

Implantation d'un bassin étanche Boulogne-Billancourt(92) Viaduc de Saint-Cloud

Étude géotechnique G2

Affaire n°C20PR00XX
Avril 2020

Implantation d'un bassin étanche

Boulogne-Billancourt (92) Viaduc de Saint-Cloud

Étude géotechnique (G2)

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
v1	10/05/20	

Affaire suivie par

Adrien KELLER - Département Géosciences Risques – Unité UGIOSS
Tél. : 01 48 38 81 79
Courriel : Adrien.Keller@cerema.fr
Site du Bourget : Cerema / Dter IdF – Rue de l'Egalité Prolongée – 93350 Le Bourget

Références

n° d'affaire : C20PR00XX

maître d'ouvrage : DRIEA IdF / DIRIF

Service Payeur

DIRIF / SEER / AGER Ouest
Julien Thomas / Vivien Isoard
2 bis avenue Clément Ader BP 115
78011 VERSAILLES
tél : 01 39 07 50 22

Service Demandeur

DIRIF / SIMEER / DIO / DP
Joëlle Nguyen Van Rot
2 ruelle de la Ceinture
78008 VERSAILLES Cedex
tél : 01 39 07 41 31

Rapport	Nom	Date	Visa
Établi par	L.FIX		
Contrôlé par	L.FIX		
Validé par	Samuel Heumez		

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION.....	4
2 CONTEXTE.....	4
2.1 Localisation géographique.....	4
2.2 Contexte géologique et hydrogéologique.....	5
3 RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE 2016.....	6
3.1 Description de la campagne de reconnaissance.....	6
3.2 Description de la nature des sols à partir des tarières.....	7
3.3 Description des caractéristiques pressiométriques.....	7
3.4 Description des données hydrogéologiques.....	9
3.5 Description des essais de laboratoire.....	9
4 APPLICATION AU PROJET.....	10
4.1 Profils de calcul.....	10
4.2 Hypothèses de dimensionnement.....	11
5 DIMENSIONNEMENT.....	13
5.1 Principe de calcul.....	13
5.2 Calcul du dispositif provisoire pendant les travaux.....	13
5.3 Calculs du mur cantilever de grande hauteur.....	16
5.4 Calculs du mur cantilever de faible hauteur.....	22
5.5 Justification du radier.....	28
6 CONCLUSIONS.....	30
ANNEXES.....	31

1 Introduction

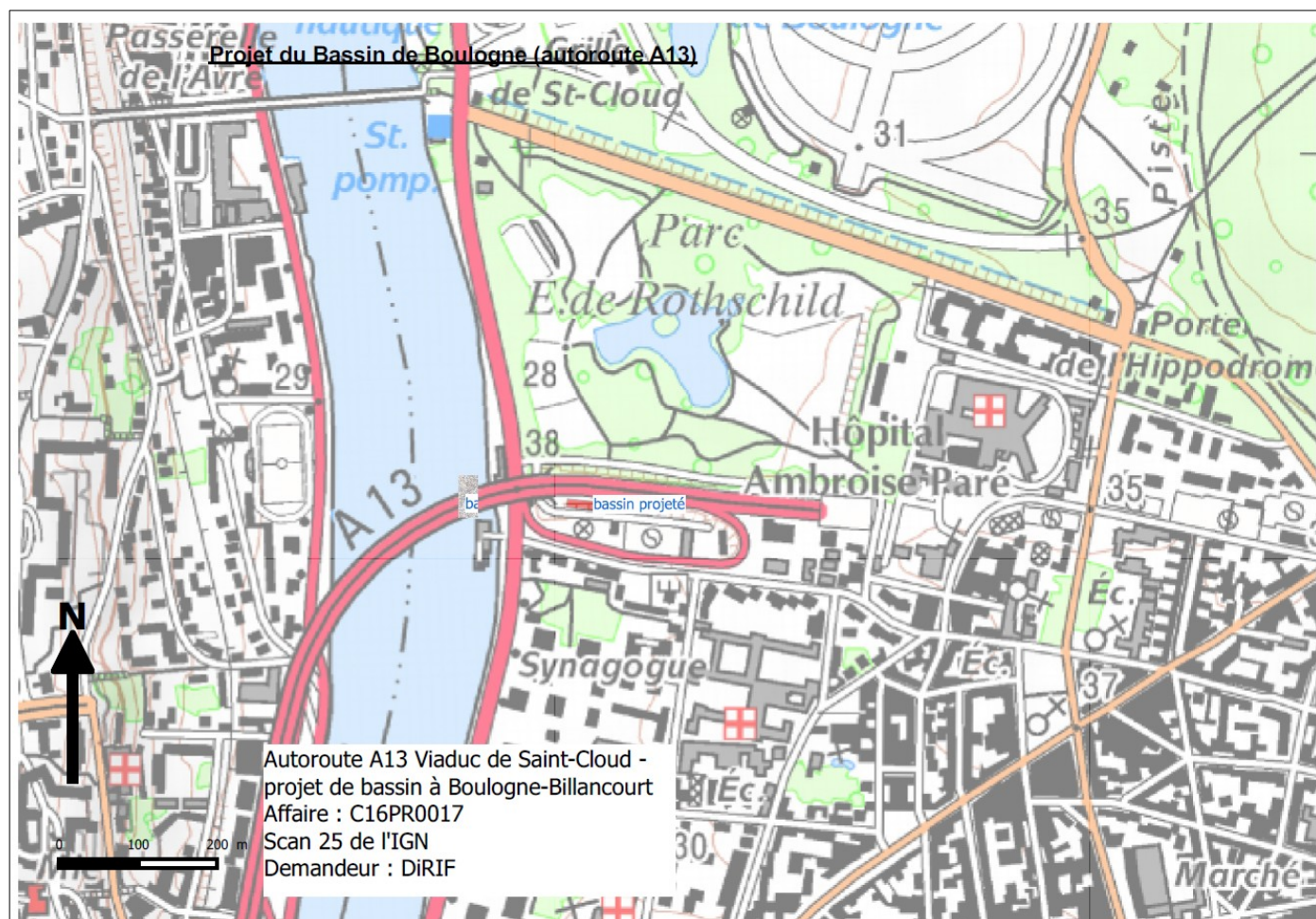
Le Cerema – Ile-de-France a été sollicité dans le cadre du projet de construction d'un bassin étanche pour le viaduc de Saint-Cloud sur la commune de Boulogne-Billancourt sur le remblai le long de l'autoroute A13 afin de réaliser une étude géotechnique de type G2 – PRO selon la norme NF P94-500.

Cette mission vient s'ajouter au rapport G2-AVP, établi par le Cerema en 2016, référencé C16PR0017.

2 Contexte

2.1 Localisation géographique

Le bassin projeté se situe en bordure de l'autoroute A13. Le viaduc de Saint-Cloud est tout proche vers l'Ouest. Le bassin, qui est sur la commune de Boulogne-Billancourt, est situé sur les remblais d'accès au viaduc côté sud.



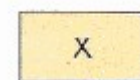
2.2 Contexte géologique et hydrogéologique

Dans le rapport d'investigations géotechniques de GEOLIA G160509 du 21/09/16: « Boulogne-Billancourt Autoroute A13 Construction du bassin du viaduc de Saint-Cloud », les différents terrains génériques rencontrés sont les suivants à partir de la carte géologique (par ordre stratigraphique du haut vers le bas) :

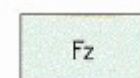


Illustration 2: contexte géologique

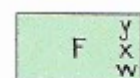
- **Les Remblais**
- **Les Alluvions Modernes**
- **Les Alluvions Anciennes**
- **La Craie**



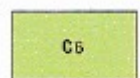
Remblais



Alluvions modernes



Alluvions anciennes

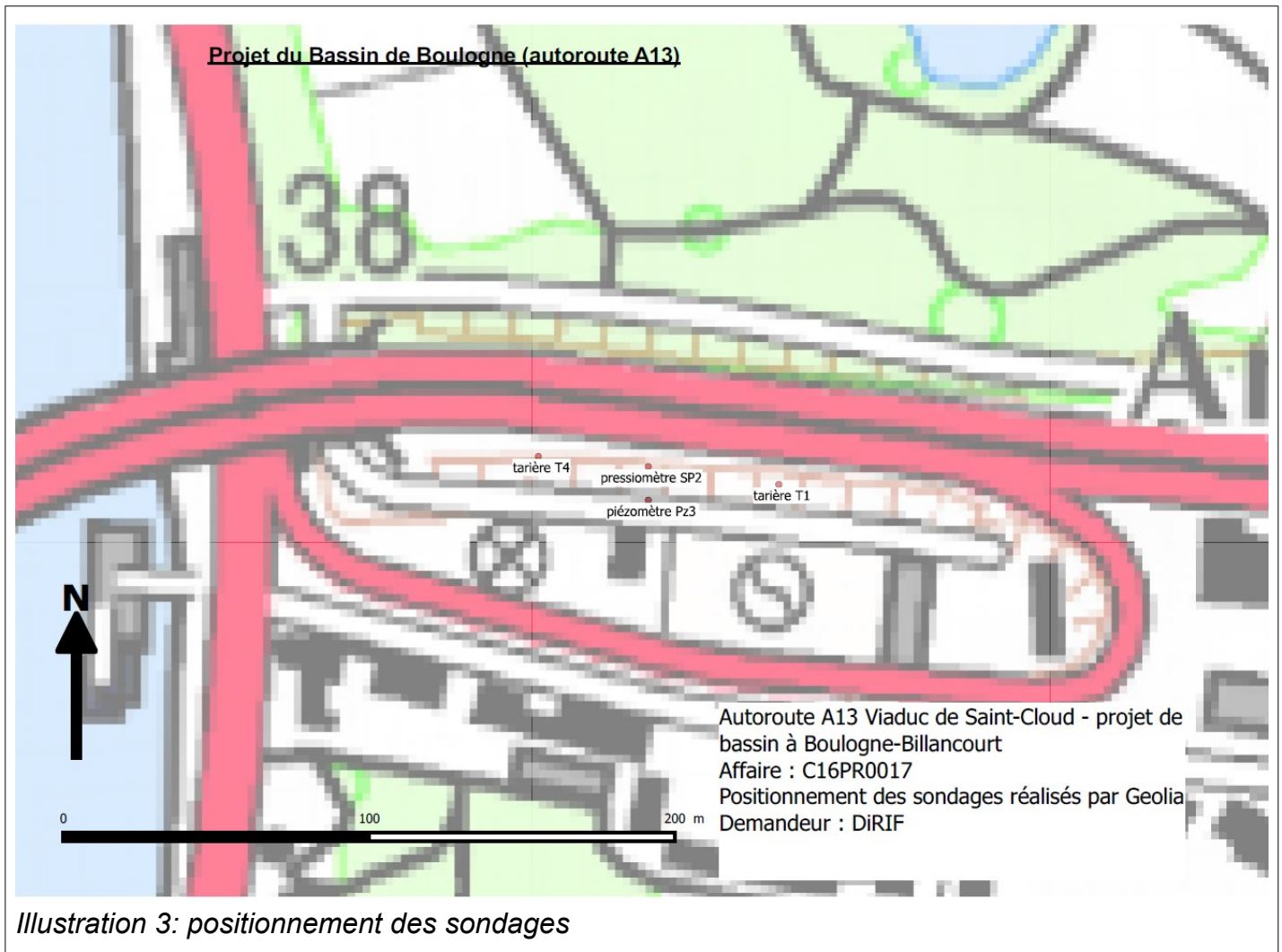


Campanien

La nappe concernée par notre projet correspond à la nappe alluviale qui suit les variations d'amplitude de la Seine du fait de la perméabilité des terrains.

3 Résultats de la campagne 2016

3.1 Description de la campagne de reconnaissance



Quatre sondages ont été réalisés (en annexe 1 du présent rapport) :

- 2 tarières de 12 m de profondeur,
- 1 pressiomètre sur 25 m de profondeur,
- 1 piézomètre sur 15 m crépiné de 3 à 15 m.

3.2 Description de la nature des sols à partir des tarières

Les Remblais englobent deux formations distinctes. Ce sont d'abord les sablons qui soutiennent la voie d'accès au viaduc. Ensuite, viennent des limons et des sables de couleur brune accompagnés par des graviers et des cailloux comportant des blocs siliceux et des calcaires. Leur épaisseur s'étend de 37,3 m (à la surface) jusqu'à 27 m NGF.

Les Alluvions Modernes sont représentées par un mélange : des limons de couleur beige à nombreux granules calcaires, des sables limoneux de même couleur comportant des blocs siliceux, et des vases bleues verdâtres à traces fossilifères et odeur putride. Des passages argileux sont aussi présents dans cette formation. L'épaisseur s'étend de 27 m NGF à 22 m NGF.

Les Alluvions Anciennes se développent par des alternances de graviers sableux et de sables grossiers contenant en abondance des blocs siliceux roulés. Cette formation s'étend de 22 m NGF à 15 m NGF.

La Craie, dans sa partie supérieure qui est reconnaissable ici, se présente de manière altérée. C'est une pâte blanche jaunâtre fissurée et diaclasée. Sa cote supérieure se situe vers 15 m NGF.

3.3 Description des caractéristiques pressiométriques

L'entreprise GEOLIA a réalisé un sondage pressiométrique et les résultats sont les suivants :

Remblais	Nb de valeurs	Minimum (MPa)	Maximum (MPa)	Moyenne arithmétique (MPa)	Écart-type (MPa)
Pression de fluage (P_f^*)	10	0,35	1,76	0,78	0,45
Pression limite (PI^*)	10	0,76	2,93	1,37	0,75
Module (E_M)	10	6,8	28,7	14,2	7,5

Alluvions Modernes	Nb de valeurs	Minimum (MPa)	Maximum (MPa)	Moyenne arithmétique (MPa)	Écart-type (MPa)
Pression de fluage (P_f^*)	5	0,11	0,39	0,2	0,11
Pression limite (PI^*)	5	0,19	0,75	0,44	0,21
Module (E_M)	5	1,4	8,1	3,7	2,6

Alluvions Anciennes	Nb de valeurs	Minimum (MPa)	Maximum (MPa)	Moyenne arithmétique (MPa)	Écart-type (MPa)
Pression de fluage (Pf*)	7	0,9	2,38	1,57	0,52
Pression limite (Pl*)	7	2,02	4,18	2,64	0,75
Module (E _M)	7	9,5	38,9	21	9,9

Craie	Nb de valeurs	Minimum (MPa)	Maximum (MPa)	Moyenne arithmétique (MPa)	Écart-type (MPa)
Pression de fluage (Pf*)	2	0,85	0,95	0,9	0,07
Pression limite (Pl*)	2	1,71	1,78	1,75	0,05
Module (E _M)	2	17,7	21,9	19,8	2,97

3.4 Description des données hydrogéologiques

Le piézomètre réalisé (Pz3) a situé la nappe vers 27 m NGF au sein des Alluvions. Cette nappe a été suivie pendant un an dans le cadre de cette présente étude et a fait l'objet d'une note particulière indépendante datée du 7 juin 2018. Le niveau de la nappe suit le niveau de la Seine comme nous l'avons dit plus haut. D'après le rapport de GEOLIA le niveau de la crue cinquantennale est de 30,32 m NGF et celui de la crue centennale est de 31,26 m NGF.

3.5 Description des essais de laboratoire

Les échantillons récupérés à partir des sondages à la tarière (T1 et T4) ont permis de caractériser les sols rencontrés.

Les résultats des essais à la boîte de cisaillement (C' et φ' , respectivement cohésion en kPa et angle de frottement en degré) sont les suivants.

Sondages à la tarière	Numéro de sondage	Profondeur	Description	Formation	C' (kPa)	φ' (°)	W initiale (%)	W finale (%)	γ_h (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)
Échantillon 1	T1	2,5 à 3 m	Sable grossier limoneux	Remblais	0	33,3	7,28	15,2	16,9	15,8
Échantillon 2	T1	6,5 à 7 m	Sable grossier limoneux	Remblais	7	30	10,4	14,8	19,1	17,3
Échantillon 3	T1	8,5 à 9 m	Limon sableux	Remblais	0	32,2	14,17	16,2	18,9	16,5
Échantillon 4	T1	11 à 11,5 m	Argile sableuse	Alluvions	9	33,1	16,62	14,55	21	18
Échantillon 5	T4	2,5 à 3 m	Argile sableuse	Remblais	0	34,4	14,07	11,37	19	16,7
Échantillon 6	T4	5,5 à 6 m	Sable limoneux	Remblais	0	33,5	12,6	16,45	17	15,1
Échantillon 7	T4	9 à 9,5 m	Sable limoneux	Remblais	0	31,8	11,62	14,32	19	17
Échantillon 8	T4	11,5 à 12 m	Sable limoneux	Alluvions	6	37,4	15,1	12,77	21	18,3

Les essais ont été réalisés sur des échantillons remaniés et tamisés. Ces valeurs sont donc à utiliser avec prudence et selon le contexte déjà connu des bords de Seine à Boulogne-Billancourt.

4 Application au projet

4.1 Profils de calcul

Le projet proposé par la DIRIF consiste en un bassin dont le radier fait 21,20 m de large sur 40 m de longueur. Actuellement l'épaisseur du radier est estimée à 0,8 m.

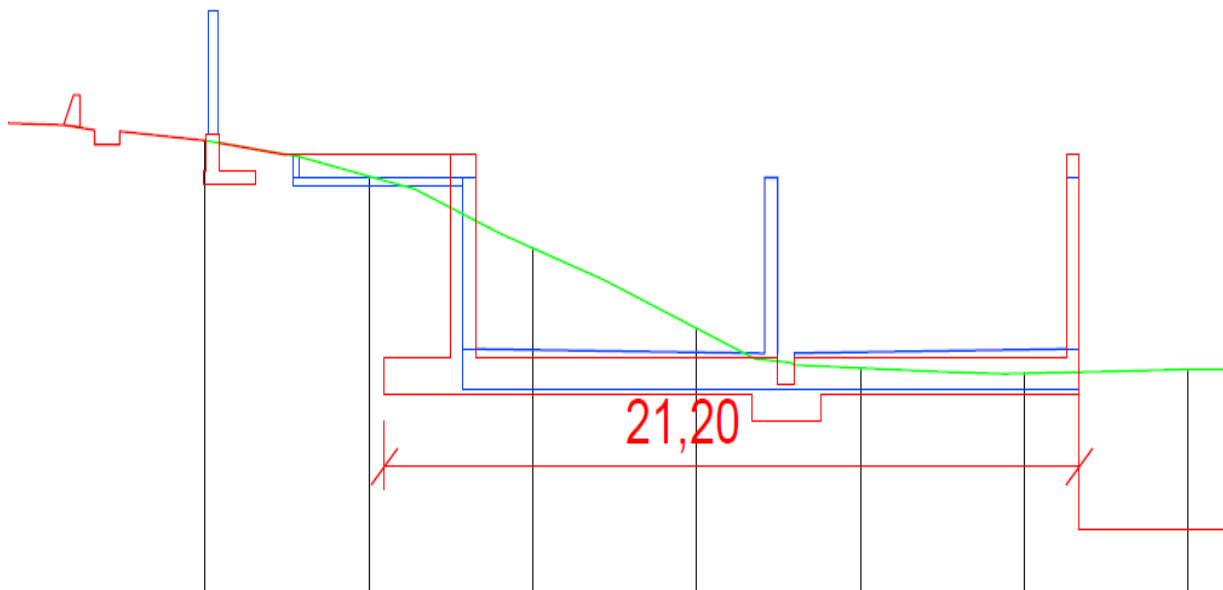


Illustration 4: schéma de principe pour l'emplacement du bassin le long de l'autoroute

4.2 Hypothèses de dimensionnement

4.2.1 Modèle géotechnique

Le modèle géotechnique issu des reconnaissances géotechniques est le suivant :

Nature du sol	Cote base (m ngf)	γ_h (kN/m ³)	p_f^* (MPa) moyenne – 1/2 écart-type	PI^* (MPa) moyenne – 1/2 écart-type	E_M (MPa) moyenne arithmétique
Remblais	27	19	0,56	1	14,23
Alluvions Modernes	22	19	0,15	0,33	3,72
Alluvions Anciennes	15	19	1,31	2,26	20,97
Craie	-	20	0,86	1,72	19,8

Avec

- PI^* Pression limite nette (MPa) ;
- E_M Module pressiométrique (MPa) ;

Nota 1 : dans les Remblais, nous avons 10 essais pressiométriques.

Nota 2 : dans les Alluvions Modernes, nous avons 5 essais pressiométriques.

Nota 3 : dans les Alluvions Anciennes, nous avons 7 essais pressiométriques.

Nota 4 : dans la Craie, nous avons 2 essais pressiométriques.

4.2.2 Hypothèses géotechniques

Les valeurs prises en compte dans les calculs K-réa sont les suivantes (issues des essais de laboratoire mais également de la bibliographie) :

Nature du sol	c'	φ'	γ_h	γ_d
Remblais	0	31	19	9
Alluvions Modernes	5	20	19	9
Alluvions Anciennes	0	35	19	9
Craie	6	25	20	10

- c' Cohésion effective (kPa) ;
- φ' Angle de frottement effectif (degré) ;
- γ_h Poids volumique humide (kN/m³) ;
- γ_d Poids volumique déjaugé (kN/m³) ;
- ka Coefficient de poussée avec $\delta = 0,66 \varphi$;
- kp Coefficient de butée avec $\delta = -0,66 \varphi$;
- α Coefficient rhéologique (structure du sol) ;

Nota : Nous considérerons les caractéristiques « Long terme » pour tous les terrains (les caractéristiques non drainées ne seront pas utilisées).

4.2.3 Hypothèses hydrauliques

Dans les calculs, nous avons considéré un niveau de la nappe à 31,26 m NGF (EE). La base du radier est prévu à 29,20 m NGF.

Relevé piézométrique	09/09/16		12/09/16		14/10/16		18/11/16	
	Prof (m)	Cote (mNGF)	Prof (m)	Cote (mNGF)	Prof (m)	Cote (mNGF)	Prof (m)	Cote (mNGF)
Pz3	3,3	27	3,4	26,9	3,39	26,97	3,42	26,94

Rappelons que dans la note du 7 juin 2018 complémentaire concernant le suivi de la nappe, le niveau maximum atteint est de 28,50 m NGF.

5 Dimensionnement

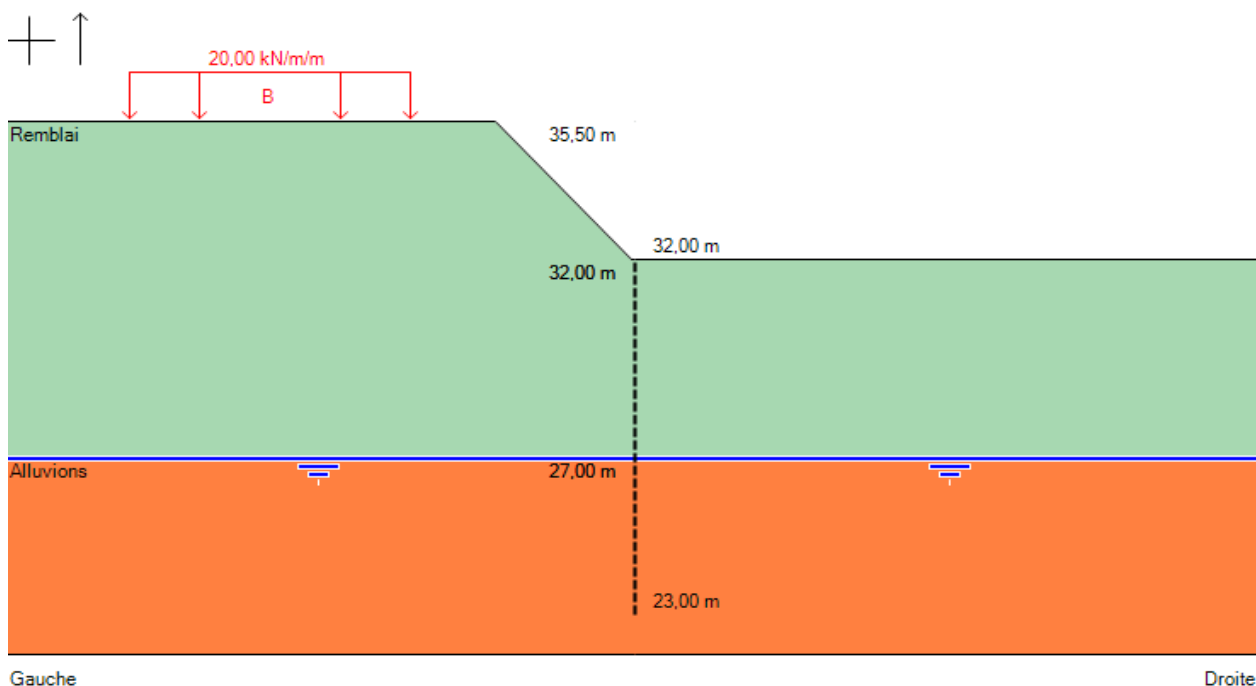
5.1 Principe de calcul

Quatre calculs vont être réalisés pour valider le projet demandé :

- Un calcul avec Krea pour le pré-dimensionnement du soutènement provisoire entre l'écran anti-bruit et le bassin (coupe 1)
- Un calcul Mur pour le pré-dimensionnement du soutènement sous la piste d'accès (coupe 2)
- Un calcul Mur pour le pré-dimensionnement du soutènement sous la piste d'accès (coupe 3)
- Un calcul pour la justification du radier.

5.2 Calcul du dispositif provisoire pendant les travaux

Cette situation résume le cas de figure entre l'amont du bassin et le tracé de l'autoroute A13. Il est proposé un calcul réalisé grâce au logiciel Krea avec une solution type « berlinoise »

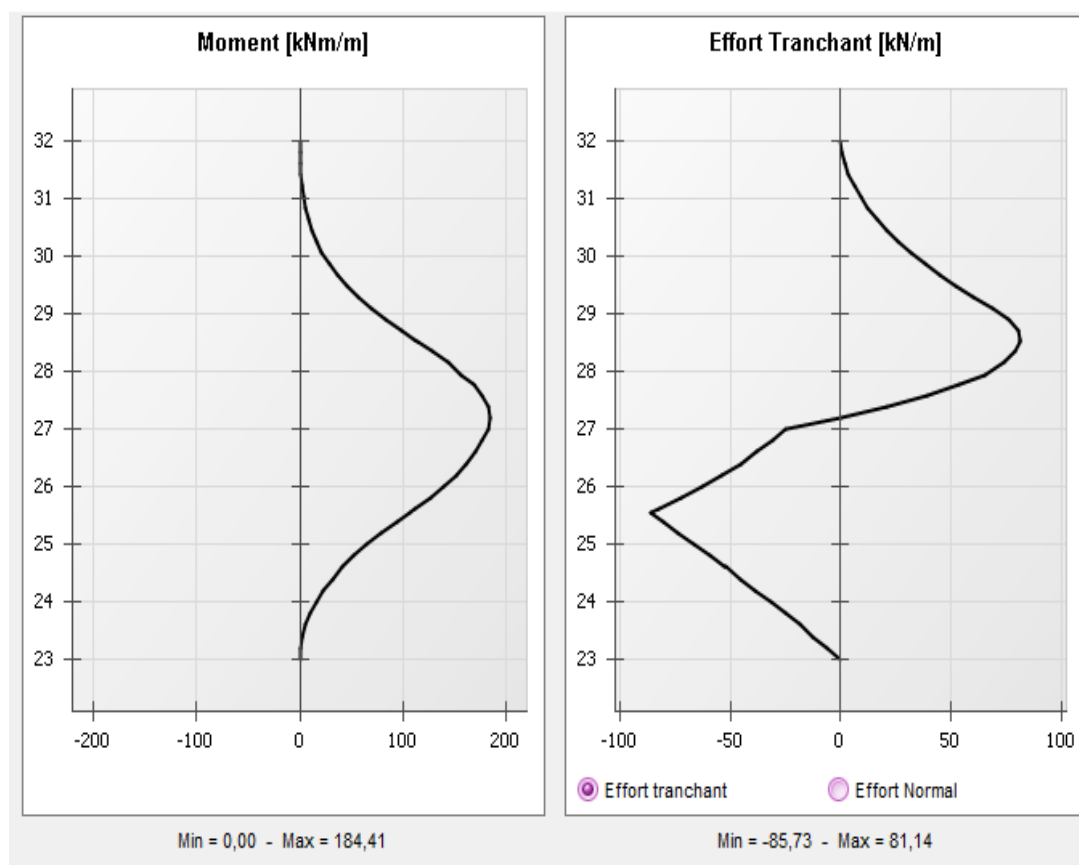


Descriptif de l'écran :

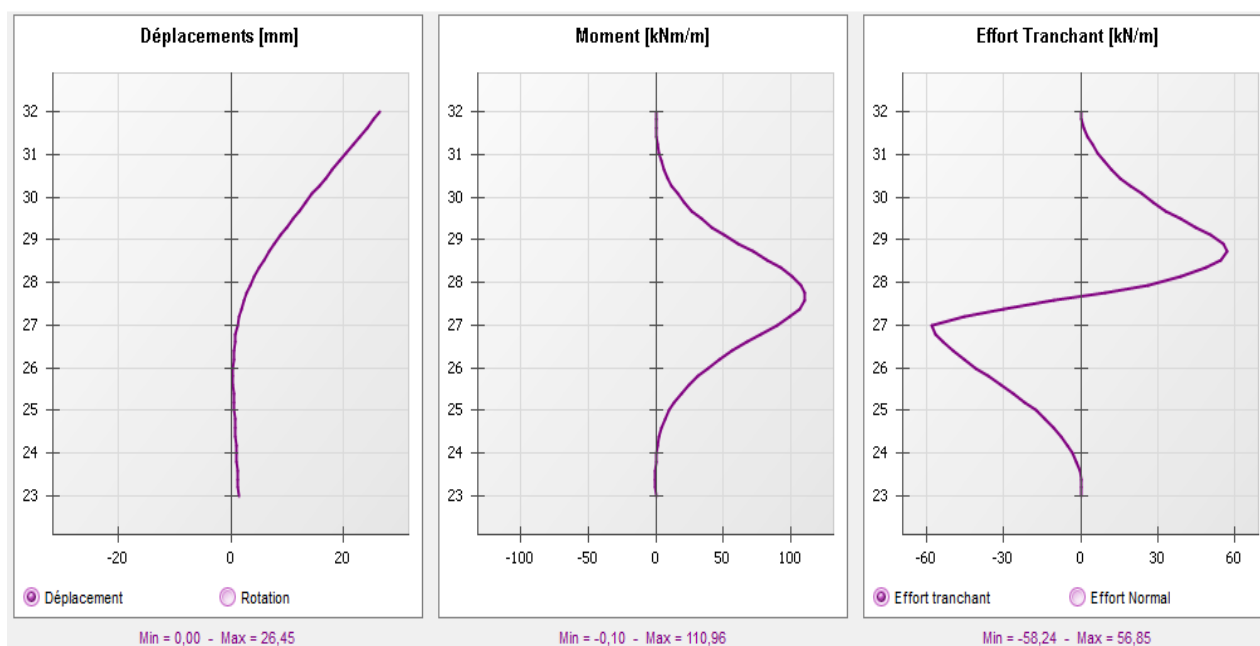
profilé	IPN 450
Espacement (m)	2,0
Arase sup/inf (m ngf)	32 / 23
Nuance (MPa)	235

5.2.1 Résultats

Les résultats à l'ELU sont présentés ci-dessous :



Les résultats à l'ELS sont présentés ci-dessous :



5.2.2 Justification

Vérification de la butée :

La butée est vérifiée directement grâce au logiciel Krea selon la norme NF P 94 282, dans le cas d'un écran autostable.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification de la hauteur de fiche :

Point de pression nulle : $z_0 = 28,56$ m

point de moment nul : $z_c = 24,61$ m

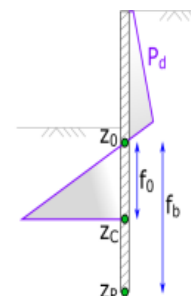
Cote du pied de l'écran : $z_p = 23,00$ m

$f_b / f_0 = 1,407 \geq 1,2$



$$f_0 = z_0 - z_c = 3,95 \text{ m}$$

$$f_b = z_0 - z_p = 5,56 \text{ m}$$



Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

Contre-butée nécessaire à équilibre des efforts horizontaux :

Contre-butée mobilisable sous z_n :

Facteur de mobilisation :

$C_{m,d} \geq C_{t,d}$

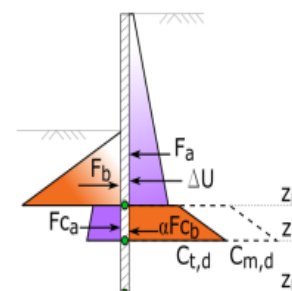


$$z_n = 25,54 \text{ m}$$

$$C_{t,d} = 143,29 \text{ kN/m}$$

$$C_{m,d} = 835,75 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 0,182$$



Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification structurelle:

Les profilés sont vérifiés selon la norme EN 1993.

profilé	IPN 450
Espacement (m)	2,0
Moment ELU Krea (kN.m/ml)	185
Moment ELU par profilé (kN.m) (Med)	370
W _{el} (cm ³)	2040
f _y	235
$\delta\gamma_{mo}$	1
M _{rd}	479 > Med => ok

5.3 Calculs du mur cantilever de grande hauteur

Concernant le mur de soutènement entre la piste d'accès et le pied du bassin, une seule modélisation a été réalisée, selon la coupe la plus défavorable.

5.3.1 Caractéristique du mur

La géométrie suivante a été considérée :

Géométrie du voile	
Hauteur (m)	4,7
Largeur élément (m)	1
Épaisseur voile (m)	0,5
Fruit du parement (%)	0
Géométrie de la semelle	
Largeur (m)	3,5
Largeur patin (m)	1
Largeur talon (m)	2
Hauteur semelle (m)	0,7

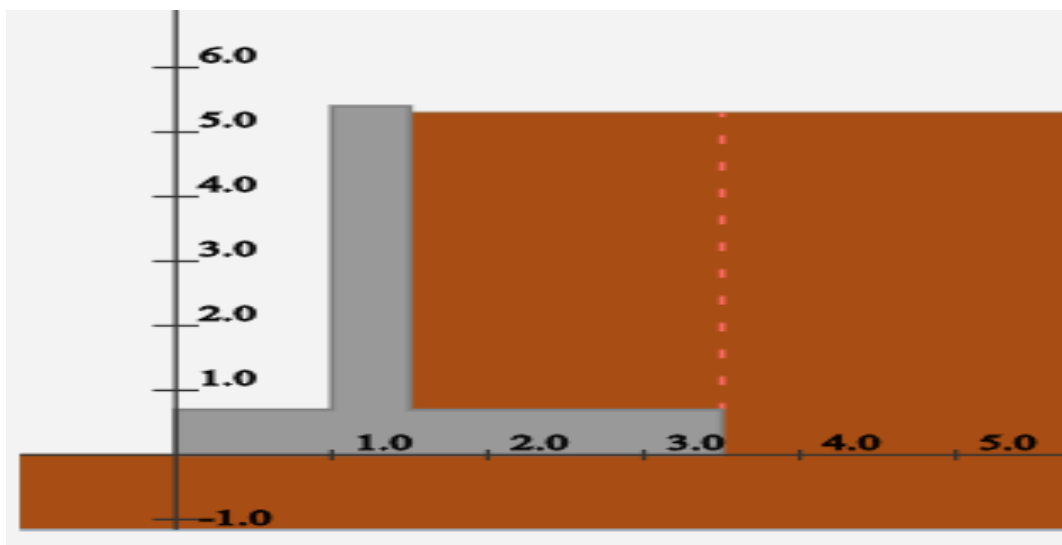


Figure 1: Extrait de la modélisation Mur

Modélisation de la surcharge en tête de mur :

Une surcharge de 10 kPa correspondant au trafic en tête de mur a été modélisée.

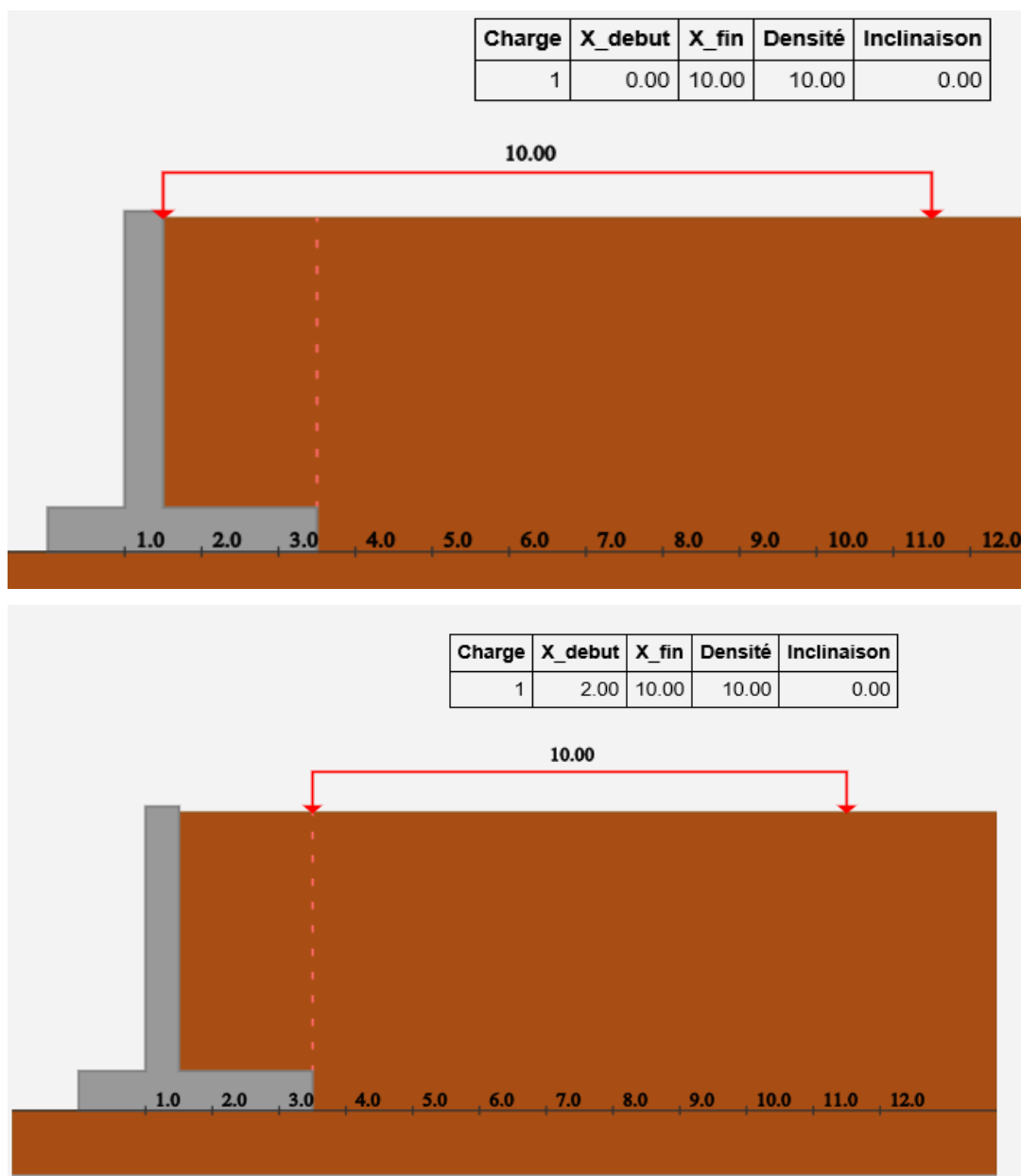


Figure 2: Extrait de la modélisation Mur - Avec surcharge (cas 1 : surcharge au niveau de la tête d'ouvrage / Cas 2 : surcharge au niveau du parement fictif)

Nota : Deux cas de charges seront étudiés, l'un avec la surcharge en tête d'ouvrage, l'autre situé à partir du parement fictif.

5.3.2 Résultats du pré-dimensionnement du mur

Cas 1 : Surcharge à partir de la tête d'ouvrage

1.1. Critères de stabilité à l'État Limite de Service (ELS)

1.1.1. Vérification au poinçonnement :

Poinçonnement à l'ELS

N°	Combinaison	Charge vert. calc (kN)	Portance sol (kN)	État
11010	EC : ELS G	330.13	771.44	Stable
11020	EC : ELS Cara Q 1 Rmb_Amont	330.13	771.44	Stable
11030	EC : ELS Freq Q 1 Rmb_Amont	330.13	771.44	Stable
11040	EC : ELS Q aval	330.13	771.44	Stable

1.1.2. Vérification au soulèvement :

Soulèvement à l'ELS

N°	Combinaison	Excentrement effectif (m)	Excentrement admissible (m)	État
11010	EC : ELS G	0.108980	0.875000	Stable
11020	EC : ELS Cara Q 1 Rmb_Amont	0.108980	0.875000	Stable
11030	EC : ELS Freq Q 1 Rmb_Amont	0.108980	0.875000	Stable
11040	EC : ELS Q aval	0.108980	0.875000	Stable

1.2. Critères de stabilité à l'État Limite Ultime (ELU)

1.2.1. Vérification au poinçonnement :

Poinçonnement à l'ELU

N°	Combinaison	Charge vert. calc (kN)	Portance sol (kN)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	332.28	810.66	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	332.28	810.66	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	445.68	1267.36	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	445.68	1267.36	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	332.28	810.66	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	332.28	810.66	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	445.68	1267.36	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	445.68	1267.36	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	332.28	810.66	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	332.28	810.66	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	445.68	1267.36	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	445.68	1267.36	Stable

1.2.2. Vérification au renversement :

Renversement à l'ELU				
N°	Combinaison	Excentrement effectif (m)	Excentrement admissible (m)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	0.276391	1.633333	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	0.276391	1.633333	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	0.108980	1.633333	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	0.108980	1.633333	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	0.276391	1.633333	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	0.276391	1.633333	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	0.108980	1.633333	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	0.108980	1.633333	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	0.276391	1.633333	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	0.276391	1.633333	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	0.108980	1.633333	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	0.108980	1.633333	Stable

1.2.3. Vérification au glissement :

Glissement à l'ELU				
N°	Combinaison	Force horizontale calc (kN)	Force horizontale adm (kN)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	117.72	126.60	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	117.72	126.60	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	117.72	169.81	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	117.72	169.81	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	117.72	126.60	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	117.72	126.60	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	117.72	169.81	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	117.72	169.81	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	117.72	126.60	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	117.72	126.60	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	117.72	169.81	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	117.72	169.81	Stable

Cas 2 : surcharge à partir du parement fictif

1.1. Critères de stabilité à l'État Limite de Service (ELS)

1.1.1. Vérification au poinçonnement :

Poinçonnement à l'ELS

N°	Combinaison	Charge vert. calc (kN)	Portance sol (kN)	État
11010	EC : ELS G	310.13	701.23	Stable
11020	EC : ELS Cara Q 1 Rmb_Amont	310.13	701.23	Stable
11030	EC : ELS Freq Q 1 Rmb_Amont	310.13	701.23	Stable
11040	EC : ELS Q aval	310.13	701.23	Stable

1.1.2. Vérification au soulèvement :

Soulèvement à l'ELS

N°	Combinaison	Excentrement effectif (m)	Excentrement admissible (m)	État
11010	EC : ELS G	0.164375	0.875000	Stable
11020	EC : ELS Cara Q 1 Rmb_Amont	0.164375	0.875000	Stable
11030	EC : ELS Freq Q 1 Rmb_Amont	0.164375	0.875000	Stable
11040	EC : ELS Q aval	0.164375	0.875000	Stable

1.2. Critères de stabilité à l'État Limite Ultime (ELU)

1.2.1. Vérification au poinçonnement :

Poinçonnement à l'ELU

N°	Combinaison	Charge vert. calc (kN)	Portance sol (kN)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	312.28	706.39	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	312.28	706.39	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	418.68	1152.03	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	418.68	1152.03	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	312.28	706.39	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	312.28	706.39	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	418.68	1152.03	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	418.68	1152.03	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	312.28	706.39	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	312.28	706.39	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	418.68	1152.03	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	418.68	1152.03	Stable

1.2.2. Vérification au renversement :

Renversement à l'ELU				
N°	Combinaison	Excentrement effectif (m)	Excentrement admissible (m)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	0.342126	1.633333	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	0.342126	1.633333	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	0.164375	1.633333	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	0.164375	1.633333	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	0.342126	1.633333	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	0.342126	1.633333	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	0.164375	1.633333	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	0.164375	1.633333	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	0.342126	1.633333	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	0.342126	1.633333	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	0.164375	1.633333	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	0.164375	1.633333	Stable

1.2.3. Vérification au glissement :

Glissement à l'ELU				
N°	Combinaison	Force horizontale calc (kN)	Force horizontale adm (kN)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	117.72	118.98	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	117.72	118.98	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	117.72	159.52	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	117.72	159.52	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	117.72	118.98	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	117.72	118.98	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	117.72	159.52	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	117.72	159.52	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	117.72	118.98	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	117.72	118.98	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	117.72	159.52	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	117.72	159.52	Stable

L'ouvrage est vérifié.

5.4 Calculs du mur cantilever de faible hauteur

Des aménagements devront être réalisés et nécessiteront des murs de soutènement de faible hauteur. Une coupe type a été réalisée.

5.4.1 Caractéristique du mur

La géométrie suivante a été considérée :

Géométrie du voile	
Hauteur (m)	3
Largeur élément (m)	1
Épaisseur voile (m)	0,3
Fruit du parement (%)	0
Géométrie de la semelle	
Largeur (m)	1,8
Largeur patin (m)	0,5
Largeur talon (m)	1,6
Hauteur semelle (m)	0,3

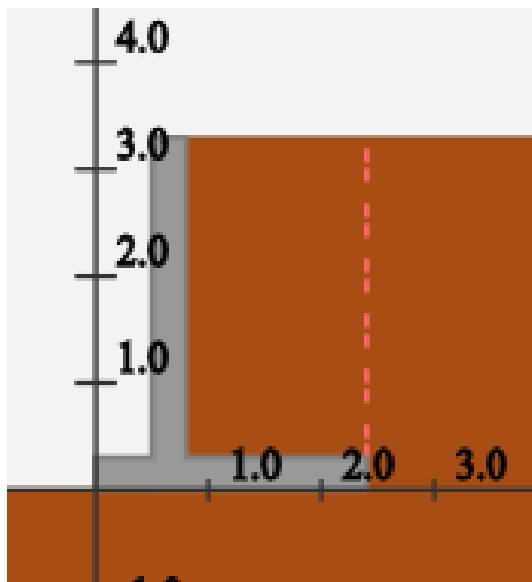
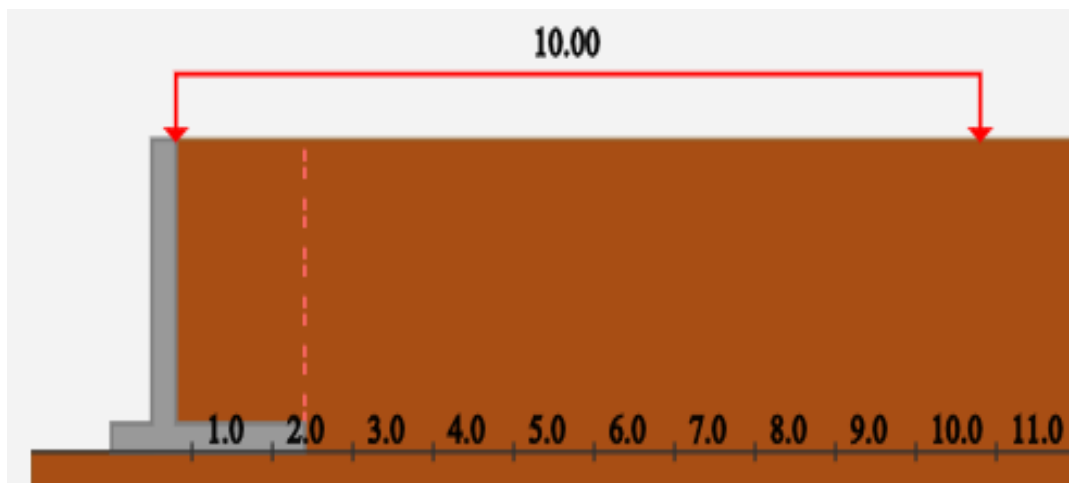


Figure 3: Extrait de la modélisation Mur

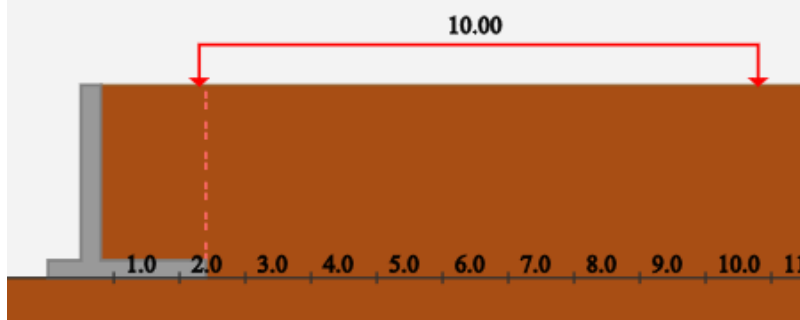
Modélisation de la surcharge en tête de mur :

Une surcharge de 10 kPa correspondant au trafic en tête de mur a été modélisée.



Charge	X_debut	X_fin
1	1.50	10.00

Figure 4:
Extrait
de la



modélisation Mur - Avec surcharge – Cas 1 : surcharge au niveau de la tête de l'ouvrage / Cas 2 : Surcharge au niveau du parement fictif

Nota : Deux cas de charges seront étudiés, l'un avec la surcharge en tête d'ouvrage, l'autre situé à partir du parement fictif.

5.4.2 Résultats du pré-dimensionnement du mur

Cas 1: Surcharge en tête d'ouvrage

1.1. Critères de stabilité à l'État Limite de Service (ELS)

1.1.1. Vérification au poinçonnement :

Poinçonnement à l'ELS

N°	Combinaison	Charge vert. calc (kN)	Portance sol (kN)	État
11010	EC : ELS G	154.16	567.37	Stable
11020	EC : ELS Cara Q 1 Rmb_Amont	154.16	567.37	Stable
11030	EC : ELS Freq Q 1 Rmb_Amont	154.16	567.37	Stable
11040	EC : ELS Q aval	154.16	567.37	Stable

1.1.2. Vérification au soulèvement :

Soulèvement à l'ELS

N°	Combinaison	Excentrement effectif (m)	Excentrement admissible (m)	État
11010	EC : ELS G	0.079203	0.600000	Stable
11020	EC : ELS Cara Q 1 Rmb_Amont	0.079203	0.600000	Stable
11030	EC : ELS Freq Q 1 Rmb_Amont	0.079203	0.600000	Stable
11040	EC : ELS Q aval	0.079203	0.600000	Stable

1.2. Critères de stabilité à l'État Limite Ultime (ELU)

1.2.1. Vérification au poinçonnement :

Poinçonnement à l'ELU

N°	Combinaison	Charge vert. calc (kN)	Portance sol (kN)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	154.74	625.06	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	154.74	625.06	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	208.12	932.11	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	208.12	932.11	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	154.74	625.06	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	154.74	625.06	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	208.12	932.11	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	208.12	932.11	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	154.74	625.06	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	154.74	625.06	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	208.12	932.11	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	208.12	932.11	Stable

1.2.2. Vérification au renversement :

Renversement à l'ELU				
N°	Combinaison	Excentrement effectif (m)	Excentrement admissible (m)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	0.179863	1.120000	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	0.179863	1.120000	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	0.079203	1.120000	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	0.079203	1.120000	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	0.179863	1.120000	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	0.179863	1.120000	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	0.079203	1.120000	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	0.079203	1.120000	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	0.179863	1.120000	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	0.179863	1.120000	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	0.079203	1.120000	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	0.079203	1.120000	Stable

1.2.3. Vérification au glissement :

Glissement à l'ELU				
N°	Combinaison	Force horizontale calc (kN)	Force horizontale adm (kN)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	50.57	58.96	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	50.57	58.96	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	50.57	79.29	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	50.57	79.29	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	50.57	58.96	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	50.57	58.96	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	50.57	79.29	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	50.57	79.29	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	50.57	58.96	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	50.57	58.96	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	50.57	79.29	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	50.57	79.29	Stable

Cas 2: Surcharge au niveau du parement fictif

1.1. Critères de stabilité à l'État Limite de Service (ELS)

1.1.1. Vérification au poinçonnement :

Poinçonnement à l'ELS

N°	Combinaison	Charge vert. calc (kN)	Portance sol (kN)	État
11010	EC : ELS G	139.16	496.17	Stable
11020	EC : ELS Cara Q 1 Rmb_Amont	139.16	496.17	Stable
11030	EC : ELS Freq Q 1 Rmb_Amont	139.16	496.17	Stable
11040	EC : ELS Q aval	139.16	496.17	Stable

1.1.2. Vérification au soulèvement :

Soulèvement à l'ELS

N°	Combinaison	Excentrement effectif (m)	Excentrement admissible (m)	État
11010	EC : ELS G	0.125466	0.600000	Stable
11020	EC : ELS Cara Q 1 Rmb_Amont	0.125466	0.600000	Stable
11030	EC : ELS Freq Q 1 Rmb_Amont	0.125466	0.600000	Stable
11040	EC : ELS Q aval	0.125466	0.600000	Stable

1.2. Critères de stabilité à l'État Limite Ultime (ELU)

1.2.1. Vérification au poinçonnement :

Poinçonnement à l'ELU

N°	Combinaison	Charge vert. calc (kN)	Portance sol (kN)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	139.74	514.01	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	139.74	514.01	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	187.87	815.14	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	187.87	815.14	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	139.74	514.01	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	139.74	514.01	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	187.87	815.14	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	187.87	815.14	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	139.74	514.01	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	139.74	514.01	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	187.87	815.14	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	187.87	815.14	Stable

1.2.2. Vérification au renversement :

Renversement à l'ELU				
N°	Combinaison	Excentrement effectif (m)	Excentrement admissible (m)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	0.236739	1.120000	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	0.236739	1.120000	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	0.125466	1.120000	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	0.125466	1.120000	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	0.236739	1.120000	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	0.236739	1.120000	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	0.125466	1.120000	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	0.125466	1.120000	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	0.236739	1.120000	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	0.236739	1.120000	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	0.125466	1.120000	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	0.125466	1.120000	Stable

1.2.3. Vérification au glissement :

Glissement à l'ELU				
N°	Combinaison	Force horizontale calc (kN)	Force horizontale adm (kN)	État
12010	EC : ELU Gmin (Wmin)	50.57	53.24	Stable
12020	EC : ELU Gmin (Wmax)	50.57	53.24	Stable
12030	EC : ELU Gmax (Wmin)	50.57	71.58	Stable
12040	EC : ELU Gmax (Wmax)	50.57	71.58	Stable
12050	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmin)	50.57	53.24	Stable
12060	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont min (Wmax)	50.57	53.24	Stable
12070	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmin)	50.57	71.58	Stable
12080	EC : ELU Q 1 Rmb_Amont max (Wmax)	50.57	71.58	Stable
12090	EC : ELU Q aval min (Wmin)	50.57	53.24	Stable
12100	EC : ELU Q aval min (Wmax)	50.57	53.24	Stable
12110	EC : ELU Q aval max (Wmin)	50.57	71.58	Stable
12120	EC : ELU Q aval max (Wmax)	50.57	71.58	Stable

L'ouvrage est vérifié.

5.5 Justification du radier

Le radier est justifier en portance et au glissement au sens de la norme NF P 94 261.

5.5.1 Vérification au glissement

La justification est menée selon les hypothèses suivantes ;

Hypothèses géotechniques :			
$\Phi'(^{\circ})$	31	γ (kN/m ³)	19
C' (kPa)	0	γ' (kN/m ³)	9
Ka	0,33	Kp	3
Niveau d'eau EE	31,26		
Surcharge écran acoustique			
Q ELU (kPa)	46,25	Cote application (m ngf)	34,5
		Distance du mur (m)	5,9
		Largeur application (m)	1,6
Géométrie			
Hauteur radier (m)	0,8		
Hauteur bêche (m)	0,8		
Largeur radier/bassin (m)	21,5/18	Poids propre bassin(kN)	579
Poids eau bassin (kN)	0		
Effort sous pression (kN)	371		

Dans ces conditions, les efforts stabilisateurs sont supérieurs aux efforts déstabilisateurs (123 Kn > 107 Kn). La vérification au glissement est justifiée.

5.5.2 Vérification de la portance

La justification est menée selon les hypothèses suivantes ;

Hypothèses géotechniques :			
Sol	Cote base (m ngf)	Pl* (MPa)	
Remblai	27	1	
Alluvions Modernes	22	0,33	
Alluvions Anciennes	-	2,26	
Kp=0,8	I _β =1	I _δ =1	
Ple* = 1,8 MPa			
Qnet (MPa) = 1,52			
Rc,cr;d= 550 kPa		Rc,d= 900 kPa	
Surcharge			
Poids eau (kPa)	30	Poids propre (kPa)	28
Vels (kPa)	58 kPa	Velu (kPa)	79 kPa

La portance est vérifiée au sens de la norme NF P 94 261 à l'ELS et à l'ELU.

6 Conclusions

Ce rapport comprend différentes modélisations :

- Une coupe provisoire pour la réalisation des travaux du bassin. Cette solution pourra être variantée en paroi définitive, servant de paroi du bassin en phase service ;
- Deux coupes d'ouvrages de soutènement type cantilever.
- La justification en portance et au glissement du bassin.

Rapport rédigé par L.FIX



Cerema Ile-de-France

Rue de l'Égalité Prolongée – BP 134 – 93352 Le Bourget Cedex

Tel : 01 48 38 81 00 – Fax : 01 48 38 81 01 – mel : dteridf.cerema@cerema.fr

www.cerema.fr

Annexes

Annexe 1 : Sondages réalisés par GEOLIA

Annexe 2 : Résultats des essais à la boîte de cisaillement

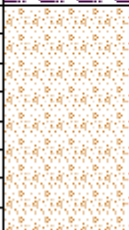
Annexe 1 : Sondages réalisés par GEOLIA

 INGENIERIE DES SOLS ET FONDATIONS	G160509 BOULOGNE BILLANCOURT			Contrat DRIEAIF/DIRIF/SIMEER/DI OUEST	
	Date : 05/09/2016	Cote NGF : 37.7	Profondeur : 0,00 - 12,00 m		
		Machine :	X : 127558,7		
		Angle :	Y : 592045,1		

1/100

Forage : T1

EXGTE 2.30/GTE

Cote NGF	Profondeur (m)	Echantillons	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement forage
37	0	ECH	 Limon sableux marron et cailloux 1,00 m	Tarière Ø 110 mm		
		ECH				
36	1	ECH	 Sable jaune légèrement limoneux et graviers 5,00 m			
		ECH				
		ECH				
		ECH				
		ECH				
		ECH				
35	2	ECH	 Sable avec cailloux, charbon et briques 6,50 m			
		ECH				
34	3	ECH	 Sable noirâtre et graviers 8,00 m			
		ECH				
33	4	ECH	 Sable argileux noirâtre et graviers 10,00 m			
		ECH				
32	5	ECH	 Limon sableux marron à verdâtre 12,00 m			
		ECH				
		ECH				
		ECH				
31	6	ECH				
30	7	ECH				
		ECH				
29	8	ECH				
		ECH				
28	9	ECH				
		ECH				
27	10	ECH				
		ECH				
26	11	ECH				
		ECH				
25	12					
24	13					
23	14					
22	15					
21	16					
20	17					
19	18					
18	19					
17	20					
	21					

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Equipement de forage	Tubage	Em (MPa)		Pr (MPa)		Pi (MPa)		Observation
							0,1	100	0,1	10	0,1	10	
37	0	Remblais sablo- limoneux jaunes et petits graviers 2,00 m	Roto-percussion Ø 64 mm										
36	1						-28,7	-1,76	-2,83				
35	2	-1,7					-0,34	-1,54					
34	3	-2,3					-0,63	-1,04					
33	4	-8,5					-0,41	-0,77					
32	5	-2,1					-0,63	-0,99					
31	6	-2,3					-0,53	-1,20					
30	7	-7,5					-0,44	-0,76					
29	8	-15,9					-0,73	-1,23					
28	9	-26,3					-1,35	-2,46					
27	10	-5,5					-0,35	-0,81					
26	11	-2,9					-0,14	-0,32					
25	12	-4,4					-0,41	-0,19					
24	13	-3,7					-0,22	-0,54					
23	14	-8,1					-0,39	-0,75					
22	15	-2,6					-0,16	-0,41					
21	16	-10,8					-0,30	-2,02					
20	17	-23,4					-1,07	-3,56					
19	18	-24,5					-1,52	-2,66					
18	19	-21,4					-1,32	-2,36					
17	20	-9,6	-1,66	-2,30									
21	21	21,00 m	-15,2	-1,13	-2,05								

Page

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Equipement de forage	Tubage	Em (MPa)	Pr (MPa)	PI (MPa)	Observation
							0,1	0,1	0,1	
16	21						16,2	1,13	2,06	
15	22						38,9	2,35	4,48	
14	23	Perte totale du liquide d'injection Pas de remontée des cuttings					21,8	0,85	1,78	
13	24						17,7	0,86	1,74	
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									

NOTA :

 INGENIERIE DES SOLS ET FONDATIONS	G160509 BOULOGNE BILLANCOURT			Contrat DRIEAF/DIRIF/SIMEER/DI OUEST	
	Date : 06/09/2016	Cote NGF : 36.49	Profondeur : 0,00 - 12,00 m	Machine : X	: 127553,8
		Angle :	Y	: 592087,3	

1/100

Forage : T4

EXGTE 2.30/GTE

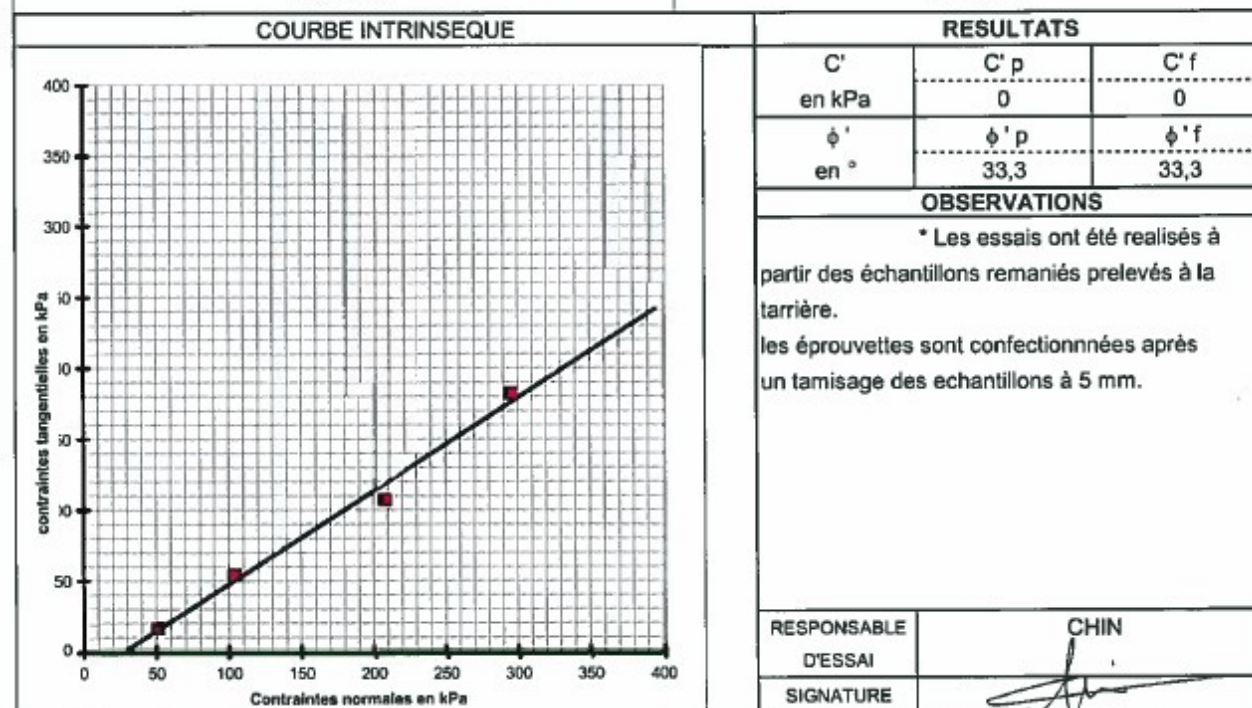
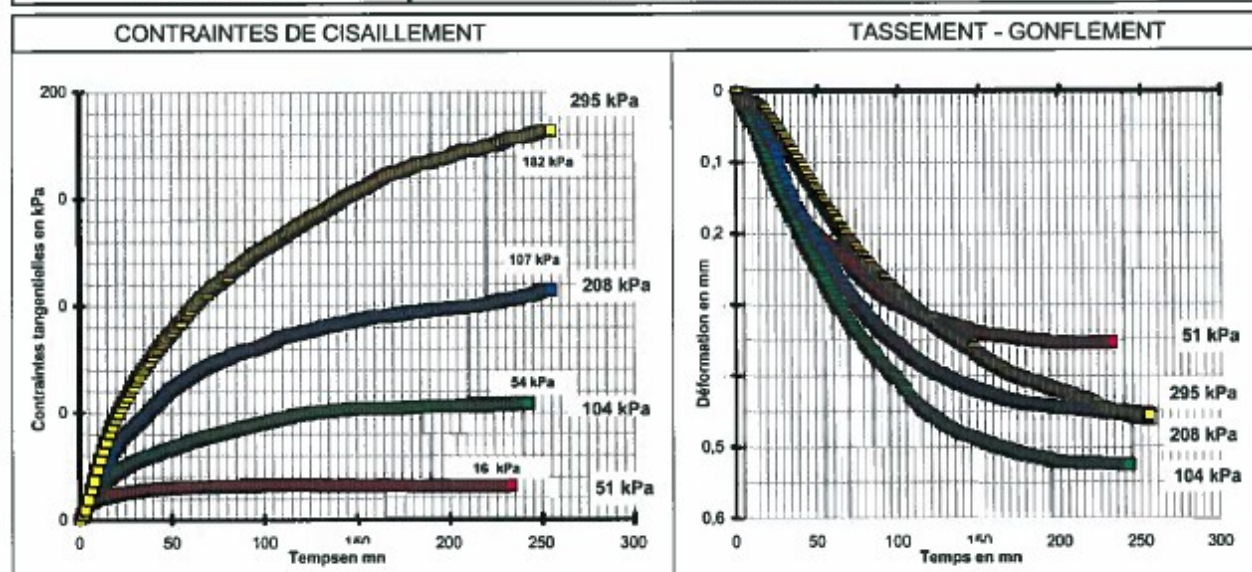
Cote NGF	Profondeur (m)	Echantillons	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement forage
36	0	ECH	Terre végétale sableuse	Tarière Ø 110 mm		
	1	ECH	Sable beige à jaune			
35		ECH	0,50 m			
	2	ECH	Sablon jaunâtre			
		ECH	1,50 m			
34		ECH	Sable limoneux grisâtre et cailloux			
		ECH	2,50 m			
	3	ECH	Sablon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

Annexe 2 : Résultats des essais à la boîte de cisaillement

ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT	DATE : 21/11/2016
N° D'AFFAIRE :	

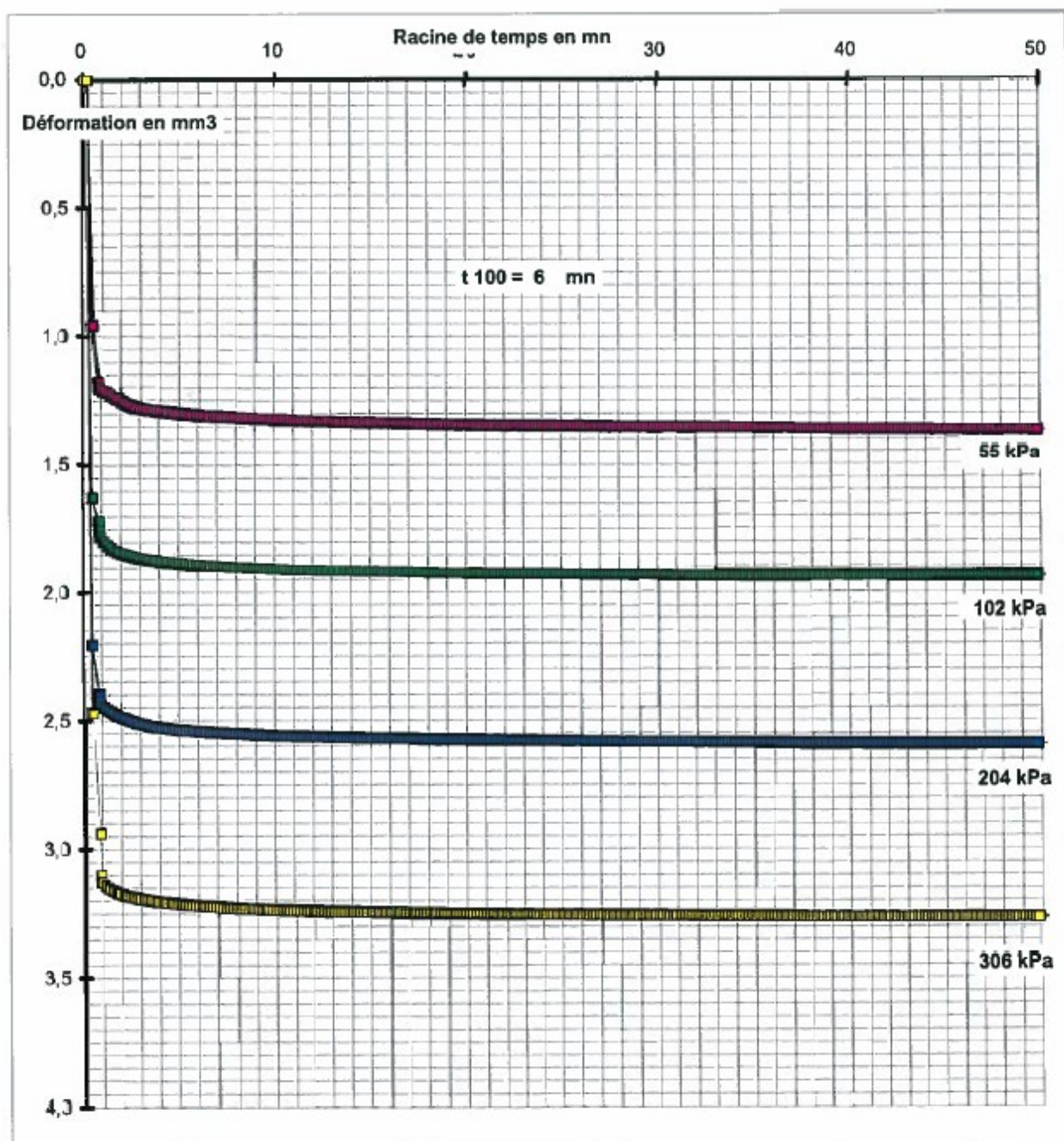
CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES				PARAMETRES
Nature du sol	sable grossier limoneux	W initiale en %	7,9 - 7,1 - 7,1 - 7,0	Vitesse en mm/mn
Sondage	T 1	W finale en %	16,7 - 15,2 - 14,7 - 14,2	0,021
Profondeur	2,50 à 3,0 m	γ_h en kN/m ³	16,9 - 16,9 - 16,9 - 16,9	Consolidation en kPa
Eprouvettes	H=24mm D=60mm	γ_d en kN/m ³	15,7 - 15,8 - 15,8 - 15,8	51 - 102 - 204 - 306
TYPE D'ESSAI		CISAILLEMENT DIRECT CD		



ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT	DATE : 18/11/2016
N° D'AFFAIRE :	SONDAGE : T1 2,50 à 3,0 m

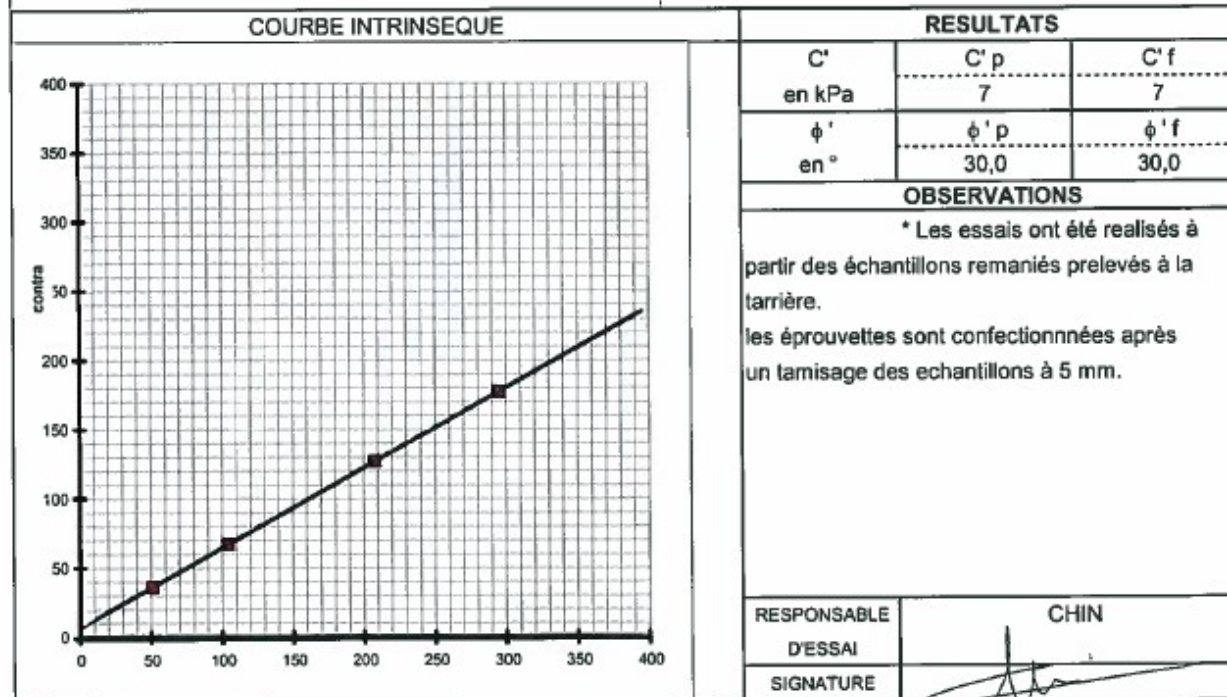
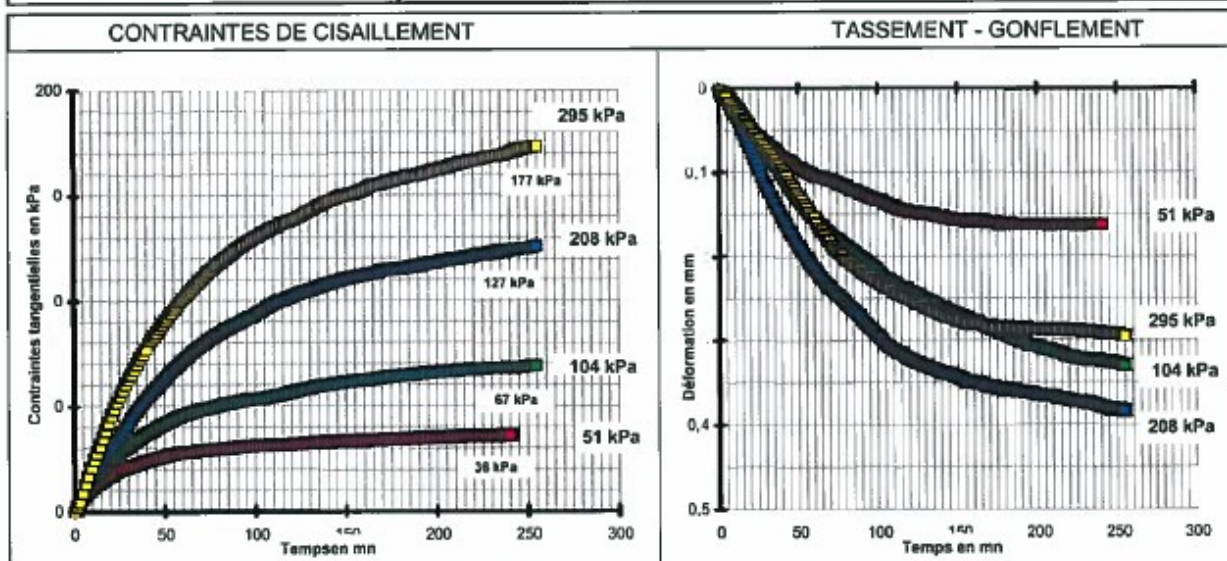
CONSOLIDATION DES EPROUVETTES



ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT	DATE : 30/11/2016
N° D'AFFAIRE :	

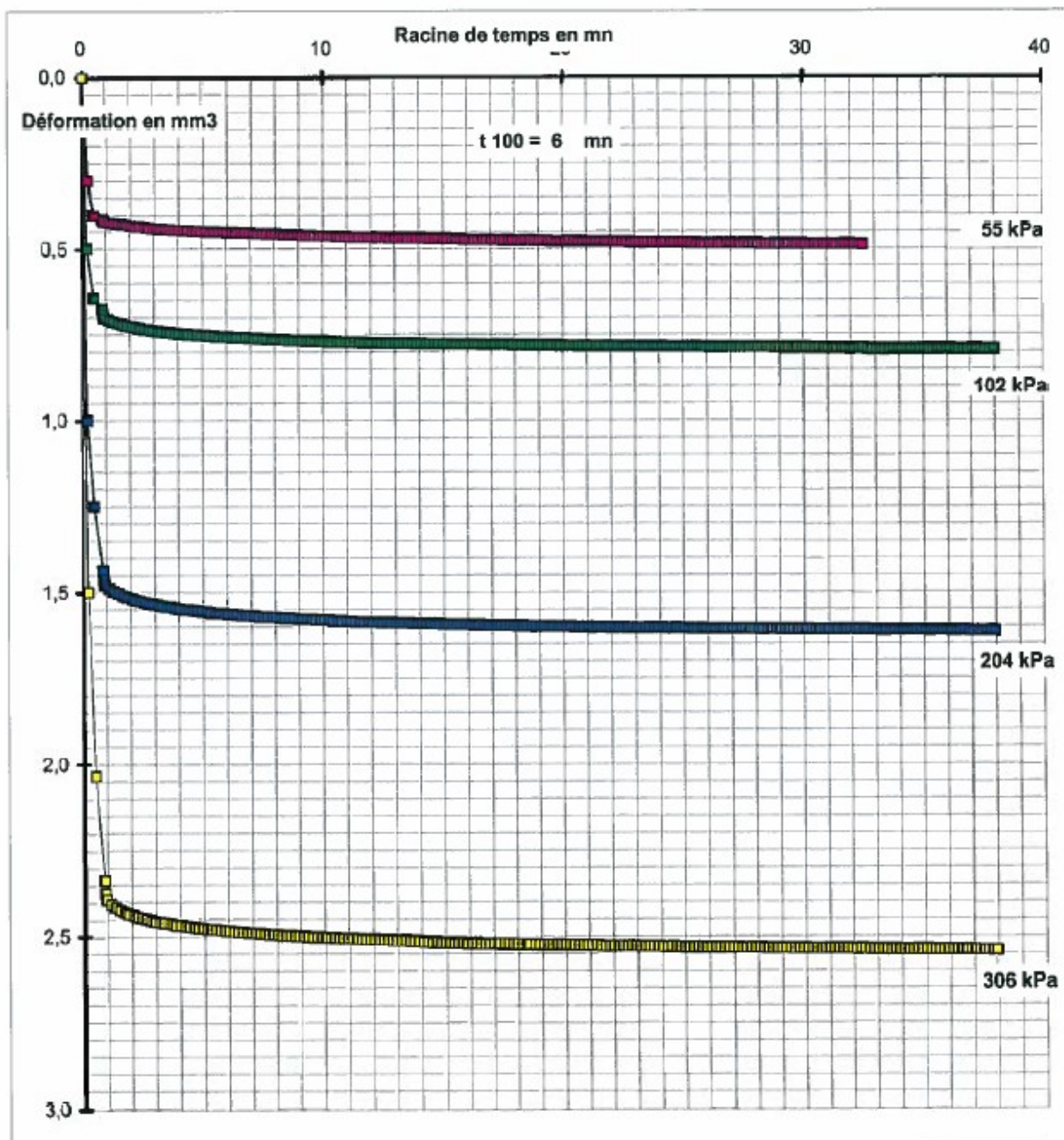
CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES				PARAMETRES
Nature du sol	sable grossier limoneux	W initiale en %	10,4 - 10,4 - 10,5 - 10,3	Vitesse en mm/mn
Sondage	T 1	W finale en %	15,8 - 15,0 - 14,6 - 13,8	0,021
Profondeur	6,50 à 7,0 m	γ_h en kN/m ³	19,1 - 19,1 - 19,1 - 19,1	Consolidation en kPa
Eprouvettes	H=24mm D=60mm	γ_d en kN/m ³	17,3 - 17,3 - 17,3 - 17,3	51 - 102 - 204 - 306
TYPE D'ESSAI		CISAILLEMENT DIRECT CD		



ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT	DATE : 24/11/2016
N° D'AFFAIRE :	SONDAGE : T1 6,50 à 7,0 m

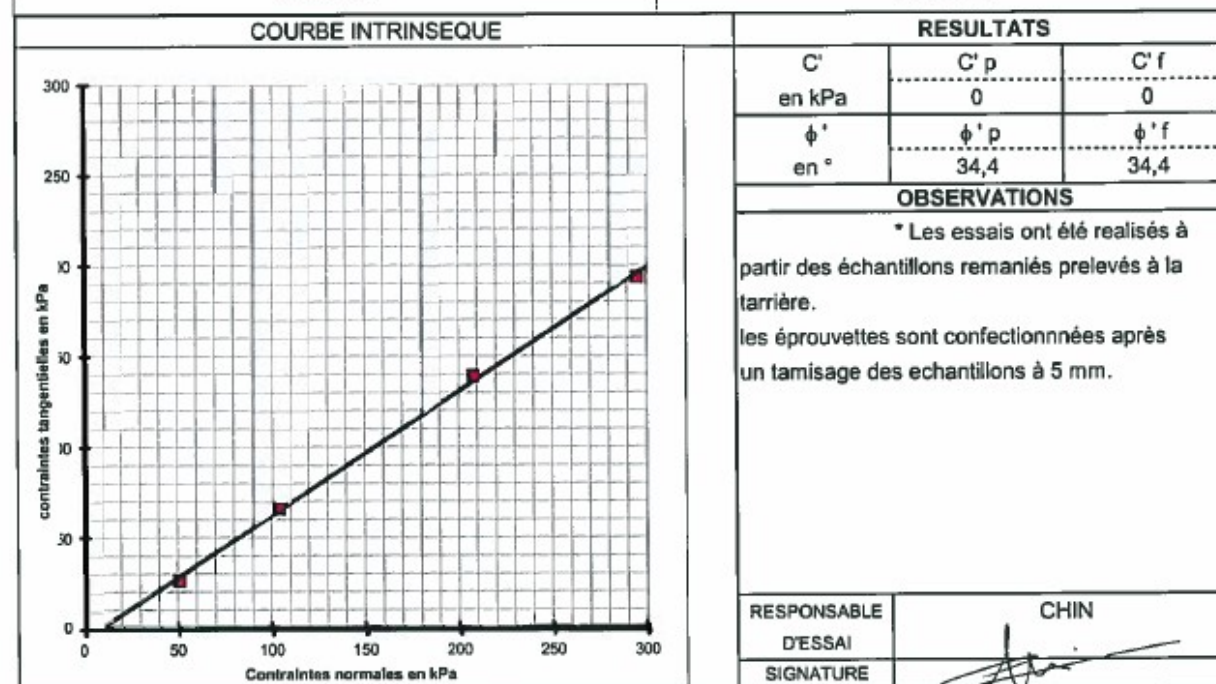
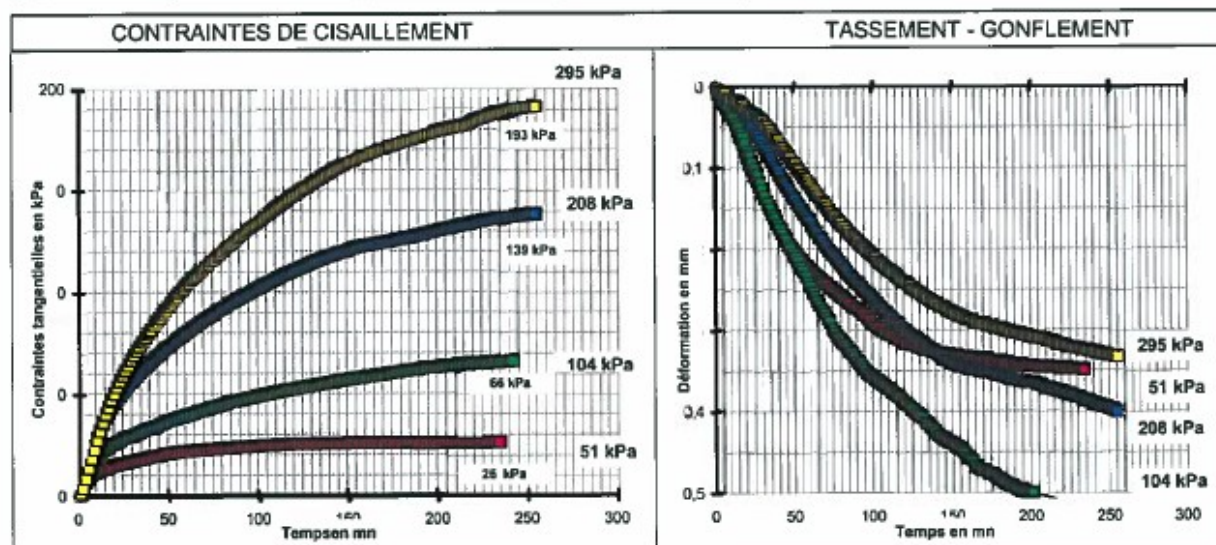
CONSOLIDATION DES EPROUVETTES



ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT	DATE : 27/10/2016
N° D'AFFAIRE :	

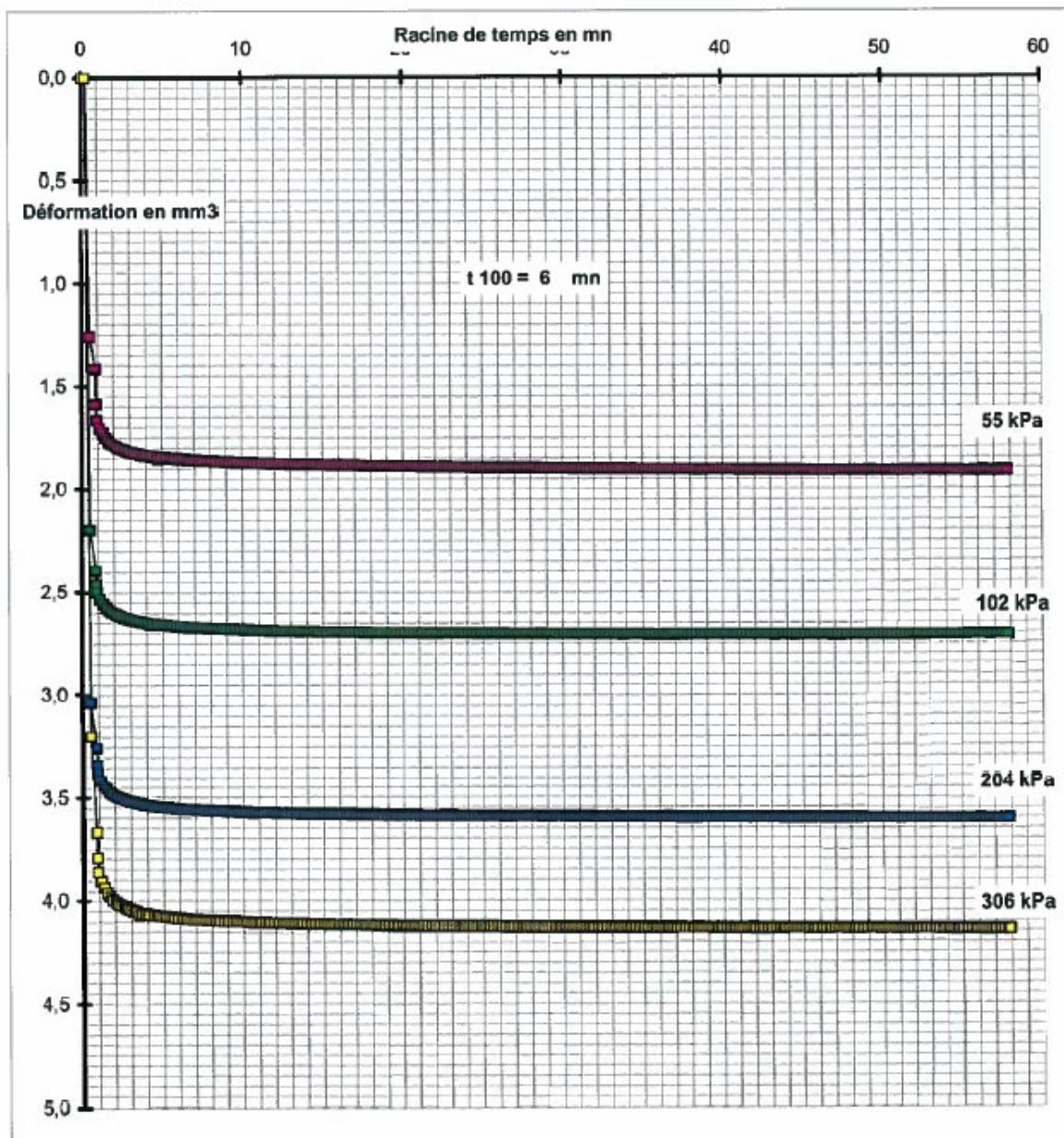
CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES				PARAMETRES
Nature du sol	Argile sableuse	W initiale en %	14,3 - 14,2 - 13,9 - 13,9	Vitesse en mm/mn
Sondage	T 4	W finale en %	16,4 - 15,6 - 14,0 - 13,5	0,021
Profondeur	2,50 à 3,0 m	γ_h en kN/m ³	19,0 - 19,0 - 19,0 - 19,0	Consolidation en kPa
Eprouvettes	H=24mm D=60mm	γ_d en kN/m ³	16,6 - 16,7 - 16,7 - 16,7	51 - 102 - 204 - 306
TYPE D'ESSAI		CISAILLEMENT DIRECT CD		



ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT	DATE : 20/10/2016
N° D'AFFAIRE :	SONDAGE : T4 2,5 à 3,0 m

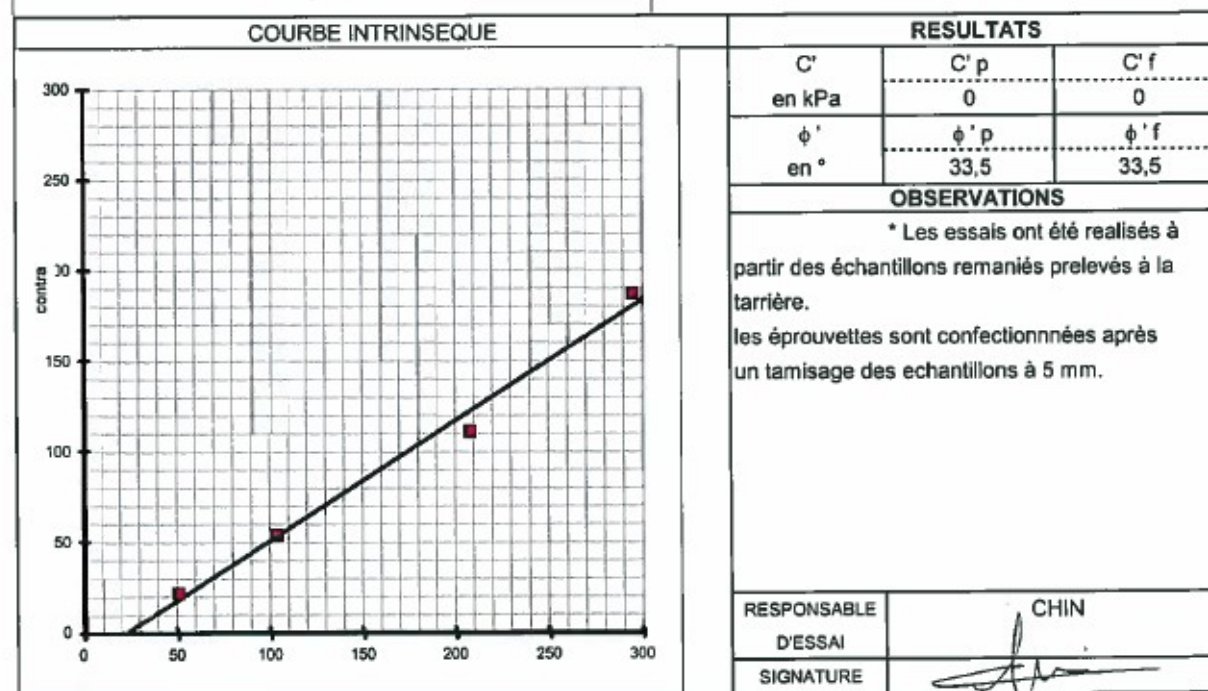
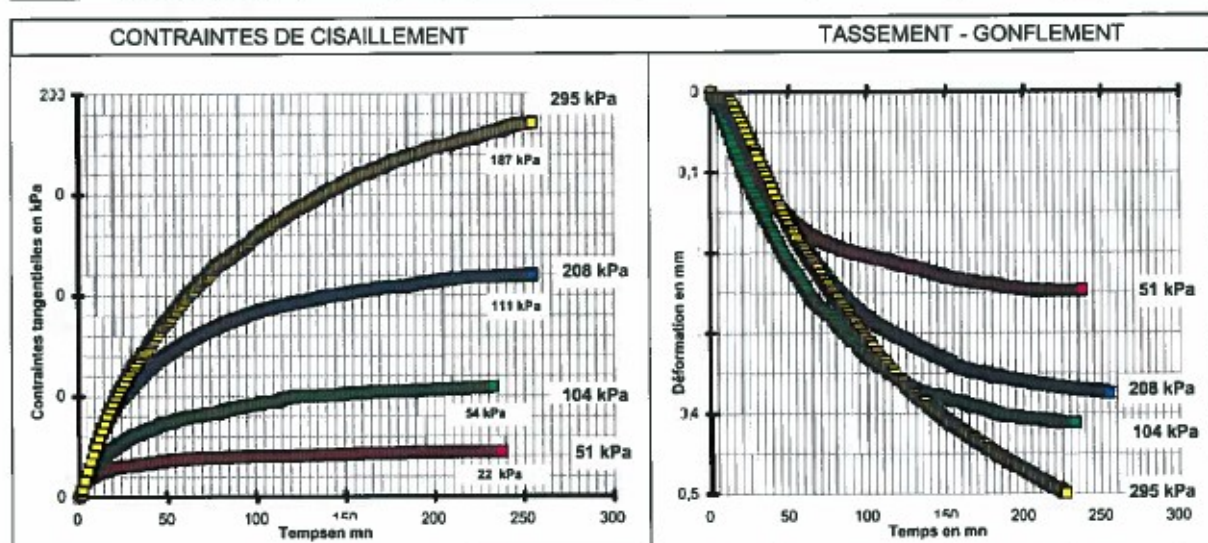
CONSOLIDATION DES EPROUVETTES



ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT	DATE : 02/11/2016
N° D'AFFAIRE :	

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES				PARAMETRES
Nature du sol	Sable limoneux	W initiale en %	12,5 - 12,5 - 12,4 - 13,0	Vitesse en mm/mn
Sondage	T 4	W finale en %	18,9 - 16,8 - 15,4 - 14,7	0,021
Profondeur	5,50 à 6,0 m	γ_h en kN/m ³	17,0 - 17,0 - 17,0 - 17,0	Consolidation en kPa
Eprouvettes	H=24mm D=60mm	γ_d en kN/m ³	15,1 - 15,1 - 15,1 - 15,1	51 - 102 - 204 - 306
TYPE D'ESSAI		CISAILLEMENT DIRECT CD		

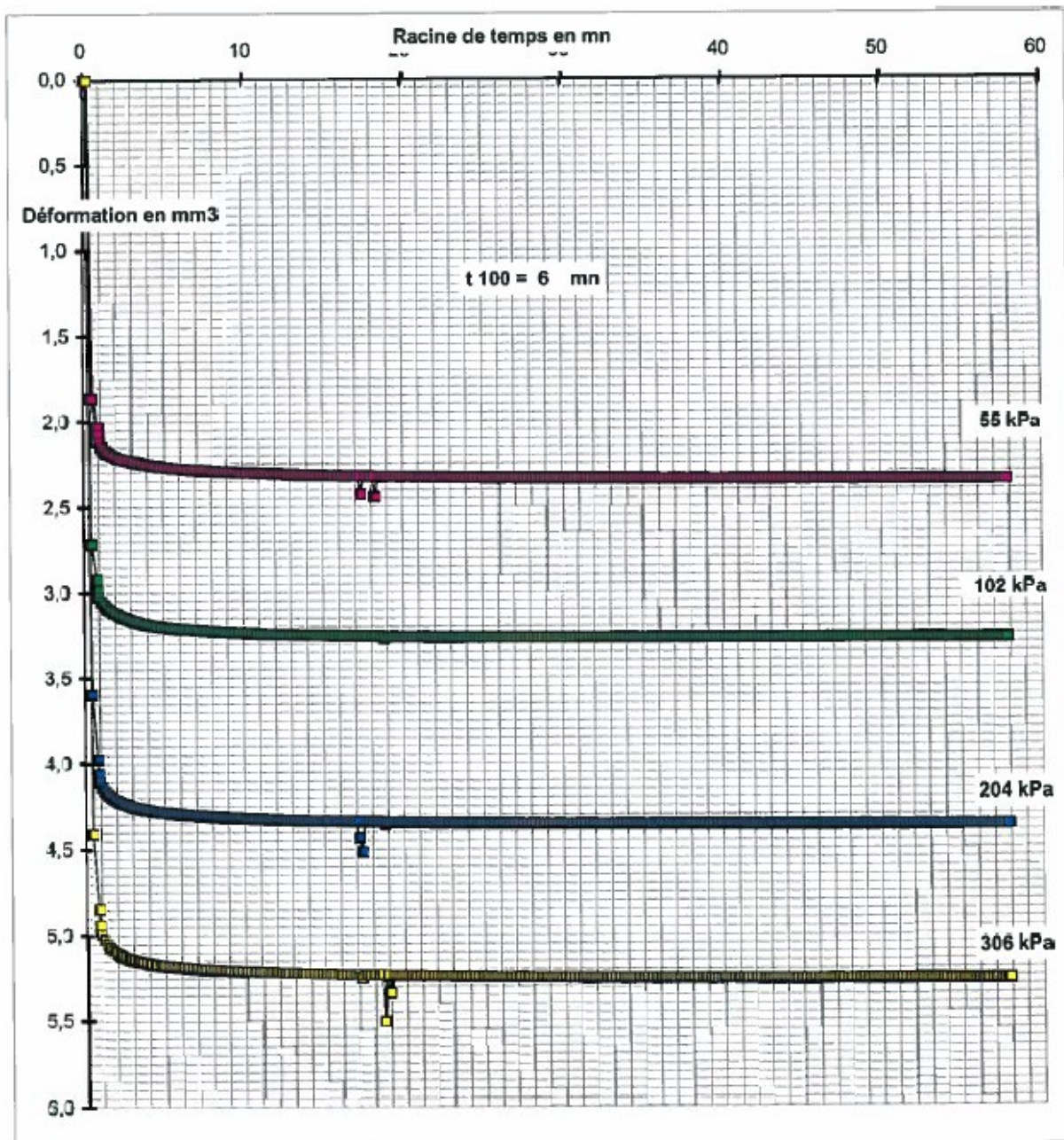


 Direction territoriale Île-de-France	PROCEDURE D'EXECUTION : Essais Mécanique des Sols en Laboratoire Annexe 7 : Procès Verbaux - Essai de Cisaillement Rectiligne Direct	Réf : IF_(PE-GR-R1-08)7 Indice : vp Date d'application : 01/01/2014 page : 2/2
---	--	---

ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT N° D'AFFAIRE :	DATE : 02/11/2016 SONDRAGE : T4 5,5 à 6,0 m

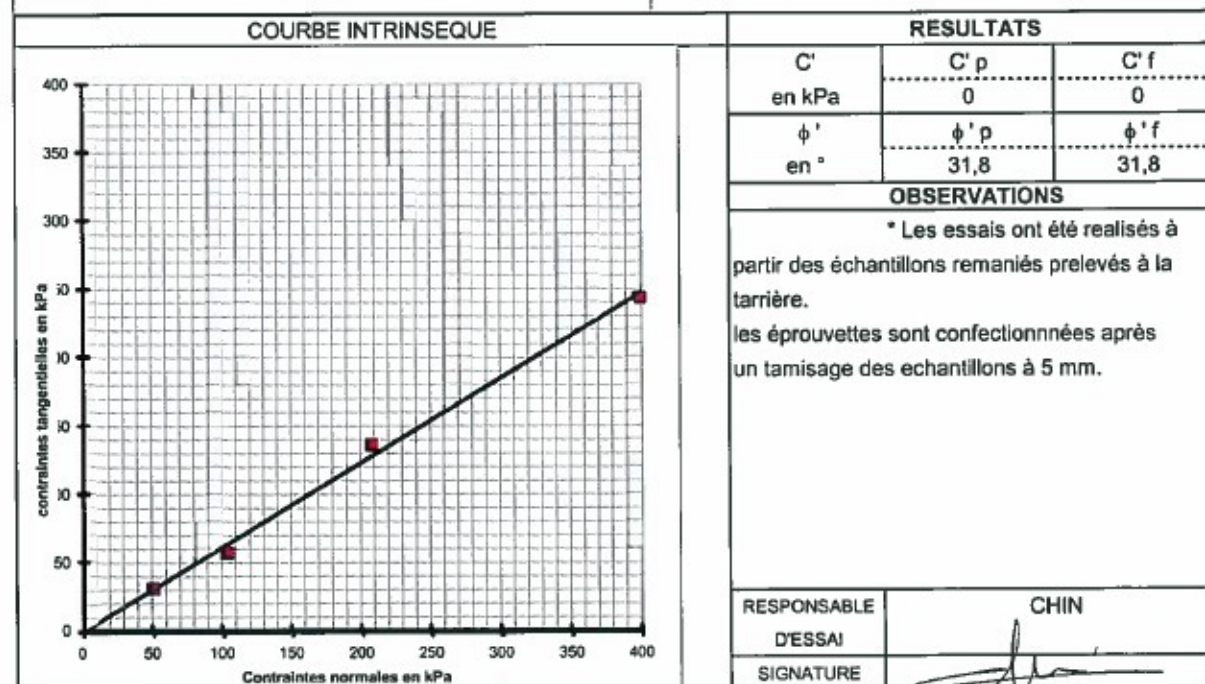
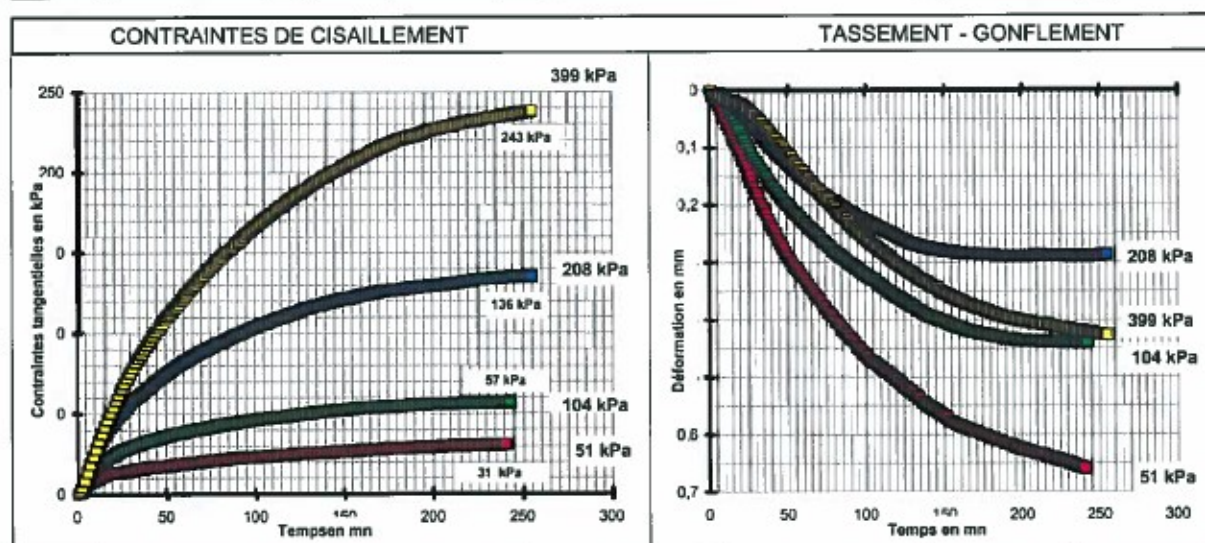
CONSOLIDATION DES EPROUVETTES



ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT	DATE : 07/11/2016
N° D'AFFAIRE :	

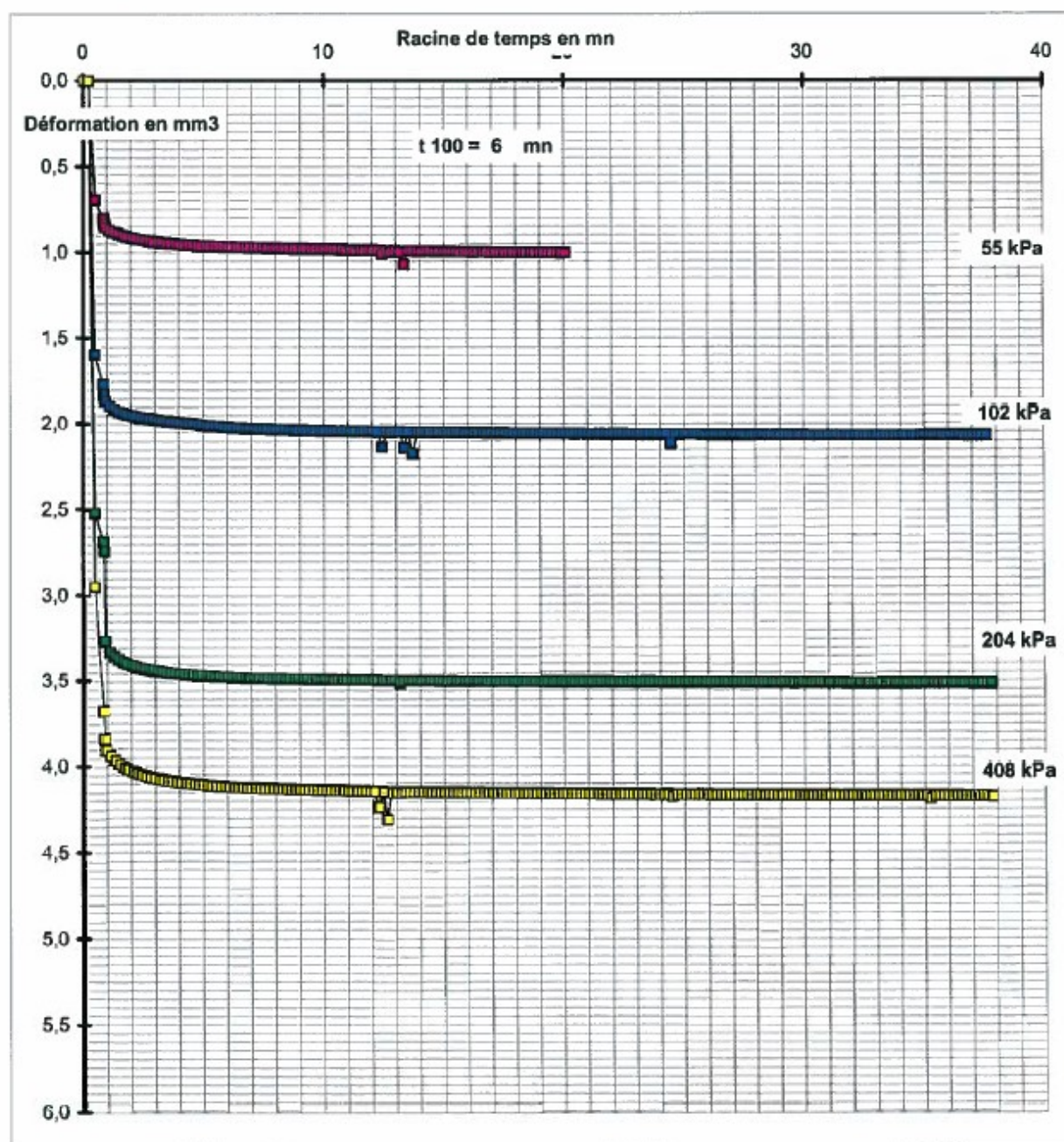
CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES				PARAMETRES
Nature du sol	Sable limoneux	W initiale en %	11,4 - 11,8 - 11,7 - 11,6	Vitesse en mm/mn
Sondage	T 4	W finale en %	16,4 - 15,1 - 13,3 - 12,5	0,021
Profondeur	9,0 à 9,50 m	γ_h en kN/m ³	19,0 - 19,0 - 19,0 - 19,0	Consolidation en kPa
Eprouvettes	H=24mm D=60mm	γ_d en kN/m ³	17,0 - 17,0 - 17,0 - 17,0	51 - 102 - 204 - 408
TYPE D'ESSAI		CISAILLEMENT DIRECT CD		



ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT	DATE : 07/11/2016
N° D'AFFAIRE :	SONDAGE : T4 9,0 à 9,50 m

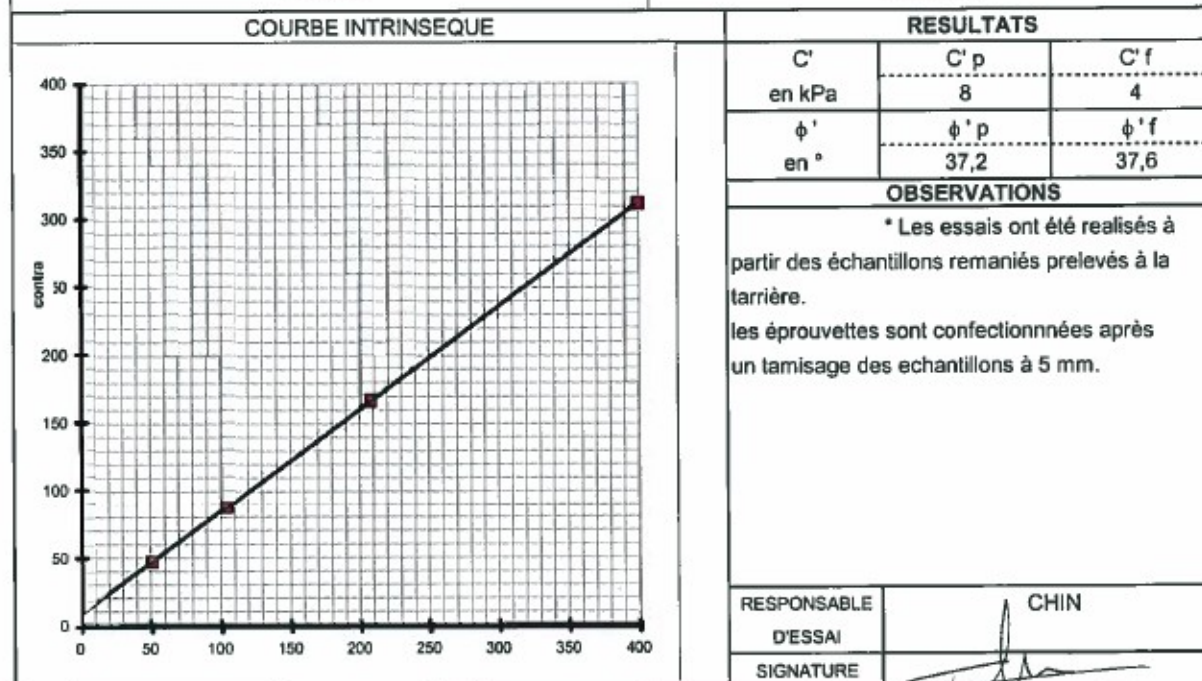
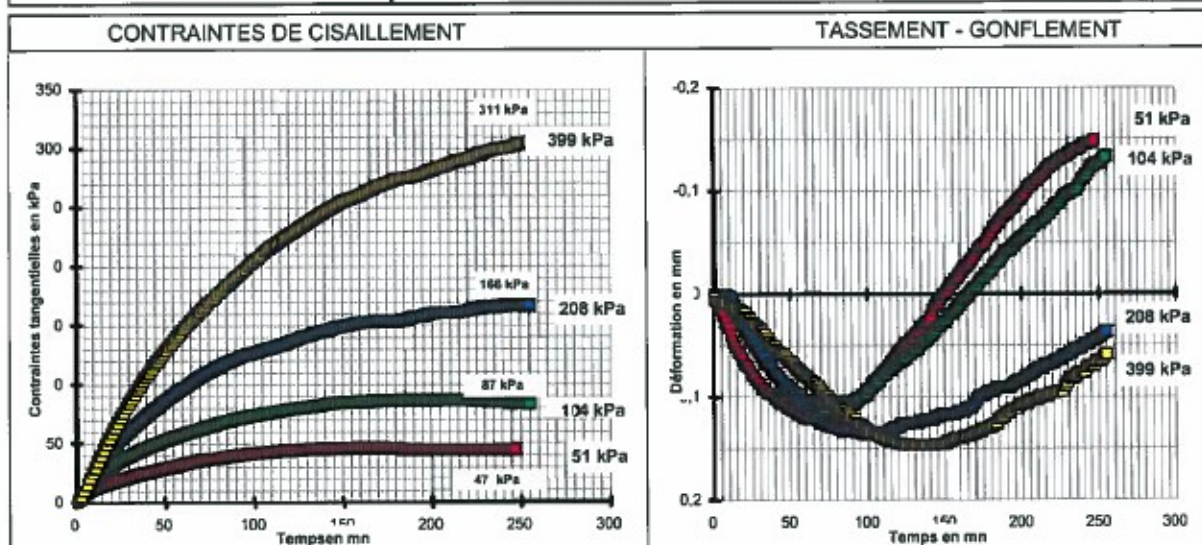
CONSOLIDATION DES EPROUVETTES



ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT	DATE : 17/11/2016
N° D'AFFAIRE :	

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES				PARAMETRES
Nature du sol	Sable limoneux	W initiale en %	14,3 - 15,1 - 15,1 - 15,9	Vitesse en mm/mn
Sondage	T 4	W finale en %	13,2 - 13,0 - 12,6 - 12,3	0,021
Profondeur	11,50 à 12,0 m	γ_h en kN/m ³	21,0 - 21,0 - 21,0 - 21,0	Consolidation en kPa
Eprouvettes	H=24mm D=60mm	γ_d en kN/m ³	18,4 - 18,3 - 18,3 - 18,1	51 - 102 - 204 - 408
TYPE D'ESSAI		CISAILLEMENT DIRECT CD		



 Direction territoriale Île-de-France	PROCEDURE D'EXECUTION : Essais Mécanique des Sols en Laboratoire Annexe 7 : Procès Verbaux - Essai de Cisaillement Rectiligne Direct	Réf : IF_(PE-GR-R1-08)7 Indice : vp Date d'application : 01/01/2014 page : 2/2
---	--	---

ORIGINAL électronique mis en ligne sur le serveur partagé, par DGR

DEPARTEMENT GR	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE Effectué conformément à la Norme NF P94-071-1	
DOSSIER : BOULOGNE BILLANCOURT N° D'AFFAIRE :	DATE : 01/12/2016 SONDAGE : T1 8,50 à 9,0 m	

CONSOLIDATION DES EPROUVETTES

