



MAITRE D'OUVRAGE

Vallée Sud Grand Paris -
28 rue de la Redoute
92260 Fontenay-aux-Roses
Tél: 01.55.95.84.00



Mandataire du groupement et réalisateur
Bouygues Equipements Publics
1 Avenue Eugène Freyssinet
78061 Saint-Quentin-en-Yvelines
07.61.55.62.91



Architecte

HEMAA Architectes
24-32 rue des Amandiers
75020 Paris
01.43.56.05.06



BE Acoustique

Clarity Studio
5 rue de Charonne
75011 Paris
01.42.41.60.31



Paysagiste - Concepteur

Cobe
30 Boulevard Saint-Jacques
75014 Paris
01.43.66.38.30



Terrassement

Brézillon
9 rue de Rome
93290 Tremblay-en-France
06.61.11.72.75



BE TCE

FACÉA
1 Place Jean-Baptiste Clément
Noisy le Grand
01.49.74.12.64



Paysagiste - Réalisateur

EURO-VERT
12 rue du 11 novembre 1918
94460 Valenton
01.43.89.04.04



BE Environnement

EODD
50 Rue Albert
75013 Paris
06.60.83.69.58



Exploitant

DALKIA
6 rue de la marnière
91800 Boussy Saint-Antoine
01.69.00.11.10



D_01_Rapport G2 PRO

FAISA



ESQ



APS



APD



PC



PCM



PRO



DCE



DM



EXE



ECHELLE: 1:1

Indice	Date	Désignation	Dessiné par
0			
1			
2			
3			
4			

BOUYGUES BATIMENT

Ecole de développement durable – EDD

Lieu-dit de Clairbois
CHATENAY-MALABRY (92)

Dossier LGEN.O.0311

Etude géotechnique de conception phase projet (G2 PRO)

Novembre 2024



Division Ingénierie Géotechnique

 **GINGER**
CEBTP

*BOUYGUES BATIMENT***ECOLE DE DEVELOPPEMENT DURABLE**

Lieu-dit de Clairbois

Châtenay-Malabry (92)

Rapport G2 PRO – Etude géotechnique de conception phase projet

Dossier : LGEN.O.0311				Contrat : 2001130209		
Ind	Date	Rédacteurs	Vérificateur	Approbateur	Contenu	Observations
1	18/10/2024	V.ARNASSALON	L.RIVAGE	E. TADBIR	74 pages 8 annexes	Version initiale
2	12/11/2021	V.ARNASSALON	L.RIVAGE	E. TADBIR	74 pages 8 annexes	§7

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

1	Note introductive.....	6
1.1	Contexte du projet.....	6
1.2	Documents communiqués	6
1.2.1	Phase consultation	6
1.2.2	Phase projet	7
1.3	Documents de référence.....	7
2	Projet	9
2.1	Situation.....	9
2.2	Le Projet.....	10
2.2.1	Généralités.....	10
2.2.2	Descente de charges	13
3	Contexte géotechnique	17
3.1	Contexte géologique.....	17
3.2	Contexte hydrogéologique.....	18
3.3	Contexte réglementaire	18
3.3.1	Retrait-gonflement des argiles	18
3.3.2	Remontée de nappe	18
3.3.3	Inondations.....	18
3.3.4	Mouvements de terrain.....	19
3.3.5	Carrières.....	19
4	Investigations réalisées.....	20
4.1	Investigations GEOTEC.....	20
4.2	Investigations GINGER CEBTP	23
5	Examen des résultats.....	27
5.1	Nature des sols et caractéristiques géotechniques	27
5.1.1	Remblais.....	27
5.1.2	Colluvions	31
5.1.3	Argiles à meulière.....	34
5.1.4	Sables et Grès de Fontainebleau	36
5.2	Géométrie des horizons	42
5.3	Niveau d'eau	44
5.3.1	Mesures de GEOTEC	44
5.3.2	Mesures de GINGER CEBTP	45
5.4	Essai d'eau de type Lefranc	45

5.5	Essais d'infiltration Matsuo.....	46
5.6	Agressivité chimique des sols vis-à-vis des bétons	47
5.6.1	Agressivité des sols	47
5.6.2	Agressivité des eaux	48
5.6.3	Agressivité des milieux ambiants.....	49
5.7	Essais en laboratoire	49
6	Synthèse des résultats	50
6.1	Synthèse géotechnique.....	50
6.2	Synthèse hydrogéologique	51
7	Conclusions	52
7.1	Terrassements.....	52
7.2	Voiles périmétriques d'infrastructure.....	53
7.3	Fondations.....	56
7.3.1	Principes généraux.....	56
7.3.2	Justification des pieux	57
7.3.3	Justification du béton	58
7.3.4	Coupe de calcul	61
7.3.5	Calcul des pieux sous sollicitations verticales	62
7.3.6	Dispositions constructives	64
7.4	Dalles basses	65
7.5	Mise hors d'eau	65
7.5.1	Niveaux d'eau caractéristiques	65
7.5.2	Protection du bâtiment en phase de service	68
7.5.3	Protection du bâtiment en phase chantier	71
7.6	Contrôles.....	72
7.6.1	Pieux	72
7.6.2	Plateforme de pieux et de dallage	72
7.6.3	Compactage	72
7.6.4	Voiles périmétriques d'infrastructure	72
8	Incertitudes résiduelles	73
9	Etudes ultérieures	74

Annexes

Annexe 1 : Résultats des investigations de GEOTEC

- *Sondages à la pelle mécanique*
- *Sondages carottés*
- *Sondages pressiométriques*
- *Sondage destructif*

Annexe 2 : Coupe du sondage pressiométrique PR101

Annexe 3 : Coupe du sondage à la tarière FT102

Annexe 4 : Coupe du sondage destructif FD103

Annexe 5 : Coupe technique du piézomètre FD-Pz103

Annexe 6 : Résultats des essais d'infiltration Matsuo

Annexe 7 : Résultats des analyses chimiques en laboratoire

Annexe 8 : Résultats des essais en laboratoire de GEOTEC

1 Note introductive

1.1 Contexte du projet

A la demande et pour le compte de BOUYGUES BATIMENT, GINGER CEBTP a réalisé une mission géotechnique de conception phase projet G2 PRO dans le cadre de la construction d'une école de développement durable EDD et d'une mare à Châtenay-Malabry (92).

Les problématiques à étudier pour le bâtiment EDD et la mare sont les suivantes :

- Réaliser des essais pressiométriques jusqu'à 25m de profondeur pour dimensionner les pieux,
- Identifier la présence potentielle de Grès dans les Sables de Fontainebleau,
- Prédimensionner les portances de pieux par gammes de charges, types, diamètres de pieux,
- Installer un piézomètre au droit de l'EDD,
- Conclure sur les niveaux de nappes EB, EC, EH et EE,
- Si nappe basse : varier les parois contre terre en VPP ou talutage et voiles banchés,
- Vérifier la protection de sous-sol : cuvelage partiel et sous-sol inondable pour un niveau EH,
- Conclure sur les sujétions éventuelles de transparence hydraulique
- Réaliser des mesures et des prélèvements pour l'agressivité sur les bétons (sols et nappe),
- Réaliser des mesures de perméabilité d'infiltration autour de la mare (essais Matsuo).

1.2 Documents communiqués

Pour mener à bien cette mission, les documents suivants nous ont été communiqués :

1.2.1 Phase consultation

- Rapport d'investigations géotechniques société GEOTEC : réf 2022/00703/PARIS du 03/06/2022,
- Rapport de mission G2 AVP société GEOS réf. PP1291.18 R2.2 indice 2 du 12/08/2022,
- Carnet graphique MGP de Bouygues Bâtiment IDF Equipements publics,
- DDC sommaire du BET FACEA par email du 07/05/2024,
- Minute de principe STR06 version 3,
- Plan masse EDD (.dwg Autocad),
- Plan situation (.dwg Autocad),
- Plan géomètre (.dwg Autocad),
- Présentation powerpoint « Châtenay_Ecole du DD_Présentation »,

- Coupe de principe sur pieu STR07,
- Dossier DCE/D. Dossier de site,
- Devis d'entreprises de pieux,
- Offre Bouygues : Extraits,
- Photos du 6 Mars 2024,
- Photos du 16 juillet 2024.

1.2.2 Phase projet

- Carnet graphique mis à jour phase APS en date du 19/09/2024 :
 - o Plan masse général du projet,
 - o Plan du RDC,
 - o Plan du sous-sol,
 - o Coupes.
- Plan de principe des fondations établi par FACEA GROUP en date du 02/10/2024,
- Plan de repérage des pieux établi par FACEA Group en date du 02/10/2024,
- Descente de charges établie par FACEA Group en date du 02/10/2024.

Une réunion s'est tenue le 30/09/2024 en présence de BOUYGUES BATIMENT et GINGER CEBTP.

1.3 Documents de référence

Nos prestations sont effectuées dans le cadre des documents suivants (normes en vigueur sur le territoire français) :

- Norme NF P94-500 classification des missions géotechniques de novembre 2013.
- Eurocodes structuraux (normes NF EN 1990 à 1999), et en particulier les normes relatives au Calcul Géotechnique :
 - o NF EN 1997-1 - Eurocode 7 : Calcul Géotechnique, Partie 1 : Règles Générales,
 - o NF EN 1997-2 - Eurocode 7 : Calcul Géotechnique, Partie 2 : Reconnaissance des terrains et essais.
- Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 :
 - o NF P 94-261 de juin 2013 : Justification des ouvrages géotechniques
 - o Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles.
 - o NF P 94-262 de juillet 2012 : Justification des ouvrages géotechniques
 - o Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations profondes.
 - o NF P 94-262/A1 de juillet 2018 : Amendement 1.
 - o NF P 94-282/A2 de novembre 2020 : Amendement 2.

- Normes d'application nationale de l'Eurocode 2 : Calculs des structures en béton armé.
- NF DTU 13.3 de décembre 2021 : Travaux de dallages.
- NF DTU 14.1 de novembre 2020 : DTU 14.1 – Travaux de cuvelage.
- Guide des terrassements, des remblais et des couches de forme – CEREMA – IDRRIM - mai 2023,
- Recommandations pour la conception, le dimensionnement, l'exécution et le contrôle de la technique des voiles par passes – CFMS – septembre 2023.

2 Projet

2.1 Situation

Le terrain étudié se localise à Châtenay-Malbry (92) le long de la route de Bièvres, RN306/RD906, à hauteur de la rue du Val de Grâce au niveau du lieu-dit le « Clairbois ».

Il s'agit de la parcelle cadastrée de section M, numéro 17 d'une emprise foncière de l'ordre de 23 990 m².

Elle est bordée par la route départementale 306 à l'ouest, une entreprise de bâtiment et la parcelle M14 au nord et la forêt domaniale de Verrières à l'est et au sud.

Elle se situe au pied d'un coteau d'altimétrie +166/+165 NGF environ (forêt de Verrières). Plus généralement, la route et le site sont encaissés, à l'Ouest le plateau se situe vers +171 /+172 NGF.

La topographie générale du site est relativement plane et comprise entre +148.0 et +147.0 NGF.

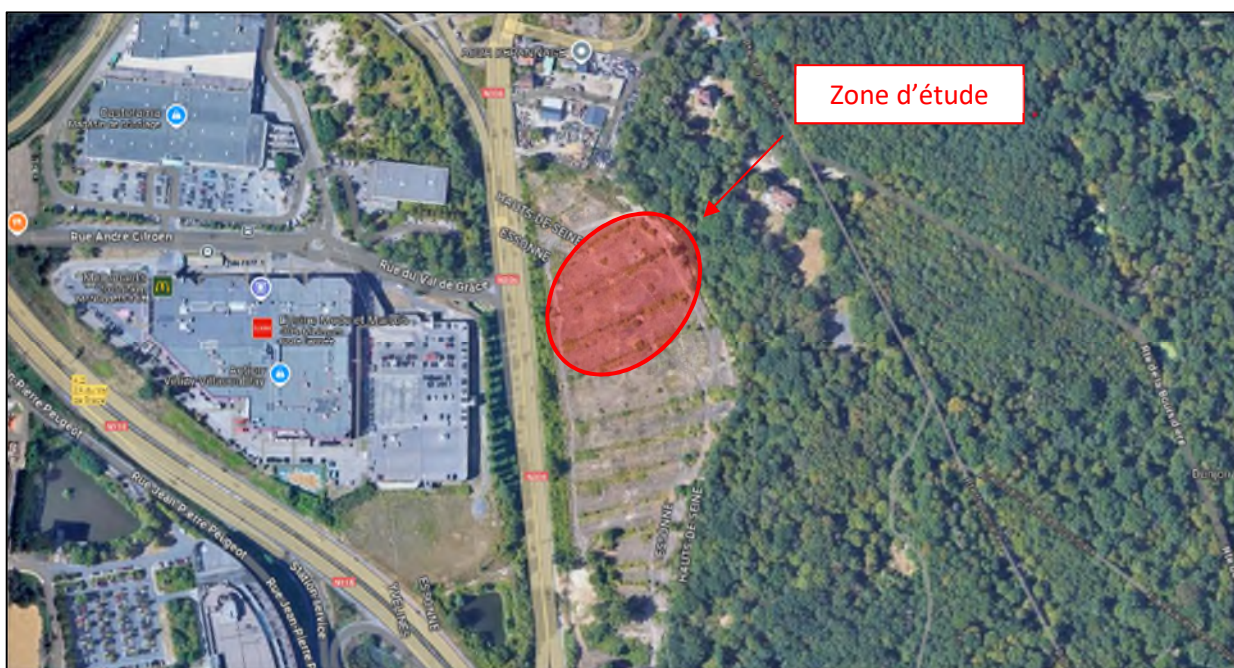


Figure 1 - Plan de situation – Google Maps

Le site est un terrain en friche, libre de toute construction hormis une mare écologique récemment aménagée pour la gestion des eaux pluviales du site.

2.2 Le Projet

2.2.1 Généralités

Le projet consiste en la réalisation d'un bâtiment en bois de type R+2 à R+3 avec une toiture terrasse sur un niveau d'infrastructure.

Le niveau de sous-sol est à usage de stationnement ; il comprendra quelques locaux techniques. La structure est prévue en poteaux et poutres béton armé pour l'infrastructure. Le MOA a choisi de rendre le sous-sol inondable au moyen d'évents de décompression.

Les niveaux des planchers bas sont le suivants :

- RDC : +148.0 NGF,
- SS1 : +145.0 NGF.

Le projet comporte également une surverse sur le pourtour de la mare existante pour infiltrer les eaux excédentaires.

PLAN DE SITUATION :

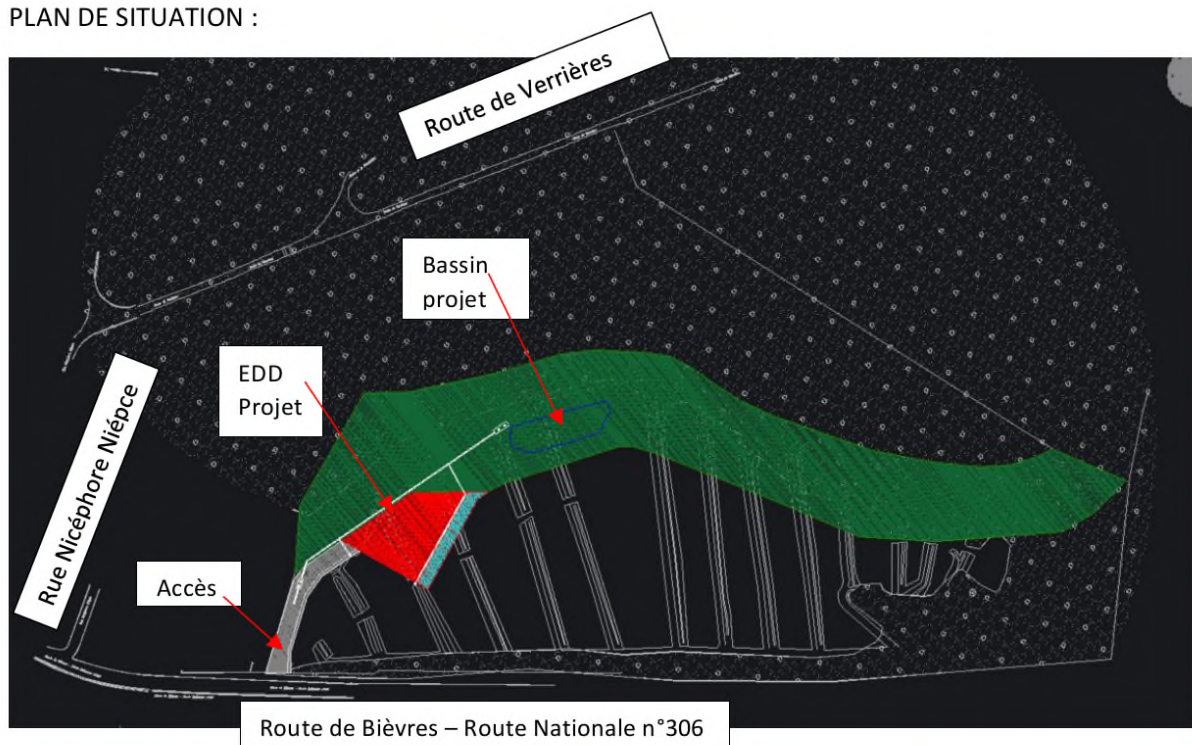


Figure 2 – Plan masse de la parcelle du projet – BY Bâtiment

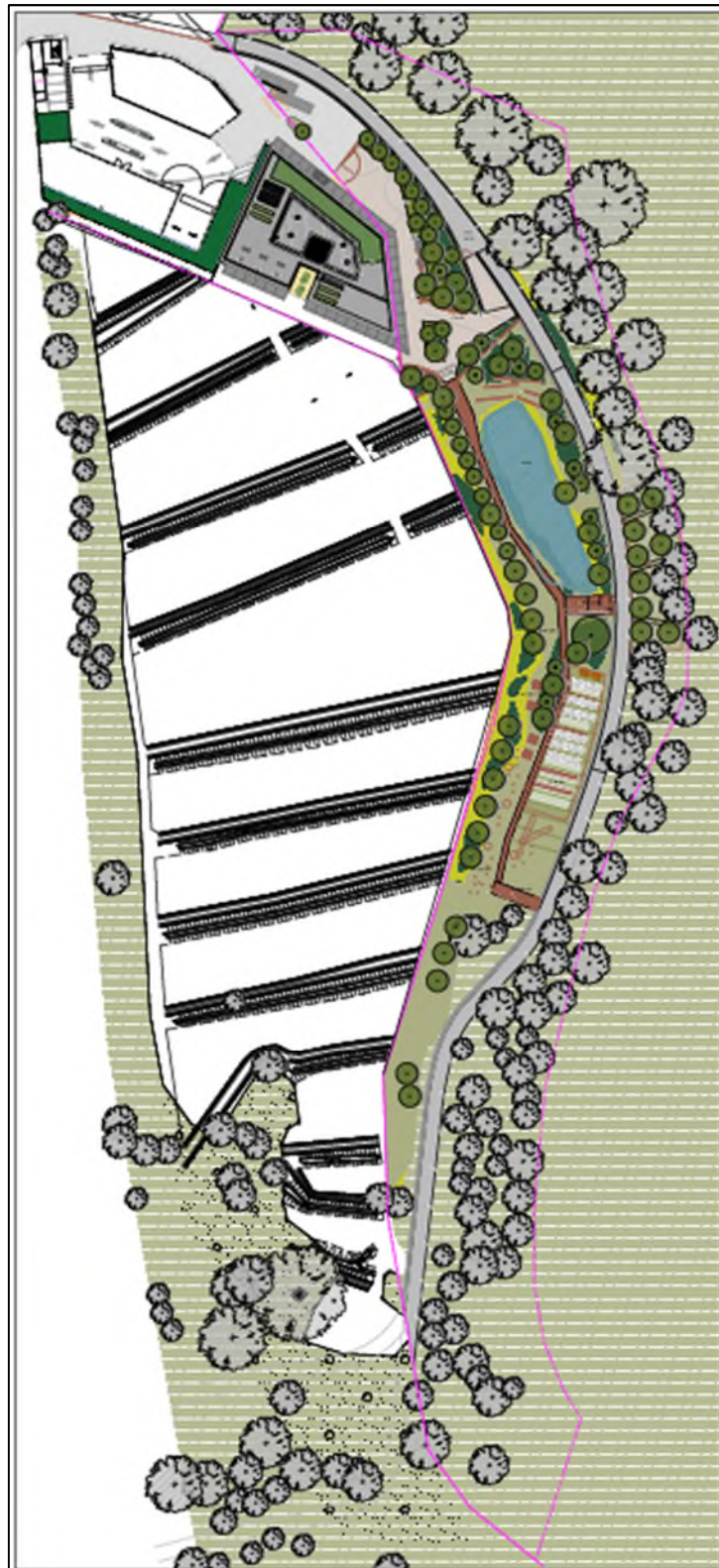


Figure 3 – Plan masse du projet – BY Bâtiment APS

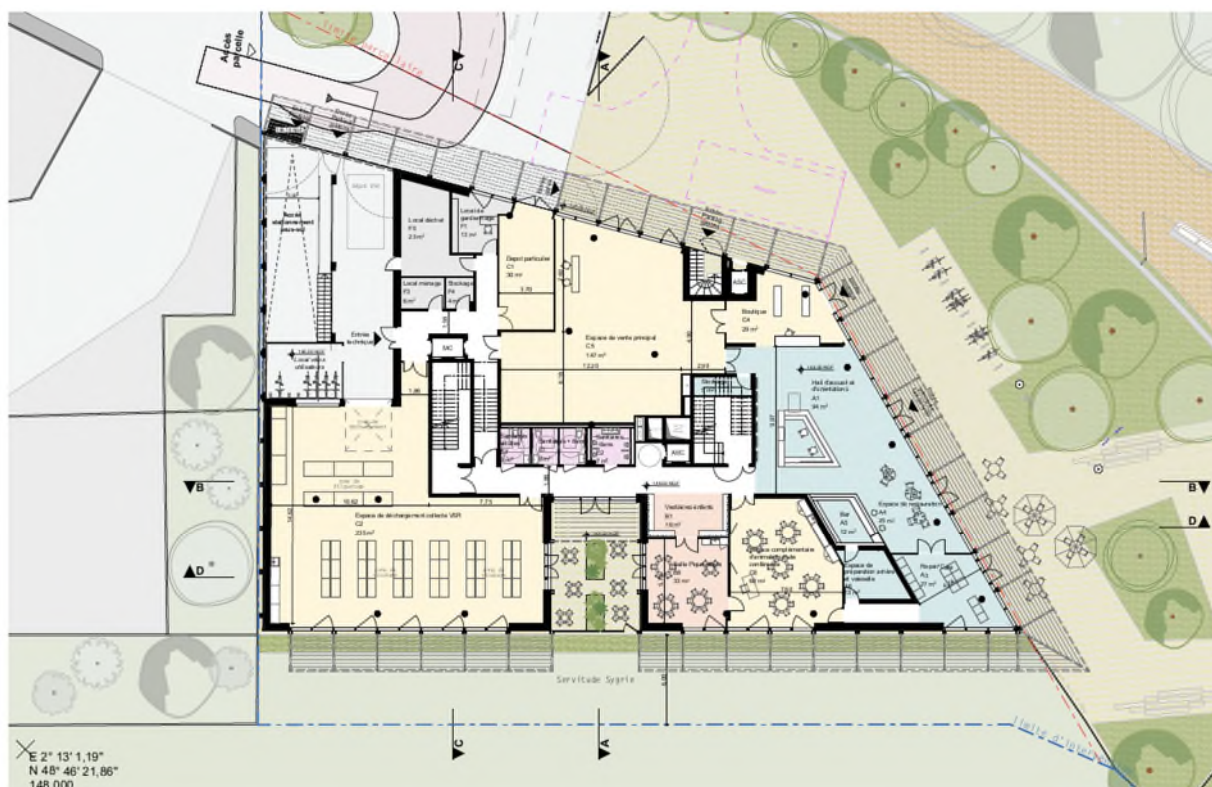


Figure 4 – Plan masse du sous-sol – BY Bâtiment APS

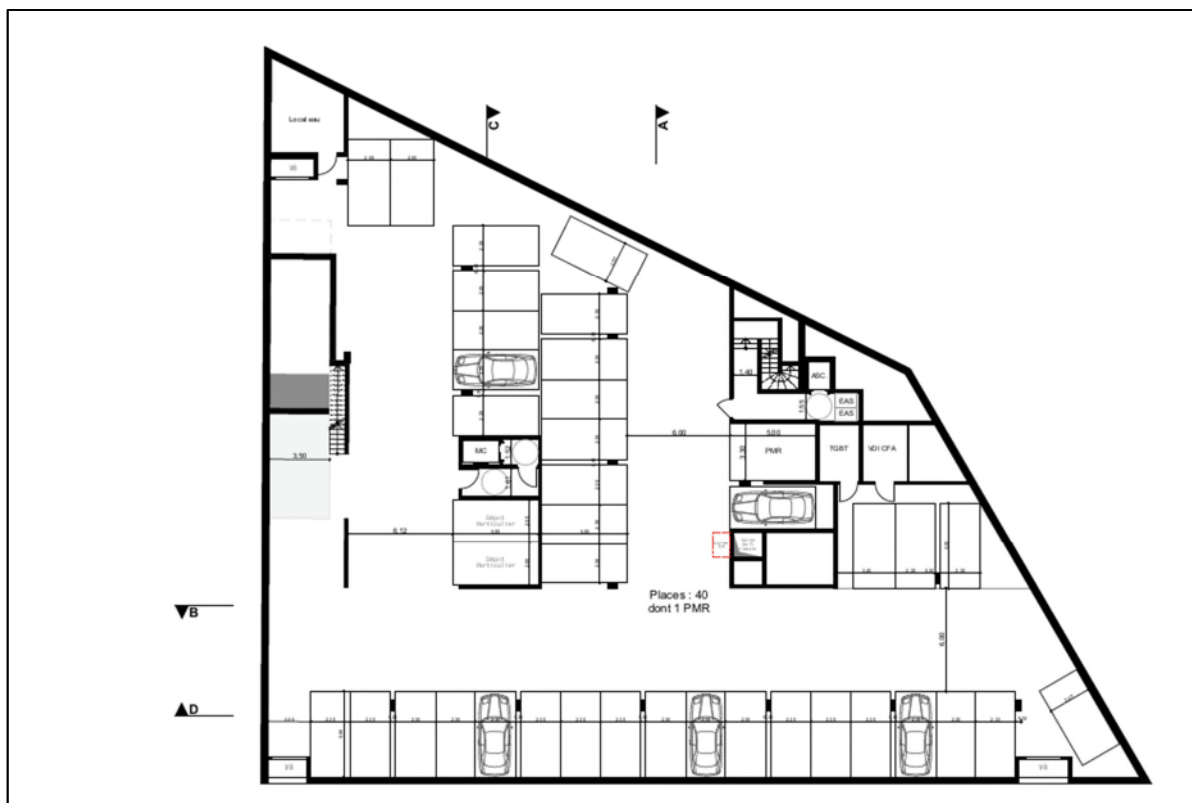


Figure 5 – Plan masse du sous-sol – BY Bâtiment APS



Figure 6 – Coupes du projet – BY Bâtiment

2.2.2 Descente de charges

Le bâtiment est prévu sur pieux forés.

Les plans de fondations et de repérage des pieux ainsi que la descente de charges ont été fournis par FACEA GROUP le 02/10/2024.

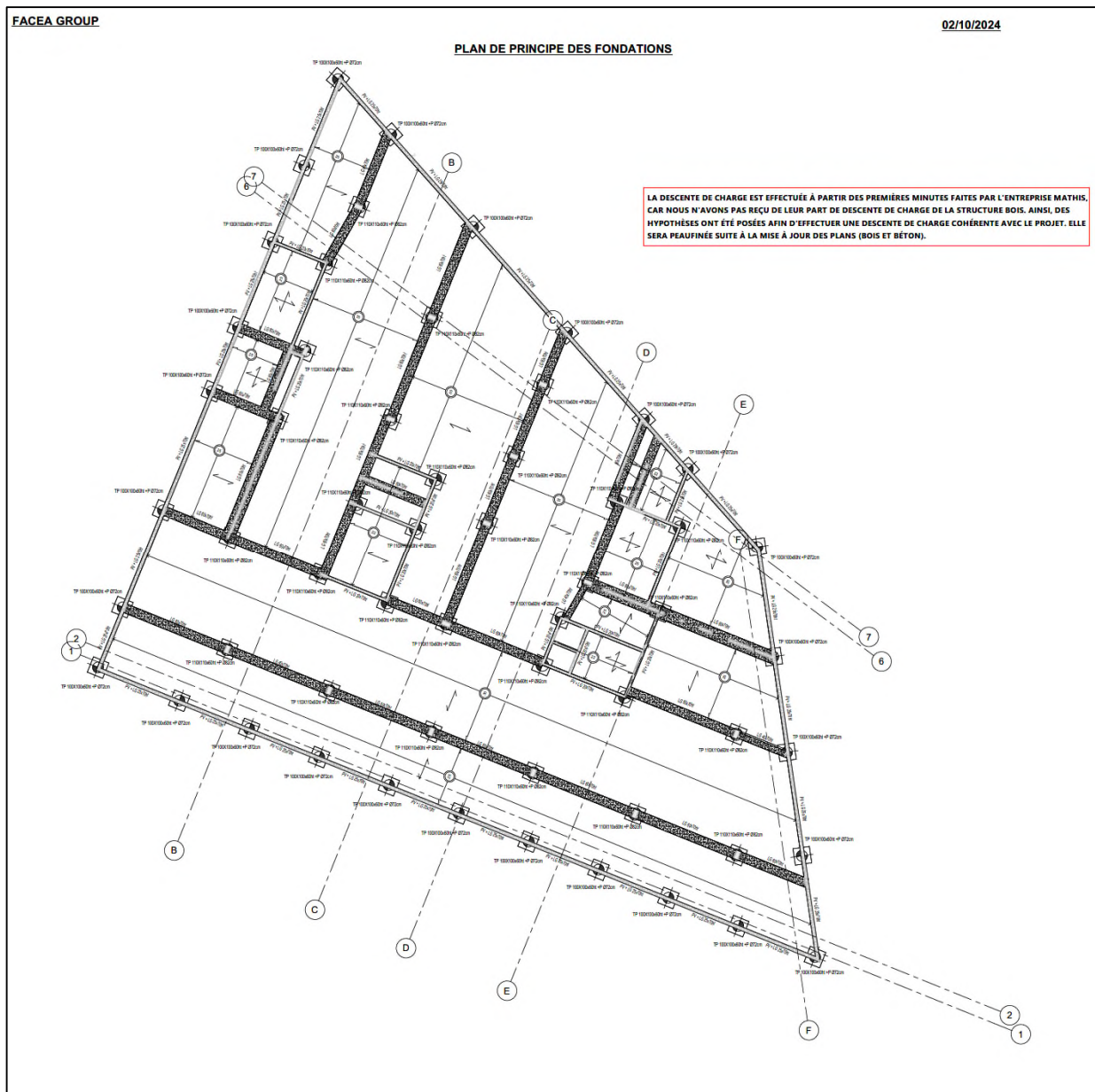


Figure 7 – Plan de principe des fondations – FACEA Group

FACEA GROUP

02/10/2024

PLAN DE REPERAGE DES PIEUX

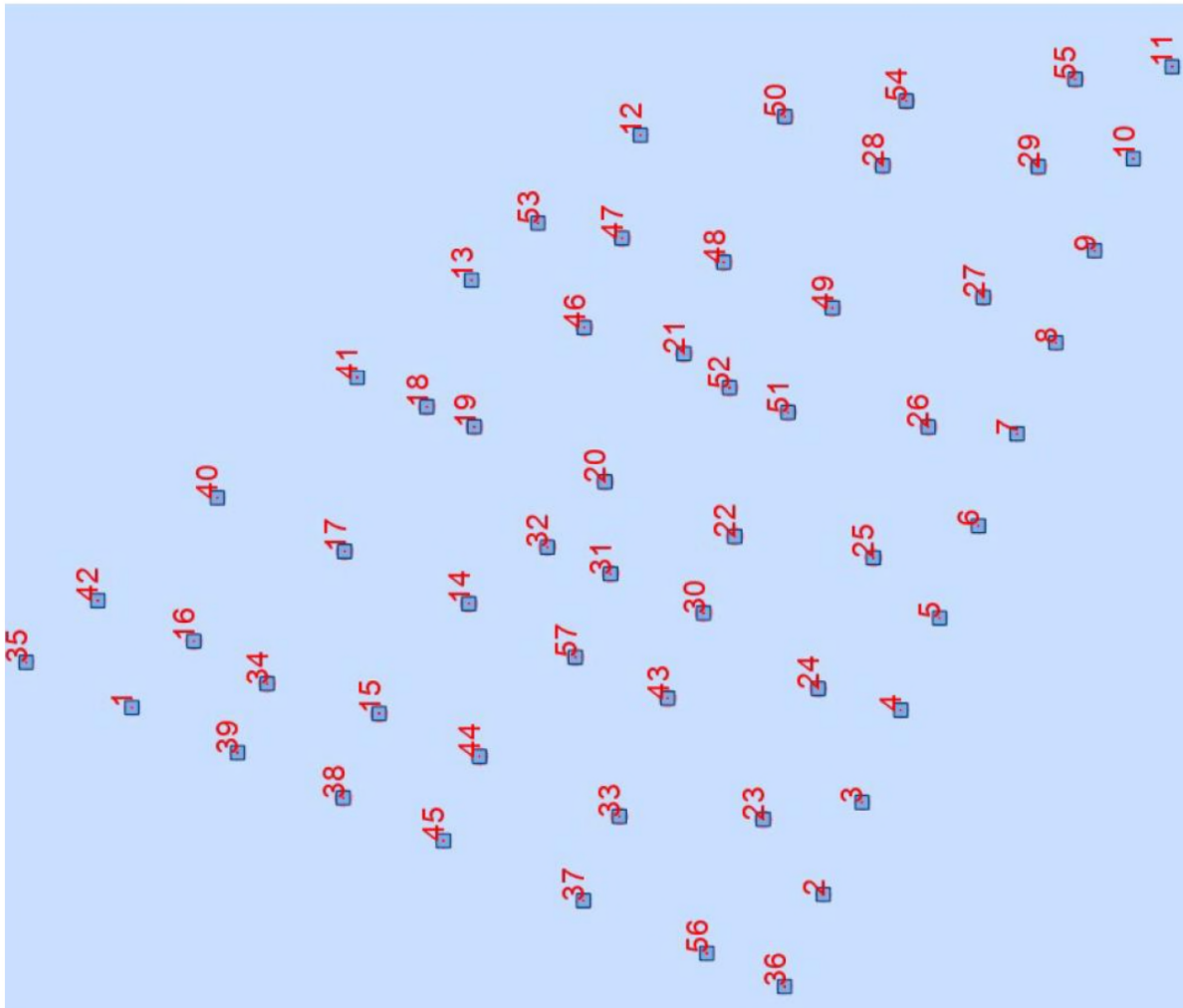


Figure 8 – Plan de repérage des pieux – FACEA Group

Descente de charge

Nœud	G[kN]	Q[kN]	ELS[kN]	ELU[kN]
1	341,87	82,22	424,09	584,86
2	609,80	274,08	883,88	1234,35
3	829,62	402,14	1231,76	1723,20
4	707,16	306,13	1013,29	1413,86
5	651,13	252,02	903,15	1257,06
6	641,95	202,28	844,23	1170,06
7	248,44	54,11	302,55	416,55
8	1210,16	495,56	1705,72	2377,06
9	852,84	315,53	1168,37	1624,63
10	425,94	97,48	523,42	721,23
11	369,98	77,35	447,33	615,50
12	883,82	235,61	1119,43	1546,56
13	1010,87	315,20	1326,07	1837,48
14	1530,03	625,97	2156,00	3004,49
15	1414,42	561,62	1976,04	2751,90
16	463,28	154,18	617,46	856,69
17	2582,39	960,10	3542,49	4926,37
18	1086,80	325,56	1412,36	1955,52
19	1791,86	615,22	2407,08	3341,84
20	2338,81	908,98	3247,79	4520,86
21	1777,77	577,13	2354,90	3265,68
22	2088,35	916,52	3004,87	4194,06
23	1443,97	910,20	2354,17	3314,66
24	1332,67	776,09	2108,76	2963,24
25	1204,74	545,50	1750,24	2444,64
26	986,88	388,86	1375,74	1915,58
27	1831,26	815,60	2646,86	3695,61
28	1156,32	417,42	1573,74	2187,16
29	927,05	370,42	1297,47	1807,14

Figure 9 – Descente de charges – FACEA Group

3 Contexte géotechnique

3.1 Contexte géologique

D'après la carte géologique de Corbeil au 50.000^{ème}, le contexte géologique prévisible est le suivant :

- Remblais,
- Sables et Grès de Fontainebleau.

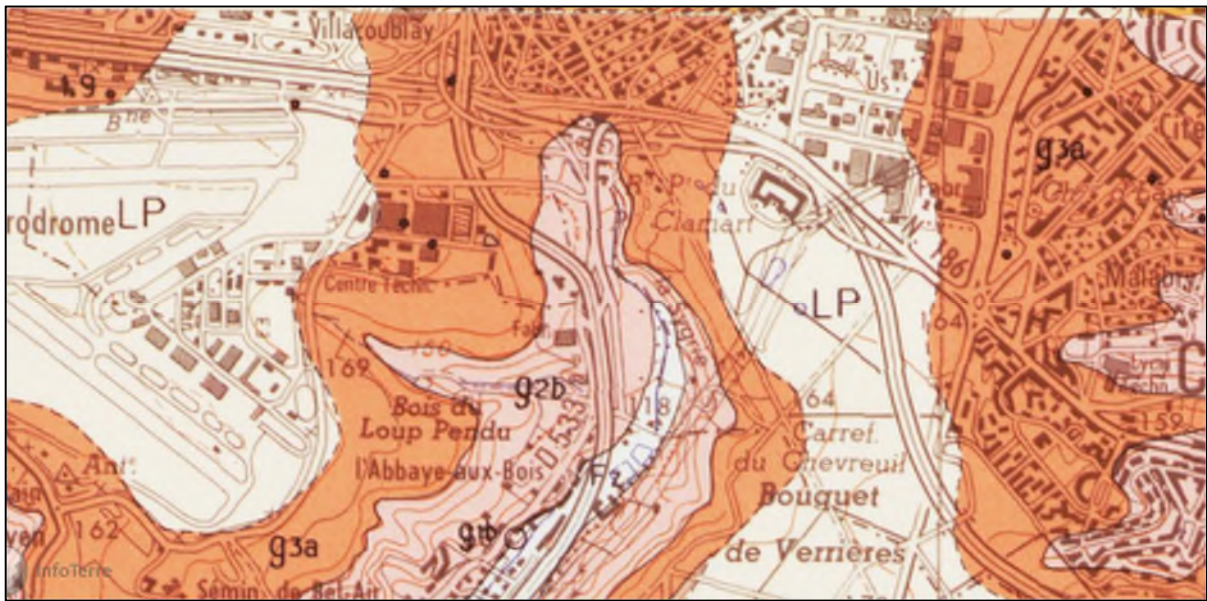


Figure 10 – Extrait de la carte géologique au 50000^{ème} de Corbeil

Toutefois d'après les sondages réalisés par GEOTEC et les données en notre possession, le contexte pourrait être le suivant :

- Couverture de remblais urbains d'épaisseur variable,
- Colluvions mêlant les Limons des Plateaux, les Argiles à Meulière et les Sables et Grès de Fontainebleau,
- Argiles à Meulière résiduelles : toit vers +139.1 NGF,
- Sables et Grès de Fontainebleau : toit vers +134.5 NGF.

3.2 Contexte hydrogéologique

La nappe des Sables et Grès de Fontainebleau est une nappe profonde n'intéressant pas le projet.

Compte tenu du contexte géologique, des circulations collinaires de versant peuvent se produire ainsi que des circulations d'eau superficielles et des infiltrations dans les terrains de couverture (remblais et Colluvions).

Par ailleurs, des rétentions d'eau peuvent également exister au toit des Argiles à meulière (nappes perchées) alimentées par les eaux météoriques.

Des poches d'eau peuvent également se former en profondeur dans les niveaux de meulière.

La carte géologique mentionne la présence du ru de la Sygrie s'écoulant du nord vers le sud de la parcelle. La source se trouve au lieu-dit Clairbois, à proximité immédiate de l'échangeur du Petit-Clamart, à l'extrême nord de la commune de Bièvres (altitude +160 NGF environ).

Ce ru dont la profondeur est estimée à 8 m est actuellement canalisé.

3.3 Contexte réglementaire

3.3.1 Retrait-gonflement des argiles

D'après le site georisques.gouv.fr, la parcelle se situe en zone d'aléa modéré vis-à-vis du risque retrait gonflement des argiles.

3.3.2 Remontée de nappe

D'après le site georisques.gouv.fr, la parcelle cadastrale se situe :

- en zone potentiellement sujette aux inondations de cave : fiabilité moyenne,
- en zone potentiellement sujette aux débordements de nappe : fiabilité forte.

3.3.3 Inondations

La parcelle n'est pas concernée par le PPRI des Hauts de Seine.

3.3.4 Mouvements de terrain

D'après le site géorisques.gouv.fr, la parcelle n'est pas concernée par le risque mouvement de terrain.

3.3.5 Carrières

D'après l'Atlas des carrières de l'IGC Paris et Versailles et le PPR de la ville de Châtenay-Malabry (périmètre des zones de risques carrières) la parcelle ne se situe pas au droit d'anciennes exploitations souterraines ou à ciel ouvert.

4 Investigations réalisées

4.1 Investigations GEOTEC

Dans le cadre de l'étude de l'aménagement de la parcelle cadastrale M17 – Zone urbaine de la Sygrie, GEOTEC a réalisé une campagne d'investigations en mars 2022 qui a comporté :

- **7 fouilles à la pelle mécanique FM1 à FM7** descendues entre 3 m et 3,2/TN afin de décrire les sols et prélever des échantillons en vue des essais en laboratoire.
- **4 sondages pressiométriques SP1 à SP4 descendus à 15m** de profondeur, avec essai pressiométrique tous les mètres. Les paramètres de forage ont été enregistrés : VIA, PO, PI et CR.
- **5 sondages carottés SC1 à SC5 descendus entre 15 et 20 m de profondeur** afin de décrire les terrains, prélever des échantillons pour réalisation d'essais en laboratoire et poser des piézomètres.
- **1 sondage destructif SD8 descendu à 10m de profondeur** afin de procéder à la pose d'un piézomètre.
- **6 équipements piézométriques en diamètre 52/60 mm** pour déterminer le niveau de la nappe et ses fluctuations, mis en œuvre au droit :
 - o Du sondage SD8 : crépiné entre 1 et 10 m de profondeur,
 - o Des sondages SC1 à SC4 : crépinés entre 1 et 6 m de profondeur,
 - o Du sondage SC5 : crépiné entre 7 et 20 m de profondeur.
- **8 essais d'eau de type Lefranc** au droit des sondages carottés SC2 et SC3.
- **Des essais en laboratoire** comprenant :
 - o 17 analyses GTR,
 - o 2 essais Proctor+IPI,
 - o 4 essais de cisaillement rectiligne CD
 - o 2 essais triaxiaux CU+u.
- **Des analyses environnementales.**

Les sondages ont été effectués depuis les altitudes et jusqu'aux cotes et profondeurs suivantes :

N° Sondage	Altitude en tête (NGF)	Profondeur atteinte (m)	Altitude atteinte (NGF)
FM1	+148.1	2,80	+145.3
FM2	+148.4	3,00	+145.4
FM3	+147.8	3,00	+144.8
FM4	+146.2	3,00	+143.2
FM5	+147.1	3,10	+144.0
FM6	+144.3	3,10	+141.2
FM7	+141.6	3,20	+138.4
SP1	+147.8	15,00	+132.8
SP2	+147.8	15,00	+132.8
SP3	+146.1	15,00	+131.1
SP4	+145.9	15,00	+13.09
SC1	+148.5	15,00	+133.5
SC2	+147.4	15,00	+132.4
SC3	+146.1	15,00	+131.1
SC4	+146.0	15,00	+131.0
SC5	+147.3	20,00	+132.3
SD8	+138.8	10,00	+118.8

Le plan d'implantation des sondages est fourni ci-après.

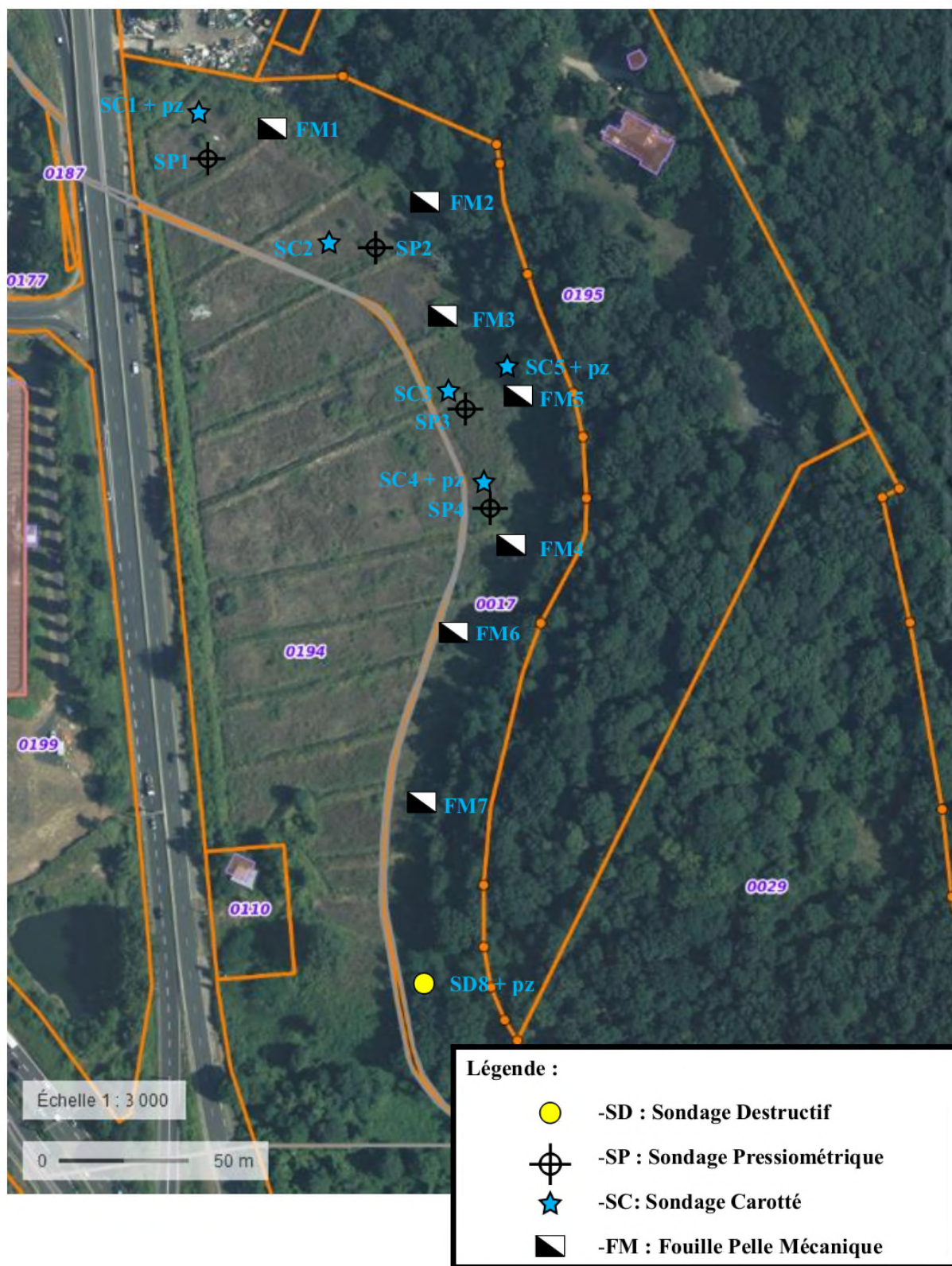


Figure 11 – Implantation des sondages de GEOTEC – Mars 2022

4.2 Investigations GINGER CEBTP

Dans le cadre de ce projet, il a été réalisé les investigations complémentaires suivantes en septembre 2024 :

- **1 sondage pressiométrique PR101 descendu à 25m** de profondeur, avec 7 essais pressiométriques tous les 1,50 m à partir de 15 m de profondeur. Les paramètres de forage ont été enregistrés : VIA, PO, PI et CR.
- **1 sondage à la tarière FT102 descendu à 5m de profondeur** afin de décrire les terrains superficiels en présence et prélever des échantillons de sol pour analyses chimiques en laboratoire.
- **1 sondage destructif FD103 descendu à 8m de profondeur** afin de procéder à la pose d'un piézomètre.
- **1 équipement piézométrique PZ103 en diamètre 51/60 mm** comportant une crépine entre 1,80m et 8m de profondeur afin de mesurer le niveau de la nappe éventuelle et de prélever des échantillons d'eau en vue des analyses chimiques en laboratoire.
- **2 fouilles à la pelle mécanique M01 et M02** de 1m de profondeur pour la réalisation d'un essai d'infiltration.
- **2 essais d'infiltration de type Matsuo M01 et M02.**
- **Des analyses chimiques en laboratoire** sur des échantillons d'eau et de sols prélevés au droit du piézomètre (1 échantillon d'eau) et du sondage à la tarière (2 échantillons de sols) afin de déterminer l'agressivité de ces milieux vis-à-vis des bétons.

Les sondages ont été effectués depuis les altitudes et jusqu'aux cotes et profondeurs suivantes :

N° Sondage	Altitude en tête (NGF)	Profondeur atteinte (m)	Altitude atteinte (NGF)
PR101	+147.7	25,0	+122.7
FT102	+147.6	5,0	+142.6
FD/Pz103	+147.5	8,0	+139.5
M01	+147.1	1,0	+146.1
M02	+146.8	1,0	+145.8

Nous fournissons ci-dessous l'implantation des sondages et des fouilles.

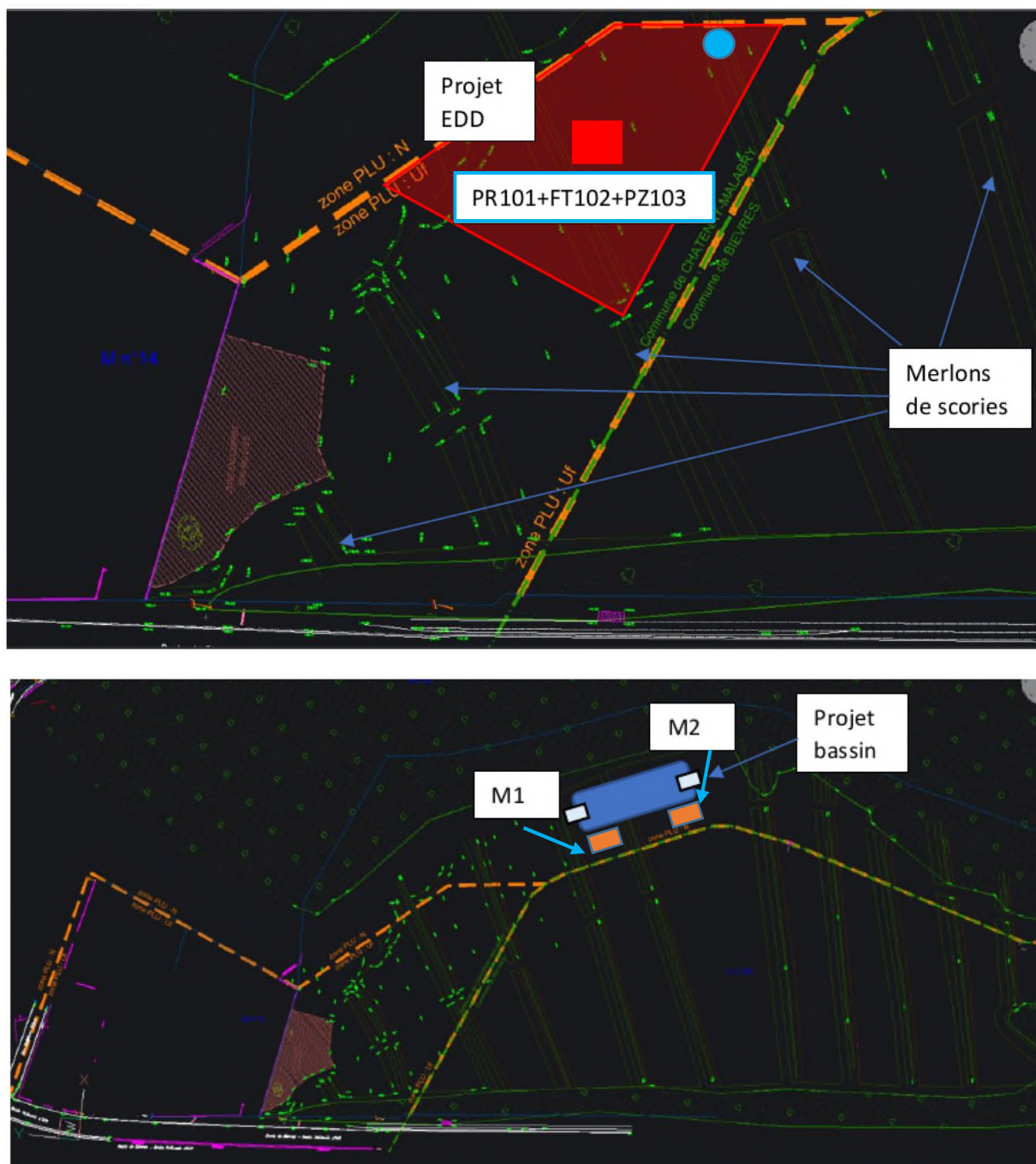


Figure 12 – Implantation des sondages et des fouille de GINGER CEBTP – Septembre 2024

Commentaires :

Les sondages de GEOTEC qui concernent le projet de BY sont listés ci-dessous :

- En premier, ceux qui se situent au droit du projet,
- En second, ceux qui se situent à proximité immédiate

- Projet EDD :
 - ➔ SP2 et SC2,
 - ➔ FM1, FM2, et FM3.

- Projet Mare :
 - ➔ SP3, SC3, SC5-Pz et FM5,
 - ➔ SC4-Pz et FM4.

Les sondages suivants se situent en dehors du secteur du projet BY :

- SP1, SC1-Pz, FM6, FM7 et SD8-Pz.

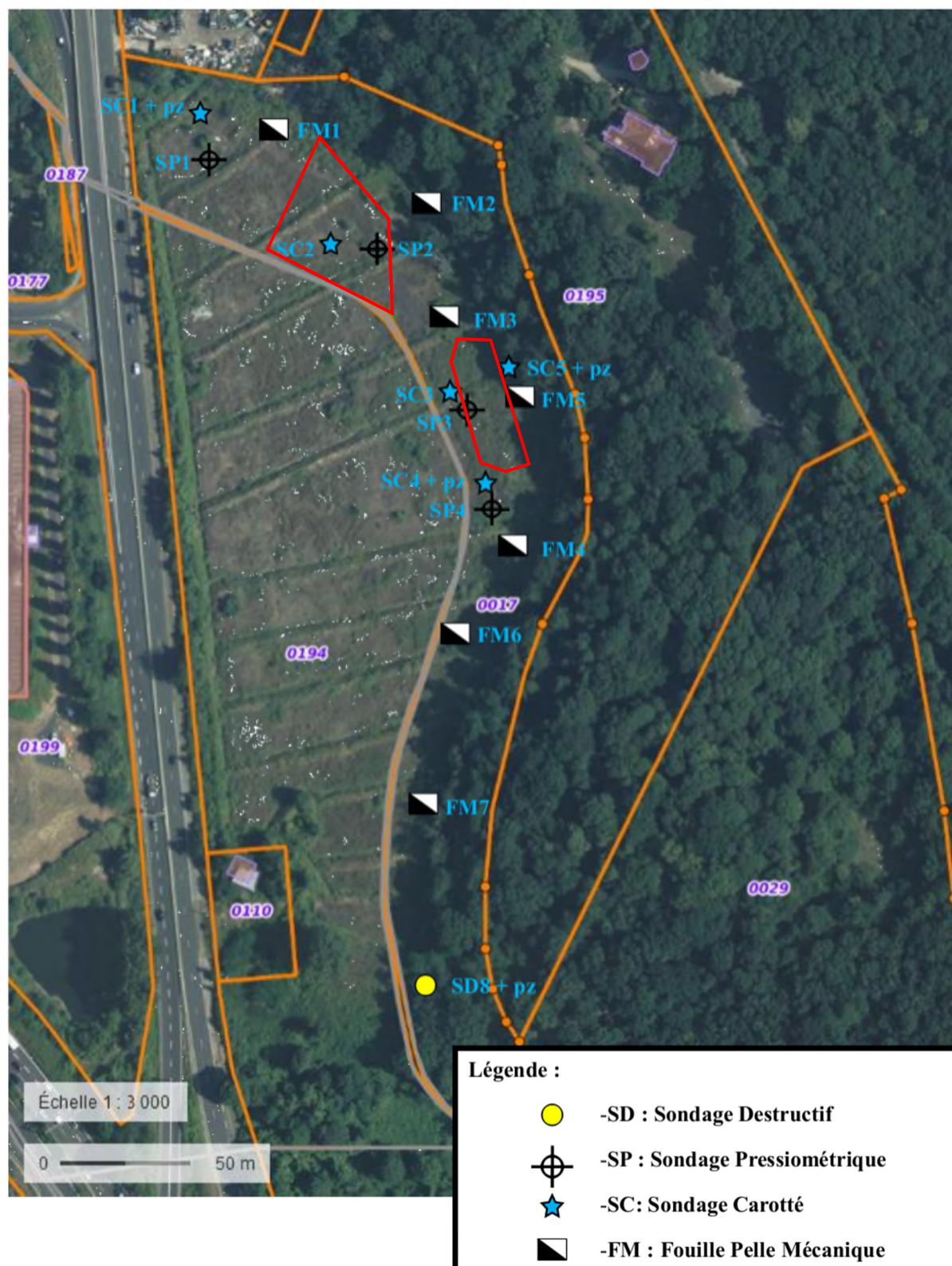


Figure 13 – Localisation du projet sur le plan d'Implantation des investigations de GEOTEC

5 Examen des résultats

5.1 Nature des sols et caractéristiques géotechniques

La présente synthèse est issue des campagnes de sondages de GEOTEC et de GINGER CEBTP.

La description lithologique des terrains est basée sur les sondages carottés, le sondage à la tarière et les fouilles à la pelle mécanique.

Les caractéristiques géotechniques des sols sont déterminées par la pression limite PI^* et le module pressiométrique E_M pour les essais pressiométriques.

En **annexe 1**, nous avons rassemblé l'ensemble des PV des résultats de sondages de GEOTEC : fouilles à la pelle mécanique, sondages carottés et sondages pressiométriques.

Les résultats du sondage pressiométrique PR101 sont fournis en **annexe 2**.

La coupe du sondage à la tarière FT102 et les enregistrements de paramètres du sondage FD103 sont présentés en **annexe 3** en **annexe 4**.

Il a été observé de haut en bas, la succession lithologique et les caractéristiques géotechniques suivantes :

5.1.1 Remblais

Les remblais comprennent essentiellement les terrains de couverture naturelle du site, les remblais d'apport des voiries existantes et la terre végétale ; le site n'ayant que peu subi d'aménagements et de phases de terrassement/mouvements de terre.

Les sondages carottés et les fouilles à la pelle réalisés par GEOTEC indiquent que les remblais sont constitués depuis le terrain naturel actuel :

- de sables argileux de couleur noirâtre avec des cailloux, des blocs et débris divers anthropiques (brique, verre),
- de limons légèrement argileux à argileux marron ou d'argiles limoneuses marron à passages noirâtres et débris de meulière éparses,
- d'argiles limoneuses marron clair à traces grises, rougeâtres et meulière.

Ces terrains sont composés de matériaux naturels ambiants en provenance des Colluvions de versant. La distinction entre remblais/terrains de couverture et Colluvions est parfois difficile à établir.

La première partie des remblais qui correspond probablement à d'anciennes voiries ou pistes d'aménagements du site a épaisseur de l'ordre de 0,20 m à 0,60 m.

Localement cette première couche est absente, on pourrait donc être directement dans les Colluvions.

L'épaisseur des remblais au droit des sondages carottés est comprise entre 3,0 m et 5,20 m.

Au droit des fouilles à la pelle mécanique, arrêtées entre 2,80 m et 3,20 m de profondeur, l'épaisseur des remblais est variable : de 0,20 à 0,50 m.

Au droit du sondage à la tarière FT102 réalisé en complément par GINGER CEBTP, la coupe est la suivante dans les remblais :

- 0 m / 1 m : limon brun légèrement argileux,
- 1,70 m / 2 m : limon brun légèrement argileux avec scories noires.

Au droit des sondages pressiométriques et du sondage destructif de GEOTEC, leur épaisseur est comprise entre 2,50 m à 5 m.

Les remblais/terrains de couverture ont fait l'objet de 7 essais pressiométriques.

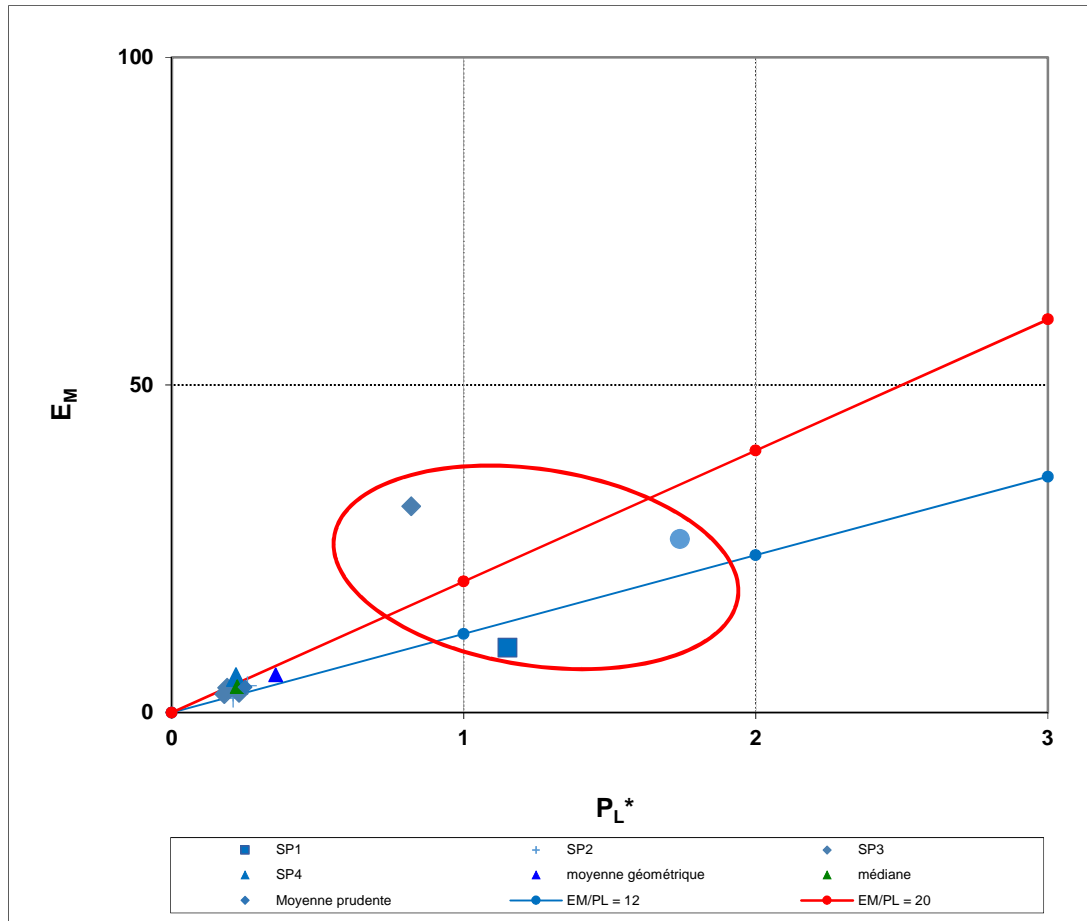
Les résultats obtenus sont les suivants :

sondage	profondeur essai	E_M	P_L^*	P_F^*	E_M / P_L^*	P_L^* / P_F^*
		MPa	MPa	MPa	-	-
SP1	1,0 m	9,9	1,15	0,67	8,6	1,7
SP2	1,0 m	26,5	1,74	1,02	15,2	1,7
	2,0 m	4,1	0,26	0,17	15,8	1,5
	3,0 m	3,1	0,21	0,10	14,8	2,1
	4,0 m	2,2	0,21	0,17	10,5	1,2
SP3	1,0 m	31,5	0,82	0,38	38,4	2,2
	2,0 m	3,8	0,19	0,10	20,0	1,9
	4,0 m	2,8	0,18	0,09	15,6	2,0
	5,0 m	3,0	0,23	0,11	13,0	2,1
SP4	1,0 m	5,4	0,22	0,13	24,5	1,7

Nombre valeurs	10	10	10	10	10
Valeur minimale	2,2	0,18	0,09	8,61	1,2
Valeur maximale	31,5	1,74	1,02	38,4	2,2
Moyenne	9,2	0,52	0,29	17,6	1,8
Ecart type	10,7	0,54	0,31	8,57	0,3
Moyenne Géométrique	5,8	0,36	0,20	16,2	1,8
Moyenne Harmonique	4,3	0,28	0,15	15,0	1,8
Valeur médiane	4,0	0,23	0,15	15,4	1,8
Moyenne prudente	3,9	0,25	0,14	13,4	1,7

Les essais suivants sont notés « inexploitable » par GEOTEC :

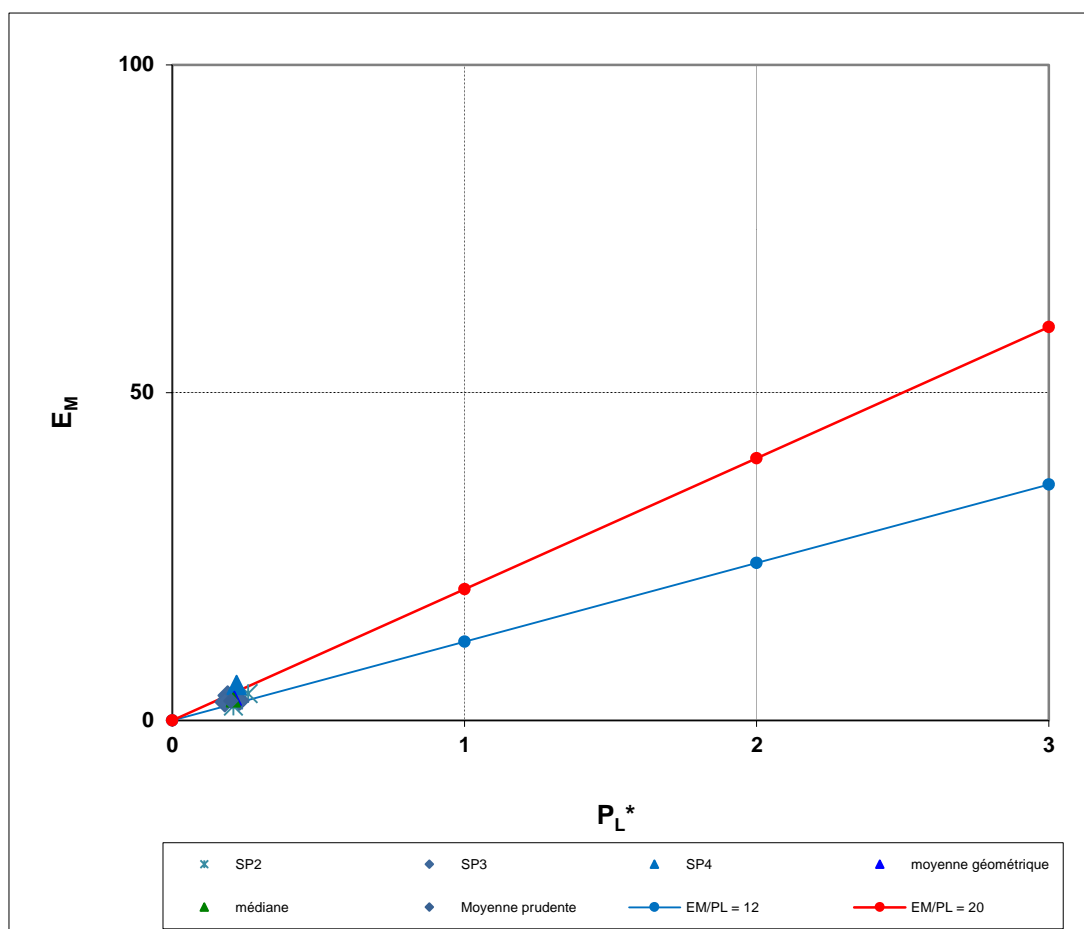
- L'essai à 2m de profondeur au droit du sondage SP3,
- Les essais à 2 et 3m de profondeur au droit du sondage SP4.



Par ailleurs, on constatera que les caractéristiques des terrains de couverture se rapprochent de celles de Colluvions quand on retire les valeurs pressiométriques correspondant aux aménagements de voiries ou pistes de circulations (valeurs cerclées de rouge, ci-avant).

sondage	profondeur essai	E_M	P_L^*	P_F^*	E_M / P_L^*	P_L^* / P_F^*
		MPa	MPa	MPa	-	-
SP2	2,0 m	4,1	0,26	0,17	15,8	1,5
	3,0 m	3,1	0,21	0,10	14,8	2,1
	4,0 m	2,2	0,21	0,17	10,5	1,2
SP3	2,0 m	3,8	0,19	0,10	20,0	1,9
	4,0 m	2,8	0,18	0,09	15,6	2,0
	5,0 m	3,0	0,23	0,11	13,0	2,1
SP4	1,0 m	5,4	0,22	0,13	24,5	1,7

Nombre valeurs	7	7	7	7	7
Valeur minimale	2,2	0,18	0,09	10,5	1,2
Valeur maximale	5,4	0,26	0,17	24,5	2,1
Moyenne	3,5	0,21	0,12	16,3	1,8
Ecart type	1,1	0,03	0,03	4,64	0,3
Moyenne Géométrique	3,4	0,21	0,12	15,8	1,8
Moyenne Harmonique	3,2	0,21	0,12	15,3	1,7
Valeur médiane	3,1	0,21	0,11	15,6	1,9
Moyenne prudente	3,0	0,20	0,11	14,0	1,6



Pour les données locales de GEOTEC, on obtient les valeurs caractéristiques suivantes correspondant à la moyenne prudente :

- $E_M = 3,0 \text{ MPa}$
- $PI^* = 0,20 \text{ MPa}$

D'après l'annexe B – Détermination des catégories conventionnelles de terrain de la norme NF P 94-262, les valeurs mesurées dans les remblais/terrains de couverture qualifient des limons et argiles très mous à mous.

5.1.2 Colluvions

Les Colluvions sont constituées d'un mélange des formations en provenance du versant : Limons des Plateaux, Argiles à meulière et Sables et Grès de Fontainebleau.

Au droit des sondages carottés, les Colluvions sont décrites par GEOTEC comme étant :

- En tête des sols plutôt argileux :
 - o Argiles sableuses ou limoneuses de couleur marron, marron orangé ou gris clair, marron rougeâtre pouvant contenir des débris de meulière et de silex,
- Puis des sols plutôt sableux :
 - o Sables marron à gris indurés, sables argileux marron jaunâtre à marron orangé, sable marron clair.

Au droit du sondage SC1, les Colluvions sont composées d'une alternance de niveaux décimétriques à métriques argileux et sableux. L'ensemble contient quelques blocs et des débris de meulière et de silex. La base comporte un niveau de débris de meulière et de blocs de meulière dans une matrice argilo-sableuse ou sableuse.

Ces terrains se rapportent à la formation des Argiles à meulière.

Au droit des sondages carottés, l'épaisseur de cette formation est comprise entre 3,60 m et 7 m, en moyenne 5,30 m.

Les fouilles à la pelle mécanique ont rencontré les Colluvions sur une épaisseur de l'ordre de 2,40 m. Au droit des fouilles FM2 et FM3, les Colluvions sont sableuses et se rapportent probablement à la formation des Sables et Grès de Fontainebleau.

Le sondage à la tarière FT102 réalisé en complément par GINGER CEBTP semble avoir atteint les Colluvions dès 2 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel actuel. La coupe est la suivante :

- 2 m / 3 m : argile brun à brun orangé avec quelques petits cailloutis blancs,
- 3 m / 4 m : sable orangé fin à moyen avec quelques mottes argileuses ou limoneuses brunes, quelques petits graviers blancs,
- 4 m / 5 m : argile brun orangé très légèrement sableuse avec quelques cailloutis blancs.

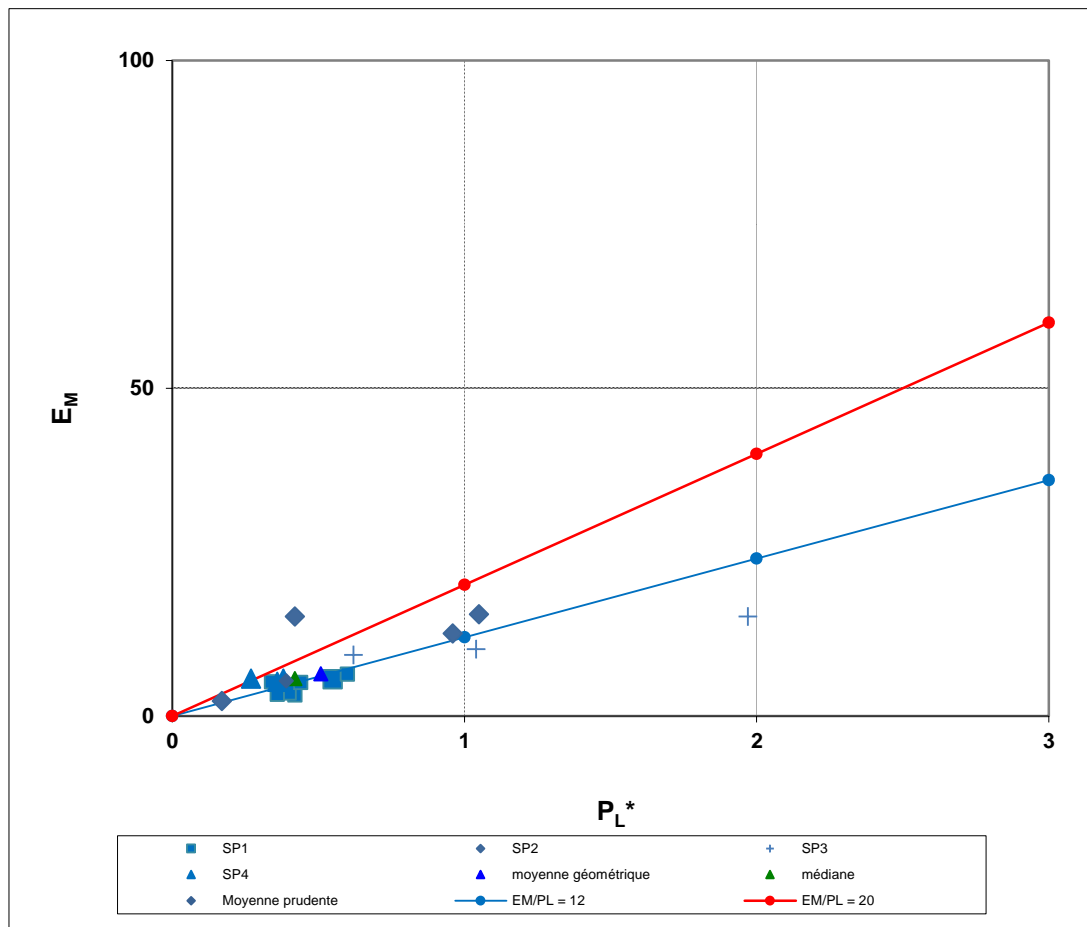
Au droit des sondages pressiométriques et du sondage destructif de GEOTEC, leur épaisseur est comprise entre 3,50 m à 5,70 m, en moyenne 4,50 m.

Les Colluvions ont fait l'objet de 17 essais pressiométriques.

Les résultats obtenus sont les suivants :

sondage	profondeur essai	E_M	P_L^*	P_F^*	E_M / P_L^*	P_L^* / P_F^*
		MPa	MPa	MPa	-	-
SP1	2,8 m	5,6	0,55	0,25	10,2	2,2
	3,6 m	3,2	0,42	0,31	7,6	1,4
	4,4 m	3,5	0,40	0,31	8,8	1,3
	5,2 m	5,1	0,44	0,31	11,6	1,4
	6,0 m	5,2	0,34	0,20	15,3	1,7
	7,0 m	3,3	> 0,36	> 0,36	9,2	1,0
	8,0 m	6,4	> 0,60	> 0,60	10,7	1,0
SP2	5,0 m	15,2	0,42	0,20	36,2	2,1
	6,0 m	2,3	0,17	0,11	13,5	1,5
	7,0 m	12,6	0,96	0,49	13,1	2,0
	8,0 m	15,5	1,05	0,45	14,8	2,3
SP3	6,0 m	9,3	0,62	0,35	15,0	1,8
	7,0 m	10,2	1,04	0,41	9,8	2,5
	8,0 m	15,2	1,97	0,85	7,7	2,3
SP4	4,0 m	5,7	0,27	0,08	21,1	3,4
	5,0 m	5,2	0,36	0,16	14,4	2,3
	6,0 m	5,7	0,38	0,19	15,0	2,0

Nombre valeurs	17	17	17	17	17
Valeur minimale	2,3	0,17	0,08	7,62	1,0
Valeur maximale	15,5	1,97	0,85	36,2	3,4
Moyenne	7,6	0,61	0,33	13,8	1,9
Ecart type	4,5	0,44	0,19	6,74	0,6
Moyenne Géométrique	6,5	0,51	0,28	12,7	1,8
Moyenne Harmonique	5,5	0,44	0,24	11,9	1,7
Valeur médiane	5,7	0,42	0,31	13,1	2,0
Moyenne prudente	5,3	0,39	0,24	10,4	1,6



Pour les données locales de GEOTEC, on obtient les valeurs caractéristiques suivantes correspondant à la moyenne prudente :

- $E_M = 5,3 \text{ MPa}$
- $PL^* = 0,39 \text{ MPa}$

D'après l'annexe B – Détermination des catégories conventionnelles de terrain de la norme NF P 94-262, les valeurs mesurées dans les Colluvions qualifient des limons et argiles très mous à mous.

5.1.3 Argiles à meulières

Dans la zone d'étude, la formation des Argiles à meulières n'a pas été rencontrée au droit des fouilles à la pelle mécanique, ni au droit des sondages SC1, SC4, SC5 et SP1.

Elles sont présentes au droit des sondages :

- SC2 : sous forme d'une argile marron à débris de meulière ou d'argiles sableuses marron orangé à marron rougeâtre,
- SC3 : sous forme d'un niveau métrique de blocs de meulière dont le Dmax peut dépasser le mètre par retour d'expérience.

La distinction entre Colluvions et Argiles à meulières s'est faite sur la base des résultats des essais pressiométriques pour attribuer les argiles à l'une ou l'autre de ces deux formations.

On rappelle que d'une manière générale, les Argiles à meulières sont une formation hétérogène comprenant des argiles, des argiles limoneuses, des sables argileux avec des rognons et petits blocs de meulière. Des bancs de meulière peuvent être rencontrés et leur niveau d'induration peut être très élevé.

Il est souvent distingué deux faciès dans cette formation :

- un faciès argileux,
- un faciès meuliérisé.

La répartition entre ces deux faciès peut évoluer avec la profondeur et s'entrecouper.

Le toit des Argiles à meulières oscillerait entre +139.3 et +137.3 NGF, en moyenne +138.5 NGF.

On note la présence de niveaux sableux au sein des Argiles à meulières.

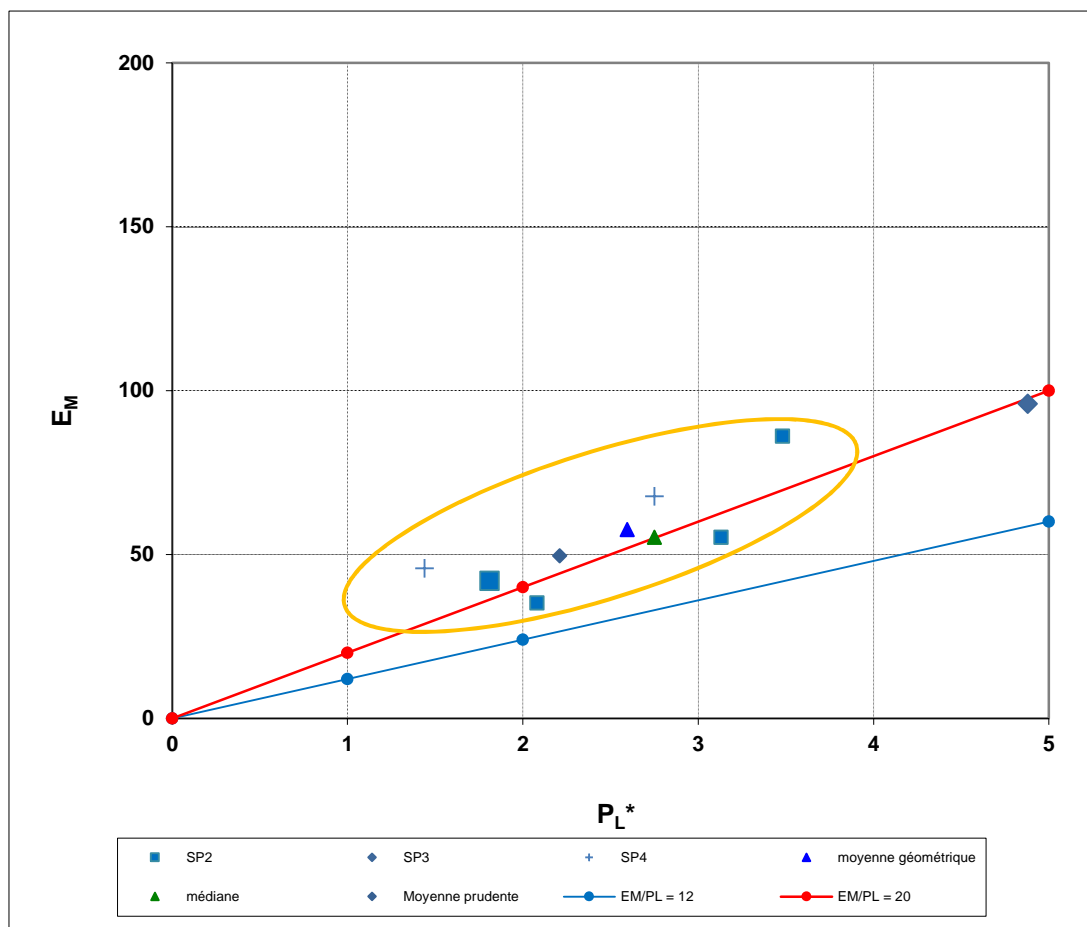
Il a été réalisé 7 essais pressiométriques dans cette formation.

Les résultats sont donnés ci-dessous.

sondage	profondeur essai	E_M	P_L^*	P_F^*	E_M / P_L^*	P_L^* / P_F^*
		MPa	MPa	MPa	-	-
SP2	9,0 m	41,9	> 1,81	> 1,81	23,1	1,0
	9,69 m	55,3	3,13	1,80	17,7	1,7
	10,5 m	35,2	2,08	1,19	16,9	1,7
	11,3 m	86,1	> 3,48	> 3,48	24,7	1,0
SP3	9,0 m	96,0	> 4,88	> 4,88	19,7	1,0
SP4	7,0 m	45,8	1,44	0,81	31,8	1,8
	8,0 m	67,8	2,75	1,57	24,7	1,8

Nombre valeurs	7	7	7	7	7
Valeur minimale	35,2	1,44	0,81	16,92	1,0
Valeur maximale	96,0	4,88	4,88	31,8	1,8
Moyenne	61,2	2,80	2,22	22,7	1,4
Ecart type	23,1	1,17	1,44	5,15	0,4
Moyenne Géométrique	57,6	2,60	1,88	22,2	1,4
Moyenne Harmonique	54,3	2,41	1,62	21,7	1,3
Valeur médiane	55,3	2,75	1,80	23,1	1,7
Moyenne prudente	49,6	2,21	1,50	20,1	1,2

Les valeurs mesurées sont hétérogènes, elles mettent en évidence les différents faciès de cette formation.



Pour les données locales de GEOTEC, on obtient les valeurs caractéristiques suivantes correspondant à la moyenne prudente :

- $E_M = 49,6$ MPa
- $PI^* = 2,21$ MPa

D'après l'annexe B – Détermination des catégories conventionnelles de terrain de la norme NF P 94-262, les valeurs mesurées dans les Colluvions qualifient des limons et argiles très raides.

5.1.4 Sables et Grès de Fontainebleau

Au droit du site, le toit des Sables et Grès de Fontainebleau se situe entre +139.3 et +133.1 NGF, (+131.7 NGF au droit du sondage SD8, le plus au sud de la parcelle M7), en moyenne +136.5 NGF.

On note qu'il est possible que les fouilles réalisées à l'orée de la forêt de Verrières aient rencontré les Sables et Grès de Fontainebleau à une altimétrie plus haute sous une faible couverture de terrains entre +144.5 et +142.2 NGF (respectivement FM5 et FM6).

Au droit du sondage pressiométrique complémentaire PR101, nous situons le toit du Stampien vers +137.5 NGF.

Cette formation est décrite dans la littérature comme étant constituée de sables blancs quartzueux uniformes (sables homométriques) pulvérulents.

Au contact des Argiles à meulière sus-jacentes, les sables peuvent être argileux et de couleur jaunâtre à rougeâtre. On rappelle que des niveaux, blocs et bancs indurés gréseux peuvent être rencontrés dans cette formation dans des proportions et une blocométrie très variables.

Au droit des sondages carottés et des fouilles à la pelle mécanique, les Sables et Grès de Fontainebleau sont constitués de sables et de sables fins de couleur beige clair, beige-jaunâtre, beige orangé, ocre ou beige-gris orangé.

Les passées ou niveaux sableux pouvant se situer à la base des argiles à meulière résiduelles de couleur marron sont rattachées à la formation des Argiles à meulière.

Il a été réalisé 19 essais pressiométriques par GEOTEC dans cette formation et 7 essais par GINGER CEBTP en complément.

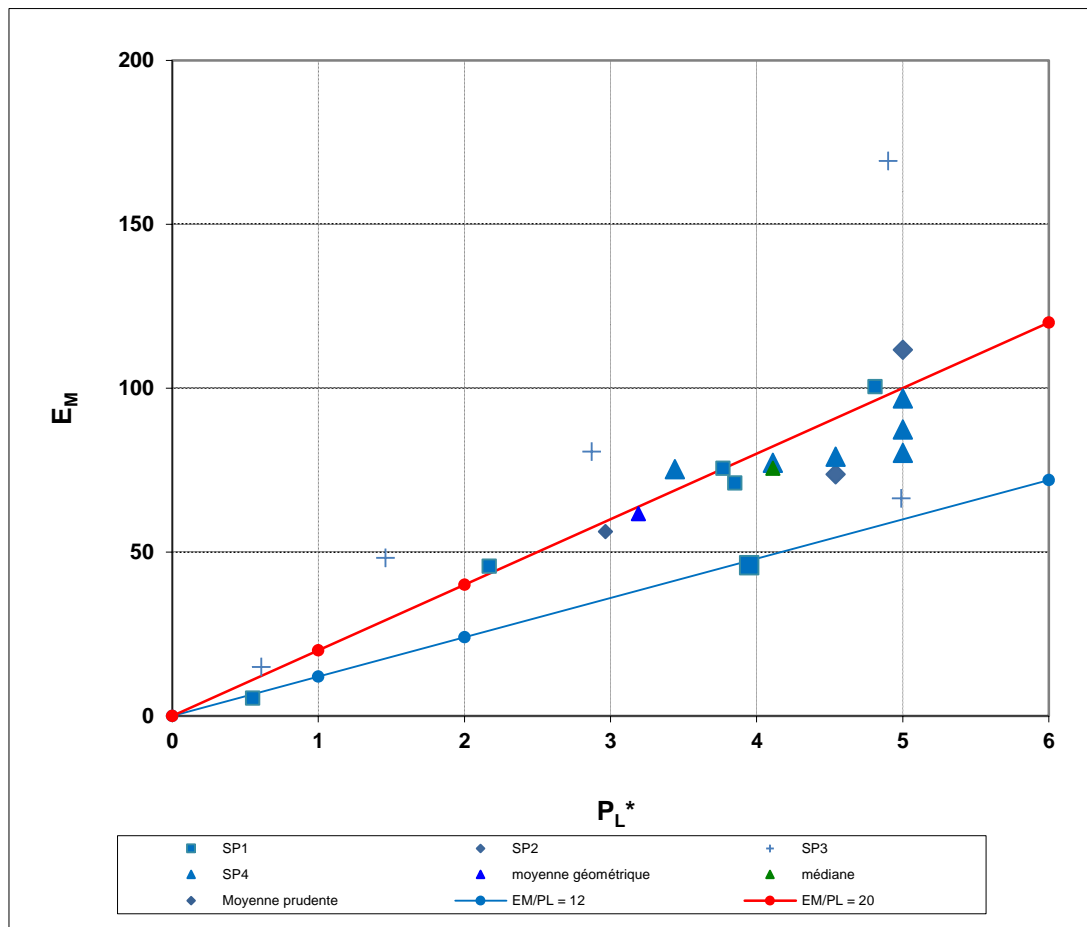
Les résultats sont donnés ci-dessous.

sondage	profondeur essai	E_M	P_L^*	P_F^*	E_M / P_L^*	P_L^* / P_F^*
		MPa	MPa	MPa	-	-
SP1	9,0 m	45,9	3,95	2,29	11,6	1,7
	10,0 m	45,7	> 2,17	> 2,17	21,1	1,0
	11,0 m	5,5	> 0,55	> 0,55	10,0	1,0
	12,0 m	71,1	> 3,85	> 3,85	18,5	1,0
	13,0 m	75,6	> 3,77	> 3,77	20,1	1,0
	14,0 m	100,5	> 4,81	> 4,81	20,9	1,0
SP2	13,0 m	73,7	4,54	2,87	16,2	1,6
	14,0 m	111,7	> 5,00	3,63	22,3	1,4
SP3	10,0 m	169,3	> 4,90	> 4,90	34,6	1,0
	11,0 m	48,2	> 1,46	> 1,46	33,0	1,0
	12,0 m	80,6	> 2,87	> 2,87	28,1	1,0
	13,0 m	14,9	> 0,61	> 0,61	24,4	1,0
	14,0 m	66,4	4,99	2,89	13,3	1,7
SP4	9,0 m	75,3	3,44	1,97	21,9	1,7
	10,0 m	77,2	4,11	2,40	18,8	1,7
	11,0 m	79,1	> 4,54	> 4,54	17,4	1,0
	12,0 m	80,3	> 5,00	2,57	16,1	1,9
	13,0 m	87,4	> 5,00	2,37	17,5	2,1
	14,0 m	96,9	> 5,00	3,57	19,4	1,4

Nombre valeurs	19	19	19	19	19
Valeur minimale	5,5	0,55	0,55	10,00	1,0
Valeur maximale	169,3	5,00	4,90	34,6	2,1
Moyenne	74,0	3,71	2,85	20,3	1,3
Ecart type	35,4	1,50	1,25	6,40	0,4
Moyenne Géométrique	61,7	3,19	2,49	19,3	1,3
Moyenne Harmonique	39,6	2,34	1,99	18,4	1,2
Valeur médiane	75,6	4,11	2,87	19,4	1,0
Moyenne prudente	56,3	2,97	2,22	17,1	1,1

Commentaire :

- Les valeurs de P_L^* supérieures à 5 MPa sont à notre avis issues d'une extrapolation des essais pressiométriques et non d'une mesure. Dans l'analyse statistique des données présentée, nous plafonnons ces valeurs à 5 MPa.



Pour les données locales de GEOTEC, on obtient les valeurs caractéristiques suivantes correspondant à la moyenne prudente :

- $E_M = 56,3 \text{ MPa}$
- $PL^* = 2,97 \text{ MPa}$

D'après l'annexe B – Détermination des catégories conventionnelles de terrain de la norme NF P 94-262, les valeurs mesurées dans les Sables et Grès de Fontainebleau qualifient des sables et graves très denses.

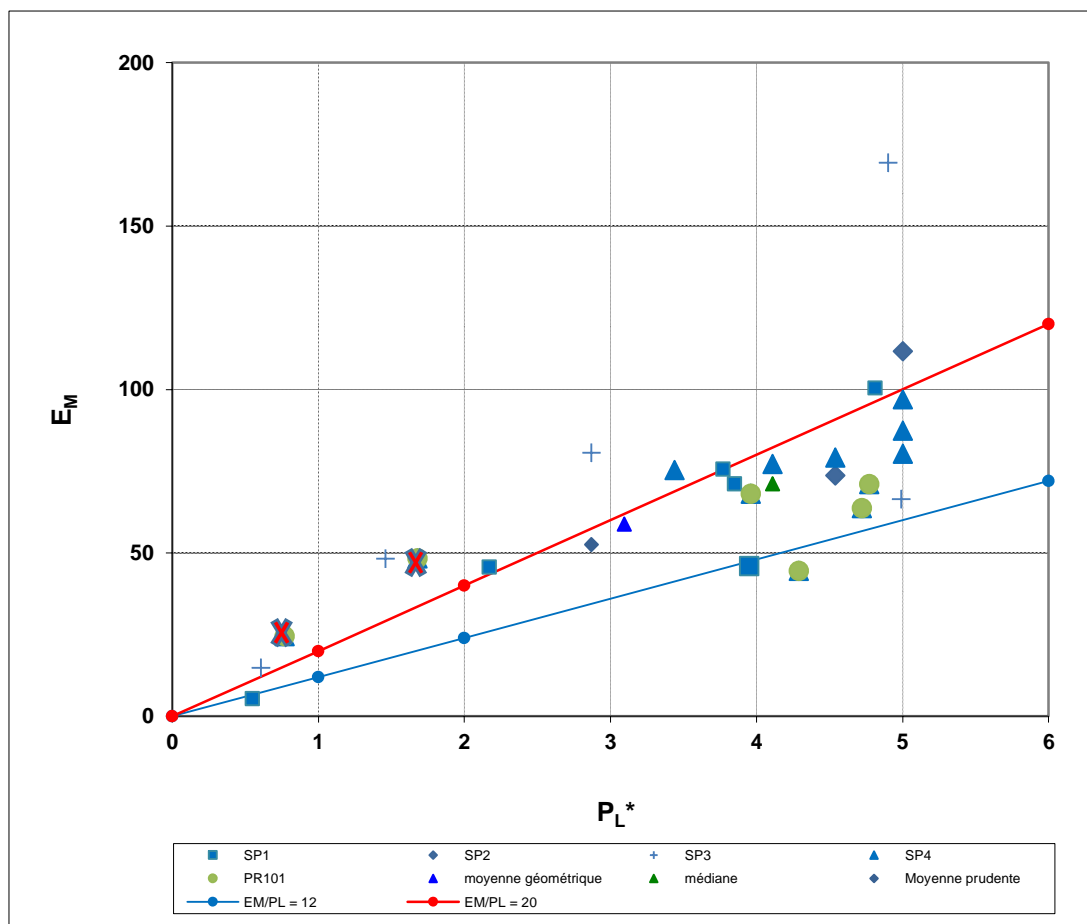
En tenant compte des données du sondage PR101, les moyennes prudentes deviennent :

- $E_M = 55,5 \text{ MPa}$
- $PL^* = 3,14 \text{ MPa}$

D'après l'annexe B – Détermination des catégories conventionnelles de terrain de la norme NF P 94-262, les valeurs mesurées dans les Sables et Grès de Fontainebleau qualifient des sables et graves très denses.

Commentaire :

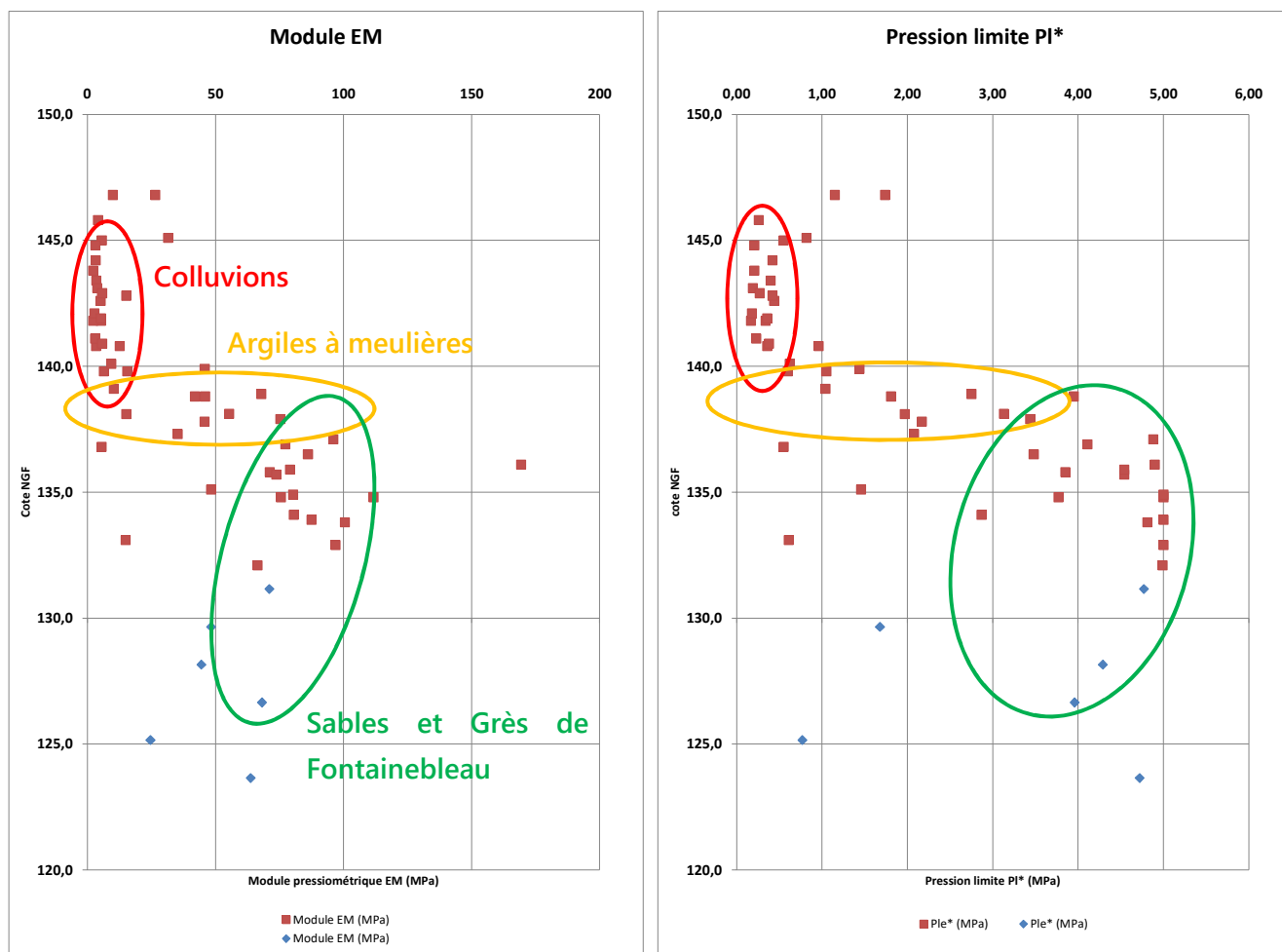
- Les essais à 15m, 18m et 22,50 m au droit du sondage PR101 ne sont pas pris en compte dans l'analyse statistique (essais inexploitable ou non représentatifs de la formation).



sondage	profondeur essai	E_M	P_L^*	P_F^*	E_M / P_L^*	P_L^* / P_F^*
		MPa	MPa	MPa	-	-
SP1	9,0 m	45,9	3,95	2,29	11,6	1,7
	10,0 m	45,7	> 2,17	> 2,17	21,1	1,0
	11,0 m	5,5	> 0,55	> 0,55	10,0	1,0
	12,0 m	71,1	> 3,85	> 3,85	18,5	1,0
	13,0 m	75,6	> 3,77	> 3,77	20,1	1,0
	14,0 m	100,5	> 4,81	> 4,81	20,9	1,0
SP2	13,0 m	73,7	4,54	2,87	16,2	1,6
	14,0 m	111,7	> 5,00	3,63	22,3	1,4
SP3	10,0 m	169,3	> 4,90	> 4,90	34,6	1,0
	11,0 m	48,2	> 1,46	> 1,46	33,0	1,0
	12,0 m	80,6	> 2,87	> 2,87	28,1	1,0
	13,0 m	14,9	> 0,61	> 0,61	24,4	1,0
	14,0 m	66,4	4,99	2,89	13,3	1,7
SP4	9,0 m	75,3	3,44	1,97	21,9	1,7
	10,0 m	77,2	4,11	2,40	18,8	1,7
	11,0 m	79,1	> 4,54	> 4,54	17,4	1,0
	12,0 m	80,3	> 5,00	2,57	16,1	1,9
	13,0 m	87,4	> 5,00	2,37	17,5	2,1
	14,0 m	96,9	> 5,00	3,57	19,4	1,4
PR101	16,5 m	71,0	> 4,77	2,53	14,9	1,9
	18,0 m					
	19,5 m	44,5	> 4,29	> 4,29	10,4	1,0
	21,0 m	68,1	> 3,96	> 3,96	17,2	1,0
	22,5 m					
	24,0 m	63,7	> 4,72	> 4,72	13,5	1,0

Nombre valeurs	23	23	23	23	23
Valeur minimale	5,5	0,55	0,55	10,00	1,0
Valeur maximale	169,3	5,00	4,90	34,6	2,1
Moyenne	71,9	3,84	3,03	19,2	1,3
Ecart type	32,7	1,39	1,25	6,37	0,4
Moyenne Géométrique	61,6	3,38	2,68	18,2	1,3
Moyenne Harmonique	42,1	2,55	2,16	17,3	1,2
Valeur médiane	73,7	4,29	2,87	18,5	1,0
Moyenne prudente	55,5	3,14	2,40	16,0	1,1

Nous donnons ci-dessous les valeurs pressiométriques mesurées en fonction de la cote altimétrique.



5.2 Géométrie des horizons

Nous présentons dans les tableaux ci-dessous la synthèse des cotes et épaisseurs pour chaque formation telles qu'elles résultent de l'interprétation des sondages :

		FM1	FM2	FM3	FM4	FM5	FM6
	Cote NGF du TN	+148,1	+148,4	+147,8	+146,2	+147,1	+144,3
Remblais	Epaisseur reconnue (en m)	0,5	0,5	0,3	0,5	0,2	0,5
Colluvions	Profondeur du toit / TN (en m)	0,5	0,5	0,3	0,5	0,2	0,5
	Cote NGF du toit	+147,6	+147,9	+147,5	+145,7	+146,9	+143,8
	Epaisseur reconnue (en m)	2,3	2,5	2,7	2,5	2,4	1,6
Argiles à meulrières	Profondeur du toit / TN (en m)	/	/	/	/	/	/
	Cote NGF du toit	/	/	/	/	/	/
	Epaisseur reconnue (en m)	/	/	/	/	/	/
Sables et Grès de Fontainebleau	Profondeur du toit / TN (en m)	/	/	/	/	2,6	2,1
	Cote NGF du toit	/	/	/	/	+144,5	+142,2
	Epaisseur reconnue (en m)	/	/	/	/	0,5	1,0
Profondeur de fin de sondage		2,8	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1
Cote de fin de sondage		+145,3	+145,4	+144,8	+143,2	+144,0	+141,2

/ : signifie que l'horizon n'a pas été reconnu au droit du sondage

		FM7	SP1	SP2	SP3	SP4	SC1
	Cote NGF du TN	+141,6	+147,8	+147,8	+146,1	+145,9	+148,5
Remblais	Epaisseur reconnue (en m)	0,6	2,8	4,2	5,0	2,5	3,0
Colluvions	Profondeur du toit / TN (en m)	0,6	2,8	4,2	5,0	2,5	3,0
	Cote NGF du toit	+141,0	+145,0	+143,6	+141,1	+143,4	+145,5
	Epaisseur reconnue (en m)	2,5	5,7	4,3	3,5	4,0	7,0
Argiles à meulrières	Profondeur du toit / TN (en m)	/	/	8,5	8,5	6,5	/
	Cote NGF du toit	/	/	+139,3	+137,6	+139,4	/
	Epaisseur reconnue (en m)	/	/	4,3	1,2	1,7	/
Sables et Grès de Fontainebleau	Profondeur du toit / TN (en m)	3,1	8,5	12,8	9,7	8,2	10,0
	Cote NGF du toit	+138,5	+139,3	+135,0	+136,4	+137,7	+138,5
	Epaisseur reconnue (en m)	0,1	6,5	2,2	5,3	6,8	5,0
Profondeur de fin de sondage		3,2	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Cote de fin de sondage		+138,4	+132,8	+132,8	+131,1	+130,9	+133,5

/ : signifie que l'horizon n'a pas été reconnu au droit du sondage

		SC2	SC3	SC4	SC5	SD8
	Cote NGF du TN	+147,4	+146,1	+146,0	+147,3	+138,8
Remblais	Epaisseur reconnue (en m)	4,0	5,2	2,5	3,0	2,0
Colluvions	Profondeur du toit / TN (en m)	4,0	5,2	2,5	3,0	2,0
	Cote NGF du toit	+143,4	+140,9	+143,5	+144,3	+136,8
	Epaisseur reconnue (en m)	4,5	3,6	6,3	5,0	5,1
Argiles à meulrières	Profondeur du toit / TN (en m)	8,5	8,8	/	/	/
	Cote NGF du toit	+138,9	+137,3	/	/	/
	Epaisseur reconnue (en m)	5,8	2,5	/	/	/
Sables et Grès de Fontainebleau	Profondeur du toit / TN (en m)	14,3	11,3	8,8	8,0	7,1
	Cote NGF du toit	+133,1	+134,8	+137,3	+139,3	+131,7
	Epaisseur reconnue (en m)	0,7	3,7	6,3	12,0	2,9
Profondeur de fin de sondage		15,0	15,0	15,0	20,0	10,0
Cote de fin de sondage		+132,4	+131,1	+131,0	+127,3	+128,8

/ : signifie que l'horizon n'a pas été reconnu au droit du sondage

 Sondage situé au droit du projet EDD

 Sondage situé au droit du projet MARE

		PR101	FT102	PZ103
	Cote NGF du TN	+147,7	+147,6	+147,5
Remblais	Épaisseur reconnue (en m)	1,0	2,0	1,5
Colluvions	Profondeur du toit / TN (en m)	1,0	2,0	1,5
	Cote NGF du toit	+146,7	+145,6	+146,0
	Épaisseur reconnue (en m)	7,3	3,0	6,5
Argiles à meulières	Profondeur du toit / TN (en m)	8,3	/	/
	Cote NGF du toit	+139,4	/	/
	Épaisseur reconnue (en m)	1,9	/	/
Sables et Grès de Fontainebleau	Profondeur du toit / TN (en m)	10,2	/	/
	Cote NGF du toit	+137,5	/	/
	Épaisseur reconnue (en m)	14,8	/	/
Profondeur de fin de sondage		25,0	5,0	8,0
Cote de fin de sondage		+122,7	+142,6	+139,5

/ : signifie que l'horizon n'a pas été reconnu au droit du sondage

 Sondage situé au droit du projet EDD

5.3 Niveau d'eau

5.3.1 Mesures de GEOTEC

GEOTEC indique qu'aucune arrivée d'eau n'a été observée au droit des fouilles à la pelle sur la période de février et mars 2022.

GEOTEC a équipé 6 sondages en piézomètre. Les piézomètres sont crépinés sur la hauteur des formations suivantes :

- SC1 : remblais/Colluvions,
- SC2 : remblais/Colluvions,
- SC3 : remblais/Colluvions,
- SC4 : remblais/Colluvions,
- SC5 : Colluvions/Sables et Grès de Fontainebleau,
- SD8 : Colluvions/Sables et Grès de Fontainebleau.

Les niveaux d'eau suivants ont été mesurés par GEOTEC.

Sondage	SC1 pz	SC4 pz	SC5 pz	SD8 pz
Cote NGF du sondage	148,5	146,0	147,3	138,8
Prof niveau d'eau en fin de forage (m)	4,9	9,9	5,8	5,5
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage	143,6	136,1	141,7	133,3

Le rapport de GEOTEC ne présente pas les niveaux d'eau dans les autres piézomètres : SC2 et SC3. Toutefois, sur les PV de sondages en annexe, on peut lire les niveaux d'eau suivants :

- SC2 : 7,1 m de profondeur /TN soit +140.3 NGF,
- SC3 : 10 m de profondeur /TN soit +136.1 NGF.

Les niveaux d'eau mesurés intéressent les Colluvions.

Le suivi piézométrique n'a pas été réalisé par GEOTEC.

Le 19/09/2024, nous avons relevé le niveau d'eau au droit du sondage SC4/Pz : il était sec à 6,20 m de profondeur par rapport au terrain naturel soit vers +139.8 NGF. Le piézomètre a été plombé à cette profondeur.

Les autres piézomètres de GEOTEC n'ont pas été retrouvés.

5.3.2 Mesures de GINGER CEBTP

Un piézomètre a été installé au droit du sondage destructif FD103 jusqu'à 8m de profondeur par rapport au terrain naturel actuel soit +139.5 NGF. Le sondage a probablement atteint à sa base l'horizon des Argiles à Meulière.

La crépine a été posée entre 1,80 m et 8m de profondeur, soit sur la hauteur des Colluvions et des Argiles à meulière.

Le PV du piézomètre est présenté en **annexe 5**.

Des niveaux d'eau stabilisés ont été mesurés le 24/09/2024 à 6,70 m de profondeur soit vers +140.8 NGF puis le 03/10/2024 à 7,08 m/TN soit vers +140.4 NGF au sein des Colluvions.

Il n'est pas prévu la réalisation d'un suivi piézométrique mais celle-ci est recommandée.

5.4 Essai d'eau de type Lefranc

Nous reprenons les résultats de GEOTEC.

Sondage	SC2		
Profondeur de l'essai	1,5-2,5	7,5-8,5	12,5-13,5
Nature des sols	Blocs de meulière	Sable argileux gris-beige	Argile légèrement sableuse marron-rougeâtre à débris de meulière
Perméabilité k (en m/s)	$3,6 \times 10^{-6}$	$2,6 \times 10^{-6}$	$2,4 \times 10^{-5}$

Sondage	SC3			
Profondeur de l'essai	1,5-2,5	4,5-6,0	8,0-9,0	12,5-13,5
Nature des sols	Argile limoneuse marron à quelques passées limoneuses marron foncé, traces noirâtre, rares débris de meulière et débris anthropiques éparses		Argile marron à marron clair à passées limoneuses marron foncé et quelques débris de meulière	Sable ocre à beige-jaunâtre
Perméabilité k (en m/s)	$4,1 \times 10^{-6}$	$7,7 \times 10^{-7}$	$2,3 \times 10^{-7}$	$2,0 \times 10^{-6}$

GEOTEC indique qu'il faut prendre un coefficient de sécurité de 10 à 100 sur les valeurs présentées. Ainsi faisant, la gamme des perméabilités s'échelonnerait entre 10^{-3} et 10^{-9} m/s.

5.5 Essais d'infiltration Matsuo

Deux essais d'infiltration de type Matsuo ont été réalisés dans les terrains de couverture vers 1 m de profondeur /TN.

Les perméabilités mesurées sont les suivantes :

- M01 : $3,6.10^{-6}$ m/s
- M02 : $1,0.10^{-5}$ m/s

Les PV sont présentés en **annexe 6**.

5.6 Agressivité chimique des sols vis-à-vis des bétons

5.6.1 Agressivité des sols

Deux échantillons de sols ont été prélevés au droit du sondage FT102 pour détermination de leur classe d'agressivité vis-à-vis des bétons :

Sondage	Profondeur (m)	Cote (NGF)	Description	Stratigraphie
FT102	1,70/2,00 m	+145.9/+145.6	Limons bruns légèrement argileux	Colluvions
	2,60/3,00 m	+145.0/+144.6	Argile brun orangé	Colluvions

Les analyses suivantes sont en cours de réalisation :

- teneur en matière sèche,
- sulfates (SO_4^{2-}) selon la norme EN 196-2, extraction du SO_4^{2-} à l'acide chlorhydrique,
- acidité selon la norme DIN 4030-2 (Baumann-Gully).

Les résultats sont donnés ci-dessous :

Échantillon :		ST01 1,7 - 2,0 m de prof.	ST01 2,6 - 3,0 m de prof.
Date de prélèvement :		24.09.2024	24.09.2024
GLU - LAB-Numéro :	Unité	001	002
Matière sèche	%P	84,7	81,6
Sulfates (SO_4^{2-})	mg/kg	< 200	720
Acidité	ml/kg	14	18

Les sols ne présentent pas d'agressivité chimique vis-à-vis des bétons.

Nous rappelons les valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques des sols naturels (norme EN 206-1) :

Sous classe d'exposition	Unité	XA1	XA2	XA3
Analyses sur brut :				
Sulfates (SO_4^{2-})	mg/kg	2000 à 3000	3000 à 12000	12000 à 24000
Acidité	ml/kg	> 200	N'est pas rencontré dans la pratique	

5.6.2 Agressivité des eaux

Un échantillon d'eau a été prélevé le 24/09/2019 au droit du piézomètre Pz103 afin de déterminer l'agressivité de la nappe vis-à-vis des bétons.

Les analyses suivantes sont en cours de réalisation :

- sulfates (SO_4^{2-}) selon la norme EN 196-2, chromatographie en phase liquide, DIN EN ISO 10304-1:2009-07,
- pH selon ISO 4316,
- gaz carbonique agressif CO_2 selon prEN13577,
- ammonium NH_4^+ selon méthode photométrique,
- magnésium Mg^{2+} selon DIN 38406-E3,
- Titra Alcalimétrique Complet (TAC) selon DIN38409-H6.

Les résultats sont donnés ci-dessous :

Échantillon :		SD-PZ03 (- 8 m)
Date de prélèvement :		24.09.2024
GLU - LAB-Numéro :	Unité	2024H4273/1
pH		7,2
Ammonium NH_4^+	mg/l	0,12
Sulfates SO_4^{2-}	mg/l	180
Magnésium Mg^{2+}	mg/l	18
Gaz carbonique agressif CO_2	mg/l	24
Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (1°F = 0,1 mmol/l CaCO_3)	°F	23

Les eaux présentent une agressivité chimique faible vis-à-vis des bétons de classe XA1 ; le paramètre pénalisant étant le gaz carbonique agressif.

Nous rappelons les valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques des eaux souterraines (norme EN 206-1) :

Sous classe d'exposition	Unité	XA1	XA2	XA3
Sulfates SO_4^{2-}	mg/l	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3000	> 3000 et ≤ 6000
pH		$\leq 6,5$ et $\geq 5,5$	$< 5,5$ et $\geq 4,5$	$< 4,5$ et $\geq 4,0$
Gaz carbonique agressif CO_2	mg/l	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100
Ammonium NH_4^+	mg/l	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et < 100
Magnésium Mg^{2+}	mg/l	≥ 300 et ≤ 1000	> 1000 et < 3000	> 3000

5.6.3 Agressivité des milieux ambiants

La classe d'agressivité chimique vis-à-vis des bétons à retenir pour le projet est la classe XA1, milieu faiblement agressif.

5.7 Essais en laboratoire

Les résultats des essais en laboratoire de GEOTEC sont présentés en **annexe 8**.

6 Synthèse des résultats

6.1 Synthèse géotechnique

Nous pouvons retenir la géométrie des formations et leurs caractéristiques mécaniques suivantes pour la suite du projet :

Horizons	Toit (NGF)	Base (NGF)	Epaisseur (m)
Remblais	+147,80	+145,30	2,5
Colluvions	+145,30	+139,20	6,1
Argiles à meulière	+139,20	+135,20	4,0
Sables et Grès de Fontainebleau	+135,20	-	-

Horizons	moyennes prudentes		médianes	
	E_M (Mpa)	P_L^* (Mpa)	E_M (Mpa)	P_L^* (Mpa)
Remblais	3,0	0,20	3,1	0,21
Colluvions	5,3	0,39	5,7	0,42
Argiles à meulière	49,6	2,21	55,3	2,75
Sables et Grès de Fontainebleau	55,5	3,14	73,7	4,29

La géométrie retenue est issue de celle des sondages réalisés au droit du projet EDD, à savoir : SP2, SC2, PR101 et FT102.

Commentaires :

- L'épaisseur des remblais et des terrains de couverture est très variable au droit du projet entre deux points de sondages,
- Le toit des Sables et Grès de Fontainebleau est variable au droit du projet entre deux points de sondages,
- Les sondages réalisés par GEOTEC et GINGER CEBTP au droit de la parcelle M17 et du projet EDD n'ont pas permis de caractériser les blocs, bancs et dalles indurés de grès néanmoins le retour d'expérience tend à qualifier cet aléa à un niveau fort à très fort. Ces faciès indurés et abrasifs apportent de lourdes sujétions d'exécution vis-à-vis des fondations profondes.

6.2 Synthèse hydrogéologique

Au droit du secteur d'étude, la nappe des Sables et Grès de Fontainebleau est une nappe profonde qui n'intéresse pas le projet.

Les niveaux d'eau mesurés par GEOTEC et plus récemment par GINGER au droit du piézomètre Pz103 ont été relevés aux altimétries suivantes :

- +143.6 et +133.3 NGF – piézomètres de GEOTEC au droit de la parcelle M17,
- +140.3 NGF – piézomètres de GEOTEC au droit du projet EDD,
- +141.3 NGF puis +140.4 NGF – piézomètre de GINGER au droit du projet EDD.

Ces niveaux d'eau se situent au sein des Colluvions et baignent vraisemblablement les horizons sableux perméables identifiés dans cette formation.

Ils sont alimentés essentiellement par les eaux d'infiltration météoriques et en provenance du versant proche. Les eaux sont retenues et circulent au toit des Argiles à meulière moins perméables et transitent parfois au sein même de ces argiles à la faveur de faciès plus perméables (meulière, blocs...).

A ce stade, nous ne pouvons pas confirmer s'il s'agit d'une nappe superficielle permanente ou de rétentions d'eau temporaires de type nappes perchées.

En première approche, nous considérerons qu'il s'agit d'une nappe permanente. Un suivi piézométrique permettrait de le confirmer. Cette approche est conforme à notre retour d'expérience sur cette formation.

Nous signalons que :

- Des circulations d'eau superficielles et des infiltrations sont possibles dans les remblais et les terrains de couverture,
- Des poches d'eau pourraient également être rencontrées en profondeur dans les niveaux sableux et de meulière des Argiles à meulière.

On rappelle la présence du ru de la Sygrie canalisé aujourd'hui à environ 8 m de profondeur et s'écoulant du nord vers le sud de la parcelle.

7 Conclusions

7.1 Terrassements

Le projet comprend un niveau de sous-sol avec une dalle basse (niveau fini) prévue à la cote +145.0 NGF. Le fond de fouille devrait s'établir vers +144.5 NGF.

Les terrassements se feront sur une profondeur de l'ordre de 3m à 3,50 m selon l'altimétrie du terrain naturel actuel. Les terrassements seront réalisés sur la hauteur des remblais et des Colluvions.

Les moyens en terrassement seront de type traditionnel. On prévoira néanmoins des outils adaptés de type BRH par exemple en cas de rencontre de blocs, éléments de béton, bancs et dalles de meulière. On rappelle que la blocométrie des meulières peut dépasser le mètre en épaisseur comme en Dmax. Leur dureté et leur abrasivité sont par ailleurs de notoriété publique.

Le fond de fouille sera positionné dans les Colluvions, localement il pourrait se situer dans les remblais.

Compte tenu de la nature et des caractéristiques géotechniques des sols en fond de fouille (sols mous de faible consistance et sensibles à l'eau, aux intempéries en termes de portance), il sera nécessaire de créer une plateforme de travail provisoire pour faciliter le trafic des engins de chantier et notamment les machines de pieux.

La plateforme à créer pourra être constituée de matériaux d'apport granulaires insensibles à l'eau par exemple une grave naturelle ou une grave naturelle traitée. Elle sera mise en œuvre selon les règles de l'art et soigneusement compactée.

Sur la base d'une étude spécifique, il pourrait être étudié les possibilités de réemploi des matériaux du site en remblais et couche de forme après traitement à la chaux et aux liants hydrauliques selon les recommandations du GTR 2023.

Les matériaux constitutifs de la plateforme seront soigneusement compactés selon les règles de l'art de manière à atteindre les objectifs suivants :

- $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$
- $EV2/EV1 < 2$

7.2 Voiles périmétriques d'infrastructure

Là où les emprises seront disponibles et dans la mesure où il n'existe pas d'ouvrage en crête, il pourra être prévu des terrassements par talutage. Ils seront limités à une hauteur de 3 m pour des talus dressés de manière provisoire avec une pente de 1H/1V ; pour des hauteurs plus importantes, il devra être respecté une pente de 3H/2V sans surcharge en tête.

On laissera une distance de l'ordre de 2 m entre le pied du talus et la paroi.

Une banquette de largeur 1 m minimum sera laissée avec la limite de propriété.

Sur les linéaires réalisés par talutage, les voiles périmétriques d'infrastructure seront coffrés (voiles banchés). Ils feront l'objet d'un remblaiement soigné à l'arrière avec des matériaux d'apport sablo-graveleux drainants. Ils seront compactés par couches selon les règles de l'art et contrôlés pour réception.

Dans la mesure où aucun ouvrage sensible à la déformée ne se situerait dans la zone d'influence géotechnique des terrassements, une méthodologie de voiles par passe alternée, béton projeté et butons pourra être envisagée.

On pourra se référer aux recommandations VPP de septembre 2023 : « Recommandations pour la conception, le dimensionnement, l'exécution et le contrôle de la technique des voiles par passes » – CFMS 2023.

Cette solution suppose l'absence d'ouvrages sensibles à l'arrière immédiate des voiles. Nous rappelons les risques de non-maîtrise des déformées de cette méthodologie ; les déformées attendues avec cette méthodologie étant d'au moins 2 à 4 cm.

Les conditions géotechniques à l'exécution d'un voile par passe sont les suivantes :

- Les hauteurs à terrasser jusqu'en fond de fouille sont acceptables : 3,5 m,
- L'effort de poussée à reprendre est compatible avec cette méthodologie : 65 kN/ml,
- La cohésion apparente des terrains justifie l'ouverture provisoire d'une passe de terrassement.
- Si des passées sableuses sans cohésion sont constatées aux terrassements, il pourra être nécessaire de mettre en place des blindages et de réduire les dimensions des passes.
 - o Les terrassements seront entièrement réalisés sur la hauteur des remblais et une partie des Colluvions. Ces terrains ont été décrits comme étant des limons, des argiles, des argiles sableuses, des sables et des sables argileux.

- Les dimensions des passes de terrassement (hauteur et largeur) devront être validées par le Maître d'Œuvre et le Géotechnicien G4 avant le démarrage des travaux, au moyen d'une étude spécifique comportant des essais d'ouverture. Les passes n'excéderont pas 1,30/1,50 m de hauteur et 2,50m/3,00m de largeur maximum.
- Un merlon de terre de largeur au moins équivalente à la passe sera laissé en place entre les passes ouvertes pour garantir l'effet de voûte.
- La méthodologie et les plans de phasage devront être établis par l'entreprise et son sous-traitant et devront être validés par le Maître d'Œuvre et le Géotechnicien G4.
- Les voiles devront être stabilisés par des butons au fond de fouille ancrés au moyen de semelles dans les Colluvions.
- Toutes les passes seront butonnées.
- Les butons provisoires et définitifs seront systématiquement appuyés sur des renvois d'angle incorporés au voile.
- Toute passe ouverte devra être bétonnée et étayée dans le poste de travail (pose du ferrailage et béton projeté en moins de 8h).
- On veillera à s'affranchir de toute poussée d'eau avec la mise en place de barbacanes et/ou de nappes drainantes contre terre.
- Une bêche périmétrique continue devra être réalisée pour la reprise des efforts horizontaux en pied de voile. Celle-ci sera coulée à pleine fouille dans les Colluvions et sera de hauteur minimum 0,50 m.
- Un suivi des déformations par cibles topographiques réparties sur la hauteur des voiles devra être assuré.

Nous rappelons que conformément aux recommandations VPP de septembre 2023, des essais de tenue de paroi devront être réalisés en phase EXE par l'entreprise, préalablement à la réalisation des voiles, pour valider la mise en œuvre de cette méthodologie.

Pour la justification de la méthodologie de réalisation des voiles périmétriques d'infrastructure, on retiendra les hypothèses géotechniques suivantes :

Horizon	φ' $\varphi' (^{\circ})$	c' $c' \text{ (kPa)}$	γ_h $\gamma_h \text{ (kN/m}^3\text{)}$	POUSSÉE			AU REPOS	BUTÉE		
				K_a	δ'/φ	$K_a \cdot \cos \delta$	K_0	K_p	δ'/φ	$K_p \cdot \cos \delta$
				(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Remblais	25	0	20	0,406	0	0,406	0,577	2,464	0	2,464
Colluvions	25	0	20	0,406	0	0,406	0,577	2,464	0	2,464

- Surcharge : 10 kPa (voirie)

Remarques :

- les paramètres de poussée passive et plastique ont été déduits des abaques de Caquot avec $\delta = 0$,
- les paramètres de butée passive et plastique ont été déduites des abaques de Caquot avec $\delta = 0$,
- le coefficient des terres au repos a été calculé sur la base de l'équation suivante :
 $K_0 = [1 - \sin(\Phi)]$.

En tenant compte d'une surcharge de 10 kPa, la poussée à reprendre sera de l'ordre de 65 kN/ml.

Il n'y a pas lieu de prendre en compte une poussée hydrostatique dans la mesure où un système de drainage est mis en œuvre à l'arrière des voiles contre terre. En définitif, les eaux rabattues par la nappe drainante seront dirigées vers des exutoires (cunettes, fosse de relevage).

On rappelle que ce type de voile n'est pas étanche : un débit de fuite (infiltrations) est à prévoir et à gérer au niveau du sous-sol.

Les semelles de butons seront dimensionnées avec une contrainte ELS de 200 kPa, soit 100 kPa ELS si les semelles sont inclinées de 45°.

7.3 Fondations

7.3.1 Principes généraux

La descente de charge a été fournie par FACEA Group. Compte tenu du contexte géotechnique, les charges seront reprises par des pieux ancrés dans les Sables et Grès de Fontainebleau.

L'ancrage minimal sera de trois diamètres ou de 1,5 m pour des pieux de diamètre supérieur à 0,50 m, dans l'horizon porteur.

Le dimensionnement présenté ci-après est conforme à la norme NF P 94-262 Fondations Profondes de juillet 2012 (Eurocode 7 – Norme d'Application Nationale Fondations profondes). En première approche, nous proposons des pieux forés à la tarière creuse (classe 2, catégorie 6-FTC ou FTCD, selon le descriptif de la norme) mis en place sans refoulement du sol dans la mesure où l'entreprise s'engage à atteindre les objectifs de bétonnage et de ferrailage définis dans sa note de calcul et à adapter les capacités de l'atelier de pieux au forage dans les Sables et Grès de Fontainebleau.

Même si les quelques reconnaissances réalisées au droit du projet n'ont pas intercepté de bancs de grès, le risque d'en rencontrer pendant les travaux de foration est élevé.

Nous insistons sur les possibles difficultés de forage dans la formation des Sables et Grès de Fontainebleau qui peut contenir du grès sous forme de bloc, de banc et de dalle ; le grès est une roche très dure, dense et très abrasive. L'entreprise qui retiendra cette technique devra présenter des références récentes dans ce même contexte et des moyens de forages supplémentaires pour garantir la profondeur d'ancrage (trépanage, carottage...).

En l'absence d'essais de type mécanique des roches, on retiendra à ce stade un classement AFTES de ces faciès comme suit : dureté DU, 2 à 1 ; abrasivité AIN, 2 à 1 ; résistance RC, 2 à 1 ; raideur DE, 2 à 1.

Dans le cas contraire, l'entreprise devra retenir une autre technique de pieux (foré tubé par exemple).

Les pieux seront réalisés avec enregistrement des paramètres de forage et de bétonnage en continu. Les enregistrements seront à fournir pour chaque pieu sur papier et devront être visualisables en temps réel lors de l'exécution des pieux.

Les pieux seront soumis à des efforts verticaux en compression.

Tout pieu subissant des efforts horizontaux devra être armé en conséquence.

A minima, les pieux seront armés au pourcentage minimum sur la hauteur des remblais pour s'affranchir des efforts parasites.

Par ailleurs, si les pieux sont réalisés en arase basse avec une arase de recépage supérieure à 2m sous le niveau de la plateforme de travail, les pieux devront être armés sur au moins 4 m sous le niveau de recépage.

7.3.2 Justification des pieux

La portance des pieux est justifiée selon la méthode dite « modèle de terrain » et selon la méthode pressiométrique (annexe F de la norme NF P 94-262).

Les calculs sont menés pour les combinaisons suivantes :

A l'ELU : $R_{c;k} = (R_b + R_s) / (\gamma_{r;d1} \times \gamma_{r;d2})$

A l'ELS : $R_{cr;k} = 0,5 \times R_b / (\gamma_{r;d1} \times \gamma_{r;d2}) + 0,7 \times R_s / (\gamma_{r;d1} \times \gamma_{r;d2})$ pour des pieux exécutés sans refoulement

Avec $\gamma_{r;d1}$ et $\gamma_{r;d2}$ coefficients de modèle à prendre en compte pour la procédure « modèle du terrain ». Leur valeur dépend du type de sol d'ancrage (craie ou non), de la méthode d'exécution du pieu et du type de sollicitation du pieu (compression ou traction).

Les valeurs des coefficients de modèle avec la méthode pressiométrique (selon tableau F.2.1 de la norme) sont les suivantes :

- pour un pieu travaillant en compression :
 - $\gamma_{r;d1} = 1,15$
 - $\gamma_{r;d2} = 1,1$

 - $\gamma_{r;d1} = 1,4$ pour des pieux ancrés dans la Craie
 - $\gamma_{r;d2} = 1,1$

→ A l'ELU :

- $R_{c;ELU} = R_{c;k} / \gamma_{r;ELU}$
 $R_{c;ELU} = R_b / (\gamma_{r;d1} \times \gamma_{r;d2} \times \gamma_b) + R_s / (\gamma_{r;d1} \times \gamma_{r;d2} \times \gamma_s)$

→ A l'ELS quasi-permanent :

$$\begin{aligned} R_{cr;ELS qp} &= R_{cr;k} / \gamma_{cr ELS qp} \\ R_{cr;ELS qp} &= 0,5 \times R_b / (\gamma_{r;d1} \times \gamma_{r;d2} \times \gamma_{cr ELS qp}) + 0,7 \times R_s / (\gamma_{r;d1} \times \gamma_{r;d2} \times \gamma_{cr ELS qp}) \end{aligned}$$

→ A l'ELS caractéristique :

$$\begin{aligned} R_{cr;ELS rare} &= R_{cr;k} / \gamma_{cr ELS rare} \\ R_{cr;ELS rare} &= 0,5 \times R_b / (\gamma_{r;d1} \times \gamma_{r;d2} \times \gamma_{cr ELS rare}) + 0,7 \times R_s / (\gamma_{r;d1} \times \gamma_{r;d2} \times \gamma_{cr ELS rare}) \end{aligned}$$

Avec $\gamma_{cr ELS qp}$, $\gamma_{cr ELS rare}$, $\gamma_{r ELU}$, facteurs partiels de résistance déterminés selon que le fût est en compression ou en traction et selon la méthode d'exécution des pieux.

Les valeurs des facteurs partiels de résistance sont les suivantes (article 14 et annexe C) :

- pour un pieu travaillant en compression :

- ELU : $\gamma_{r ELU} = \gamma_b = 1,1$ (pointe)
 $\gamma_{r ELU} = \gamma_s = 1,1$ (fût)
- ELS : $\gamma_{cr ELS qp} = 1,1$
 $\gamma_{cr ELS rare} = 0,9$

7.3.3 Justification du béton

Nous nous sommes appuyés sur la norme NFP 94-282 de Juillet 2012 en ce qui concerne la justification du béton, et qui applique l'Eurocode 7 – Calcul géotechnique.

Les vérifications de résistance du béton prendront en compte une résistance caractéristique de calcul f_{ck}^* qui est égale à (relation 6.4.1.1) :

$$f_{ck}^* = \inf(f_{ck}(t); C_{max}; f_{ck}) \frac{1}{k_1 k_2}$$

Avec :

- k_1 = 1,35 pour les pieux tarière creuse
- et k_2 = 1,05 (si l'élancement est inférieur à 1/20)
= 1,3-B/2 (si le diamètre est inférieur à 0,6m)
= 1,35-B/2 si l'élancement < 1/20 et si le diamètre < 0,6m
= 1,0 sinon

Nous avons considéré $f_{ck}(t) = C_{max} = f_{c\ 28j}$

A l'ELS caractéristique, en compression simple, la compression du béton est limitée à (relation 6.4.1.3) :

$$\sigma_{c\ moy} = 0,3k_3f_{ck}^*$$

Avec $k_3 = 1,0$ en l'absence de contrôle renforcé de la qualité et de la continuité du fût et $k_3 = 1,2$ avec contrôle renforcé.

Pour un pieu en béton armé **sollicité en flexion**, on vérifie à l'ELS caractéristique, que la contrainte de compression maximale du béton ne dépasse pas la valeur limite de (relation 6.4.1.3) :

$$\sigma_{c\ max} = 0,6k_3f_{ck}^*$$

Ou $\sigma_{c\ max} = 0,6k_3f_{ck}^*$ en cas de contrôle renforcé.

A l'ELU, la résistance de calcul à la compression du béton, $f_{c,d}$, est déterminée à partir de la formule suivante (relation 6.4.1.2) :

$$f_{c,d} = \text{Min} \left(\alpha_{cc} k_3 \frac{f_{ck}^*}{\gamma_c}; \alpha_{cc} \frac{f_{ck}(t)}{\gamma_c}; \alpha_{cc} \frac{C_{max}}{\gamma_{cc}} \right)$$

Avec :

- α_{cc} : 0,8 pour les pieux non armés, 1 pour les pieux armés
- k_3 : coefficient empirique tenant compte des contrôles d'intégrité effectués
- f_{ck}^* : résistance caractéristique à la compression, toujours égale à :

$$f_{ck}^* = \inf(f_{ck}(t); C_{max}; f_{ck}) \frac{1}{k_1 k_2}$$

- γ_c : coefficients partiels relatifs au béton
- $f_{ck}(t)$: résistance caractéristique à la compression à t jours
- C_{max} : résistance caractéristique à la compression à la mise en œuvre
- f_{ck} : résistance caractéristique à la compression à 28 jours
- k_1 : coefficient empirique tenant compte du mode de mise en place dans le sol ainsi que des variations possibles de sections selon la technique utilisée.
- k_2 : coefficient empirique tenant compte des difficultés de bétonnage liées à la géométrie de la fondation.

Pour justifier les contraintes admissibles dans le béton, nous avons fait le choix d'opter pour un contrôle renforcé du fût des pieux avec $k_3 = 1,2$.

Dans ce cas, selon le tableau 6.4.1.2. de la norme (page 42), méthode C (1/4 des pieux au minimum devront être auscultés par impédance).

Les pieux de fondations ne sont pas armés, excepté sur la hauteur des remblais. Dans ces conditions, nous avons considéré un coefficient sur le béton $\alpha_{CC} = 0,8$.

La valeur du paramètre C_{max} est limitée à 30 MPa pour les pieux tarière creuse avec enregistrement des paramètres de forage et bétonnage (classe 2).

Ainsi les caractéristiques du béton à prendre en compte pour les pieux de type tarière creuse sont les suivantes :

Pieux tarière creuse (classe 2)				
Dénomination	Notation	Valeurs		Unités
Résistance du béton des pieux	f_{c28}	30		MPa
Pieux	k_1	1,35		
Elancement $d/L < 1/20$	k_2	1,05		
Résistance conventionnelle à la compression	$f_c^* = f_{c,28}/(k_1 \cdot k_2)$	21,16		MPa
Contrôle renforcé de la qualité et de la continuité du fût	k_3	NON $k_3 = 1,0$	OUI $k_3 = 1,2$	
Contrainte de compression maximale du béton ELS	$\sigma_{max} = 0,6 \cdot k_3 \cdot f_{ck}^*$	12,69	15,23	MPa
Contrainte de compression moyenne du béton ELS	$\sigma_{moy} = 0,3 \cdot f_{ck}^*$	6,35	7,62	MPa
Module de déformation instantanée	$E_i = 11000 \cdot f_c^{*1/3}$	$\approx 30\,000$		MPa
Module de déformation différée	$E_d = 3700 \cdot f_c^{*1/3}$	$\approx 10\,000$		MPa
Module de déformation phase chantier	$E_c = (E_i + E_d)/2$	$\approx 20\,000$		MPa

Compression

Aux ELS : $S_{moy, lim} = 0,3 \times 1,2 \times 21,16 = 7,62 \text{ MPa}$

$S_{max, lim} = 0,6 \times 1,2 \times 21,16 = 15,23 \text{ MPa}$

Aux ELU : $f_{cd} = \alpha_{cc} \times \min(k_3 \cdot f_{ck}^* ; C_{max}) / \gamma_c = 0,8 \times 1,2 \times 21,16 / 1,5 = 13,54 \text{ MPa}$

Aux ELUa : $f_{cd} = \alpha_{cc} \times \min(k_3 \cdot f_{ck}^* ; C_{max}) / \gamma_c = 0,8 \times 1,2 \times 21,16 / 1,2 = 16,93 \text{ MPa}$

7.3.4 Coupe de calcul

Nous présentons ci-dessous la géométrie des horizons retenue ainsi que les paramètres pour le dimensionnement de pieux tarière creuse.

Pour le calcul du terme de pointe et du frottement axial, on retiendra les valeurs correspondant à la moyenne prudente.

La coupe est la suivante :

Horizons	Toit de la couche (NGF)	Base de la couche (NGF)	Epaisseur (m)	PI* (MPa)
Remblais	+147.8	+145.3	2,5	/
Colluvions	+145.3	+139.2	6,1	0,39
Argiles à meulières	+139.2	+135.2	4,0	2,21
Sables et Grès de Fontainebleau	+135.2	/	/	3,14

On considère que les pieux de fondations seront exécutés depuis une plateforme de travail nivelée à +147.8 NGF et réceptionnée à 50 MPa par essai à la plaque de type LCPC.

Les paramètres à prendre en compte pour le dimensionnement des pieux sont les suivants :

Pieux tarière creuse

Horizons	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	Courbes f_{sol}	f_{sol}	q_s (kPa)	$q_{s\text{max}}$ (kPa)	q_s retenu (kPa)	k_p max	q_b retenu (MPa)
Remblais	/	/	/	/	/	/	/	/
Colluvions	1,5	Q1	30,7	45,9	90	46	/	/
Argiles à meulières	1,5	Q1	46,6	69,9	90	70	/	/
Sables et Grès de Fontainebleau	1,8	Q2	89,3	160,7	170	160	1,65	5,18

Le frottement axial est négligé :

- Sur la hauteur des remblais,
 - 1 m sous le fond de fouille.
- ⇒ Soit jusqu'à la cote +144.0 NGF.

7.3.5 Calcul des pieux sous sollicitations verticales

Nous donnons ci-dessous le dimensionnement des pieux pour la descente de charges fournie en respectant un ancrage minimum de 1,50 m dans les Sables et Grès de Fontainebleau.

Pieux	G (kN)	Q (kN)	ELS (kN)	ELU (kN)	Horizon d'ancrage	Diamètre (mm)	Profondeur d'ancrage (m)	Cote d'ancrage (NGF)	Longueur du pieu (m)	Contrainte dans le béton (MPa)	ELU (kN)	ELS QP (kN)	ELS C (kN)	Contrôle renforcé
1	341,87	82,22	424	585	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	3,06	1218	750	916	non
2	609,80	274,08	884	1234	SGF	520	1,5	+133,7	14,1	4,16	1660	1004	1227	non
3	829,62	402,14	1232	1723	SGF	520	1,6	+133,6	14,2	5,80	1679	1017	1243	non
4	707,16	306,13	1013	1414	SGF	520	1,5	+133,7	14,1	4,77	1660	1004	1227	non
5	651,13	252,02	903	1257	SGF	520	1,5	+133,7	14,1	4,25	1660	1004	1227	non
6	641,95	202,28	844	1170	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	6,09	1218	750	916	non
7	248,44	54,11	303	417	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	2,18	1218	750	916	non
8	1210,16	495,56	1706	2377	SGF	620	2,2	+133,0	14,8	5,65	2318	1398	1708	non
9	852,84	315,53	1168	1625	SGF	520	1,5	+133,7	14,1	5,50	1660	1004	1227	non
10	425,94	97,48	523	721	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	3,78	1218	750	916	non
11	369,98	77,35	447	616	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	3,23	1218	750	916	non
12	883,82	235,61	1119	1547	SGF	520	1,5	+133,7	14,1	5,27	1660	1004	1227	non
13	1010,87	315,2	1326	1837	SGF	520	2,2	+133,0	14,8	6,24	1792	1096	1340	non
14	1530,03	625,97	2156	3004	SGF	620	4,6	+130,6	17,2	7,14	2855	1774	2168	OUI
15	1414,42	561,62	1976	2752	SGF	620	3,6	+131,6	16,2	6,55	2631	1617	1977	OUI
16	463,28	154,18	617	857	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	4,46	1218	750	916	non
17	2582,39	960,1	3542	4926	SGF	820	6,2	+129,0	18,8	6,71	4730	2918	3566	OUI
18	1086,80	325,56	1412	1956	SGF	520	2,7	+132,5	15,3	6,65	1886	1162	1420	OUI
19	1791,86	615,22	2407	3342	SGF	820	1,7	+133,5	14,3	4,56	3397	1985	2426	non
20	2338,81	908,98	3248	4521	SGF	820	5,0	+130,2	17,6	6,15	4374	2669	3262	non
21	1777,77	577,13	2355	3266	SGF	820	1,5	+133,7	14,1	4,46	3338	1943	2375	non
22	2088,35	916,52	3005	4194	SGF	820	4,0	+131,2	16,6	5,69	4078	2462	3009	non
23	1443,97	910,2	2354	3315	SGF	820	1,5	+133,7	14,1	4,46	3338	1943	2375	non
24	1332,67	776,09	2109	2963	SGF	620	4,3	+130,9	16,9	6,98	2788	1727	2111	OUI

Pieux	G (kN)	Q (kN)	ELS (kN)	ELU (kN)	Horizon d'ancrage	Diamètre (mm)	Profondeur d'ancrage (m)	Cote d'ancrage (NGF)	Longueur du pieu (m)	Contrainte dans le béton (MPa)	ELU (kN)	ELS QP (kN)	ELS C (kN)	Contrôle renforcé
25	1204,74	545,5	1750	2445	SGF	620	2,5	+132,7	15,1	5,80	2385	1445	1766	non
26	986,88	388,86	1376	1916	SGF	520	2,5	+132,7	15,1	6,48	1848	1136	1388	OUI
27	1831,26	815,6	2647	3696	SGF	820	2,6	+132,6	15,2	5,01	3664	2171	2654	non
28	1156,32	417,42	1574	2187	SGF	520	3,7	+131,5	16,3	7,41	2074	1293	1581	OUI
29	927,05	370,42	1297	1807	SGF	520	2,0	+133,2	14,6	6,11	1754	1070	1308	non
30	1621,94	801,4	2423	3392	SGF	820	2,5	+132,7	15,1	4,59	3634	2151	2628	non
31	2523,55	969,62	3493	4861	SGF	820	6,0	+129,2	18,6	6,61	4671	2876	3515	OUI
32	2177,44	718,02	2895	4017	SGF	820	3,6	+131,6	16,2	5,48	3960	2379	2907	non
33	1665,76	1010,72	2676	3765	SGF	820	2,7	+132,5	15,3	5,07	3693	2192	2679	non
34	879,67	241,1	1121	1549	SGF	520	1,5	+133,7	14,1	5,28	1660	1004	1227	non
35	391,30	77,84	469	645	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	3,39	1218	750	916	non
36	251,82	79,16	331	459	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	2,39	1218	750	916	non
37	1844,31	947,6	2792	3911	SGF	820	3,2	+132,0	15,8	5,29	3841	2296	2806	non
38	498,72	78,55	577	791	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	4,17	1218	750	916	non
39	719,14	154,63	874	1203	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	6,31	1218	750	916	non
40	1081,08	267	1348	1860	SGF	520	2,3	+132,9	14,9	6,35	1811	1109	1356	non
41	733,13	184,13	917	1266	SGF	520	1,5	+133,7	14,1	4,32	1660	1004	1227	non
42	589,90	135,17	725	999	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	5,23	1218	750	916	non
43	1742,00	920,11	2662	3732	SGF	820	2,7	+132,5	15,3	5,04	3693	2192	2679	non
44	1437,26	689,66	2127	2975	SGF	620	4,4	+130,8	17,0	7,04	2811	1743	2130	OUI
45	2107,46	1057,02	3164	4431	SGF	820	4,7	+130,5	17,3	5,99	4286	2607	3186	non
46	1464,85	494,92	1960	2720	SGF	620	3,6	+131,6	16,2	6,49	2631	1617	1977	OUI
47	1058,01	357,58	1416	1965	SGF	520	2,7	+132,5	15,3	6,67	1886	1162	1420	OUI
48	2691,55	804,44	3496	4840	SGF	820	6,0	+129,2	18,6	6,62	4671	2876	3515	OUI
49	2472,94	814,12	3287	4560	SGF	820	5,1	+130,1	17,7	6,22	4404	2690	3287	non
50	1637,32	486,52	2124	2940	SGF	620	4,4	+130,8	17,0	7,03	2811	1743	2130	OUI
51	1960,07	659,51	2620	3635	SGF	820	2,5	+132,7	15,1	4,96	3634	2151	2628	non
52	1595,85	532,68	2129	2953	SGF	620	4,4	+130,8	17,0	7,05	2811	1743	2130	OUI
53	1002,33	269,48	1272	1757	SGF	520	1,8	+133,4	14,4	5,99	1717	1044	1276	non
54	1271,13	383,66	1655	2292	SGF	620	2,0	+133,2	14,6	5,48	2273	1366	1670	non
55	822,72	235,9	1059	1465	SGF	520	1,5	+133,7	14,1	4,98	1660	1004	1227	non
56	599,64	219,12	819	1138	SGF	420	1,5	+133,7	14,1	5,91	1218	750	916	non
57	1120,25	515,98	1636	2286	SGF	620	1,9	+133,3	14,5	5,42	2251	1351	1651	non

7.3.6 Dispositions constructives

Nous rappelons ci-dessous les tolérances d'exécution et d'inclinaison selon l'annexe R de la norme NF P 94-262 à prendre en compte.

Nous insistons sur le fait que les pieux devront être reliés entre eux par un réseau de longrines croisées.

(3) Par défaut, si le projet de conception ne le précise pas :

- les pieux sont justifiés vis-à-vis de la descente de charge qui est fournie ;
- la descente de charges est réputée prendre en compte les conséquences des défauts géométriques des pieux lorsqu'elles restent dans les limites des tolérances de la présente norme ou des normes d'exécution ;
- la tolérance d'exécution est égale à 0,15 m au niveau de la plateforme d'exécution et la tolérance d'inclinaison est égale à 3 % si la technologie de pieux n'est pas figée ; dans le cas contraire, on applique celles des normes d'exécution ;
- les pieux sont réputés reliés par des chevêtres, longrines et murs croisés qu'il suffit de renforcer si les défauts géométriques de certains pieux excèdent les tolérances.

7.4 Dalles basses

Nous rappelons que le niveau d'infrastructure sera à usage de stationnements, quelques locaux techniques sont identifiés sur le plan fourni. Il n'est pas prévu de locaux dits nobles.

La dalle basse sera de type plancher porté par les fondations.

Si le sous-sol est prévu inondable, le plancher bas reposera sur une forme drainante constituée de matériaux d'apport granulaires perméables insensibles à l'eau de type sable graveleux ou grave naturelle de granulométrie étalée. Celle-ci permettra d'équilibrer la pression hydrostatique à sa sous-face.

L'épaisseur de la forme drainante sera au minimum de 20cm de manière à pouvoir y accueillir le système de réseau de drains, qui seront exécutés dans des rigoles sous le niveau du fond de fouille.

Un géotextile anticontaminant sera disposé entre le sol support et la forme drainante.

Commentaires :

- Nous attirons l'attention sur le fait que la forme drainante ne sera en eau que pour une récurrence de 1/50 soit le niveau d'eau EH – cf. paragraphe 7.5 ci-après ; ce qui pourrait nécessiter une maintenance spécifique pour garantir le non colmatage de celle-ci.

7.5 Mise hors d'eau

7.5.1 Niveaux d'eau caractéristiques

Dans le DTU 14-1 – Travaux de cuvelage (novembre 2020), les niveaux d'eau caractéristique sont définis comme suit :

- Niveau EB : niveau des plus basses eaux (donne les actions permanentes),
- Niveau EH : niveau des plus hautes eaux qui correspond à la crue pouvant se produire au moins une fois tous les 50 ans (la différence avec le niveau EB donne les actions variables),
- Niveau EE : niveau exceptionnel et conventionnel de l'eau qui correspond au niveau des plus hautes eaux connues et/ou prévisibles (la différence avec le niveau EB donne les actions accidentelles). Il est d'usage de retenir une crue de retour 100 ans,
- Niveau E : cote structurelle.

Dans les Eurocodes, les niveaux d'eau caractéristique sont définis comme suit :

- EB = niveau quasi permanent : niveau d'eau susceptible d'être dépassé pendant 50% du temps de référence (temps de référence = 50 ans),
- EF = niveau fréquent : niveau d'eau susceptible d'être dépassé pendant 1% du temps de référence,
- EH = niveau caractéristique : correspond à une période de retour de 50 ans,
- EE = niveau accidentel : niveau maximal atteint en situations accidentelles sur la durée de vie de l'ouvrage (niveau des plus hautes connues et/ou prévisibles ou niveau retenu pour l'inondation des locaux lorsqu'elle est admise = cote de dispositif d'écrêtement).

Le niveau d'eau actuel se situe vers 4,20/4,60 m sous le niveau fini du sous-sol soit vers +140.8/+140.4 NGF.

Dans un premier temps, en l'absence de suivi piézométrique, nous proposons de retenir les niveaux d'eau caractéristiques suivants sur la base d'un suivi piézométrique réalisé dans un contexte géotechnique similaire en région parisienne :

- EB = +141.0 NGF
- EH = EB + 4,0 m = +145.0 NGF
- EE = EB + 5,0 m = +146.0 NGF

Ces niveaux d'eau pourraient être mis à jour sur la base d'un suivi piézométrique.

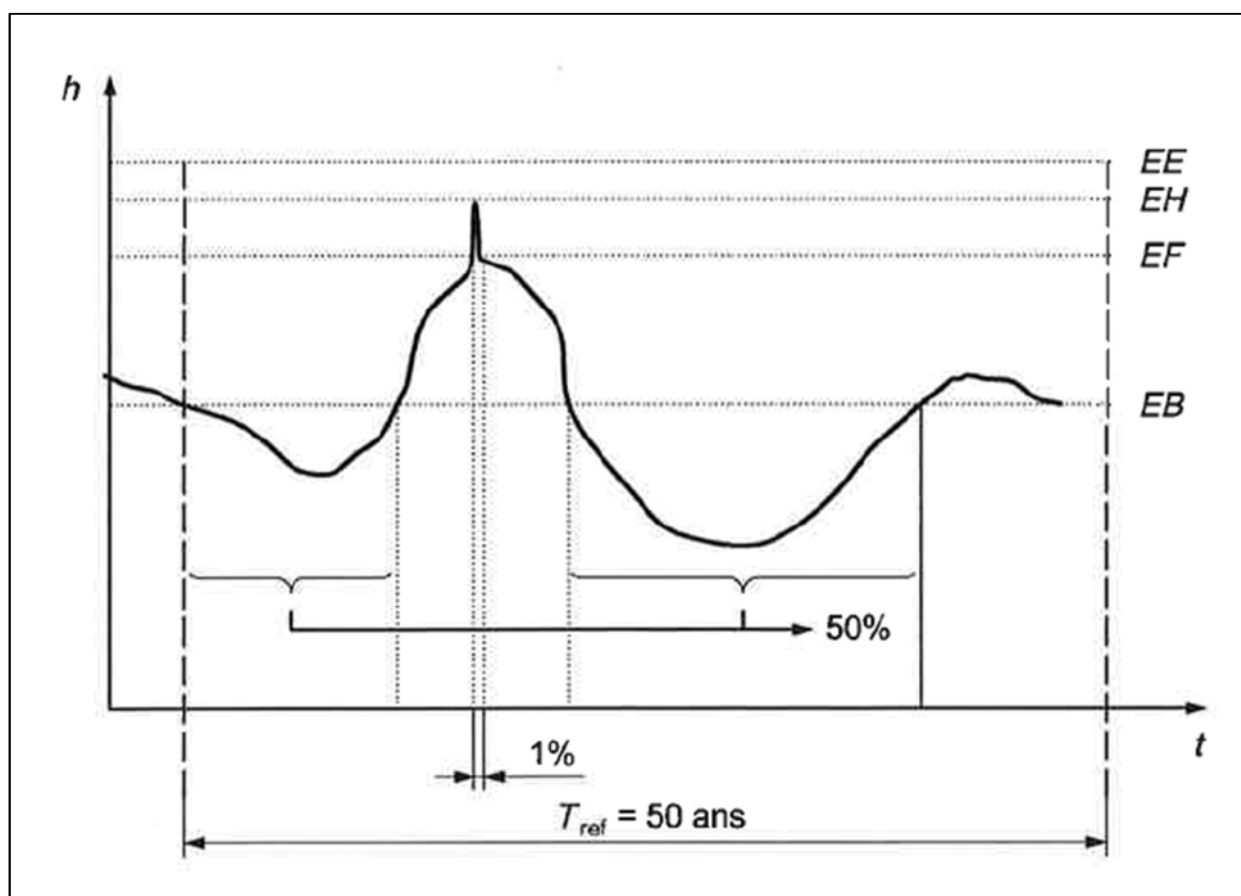


Figure 14 – Eurocodes : représentation des niveaux d'eau caractéristiques, EB, EF, EH et EE

7.5.2 Protection du bâtiment en phase de service

Le projet est prévu inondable à partir de la cote du niveau fini du plancher bas du sous-sol soit à partir de +145.0 NGF qui correspond à la cote EH (récurrence cinquantennale). Nous rappelons que le choix de la cote de protection (selon DTU 14-1) est de la responsabilité du maître d'ouvrage.

Les voiles contre terre seront drainés.

Les locaux techniques sont prévus cuvelés. BY nous a informé en réunion le 30/09/24 que des portes étanches sont prévues pour ces locaux et/ou des seuils de porte surélevés.

7.5.2.1 Dalle basse des locaux cuvelés

Dans le DTU 14-1 – Travaux de cuvelage, il faut définir le cadre dans lequel se situe le projet selon le tableau donné ci-dessous.

Protection recherchée			Niveaux d'action de l'eau		Arase minimale de cuvelage (*)		
Protection contre	Localisation	Caractère inondable	Niveaux de référence	Niveau E	Avec revêtement d'imperméabilisation	Avec revêtement d'étanchéité	
						Locaux non nobles	Locaux nobles
Nappe	Hors crue	NON	EB/EH/EE (= PHEC)	EE (= PHEC)	EE (= PHEC)	EE	Max (EE, Niveau des terres + 0,15 m)
		OUI	EB/EH/EI	EI + 0,50 m	EI	Non visé	Non visé
PPRI	Zone de crue	NON	EB/EH/EE (= PHEC)	EE (= PHEC)	EE (= PHEC)	EE (= PHEC)	EE (= PHEC)
		OUI	EB/EH/EI	EI + 0,50 m	EI	Non visé	Non visé
Nappe en écoulement	Hors crue	NON	EB	EB + 0,50 m	EB + 0,50 m	EB + 0,50 m	Max (EB + 0,50 m ; niveau des terres + 0,15 m)

(*) : Dans le cas de locaux nobles les DPM peuvent préciser des exigences complémentaires (cf. Annexe C)

Figure 15 – Synthèse des niveaux d'eau en fonction de leur origine – tableau 1 DTU 14.1

Pour le projet, le cadre est le suivant pour la protection recherchée :

- Protection contre : nappe,
- Localisation : hors crue,
- Caractère inondable : oui
- Niveaux de référence : EB/EH/EI
- Niveau E : EI+0,50 m (niveau de calcul d'action de l'eau)

- Arase minimale de cuvelage : EI (revêtement d'imperméabilisation)

Dans le cas d'une nappe et pour un caractère inondable, pour la définition du niveau EI, on pourra se référer aux schémas ci-dessous, donnés dans le DTU 14.1 de novembre 2020.

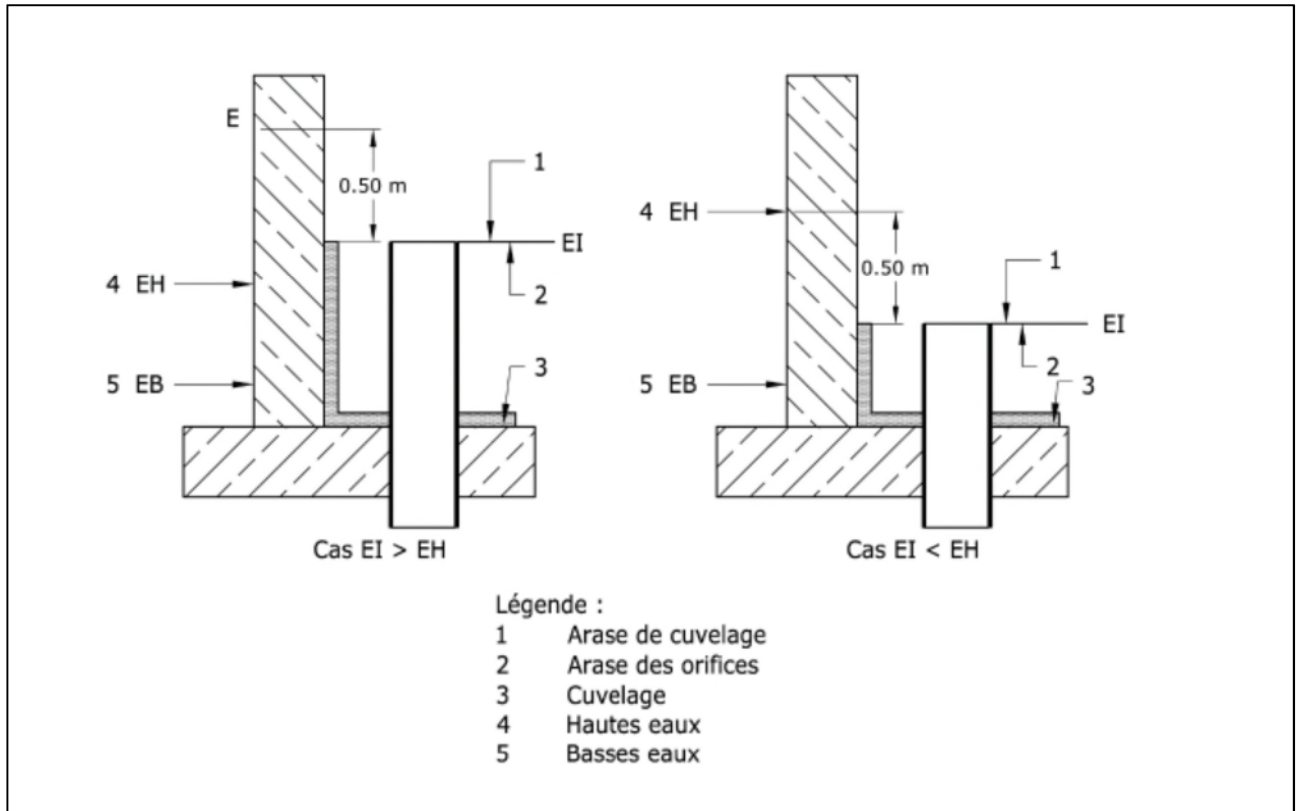


Figure 16 – Exemple de cas de locaux inondables – figure 9 DTU 14.1

Le niveau EI correspondant au fil d'eau des orifices d'inondation est fixé par BY à :

$$EI = EH = +145.0 \text{ NGF.}$$

Pour le projet, on se retrouve dans le cas où $EI \geq EH$.

La cote E correspondant à la cote de calcul du cuvelage est :

$$E = EI + 0,50 \text{ m} = +145.5 \text{ NGF.}$$

On considère en effet forfaitairement que la surpression pouvant se développer entre événements est de 0.5m, en tenant compte des recommandations du DTU 14-1 rappelées ci-dessous sur la conception des événements (cheminées), et sur la couche drainante qui est recommandée pour les sols peu drainant (dans le cas présent argiles et limons).

Pour les événements, conformément au DTU 14.1 Cuvelage de novembre 2020 :

A défaut d'une étude hydrogéologique les prescriptions suivantes concernant les cheminées s'appliquent :

- leur diamètre utile est compris entre 80 mm et 150 mm ;
- leur trame d'implantation correspond à une cheminée tous les 80 à 150 m² en fonction du caractère régulier et compact du ou des sous-sols et de la nature du sol en place sous le radier ;
- une couche drainante située sous le radier est recommandée pour améliorer la qualité de drainage du terrain naturel en place sous le radier (par exemple cas des terrains marneux).

Toujours d'après le DTU 14.1, les événements sont métalliques.

Commentaire :

La forme drainante ne sera pas en eau de manière permanente ; elle ne le serait que pour une récurrence de 1/50 correspondant à la cote EH. Son fonctionnement pourrait s'avérer défectueux lors d'une crue EH si aucune maintenance spécifique n'est réalisée. Il est nécessaire de prévoir des regards, et un nettoyage périodique des drains collecteurs.

7.5.2.2 Voiles contre terre

Pour s'affranchir de toute poussée hydrostatique à l'arrière des voiles enterrés, il sera prévu un drainage périmétrique extrêmement soigné, destiné à recueillir et évacuer les eaux d'infiltration et de circulation. Les débits provenant des remblais et des Colluvions devraient être faibles.

On mettra en œuvre à l'arrière des voiles contre terres, des bandes drainantes (type ENKADRAIN ou équivalent) reliées par des barbacanes en pied de voiles à un drainage intérieur dans une cunette interne périmétrique étanche.

Les bandes seront positionnées centrées sur chaque passe de voile.

Si des fouilles talutées sont réalisées, il pourra être mis en œuvre un drain périmétrique à l'arrière des voiles et un massif drainant enrobé par un géotextile. On procédera soit au remblaiement avec un matériau drainant soit à la mise en œuvre de nappes drainantes contre les voiles banchés.

On veillera à concevoir un système de drainage continu sur toute la hauteur des voiles quelle que soit leur mode d'exécution.

Dans tous les cas, les drainages seront reliés à un exutoire.

Nous rappelons que ces dispositifs n'assureront pas une étanchéité des voiles périmétriques d'infrastructure : des traces d'humidité pourront être observées sur les murs des sous-sols.

7.5.3 Protection du bâtiment en phase chantier

7.5.3.1 Définition de la crue chantier

Pour la crue chantier EC, nous proposons au maître d'Ouvrage de retenir la crue quinquennale, soit dans une première approche, toujours sur la base d'un suivi piézométrique réalisé dans un contexte géotechnique similaire dans la région parisienne :

$$- \quad EC = EB + 2,5 \text{ m} = +143.5 \text{ NGF}$$

Cette cote de crue de chantier n'impacte pas le projet.

7.5.3.2 Dispositions constructives

En phase provisoire, en fonction de la période des terrassements, il pourra s'avérer nécessaire d'avoir recours à des épuisements en fond de fouille pour gérer les eaux de circulation et d'infiltration dans les terrains de couverture peu perméables.

On prévoira alors des fossés drainants avec des drains en rigoles en périmétrie du projet associés à des fosses de relevage.

Par ailleurs, pour s'affranchir de toute poussée hydrostatique à l'arrière des voiles enterrés, il conviendra de récupérer les eaux d'infiltration et de ruissellement et de les évacuer par un système de drainage de type nappes drainantes.

7.6 Contrôles

7.6.1 Pieux

Si les pieux de fondations sont prévus en contrôle renforcé d'intégrité, il sera à prévoir des essais de contrôle : 1 pieu sur 4 sera ausculté par impédance mécanique selon la norme NF P 94-262.

7.6.2 Plateforme de pieux et de dallage

Tous les supports de dallages et de voirie devront être contrôlés, avant leur mise en œuvre, au moyen d'essais à la plaque de type LCPC : au minimum 3 essais avec un essai supplémentaire tous les 1000 m².

Les essais seront réalisés selon les normes suivantes :

- NP P 94-117-1 d'avril 2000 : Portance des plateformes – modules sous chargement statique à la plaque EV2.

7.6.3 Compactage

Le compactage des matériaux mis en œuvre sera contrôlé au moyen d'essais au pénétromètre selon le ratio suivant :

- au minimum 3 essais avec un essai supplémentaire tous les 500 m²,
- 1 essai tous les 50m sur un linéaire.

Les objectifs de densification à atteindre sont :

- q4 pour les corps de remblai,
- q3 pour les couches de formes.

7.6.4 Voiles périmétriques d'infrastructure

Les voiles contre terre feront l'objet d'un suivi topographique au moyen de cibles mises en œuvre sur les voiles par exemple en partie haute et en partie médiane, là où les déformées sont les plus importantes et en pied de voile de manière à suivre leur déplacement au cours de leur exécution.

Les relevés seront effectués au moins une fois par semaine par un Géomètre-Expert jusqu'au coulage de la dalle basse puis toutes les deux semaines jusqu'au coulage des planchers hauts et dépose des butons.

La mesure zéro initiale sera faite avant le début des travaux de terrassements généraux.

8 Incertitudes résiduelles

Les incertitudes résiduelles identifiées sont les suivantes :

- Fluctuation de la nappe : nous conseillons le suivi piézométrique pour affiner les niveaux d'eau caractéristiques EB, EH et EE.
- La présence de blocs de meulières de taille supérieure à 1m (Dmax, épaisseur) est à gérer au titre d'un aléa géologique difficile à anticiper et qui mobilisera des moyens lourds de terrassement (BRH, pelle mécanique de grand puissance...).
- Fluctuation de la position altimétrique du toit des Sables et Grès de Fontainebleau : l'exécution des pieux devra respecter l'ancrage préconisé dans cette formation par contrôle en temps réel des enregistrements des paramètres de forage ou par tout autre moyen de contrôle.
- Présence de grès dans la formation des Sables et Grès de Fontainebleau : la foration des pieux peut subir des sujétions lourdes lorsque le forage intercepte un banc ou un bloc induré. Les moyens de l'entreprise doivent donc s'adapter pour traverser ces niveaux rocheux (par trépanage ou carottage ou autre technique) en considérant d'ores et déjà une classification AFTES DU 2 à 1, DE 2 à 1, AIN 2 à 1 et RC 2 à 1.
L'opportunité d'ancrer des pieux au toit d'un banc rocheux induré passera obligatoirement par des sondages destructifs enregistrés pour qualifier l'épaisseur du banc et sécuriser l'ancrage.

9 Etudes ultérieures

Nous rappelons que l'optimisation des ouvrages géotechniques suppose l'exécution successive des différentes missions de la norme NF P 94-500 avec les investigations appropriées.

Nous restons à la disposition de notre Client pour tout renseignement complémentaire et pour assurer, dans le cadre de nouvelles missions, une assistance technique pour les études géotechniques complémentaires et les études spécifiques pour optimiser les différentes phases d'exécution des travaux selon les missions géotechniques G2 DCE/ACT et G4.

L'entreprise devra dans le cadre de sa mission G3 justifier les ouvrages géotechniques à construire, les méthodologies de mise en œuvre et phasages associés :

- Fondations,
- Dalle basse,
- Terrassements,
- Soutènements,
- Mise hors d'eau en phase chantier,
- Mise hors d'eau en phase définitive.

L'entreprise devra réaliser toutes les investigations qu'elle estime nécessaire pour la justification de ses ouvrages :

- Suivi piézométrique,
- Sondages pressiométriques complémentaires,
- Sondages carottés complémentaires,
- Essais en laboratoire complémentaires,
- ...

Notre piézomètre est laissé à la disposition du client puis de l'entreprise pour permettre le suivi piézométrique de la nappe jusqu'à l'ouverture du chantier et pendant toute la durée des travaux.

ANNEXES

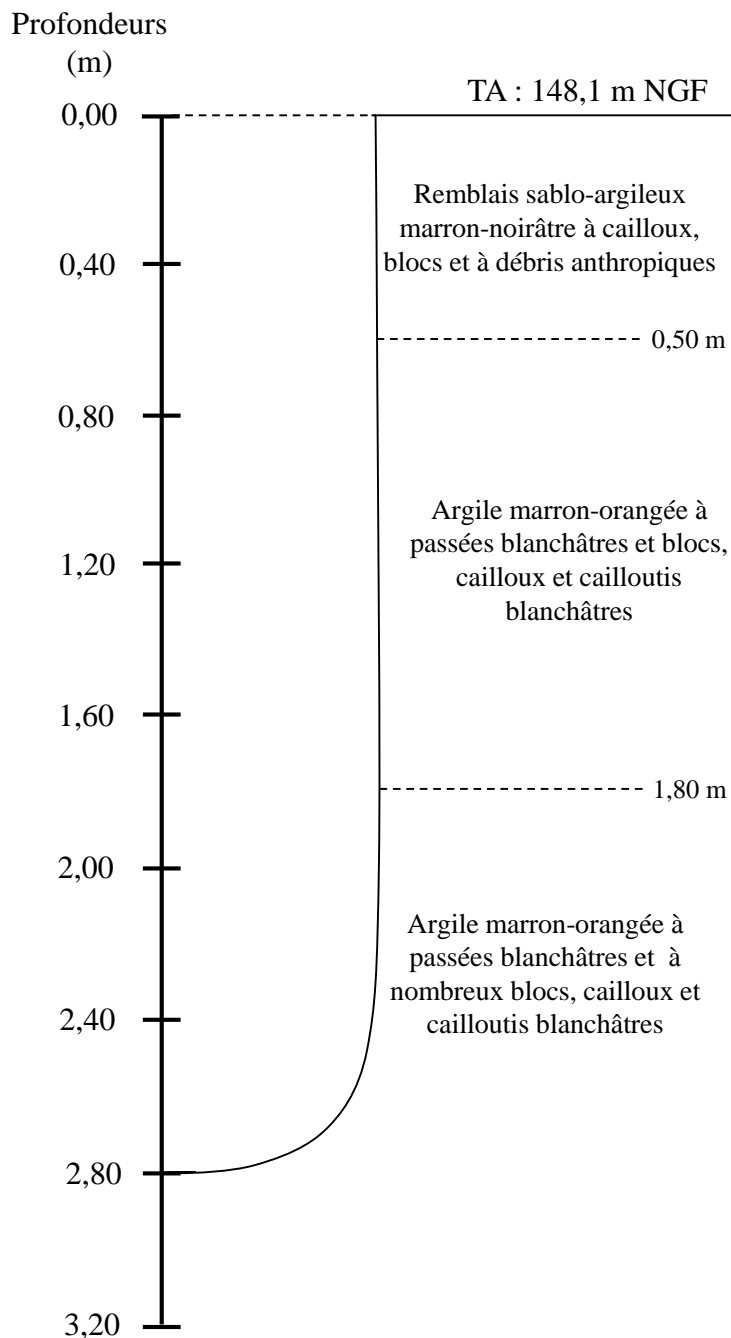
ANNEXE 1 : RESULTATS DES INVESTIGATIONS DE GEOTEC

SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE

Photos fouille FM1 :




Vue en coupe :



Fond de fouille : 2,80 m/TA

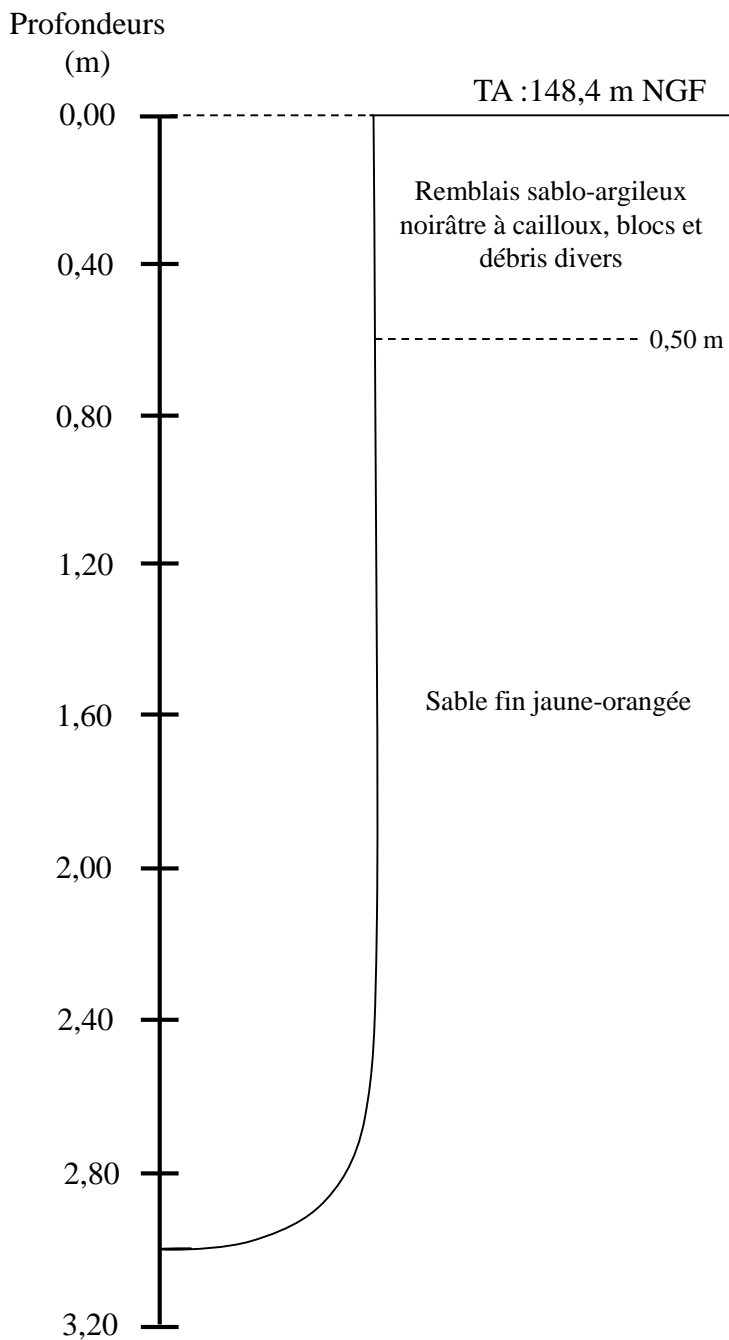
Refus de la pelle mécanique à 2,80 m/TA

	FM2	CHATENAY-MALABRY (92) Zone urbaine de la Sygrie	2022/00703/PARIS
	1/20 ^{ème}	Fouille à la pelle mécanique	02/2022

Photos fouille FM2 :



Vue en coupe :



Fond de fouille : 3,00 m/TA

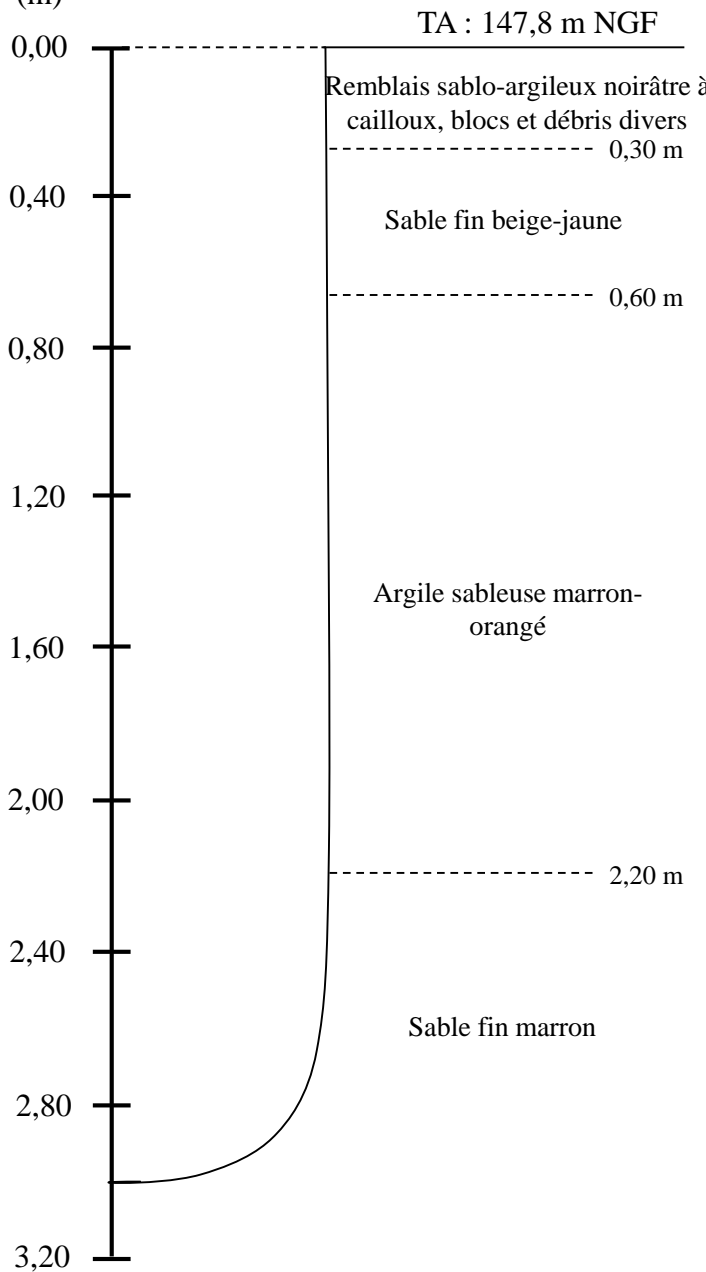
Eboulement de la fouille à environ 2,00 m/TA

Photos fouille FM3 :



Vue en coupe :

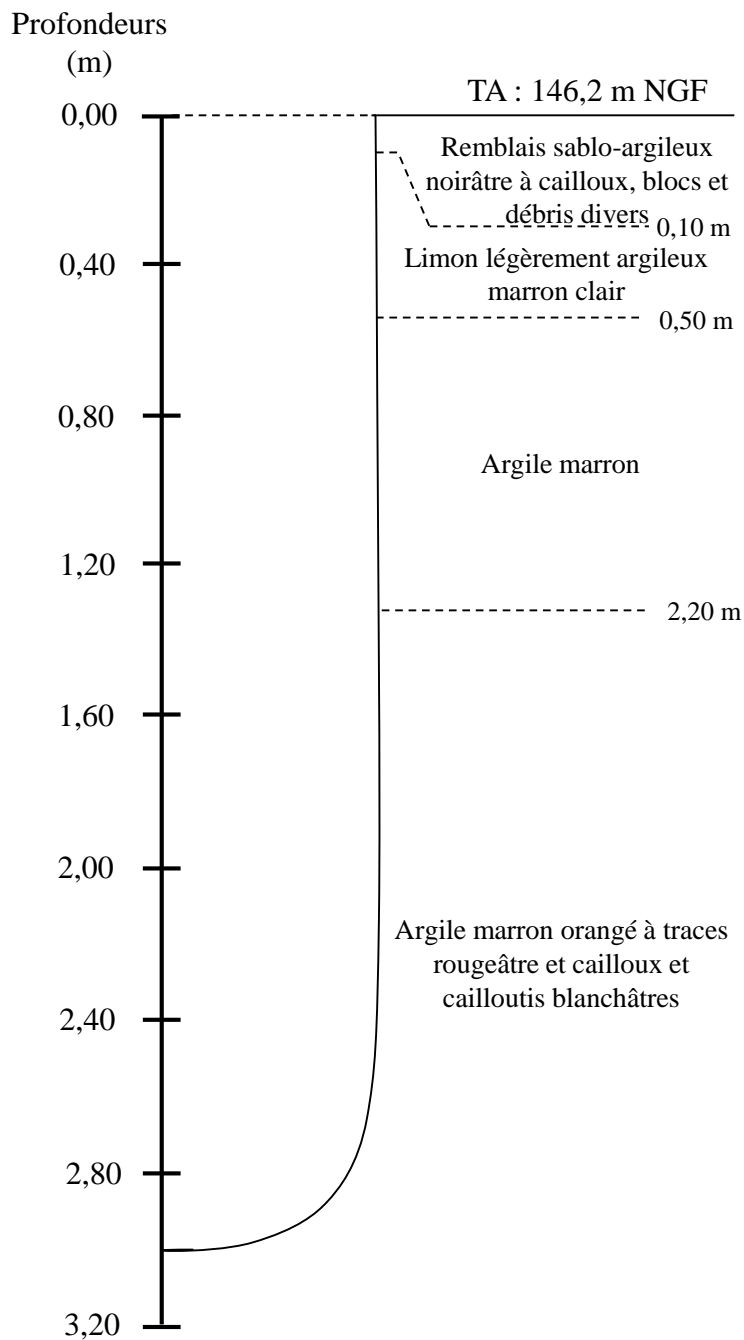
Profondeurs
(m)



Photos fouille FM4 :

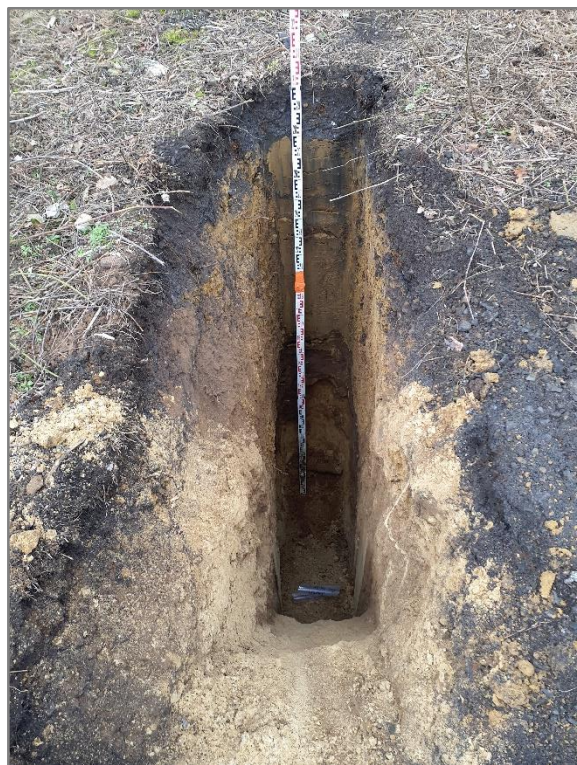


Vue en coupe :

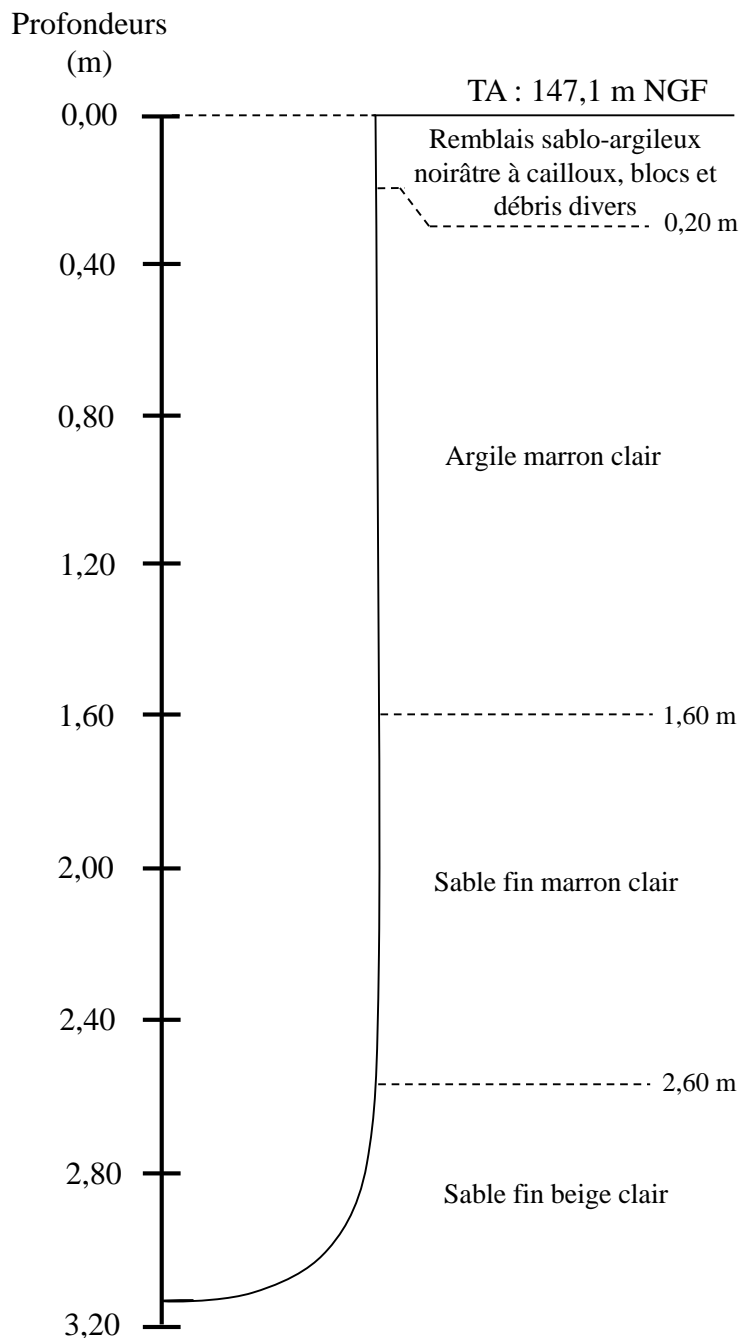


Fond de fouille : 3,00 m/TA

Photos fouille FM5 :



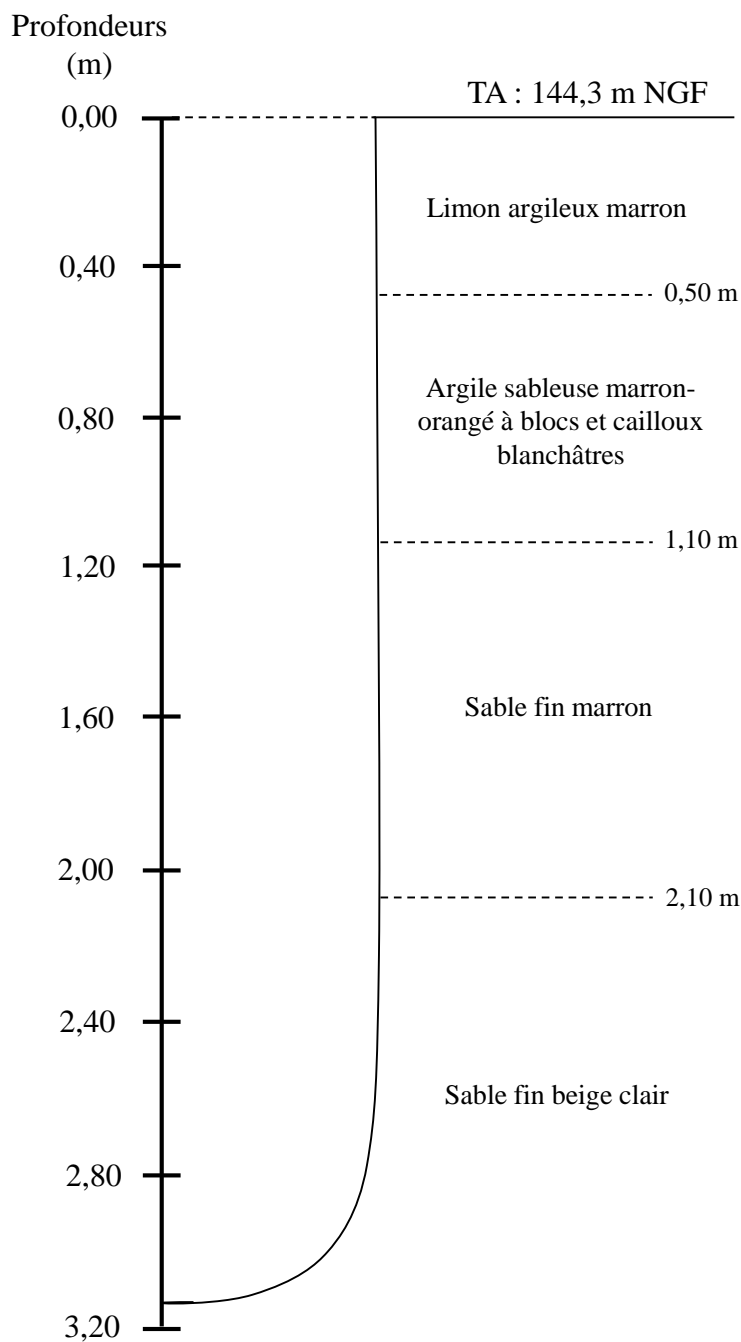
Vue en coupe :



Photos fouille FM6 :



Vue en coupe :

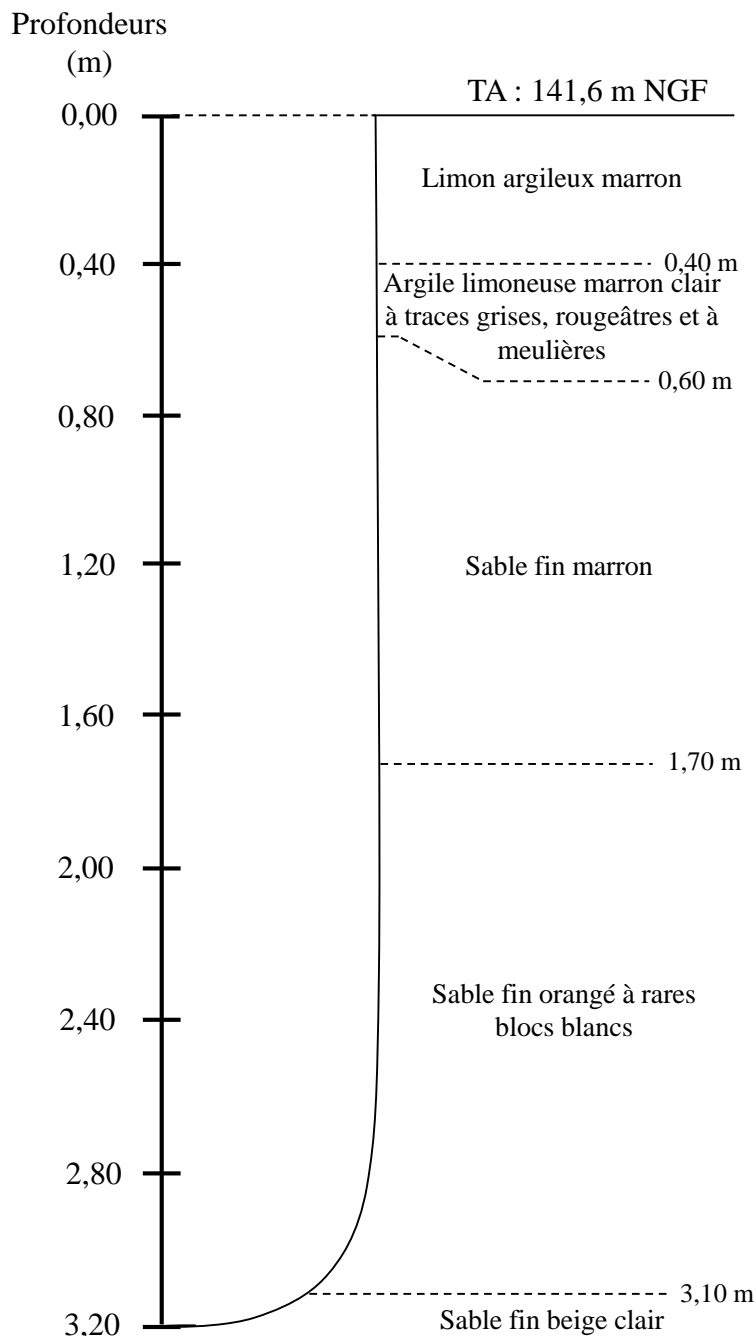


Fond de fouille : 3,10 m/TA

Photos fouille FM7 :



Vue en coupe :


















Fond de fouille : 3,20 m/TA

SONDAGES CAROTTES



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

EXGTE 3.23

Cote	Prof.		Description du terrain	Stratigraphie	Eau	Outil	% Carottage (%)
147,40	0,00						050100
146,90	0,50		Remblais sablo-graveleux noirâtre à débris anthropiques (brique, verre,...)	Remblais	 7,1 m	Carottier battu	100
			Argile sableuse marron-orangé à passées argileuses gris clair et à débris de meulière			Carottier traditionnel diamètre 116 mm	100
145,90	1,50		Blocs de meulière				100
144,60	2,80		Argile sableuse marron-orangé à passées argileuse gris clair et à débris de meulière				100
143,40	4,00		Argile sableuse à débris de meulière à passées argileuses gris clair et indurées de 4,95 à 5,05 m	Colluvions probables			100
			Argile légèrement sableuse marron à cailloux, cailloutis, passage sableux induré marron gris de 6,20 à 6,30 m				100
141,70	5,70		Sable marron-gris induré				100
140,40	7,00		Sable argileux gris-beige				100
139,90	7,50		Argile marron à débris de meulière	Résidus d'Argiles à Meulière probables			100
137,40	10,00		Sable argileux marron à marro-orangé à débris de meulière				100
137,10	10,30		Argile sableuse marron à marron orangé				100
136,20	11,20		Argle légèrement sableuse marron-rougeâtre à débris de meulière				100
133,90	13,50		Argile sableuse marron à quelques débris de meulière et à silex			100	
133,10	14,30			SB probable			
132,40	15,00		Sable beige-jaunâtre			100	
















Observations :

EXGTE 3.23

Cote	Prof.		Description du terrain	Stratigraphie	Eau	Outil	Equipement forage	Echantillons	% Carottage (%)		
146,00 145,80	0,00 0,20		Remblai limono-sableux noirâtre à débris anthropiques (brique, verre,...)	Remblais probables		Carottier battu type 114 LS	PVC diamètre 52/60 mm, crépiné de 1,0 à 6,0 m	EI 1	0	50	100
144,75	1,25		Argile limoneuse marron						100		
143,50	2,50		Argile limoneuse marron à passage noirâtre						72		
			Argile limoneuse marron	80							
141,50	4,50		Sable légèrement argileux marron foncé à débris de meulières	Colluvions			100				
140,50 140,25	5,50 5,75						Sable marron foncé à nombreux silex	100			
139,50	6,50		Sable argileux marron-orangé	Résidus d'Argiles à Meulières probables			100				
138,25	7,75		Sable argileux marron-jaunâtre				EI 2	80			
			Sable marron clair					100			
137,00	9,00		Sable orangé	Sables de Fontainebleau probables			100				
134,10	11,90	Sable beige-gris	100								
		Sable orangé	100								
		Sable beige-gris	100								
131,00	15,00							100			

Observations :

EXGTE 3.23

Cote	Prof.	Description du terrain		Stratigraphie	Eau	Outil	Equipement forage	Echantillons	% Carottage (%)								
147,30 147,10	0,00 0,20								0	50	100						
			Remblai sablo-graveleux noirâtre à débris anthropiques (verre, brique,...)	Remblais probables		Carottier battu type 114 LS	PVC diamètre 52/60 mm, crépiné de 7,0 à 20,0 m		100								
			Argile limoneuse marron à débris de meulières éparses						100								
144,30	3,00		Argile limoneuse marron à ocre						100								
142,80	4,50		Argile marron-rougeâtre à débris de meulières et silex	Colluvions probables					Carottier battu type 114 LS	PVC diamètre 52/60 mm, crépiné de 7,0 à 20,0 m	EI 1	100					
142,25	5,05		Argile sableuse marron-orangé à grisâtre à quelques débris de meulières									100					
141,40	5,90		Sable marron-orangé									100					
140,60	6,70		Sable marron-beige	Sables de Fontainebleau probables								Carottier battu type 114 LS	PVC diamètre 52/60 mm, crépiné de 7,0 à 20,0 m	EI 2	100		
139,30	8,00		Sable beige à orangé												100		
			Sable beige												100		
132,00	15,30		Sable beige											100			
			Sable beige		100												
127,30	20,00		Sable beige	100													

Observations :

EXGTE 3.23

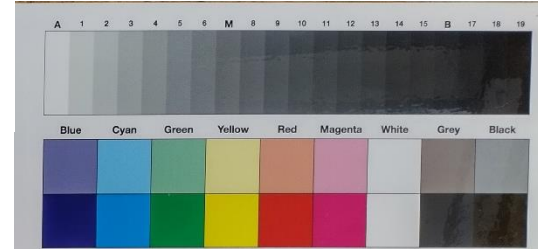
Photos Sondage SC1

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC1

PROF(m) : 0,00 à 2,00 m

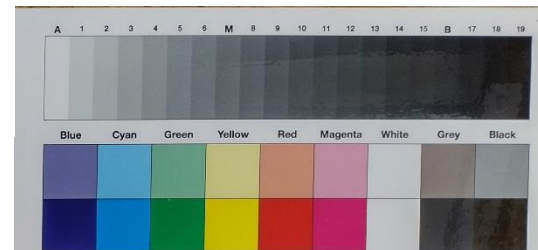


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC1

PROF(m) : 2,00 à 4,50 m



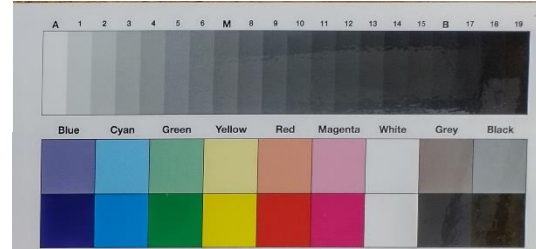
Photos Sondage SC1

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC1

PROF(m) : 4,50 à 9,75 m

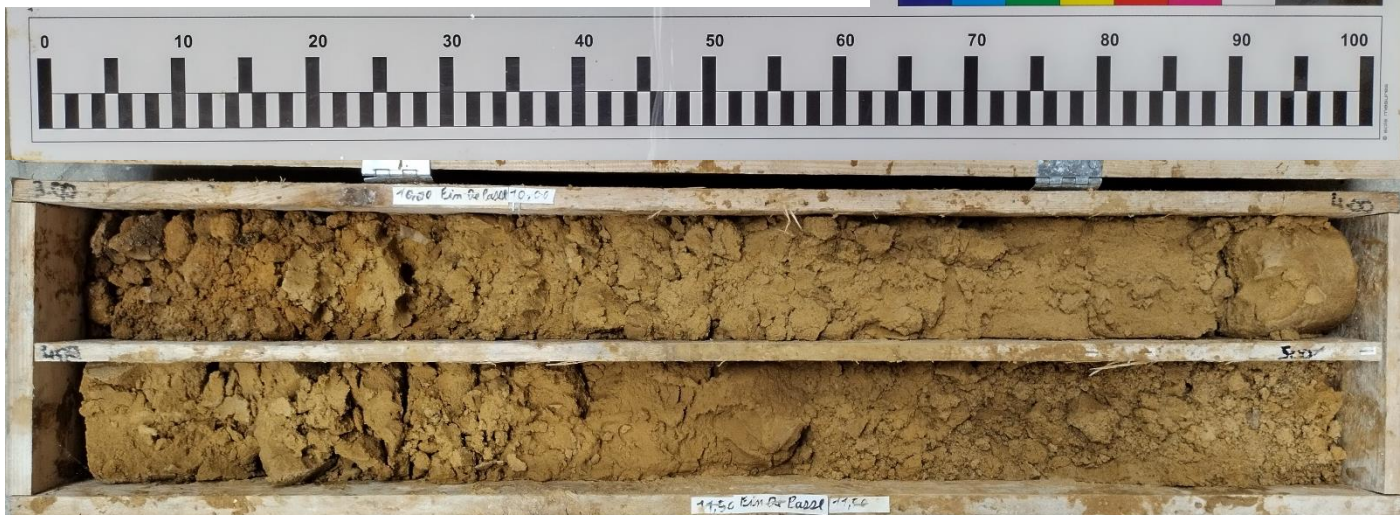
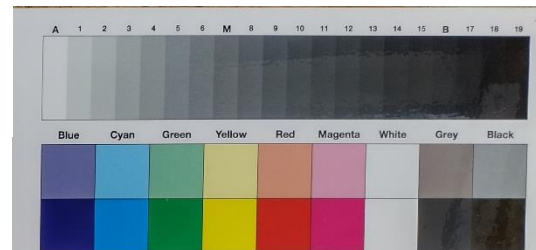


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC1

PROF(m) : 9,75 à 12,00 m



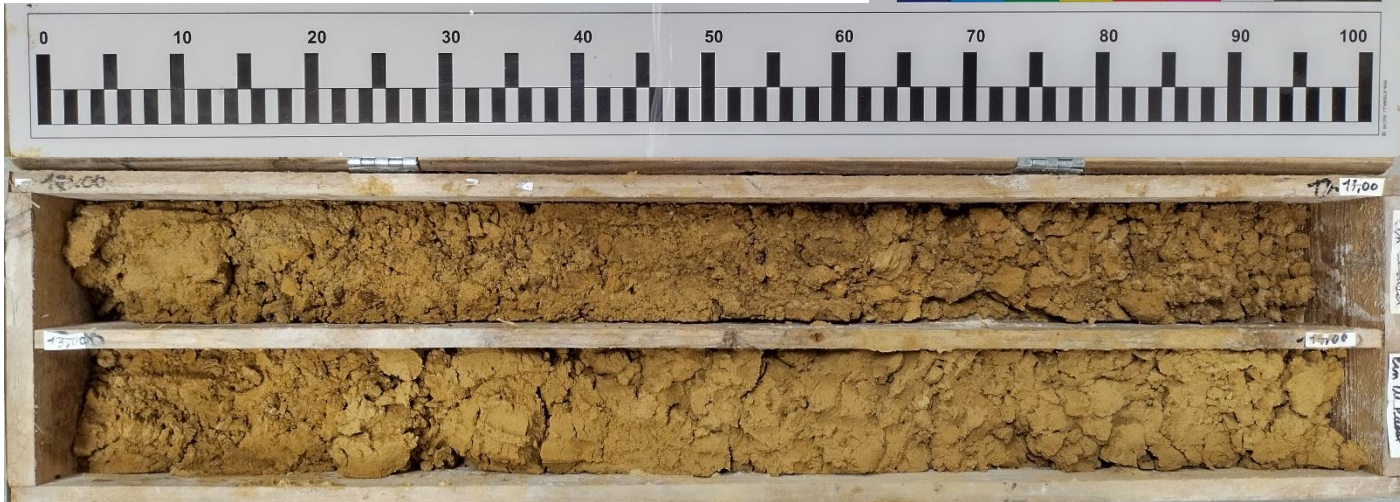
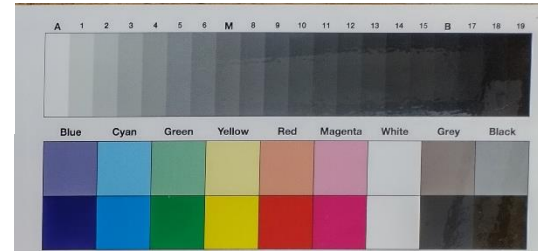
Photos Sondage SC1

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC1

PROF(m) : 12,00 à 14,00 m

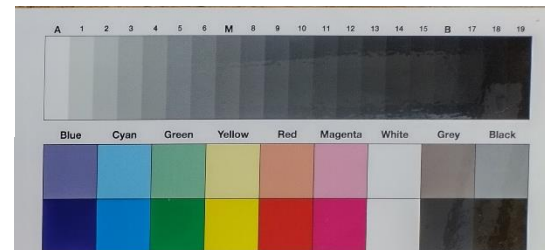


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC1

PROF(m) : 14,00 à 15,00 m



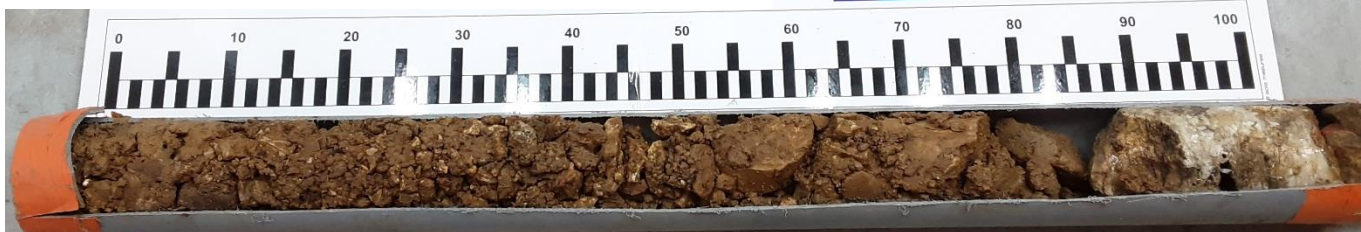
Photos Sondage SC1

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC1

PROF(m) : El de 6,00 à 7,50 m

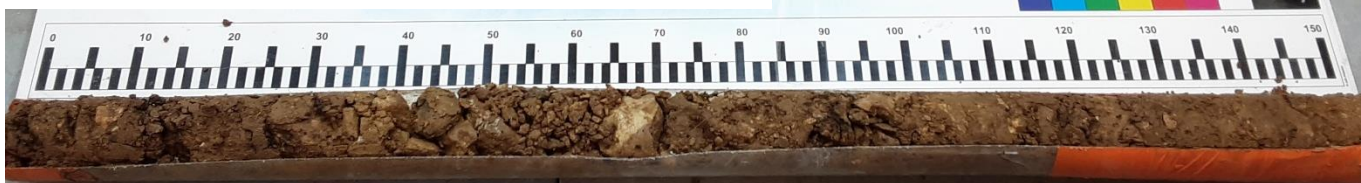


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC1

PROF(m) : El de 7,50 à 9,00 m



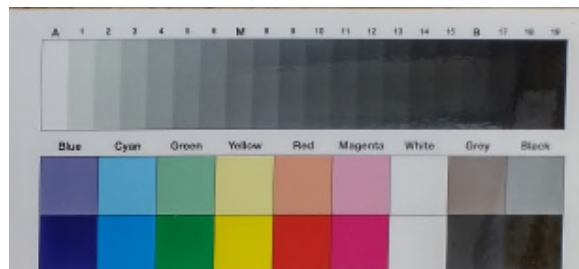
Photos Sondage SC2

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC2

PROF(m) : 0,00 à 2,00 m

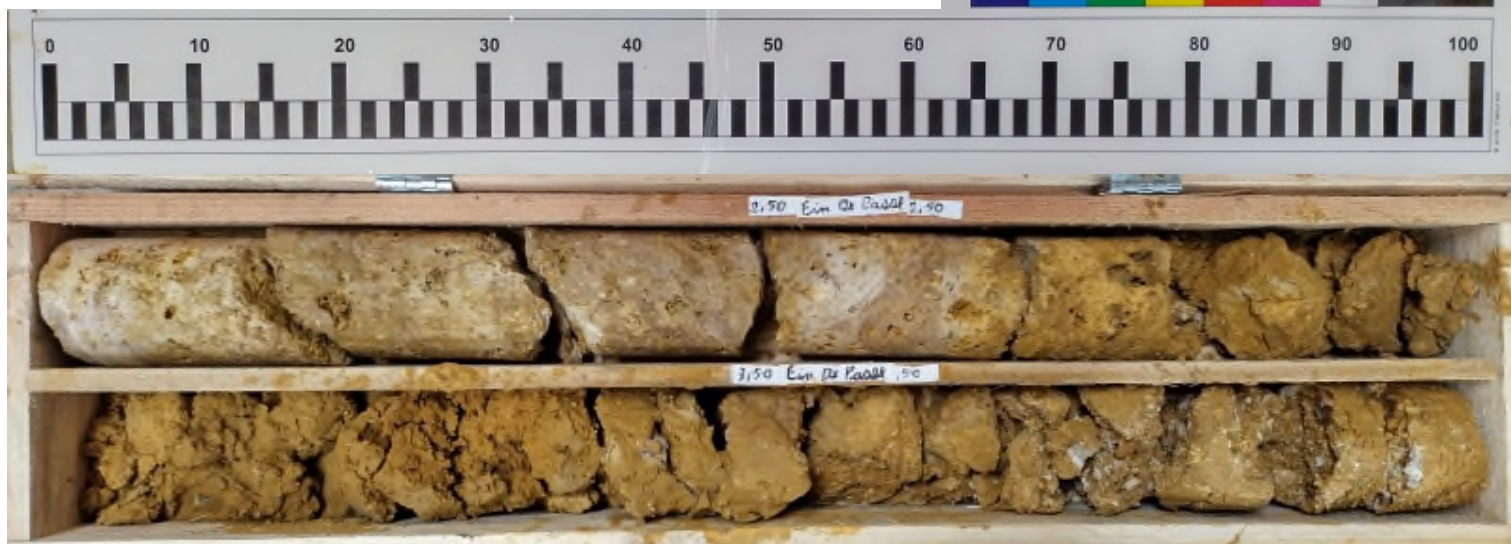


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC2

PROF(m) : 2,00 à 4,00 m



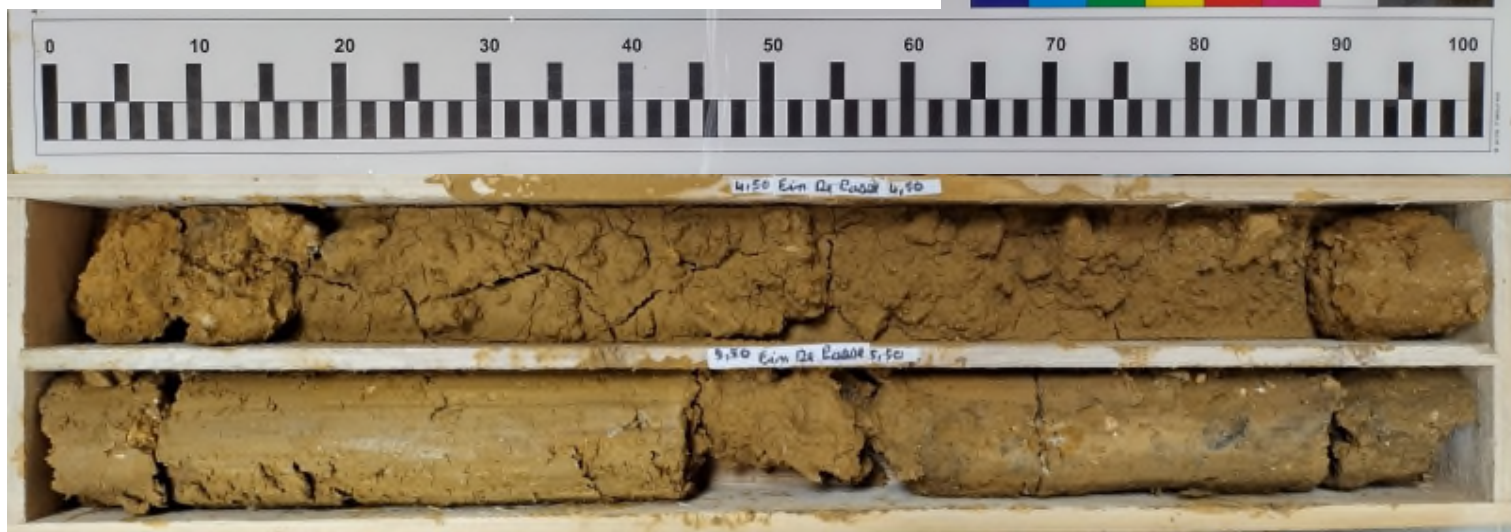
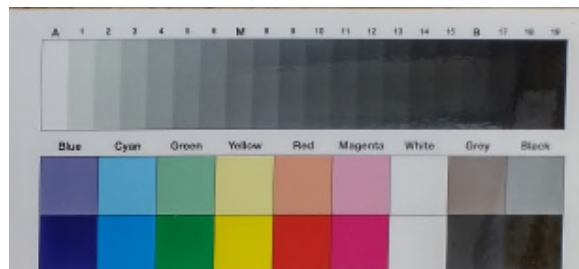
Photos Sondage SC2

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC2

PROF(m) : 4,00 à 6,00 m

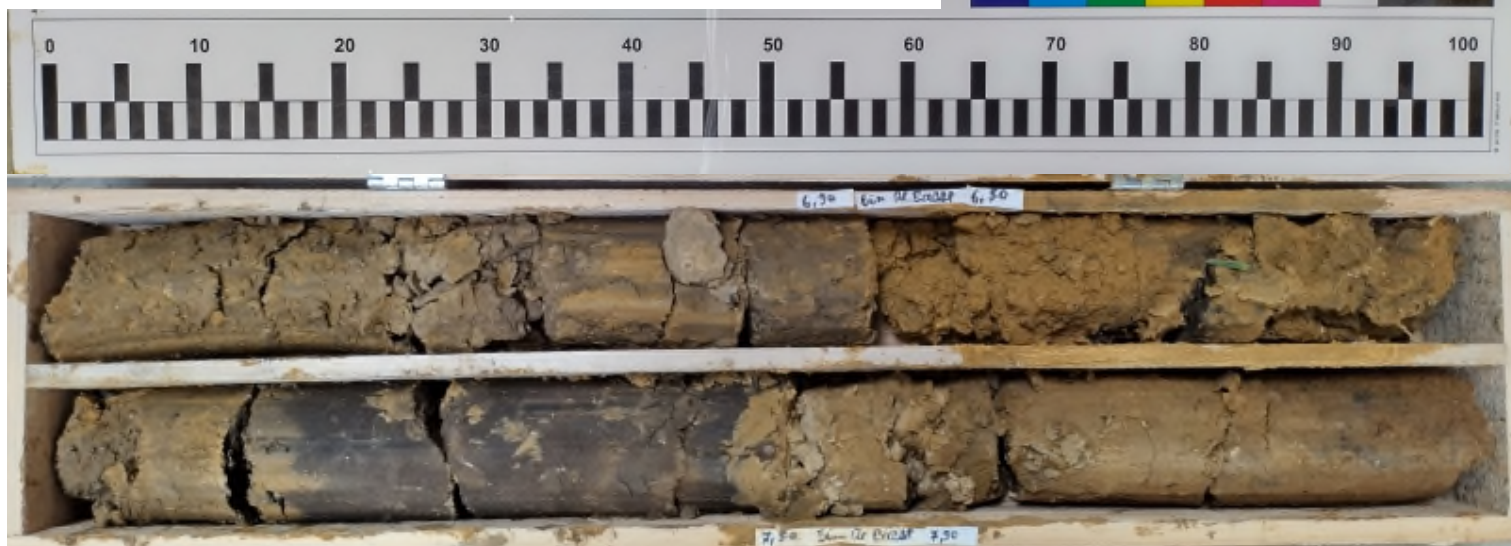


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC2

PROF(m) : 6,00 à 8,00 m



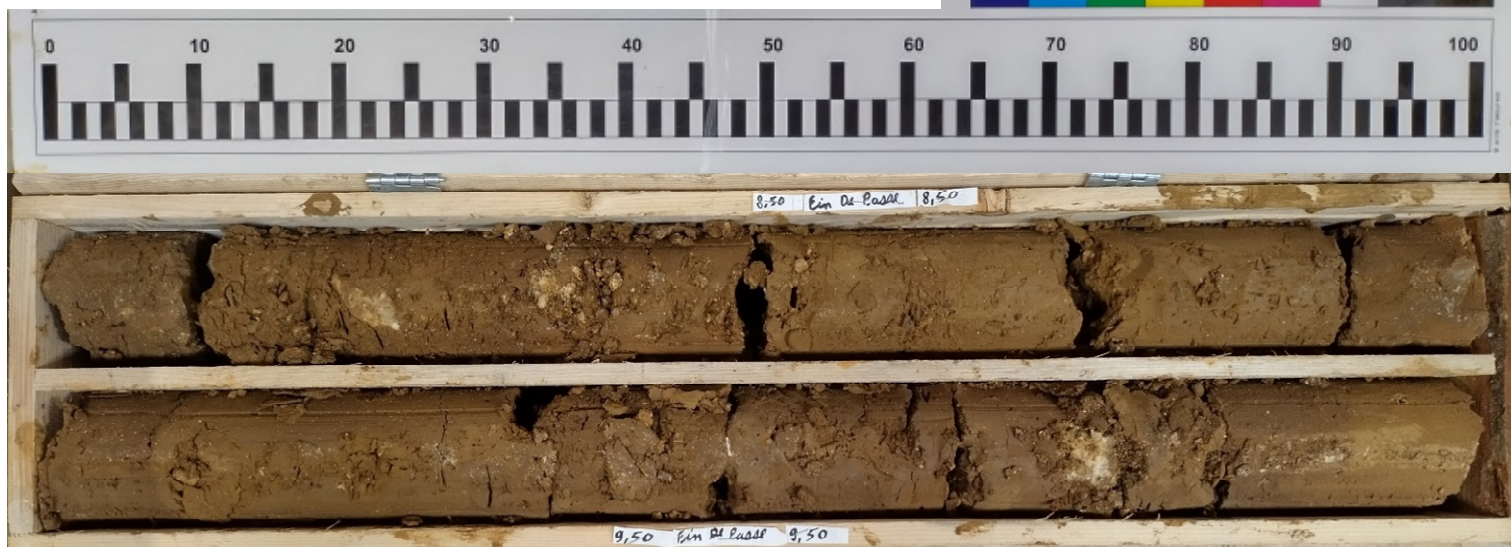
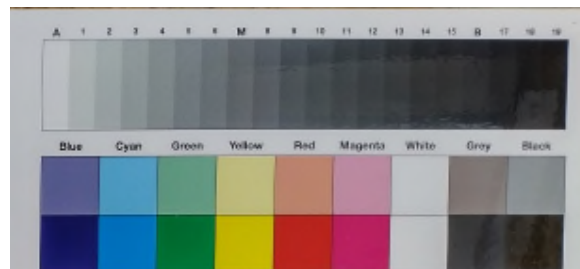
Photos Sondage SC2

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC2

PROF(m) : 8,00 à 10,00 m

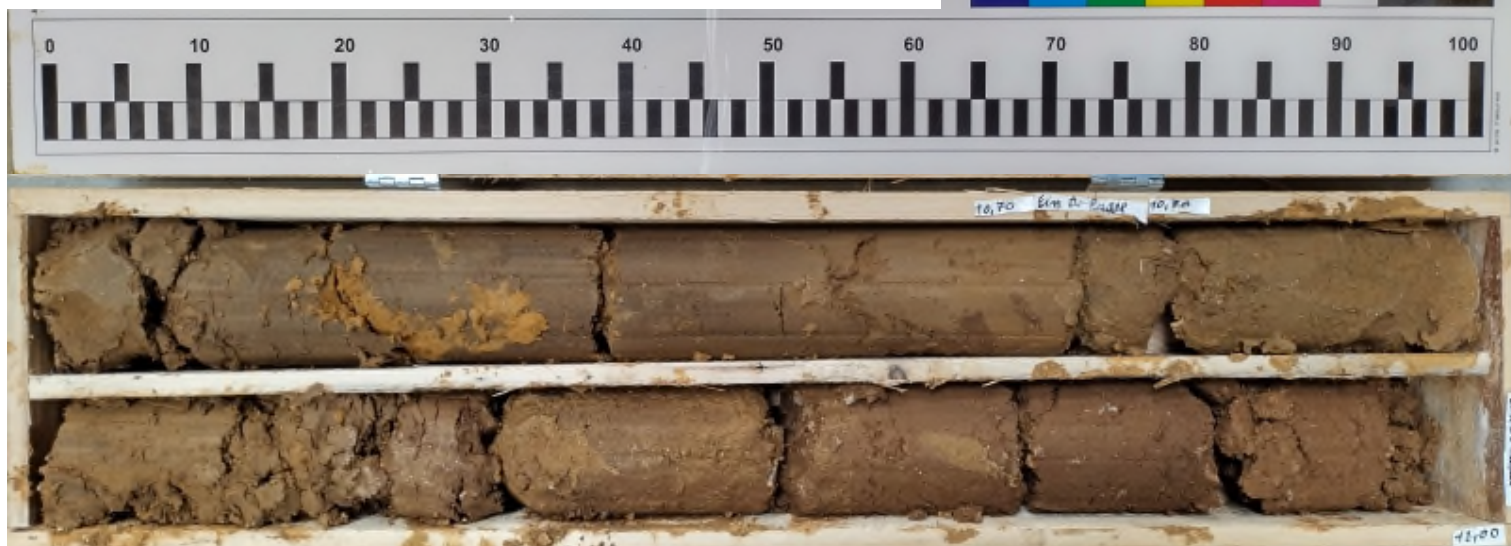
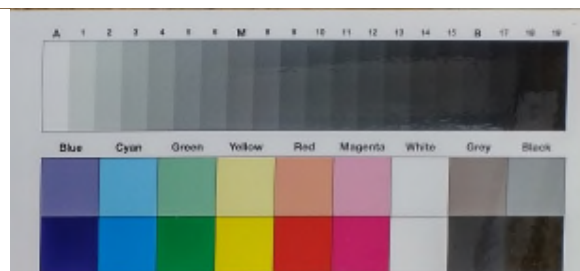


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC2

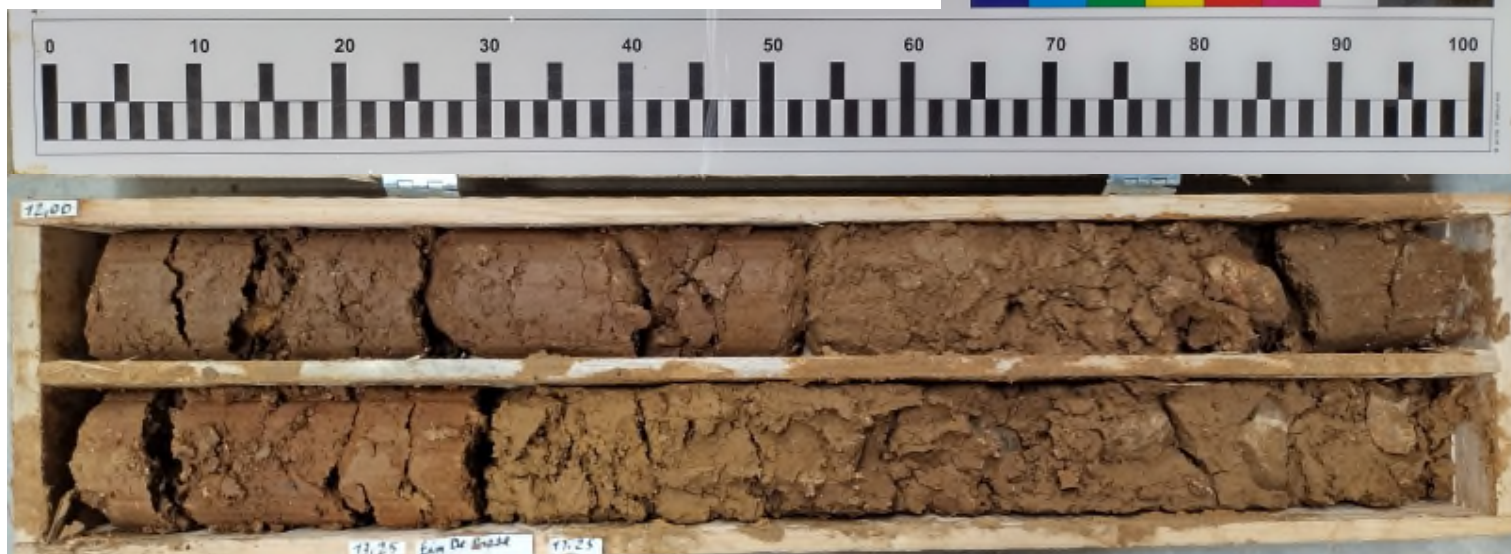
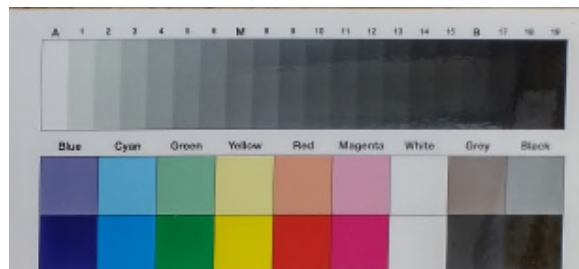
PROF(m) : 10,00 à 12,00 m



Photos Sondage SC2

SONDAGE : SC2

PROF(m) : 12,00 à 14,00 m



SONDAGE : SC2

PROF(m) : 14,00 à 15,25 m



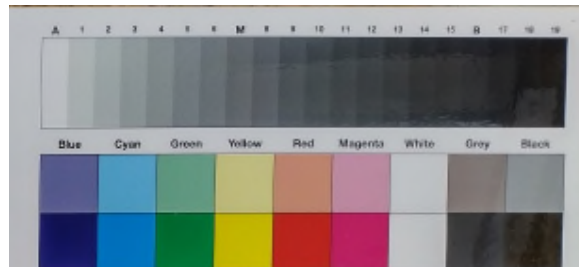
Photos Sondage SC3

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC3

PROF(m) : 0,00 à 2,00 m

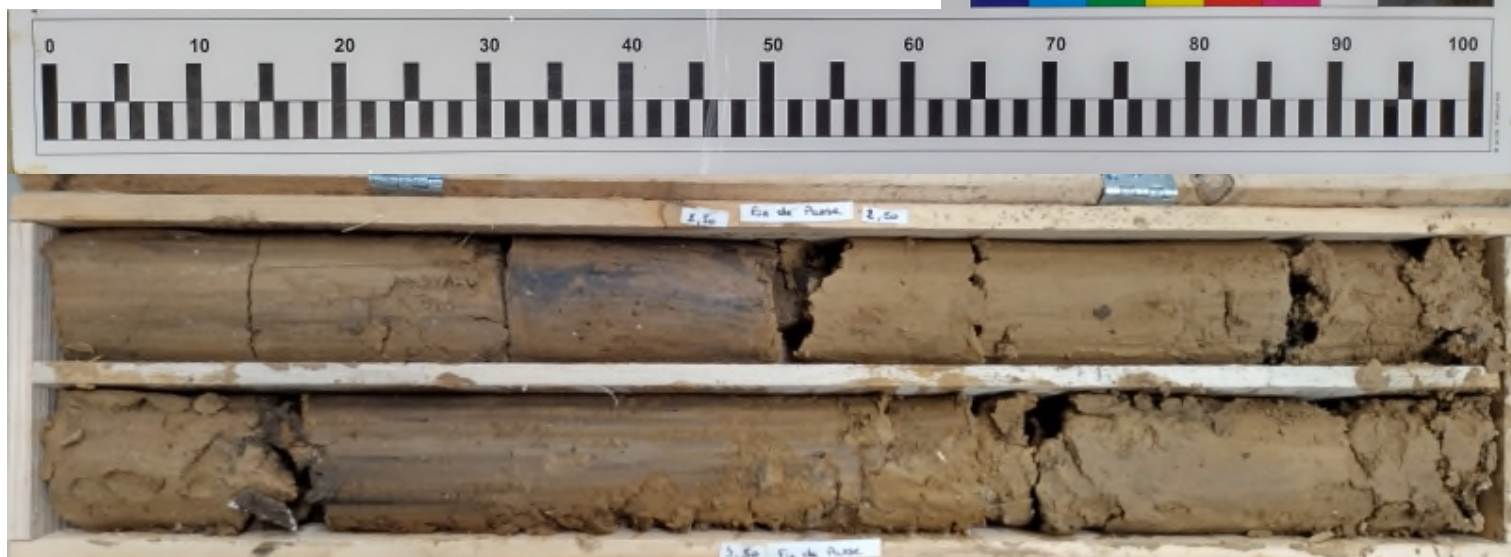


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC3

PROF(m) : 2,00 à 4,00 m



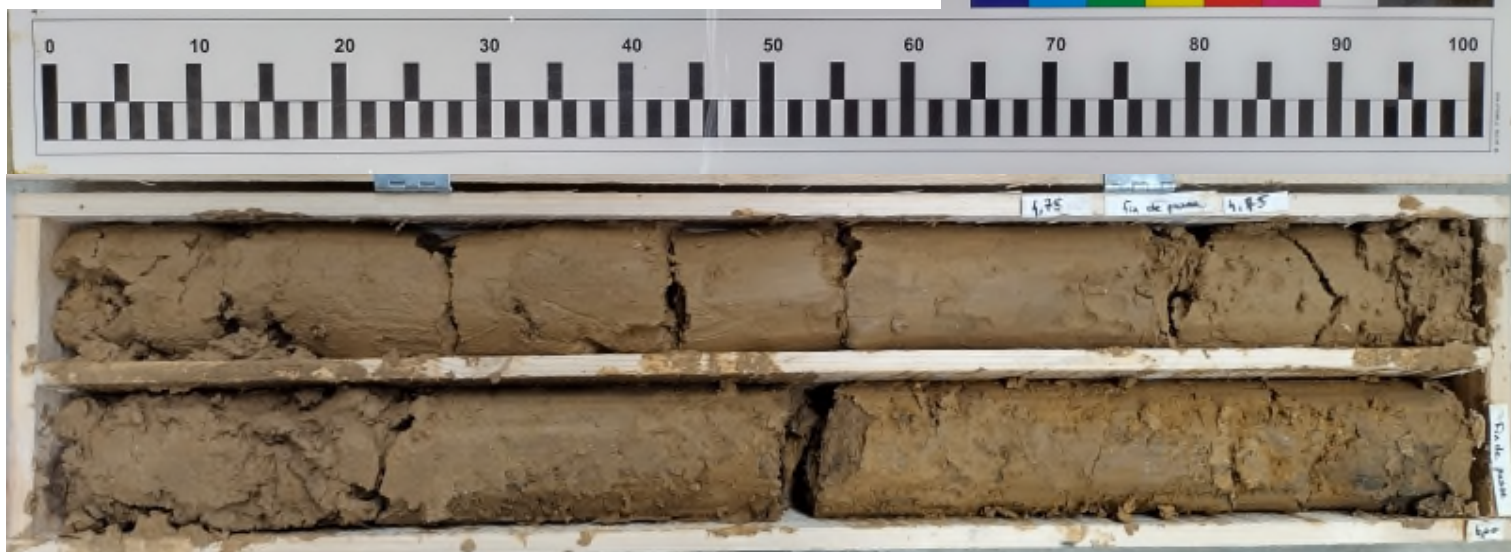
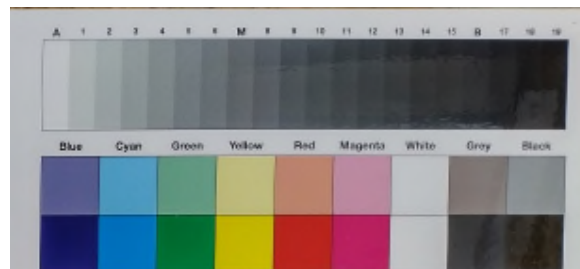
Photos Sondage SC3

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC3

PROF(m) : 4,00 à 6,00 m

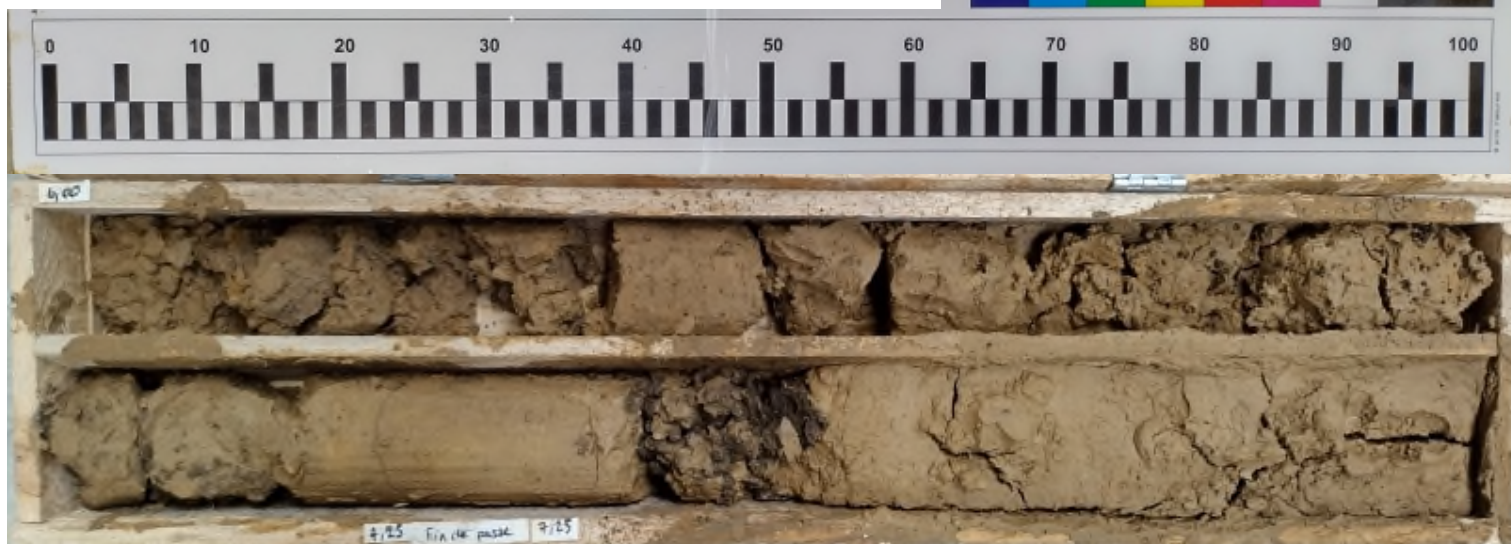
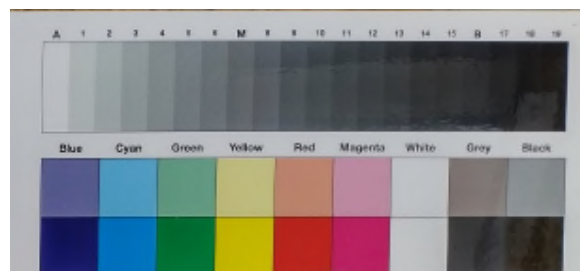


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC3

PROF(m) : 6,00 à 8,00 m



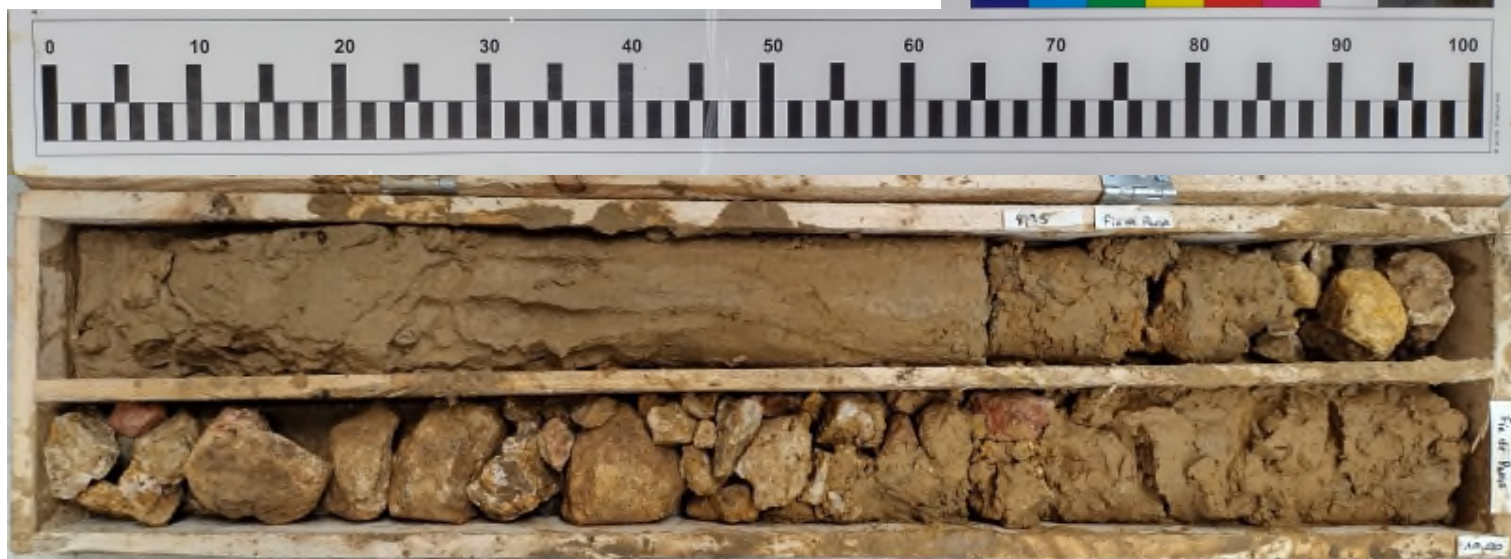
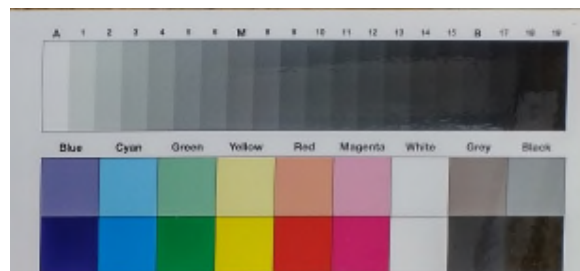
Photos Sondage SC3

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC3

PROF(m) : 8,00 à 10,00 m

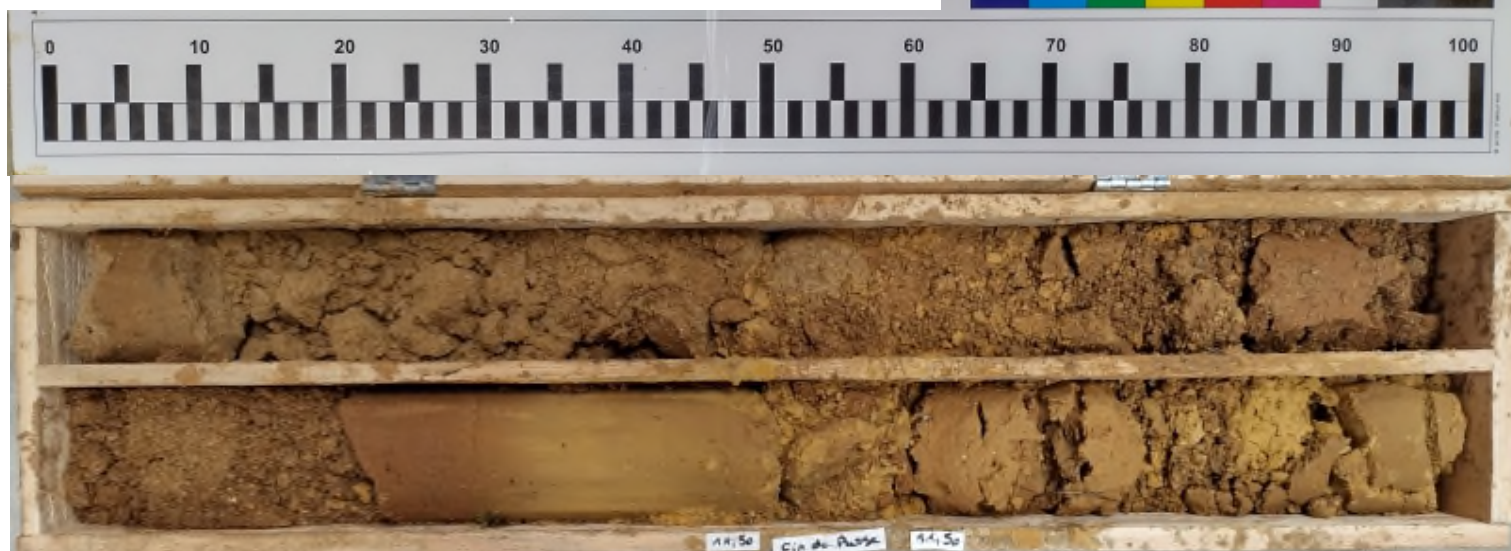
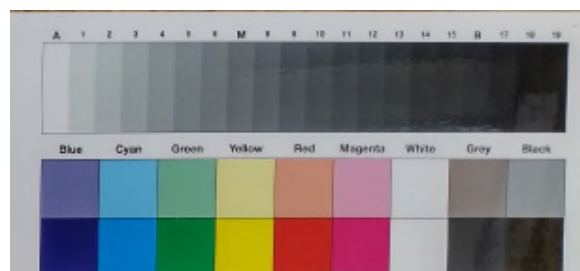


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC3

PROF(m) : 10,00 à 12,00 m

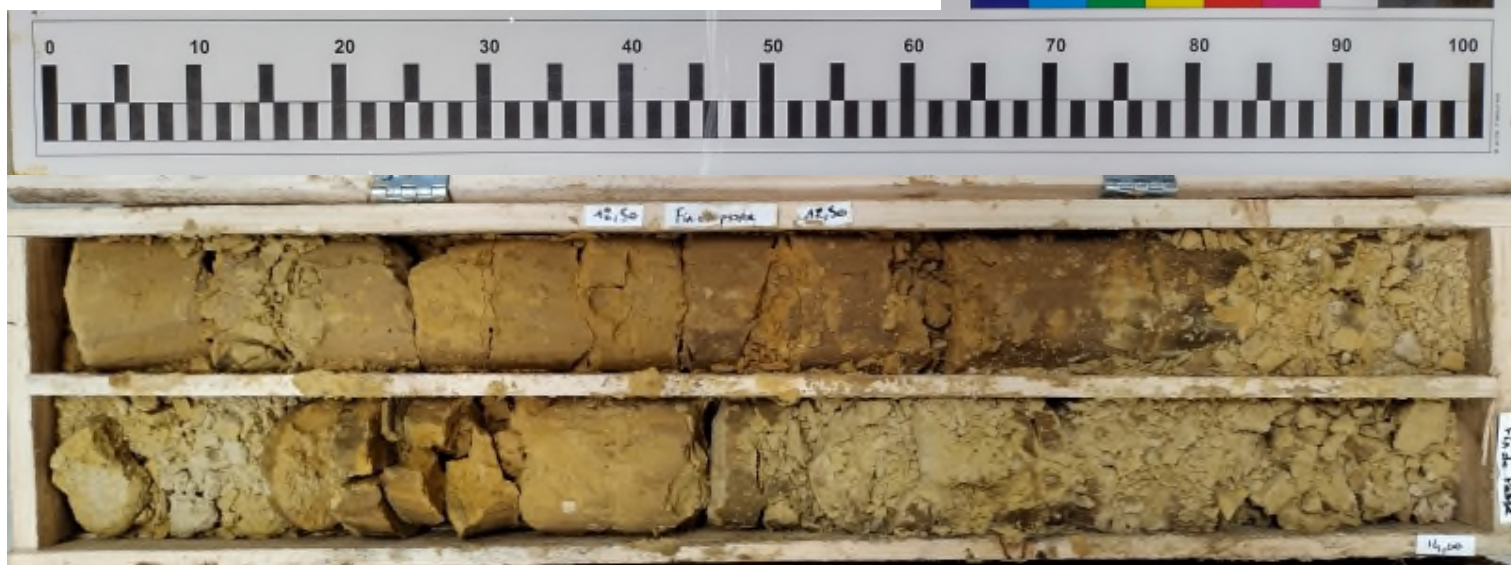
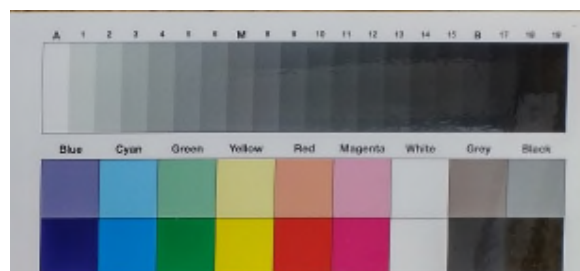


Photos Sondage SC3

AFFAIRE : **CHATENAY-MALABRY**

NUMERO : **2022/00703/PARIS**

SONDAGE : **SC3**

PROF(m) : **12,00 à 14,00 m**


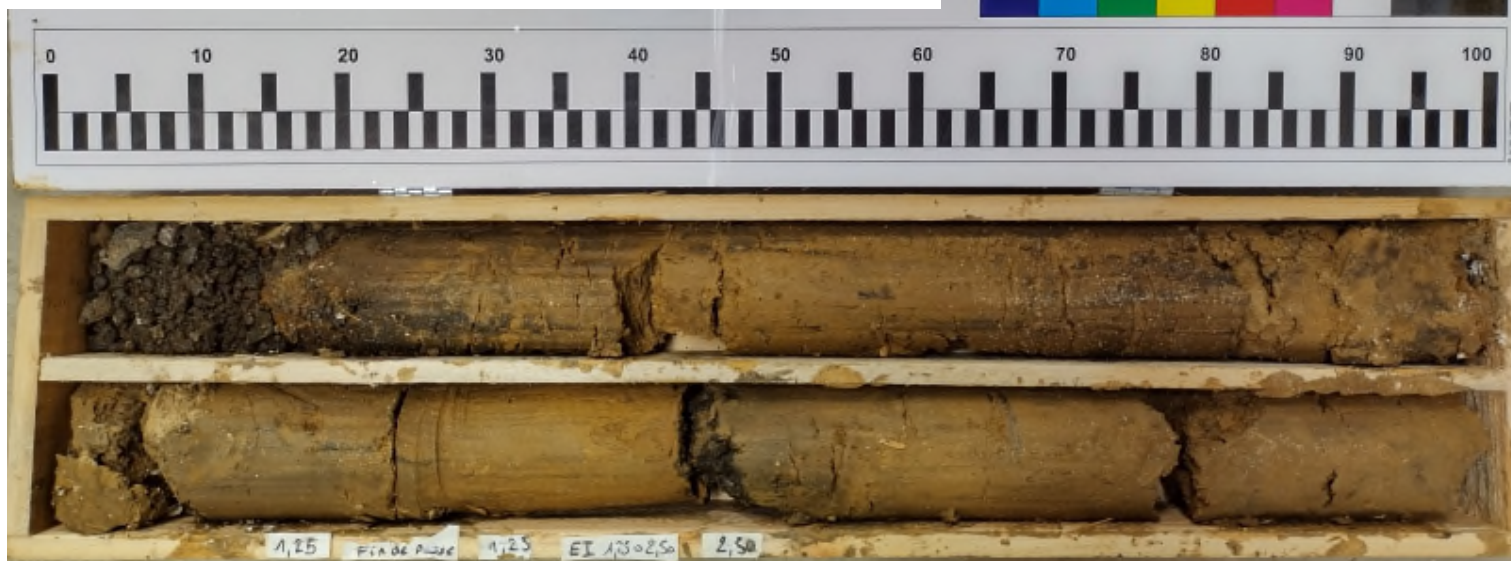
Photos Sondage SC4

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC4

PROF(m) : 0,00 à 3,25 m (El de 1,25 à 2,50 m)

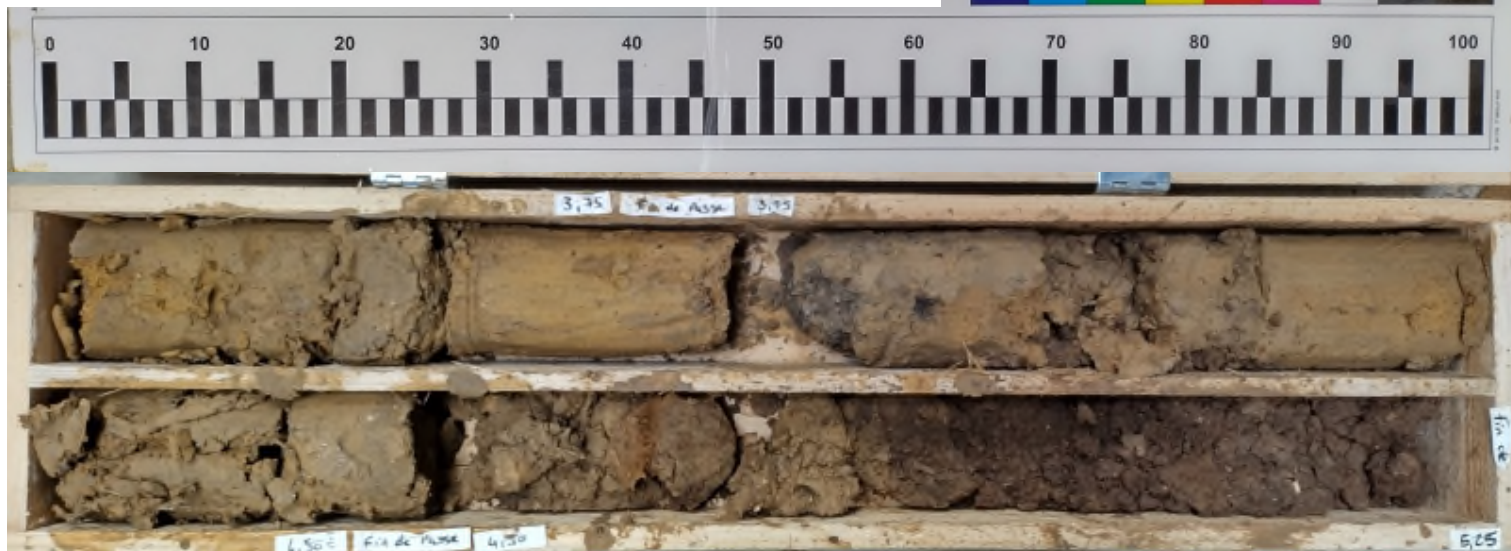


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC4

PROF(m) : 3,25 à 5,25 m



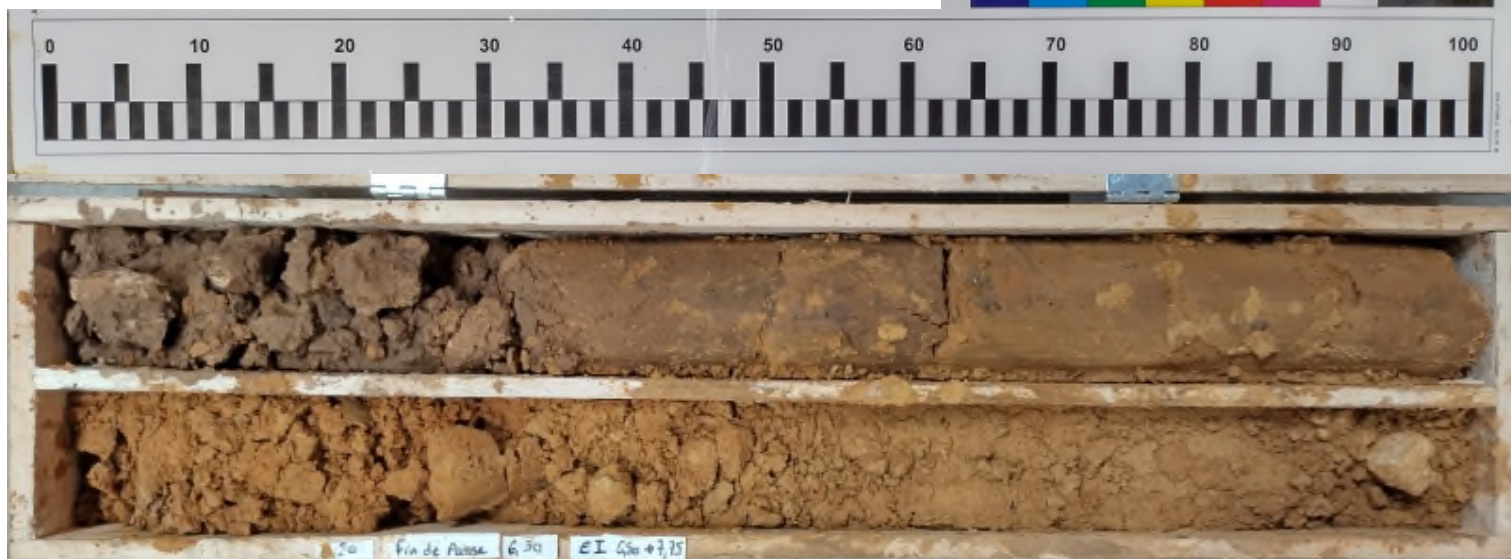
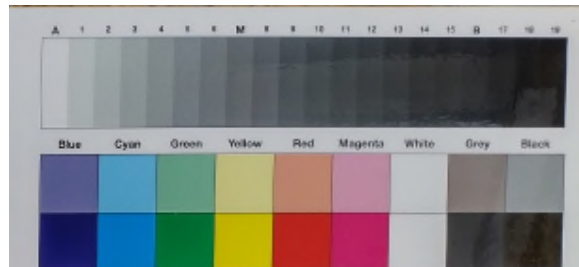
Photos Sondage SC4

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC4

PROF(m) : 5,25 à 8,50 m (EI de 6,50 à 7,75 m)



AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC4

PROF(m) : 8,50 à 10,50 m



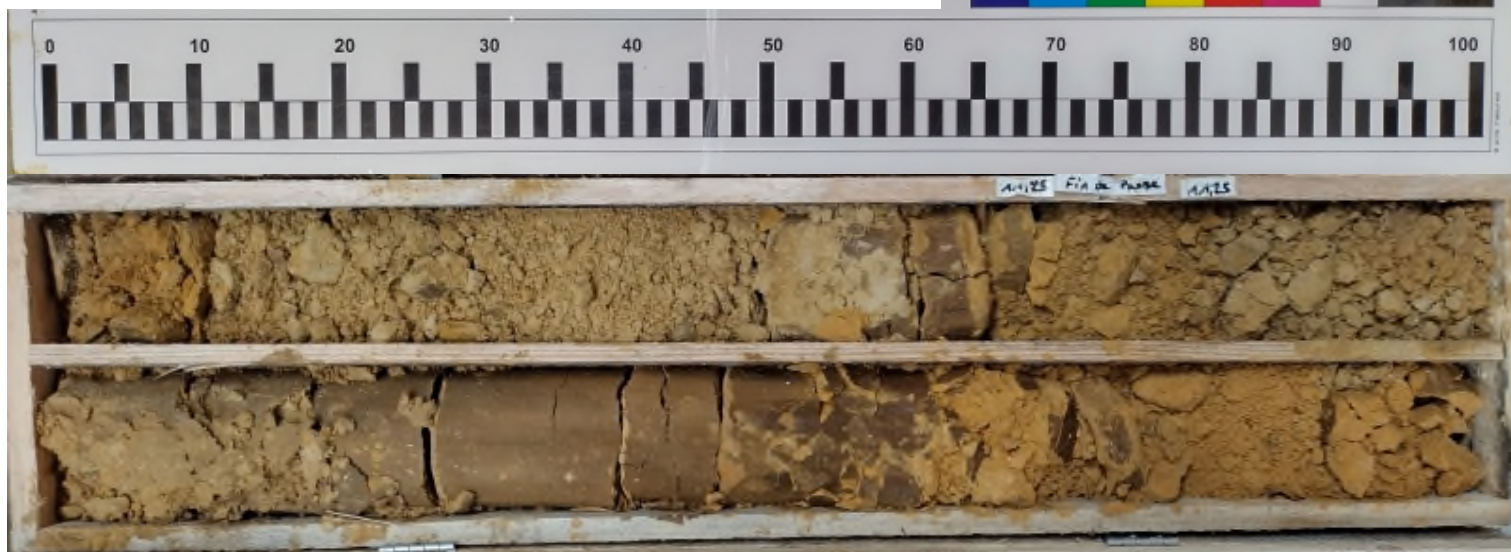
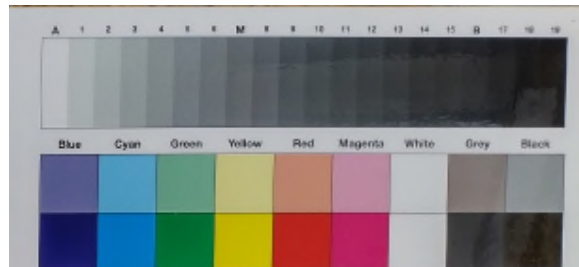
Photos Sondage SC4

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC4

PROF(m) : 10,50 à 12,50 m

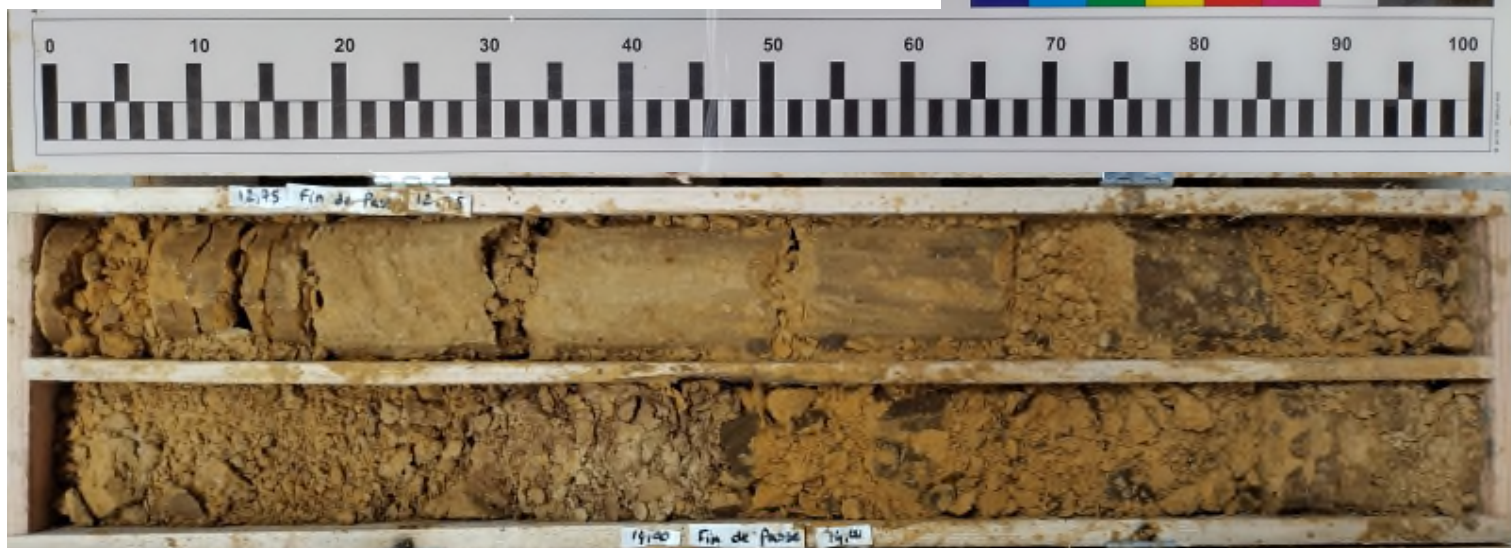


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC4

PROF(m) : 12,50 à 14,50 m



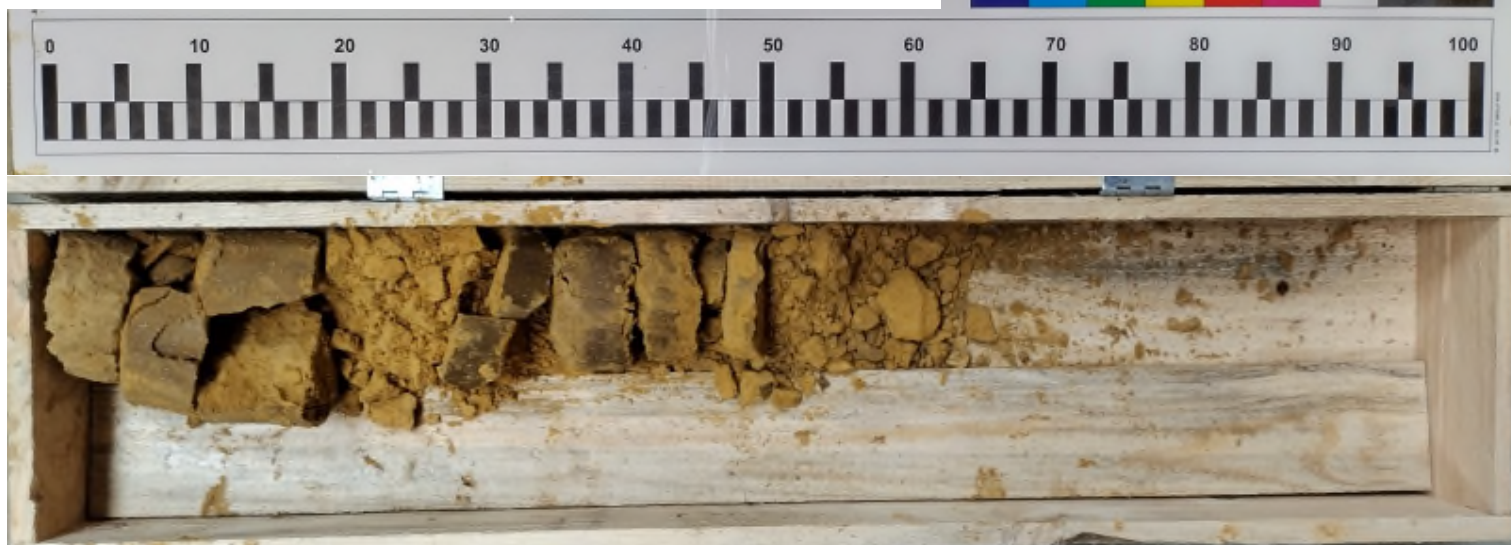
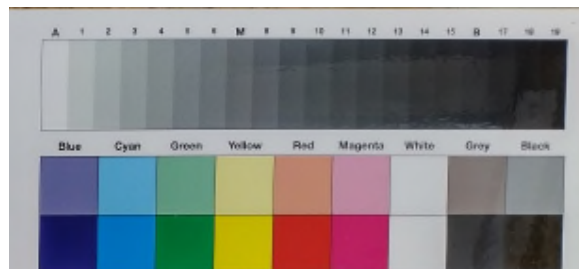
Photos Sondage SC4

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC4

PROF(m) : 14,50 à 15,00 m



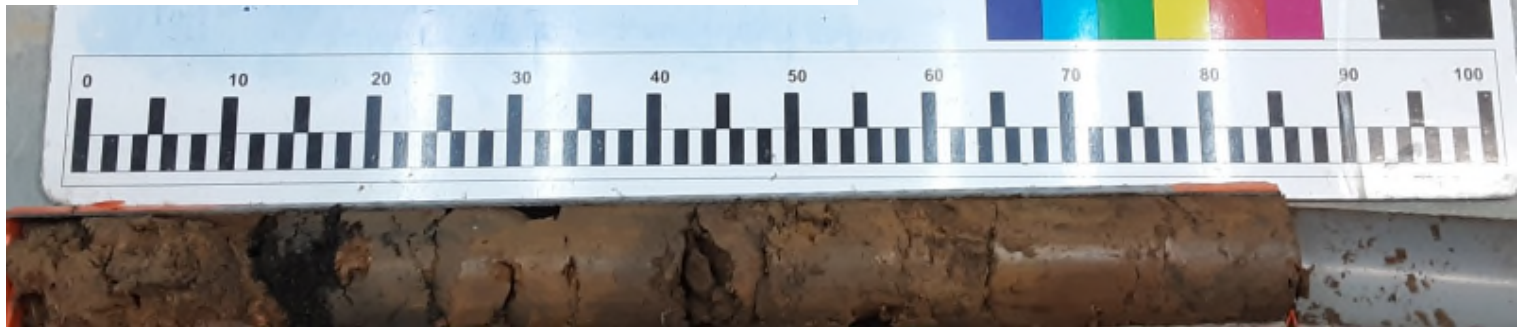
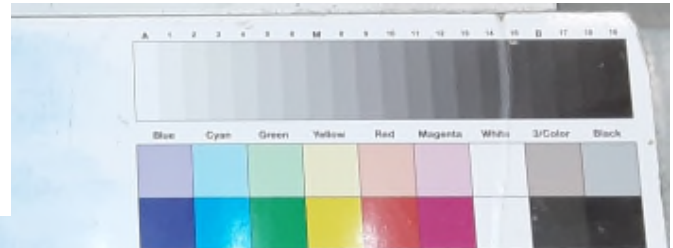
Photos Sondage SC4

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC4

PROF(m) : El de 1,25 à 2,50 m

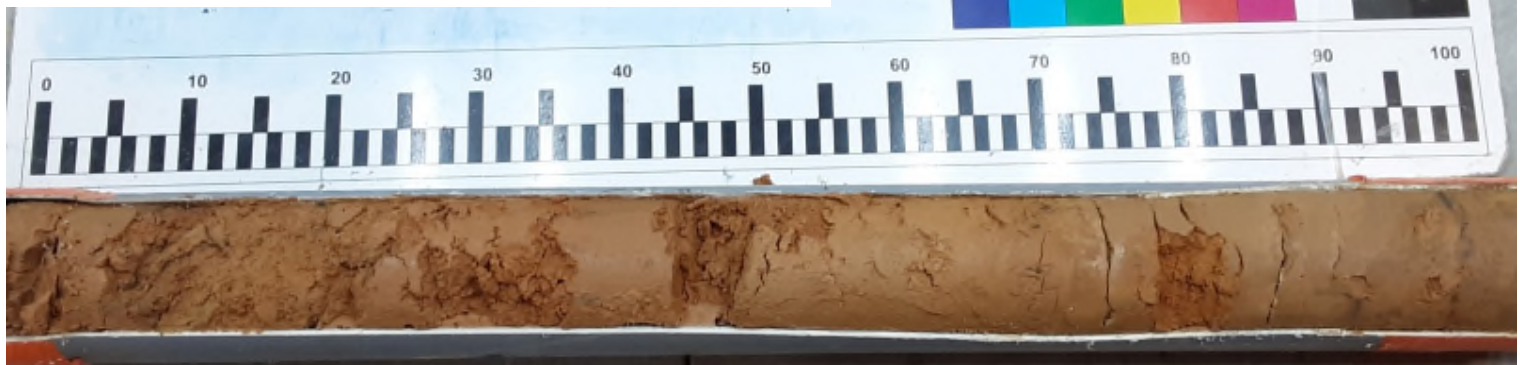
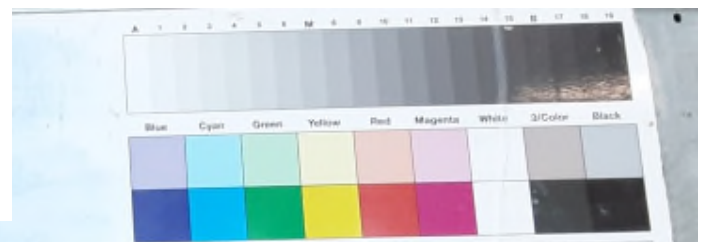


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC4

PROF(m) : El de 6,50 à 7,75 m



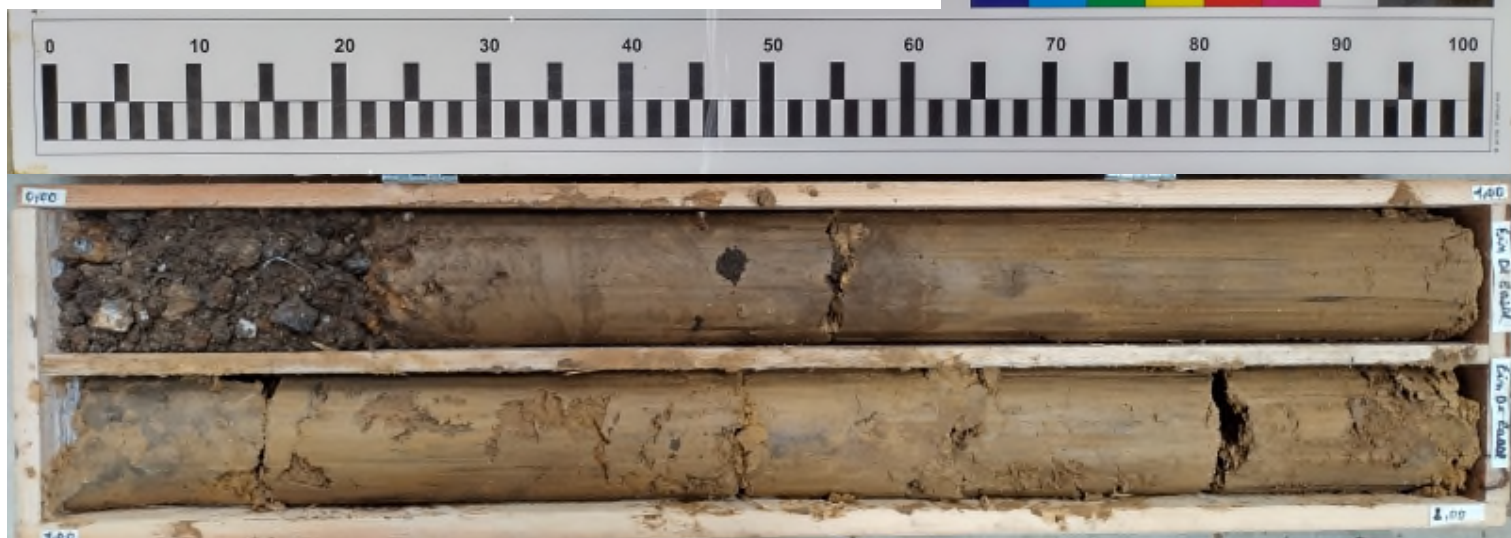
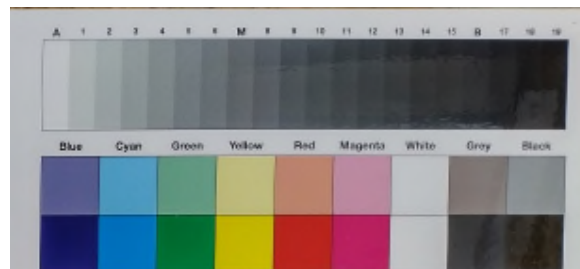
Photos Sondage SC5

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC5

PROF(m) : 0,00 à 2,00 m

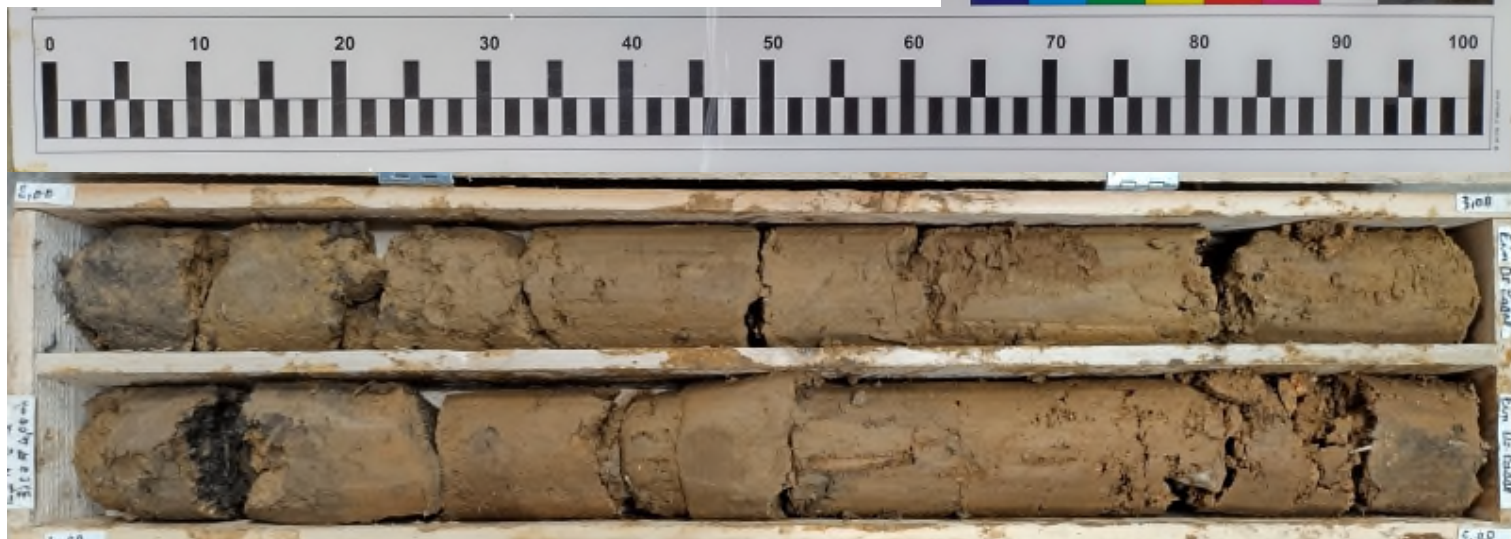
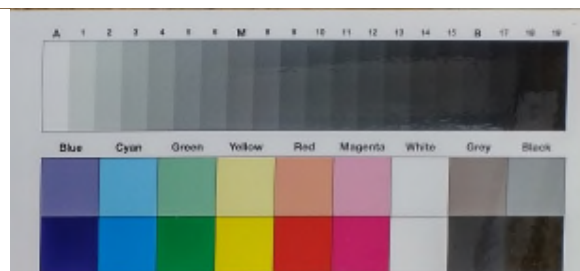


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC5

PROF(m) : 2,00 à 5,00 m (El de 3,00 à 4,00 m)



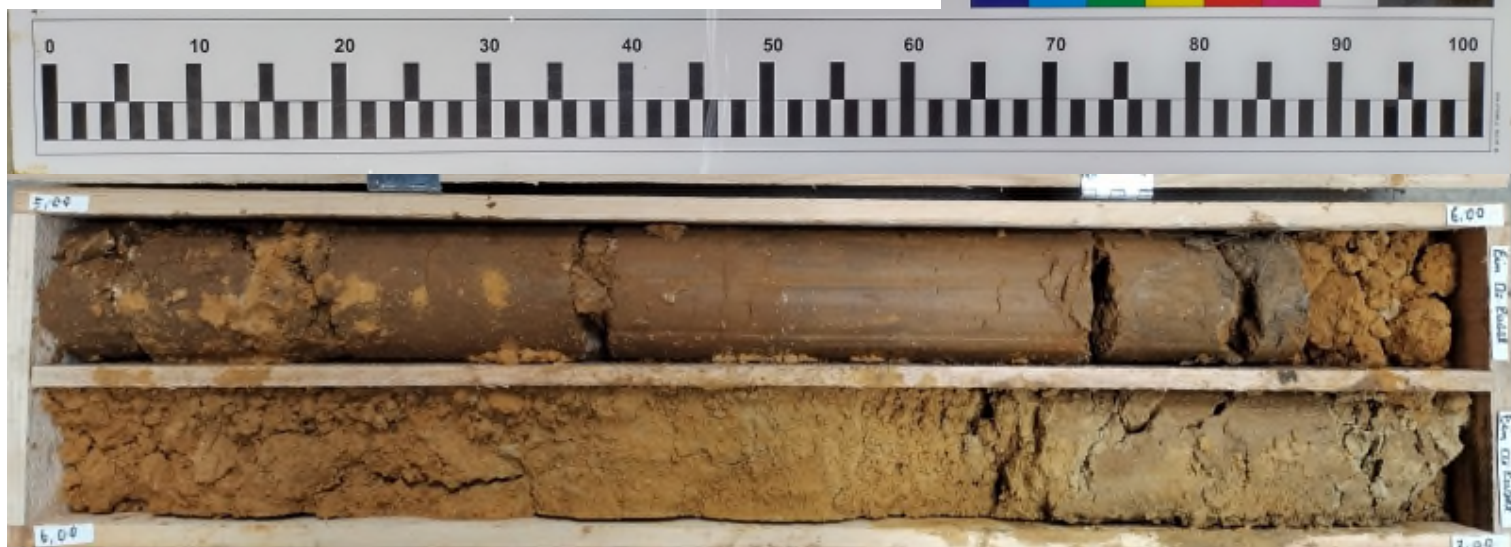
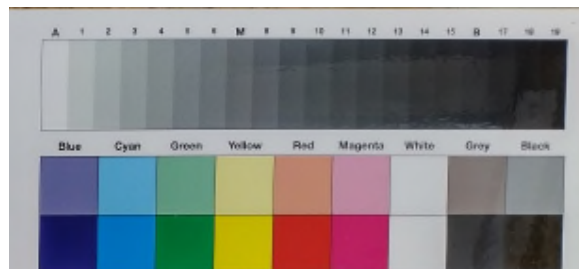
Photos Sondage SC5

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC5

PROF(m) : 5,00 à 7,00 m

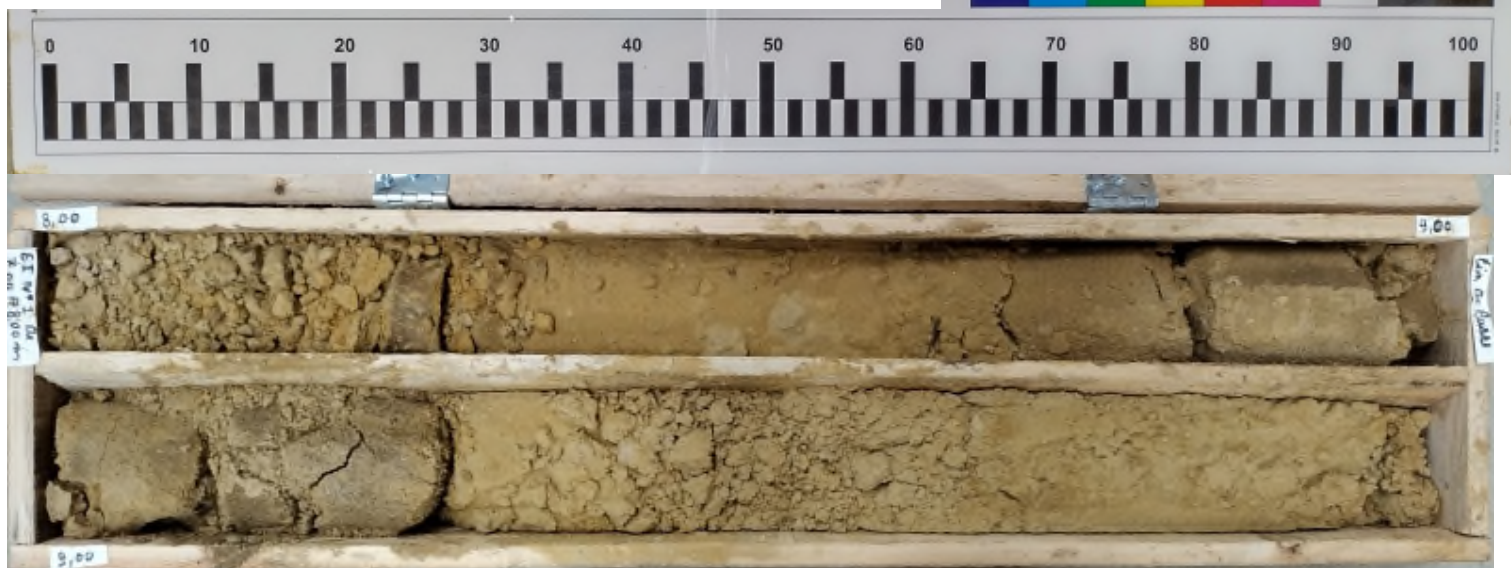


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC5

PROF(m) : 7,00 à 10,00 m (El de 7,00 à 8,00)



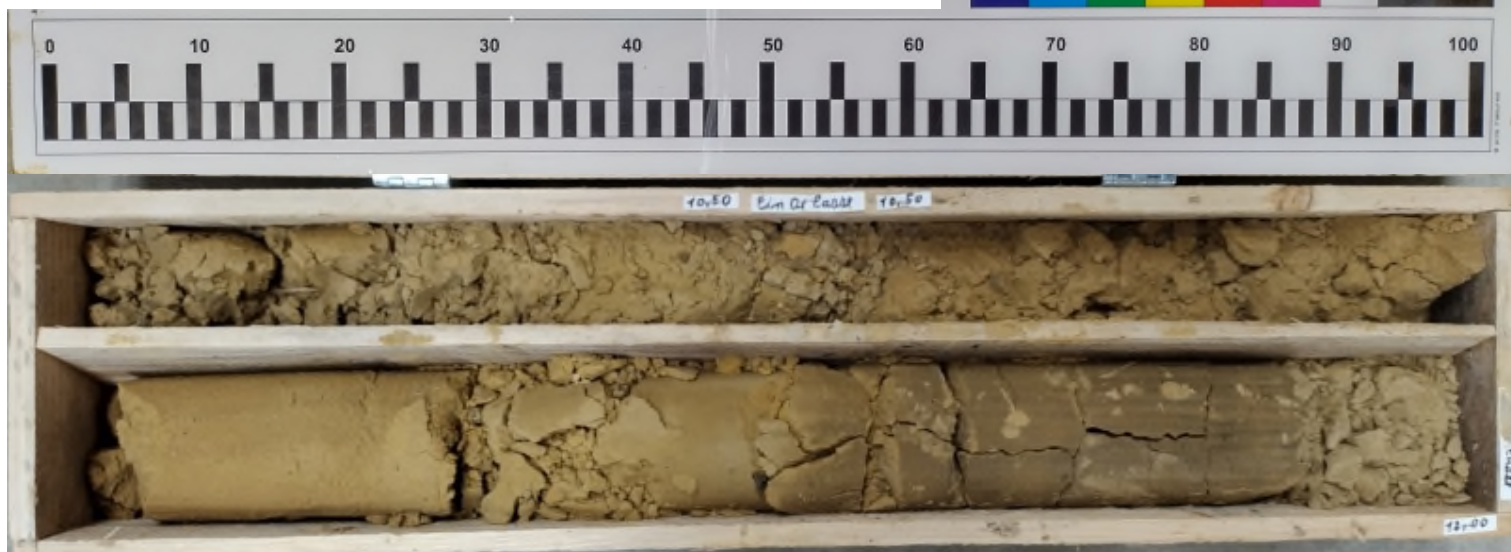
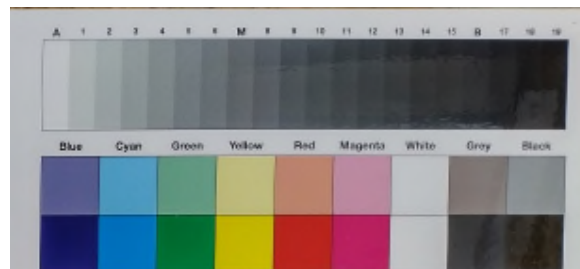
Photos Sondage SC5

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC5

PROF(m) : 10,00 à 12,00 m

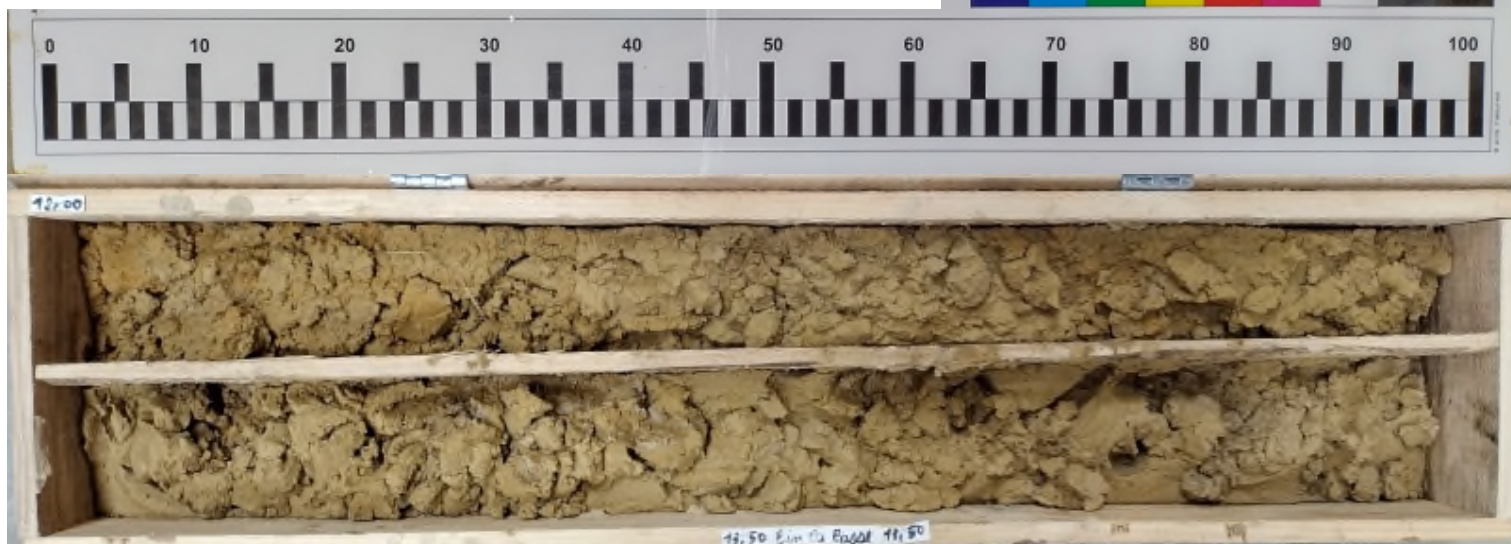
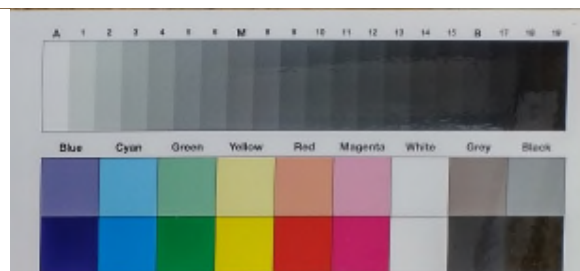


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC5

PROF(m) : 12,00 à 14,00 m



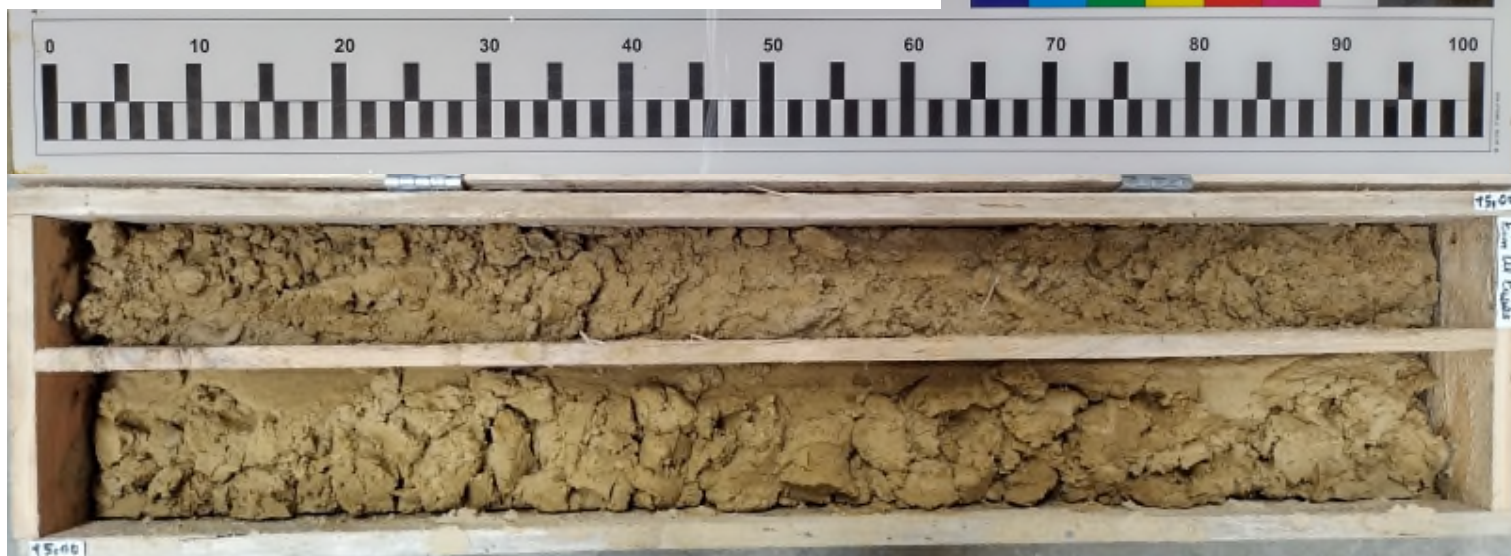
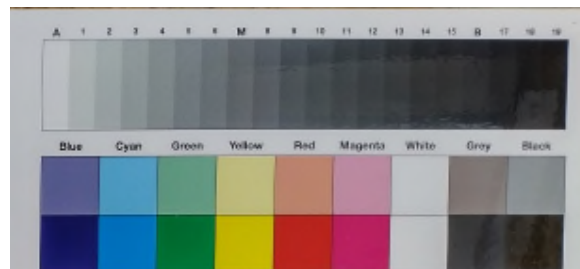
Photos Sondage SC5

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC5

PROF(m) : 14,00 à 16,00 m

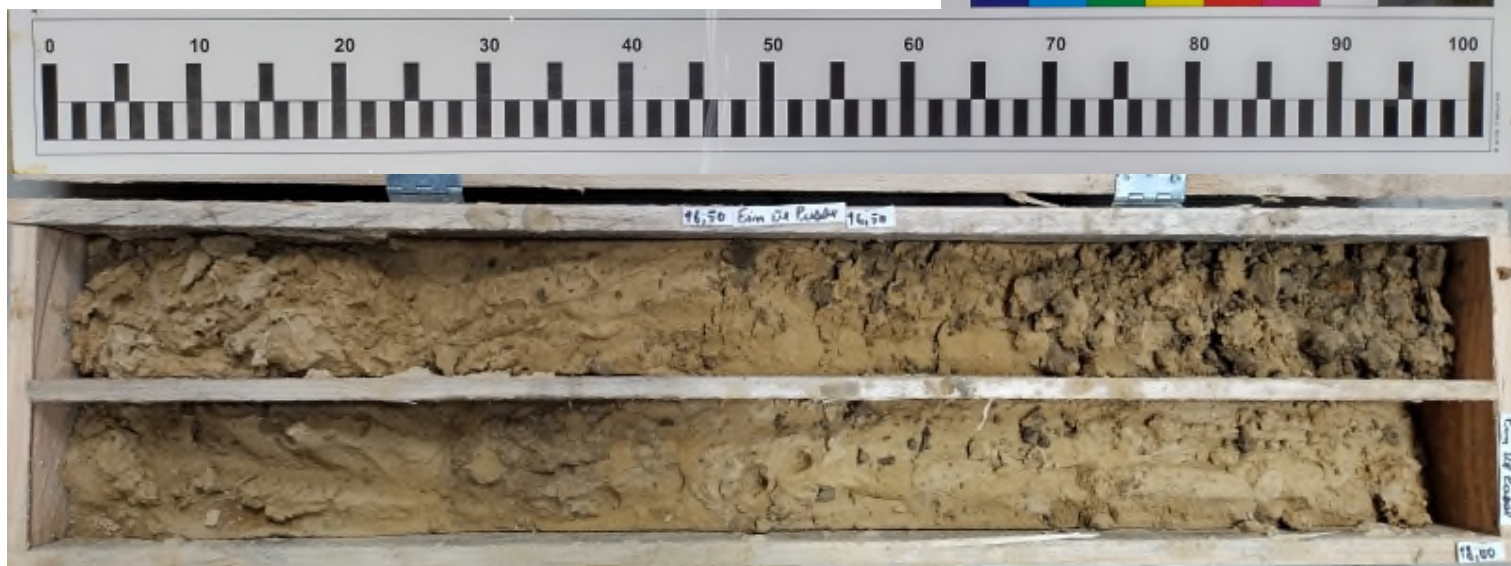
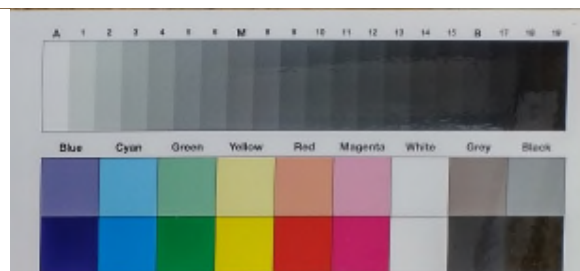


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC5

PROF(m) : 16,00 à 18,00 m



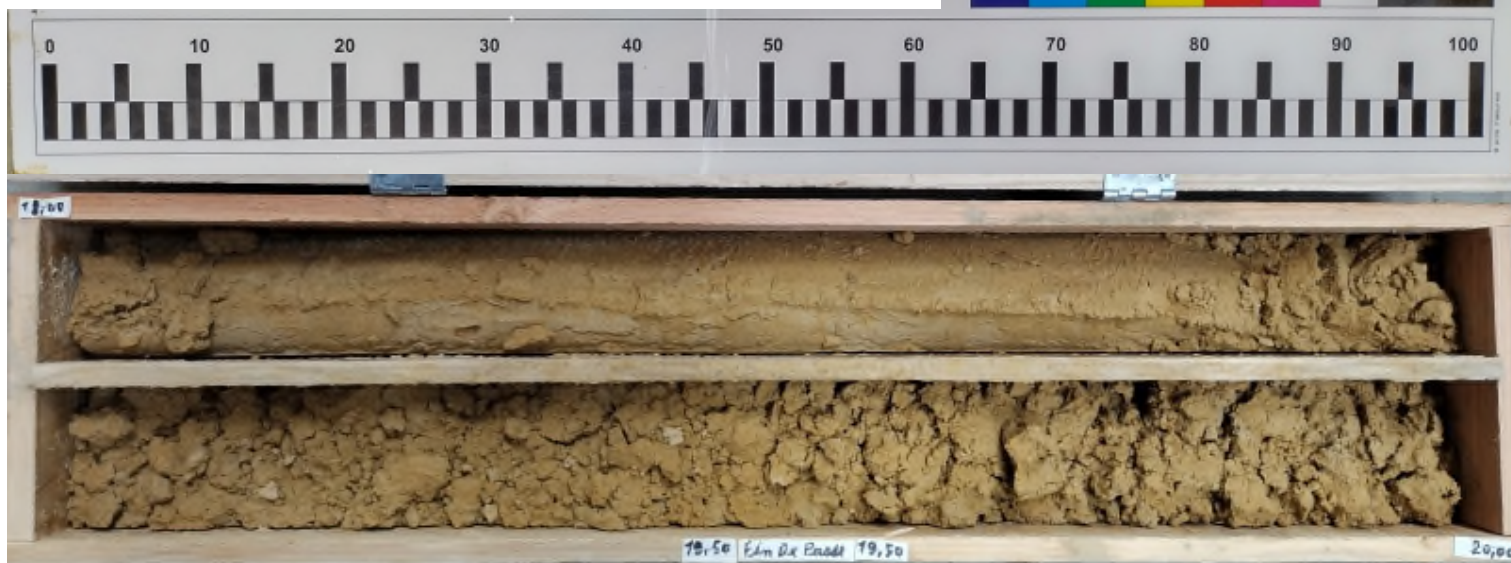
Photos Sondage SC5

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC5

PROF(m) : 18,00 à 20,00 m



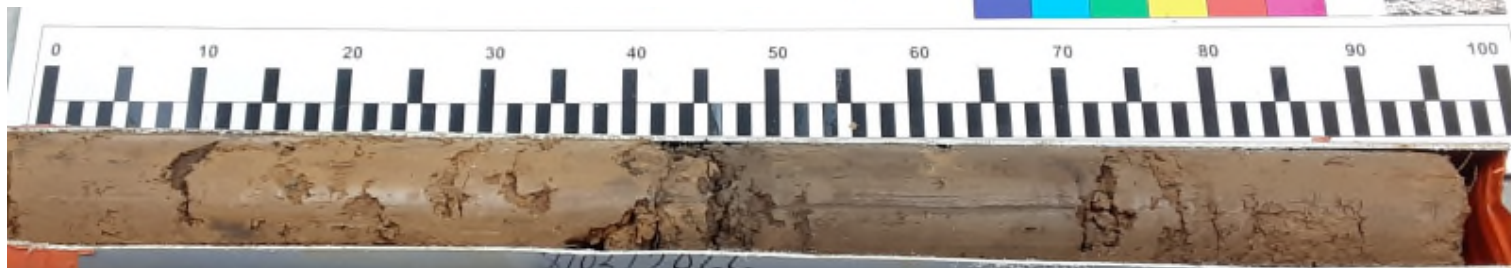
Photos Sondage SC5

AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

SONDAGE : SC5

PROF(m) : El de 3,00 à 4,00 m

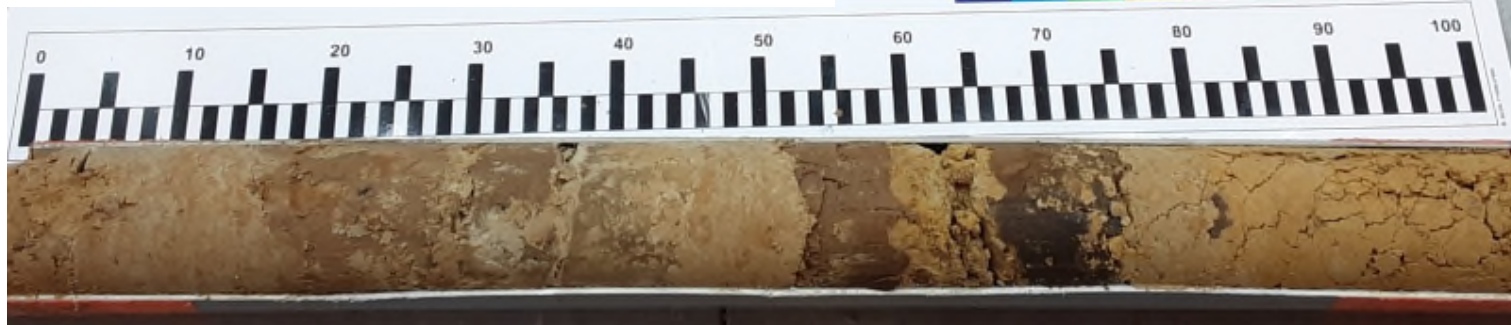


AFFAIRE : CHATENAY-MALABRY

NUMERO : 2022/00703/PARIS

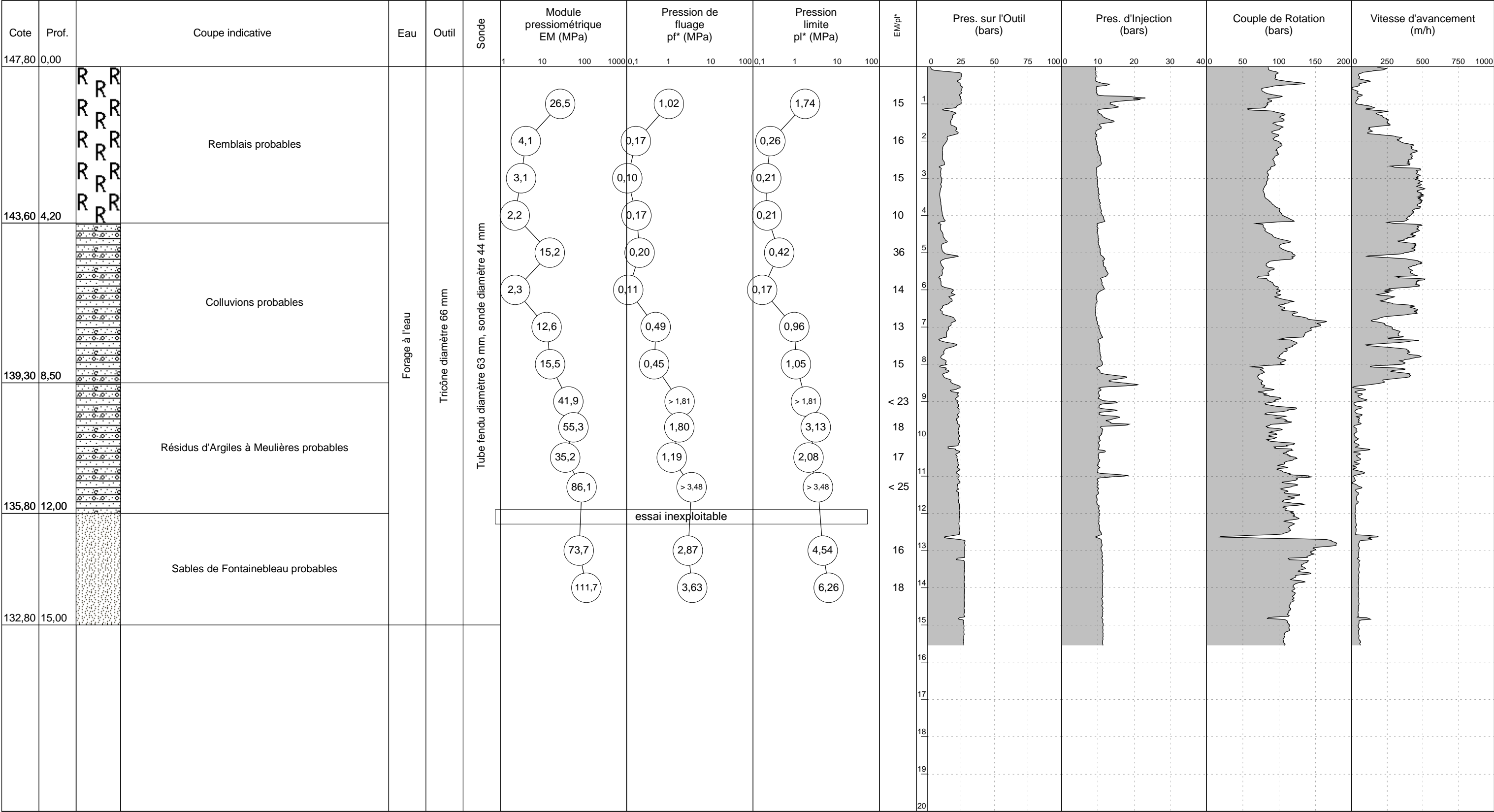
SONDAGE : SC5

PROF(m) : El de 7,00 à 8,00 m

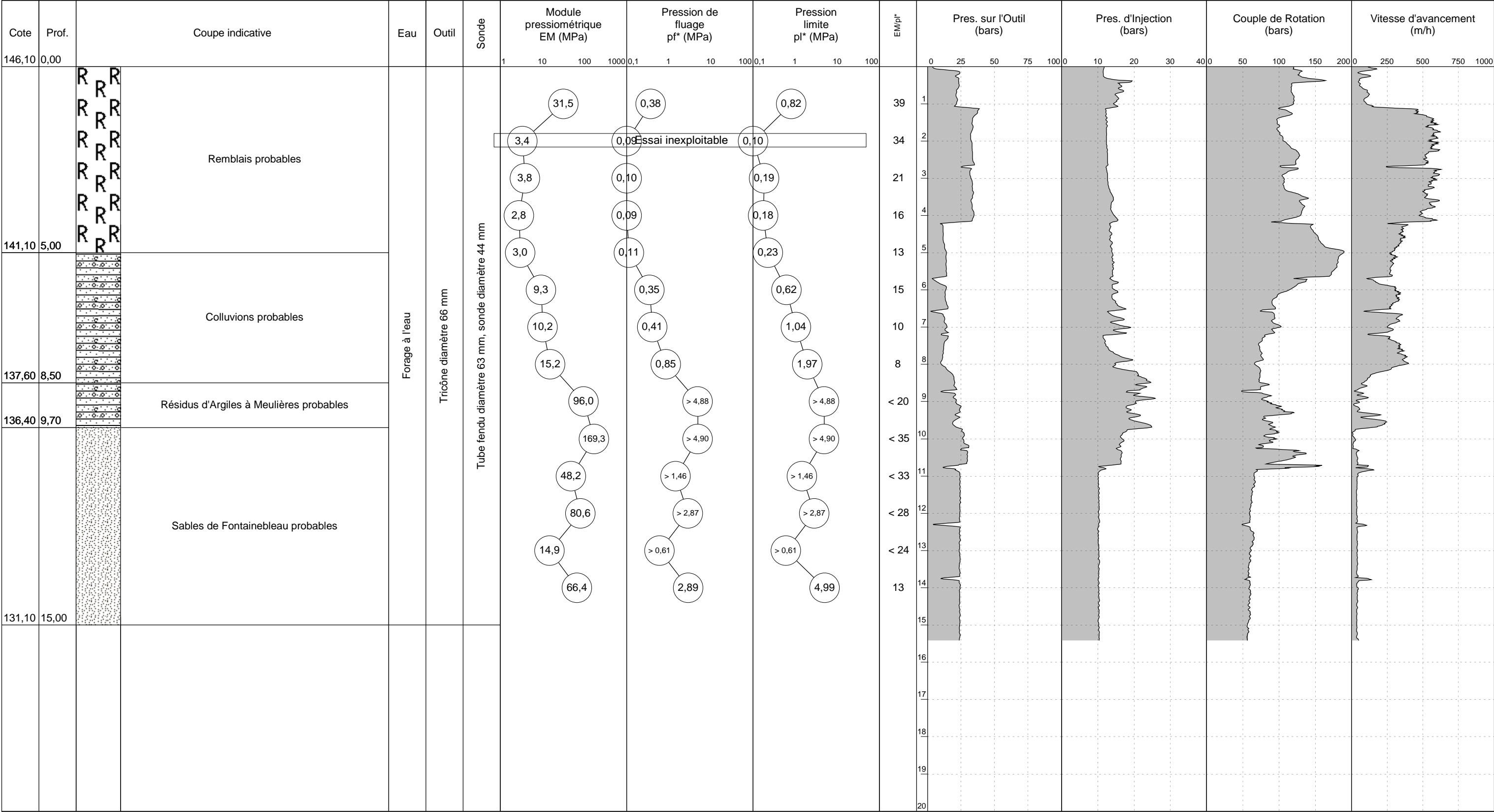


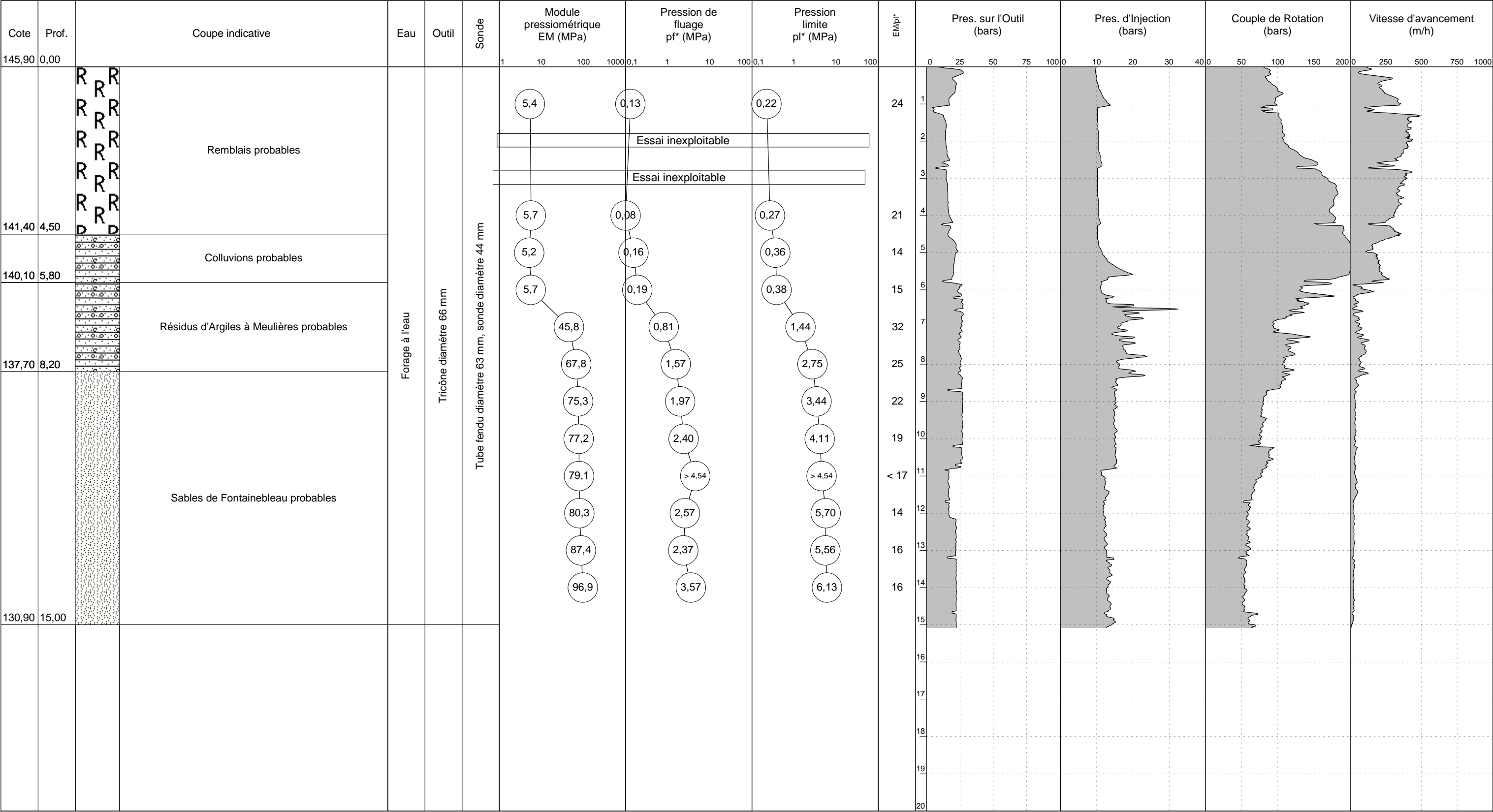
SONDAGES PRESSIOMETRIQUES

[illegible]**Observations :**



Observations :





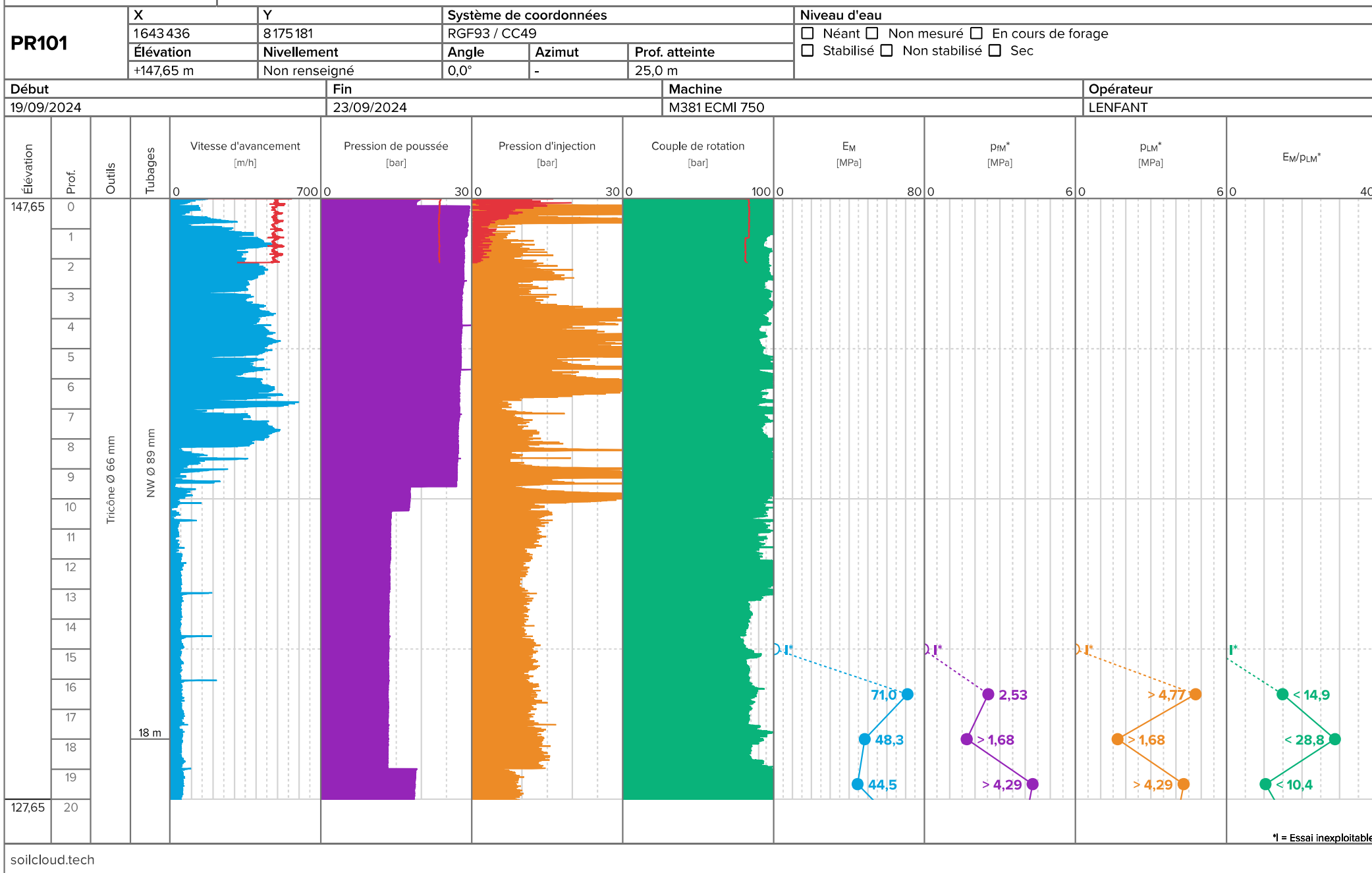
Observations :

SONDAGE DESTRUCTIF

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

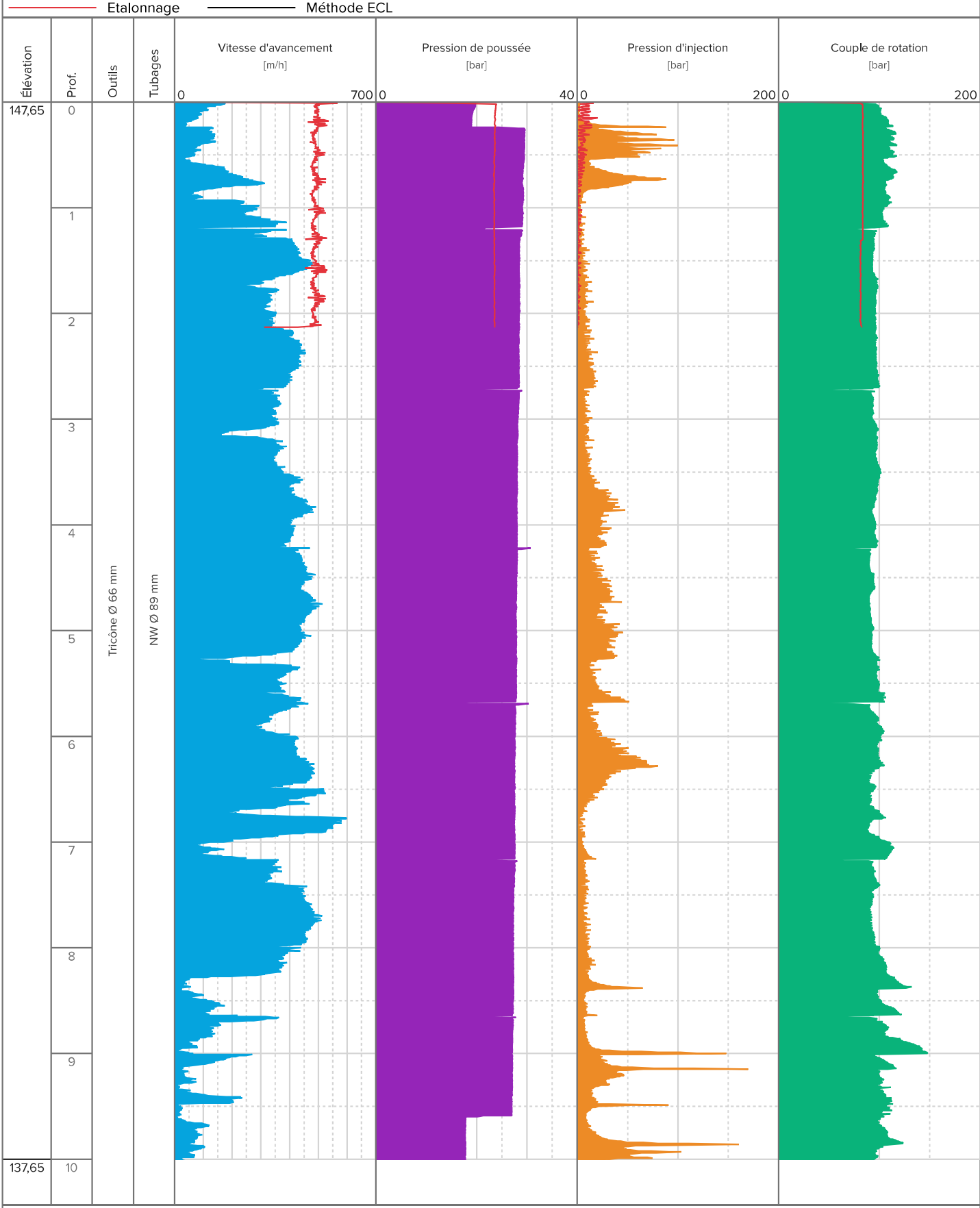
EXGTE 3.23

ANNEXE 2 : COUPE DU SONDAGE PRESSIOMETRIQUE PR101

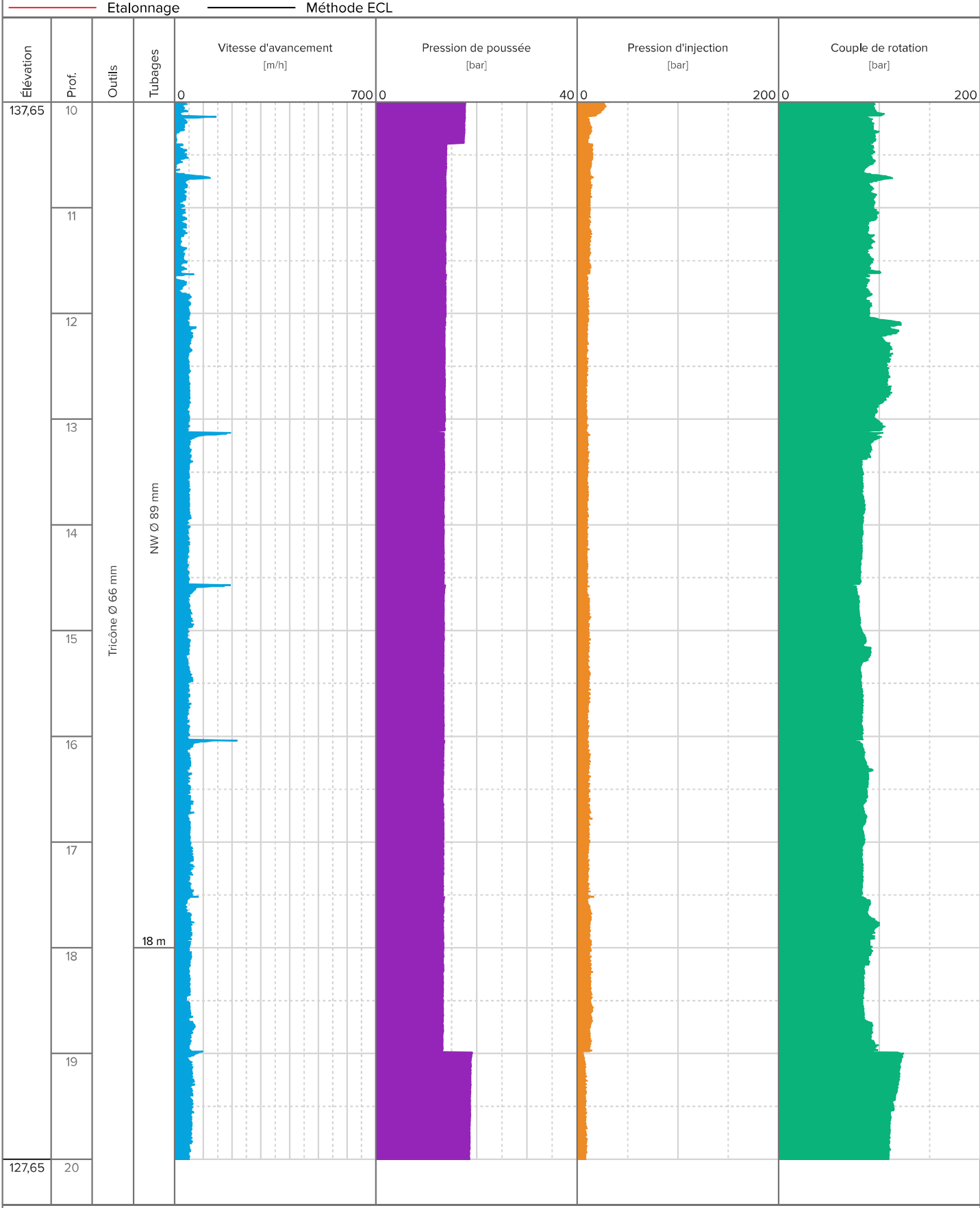


PR101		X		Y		Système de coordonnées			Niveau d'eau				
		1643 436		8175 181		RGF93 / CC49			<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage				
		Élévation		Nivellement		Angle	Azimut	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec				
		+147,65 m		Non renseigné		0,0°	-	25,0 m					
Début				Fin				Machine				Opérateur	
19/09/2024				23/09/2024				M381 ECMI 750				LENFANT	
Élévation	Prof.	Outils	Tubages	Vitesse d'avancement [m/h]	Pression de poussée [bar]	Pression d'injection [bar]	Couple de rotation [bar]	E_M [MPa]	p_{IM}^* [MPa]	p_{LM}^* [MPa]	E_M/p_{LM}^*		
				0 700	0 30	0 30	0 100	0 80	0 6	0 6	0 40		
127,65	20	Tricône Ø 66 mm											
21													
22													
23													
24													
25		25 m											

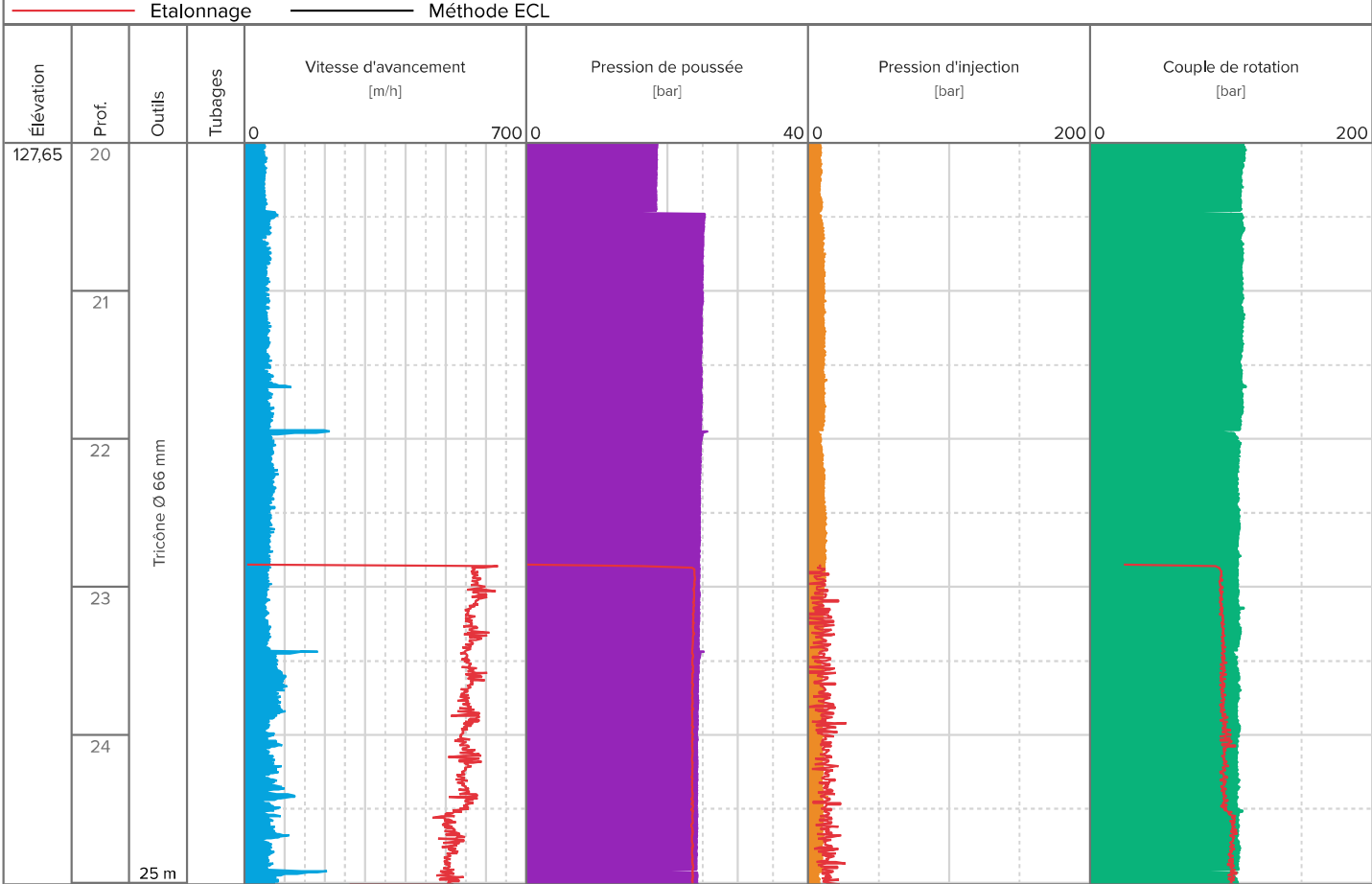
PR101	X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau		
	1643436	8175181	RGF93 / CC49			<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec
	+147,65 m	Non renseigné	0,0°	-	25,0 m			
Données	Type		Début		Fin	Machine		Opérateur
SP2	Paramètres destructifs		19/09/2024		23/09/2024	M381 ECMI 750		LENFANT



PR101	X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau		
	1643 436	8175 181	RGF93 / CC49			<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec
	+147,65 m	Non renseigné	0,0°	-	25,0 m			
Données	Type		Début		Fin	Machine		Opérateur
SP2	Paramètres destructifs		19/09/2024		23/09/2024	M381 ECMI 750		LENFANT

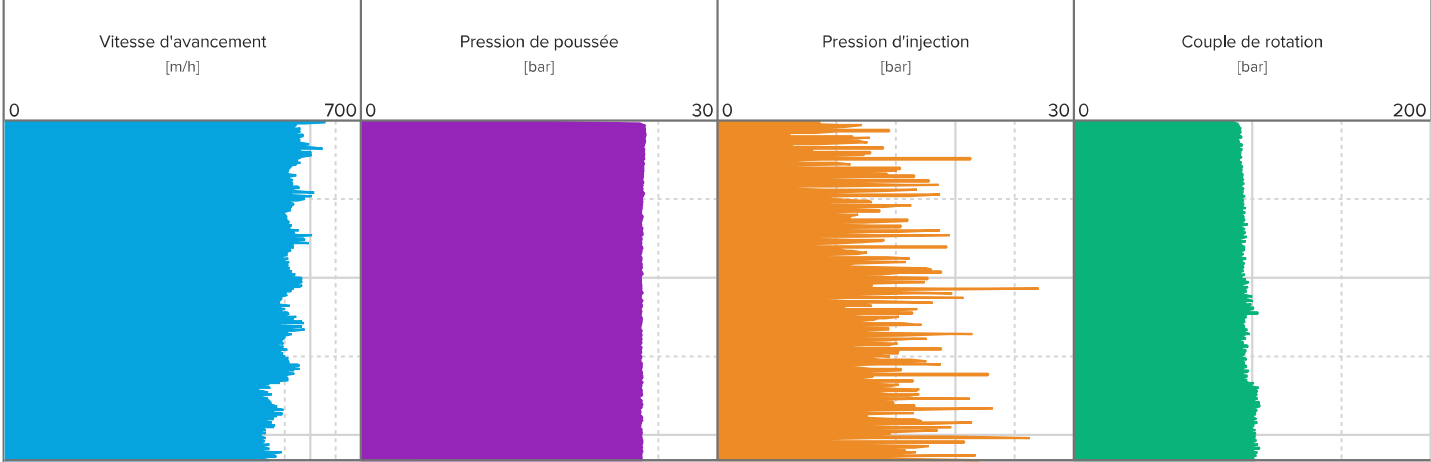


PR101	X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau		
	1643 436	8175 181	RGF93 / CC49			<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec
	+147,65 m	Non renseigné	0,0°	-	25,0 m			
Données	Type		Début		Fin	Machine		Opérateur
SP2	Paramètres destructifs		19/09/2024		23/09/2024	M381 ECMI 750		LENFANT



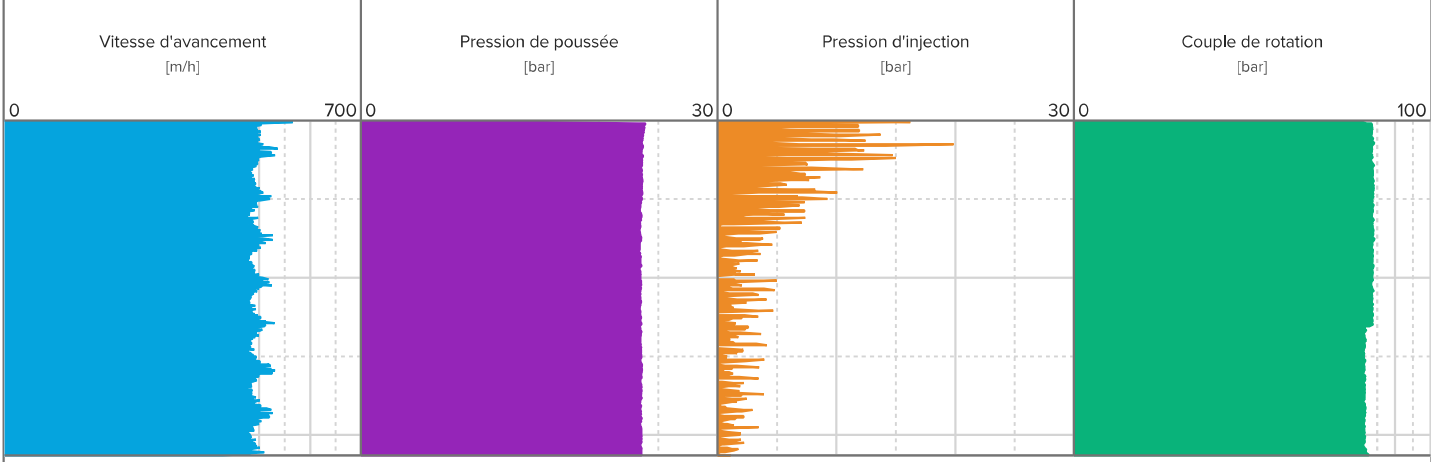
PR101	X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau		
	1643436	8175181	RGF93 / CC49			<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SP2b	Paramètres destructifs	19/09/2024	23/09/2024	M381 ECMI 750	LENFANT


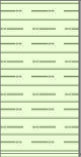
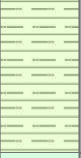
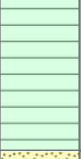

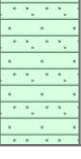


PR101	X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau		
	1643436	8175181	RGF93 / CC49			<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SP2h	Paramètres destructifs	19/09/2024	23/09/2024	M381 ECMI 750	LENFANT

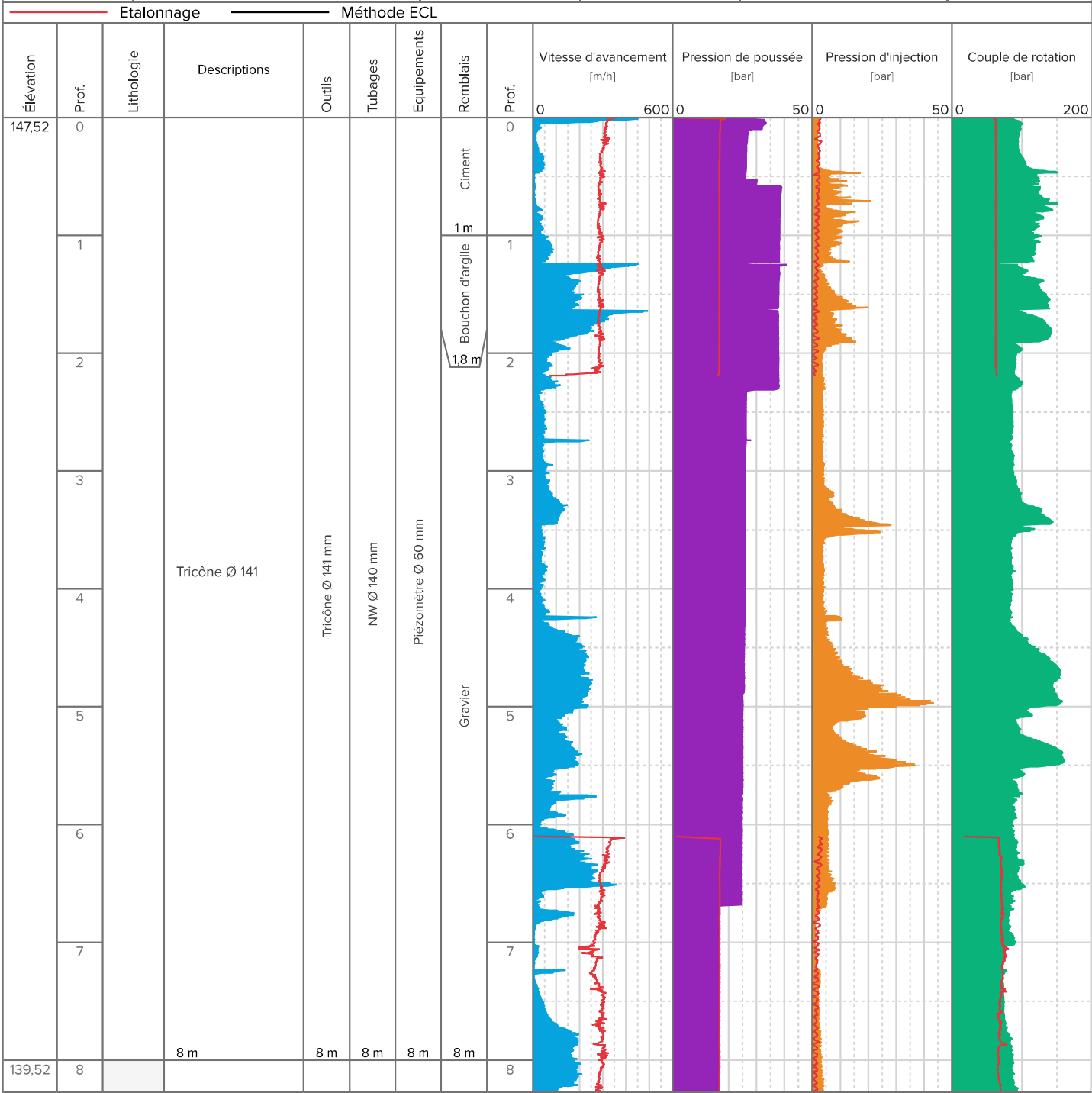


ANNEXE 3 : COUPE DU SONDAGE A LA TARIERE FT102

		Construction d'une école du développement durable									
		LGEN.O.311-0001									
		Client: Bouygues Bâtiment									
FT102	X	Y	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau			
	1643432	8175181	RGF93 / CC49			Non renseigné		<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré			
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements		<input type="checkbox"/> En cours de forage			
	+147,6 m	5,0 m	0,0°	-	Non renseigné	Centimètre		<input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Sec			
Début			Fin			Machine			Opérateur		
19/09/2024			19/09/2024			-			-		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions							Outils	Echantillons
147,6	0		Limon brun légèrement argileux							Tarière Ø 89 mm	<div>1,7 m Ech1</div> <div>2,6 m Ech2</div> <div>3 m</div>
			1 m								
146,6	1		Limon brun légèrement argileux + scories noires (0,5/1cm)								
			2 m								
145,6	2		Argile brune à brun orangé avec qq cailloutis blancs siliceux								
			3 m								
144,6	3		Sable fin à moyen orangé								
			4 m								
143,6	4		Argile sableuse brun orangé avec petits graviers mm de silice								
			5 m								
142,6	5								5 m		
soilcloud.tech											

ANNEXE 4 : COUPE DU SONDAGE DESTRUCTIF FD103

FD-PZ03	X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau		
	1643 430	8175 178	RGF93 / CC49			<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec
	+147,52 m	Non renseigné	0,0°	-	8,0 m			
Données	Type		Début		Fin	Machine		Opérateur
SD	Paramètres destructifs		19/09/2024		19/09/2024	M381 EMCI 750		LENFANT



GINGER

CEBTP

Construction d'une école du développement durable

LGEN.O.311-0001

Client: Bouygues Bâtiment

FD-PZ03

X

1643 430

Élévation

+147,52 m

Y

8175 178

Nivellement

Non renseigné

Système de coordonnées

RGF93 / CC49

Angle

0,0°

Azimut

-

Prof. atteinte

8,0 m

Niveau d'eau

☐ Néant

☐ Non mesuré

☐ En cours de forage

☐ Stabilisé

☐ Non stabilisé

☐ Sec

Données

SDb

Type

Paramètres destructifs

Début

19/09/2024

Fin

19/09/2024

Machine

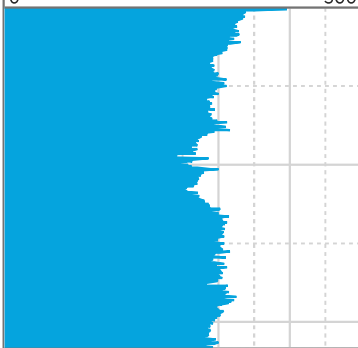
M381 EMCI 750

Opérateur

LENFANT

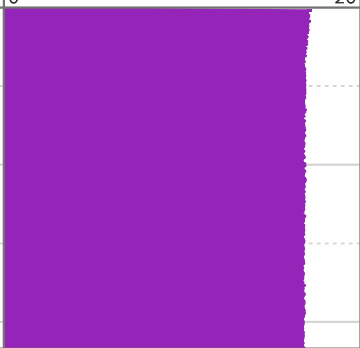
Vitesse d'avancement
[m/h]

0500



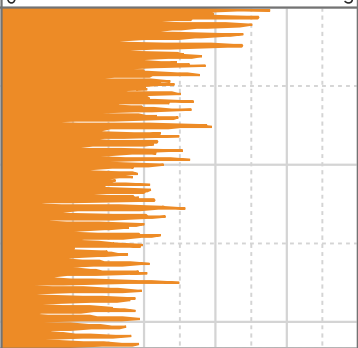
Pression de poussée
[bar]

020



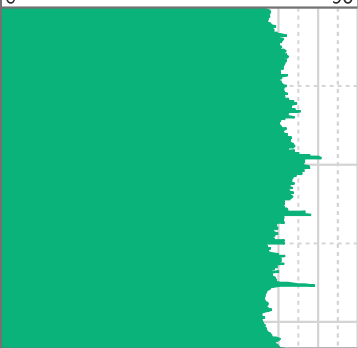
Pression d'injection
[bar]

05



Couple de rotation
[bar]

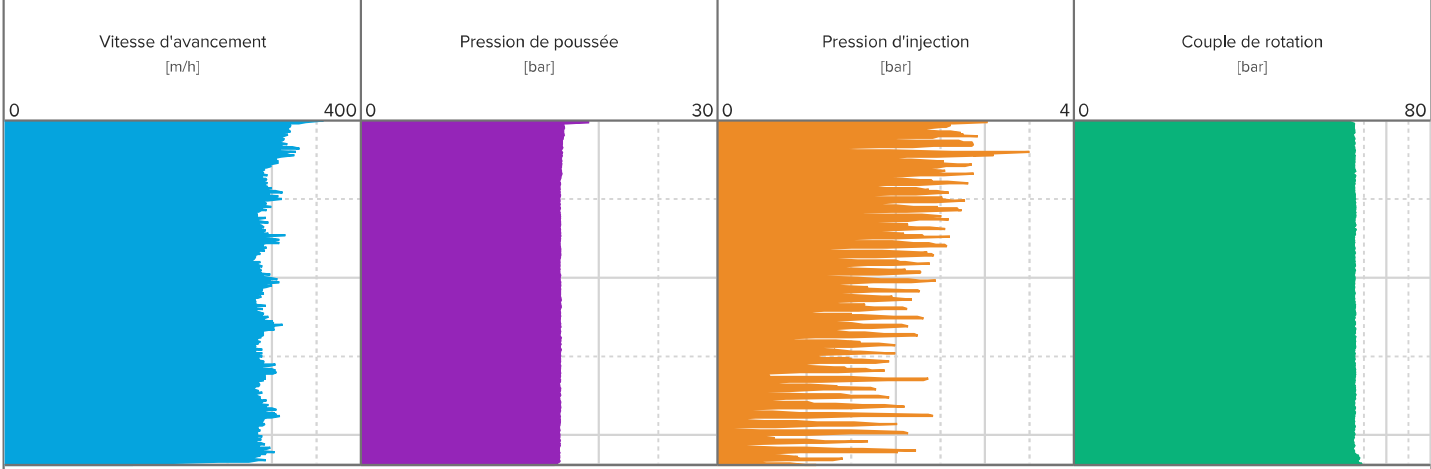
090



soilcloud.tech

FD-PZ03	X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau		
	1643 430	8175 178	RGF93 / CC49			<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SDh	Paramètres destructifs	19/09/2024	19/09/2024	M381 EMCI 750	LENFANT



ANNEXE 5 : COUPE TECHNIQUE DU PIEZOMETRE PZ103

FD-PZ03	X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau		
	1643 430	8175 178	RGF93 / CC49			<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé	<input type="checkbox"/> Non stabilisé	<input type="checkbox"/> Sec
	+147,52 m	Non renseigné	0,0°	-	8,0 m			
Données	Type		Début		Fin	Machine		Opérateur
Pz	Piézomètre ouvert		19/09/2024		19/09/2024	M381 EMCI 750		LENFANT

Sondage

Prof.	P	8,0 m
Diamètre	D	140,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Après équipement	H _w	- m

Tube

<input checked="" type="checkbox"/> PVC		
Diamètre intérieur	D _t	51,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	60,0 mm
Crépines	De	2,0 à 8,0 m
	Fente	- mm

Développement	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Bouchon de fond	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Hauteur hors sol	H _t	0,6 m

Remblais

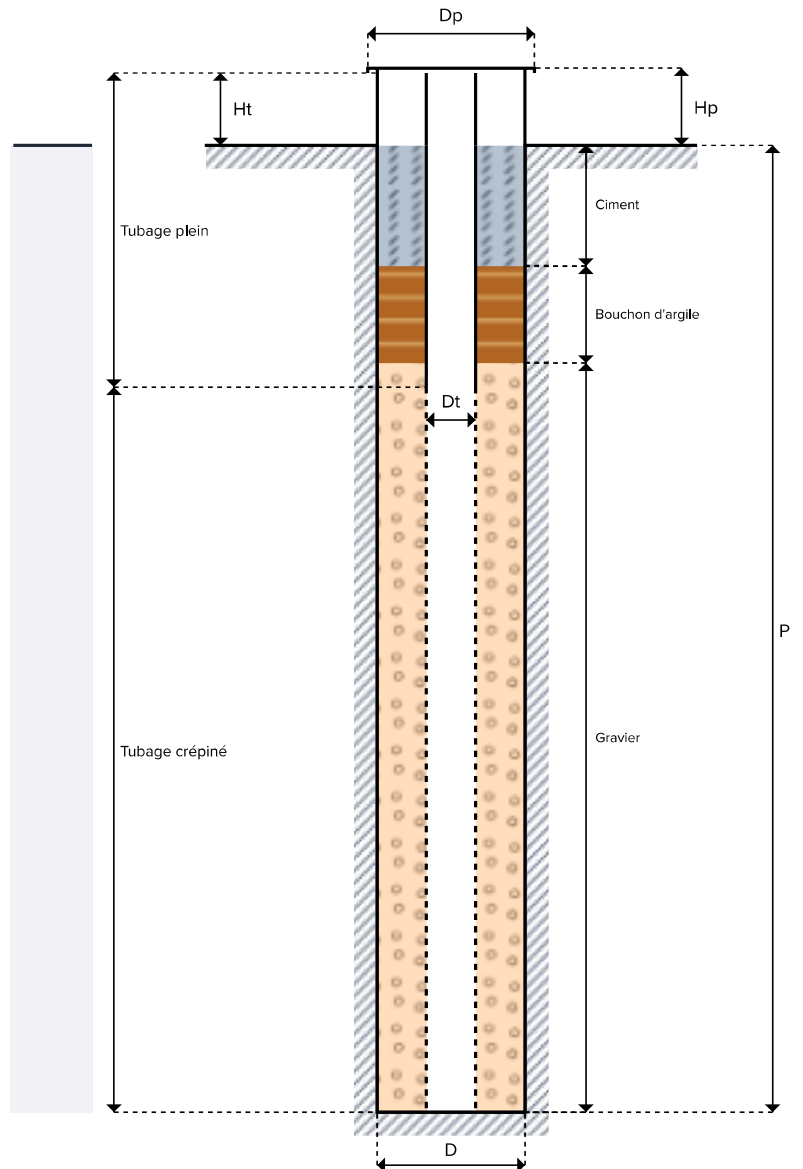
Ciment	De	0,0 à 1,0 m
Bouchon d'argile	De	1,0 à 1,8 m
Gravier	De	1,8 à 8,0 m

Protection

Tête métallique	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Cadenas	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Bouche à clef	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Regard béton	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Diamètre protection	D _p	70,0 mm
Hauteur hors sol	H _p	0,64 m

Réception Piézomètre

Profondeur Eau - Début réception	- m
Profondeur Eau - Fin réception	- m
Durée réception	- h



ANNEXE 6 : RESULTATS DES ESSAIS D'INFILTRATION MATSUO

ATTENTION : Au démarrage de l'essai : risque de saturation incomplète et à la fin de l'essai , risque de colmatage : c'est du ressort de l'Ingénieur de choisir les points à retenir pour le calcul de la perméabilité

K (m/s)* :	Perméabilité à partir de l'origine des mesures		
K (m/s)** :	Perméabilité entre deux points de mesures		
Dossier :	LGEM.O.311	Client :	BOUYGUES BATIMENT
Date de l'essai:	19/09/2024	Technicien :	Kadir
Commune :	Chatenay-Malabry	Dépouillement :	JBR

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1,15	1,1	1,8	0,34	M01

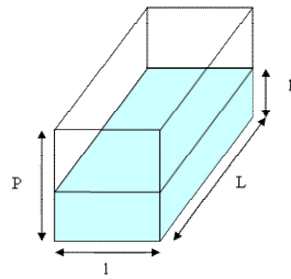
t (min)	h (m)	K (m/s)*
0	1,12	-
0,5	1,115	3,90E-05
1	1,11	3,91E-05
2	1,105	2,94E-05
3	1,1	2,61E-05
4	1,1	1,96E-05
5	1,095	1,96E-05
6	1,095	1,64E-05
7	1,095	1,40E-05
8	1,09	1,48E-05
9	1,09	1,31E-05
10	1,09	1,18E-05
12	1,09	9,83E-06
14	1,09	8,43E-06
16	1,09	7,38E-06
18	1,085	7,66E-06
20	1,085	6,90E-06
25	1,085	5,52E-06
30	1,085	4,60E-06
35	1,085	3,94E-06
40	1,085	3,45E-06
45	1,085	3,07E-06
50	1,08	3,16E-06
55	1,08	2,87E-06
60	1,08	2,63E-06
90	1,075	1,98E-06
120	1,07	1,65E-06

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

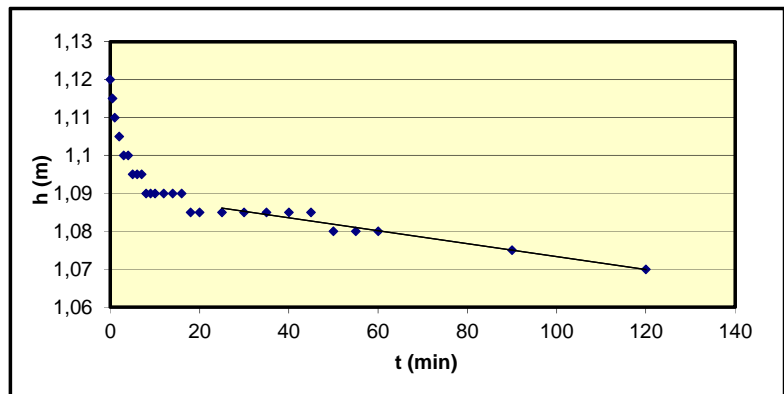
Perméabilité K (m/s)*
3,61E-06
13,01

COUPE DE SOL

ms	
Nature du matériau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0,20
Argile sableuse marron	Limon marron brun



$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L+1)}$$



ATTENTION : Au démarrage de l'essai : risque de saturation incomplète et à la fin de l'essai , risque de colmatage : c'est du ressort de l'Ingénieur de choisir les points à retenir pour le calcul de la perméabilité

K (m/s)* :	Perméabilité à partir de l'origine des mesures		
K (m/s)** :	Perméabilité entre deux points de mesures		
Dossier :	LGEM.O.311	Client :	BOUYGUES BATIMENT
Date de l'essai:	19/09/2024	Technicien :	Kadir
Commune :	Chatenay-Malabry	Dépouillement :	JBR

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1,05	1,15	2	0,37	M02

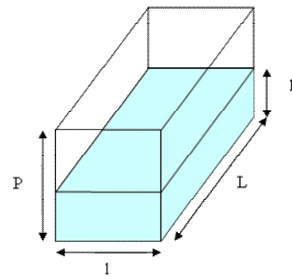
t (min)	h (m)	K (m/s)*
0	1,05	-
0,5	1,04	8,63E-05
1	1,035	6,48E-05
2	1,035	3,24E-05
3	1,025	3,62E-05
4	1,02	3,26E-05
5	1,015	3,05E-05
6	1,015	2,54E-05
7	1,01	2,49E-05
8	1,01	2,18E-05
9	1,005	2,18E-05
10	1,005	1,97E-05
12	1	1,82E-05
14	0,995	1,72E-05
16	0,99	1,65E-05
18	0,985	1,59E-05
20	0,985	1,43E-05
25	0,975	1,33E-05
30	0,97	1,18E-05
35	0,955	1,21E-05
40	0,955	1,06E-05
45	0,95	9,91E-06
50	0,945	9,38E-06
55	0,94	8,95E-06
60	0,935	8,60E-06
90	0,915	6,78E-06
120	0,895	5,88E-06

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

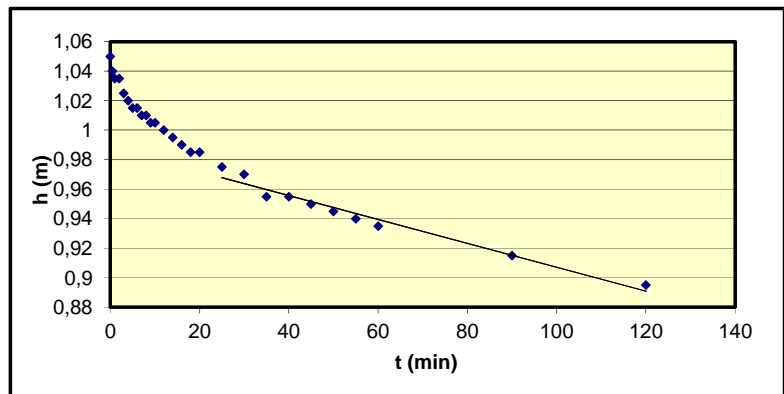
Perméabilité K (m/s)*
1,01E-05
36,50

COUPE DE SOL

ms	
Nature du matériau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0,20
Argile sableuse marron	Limon marron brun



$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L+1)}$$



ANNEXE 7 : RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES EN LABORATOIRE

Un pas d'avance.
One step ahead. Einen Schritt voraus.

UCM GbR – Environmental Consulting
and Management
Kietz 23/24
12557 Berlin

En collaboration avec :

GLU mbH
Membre du groupe GBA
Handwerker Str. 24d,
D-15366 Hoppegarten

Certificat d'analyses



Client :
GINGER-CEBTP
Immeuble MB6
4^{ème} étage
41 rue des 3 Fontanot
92000 Nanterre

Projet :
Ecole Dével Durable,
Chatenay-Malabry (92)

Numéro de projet :
LGEN.O.311-001

Date : 15.10.2024



GINGER-CEBTP

Immeuble MB6
4^{ème} étage
41 rue des 3 Fontanot
92000 Nanterre

GLU mbH

Gesellschaft für Lebensmittel-
und Umweltconsulting mbH

Centre d'Analyses Environnementales et laboratoire
d'analyse des produits alimentaires, analyses dans
le domaine des déchets et des sites pollués

Rapports environnementaux et plans de gestion

2/3 Page(s)

Date du rapport : 15.10.2024

Certificat d'analyses

Numéro de projet GLU :	2024PH7646 / 1
Projet :	Ecole Dével Durable, Chatenay-Malabry (92)
Demandeur :	GINGER-CEBTP
Prélèvement réalisé :	par le client
Entrée des échantillons :	07.10.2024
Date de la commande :	07.10.2024
Numéro de projet client :	LGEN.O.311-001
Type d'échantillon :	sol
Nombre d'échantillons :	2
Programme d'analyses :	défini par le client
Période des essais :	07.10.2024 - 15.10.2024



Le laboratoire de GLU est accrédité par l'organisme allemand d'accréditation (DAR), qui est reconnu par le COFRAC. COFRAC est signataire de l'accord multilatéral européen (EA).

Siège:
Handwerker Str. 24d
15366 Hoppegarten

PDG:
Ralf Murzen

Enregistrée auprès du
Tribunal de commerce de
Frankfurt/Oder sous
le numéro HRB 5245

Référence bancaire:
Berliner Bank AG
BIC/SWIFT : HYVEDEMM300
IBAN : DE DE94200300000030433635

Numéro de projet GLU : 2024PH7646 / 1

Résultats des analyses :

Échantillon :		ST01 1,7 - 2,0 m de prof.	ST01 2,6 - 3,0 m de prof.
Date de prélèvement :		24.09.2024	24.09.2024
GLU - LAB-Numéro :	Unité	001	002
Matière sèche	%P	84,7	81,6
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/kg	< 200	720
Acidité	ml/kg	14	18

Valeurs limites pour les classes d'exposition, correspondant aux attaques chimiques des sols naturels (EN 206-1) :

Sous classe d'exposition	Unité	XA1	XA2	XA3
Analyses sur brut :				
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/kg	2000 à 3000	3000 à 12000	12000 à 24000
Acidité	ml/kg	> 200	N'est pas rencontré dans la pratique	

Méthodes analytiques :

Paramètres	Unité	Seuil de détection	Méthodes/Normes utilisées
Analyses sur brut :			
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/kg	200	selon EN 196-2 Extraction du SO ₄ ²⁻ à l'acide chlorhydrique
Acidité	ml/kg	2	DIN 4030-2 (Baumann Gully)

 **GLU**
Gesellschaft für
Lebensmittel- und Umweltconsulting
Dipl.-Ing. S. Schrader
Directrice technique
Handwerkerstraße 24d
15366 Hoppegarten
Tél. 03342 21661
Fax 03342 21663

Un pas d'avance.

One step ahead. Einen Schritt voraus. Всегда на шаг впереди.

UCM GbR – Environmental Consulting
and Management
Kietz 23/24
12557 Berlin

En collaboration avec :

GLU mbH
Membre du groupe GBA
Handwerker Str. 24d,
D-15366 Hoppegarten

Certificat d'analyses



Client :
GINGER-CEBTP
Immeuble MB6
4^{ème} étage
41 rue des 3 Fontanot
92000 Nanterre

Projet :
Ecole Dével Durable,
Chatenay-Malabry (92)

Numéro de projet :
LGEN.O.311-001

Date : 15.10.2024



GINGER-CEBTP

Immeuble MB6
4^{ème} étage
41 rue des 3 Fontanot
92000 Nanterre

GLU mbH

Gesellschaft für Lebensmittel-
und Umweltconsulting mbH

Centre d'Analyses Environnementales et laboratoire
d'analyse des produits alimentaires, analyses dans
le domaine des déchets et des sites pollués

Rapports environnementaux et plans de gestion

2/3 Page(s)

Date du rapport : 15.10.2024

Certificat d'analyses

Numéro de projet GLU :	2024PH7638 / 1
Projet :	Ecole Dével Durable, Chatenay-Malabry (92)
Demandeur :	GINGER-CEBTP
Prélèvement réalisé :	par le client
Entrée des échantillons :	07.10.2024
Date de la commande :	07.10.2024
Numéro de projet client :	LGEN.O.311-001
Type d'échantillon :	eau
Nombre d'échantillons :	1
Programme d'analyses :	défini par le client
Période des essais :	07.10.2024 - 15.10.2024



Le laboratoire de GLU est accrédité par l'organisme allemand d'accréditation (DAR), qui est reconnu par le COFRAC. COFRAC est signataire de l'accord multilatéral européen (EA).

Siège:
Handwerker Str. 24d
15366 Hoppegarten

PDG:
R. Murzen

Enregistrée auprès du
Tribunal de commerce de
Frankfurt/Oder sous
le numéro HRB 5245

Référence bancaire:
Berliner Bank AG
BIC/SWIFT : DEUTDE33110
IBAN : DE 23100708480526754700

Numéro de projet GLU : 2024PH7638 / 1

Résultats des analyses :

Échantillon :		SD-PZ03 (- 8 m)
Date de prélèvement :		24.09.2024
GLU - LAB-Numéro :	Unité	2024H4273/1
pH		7,2
Ammonium NH_4^+	mg/l	0,12
Sulfates SO_4^{2-}	mg/l	180
Magnésium Mg^{2+}	mg/l	18
Gaz carbonique agressif CO_2	mg/l	24
Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (1°F = 0,1 mmol/l CaCO_3)	°F	23


Valeurs limites pour les classes d'exposition, correspondant aux attaques chimiques des eaux souterraines (EN 206-1) :

Sous classe d'exposition	Unité	XA1	XA2	XA3
Sulfates SO_4^{2-}	mg/l	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3000	> 3000 et ≤ 6000
pH		$\leq 6,5$ et $\geq 5,5$	$< 5,5$ et $\geq 4,5$	$< 4,5$ et $\geq 4,0$
Gaz carbonique agressif CO_2	mg/l	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100
Ammonium NH_4^+	mg/l	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et < 100
Magnésium Mg^{2+}	mg/l	≥ 300 et ≤ 1000	> 1000 et < 3000	> 3000

Méthodes analytiques :

Paramètres	Unité	Seuil de détection	Méthodes/Normes utilisées
Sulfates SO_4^{2-}	mg/l	20	selon EN 196-2 chromatographie en phase liquide DIN EN ISO 10304-1:2009-07
pH			selon ISO 4316 (mesure potentiométrique du pH DIN 38404-C5)
Gaz carbonique agressif CO_2	mg/l	3,0	selon prEN 13577 (DIN 38409-H6)
Ammonium NH_4^+	mg/l	0,2	Méthode photométrique
Magnésium Mg^{2+}	mg/l	0,5	DIN 38406-E3
Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	°F	0,5	DIN 38409-H6

ANNEXE 8 : RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE DE GEOTEC

AFFAIRE	2200703	Opérateur	M.MOUSSAOUI	
SITE	CHATENAY MALABRY	Vérificateur	Christophe JOUANNO	
Date	09/05/2022			

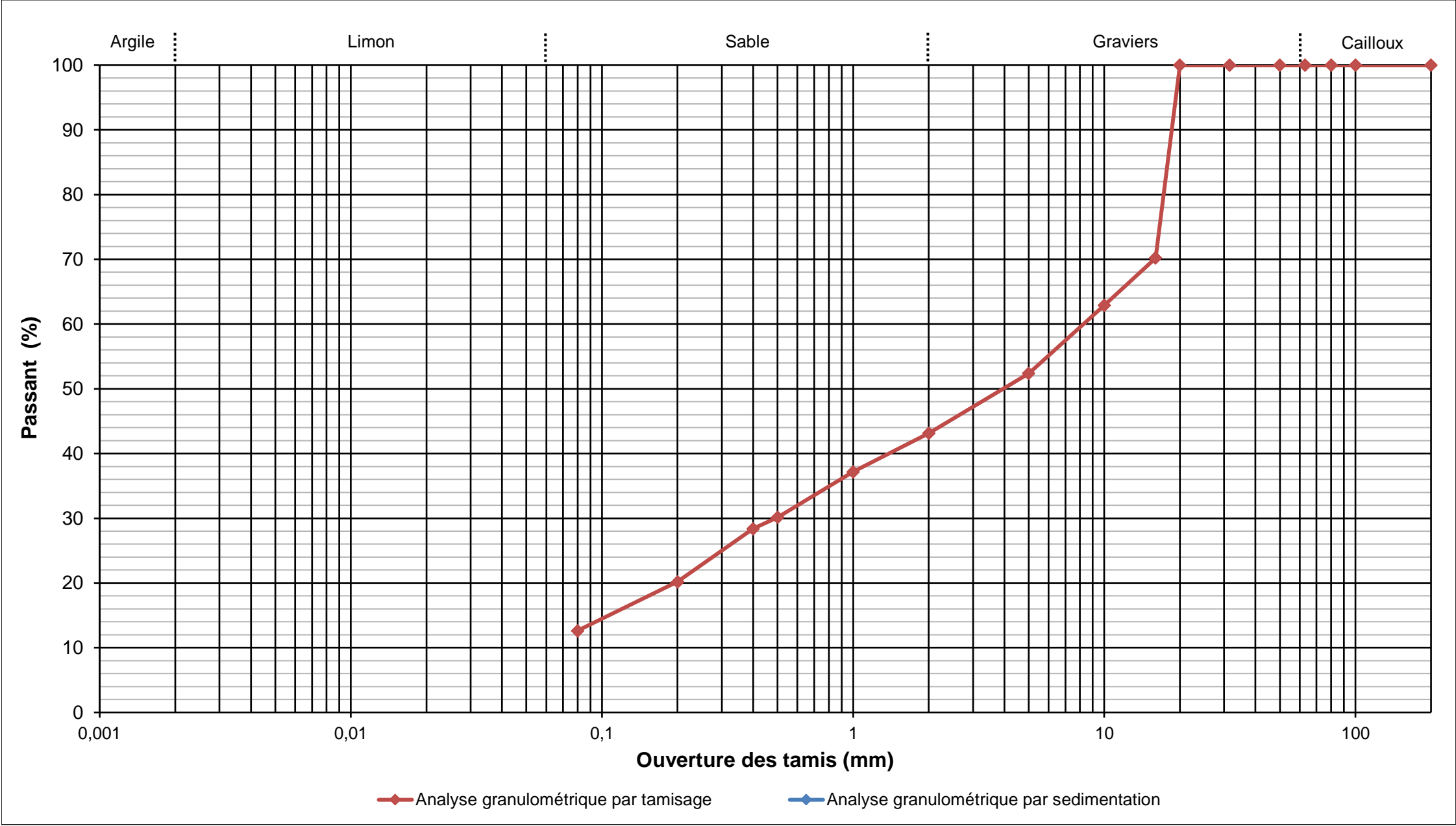
Sondage	Prof. Sup. (m)	Prof. Inf. (m)	Description	Teneur en eau naturelle (O/D) What (%)	Granulométrie - Sédimentométrie					Valeur au Bleu de Méthylène V.B.S (g/100g)	Limites d'Atterberg				CLASSIFICATION (G TR 92 et NF P 11-300)	Masse volumique sur sols fins				Teneur en matières organiques MO (%)	Teneur en carbonates CaCO3 (%)	Teneur en sulfates (%)	Classe d'Agressivité selon NF EN 206	Essais de compactage et de portance						Triaxial CU+u		Triaxial CD		Cisaillement rectiligne UU		Cisaillement rectiligne CD	
					Diamètre maximal D _{max} (mm)	Passant à 50 mm < 50 mm (%)	Passant à 2 mm < 2 mm (%)	Passant à 80 µm < 80 µm (%)	Passant à 2 µm < 2 µm (%)		Limite de liquidité W _L (%)	Limite de plasticité W _P (%)	Indice de plasticité I _p	Indice de consistance I _c		Masse volumique humide ρ _h (g/cm³)	Masse volumique sèche ρ _d (g/cm³)	Indice des vides e	Degré de saturation S _r (%)					Teneur en eau à l'optimum proctor W _{opn} (%)	Densité sèche à l'optimum proctor ρ _d (W _{opn}) (g/cm³)	Indice Portant Immédiat à l'optimum proctor IP _i (W _{opn})	Indice CBR immédiat à l'optimum proctor ICBR (W _{opn})	Indice Portant Immédiat à la teneur en eau naturelle IP _i (What)	Indice CBR immédiat à la teneur en eau naturelle ICBR (What)	Cohésion C' (kPa)	Angle de frottement Φ' (°)	Cohésion C' (kPa)	Angle de frottement Φ' (°)	Cohésion C _{uu} (kPa)	Angle de frottement Φ _{uu} (°)	Cohésion C _c (kPa)	Angle de frottement Φ _c (°)
FM1	0	0,5	Remblais sablo-argileux marron noirâtre à débris,cailloux et blocs	13,4	20	100	43,1	12,6	-	0,46					B5																						
FM1	1,0	1,8	Argile marron orangé à cailloutis et blocs blanchâtres	20,7	20	100,0	85,6	58,2	-		69,8	29,6	40,3	Non Applicable	A4																						
FM1	2	2,8	Argile marron orangé à cailloutis et blocs blanchâtre	22,6	20	100	84,2	62	-		70,8	36	34,8	Non Applicable	A3																						
FM2	0,0	0,5	Remblais sablo-argileux marron noirâtre à débris,cailloux et blocs	7,3	6	100,0	99,8	5,7	-	0,42					B2																						
FM2	1	2	Sable jaune-orangé	7,6	6	100	99,5	6,8	-	0,61					B2																						
FM2	2,0	3,0	Sable jaune-orangé	8,5	19	100,0	87,0	11,0	-	0,64					B2																						
FM3	0,3	0,6	Sable fin beige jaune	21,5	6	100	99,1	94,9	-		42,3	21,3	21	0,97	A2 h																						
FM3	0,6	2,0	Argile sableuse marron orangé	19,7	18	100,0	97,4	90,3	-		35,9	19,9	16,0	0,95	A2 h																						
FM3	2,5	3	Sable marron jaunâtre	10,7	20	100	89,6	27,3	-	0,86					B5																						
SC1	6,0	7,5	Argile sableuse à debris de meuliere	11,5	19	100	61,3	34,4		1,23					B5																						
SC1	7,5	9	Debris de meulieres dans une matrice argilo-sableuse marron	12,2	20	100	36,7	15,2		0,52					B5																						
SC4	1,9	2,5	Argile limoneuse marron	23,6	12	100,0	96,6	90,6	-		43,5	23,5	20,0	0,92	A2 h	1,87	1,50	0,80	84															10	30		
SC4	6,5	7	Sable fin marron jaunâtre	18,3	12	100	96,4	19,7	-	1,52					B6	2	1,69	0,56	85																		
SC4	7,0	7,5	Sable fin marron jaunâtre	20,6	5	100,0	100,0	28,5	-	1,37					B5	1,86	1,51	0,79	79														0	37			
SC5	3	3,5	Argile limoneuse marron ocre	22	18	100	91,6	69,9	-		38,6	20,1	18,6	0,74	A2 th	1,92	1,55	0,75	87,93															10	30		
SC5	3,5	4,0	Argile limoneuse marron ocre	17,7	6	100,0	97,2	84,7	-	1,05					A1	2,03	1,73	0,54	87																		
SC5	7,5	8	Sable fin marron beige	15,3	3	100	100	14,4	-	0,99					B5	1,78	1,43	0,89	73,55														0	15			

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)13,4</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)-</div> <div>Dmax (mm)20,0</div> <div>Passants (en %)<div>50 mm100,0</div><div>2 mm43,1</div><div>80 µm12,6</div><div>2 µm-</div></div> <div>VBS (NF P 94-068)0,46</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-22		
Opérateur	MM		

T°C de séchage	105°C	
Sédimentométrie	NON	
Sondage	FM1	
Profondeur	0,00 - 0,50 m	
Description	Remblais sablo-argileux marron noirâtre à débris,cailloux et blocs	

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	70,2	62,9	52,4	43,1	37,2	30,1	28,4	20,2	12,6

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)	-							

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

AFFAIRE

2200703

SITE

CHATENAY MALABRY

Date

2022-03-22

Opérateur

MM

T°C de séchage

105°C

Sédimentométrie

NON

Sondage

FM1

Profondeur

1,00 - 1,80 m

Description

Argile marron orangé à cailloutis et blocs blanchâtres

W% sur 0/D (NF P 94-050)

20,7

W% sur 0/20 (NF P 94-050)

20,7

Dmax (mm)

20,0

Passants (en %)

50 mm

100,0

2 mm

85,6

80 µm

58,2

2 µm

-

VBS (NF P 94-068)

-

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,9	92,1	89,4	85,6	81,8	76,9	75,4	65,4	58,2

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Granulometric curve graph showing Passant (%) vs Ouverture des tamis (mm). The curve starts at approximately 58% for 0.075 mm and rises to 100% at 2.0 mm, then remains at 100% for larger openings. The graph is divided into regions: Argile (< 0.075 mm), Limon (0.075 - 0.25 mm), Sable (0.25 - 2.0 mm), Gravier (2.0 - 20 mm), and Cailloux (> 20 mm).

Ouverture des tamis (mm)	Passant (%)
0.075	58.2
0.15	65.4
0.3	75.4
0.6	76.9
1.0	81.8
2.0	85.6
4.0	89.4
10.0	92.1
20.0	93.9
2.0	100.0
4.0	100.0
6.0	100.0
8.0	100.0
10.0	100.0
12.0	100.0
15.0	100.0
20.0	100.0
25.0	100.0
30.0	100.0
40.0	100.0
50.0	100.0
60.0	100.0
75.0	100.0
100.0	100.0

Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)				-				

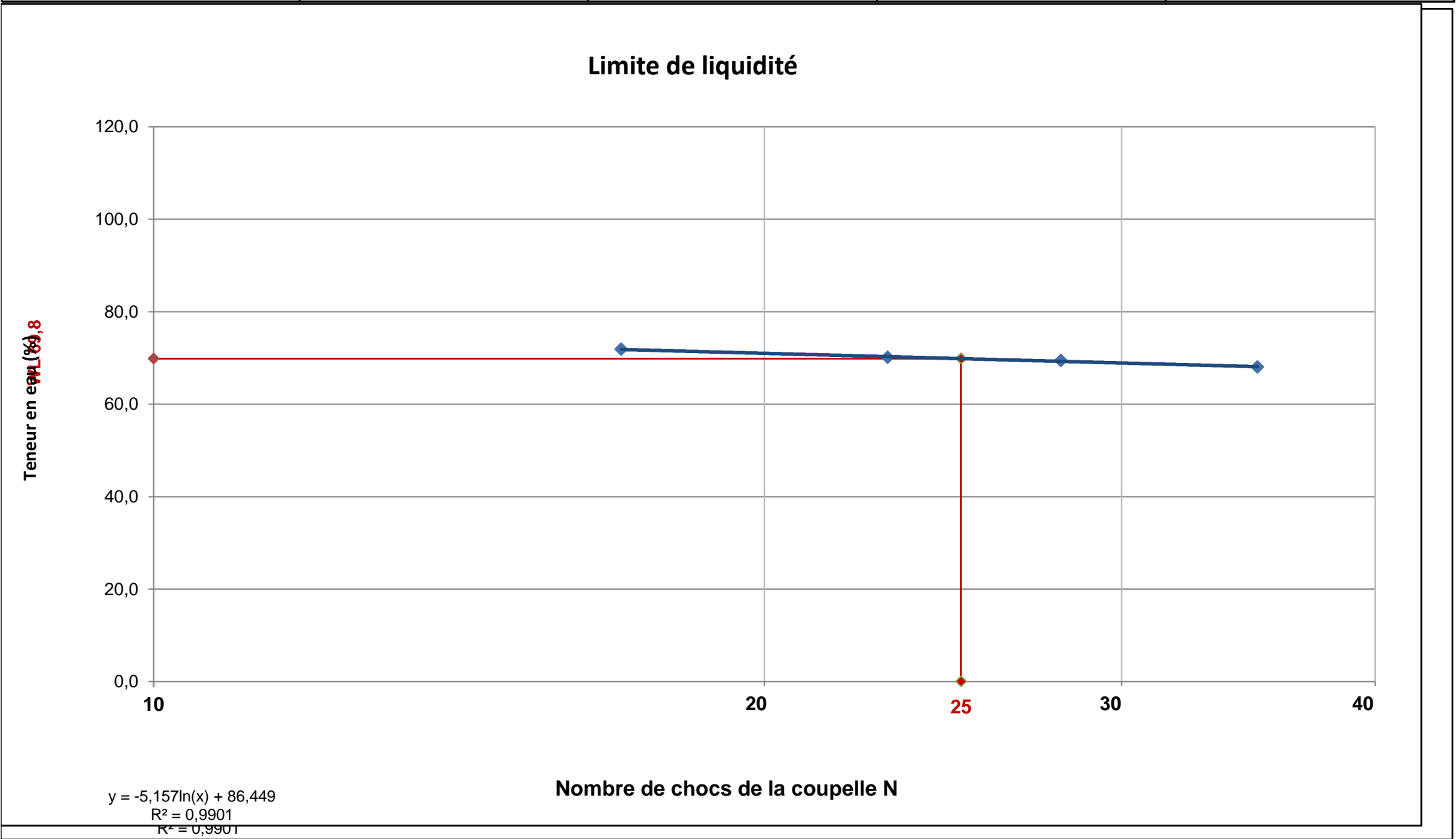
Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations

OULAB-07-v2

AFFAIRE	2200703		
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-23		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sondage	FM1		
Profondeur	1,00 - 1,80 m		
Description	Argile marron orangé à cailloutis et blocs blanchâtres		

Mesures N°	1	2	3	4
Nombre de coups N	17	23	28	35
Teneur en eau (%)	71,9	70,1	69,5	68,0



Limite de plasticité	W1 (%)	29,7	Moyenne (%)	29,6
	W2 (%)	29,4		

Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050)	W (%)	20,7
Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050)	W (%)	non applicable
Limite de liquidité	WL (%)	69,8
Limite de plasticité	WP (%)	29,6
Indice de plasticité	IP	40,3
Indice de consistance	IC	non applicable

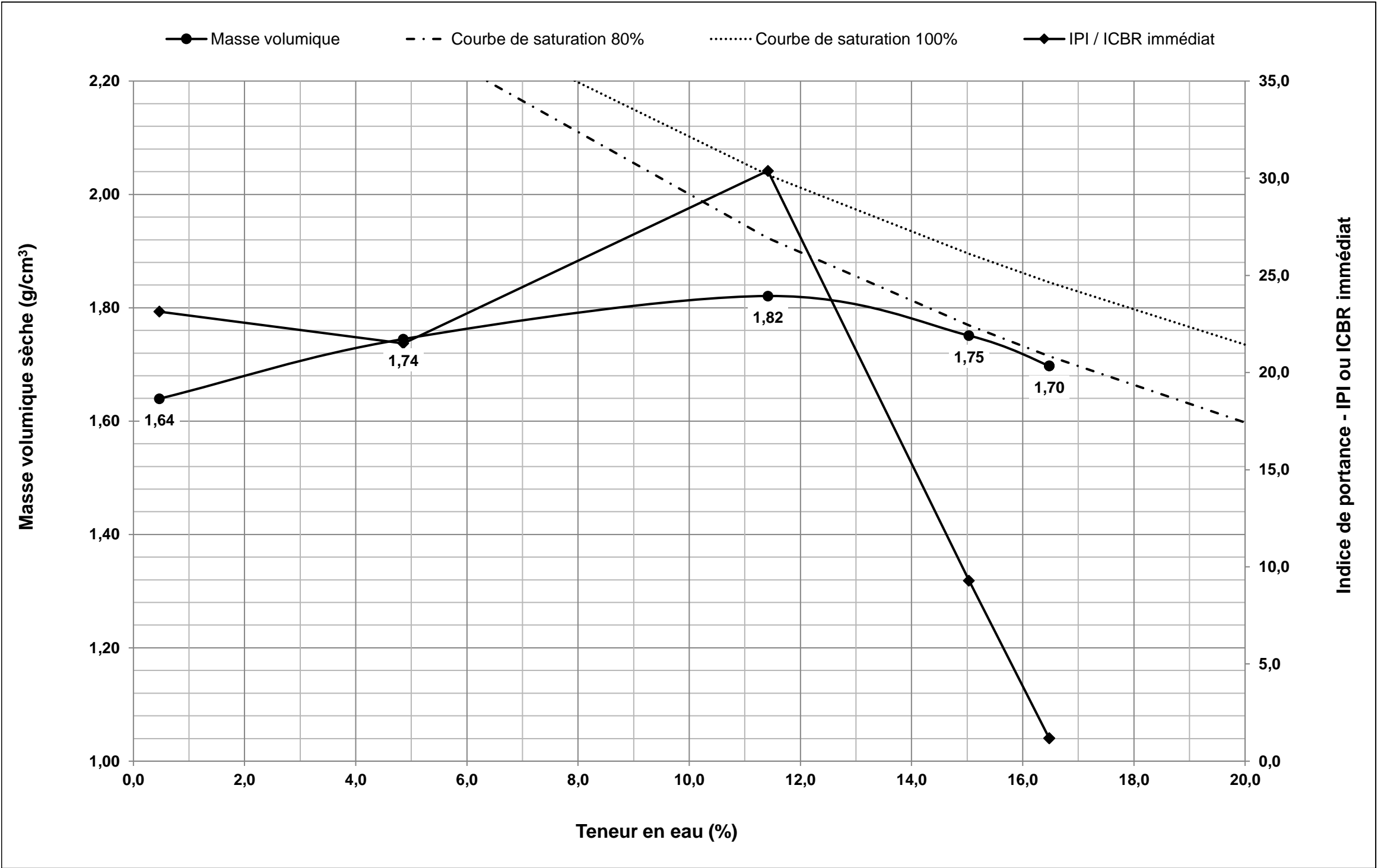
Observations	Le calcul de la valeur Ic est applicable si une granulométrie a été réalisée et révèle plus de 80% de passant à 400µm, sinon elle n'est pas valable et l'état hydrique ne peut pas être estimé.
--------------	---

AFFAIRE	22/0703/PARIS	
SITE	CHATENAY MALABRY	
Date	28/04/2022	
Opérateur	MM	
T°C de séchage	105°C	

Sondage	FM1
Profondeur	1,00 - 1,80 m
Description	Argile marron orangé à cailloutis ert blocs

Indice recherché	IPI
Proctor	Normal
Moule utilisé	CBR
Fraction 20/D (%)	0,0

Sol traité ?	Non
Dosage	-
Malaxage	Manuel
Fraction 5/D (%)	10,6



	Optimum OPN sur 0/20	Optimum OPN sur 0/D
W% (NF P 94-050)	11,4	-
ρ_d (g/cm³)	1,82	-
IPI	30,4	-

Calculs de correction pour $\rho_s=2,70$ g/cm³

Courbes de saturation pour $\rho_s=2,65$ g/cm³

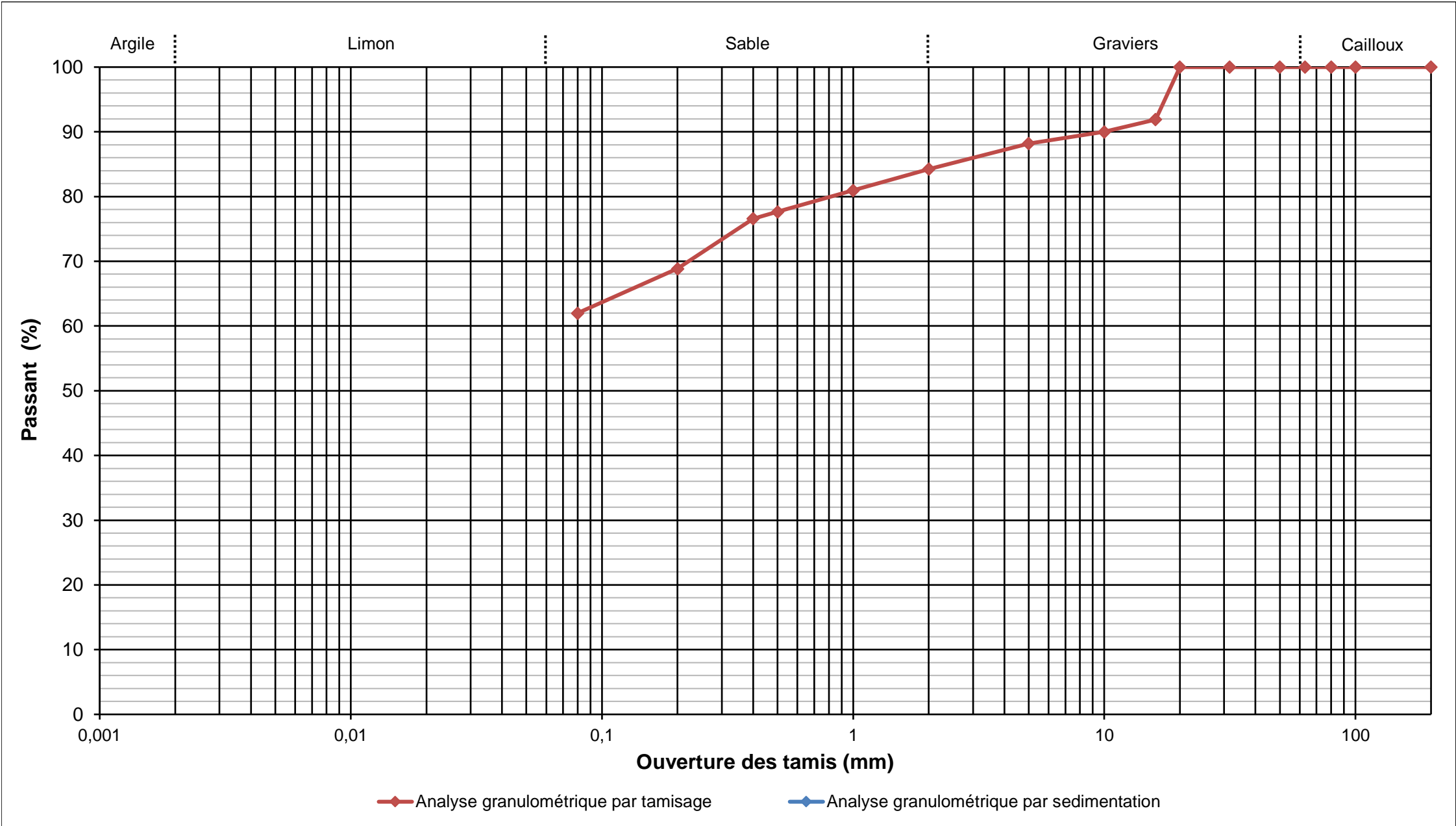
Observations	
--------------	--

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)22,6</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)-</div> <div>Dmax (mm)20,0</div> <div>Passants (en %)<div>50 mm100,0</div><div>2 mm84,2</div><div>80 µm62,0</div><div>2 µm-</div></div> <div>VBS (NF P 94-068)-</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-22		
Opérateur	MM		

T°C de séchage	105°C	
Sédimentométrie	NON	
Sondage	FM1	
Profondeur	2,00 - 2,80 m	
Description	Argile marron orangé à cailloutis et blocs blanchâtre	

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	91,9	90,0	88,2	84,2	81,0	77,6	76,6	68,9	62,0

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



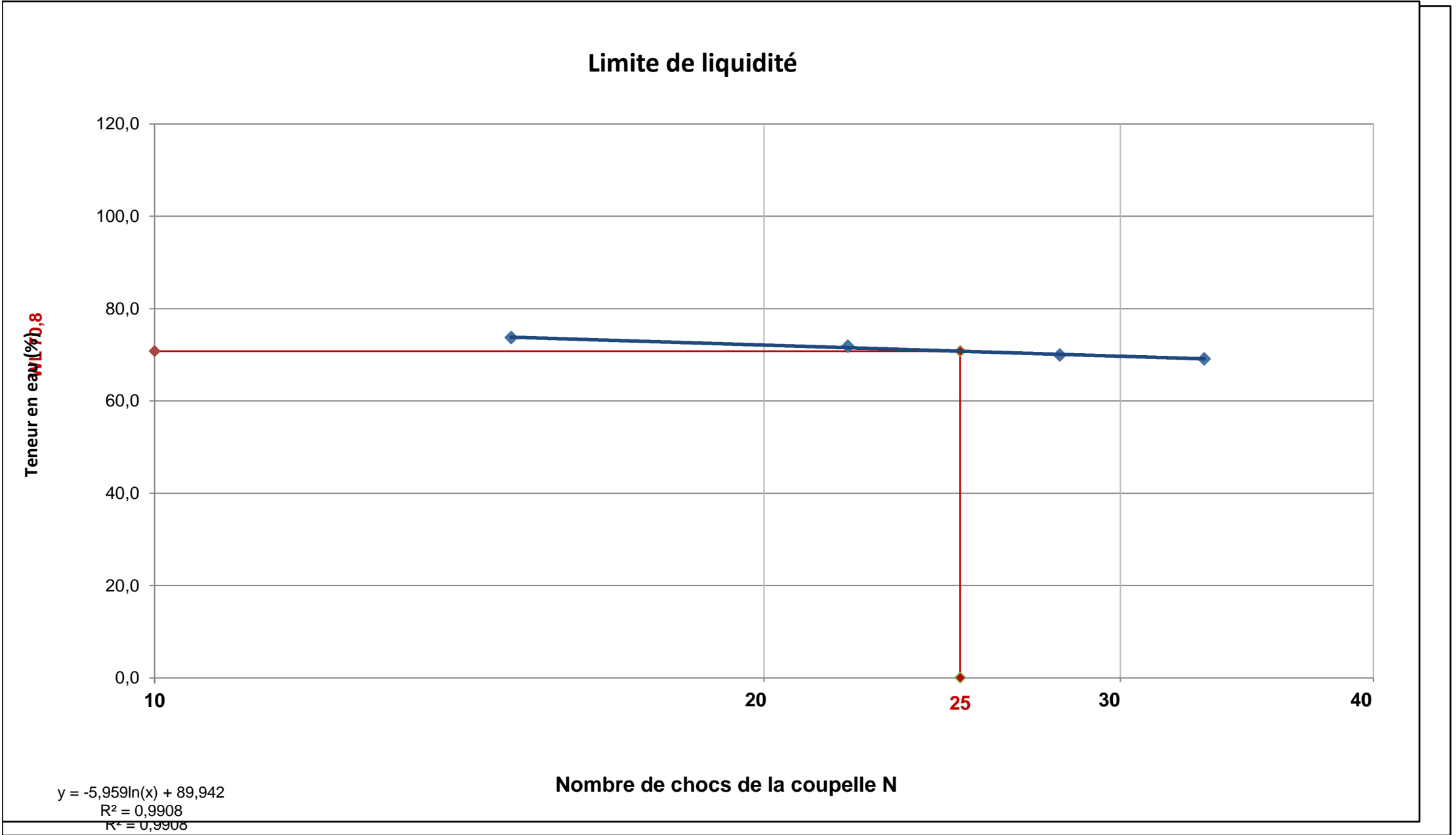
Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)	-							

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

AFFAIRE	2200703		
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-23		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sondage	FM1		
Profondeur	2,00 - 2,80 m		
Description	Argile marron orangé à cailloutis et blocs blanchâtre		

Mesures N°	1	2	3	4
Nombre de coups N	15	22	28	33
Teneur en eau (%)	73,7	71,8	69,9	69,1



Limite de plasticité	W1 (%)	36,4	Moyenne (%)	36,0
	W2 (%)	35,6		

Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050)	W (%)	22,6
Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050)	W (%)	non applicable
Limite de liquidité	W_L (%)	70,8
Limite de plasticité	W_P (%)	36,0
Indice de plasticité	I_P	34,8
Indice de consistance	I_C	non applicable

Observations	Le calcul de la valeur I_C est applicable si une granulométrie a été réalisée et révèle plus de 80% de passant à 400µm, sinon elle n'est pas valable et l'état hydrique ne peut pas être estimé.
--------------	--

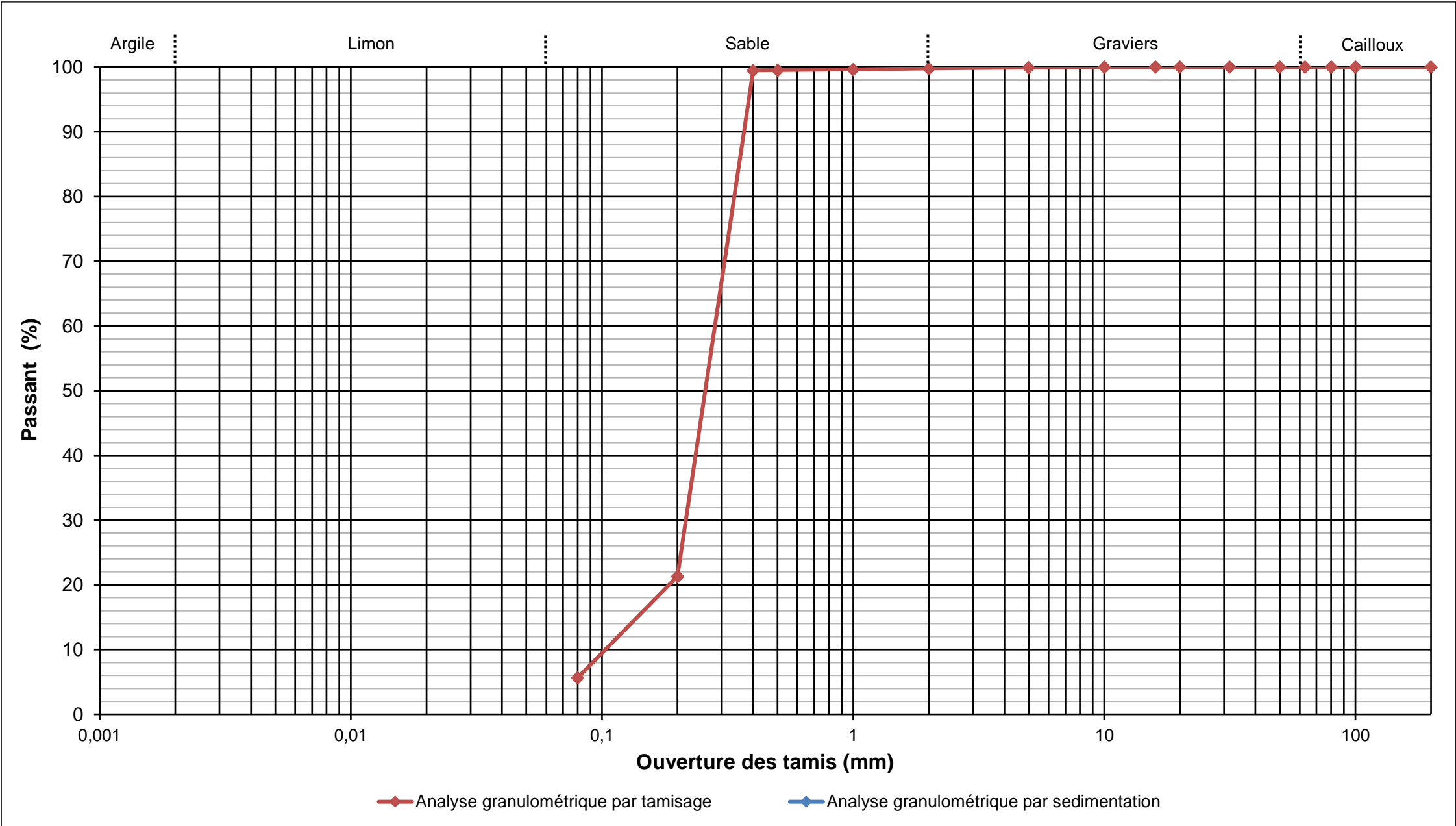
AFFAIRE	2200703	
SITE	CHATENAY MALABRY	
Date	2022-03-28	
Opérateur	MM	

T°C de séchage	105°C	
Sédimentométrie	NON	
Sondage	FM2	
Profondeur	0,00 - 0,50 m	
Description	Remblais sablo-argileux marron noirâtre à débris,cailloux et blocs	

W% sur 0/D (NF P 94-050)	7,3	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	7,3	
Dmax (mm)	6,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	99,8
	80 µm	5,7
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	0,42	

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,8	99,6	99,5	99,5	21,3	5,7

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)	-							

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

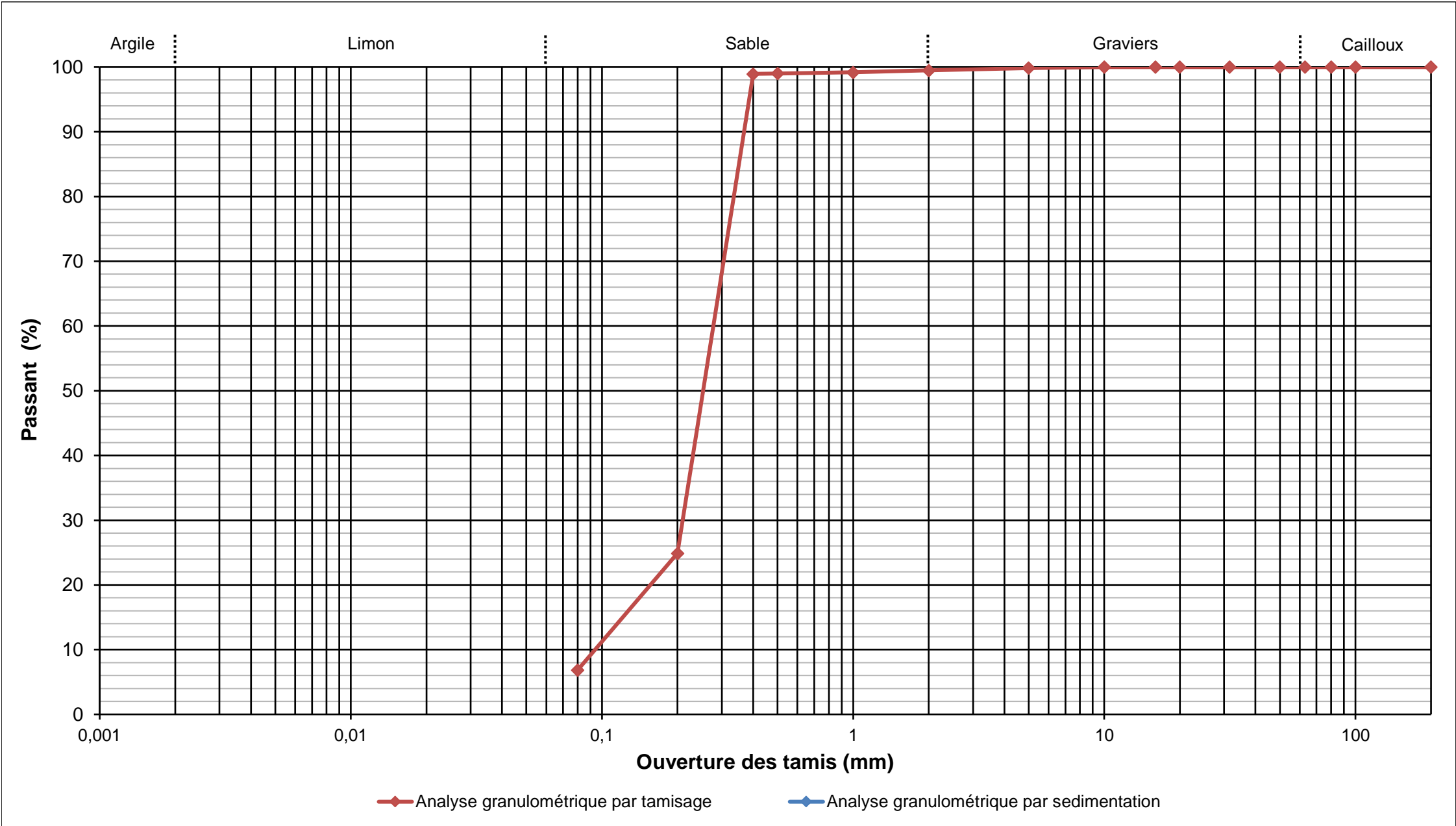
Observations	
--------------	--

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)7,6</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)7,6</div> <div>Dmax (mm)6,0</div> <div>Passants (en %)<div>50 mm100,0</div><div>2 mm99,5</div><div>80 µm6,8</div><div>2 µm-</div></div> <div>VBS (NF P 94-068)0,61</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-28		
Opérateur	MM		

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	FM2
Profondeur	1,00 - 2,00 m
Description	Sable jaune-orangé

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	99,5	99,2	99,0	98,9	24,9	6,8

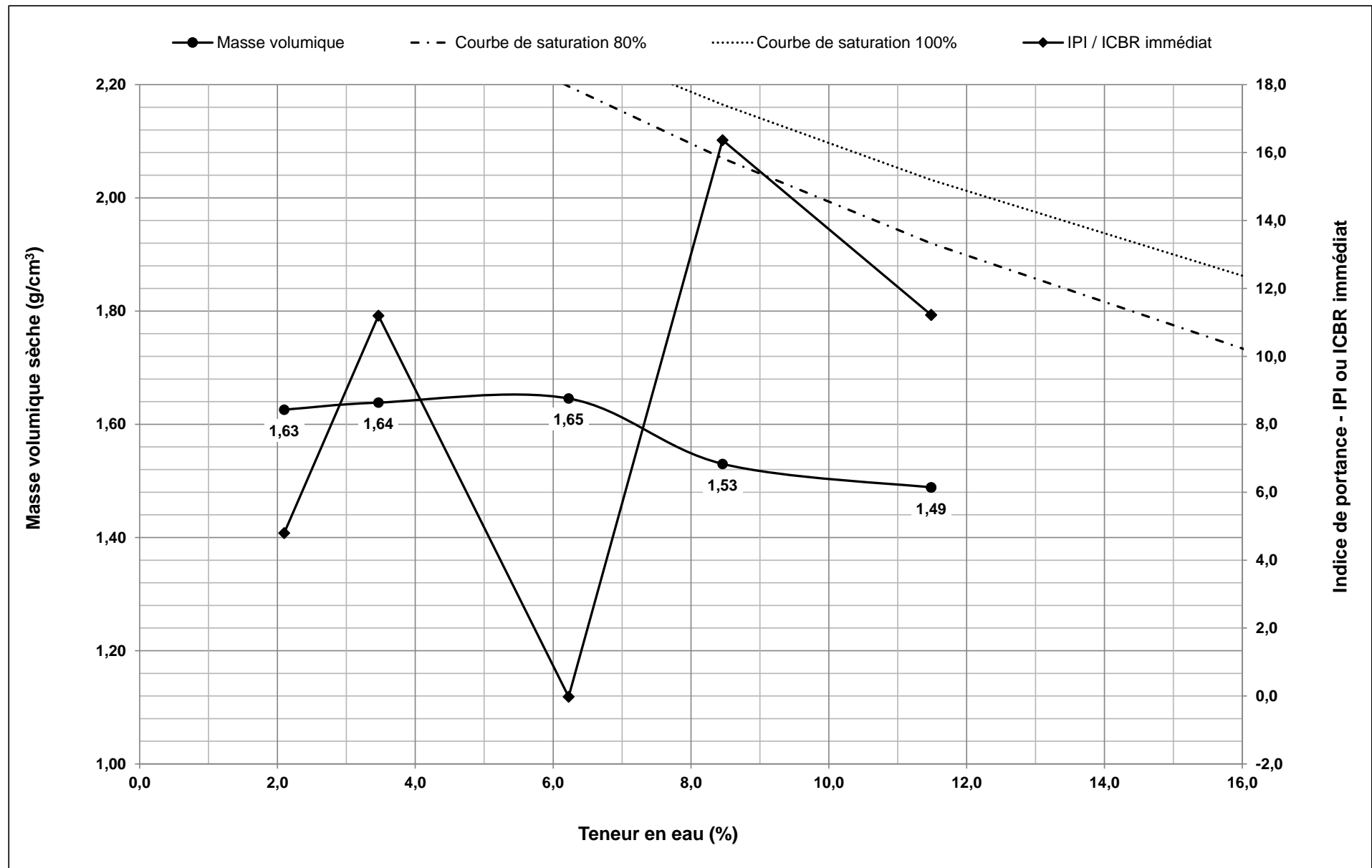
Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)	-							

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

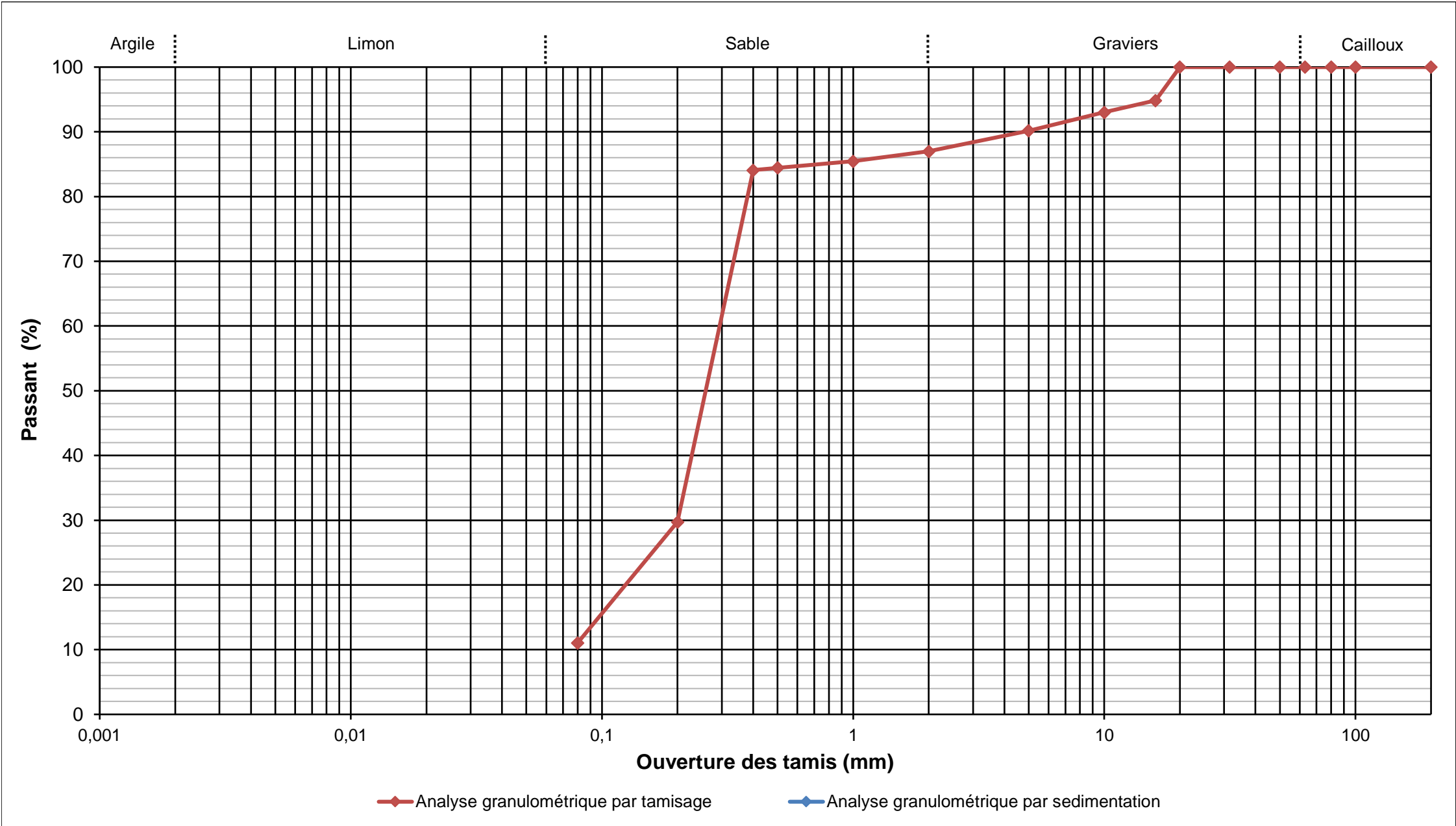


AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)8,5</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)-</div> <div>Dmax (mm)19,0</div> <div>Passants (en %)<div>50 mm100,0</div><div>2 mm87,0</div><div>80 µm11,0</div><div>2 µm-</div></div> <div>VBS (NF P 94-068)0,64</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-28		
Opérateur	MM		

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	FM2
Profondeur	2,00 - 3,00 m
Description	Sable jaune-orangé

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,8	93,0	90,2	87,0	85,5	84,4	84,1	29,7	11,0

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)		-						

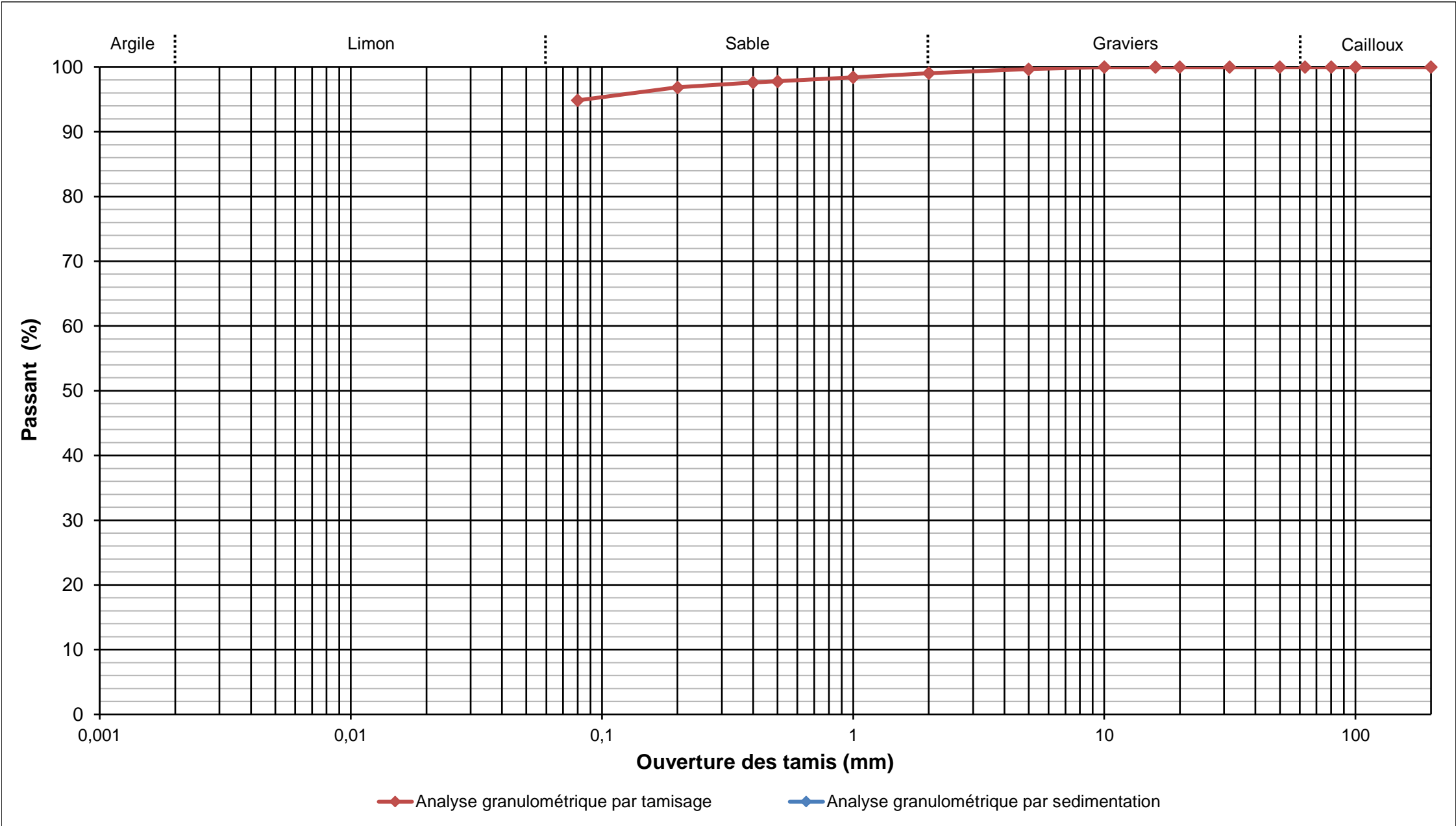
Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)</div> <div>21,5</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</div> <div>-</div> <div>Dmax (mm)</div> <div>6,0</div> <div>Passants (en %)</div> <div><div>50 mm</div><div>100,0</div><div>2 mm</div><div>99,1</div><div>80 µm</div><div>94,9</div><div>2 µm</div><div>-</div></div> <div>VBS (NF P 94-068)</div> <div>-</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-25		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sédimentométrie	NON		
Sondage	FM3		
Profondeur	0,30 - 0,60 m		
Description	Sable fin beige jaune		

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,1	98,4	97,8	97,6	96,9	94,9

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



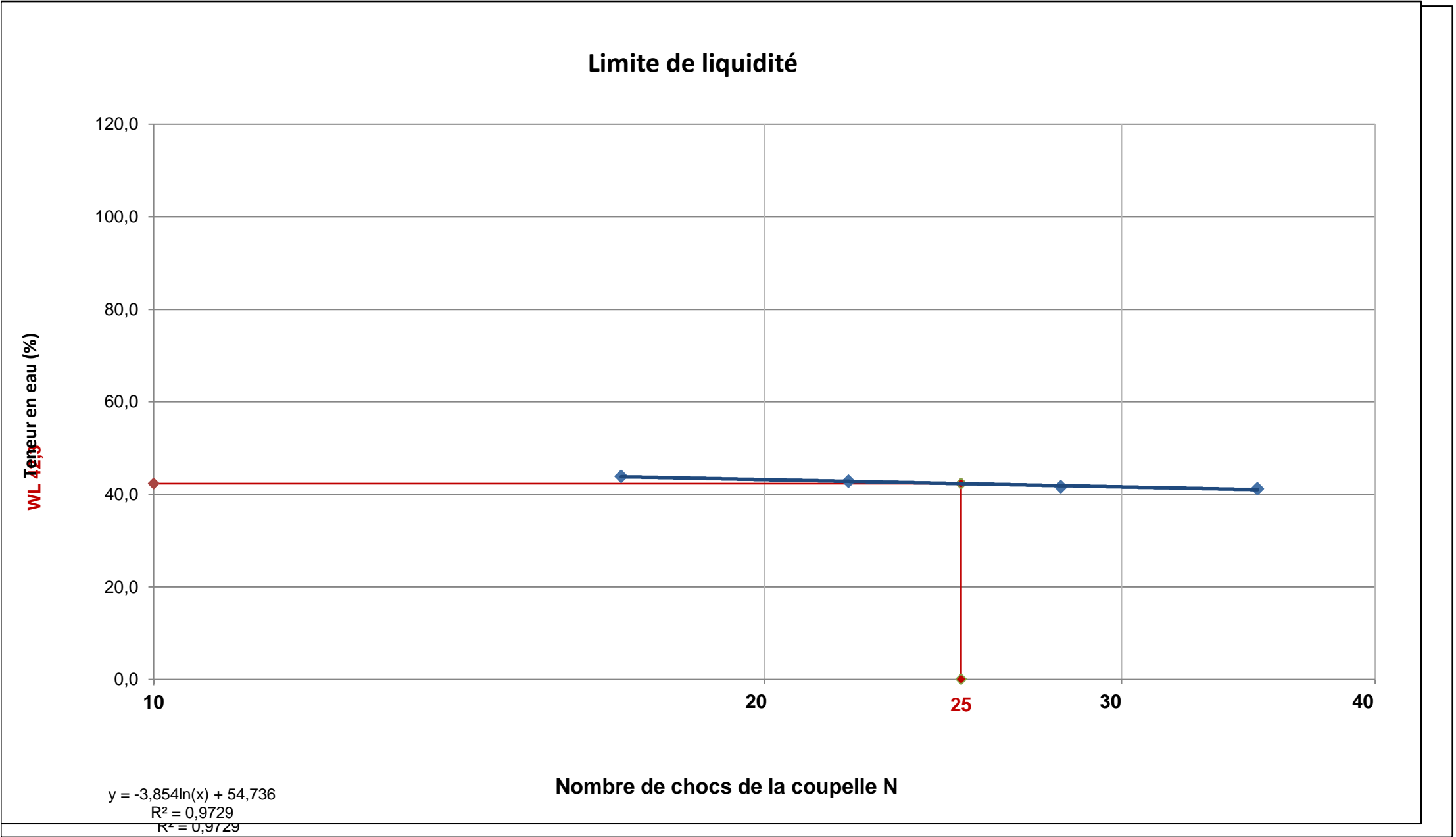
Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs		C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =		-
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)			-					

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

AFFAIRE	2200703		
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-29		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sondage	FM3		
Profondeur	0,30 - 0,60 m		
Description	Sable fin beige jaune		

Mesures N°	1	2	3	4
Nombre de coups N	17	22	28	35
Teneur en eau (%)	43,9	42,8	41,6	41,2



Limite de plasticité	W1 (%)	21,3	Moyenne (%)	21,3
	W2 (%)	21,4		

Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050)	W (%)	21,5
Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050)	W (%)	22,0
Limite de liquidité	W _L (%)	42,3
Limite de plasticité	W _P (%)	21,3
Indice de plasticité	I _P	21,0
Indice de consistance	I _C	0,97

Observations	Le calcul de la valeur I _c est applicable si une granulométrie a été réalisée et révèle plus de 80% de passant à 400µm, sinon elle n'est pas valable et l'état hydrique ne peut pas être estimé.
--------------	---

AFFAIRE

2200703

SITE

CHATENAY MALABRY

Date

2022-03-25

Opérateur

MM

T°C de séchage

105°C

Sédimentométrie

NON

Sondage

FM3

Profondeur

0,60 - 2,00 m

Description

Argile sableuse marron-orangé

W% sur 0/D (NF P 94-050)

19,7

W% sur 0/20 (NF P 94-050)

-

Dmax (mm)

18,0

Passants (en %)

50 mm

100,0

2 mm

97,4

80 µm

90,3

2 µm

-

VBS (NF P 94-068)

-

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	99,5	98,8	97,4	96,0	95,1	94,8	93,5	90,3

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Granulometric curve graph showing Passant (%) vs Ouverture des tamis (mm). The curve starts at approximately 90% for 0.075 mm and rises to 100% for 0.075 mm and above. The graph is divided into regions: Argile (< 0.0075 mm), Limon (0.0075 - 0.06 mm), Sable (0.06 - 2 mm), Gravier (2 - 63 mm), and Cailloux (> 63 mm).

Legend:
- Analyse granulométrique par tamisage (red line with diamonds)
- Analyse granulométrique par sedimentation (blue line with diamonds)

Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)		-						

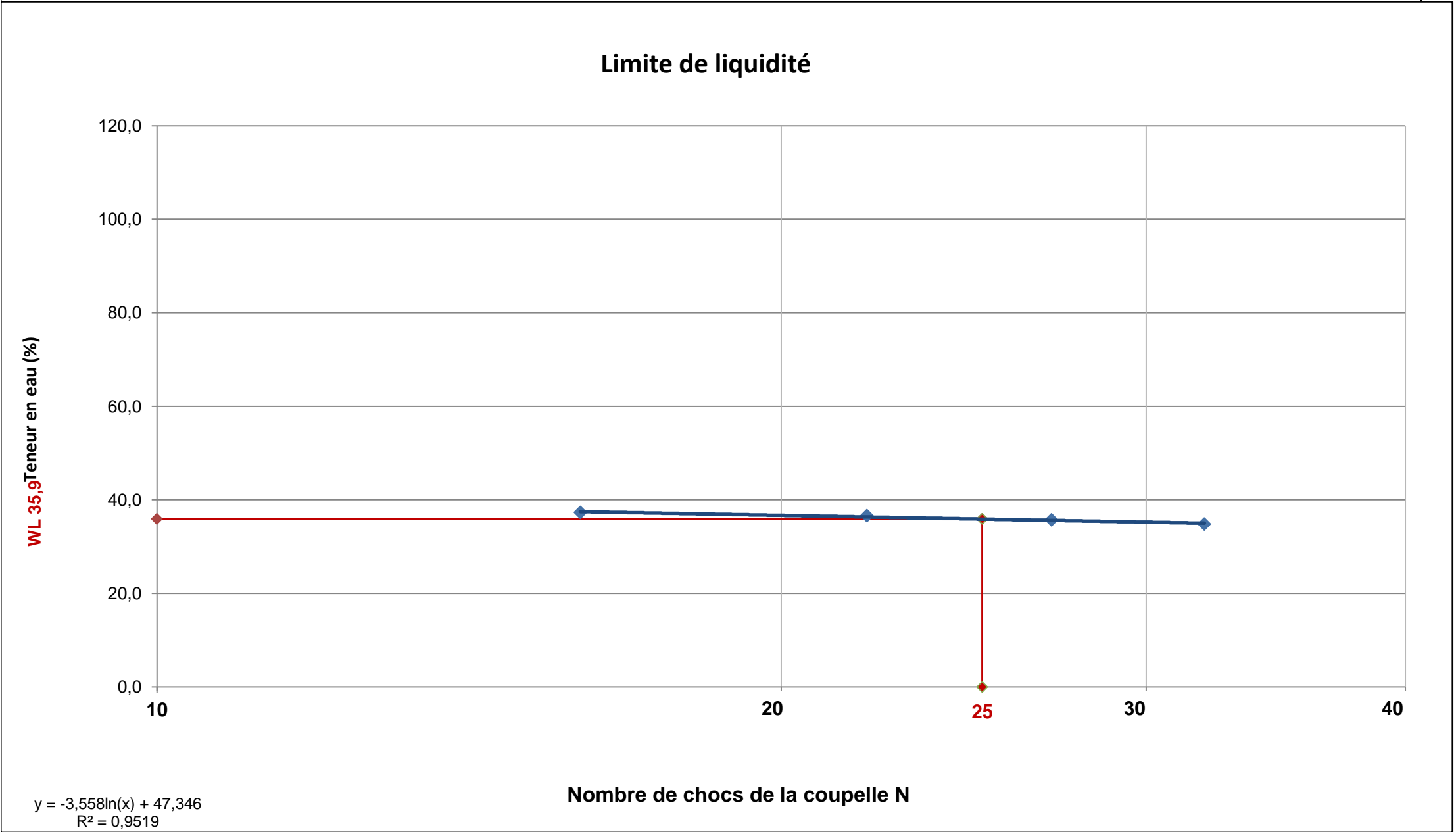
Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations

OULAB-07-v2

AFFAIRE	2200703		
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-25		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sondage	FM3		
Profondeur	0,60 - 2,00 m		
Description	Argile sableuse marron orangé		

Mesures N°	1	2	3	4
Nombre de coups N	16	22	27	32
Teneur en eau (%)	37,3	36,6	35,7	34,8



Limite de plasticité	W1 (%)	20,5	Moyenne (%)	19,9
	W2 (%)	19,3		

Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050)	W (%)	19,7
Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050)	W (%)	20,8
Limite de liquidité	W _L (%)	35,9
Limite de plasticité	W _P (%)	19,9
Indice de plasticité	I _P	16,0
Indice de consistance	I _C	0,95

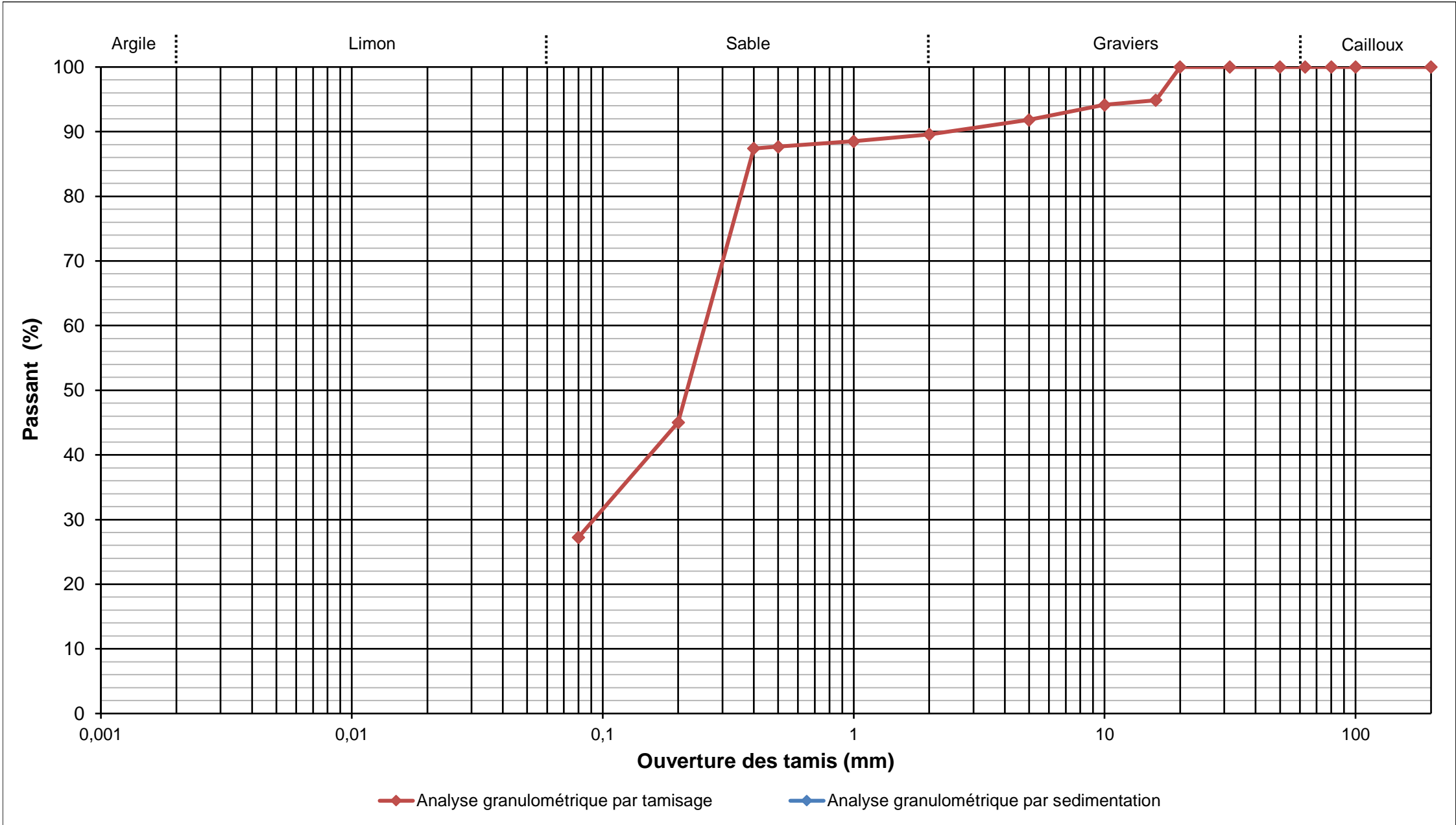
Observations	Le calcul de la valeur I _c est applicable si une granulométrie a été réalisée et révèle plus de 80% de passant à 400µm, sinon elle n'est pas valable et l'état hydrique ne peut pas être estimé.
--------------	---

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)</div> <div>10,7</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</div> <div>-</div> <div>Dmax (mm)</div> <div>20,0</div> <div>Passants (en %)</div> <div>50 mm</div> <div>100,0</div> <div>2 mm</div> <div>89,6</div> <div>80 µm</div> <div>27,3</div> <div>2 µm</div> <div>-</div> <div>VBS (NF P 94-068)</div> <div>0,86</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-25		
Opérateur	MM		

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	FM3
Profondeur	2,50 - 3,00 m
Description	Sable marron jaunâtre

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,9	94,1	91,8	89,6	88,5	87,7	87,4	45,0	27,3

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)	-							

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

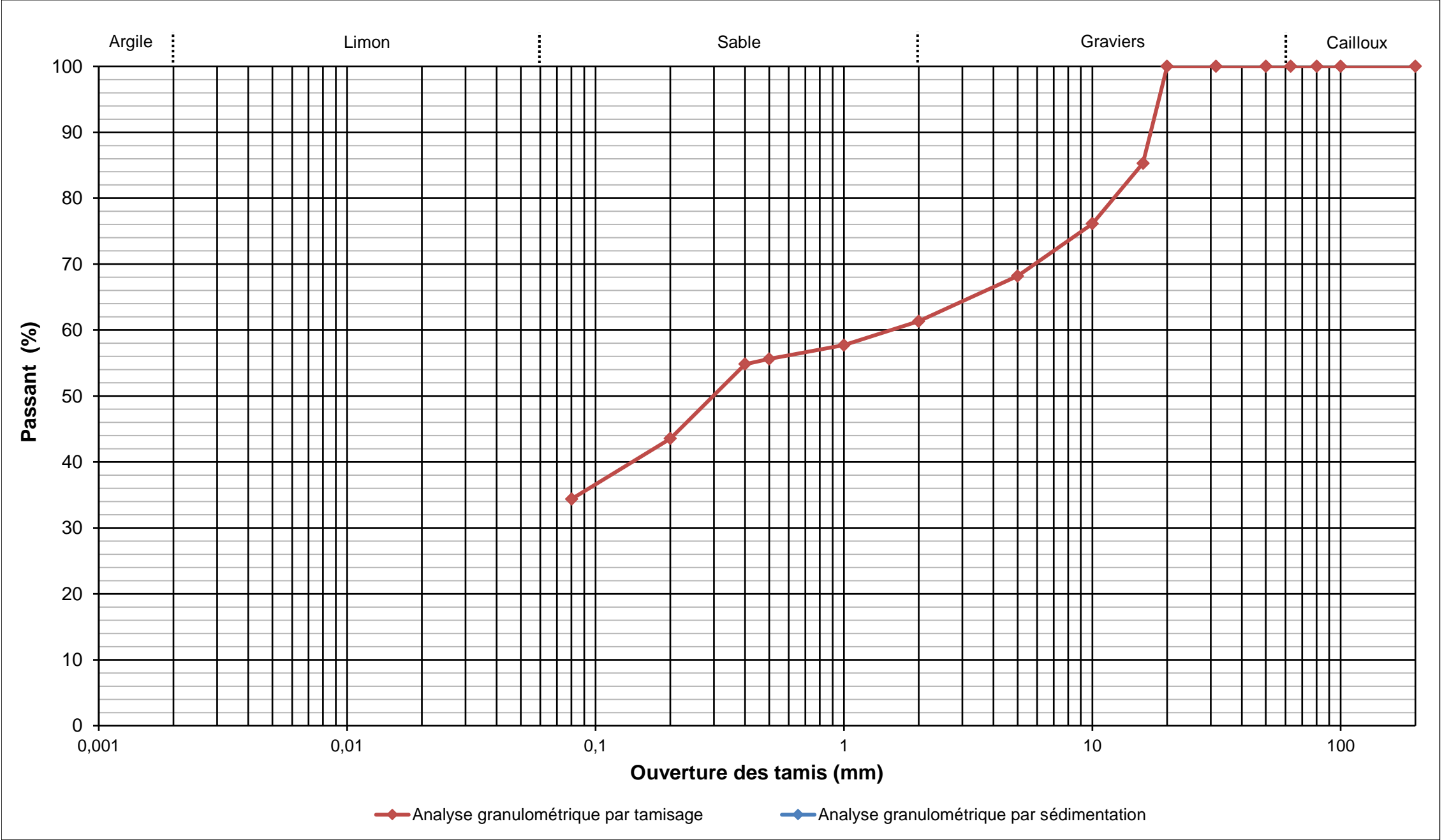
Observations	
--------------	--

AFFAIRE	22/00703/PARIS		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)11,5</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)-</div> <div>Dmax (mm)19,0</div> <div>Passants (en %)<div><div>50 mm100,0</div><div>2 mm61,3</div><div>80 µm34,4</div><div>2 µm-</div></div></div> <div>VBS (NF P 94-068)1,23</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	26/04/2022		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sédimentométrie	NON		

Sondage	SC1
Profondeur	6,00 - 7,50 m
Description	Argile sableuse à debris de meulieres

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	85,3	76,1	68,2	61,3	57,7	55,6	54,8	43,5	34,4

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm ³)	estimée		-					

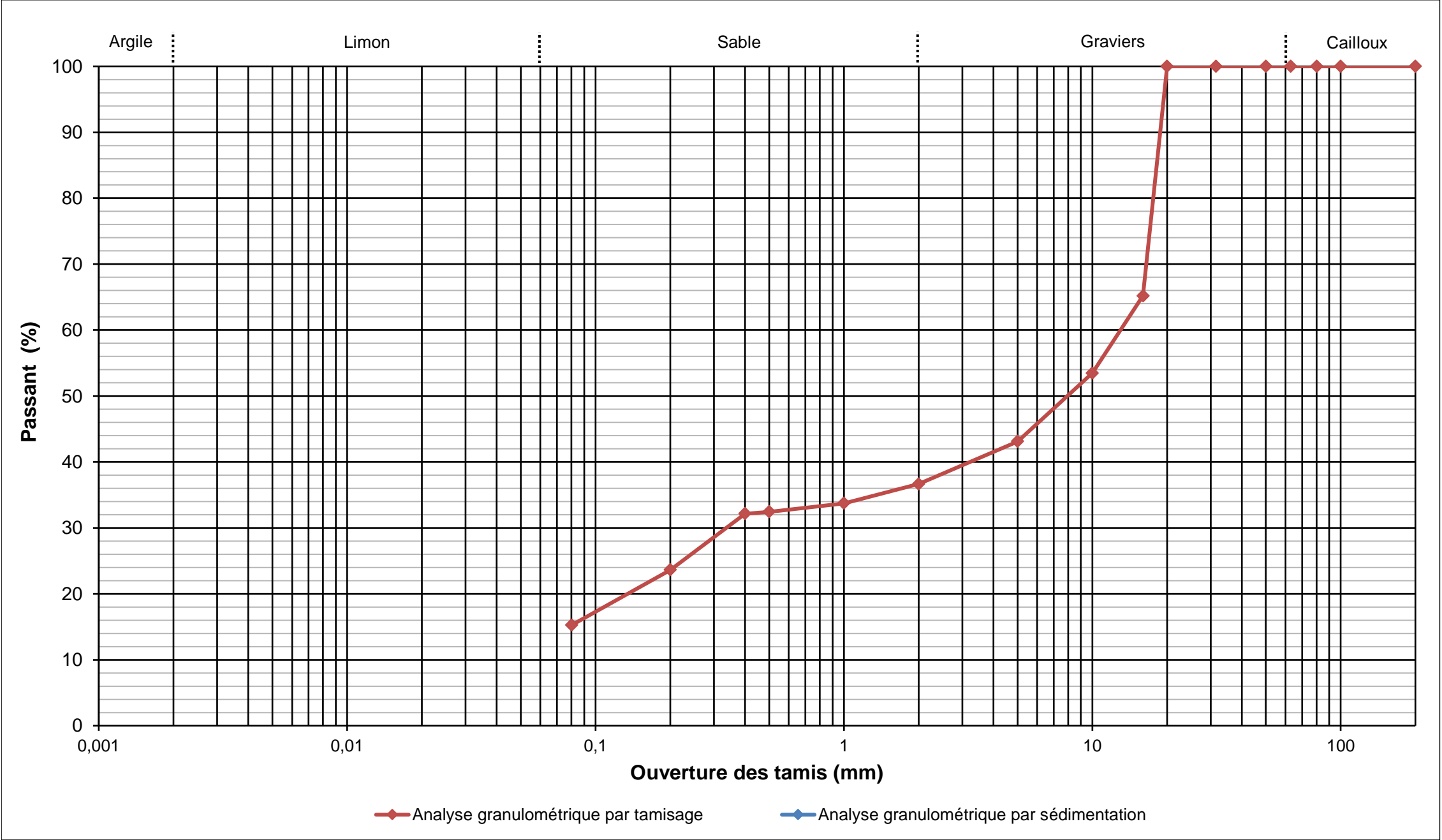
Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

AFFAIRE	22/00703/PARIS		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)</div> <div>12,2</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</div> <div>-</div> <div>Dmax (mm)</div> <div>20,0</div> <div>Passants (en %)</div> <div><div>50 mm</div><div>100,0</div><div>2 mm</div><div>36,7</div><div>80 µm</div><div>15,2</div><div>2 µm</div><div>-</div></div> <div>VBS (NF P 94-068)</div> <div>0,52</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	29/04/2022		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sédimentométrie	NON		
Sondage	SC1		
Profondeur	7,50 - 9,00 m		
Description	Debris de meulieres dans une matrice argilo-sableuse marron		

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	65,2	53,5	43,1	36,7	33,7	32,4	32,2	23,6	15,2

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm ³)	estimée		-					

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CISAILLEMENT DIRECT

selon la norme NF P 94-071-1

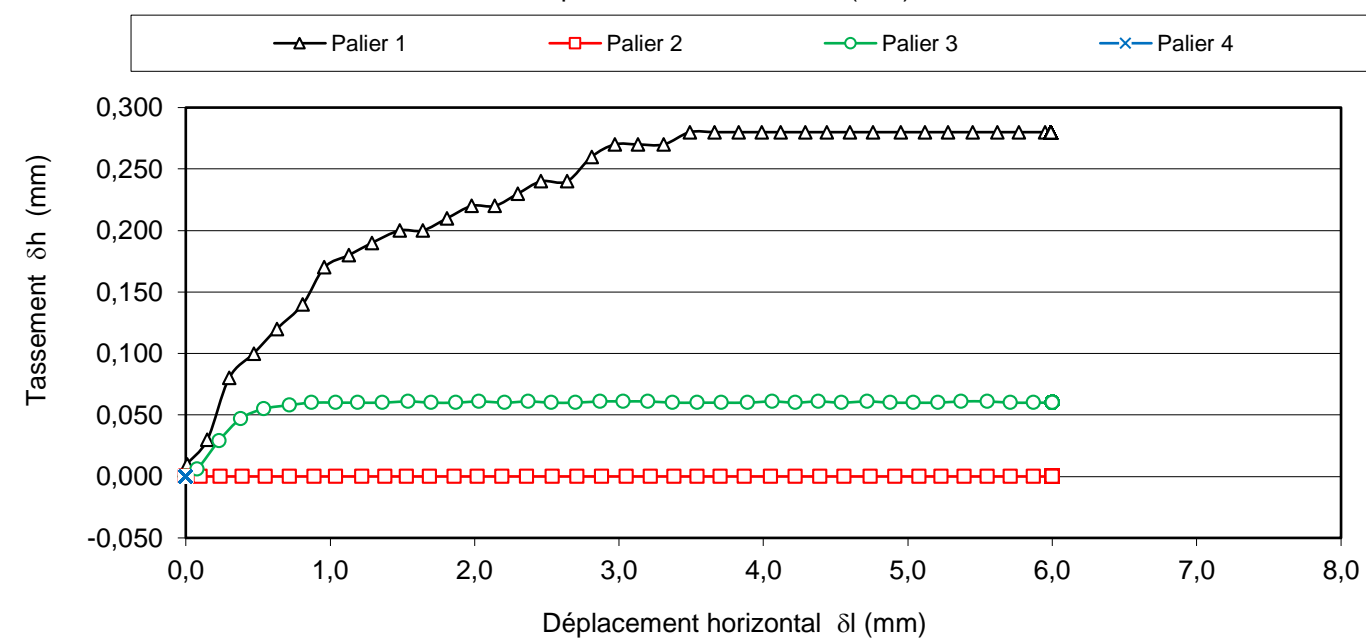
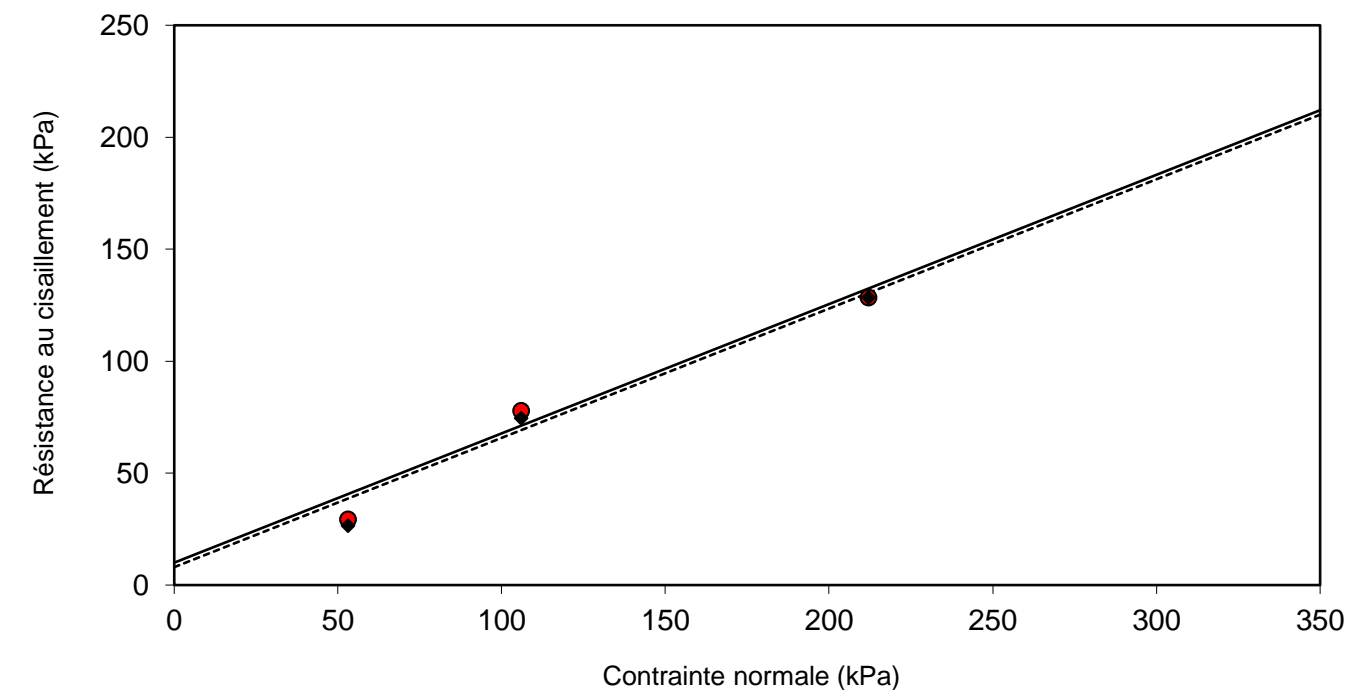
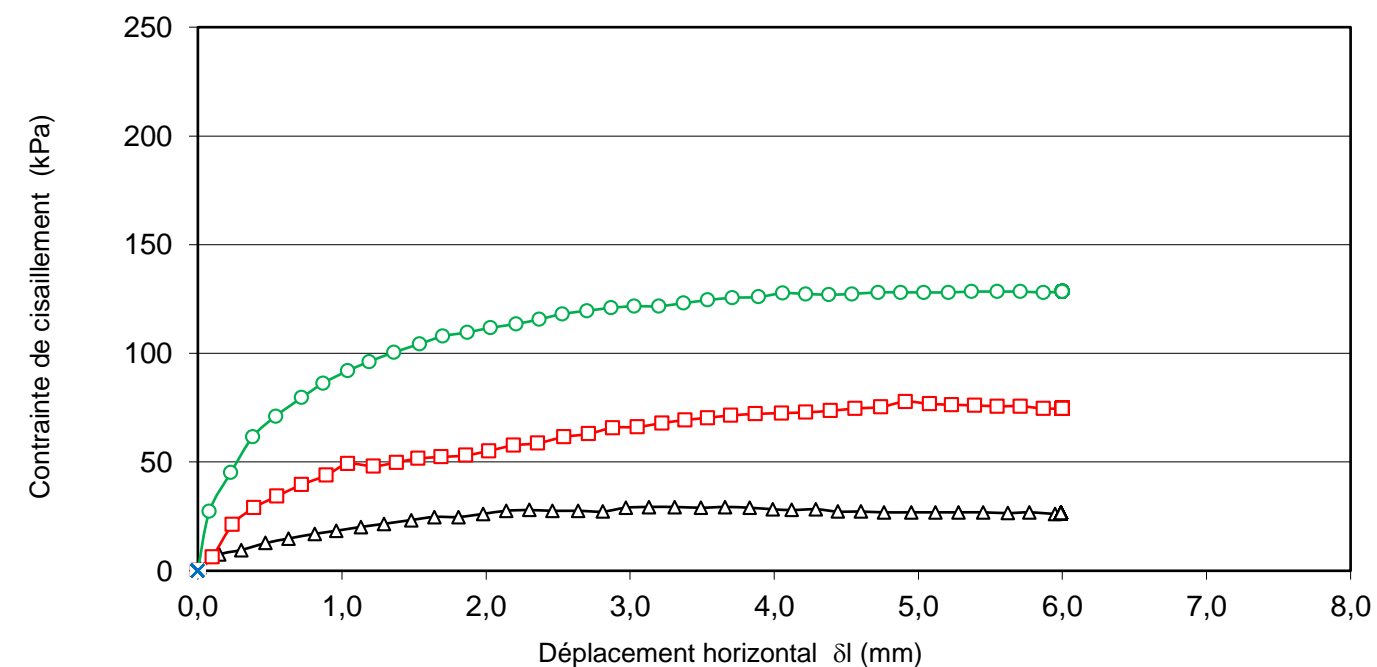
Affaire : CHATENAY MALABRY

N° : 22/00703/PARIS

Etabli par : MM

N° sondage :	SC4	Profondeur (m) :	1,90-2,90m	Nature de l'échantillon :	Intact Reconstitué
Date essai :	08/04/2022			Bague (en mm) :	Hauteur : 20,0 Largeur : 60
Nature du matériau :	Argile limoneuse marron			ρ_s estimée: 2,7 Mg/m ³	

N°	Avant essai					Après essai	σ' (kPa)	T100 (en min)	Vitesse de cisaillement (en mm/min)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ρ_h (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	w (%)	e	S _R	W (%)				$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,f}$ (kPa)	$\delta l_{f,f}$ (mm)
1	1,88	1,51	24,1	0,78	83,1	26,2	53	12	0,010	29,36	3,13	26,53	5,99
2	1,84	1,46	26,2	0,85	83,1	23,5	106			77,81	4,91	74,63	6,00
3	1,90	1,53	24,4	0,77	85,8	21,4	212			128,38	5,37	128,38	6,00
4	-	-	-	-	-	-	-			-		-	



Résultats	c' (kPa)		ϕ' (°)	
	c' p	10	ϕ' p	30
	c' f	8	ϕ' f	30

Observations :

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CISAILLEMENT DIRECT

selon la norme NF P 94-071-1

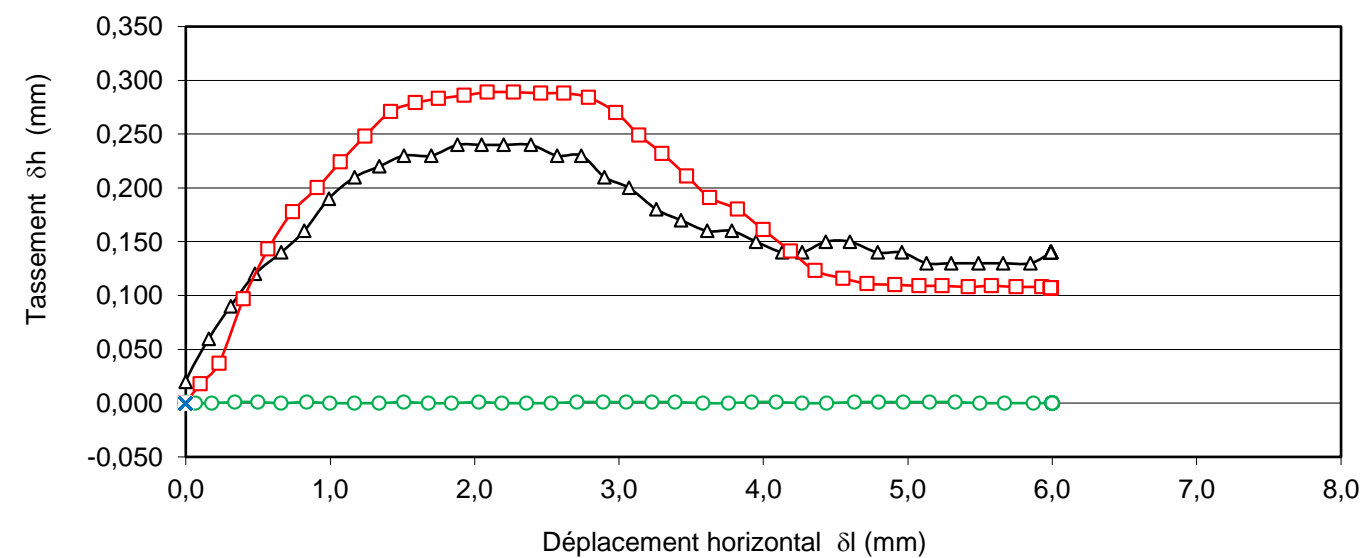
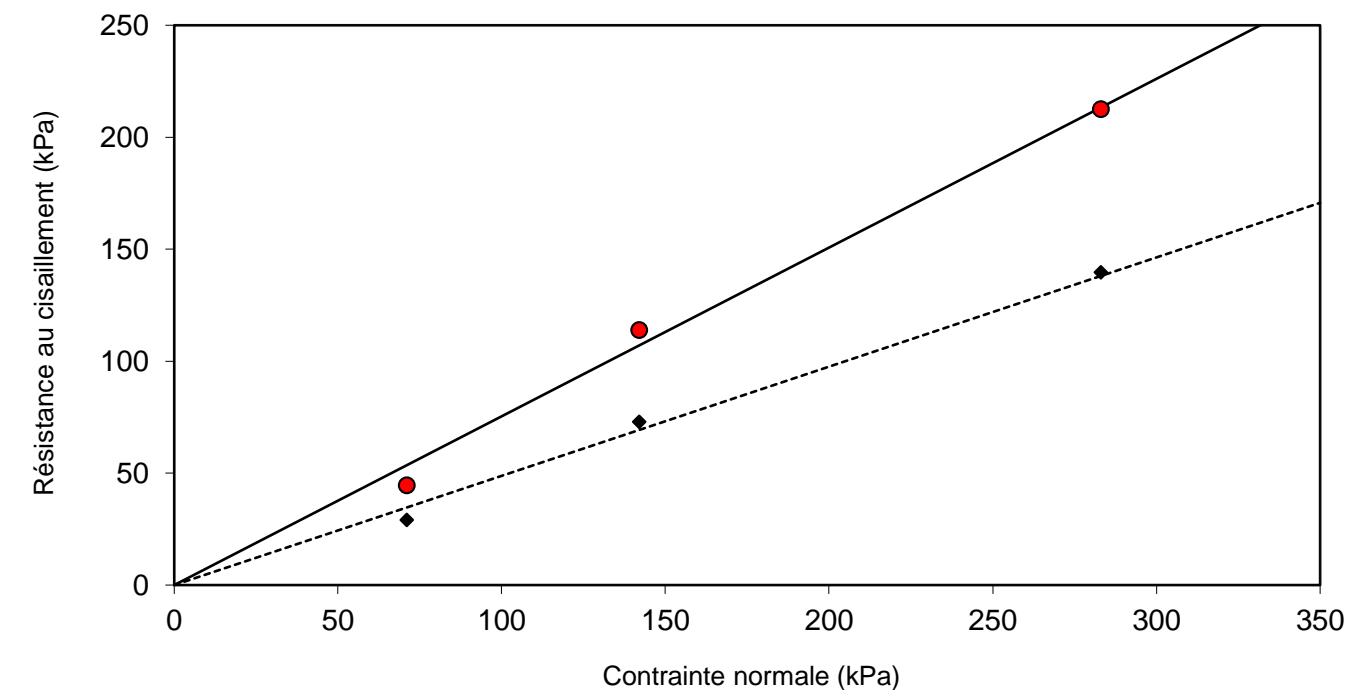
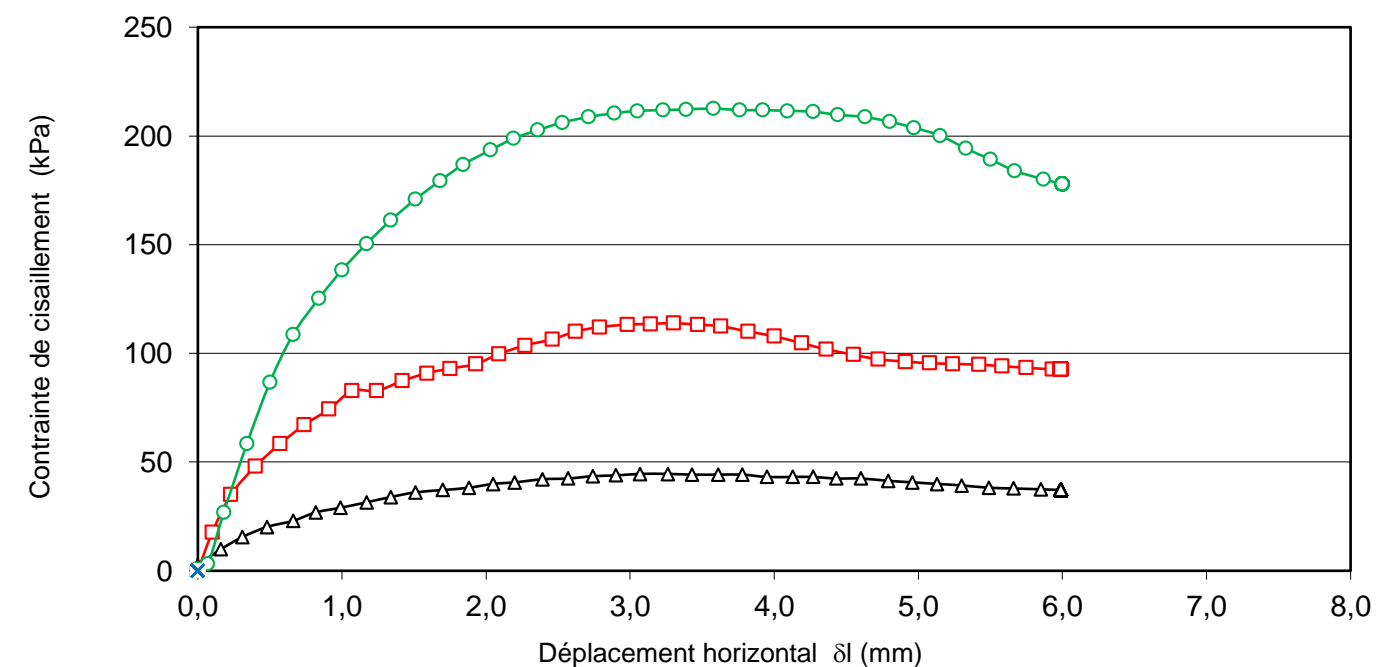
Affaire : CHATENAY MALABRY

N° : 22/00703/PARIS

Etabli par : MM

N° sondage :	SC4	Profondeur (m) :	7,0-7,5m	Nature de l'échantillon :	Intact — Reconstitué
Date essai :	07/04/2022			Bague (en mm) :	Hauteur : 20,0 Largeur : 60
Nature du matériau :	Sable fin marron jaunâtre			ρ_s estimée: 2,7 Mg/m ³	

N°	Avant essai					Après essai	σ' (kPa)	T100 (en min)	Vitesse de cisaillement (en mm/min)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ρ_h (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	w (%)	e	S _R	W (%)				$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,f}$ (kPa)	$\delta l_{f,f}$ (mm)
1	1,79	1,43	25,6	0,89	77,5	25,6	71	8,5	0,015	44,56	3,07	29,17	5,99
2	1,90	1,57	21,2	0,72	79,1	21,8	142			113,88	3,30	72,78	5,99
3	1,89	1,55	21,9	0,74	79,6	19,4	283			212,56	3,58	139,72	6,00
4	-	-	-	-	-	-	-			-		-	



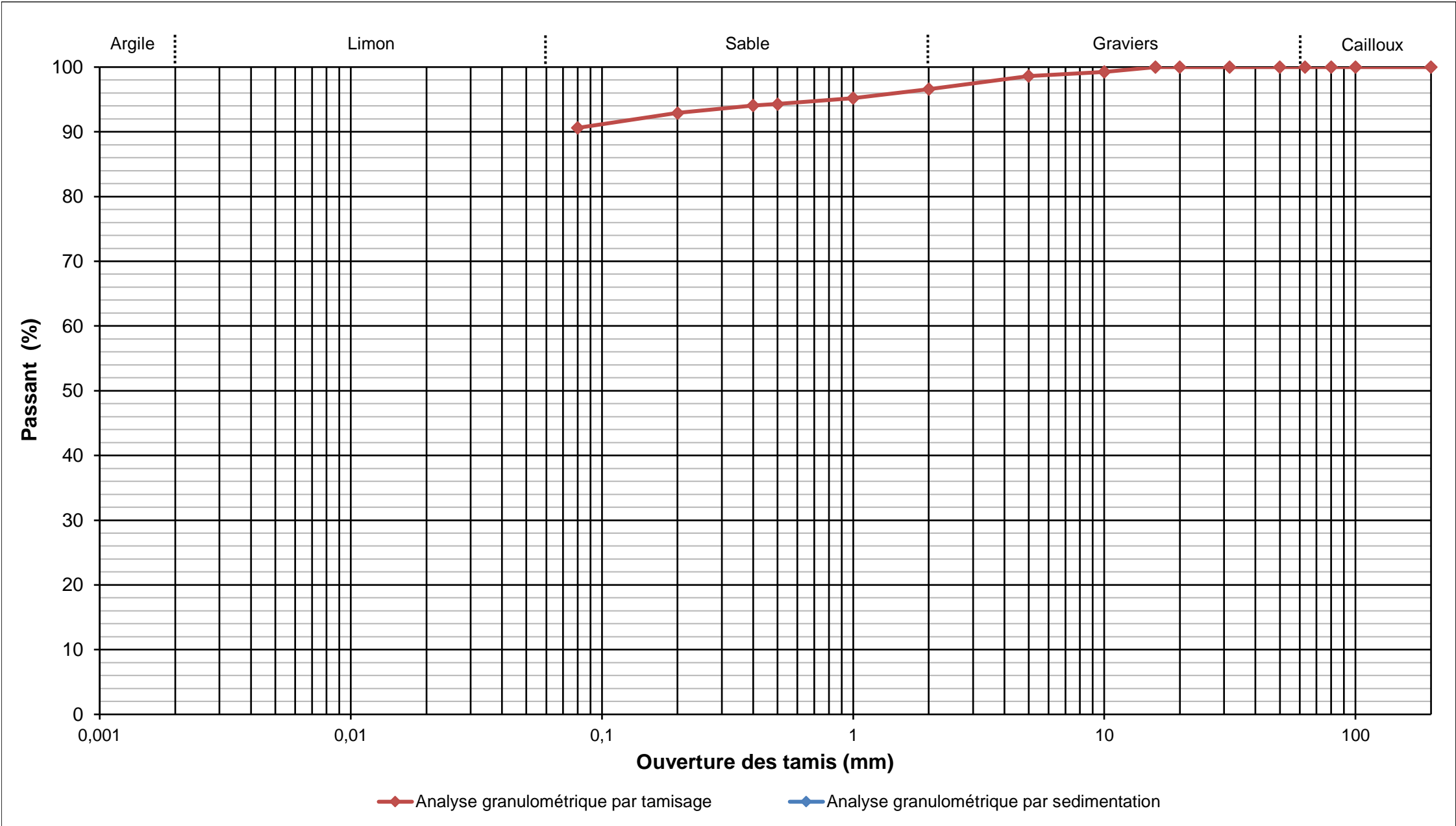
Résultats	c' (kPa)		ϕ' (°)	
	c' p	0	ϕ' p	37
	c' f	0	ϕ' f	26

Observations :

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)23,6</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)-</div> <div>Dmax (mm)12,0</div> <div>Passants (en %)<div>50 mm100,0</div><div>2 mm96,6</div><div>80 µm90,6</div><div>2 µm-</div></div> <div>VBS (NF P 94-068)-</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-30		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sédimentométrie	NON		
Sondage	SC4		
Profondeur	1,90 - 2,50 m		
Description	Argile limoneuse marron		

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	98,6	96,6	95,2	94,3	94,1	92,9	90,6

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



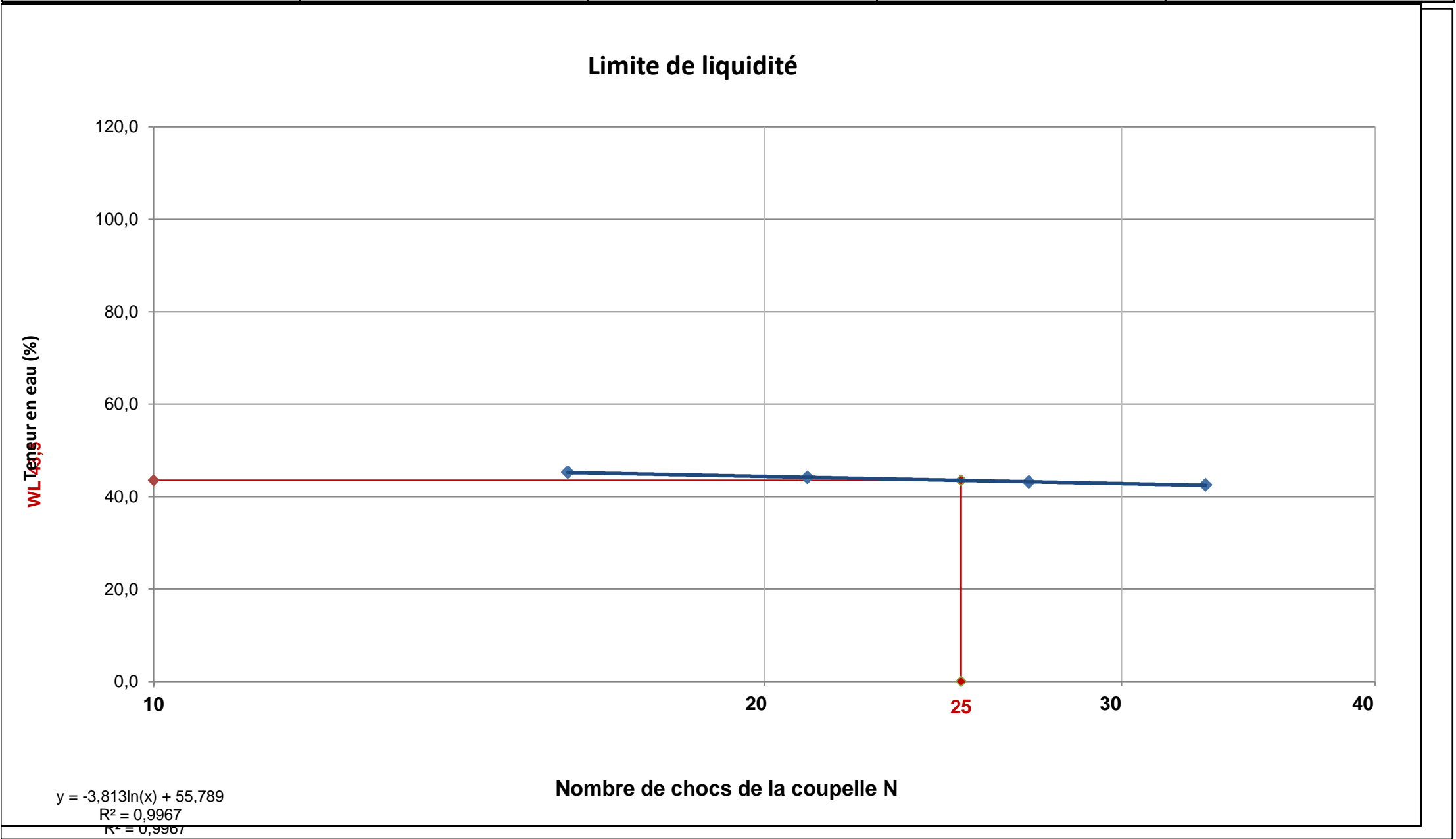
Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)	-							

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

AFFAIRE	2200703		
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-31		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sondage	SC4		
Profondeur	1,90 - 2,50 m		
Description	Argile limoneuse marron		

Mesures N°	1	2	3	4
Nombre de coups N	16	21	27	33
Teneur en eau (%)	45,3	44,1	43,2	42,5



Limite de plasticité	W1 (%)	23,3	Moyenne (%)	23,5
	W2 (%)	23,6		

Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050)	W (%)	23,6
Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050)	W (%)	25,1
Limite de liquidité	WL (%)	43,5
Limite de plasticité	WP (%)	23,5
Indice de plasticité	IP	20,0
Indice de consistance	IC	0,92

Observations	Le calcul de la valeur Ic est applicable si une granulométrie a été réalisée et révèle plus de 80% de passant à 400µm, sinon elle n'est pas valable et l'état hydrique ne peut pas être estimé.
--------------	---

Essai TRIAXIAL

Consolidé non drainé avec mesure de pression interstitielle Cu+u (NF P 94-074)

Nom: CHATENAY MALABRY

Date : 05/04/2022

N° Affaire: 2200703

Sondage: SC4

Profondeur: 6.50 à 7.00 m

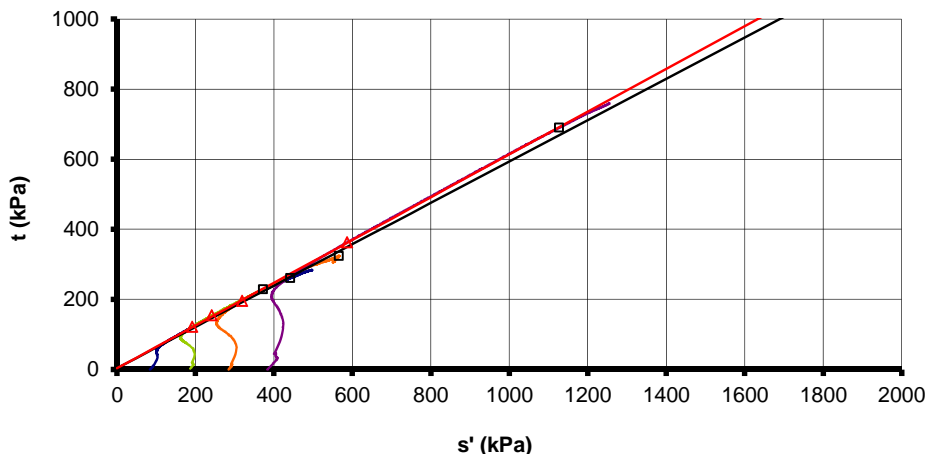
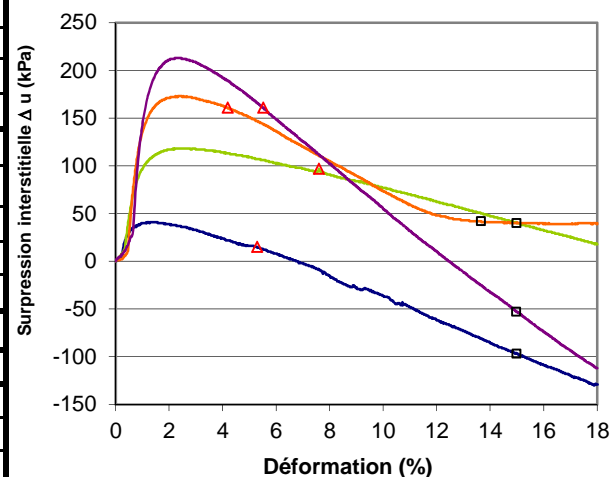
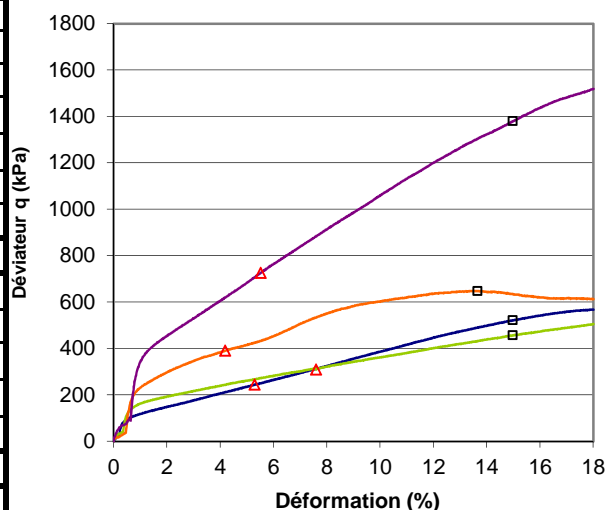
Opérateur: PAD

ρ_s estimée: 2,65 Mg/m³

Températures extrêmes : 20°C / 22°C

Nature du terrain: Sable beige légèrement argileux à quelques graviers

Valeurs initiales		1	2	3	4
Ho	mm	76,20	76,40	76,50	76,30
Do	mm	38,00	38,00	38,07	38,00
W	%	18,1	18,8	20,2	19,1
ρ	Mg/m ³	2,00	2,03	2,03	2,00
ρ_d	Mg/m ³	1,69	1,71	1,69	1,68
e		0,56	0,55	0,57	0,58
Sr	%	85	90	94	88
Valeurs après consolidation					
ΔV_s consolidation	mm ³	2584	3284	4342	3496
W	%	21,1	19,8	19,9	22,1
ρ	Mg/m ³	2,06	2,09	2,10	2,10
ρ_d	Mg/m ³	1,70	1,74	1,75	1,72
Sr	%	101	101	103	109
Rupture					
$q = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	kPa	522	457	648	1379
ε_{1f}	%	14,98	14,99	13,66	14,98
u	kPa	-97	40	42	-53
s'	kPa	442	372	566	1127
t	kPa	261	228	324	690
$q (\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$	kPa	244	309	391	727
ε_{1f}	%	5,28	7,60	4,19	5,52
u	kPa	15	97	161	161
s'	kPa	191	241	319	586
t	kPa	122	154	196	363
Vit.cisaillement	mm/min	0,08	0,08	0,08	0,08
B		1	0,94	0,96	0,94
σ'_c	kPa	84	184	284	384
Ucp	kPa	650	650	650	650
T100	s	441	625	400	400



$C' = 5$ kPa
 $\phi' = 36$ degrés

Critère $(\sigma_1 - \sigma_3)_{Max}$

$C' = 5$ kPa
 $\phi' = 38$ degrés

Critère $(\sigma'_1/\sigma'_3)_{Max}$

Essai TRIAXIAL

Nom: CHATENAY MALABRY

Opérateur: PAD

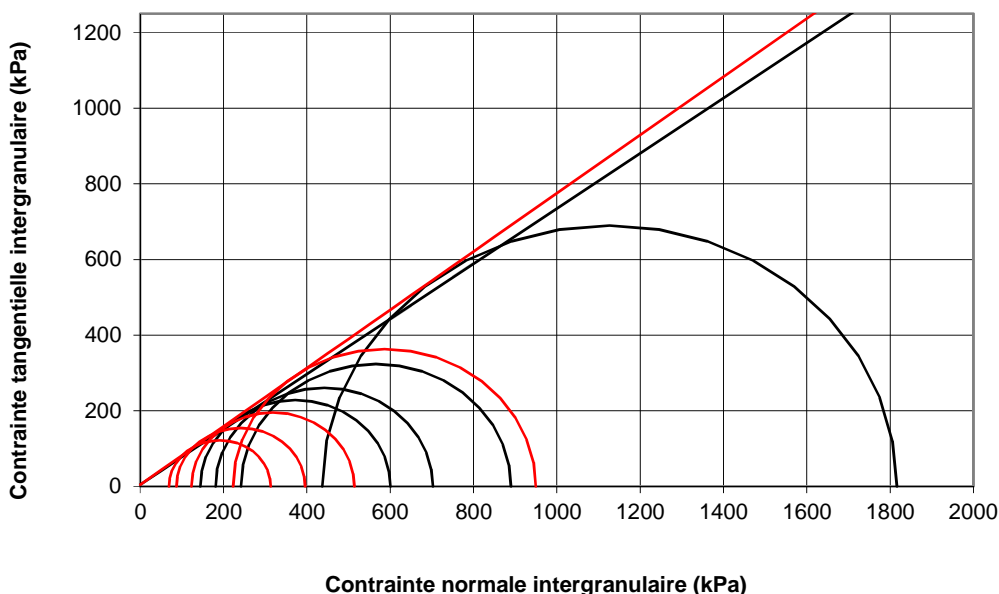
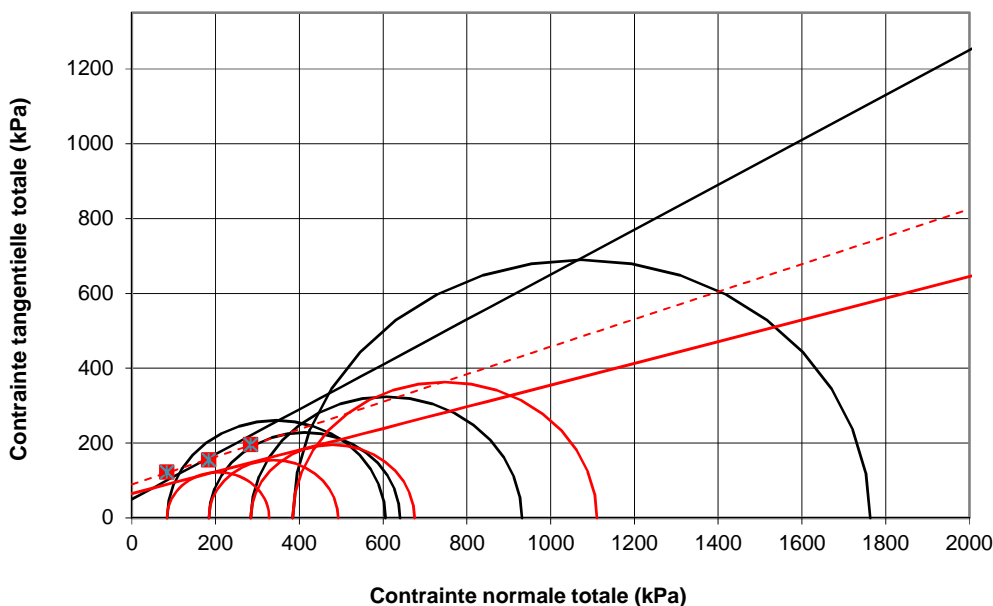
N° Affaire: 2200703

Sondage: SC4

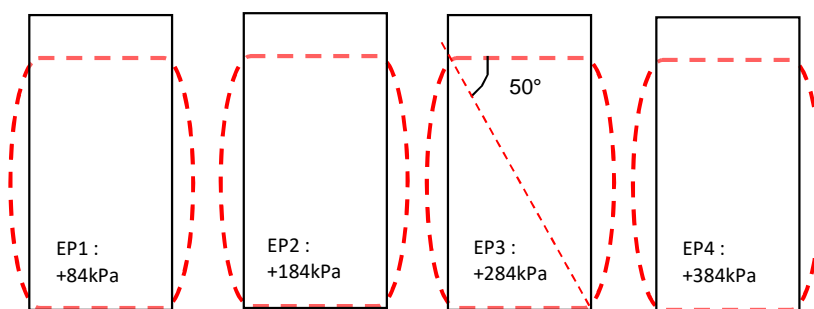
Profondeur: 6.50 à 7.00 m

Date de réalisation: 05/04/2022

Nature de sol: Sable beige légèrement argileux à quelques graviers



Schémas de rupture



..... Déformations observées lors du cisaillement

Observations :

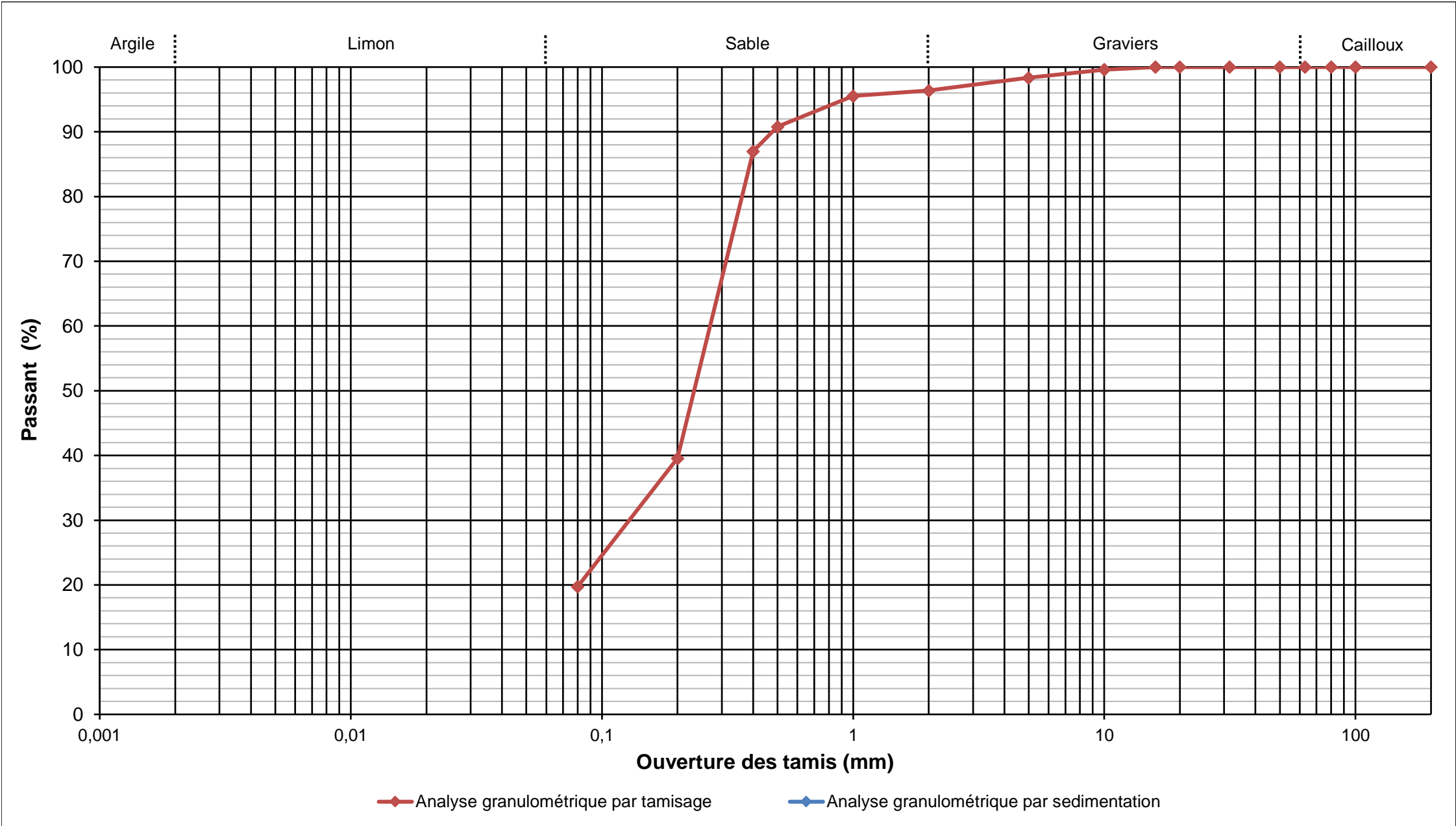
σ'_{vo} (kPa) : 127

u_0 (kPa) : 0

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)</div> <div>18,3</div>	
SITE	CHATENAY MALABRY			<div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</div> <div>-</div>
Date	2022-03-30			<div>Dmax (mm)</div> <div>12,0</div>
Opérateur	MM			<div><div>Passants (en %)</div><div>50 mm</div><div>100,0</div></div> <div><div>2 mm</div><div>96,4</div></div> <div><div>80 µm</div><div>19,7</div></div> <div><div>2 µm</div><div>-</div></div>
T°C de séchage	105°C		<div>VBS (NF P 94-068)</div> <div>1,52</div>	
Sédimentométrie	NON			
Sondage	SC4			
Profondeur	6,50 - 7,00 m			
Description	Sable fin marron jaunâtre			

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	98,4	96,4	95,5	90,8	87,0	39,6	19,7

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)	-							

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

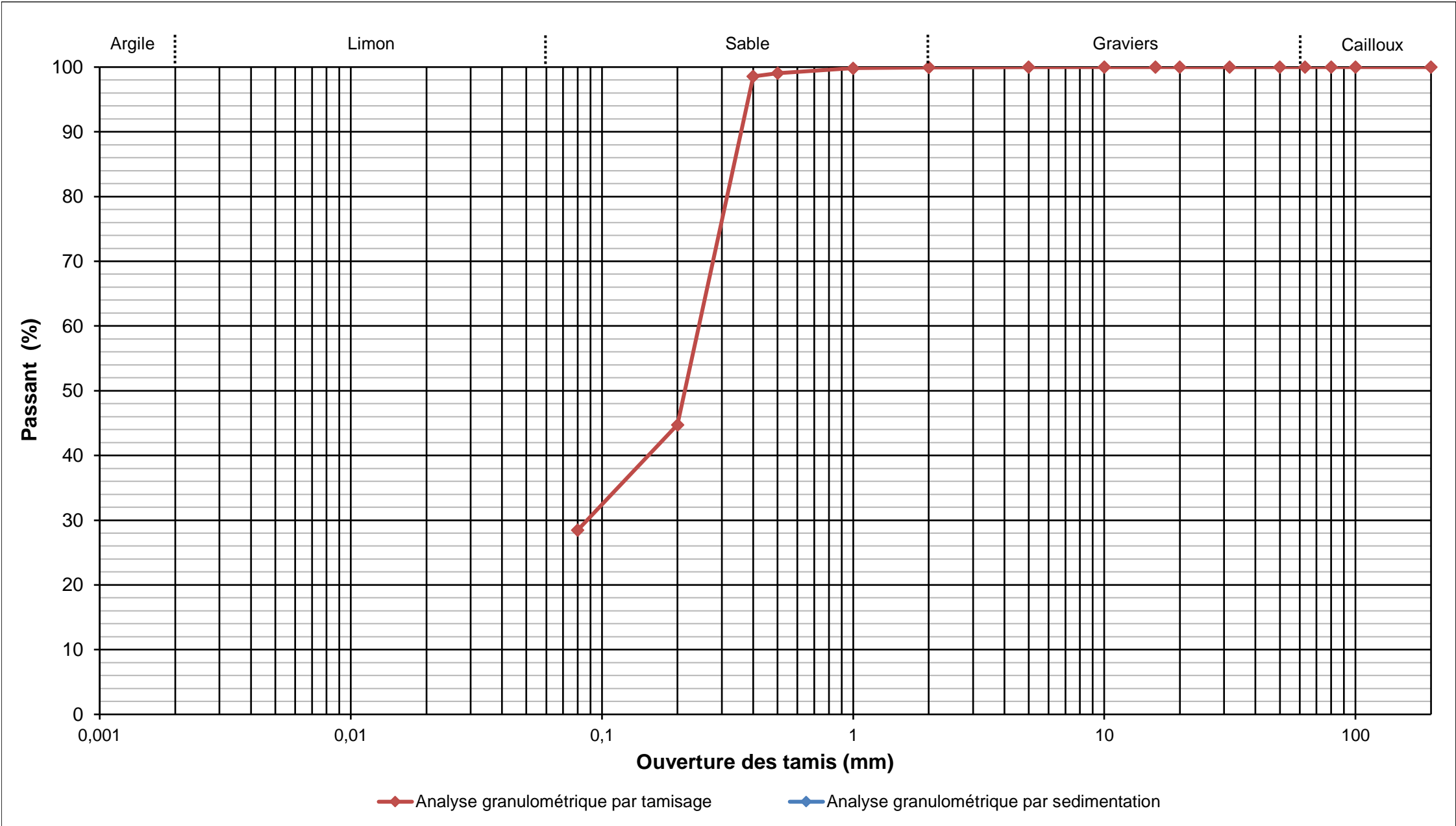
Observations	
--------------	--

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)</div> <div>20,6</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</div> <div>-</div> <div>Dmax (mm)</div> <div>5,0</div> <div>Passants (en %)</div> <div><div>50 mm</div><div>100,0</div><div>2 mm</div><div>100,0</div><div>80 µm</div><div>28,5</div><div>2 µm</div><div>-</div></div> <div>VBS (NF P 94-068)</div> <div>1,37</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-30		
Opérateur	MM		

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	SC4
Profondeur	7,00 - 7,50 m
Description	Sable fin marron jaunâtre

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	99,1	98,6	44,7	28,5

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)	-							

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CISAILLEMENT DIRECT

selon la norme NF P 94-071-1

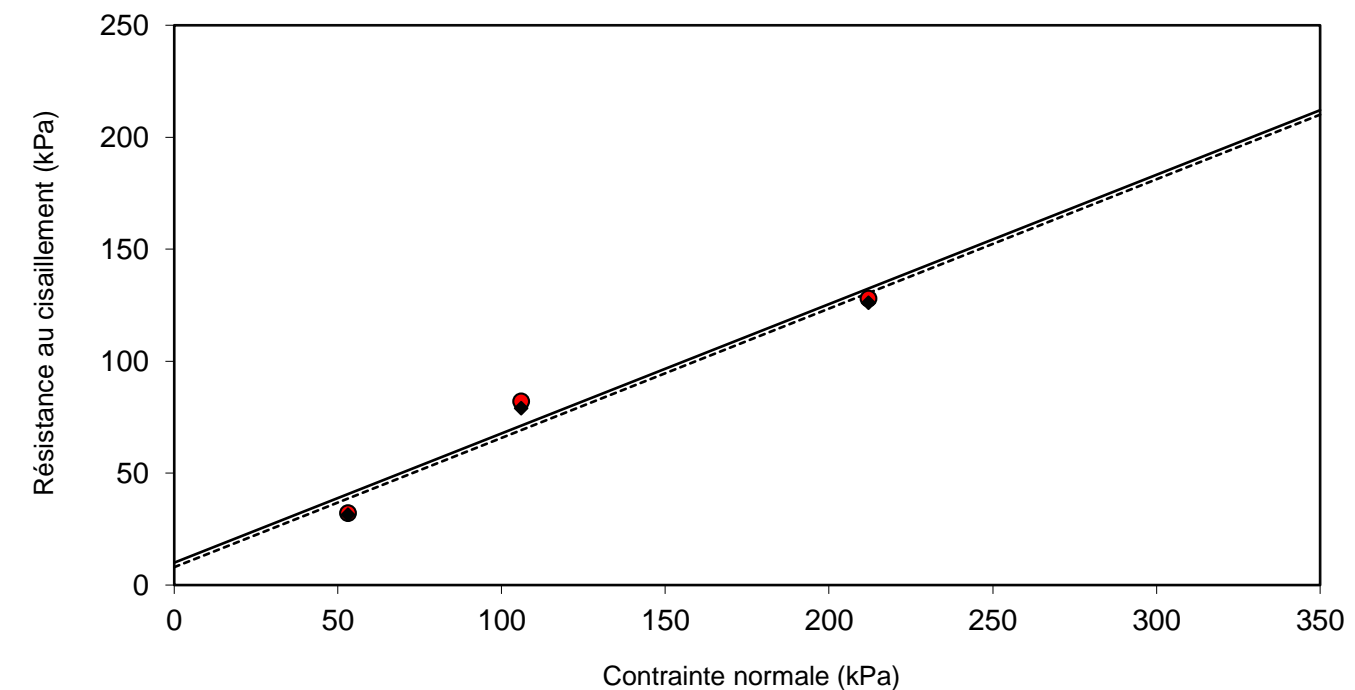
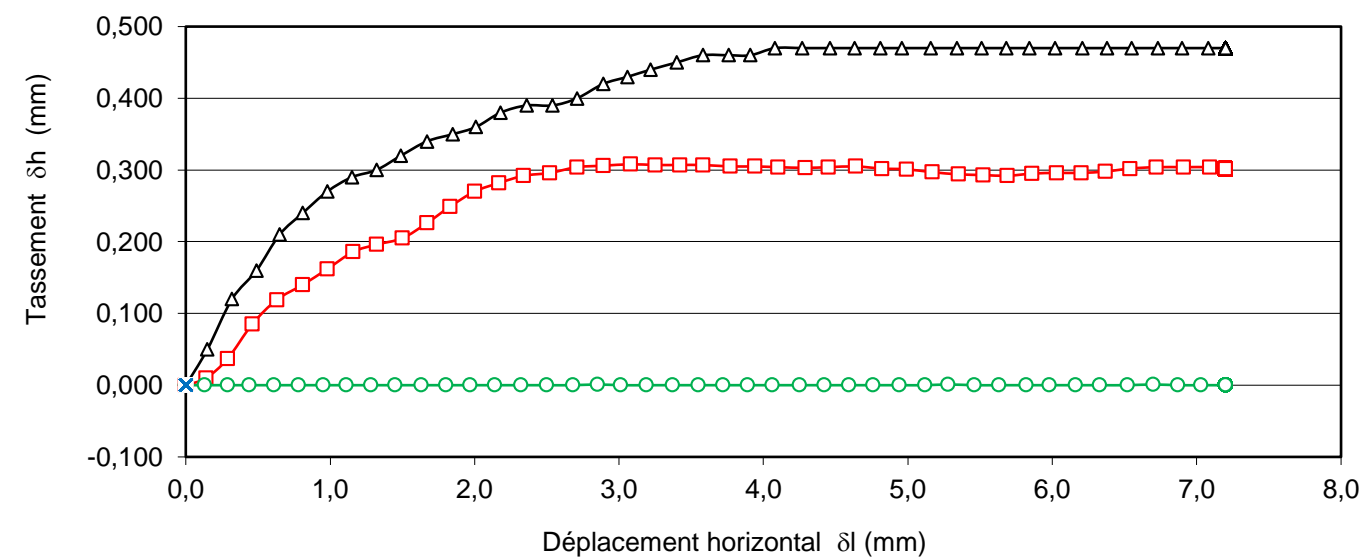
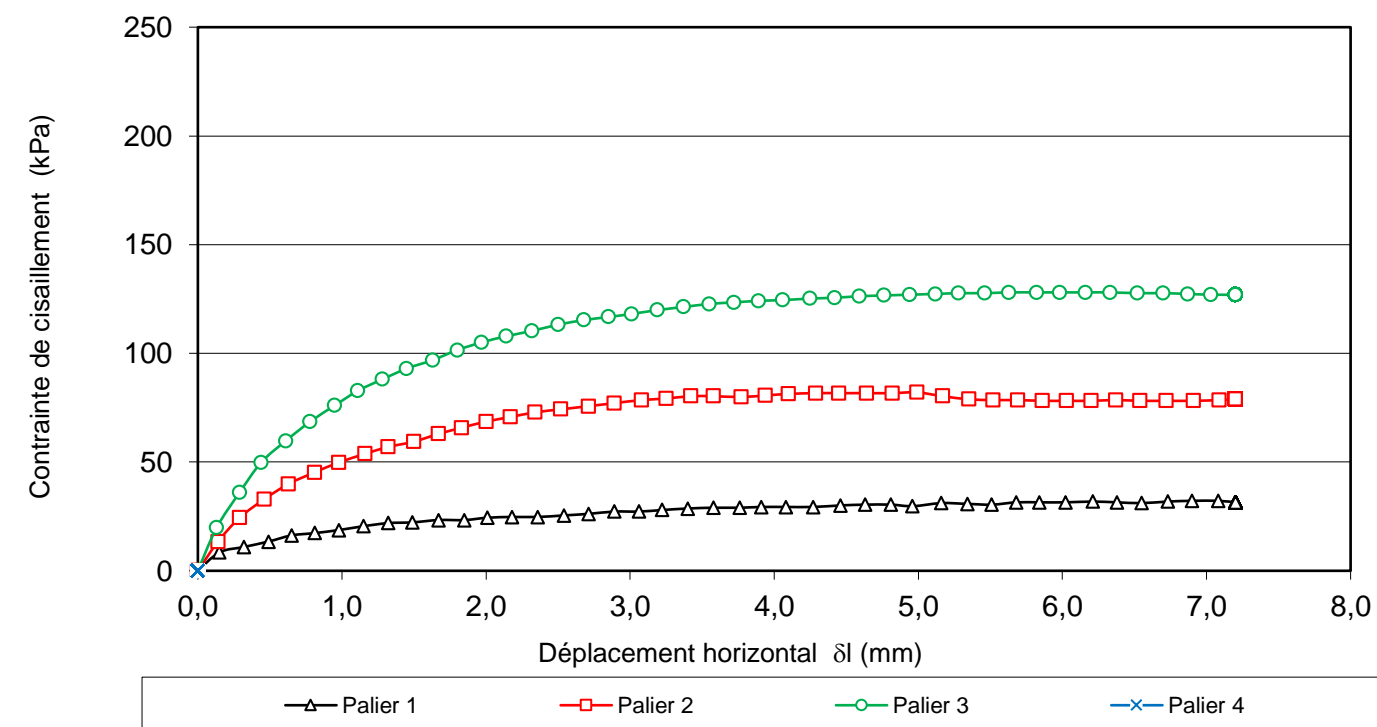
Affaire : CHATENAY MALABRY

N° : 22/00703/PARIS

Etabli par : MM

N° sondage :	SC5	Profondeur (m) :	3,0-4,0m	Nature de l'échantillon :	Intact — Reconstitué
Date essai :	22/03/2022			Bague (en mm) :	Hauteur : 20,0 Largeur : 60
Nature du matériau :	Argilr limoneuse marron-ocre			ρ_s estimée: 2,7 Mg/m ³	

N°	Avant essai					Après essai	σ' (kPa)	T100 (en min)	Vitesse de cisaillement (en mm/min)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ρ_h (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	w (%)	e	S _R	W (%)				$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,f}$ (kPa)	$\delta l_{f,f}$ (mm)
1	1,89	1,53	23,6	0,76	83,5	23,0	53	8,2	0,015	32,18	6,90	31,48	7,20
2	1,96	1,59	23,0	0,69	89,4	21,6	106			82,05	4,99	78,87	7,20
3	1,92	1,52	26,2	0,78	90,8	21,1	212			128,03	5,62	126,03	7,20
4	-	-	-	-	-	-	-			-		-	



Résultats	c' (kPa)		ϕ' (°)	
	$c' p$	10	$\phi' p$	30
	$c' f$	8	$\phi' f$	30

Observations :

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CISAILLEMENT DIRECT

selon la norme NF P 94-071-1

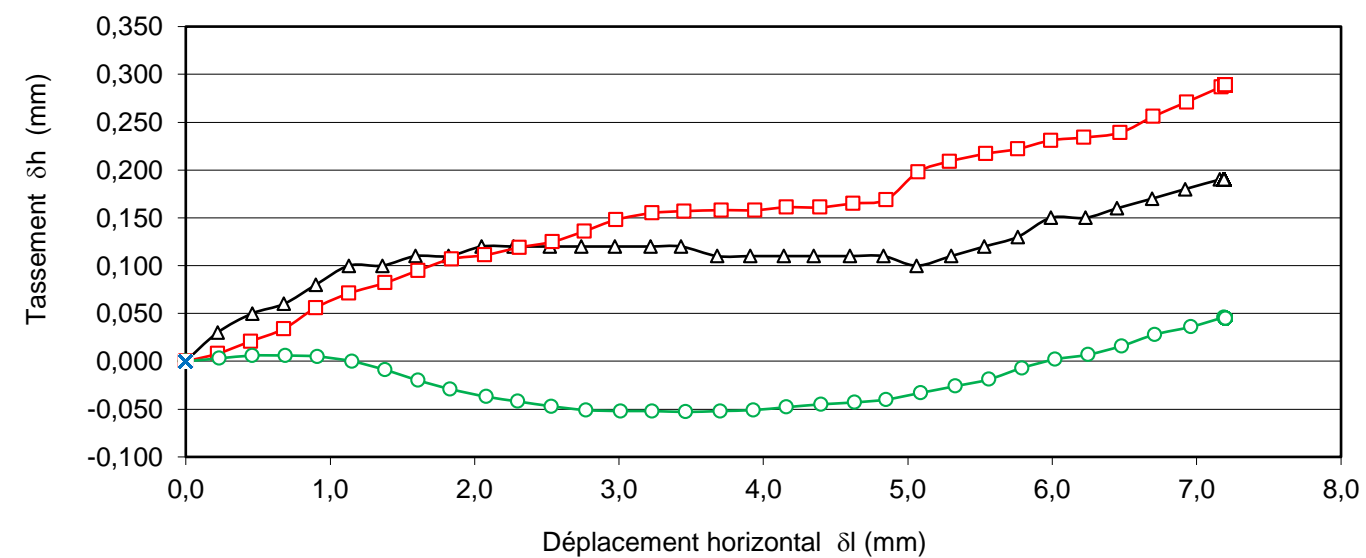
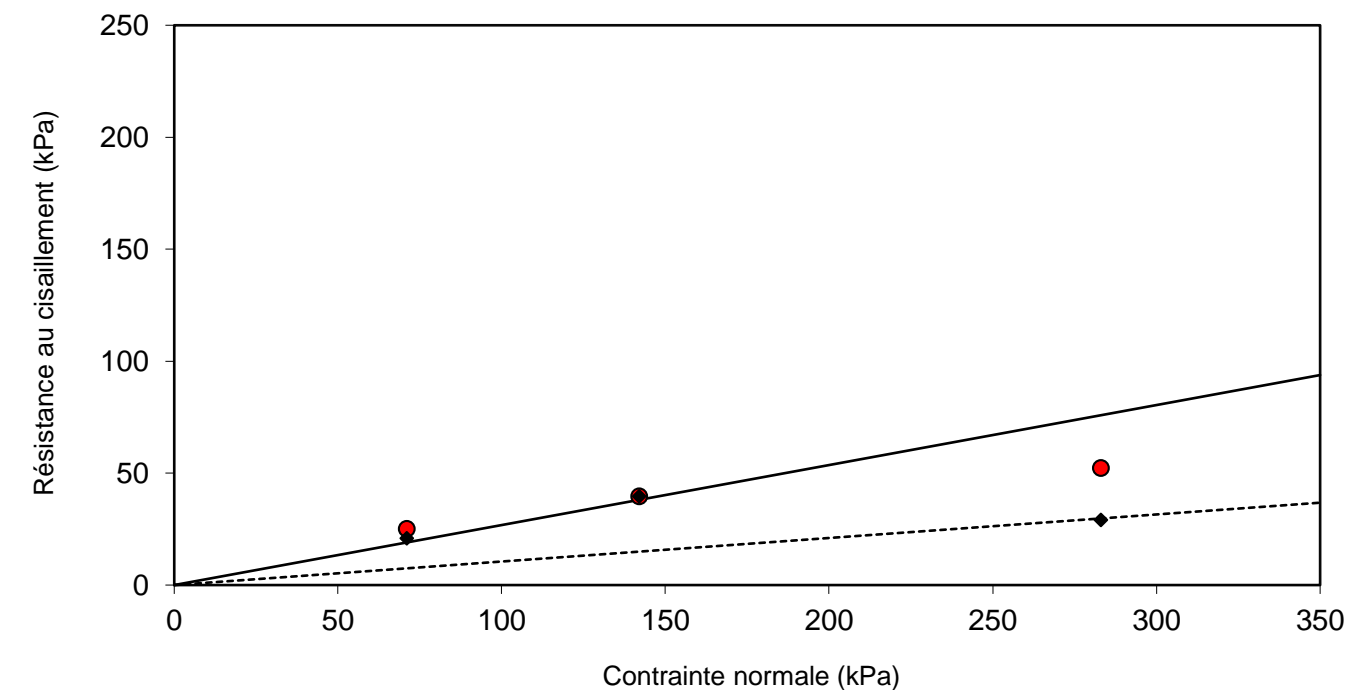
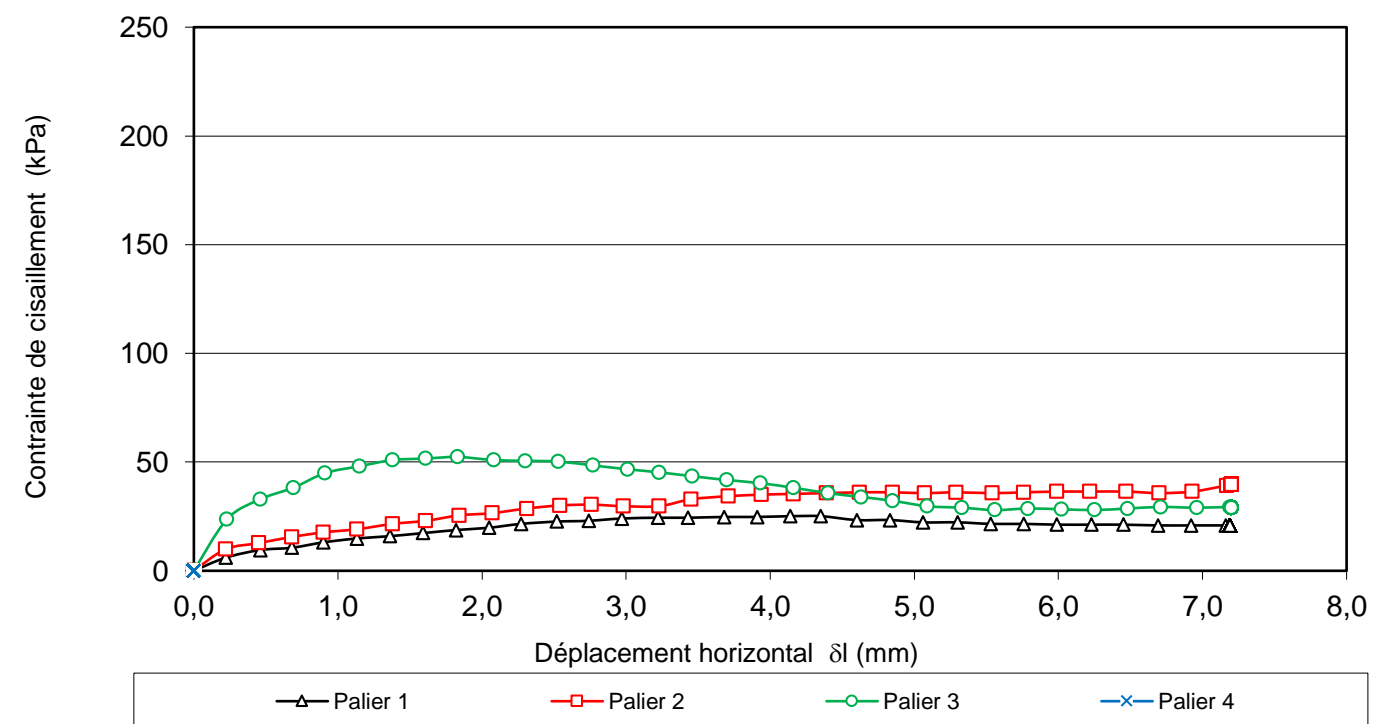
Affaire : CHATENAY MALABRY

N° : 22/00703/PARIS

Etabli par : MM

N° sondage :	SC5	Profondeur (m) :	7,0-8.0m	Nature de l'échantillon :	Intact — Reconstitué
Date essai :	22/03/2022			Bague (en mm) :	Hauteur : 20,0 Largeur : 60
Nature du matériau :	Sable fin marron beige			ρ_s estimée: 2,7 Mg/m ³	

N°	Avant essai					Après essai	$\sigma' \text{ (kPa)}$	T100 (en min)	Vitesse de cisaillement (en mm/min)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	$\rho_h \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$\rho_d \text{ (g/cm}^3\text{)}$	w (%)	e	S_R	W (%)				$\tau_{f,p} \text{ (kPa)}$	$\delta l_{f,p} \text{ (mm)}$	$\tau_{f,f} \text{ (kPa)}$	$\delta l_{f,f} \text{ (mm)}$
1	1,73	1,38	25,4	0,96	71,8	24,7	71	6,2	0,020	25,11	4,14	20,87	7,19
2	1,88	1,55	20,8	0,74	76,1	20,0	142			39,61	7,20	39,61	7,20
3	1,72	1,36	26,6	0,99	72,7	22,8	283			52,34	1,83	29,00	7,20
4	-	-	-	-	-	-	-			-		-	



Résultats	$c' \text{ (kPa)}$		$\phi' \text{ (}^\circ\text{)}$	
	$c' p$	0	$\phi' p$	15
	$c' f$	0	$\phi' f$	6

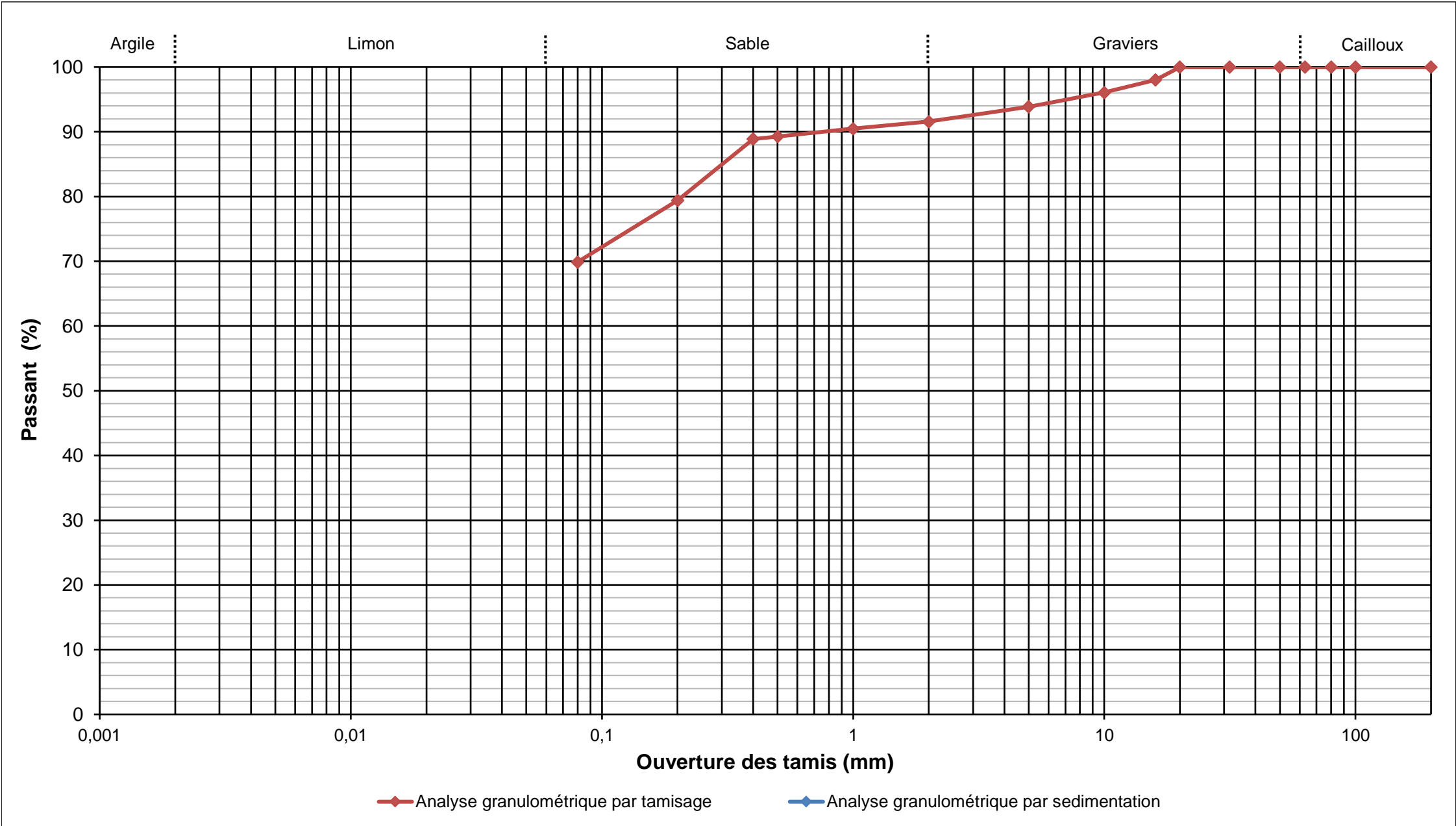
Observations : résultats donnés à titre indicatif - à prendre avec précaution

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)</div> <div>22,0</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</div> <div>-</div> <div>Dmax (mm)</div> <div>18,0</div> <div>Passants (en %)</div> <div><div>50 mm</div><div>100,0</div><div>2 mm</div><div>91,6</div><div>80 µm</div><div>69,9</div><div>2 µm</div><div>-</div></div> <div>VBS (NF P 94-068)</div> <div>-</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-24		
Opérateur	MM		

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	SC5
Profondeur	3,00 - 3,50 m
Description	Argile limoneuse marron ocre

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,0	96,1	93,9	91,6	90,5	89,3	88,9	79,4	69,9

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



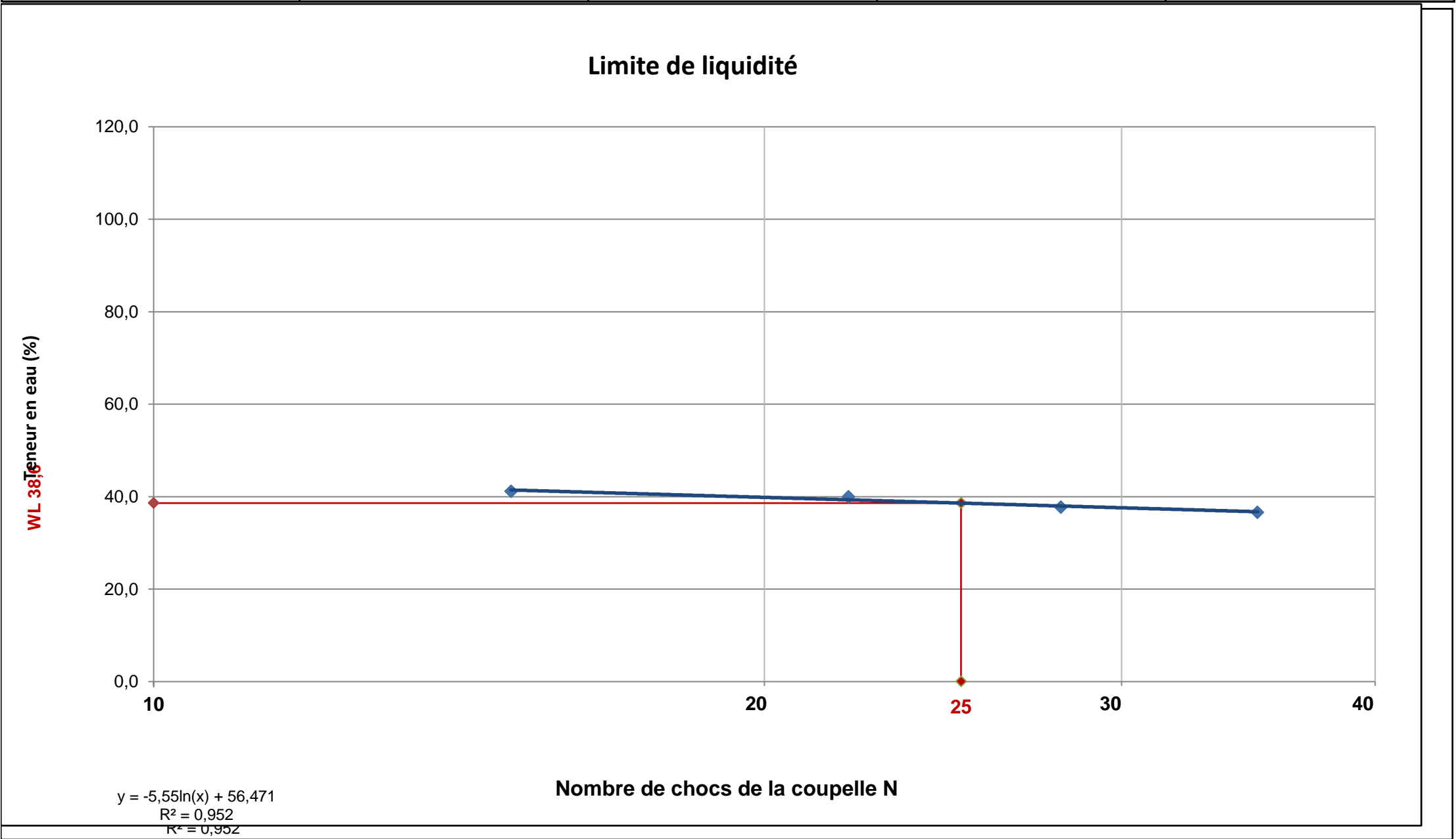
Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs		C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =		-
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)			-					

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

AFFAIRE	2200703		
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-24		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sondage	SC5		
Profondeur	3,00 - 3,50 m		
Description	Argile limoneuse marron ocre		

Mesures N°	1	2	3	4
Nombre de coups N	35	28	22	15
Teneur en eau (%)	36,6	37,7	40,0	41,1



Limite de plasticité	W1 (%)	20,2	Moyenne (%)	20,1
	W2 (%)	19,9		

Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050)	W (%)	22,0
Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050)	W (%)	24,8
Limite de liquidité	WL (%)	38,6
Limite de plasticité	WP (%)	20,1
Indice de plasticité	IP	18,6
Indice de consistance	IC	0,74

Observations	Le calcul de la valeur Ic est applicable si une granulométrie a été réalisée et révèle plus de 80% de passant à 400µm, sinon elle n'est pas valable et l'état hydrique ne peut pas être estimé.
--------------	---

Essai TRIAXIAL

Consolidé non drainé avec mesure de pression interstitielle Cu+u (NF P 94-074)

Nom: CHATENAY MALABRY

Date : 30/03/2022

N° Affaire: 2200703

Sondage: SC5

Profondeur: 3.50 à 4.00 m

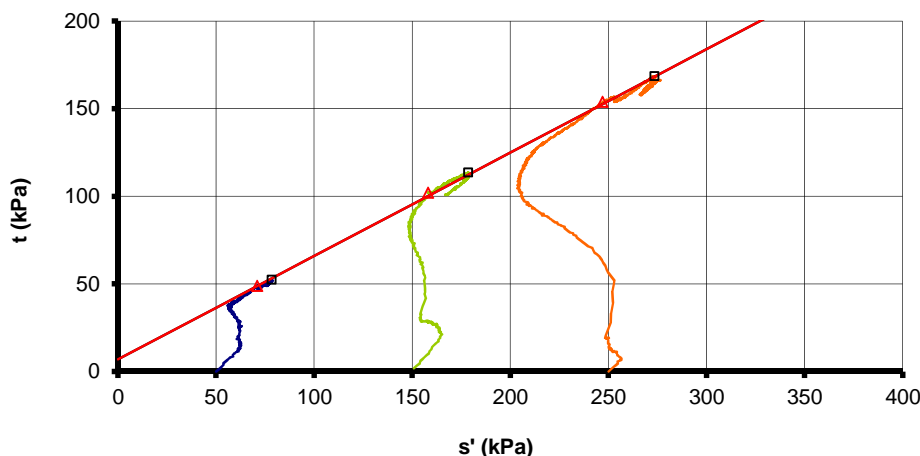
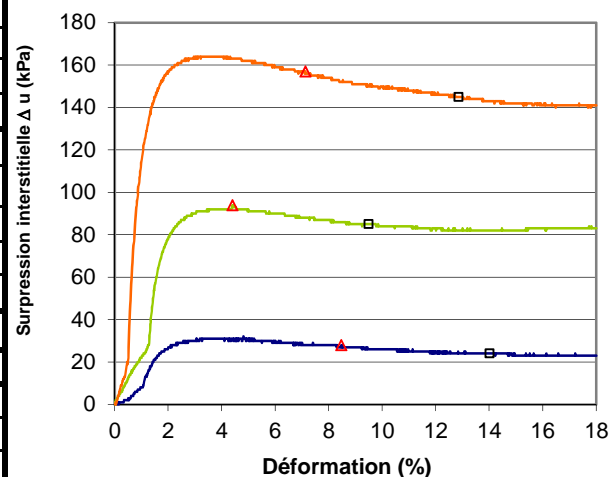
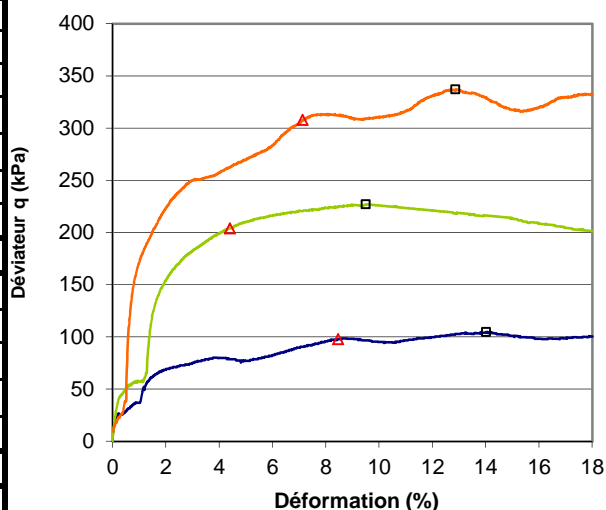
Opérateur: PAD

ρ_s estimée: 2,65 Mg/m³

Températures extrêmes : 20°C / 22°C

Nature du terrain: Limon peu argileux marron

Valeurs initiales		1	2	3	4
Ho	mm	76,80	77,00	77,20	-
Do	mm	38,00	37,93	38,07	-
W	%	16,0	17,6	17,1	-
ρ	Mg/m ³	2,00	2,03	2,07	-
ρ_d	Mg/m ³	1,73	1,73	1,76	-
e		0,53	0,54	0,50	-
Sr	%	80	87	90	-
Valeurs après consolidation					
ΔV_s consolidation	mm ³	2555	3651	4603	-
W	%	18,6	17,3	15,8	-
ρ	Mg/m ³	2,09	2,12	2,18	-
ρ_d	Mg/m ³	1,76	1,80	1,88	-
Sr	%	98	98	102	-
Rupture					
$q = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	kPa	105	227	337	-
ε_{1f}	%	14,02	9,50	12,86	-
u	kPa	24	85	145	-
s'	kPa	78	179	274	-
t	kPa	52	114	169	-
$q (\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$	kPa	98	204	308	-
ε_{1f}	%	8,46	4,40	7,12	-
u	kPa	28	94	157	-
s'	kPa	71	158	247	-
t	kPa	49	102	154	-
Vit.cisaillement	mm/min	0,06	0,06	0,06	-
B		0,98	0,96	0,96	-
σ'_c	kPa	50	150	250	-
Ucp	kPa	650	650	650	-
T100	s	1600	1225	900	-



$C' = 9$ kPa
 $\phi' = 36$ degrés

Critère $(\sigma_1 - \sigma_3)_{Max}$

$C' = 9$ kPa
 $\phi' = 36$ degrés

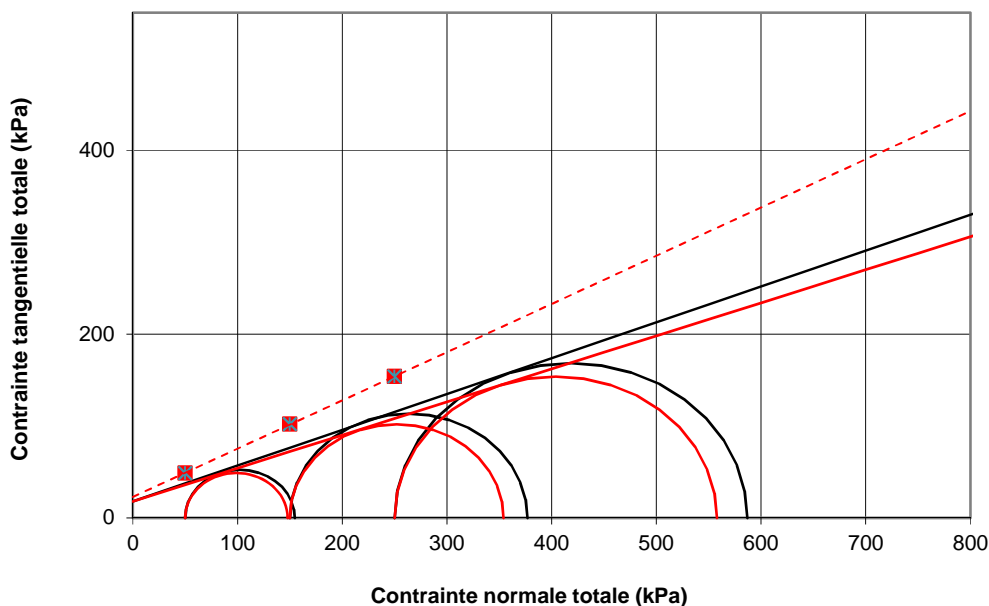
Critère $(\sigma'_1/\sigma'_3)_{Max}$

Essai TRIAXIAL

Nom: CHATENAY MALABRY
N° Affaire: 2200703
Sondage: SC5
Profondeur: 3.50 à 4.00 m
Nature de sol: Limon peu argileux marron

Opérateur: PAD

Date de réalisation: 30/03/2022



Ccu= 18 kPa

φcu= 21 degrés

Critère ($\sigma_1 - \sigma_3$)Max

Ccu= 18 kPa

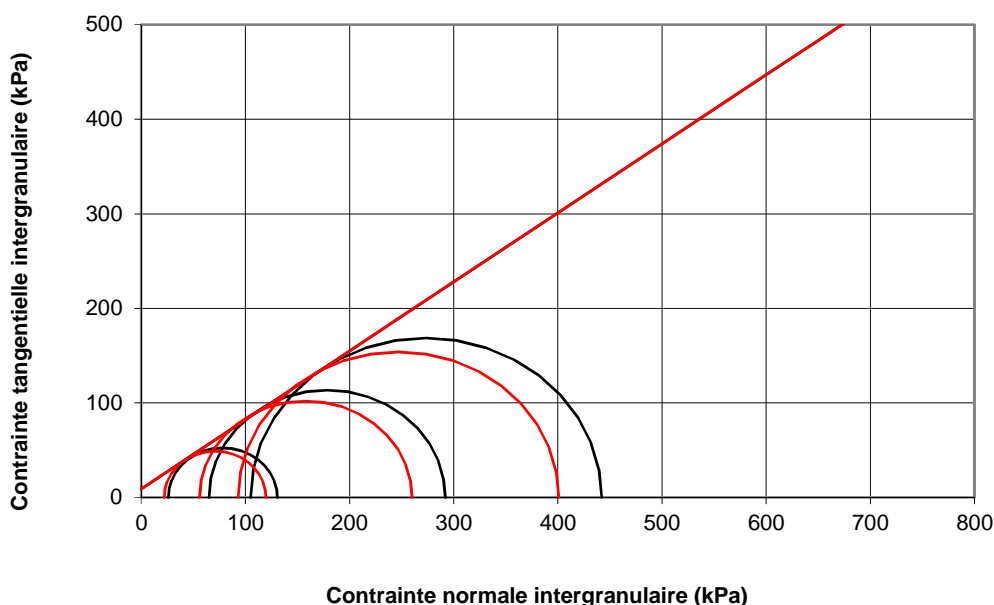
φcu= 20 degrés

Critère (σ_1' / σ_3')Max

λcu = 0,53

Cu0= 22,87 kPa

Critère (σ_1' / σ_3')Max



C'= 9 kPa

φ'= 36 degrés

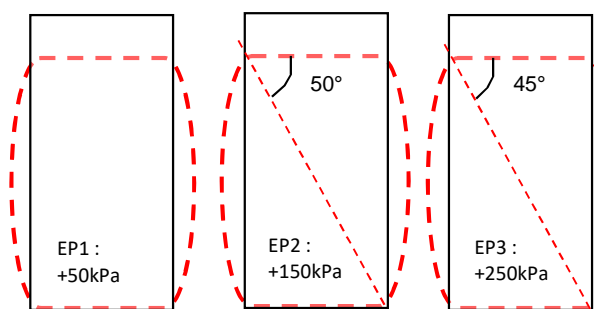
Critère ($\sigma_1 - \sigma_3$)Max

C'= 9 kPa

φ'= 36 degrés

Critère (σ_1' / σ_3')Max

Schémas de rupture



..... Déformations observées lors du cisaillement

Observations :

σ'_{vo} (kPa) : 67

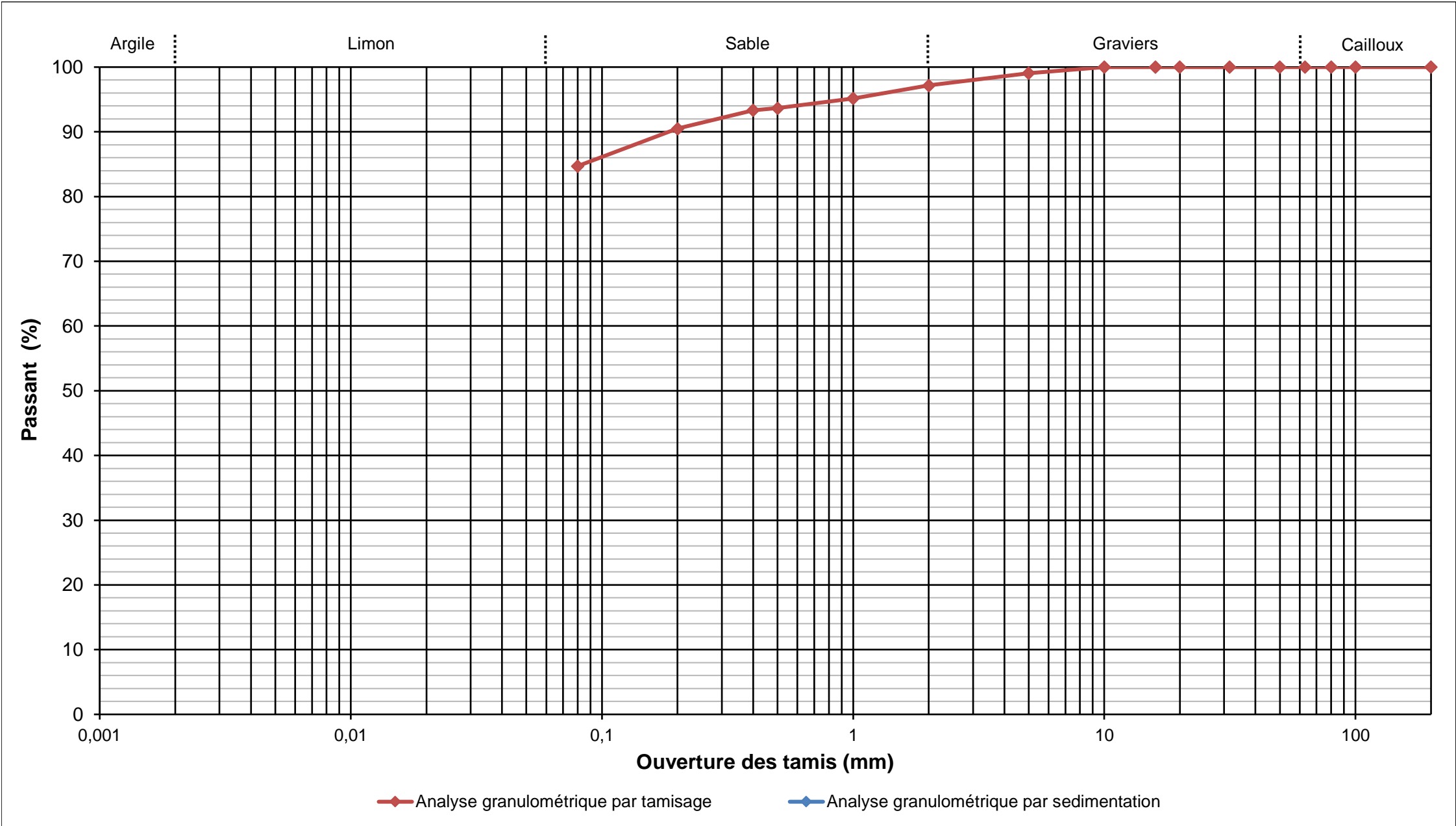
u_0 (kPa) : 0

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)</div> <div>17,7</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</div> <div>17,7</div> <div>Dmax (mm)</div> <div>6,0</div> <div>Passants (en %)</div> <div>50 mm</div> <div>100,0</div> <div>2 mm</div> <div>97,2</div> <div>80 µm</div> <div>84,7</div> <div>2 µm</div> <div>-</div> <div>VBS (NF P 94-068)</div> <div>1,05</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-24		
Opérateur	MM		

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	SC5
Profondeur	3,50 - 4,00 m
Description	Argile limoneuse marron orangé

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	97,2	95,1	93,7	93,3	90,5	84,7

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)		-						

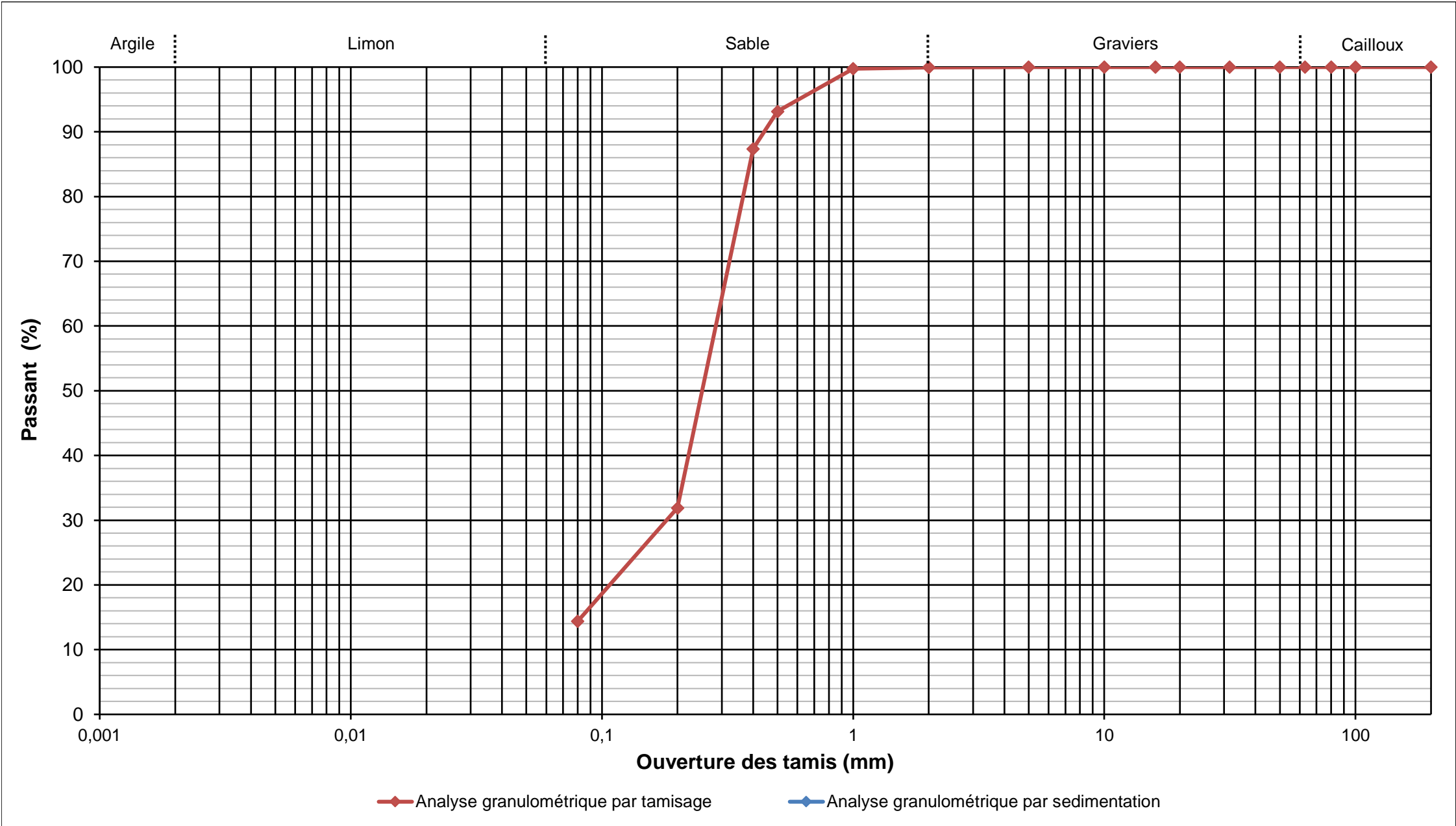
Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

AFFAIRE	2200703		<div>W% sur 0/D (NF P 94-050)</div> <div>15,3</div> <div>W% sur 0/20 (NF P 94-050)</div> <div>-</div> <div>Dmax (mm)</div> <div>3,0</div> <div>Passants (en %)</div> <div>50 mm</div> <div>100,0</div> <div>2 mm</div> <div>100,0</div> <div>80 µm</div> <div>14,4</div> <div>2 µm</div> <div>-</div> <div>VBS (NF P 94-068)</div> <div>0,99</div>
SITE	CHATENAY MALABRY		
Date	2022-03-24		
Opérateur	MM		
T°C de séchage	105°C		
Sédimentométrie	NON		
Sondage	SC5		
Profondeur	7,50 - 8,00 m		
Description	Sable fin marron beige		

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	93,2	87,4	31,9	14,4

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)	-							

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR**Baptiste LAUDE****50 rue Pierre Curie****78370 PLAISIR**

Page 1 sur 13

Votre nom de Projet : Chatenay Malabry
Votre référence de Projet : 2022/00703/PARIS
Référence du rapport SGS : 13636339, version: 1.

Rotterdam, 22-03-2022

Cher(e) Madame/ Monsieur,

Ce rapport contient les résultats des analyses effectuées pour votre projet 2022/00703/PARIS.

Les analyses ont été réalisées en accord avec votre commande. Les résultats ne se rapportent qu' aux échantillons analysés et tels qu' ils ont été reçus par SGS. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, la date de prélèvement (si fournie), le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. SGS n'est pas responsable des données fournies par le client.

Ce rapport est constitué de 13 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses sont réalisées par SGS Environmental Analytics B.V., Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas. Les analyses sous-traitées sont indiquées sur le rapport.

A partir du 23 Mars 2021 SYNLAB Analytics & Services B.V. devient SGS Environmental Analytics B.V. Nos agréments SYNLAB Analytics & Services B.V. restent en vigueur et seront mis à jour avec notre dénomination SGS Environmental Analytics B.V.

Veuillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.



Jaap-Willem Hutter
Technical Director

Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Code	Matrice	Réf. échantillon					
001	Sol	FM6 0.0 -1.0 m					
002	Sol	FM6 1.0-2.0 m					
003	Sol	FM5 1.0-2.0 m					
004	Sol	FM5 2.0-3.0 m					
005	Sol	FM4 0.0-1.0 m					
Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005
prétraitement de l'échantillon		Q	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Matière sèche	% massique	Q	82.6	88.2	81.1	92.4	83.8
COT	mg/kg MS	Q					<2000
pH (KCl)	-	Q					8.0
température pour mes. pH	°C						19.7
METAUX							
arsenic	mg/kg MS	Q	19	7.0	14	2.1	
cadmium	mg/kg MS	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	
chrome	mg/kg MS	Q	52	16	56	5.4	
cuivre	mg/kg MS	Q	13	3.0	10	<1	
mercure	mg/kg MS	Q	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	
plomb	mg/kg MS	Q	20	<10	18	<10	
nickel	mg/kg MS	Q	28	8.5	23	3.2	
zinc	mg/kg MS	Q	56	15	43	<10	
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS							
benzène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
toluène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
éthylbenzène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
orthoxyène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
para- et métaoxyène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
xylènes	mg/kg MS	Q	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
BTEX totaux	mg/kg MS	Q	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
naphtalène	mg/kg MS	Q	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES							
naphtalène	mg/kg MS	Q					<0.01
acénaphthylène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
acénaphthène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
fluorène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
phénanthrène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
anthracène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
fluoranthène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
pyrène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
chrysène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
benzo(a)pyrène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Code	Matrice	Réf. échantillon						
001	Sol	FM6 0.0 -1.0 m						
002	Sol	FM6 1.0-2.0 m						
003	Sol	FM5 1.0-2.0 m						
004	Sol	FM5 2.0-3.0 m						
005	Sol	FM4 0.0-1.0 m						
Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005	
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
benzo(ghi)peryène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
somme de HAP-15 et naphthalène (volatil)	mg/kg MS		<0.20	<0.20	<0.20	<0.20		
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS	Q						<0.16
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS								
tétrachloroéthylène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
trichloroéthylène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
1,1-dichloroéthène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg MS	Q	<0.03 ¹⁾	<0.02	<0.03 ¹⁾	<0.02		
trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
totaux (cis,trans) 1,2-dichloroéthènes	mg/kg MS	Q	<0.05	<0.04	<0.05	<0.04		
chlorure de vinyle	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
tétrachlorométhane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
1,2-dichloropropane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
chloroforme	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
dichlorométhane	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
trans-1,3-dichloropropène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
cis-1,3-dichloropropène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
bromoforme	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
hexachlorobutadiène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)								
PCB 28	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 52	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 101	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 118	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 138	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 153	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 180	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB totaux (7)	µg/kg MS	Q	<7	<7	<7	<7	<7	<7
HYDROCARBURES TOTAUX								
fraction C10-C12	mg/kg MS		<5	<5	<5	<5	<5	<5
fraction C12-C16	mg/kg MS		<10	<10	<10	<10	<10	<10
fraction C16-C21	mg/kg MS		<15	<15	<15	<15	<15	<15
fraction C21-C35	mg/kg MS		<10	<10	<10	<10	<10	<10
fraction C35-C40	mg/kg MS		<15	<15	<15	<15	<15	<15

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Code	Matrice	Réf. échantillon						
001	Sol	FM6 0.0 -1.0 m						
002	Sol	FM6 1.0-2.0 m						
003	Sol	FM5 1.0-2.0 m						
004	Sol	FM5 2.0-3.0 m						
005	Sol	FM4 0.0-1.0 m						
Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005	
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	Q	<20	<20	<20	<20	<20	
<i>LIXIVIATION</i>								
Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2		Q						#
date de lancement								16-03-2022
L/S	ml/g	Q						10.00
pH final ap. lix.	-	Q						8.4
température pour mes. pH	°C							20
conductivité (25°C) ap. lix.	µS/cm	Q						76.4
<i>ELUAT COT</i>								
COD, COT sur éluat	mg/kg MS	Q						9.4
<i>ELUAT METAUX</i>								
antimoine	mg/kg MS	Q						<0.02
arsenic	mg/kg MS	Q						<0.01
baryum	mg/kg MS	Q						<0.05
cadmium	mg/kg MS	Q						<0.002
chrome	mg/kg MS	Q						<0.01
cuivre	mg/kg MS	Q						<0.02
mercure	mg/kg MS	Q						<0.0005
plomb	mg/kg MS	Q						<0.02
molybdène	mg/kg MS	Q						<0.02
nickel	mg/kg MS	Q						<0.03
sélénium	mg/kg MS	Q						<0.02
zinc	mg/kg MS	Q						<0.1
<i>ELUAT COMPOSES INORGANIQUES</i>								
fraction soluble	mg/kg MS	Q						<500
<i>ELUAT PHENOLS</i>								
Indice phénol	mg/kg MS	Q						<0.1
<i>ELUAT DIVERSES ANALYSES CHIMIQUES</i>								
fluorures	mg/kg MS	Q						4.4
chlorures	mg/kg MS	Q						<10
sulfate	mg/kg MS	Q						<10

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Commentaire

1 Limite de quantification élevée en raison d'une faible matière sèche.

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Code	Matrice	Réf. échantillon				
006	Sol	FM4 1.0-2.0 m				
007	Sol	FM1 0.0-1.0 m				
008	Sol	FM7 0.0-1.0 m				
009	Sol	FM7 1.0-2.0 m				

Analyse	Unité	Q	006	007	008	009
prétraitement de l'échantillon		Q	Oui	Oui	Oui	Oui
Matière sèche	% massique	Q	81.2	87.7	79.5	87.9
COT	mg/kg MS	Q	6400			
pH (KCl)	-	Q	7.6			
température pour mes. pH	°C		20.0			
METALLS						
arsenic	mg/kg MS	Q		23	16	9.9
cadmium	mg/kg MS	Q		<0.2	<0.2	<0.2
chrome	mg/kg MS	Q		30	67	18
cuivre	mg/kg MS	Q		37	27	5.3
mercure	mg/kg MS	Q		0.10	<0.05	0.06
plomb	mg/kg MS	Q		49	39	16
nickel	mg/kg MS	Q		23	20	10
zinc	mg/kg MS	Q		71	61	21
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS						
benzène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
toluène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
éthylbenzène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
orthoxylène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
para- et méta-xylène	mg/kg MS	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
xylènes	mg/kg MS	Q	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
BTEX totaux	mg/kg MS	Q	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
naphtalène	mg/kg MS	Q		<0.05	<0.05	<0.05
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES						
naphtalène	mg/kg MS	Q	<0.01			
acénaphthylène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
acénaphthène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
fluorène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
phénanthrène	mg/kg MS	Q	0.03	0.02	<0.01	<0.01
anthracène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.07	0.06	<0.01	0.01
pyrène	mg/kg MS	Q	0.06	0.06	<0.01	0.01
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	Q	0.04	0.03	<0.01	<0.01
chrysène	mg/kg MS	Q	0.03	0.03	<0.01	<0.01
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.05	0.04	<0.01	0.01
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.02	0.02	<0.01	<0.01
benzo(a)pyrène	mg/kg MS	Q	0.04	0.03	<0.01	<0.01
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Code	Matrice	Réf. échantillon					
006	Sol	FM4 1.0-2.0 m					
007	Sol	FM1 0.0-1.0 m					
008	Sol	FM7 0.0-1.0 m					
009	Sol	FM7 1.0-2.0 m					
Analyse	Unité	Q	006	007	008	009	
benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	Q	0.04	0.03	<0.01	<0.01	
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	Q	0.04	0.03	<0.01	<0.01	
somme de HAP-15 et naphthalène (volatil)	mg/kg MS			0.35	<0.20	<0.20	
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS	Q	0.41				
<i>COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS</i>							
tétrachloroéthylène	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
trichloroéthylène	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
1,1-dichloroéthène	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg MS	Q		<0.03 ¹⁾	<0.03 ¹⁾	<0.02	
trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
totaux (cis,trans) 1,2-dichloroéthènes	mg/kg MS	Q		<0.05	<0.05	<0.04	
chlorure de vinyle	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
tétrachlorométhane	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
1,2-dichloropropane	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
chloroforme	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
dichlorométhane	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
trans-1,3-dichloropropène	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
cis-1,3-dichloropropène	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
bromoforme	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
hexachlorobutadiène	mg/kg MS	Q		<0.02	<0.02	<0.02	
<i>POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)</i>							
PCB 28	µg/kg MS	Q	<1	<1	<1	<1	
PCB 52	µg/kg MS	Q	<1	4.0 ²⁾	<1	<1	
PCB 101	µg/kg MS	Q	<1	7.9 ³⁾	<1	<1	
PCB 118	µg/kg MS	Q	<1	6.0	<1	<1	
PCB 138	µg/kg MS	Q	<1	4.3	<1	<1	
PCB 153	µg/kg MS	Q	<1	4.7	1.5	<1	
PCB 180	µg/kg MS	Q	<1	1.7 ⁴⁾	<1	<1	
PCB totaux (7)	µg/kg MS	Q	<7	29	<7	<7	
<i>HYDROCARBURES TOTAUX</i>							
fraction C10-C12	mg/kg MS		<5	<5	<5	<5	
fraction C12-C16	mg/kg MS		<10	<10	<10	<10	
fraction C16-C21	mg/kg MS		<15	<15	<15	<15	
fraction C21-C35	mg/kg MS		<10	22	<10	<10	
fraction C35-C40	mg/kg MS		<15	<15	<15	<15	
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	Q	<20	34	<20	<20	

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Code	Matrice	Réf. échantillon
006	Sol	FM4 1.0-2.0 m
007	Sol	FM1 0.0-1.0 m
008	Sol	FM7 0.0-1.0 m
009	Sol	FM7 1.0-2.0 m

Analyse	Unité	Q	006	007	008	009
<i>LIXIVIATION</i>						
Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2		Q	#			
date de lancement			16-03-2022			
L/S	ml/g	Q	10.01			
pH final ap. lix.	-	Q	8.3			
température pour mes. pH	°C		20			
conductivité (25°C) ap. lix.	µS/cm	Q	107.1			
<i>ELUAT COT</i>						
COD, COT sur éluat	mg/kg MS	Q	14			
<i>ELUAT METAUX</i>						
antimoine	mg/kg MS	Q	<0.02			
arsenic	mg/kg MS	Q	<0.01			
baryum	mg/kg MS	Q	0.06			
cadmium	mg/kg MS	Q	<0.002			
chrome	mg/kg MS	Q	<0.01			
cuivre	mg/kg MS	Q	<0.02			
mercure	mg/kg MS	Q	<0.0005			
plomb	mg/kg MS	Q	<0.02			
molybdène	mg/kg MS	Q	<0.02			
nickel	mg/kg MS	Q	<0.03			
sélénium	mg/kg MS	Q	<0.02			
zinc	mg/kg MS	Q	<0.1			
<i>ELUAT COMPOSES INORGANIQUES</i>						
fraction soluble	mg/kg MS	Q	<500			
<i>ELUAT PHENOLS</i>						
Indice phénol	mg/kg MS	Q	<0.1			
<i>ELUAT DIVERSES ANALYSES CHIMIQUES</i>						
fluorures	mg/kg MS	Q	8.7			
chlorures	mg/kg MS	Q	<10			
sulfate	mg/kg MS	Q	19			

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Commentaire

- 1 Limite de quantification élevée en raison d'une faible matière sèche.
- 2 Suite à la présence de composés interférents, l'incertitude sur le résultat est augmentée.
- 3 Il se peut que le résultat en PCB 101 ait été surestimé en raison de la présence du PCB 89 et/ou PCB 90
- 4 Il se peut que le résultat en PCB 180 ait été surestimé en raison de la présence du PCB 193

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Analyse	Matrice	Référence normative
prétraitement de l'échantillon	Sol	Sol: conforme à NF EN 16179). Sol (AS3000): Conforme à NEN-EN 16179
Matière sèche	Sol	Sol: NEN-EN 15934. Sol (AS3000): AS3010-2 et NEN-EN 15934
arsenic	Sol	Conforme à NEN 6950 (digestion conforme à NEN 6961, mesure conforme à NEN-EN-ISO 17294-2); Méthode interne (digestion conforme à NEN 6961 et équivalent à NF EN 16174, mesure conforme à NEN-EN-ISO 17294-2 et conforme à NF EN 16171)
cadmium	Sol	Idem
chrome	Sol	Idem
cuivre	Sol	Idem
mercure	Sol	Idem
plomb	Sol	Idem
nickel	Sol	NEN-EN-ISO 17294-2, NF EN 16171 (digestion NEN 6961 et NF EN 16174)
zinc	Sol	Conforme à NEN 6950 (digestion conforme à NEN 6961, mesure conforme à NEN-EN-ISO 17294-2); Méthode interne (digestion conforme à NEN 6961 et équivalent à NF EN 16174, mesure conforme à NEN-EN-ISO 17294-2 et conforme à NF EN 16171)
benzène	Sol	conforme à NF EN ISO 22155
toluène	Sol	Idem
éthylbenzène	Sol	Idem
orthoxyène	Sol	Idem
para- et métaxylène	Sol	Idem
xylènes	Sol	Idem
BTEX totaux	Sol	Idem
naphtalène	Sol	Idem
acénaphtylène	Sol	Conforme à NF EN 16181 et conforme à NF ISO 18287 (extraction par agitation acétone/hexane, GCMS)
acénaphtène	Sol	Idem
fluorène	Sol	Idem
phénanthrène	Sol	Idem
anthracène	Sol	Idem
fluoranthène	Sol	Idem
pyrène	Sol	Idem
benzo(a)anthracène	Sol	Idem
chrysène	Sol	Idem
benzo(b)fluoranthène	Sol	Idem
benzo(k)fluoranthène	Sol	Idem
benzo(a)pyrène	Sol	Idem
dibenzo(ah)anthracène	Sol	Idem
benzo(ghi)pérylène	Sol	Idem
indéno(1,2,3-cd)pyrène	Sol	Idem
somme de HAP-15 et naphtalène (volatil)	Sol	Méthode interne
tétrachloroéthylène	Sol	conforme à NF EN ISO 22155
trichloroéthylène	Sol	Idem
1,1-dichloroéthène	Sol	Idem
cis-1,2-dichloroéthène	Sol	Idem

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Analyse	Matrice	Référence normative
trans-1,2-dichloroéthylène	Sol	Idem
totaux (cis,trans) 1,2-dichloroéthènes	Sol	Idem
chlorure de vinyle	Sol	Idem
1,1,1-trichloroéthane	Sol	Idem
1,2-dichloroéthane	Sol	Idem
tétrachlorométhane	Sol	Idem
1,2-dichloropropane	Sol	Idem
chloroforme	Sol	Idem
dichlorométhane	Sol	Idem
trans-1,3-dichloropropène	Sol	Idem
cis-1,3-dichloropropène	Sol	Idem
bromoforme	Sol	Idem
hexachlorobutadiène	Sol	Idem
PCB 28	Sol	NF EN 17322 (GCMS)
PCB 52	Sol	Idem
PCB 101	Sol	Idem
PCB 118	Sol	Idem
PCB 138	Sol	Idem
PCB 153	Sol	Idem
PCB 180	Sol	Idem
PCB totaux (7)	Sol	Idem
fraction C10-C12	Sol	Conforme à NF EN ISO 16703 (Extraction par agitation acétone/hexane, purification avec Florisil)
fraction C12-C16	Sol	Idem
fraction C16-C21	Sol	Idem
fraction C21-C35	Sol	Idem
fraction C35-C40	Sol	Idem
hydrocarbures totaux C10-C40	Sol	NEN-EN-ISO 16703, NF EN ISO 16703
COT	Sol	NEN-EN 13137:2001
pH (KCl)	Sol	NEN-ISO 10390, NF ISO 10390 et NEN-EN 15933, NF EN 15933
naphtalène	Sol	Conforme à NF EN 16181 et conforme à NF ISO 18287 (extraction par agitation acétone/hexane, GCMS)
Somme des HAP (16) - EPA	Sol	Idem
Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2	Sol Eluat	Conforme à NF-EN 12457-2
pH final ap. lix.	Sol Eluat	NEN-EN-ISO 10523, NF EN ISO 10523
conductivité (25°C) ap. lix.	Sol Eluat	ISO 7888 et NF EN 27888
COD, COT sur éluat	Sol Eluat	NEN-EN 1484, NF EN 1484
antimoine	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN-ISO 17294-2
arsenic	Sol Eluat	Idem
baryum	Sol Eluat	Idem
cadmium	Sol Eluat	Idem
chrome	Sol Eluat	Idem
cuivre	Sol Eluat	Idem
mercure	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN-ISO 17852, NF EN ISO 17852
plomb	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN-ISO 17294-2
molybdène	Sol Eluat	Idem

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Analyse	Matrice	Référence normative
nickel	Sol Eluat	Idem
sélénium	Sol Eluat	Idem
zinc	Sol Eluat	Idem
fraction soluble	Sol Eluat	NEN-EN-15216
Indice phénol	Sol Eluat	NF EN ISO 14402
fluorures	Sol Eluat	NEN-EN-ISO 10304-1, NF EN ISO 10304-1
chlorures	Sol Eluat	Idem
sulfate	Sol Eluat	Idem

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
001	V2348933	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
002	V2348944	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
003	V2348945	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
004	V2348960	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
005	V2348963	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
005	V2348950	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
006	V2348961	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
006	V2348959	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
007	V2348948	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
007	V2348958	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
008	V2348964	14-03-2022	22-02-2022	ALC201
009	V2348976	14-03-2022	22-02-2022	ALC201

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Baptiste LAUDE

Projet

Chatenay Malabry

Référence du projet

2022/00703/PARIS

Réf. du rapport

13636339 - 1

Date de commande 11-03-2022

Date de début 14-03-2022

Rapport du 22-03-2022

Référence de l'échantillon:

007

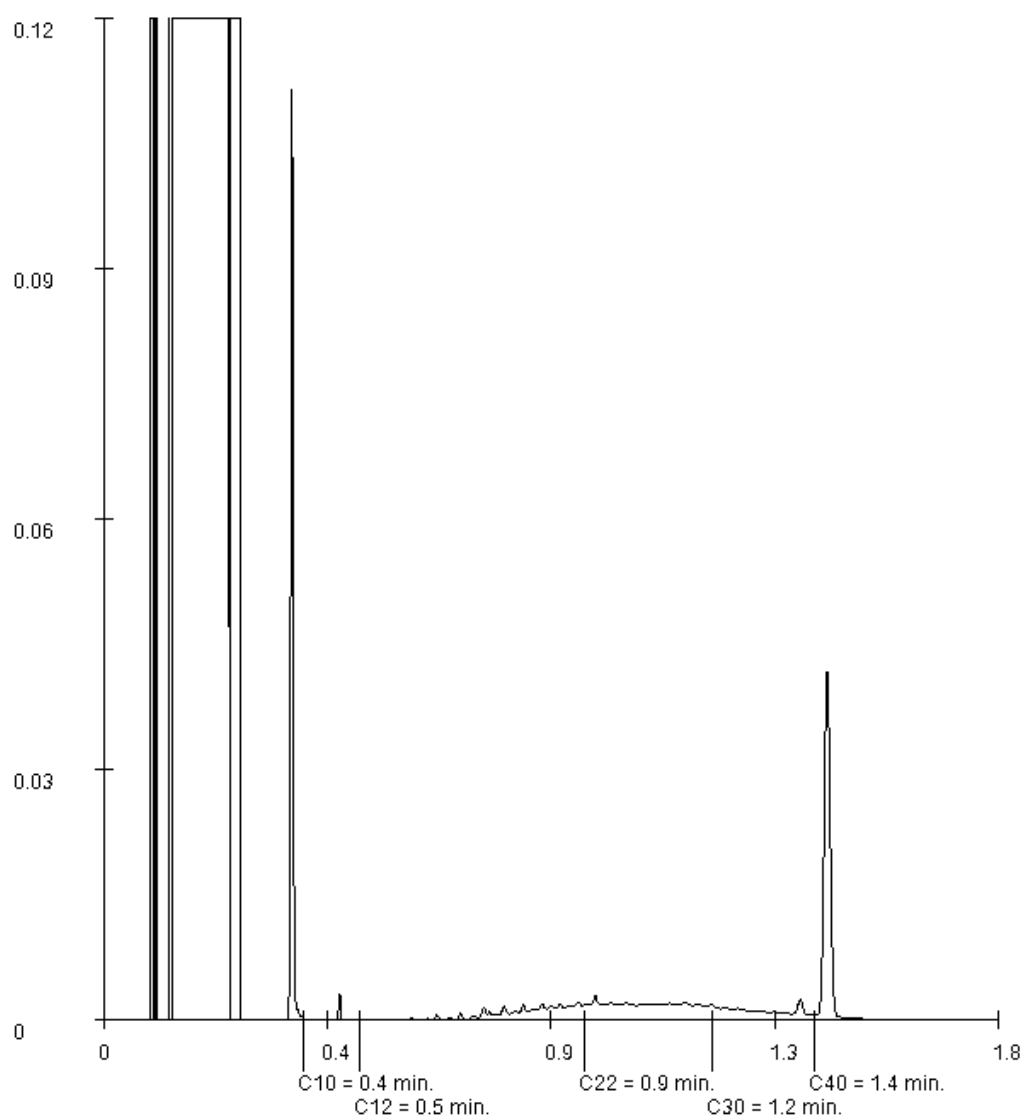
Information relative aux échantillons

FM1 0.0-1.0 m

Détermination de la chaîne de carbone

essence	C9-C14
kérosène et pétrole	C10-C16
diesel et gazole	C10-C28
huile de moteur	C20-C36
mazout	C10-C36

Les pics C10 et C40 sont introduits par le laboratoire et sont utilisés comme étalons internes.



Paraphe :