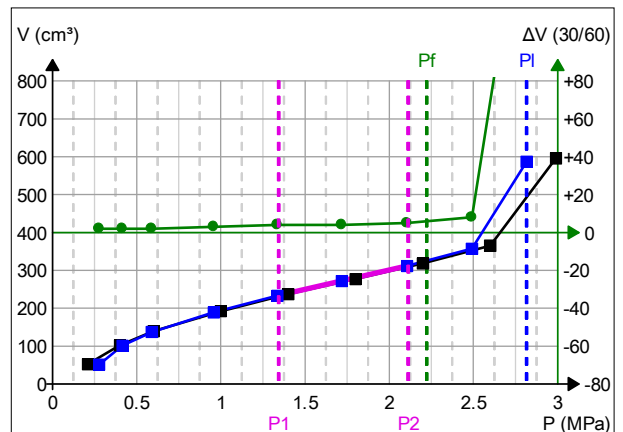
σhs (MPa) : 0.153

P1 (MPa) : 1.336

V1 (cm³) : 232.8

P2 (MPa) : 2.105

V2 (cm³) : 311.4



Valeurs brutes	P (MPa)	0.210	0.400	0.600	1.000	1.400	1.800	2.200	2.600	2.990
V (cm ³)		52.0	102.0	139.0	192.0	237.0	277.0	318.0	365.0	596.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.278	0.416	0.589	0.958	1.336	1.718	2.105	2.491	2.816
V (cm ³)		51.4	100.8	137.2	189.0	232.8	271.6	311.4	357.2	587.0

Calibrage n° CAL 2

Date : 07/09/2016 15:48

Profondeur de l'essai (-Zs) : 0.00 m

Conforme NF P 94-110-1

Inertie : **ETA 2** (du 07/09/2016)

Vs (cm³) : 663.1

Is (mm) : 210

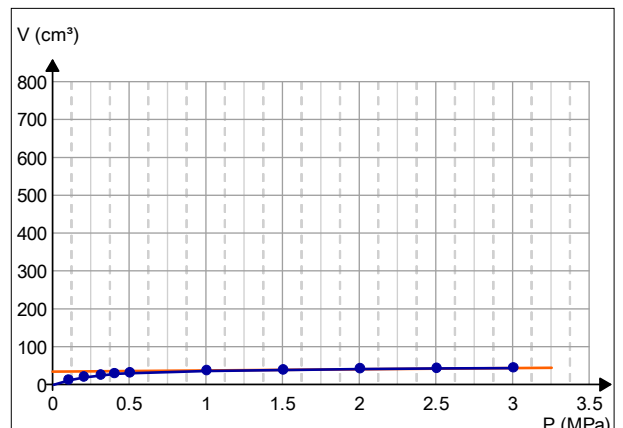
di (mm) : 65

Pel (MPa) : 0.311

Vel (cm³) : 550

a (cm³/MPa) : 3.20

Vc (cm³) : 33.8



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.100	0.200	0.310	0.400	0.500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000
V (cm ³)		-1.0	11.0	19.0	24.0	28.0	30.0	36.0	38.0	41.0	42.0	43.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.010	0.110	0.210	0.320	0.410	0.510	1.010	1.510	2.010	2.510	3.010
V (cm ³)		-1.0	11.0	19.0	24.0	28.0	30.0	36.0	38.0	41.0	42.0	43.0

Dossier : **G160509 BOULOGNE BILLANCOURT**

Sondage : **SP2**

■ Brute
■ Corrigée
■ P1 & P2
● Fluage
● Inertie

Unités :
Volumes en cm³,
Pressions en MPa,
Cotes altimétriques en m

Inertie n° **ETA 2**

Date : 07/09/2016 16:03

Profondeur de l'essai (-Zs) : 0.00 m

Calibrage : CAL 2 (du 07/09/2016)

Conforme NF P 94-110-1

Vs (cm³) : 663.1

ls (mm) : 210

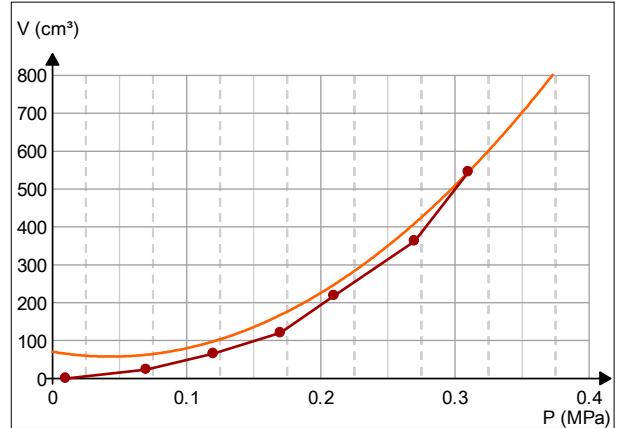
di (mm) : 65

Pel (MPa) : 0.311

Vel (cm³) : 550

a (cm³/MPa) : 3.20

Vc (cm³) : 33.8



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.060	0.110	0.160	0.200	0.260	0.300
V (cm³)		0.0	23.0	65.0	120.0	218.0	362.0	545.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.010	0.070	0.120	0.170	0.210	0.270	0.310
V (cm³)		0.0	23.0	65.0	120.0	218.0	362.0	545.0

Essai n° **21**

Date : 08/09/2016 09:44

Profondeur de l'essai (-Zs) : 18.00 m

Inertie : **ETA 2** (du 07/09/2016)

Calibrage : CAL 2 (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 24.647

Pf* (MPa) : 1.627

PI* (MPa) : 2.880

Em/PI* : 8.558

PI*/Pf* : 1.770

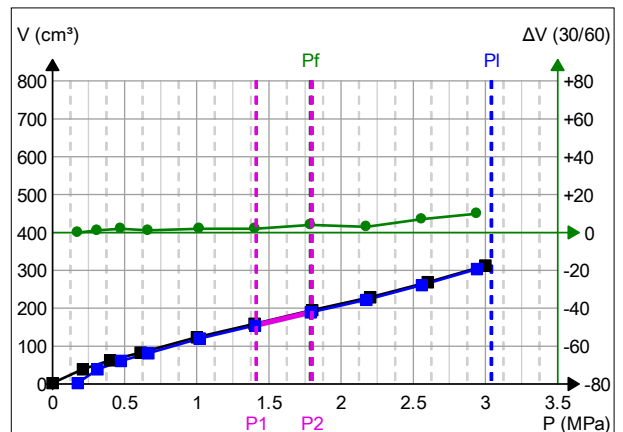
chs (MPa) : 0.162

P1 (MPa) : 1.404

V1 (cm³) : 154.5

P2 (MPa) : 1.789

V2 (cm³) : 189.2



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.210	0.400	0.610	1.000	1.400	1.800	2.200	2.600	3.000
V (cm³)		2.0	39.0	62.0	83.0	123.0	159.0	195.0	229.0	269.0	313.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.175	0.311	0.474	0.664	1.019	1.404	1.789	2.175	2.559	2.940
V (cm³)		2.0	38.3	60.7	81.0	119.8	154.5	189.2	222.0	260.7	303.4

Essai n° **22**

Date : 08/09/2016 10:02

Profondeur de l'essai (-Zs) : 19.00 m

Inertie : **ETA 2** (du 07/09/2016)

Calibrage : CAL 2 (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 21.364

Pf* (MPa) : 1.315

PI* (MPa) : 2.355

Em/PI* : 9.072

PI*/Pf* : 1.791

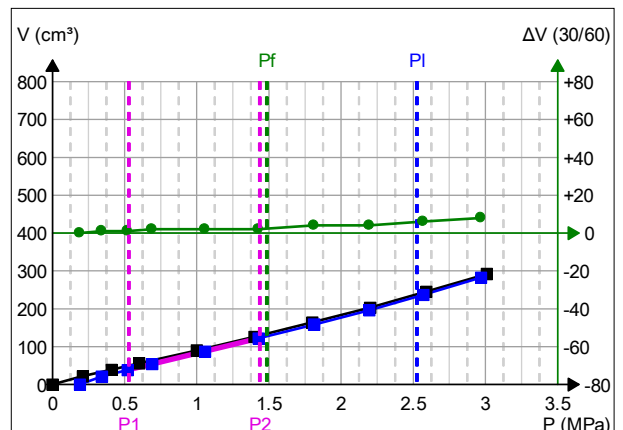
chs (MPa) : 0.171

P1 (MPa) : 0.521

V1 (cm³) : 37.7

P2 (MPa) : 1.428

V2 (cm³) : 121.5

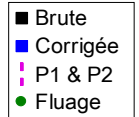


Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.210	0.410	0.600	1.000	1.400	1.800	2.200	2.590	3.010
V (cm³)		0.0	22.0	39.0	56.0	90.0	126.0	164.0	203.0	245.0	292.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.190	0.343	0.521	0.691	1.057	1.428	1.812	2.196	2.569	2.969
V (cm³)		0.0	21.3	37.7	54.1	86.8	121.5	158.2	196.0	236.7	282.4

Dossier : **G160509 BOULOGNE BILLANCOURT**

Sondage : **SP2**



Unités :
Volumes en cm³,
Pressions en MPa,
Cotes altimétriques en m

Essai n° 23

Date : 08/09/2016 10:20

Profondeur de l'essai (-Zs) : 20.00 m

Inertie : **ETA 2** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 2** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 9.504
Pf* (MPa) : 1.561
PI* (MPa) : ≥ 1.840

Em/PI* : ≤ 5.165

PI*/Pf* : ≥ 1.179

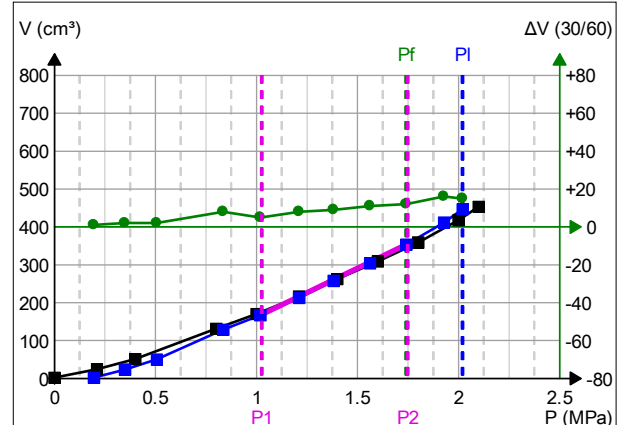
ohs (MPa) : 0.180

P1 (MPa) : 1.020

V1 (cm³) : 166.8

P2 (MPa) : 1.741

V2 (cm³) : 353.2



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.210	0.400	0.800	1.000	1.210	1.400	1.600	1.800	2.000	2.100
V (cm³)		2.0	24.0	51.0	131.0	170.0	216.0	262.0	309.0	359.0	418.0	453.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.195	0.349	0.507	0.836	1.020	1.211	1.382	1.562	1.741	1.928	2.020
V (cm³)		2.0	23.3	49.7	128.4	166.8	212.1	257.5	303.9	353.2	411.6	446.3

Essai n° 24

Date : 08/09/2016 11:27

Profondeur de l'essai (-Zs) : 21.00 m

Inertie : **ETA 2** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 2** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 18.195
Pf* (MPa) : 1.129
PI* (MPa) : 2.051

Em/PI* : 8.870

PI*/Pf* : 1.817

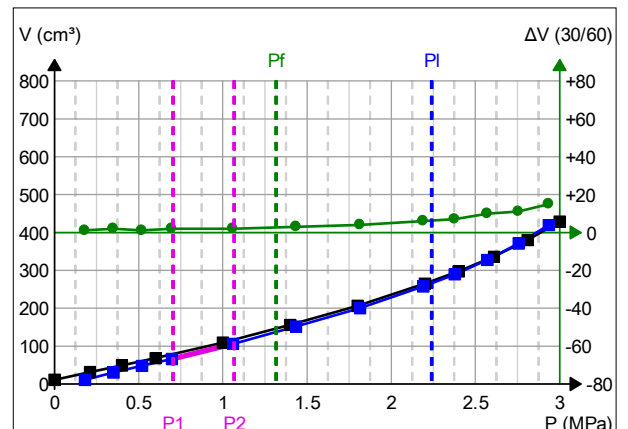
ohs (MPa) : 0.189

P1 (MPa) : 0.697

V1 (cm³) : 66.1

P2 (MPa) : 1.060

V2 (cm³) : 105.8



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.210	0.400	0.600	1.000	1.400	1.800	2.200	2.400	2.610	2.810	3.000
V (cm³)		11.0	31.0	49.0	68.0	109.0	156.0	206.0	265.0	297.0	336.0	380.0	429.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.181	0.350	0.519	0.697	1.060	1.435	1.815	2.190	2.377	2.571	2.756	2.935
V (cm³)		11.0	30.3	47.7	66.1	105.8	151.5	200.2	258.0	289.3	327.6	371.0	419.4

Essai n° 25

Date : 08/09/2016 11:48

Profondeur de l'essai (-Zs) : 22.00 m

Inertie : **ETA 2** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 2** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 38.890
Pf* (MPa) : 2.375
PI* (MPa) : 4.176

Em/PI* : 9.314

PI*/Pf* : 1.758

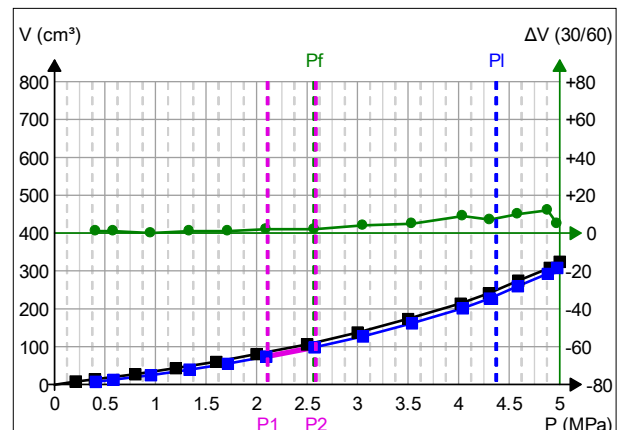
ohs (MPa) : 0.198

P1 (MPa) : 2.096

V1 (cm³) : 73.6

P2 (MPa) : 2.573

V2 (cm³) : 98.0

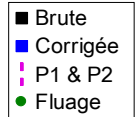


Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.210	0.400	0.800	1.200	1.600	2.000	2.500	3.000	3.500	4.020	4.300	4.590	4.900	5.000
V (cm³)		-1.0	8.0	14.0	27.0	43.0	60.0	80.0	106.0	137.0	173.0	214.0	241.0	274.0	308.0	324.0

Valeurs corrigées	P (MPa)		0.409	0.583	0.955	1.336	1.716	2.096	2.573	3.053	3.538	4.042	4.310	4.587	4.883	4.976
V (cm³)			7.3	12.7	24.4	39.2	54.9	73.6	98.0	127.4	161.8	201.1	227.2	259.3	292.3	308.0

Dossier : **G160509 BOULOGNE BILLANCOURT**

Sondage : **SP2**



Unités :
Volumes en cm³,
Pressions en MPa,
Cotes altimétriques en m

Essai n° 26

Date : 08/09/2016 12:12

Profondeur de l'essai (-Zs) : 23.00 m

Inertie : **ETA 2** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 2** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 21.929

Pf* (MPa) : 0.949

PI* (MPa) : 1.776

Em/PI* : 12.347

PI*/Pf* : 1.872

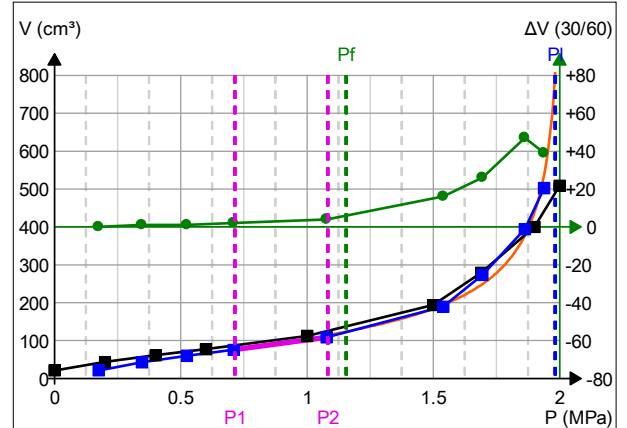
σhs (MPa) : 0.207

P1 (MPa) : 0.709

V1 (cm³) : 75.1

P2 (MPa) : 1.077

V2 (cm³) : 108.8



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.200	0.400	0.600	1.000	1.500	1.690	1.900	2.000
V (cm³)		21.0	43.0	61.0	77.0	112.0	194.0	279.0	400.0	509.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.175	0.346	0.525	0.709	1.077	1.540	1.695	1.862	1.938
V (cm³)		21.0	42.4	59.7	75.1	108.8	189.2	273.6	393.9	502.6

Essai n° 27

Date : 08/09/2016 12:27

Profondeur de l'essai (-Zs) : 24.00 m

Inertie : **ETA 2** (du 07/09/2016)

Calibrage : **CAL 2** (du 07/09/2016)

Em (MPa) : 17.680

Pf* (MPa) : 0.847

PI* (MPa) : 1.707

Em/PI* : 10.357

PI*/Pf* : 2.016

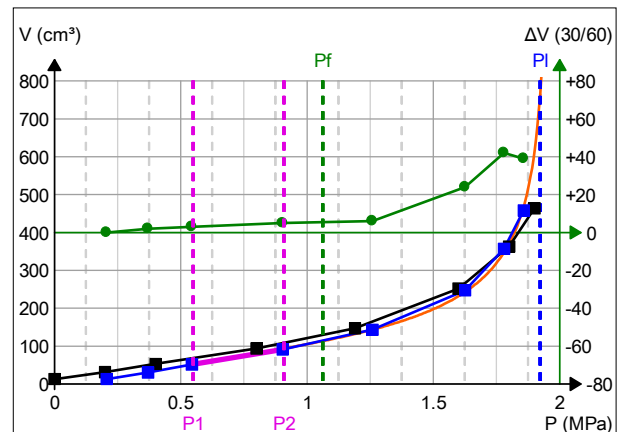
σhs (MPa) : 0.216

P1 (MPa) : 0.544

V1 (cm³) : 51.7

P2 (MPa) : 0.904

V2 (cm³) : 91.4



Valeurs brutes	P (MPa)	0.000	0.200	0.400	0.800	1.190	1.600	1.800	1.900
V (cm³)		13.0	31.0	53.0	94.0	147.0	252.0	363.0	464.0

Valeurs corrigées	P (MPa)	0.206	0.370	0.544	0.904	1.259	1.626	1.780	1.858
V (cm³)		13.0	30.4	51.7	91.4	143.2	246.9	357.2	457.9



ENREGISTREMENT DES PARAMETRES DE FORAGE

SONDAGE: SP2

X : 127558.9

Date : 06/09/2016 11:58

Dossier : G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

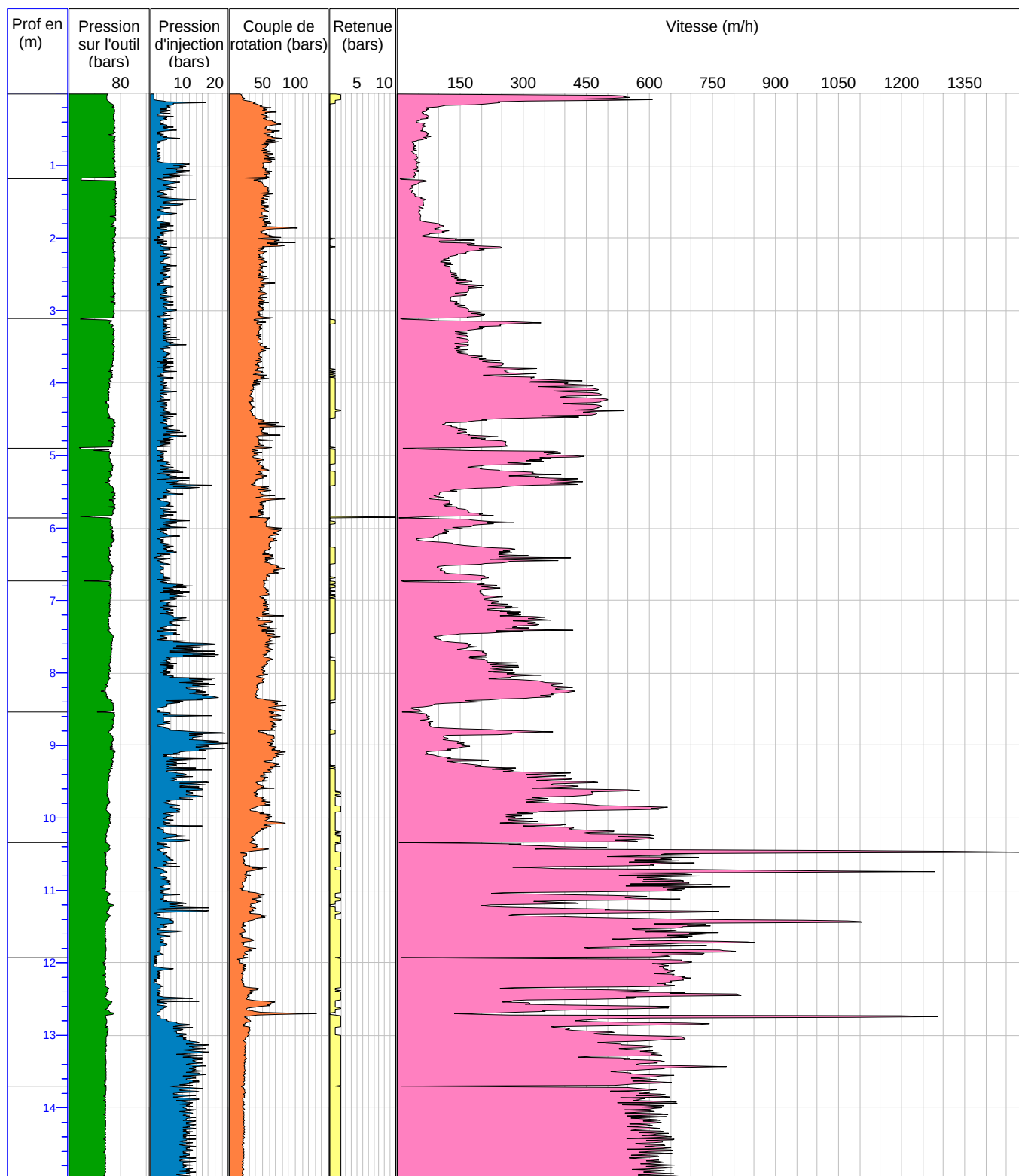
Y : 592065.1

Cliant : DRIEAF / DIRIF / SIMEER / DI OUEST

Z : 37.26 NGF

Profondeur : 25,65 m

Planche





ENREGISTREMENT DES PARAMETRES DE FORAGE

SONDAGE: SP2

X : 127558.9

Date : 06/09/2016 11:58

Dossier : G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

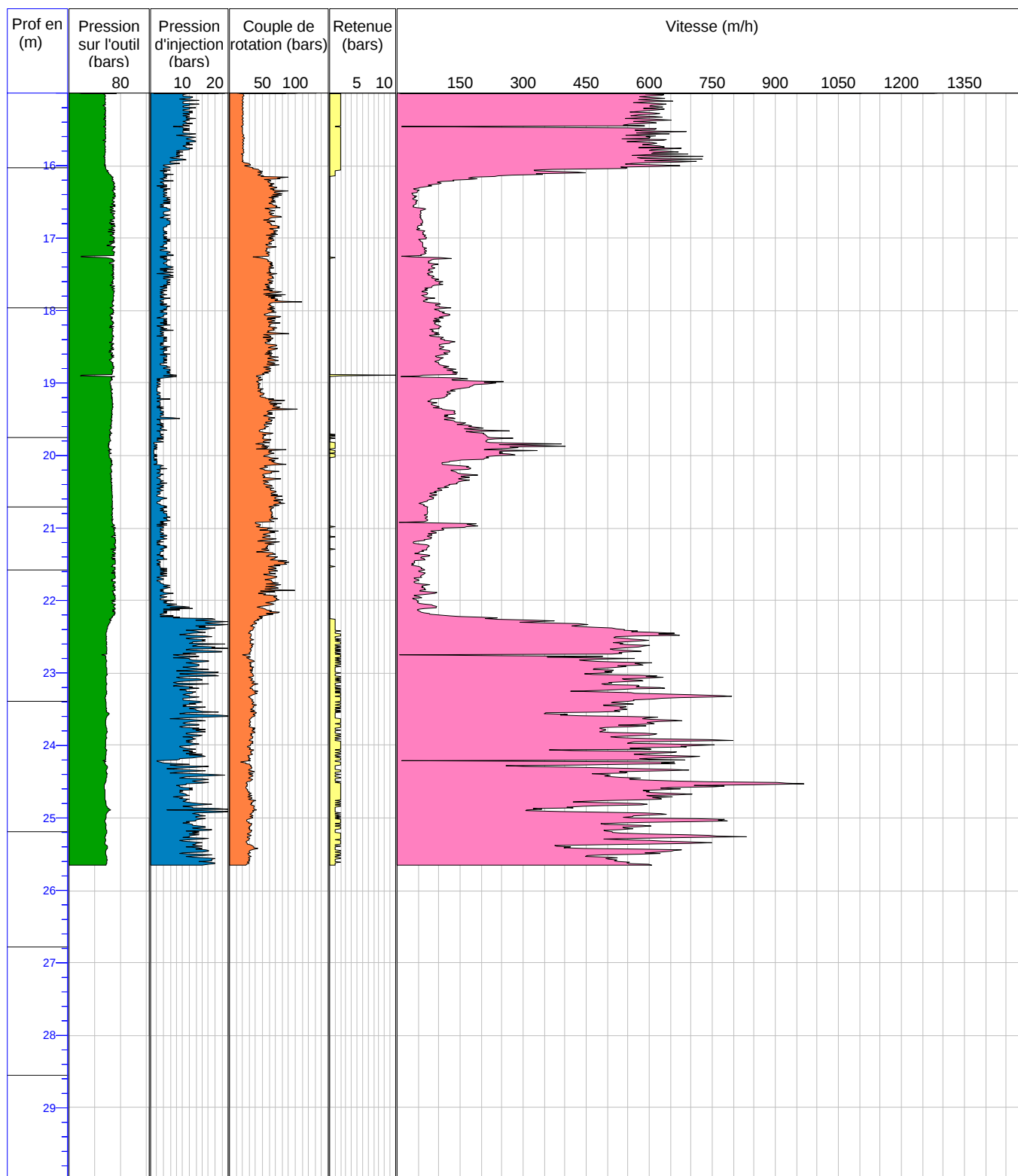
Y : 592065.1

Client : DRIEAF / DIRIF / SIMEER / DI OUEST

Z : 37.26 NGF

Profondeur : 25,65 m

Planche





ENREGISTREMENT DES PARAMETRES DE FORAGE

SONDAGE: SP2 TCAT

X : 127558.9

Date : 08/09/2016 10:25

Dossier : G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

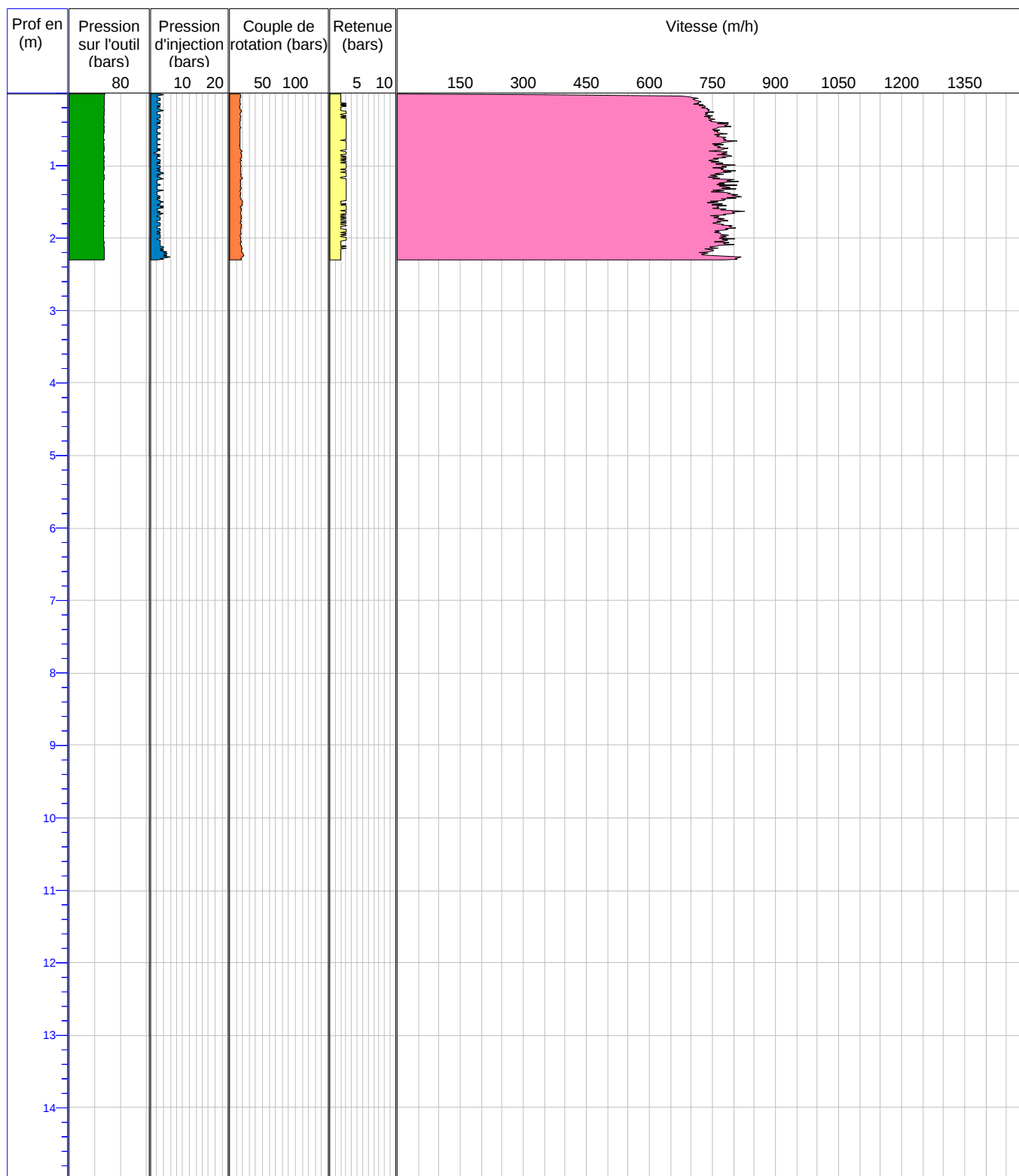
Y : 592065.1

Client : DRIEAF / DIRIF / SIMEER / DI OUEST

Z : 37.26 NFG

Profondeur : 2,30 m

Planche





ENREGISTREMENT DES PARAMETRES DE FORAGE

SONDAGE: SP2 TCST

X : 127558.9

Date : 08/09/2016 10:33

Dossier : G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

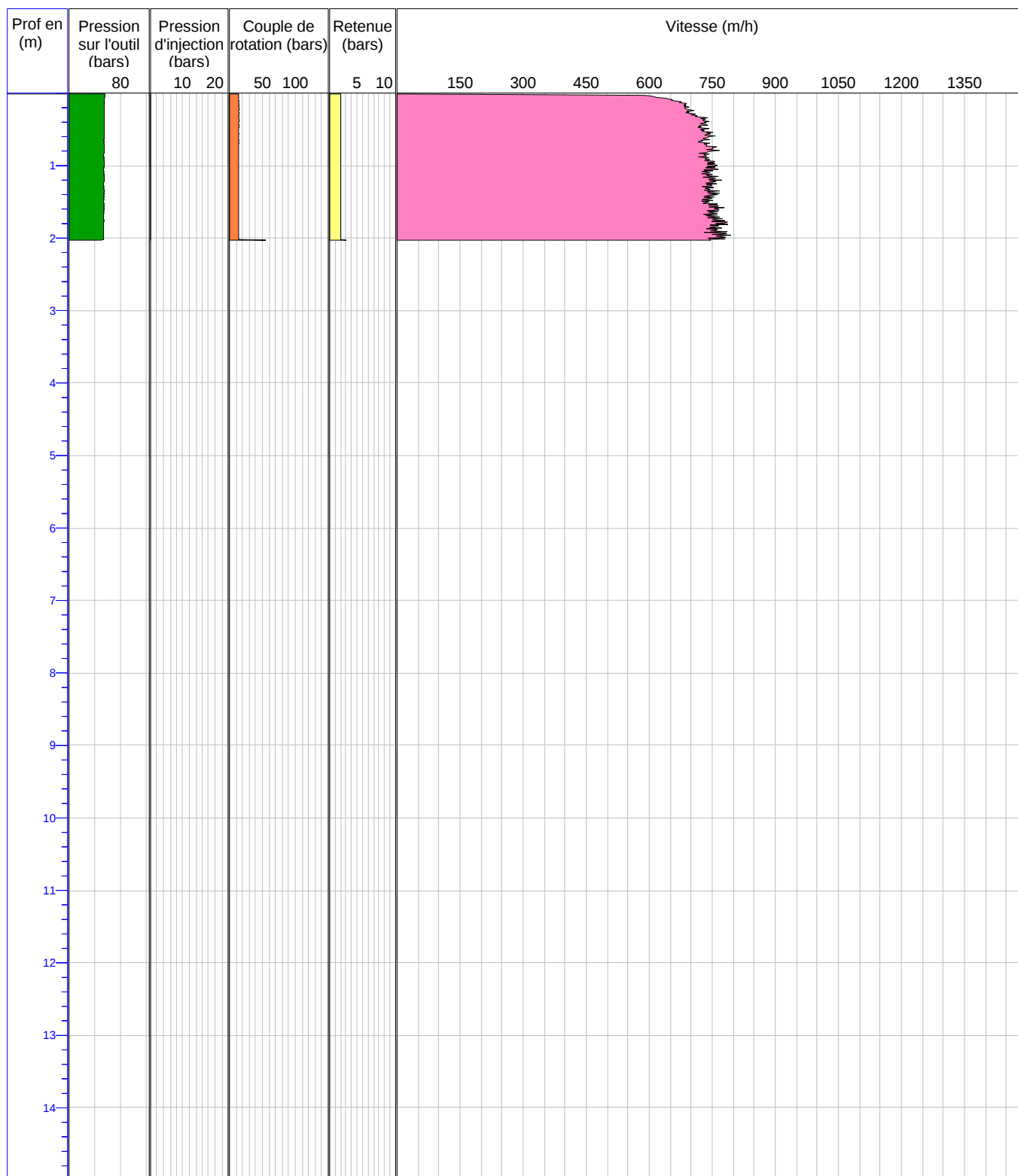
Y : 592065.1

Client : DRIEAF / DIRIF / SIMEER / DI OUEST

Z : 37.26 NGF

Profondeur : 2,03 m

Planche





ENREGISTREMENT DES PARAMETRES DE FORAGE

SONDAGE: PZ3 Ø 110 MM

X : 127532.4

Date : 08/09/2016 15:24

Dossier : G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

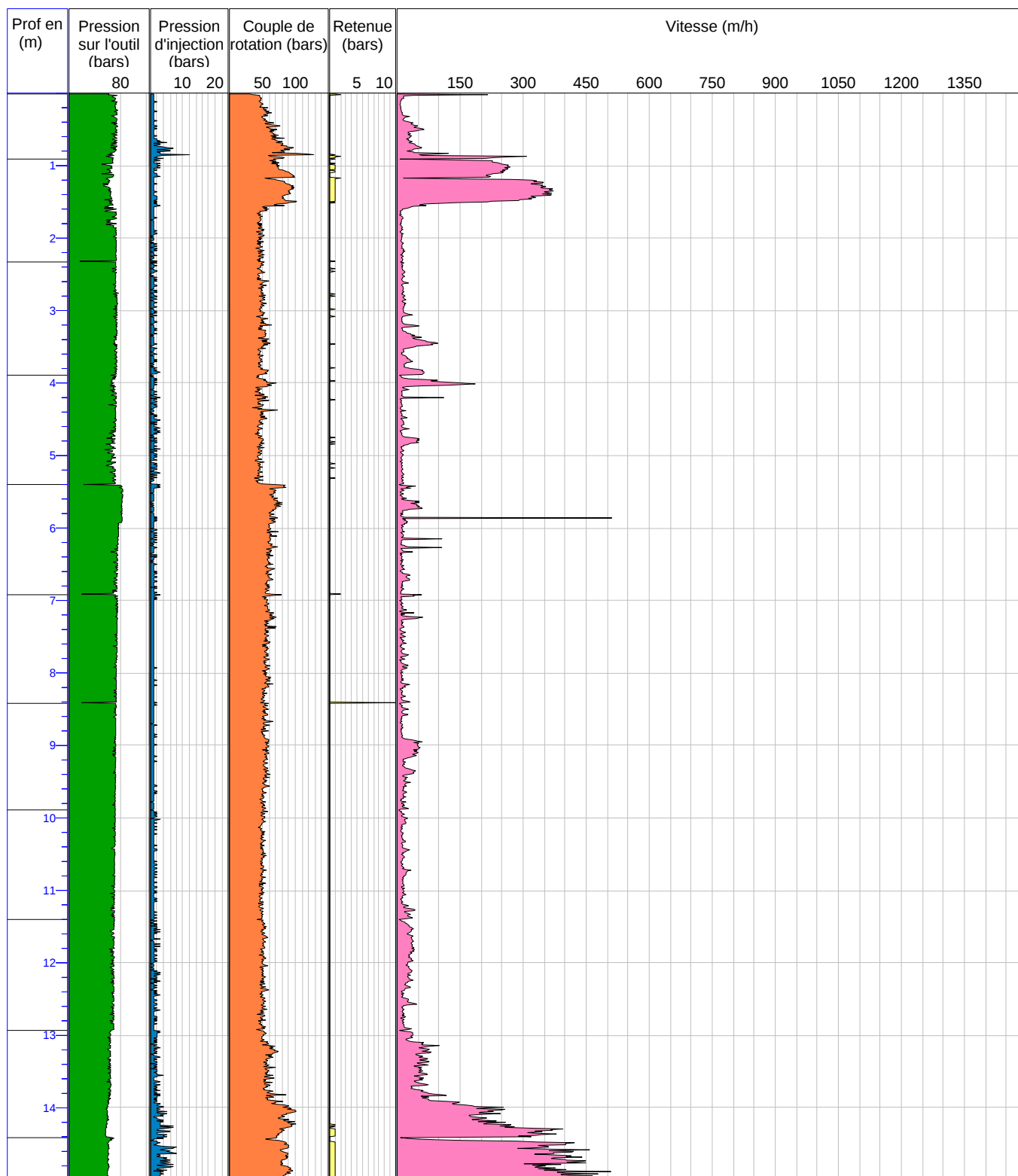
Y : 592087.8

Client : DRIEAF / DIRIF / SIMEER / DI OUEST

Z : 30.34 NGF

Profondeur : 15,85 m

Planche





ENREGISTREMENT DES PARAMETRES DE FORAGE

SONDAGE: PZ3 Ø 110 MM

X : 127532.4

Date : 08/09/2016 15:24

Dossier : G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

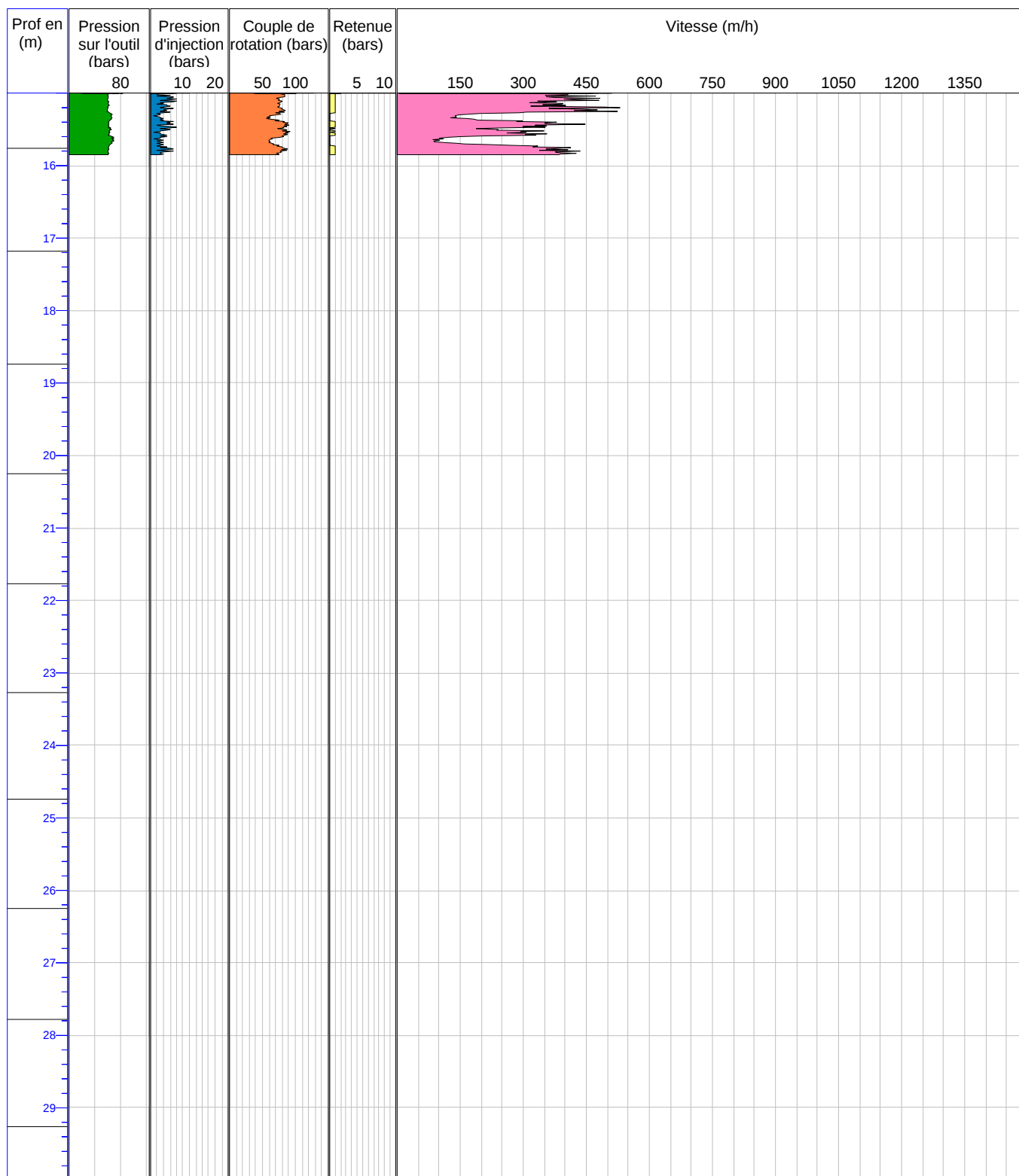
Y : 592087.8

Client : DRIEAF / DIRIF / SIMEER / DI OUEST

Z : 30.34 NGF

Profondeur : 15,85 m

Planche





ENREGISTREMENT DES PARAMETRES DE FORAGE

SONDAGE: PZ3 TCAT

X : 127532.4

Date : 09/09/2016 09:52

Dossier : G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

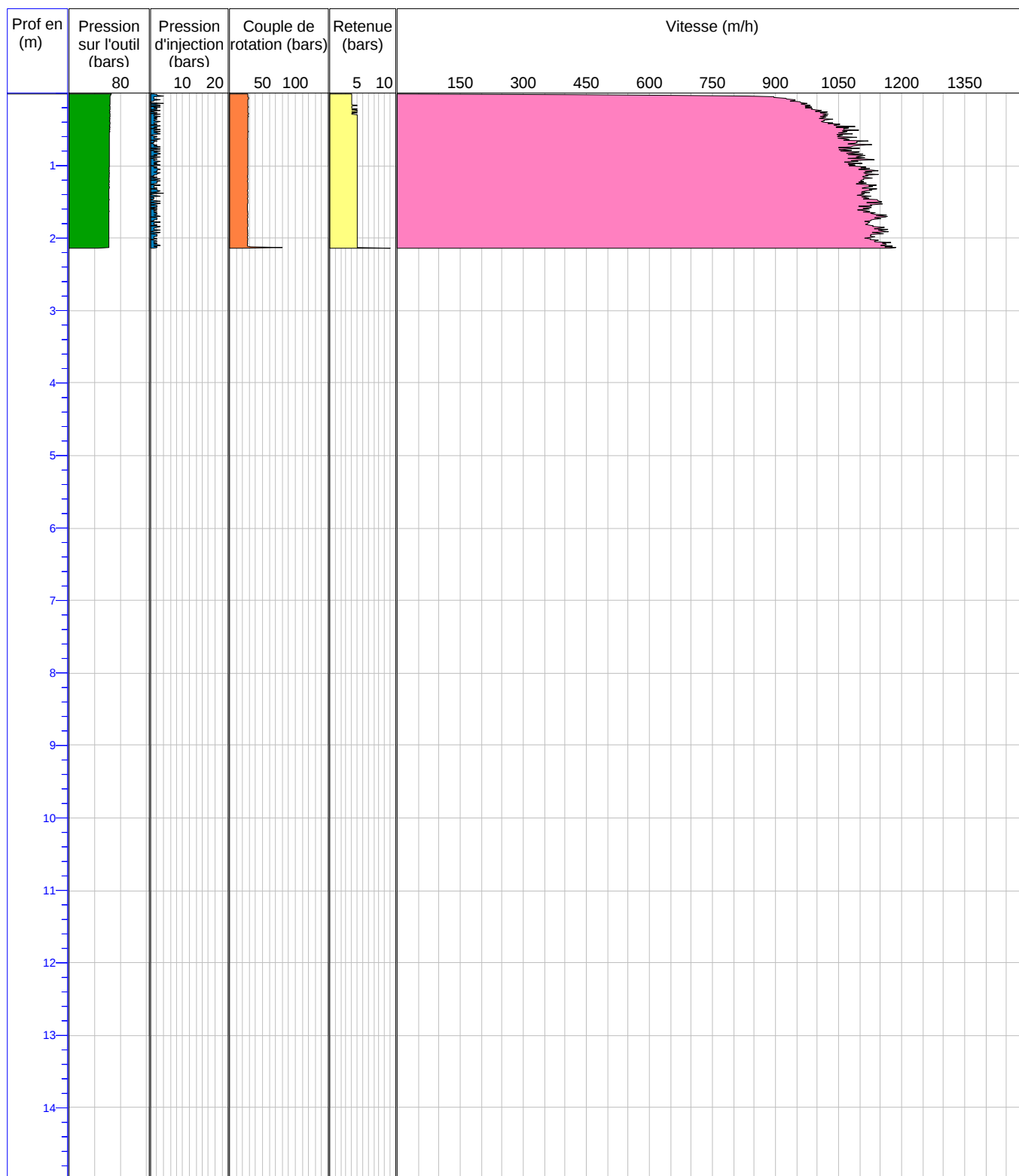
Y : 592087.8

Client : DRIEAF / DIRIF / SIMEER / DI OUEST

Z : 30.34 NGF

Profondeur : 2,14 m

Planche





ENREGISTREMENT DES PARAMETRES DE FORAGE

SONDAGE: PZ3 TCST

X : 127532.4

Date : 09/09/2016 09:55

Dossier : G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

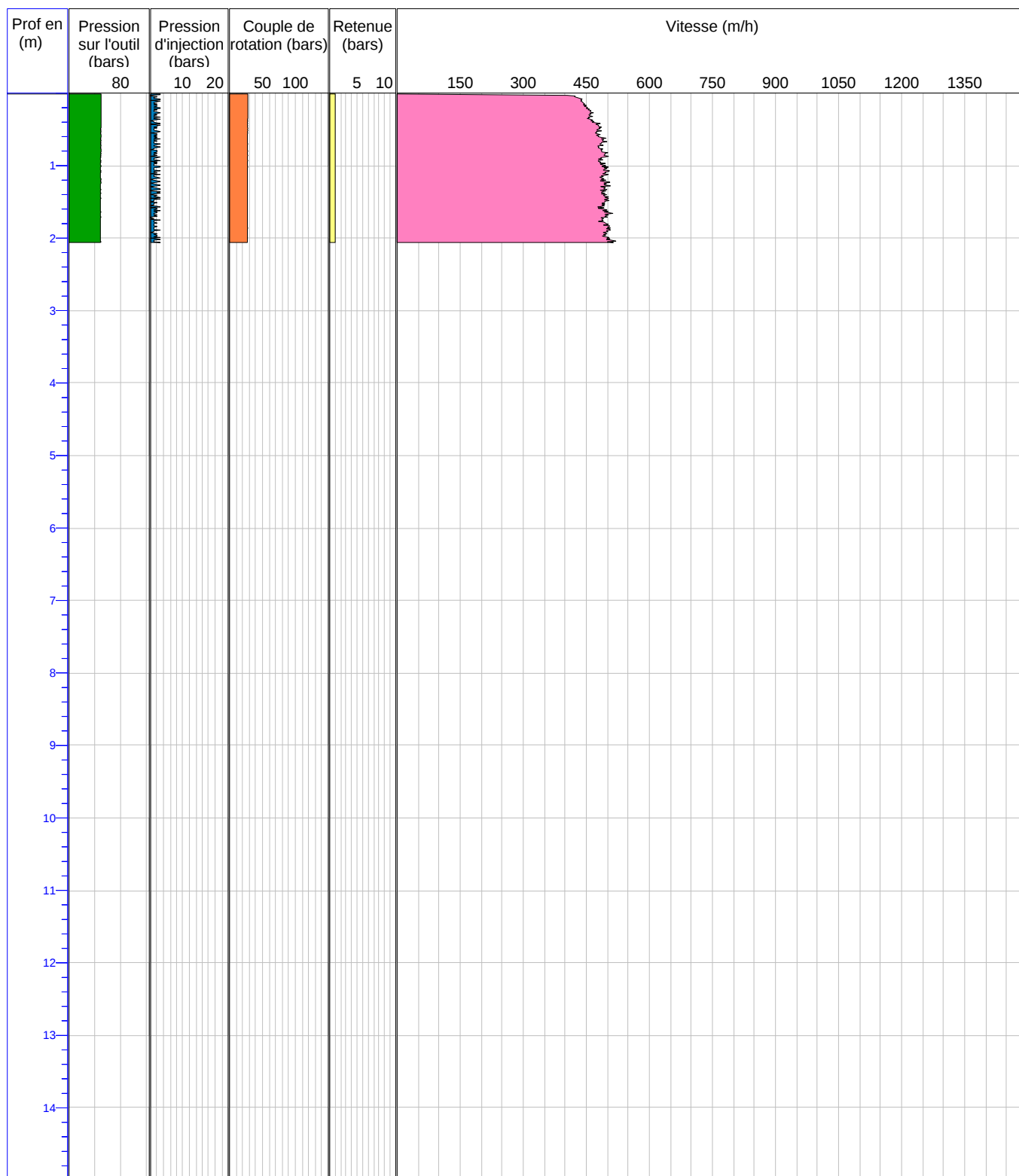
Y : 592087.8

Client : DRIEAF / DIRIF / SIMEER / DI OUEST

Z : 30.34 NGF

Profondeur : 2,06 m

Planche



ANNEXE 4

**CLASSIFICATION ET SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS
GEOTECHNIQUES SELON LA NORME NFP 94-500 DE NOVEMBRE 2013**

Cette annexe contient 3 pages (y compris page de garde)

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié