ESID

Aménagement d’une rampe d’accès

Base aérienne 107 – Route de Gisy 78 140 VELIZY-VILLACOUBLAY

Rapport d'étude BGE6.P.2005

Etude géotechnique de conception (G2) phase Avant-Projet (AVP)

04/07/2025



Agence d’Élancourt ZAC LA CLEF SAINT PIERRE - 12 Avenue Gay Lussac

78990 ÉLANCOURT

Tél. : 01.30.85.24.00 • email : cebtp.accueil@groupeginger.com

ESID

AMENAGEMENT D'UNE RAMPE D'ACCES

Vélizy-Villacoublay (78 140)

RAPPORT - Etude géotechnique de conception (G2) – phase AVP

Dossier : BGE6.P.2005				Contrat : BGE6.O.0563		
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu
1	04/07/25	A. MALEY		B. MOUSSA		49 pages 4 annexes

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

I. CONTEXTES 6

I.1. Contexte du projet 7
I.1.1. Données générales 7
I.1.2. Description du projet 8
I.1.3. Sollicitations 11
I.2. Mission de Ginger CEBTP 11
I.3. Description du site 12
I.3.1. Description et données cadastrales du terrain 12
I.3.2. Extrait de carte IGN 14
I.3.3. Image aérienne 14
I.3.4. Topographie 15
I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs 16
I.4.1. Contexte géologique prévisionnel 16
I.4.2. Contexte hydrogéologique 17
I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques 17

II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES 20

II.1. Préambule 21
II.2. Implantation et nivellement 21
II.3. Investigations in situ 21
II.4. Essais en laboratoire 23

III. INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE 24

III.1. Synthèse des investigations - Interprétations 25
III.1.1. Lithologie et caractéristiques mécaniques 25
III.1.2. Résultats des essais en laboratoire 28
III.2. Niveaux d'eau 31
III.3. Modèle géotechnique retenu 31

IV. ETUDE DES OUVRAGES 32

IV.1. Analyse du contexte 33
IV.1.1. Rappel du projet 33
IV.1.2. Contexte géologique 33

IV.1.3. Contexte géotechnique 34
IV.1.4. Contexte hydrogéologique 35
IV.2. Terrassements généraux 35
IV.2.1. Traficabilité en phase chantier 35
IV.2.2. Terrassabilité des matériaux 36
IV.2.3. Drainage de la plateforme en phase chantier 36
IV.2.4. Talus 36
IV.2.5. Soutènements 37
IV.3. Fondations 38
IV.3.1. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées 38
IV.3.2. Fondations superficielles par radier général 45
IV.4. Niveau bas 47

V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES 48

ANNEXES

1 - NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

2 - IMPLANTATION DES SONDAGES

3 - INVESTIGATIONS IN SITU

4 - PROCES-VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

I. CONTEXTES

I.1. Contexte du projet

I.1.1. Données générales

I.1.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Aménagement d'une rampe d'accès
Référence cadastrale : Section B
Localisation / Adresse : Base aérienne 107 – Route de Gisy
Commune : Vélizy-Villacoublay
Code postal : 78 140
Demandeur de la mission : ESID

I.1.1.2. Phase du projet

D'après les éléments communiqués, le projet est au stade d'avancement suivant :

Etudes d'esquisse	Etudes d'avant-projet sommaire	Etudes d'avant-projet définitif	Etudes de projet	Etablissement DCE	Consultation ACT	Réalisation des ouvrages
	X					

I.1.1.3. Documents communiqués

Les documents suivants nous ont été communiqués dans le cadre de la présente étude :

Document	Référence	Echelles	Auteur	Indice	Date
Rapport de mission G2 phase PRO	DIAG SOL Rapport E22-4927 - MINISTERE DES ARMEES - VELIZY VILLACOUBLAY (78).pdf	-	SOLPROJET	A	Septembre 2022
Rapport d'évaluation des risques pyrotechniques	EVALUATION DES RISQUE PYROTECHNIQUES.pdf	-	ESID	-	Août 2021
Plan de situation de la base aérienne	PLAN DE SITUATION.pdf	1/500	ESID	-	-
Vues en plan et en coupe du site à l'état actuel	PLAN ETAT ACTUEL.pdf	1/200	ESID	-	-
Vue en plan du projet	N_-1_V01.dwg	-	ESID	-	-
Coupe longitudinale du projet	C_AA_V01.dwg	-	ESID	-	-

Aucune coupe transversale de la rampe projetée ne nous a été communiquée.

I.1.2. Description du projet

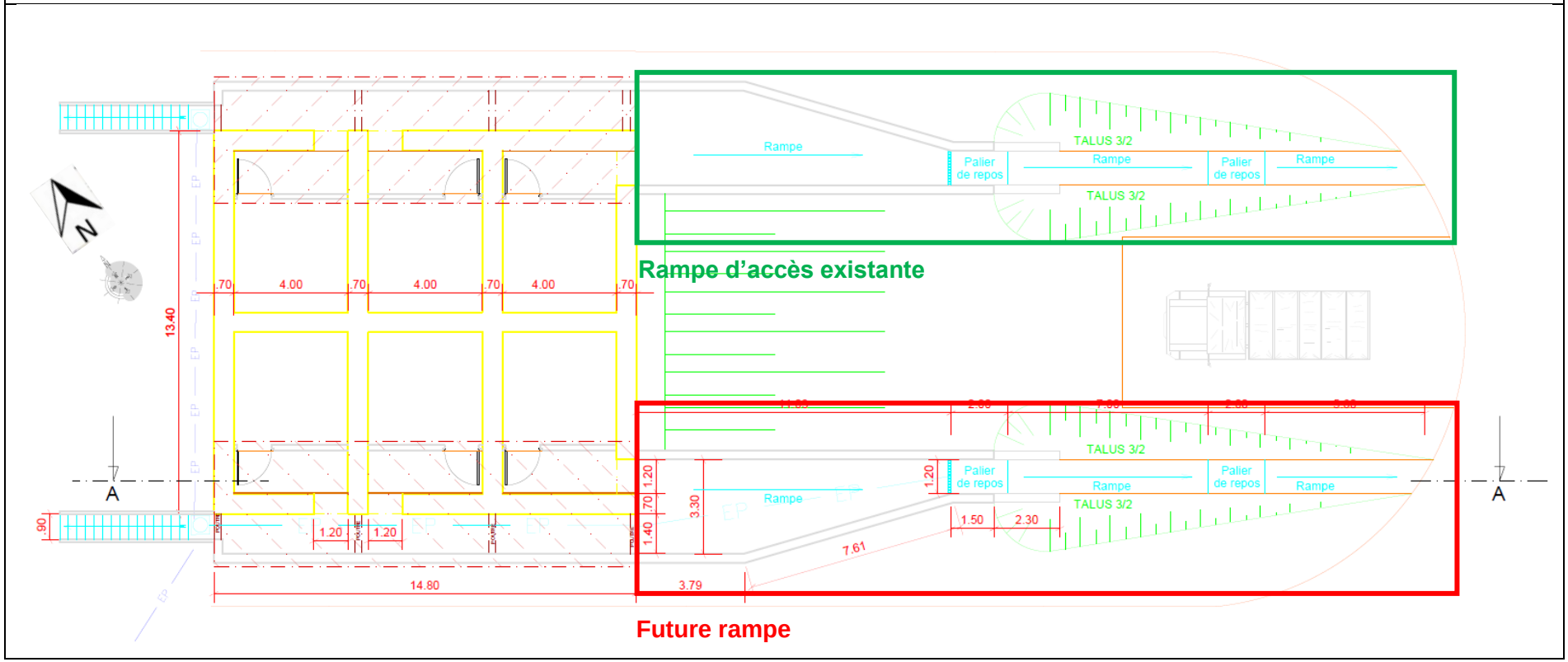
Dans le cadre de la mise en conformité des infrastructures de stockage des munitions, le projet prévoit la création d'une rampe d'accès au bâtiment n°11, parallèle à celle créée auparavant sur le site (voir plan du projet ci-dessous). Selon le document référencé « DIAG SOL Rapport E22-4927 - MINISTERE DES ARMEES - VELIZY VILLACOUBLAY (78).pdf », le bâtiment concerné est enterré, avec un niveau bas situé vers 2,50 m/TN. Il est fondé par radier général nervuré en béton armé, d'une épaisseur de 30 cm en partie centrale et de 80 cm sous les murs périmétriques. L'assise du radier se situe donc vers 2,80 m/TN au centre et 3,30 m/TN en périphérie.

Les ouvrages géotechniques et travaux nécessaires à la construction du projet sont les suivants :

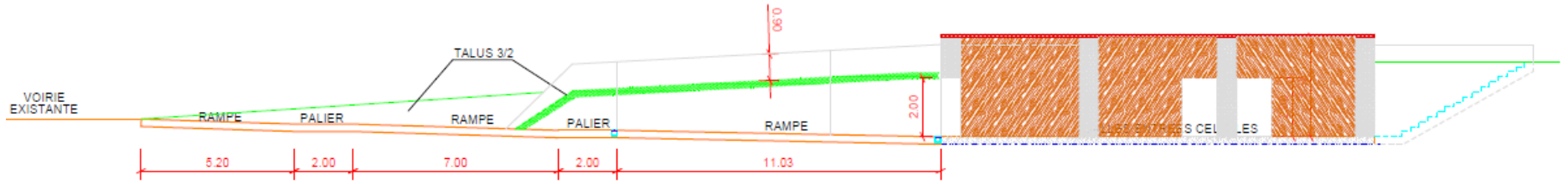
- préparation du terrain, terrassements (déblais),
- soutènements,
- fondations et niveau bas.

Le présent rapport traite de leur étude au stade de l'avant-projet (mission G2 AVP).

Vue en plan du projet (N_-1_V01.dwg)



Coupe longitudinale AA du projet (C_AA_V01.dwg)



Source : ESID

I.1.3. Sollicitations

Les sollicitations appliquées aux fondations ne sont pas connues au stade actuel de l'étude. Il conviendra donc de s'assurer que les systèmes de fondations préconisés et les dispositions retenues sont compatibles avec les charges réellement apportées et les caractéristiques de l'ouvrage à créer.

I.2. Mission de Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au devis BGE6.O.0563.

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception (G2) réalisée en phase Avant-Projet (AVP), selon la norme AFNOR NF P94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

Les résultats de l'étude réalisée au stade de la phase Avant-Projet (G2 AVP) ne sont pas suffisants pour être utilisés dans le DCE (Dossier de Consultation des Entreprises) car les risques importants sont traités à la fin de la mission G2, intégrant les phases PRO, DCE et ACT. De ce fait, cette étude d'Avant-Projet devra être suivie des études G2-PRO et G2-DCE/ACT.

La mission G2 AVP consiste à :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser et en assurer le suivi technique ;
- Donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet ;
- Donner les principes de construction envisageables (terrassements, fondations, niveau bas, soutènements, …) ;
- Fournir une ébauche dimensionnelle des fondations des murs de la rampe.

La présente étude exclut :

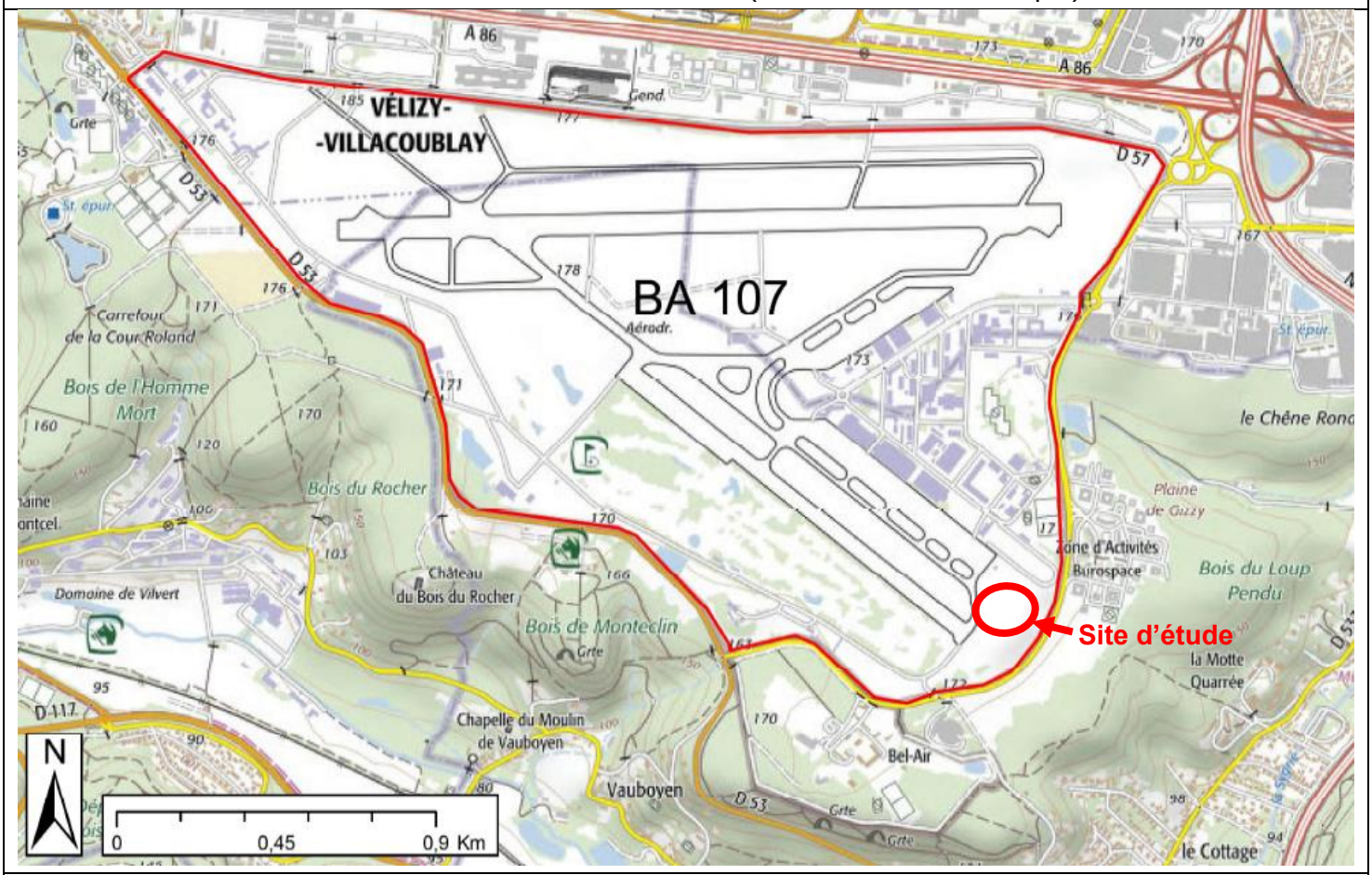
- La reconnaissance des fondations existantes ;
- Toute étude hydrogéologique et, notamment, la définition du Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE) au droit du site ;
- Tout diagnostic de pollution des sols.

I.3. Description du site

I.3.1. Description et données cadastrales du terrain

Le site considéré se situe au droit de la pointe Sud-Est de la base aérienne 107 de Vélizy-Villacoublay (78 140). Le terrain étudié est inclus dans la partie Ouest de la section cadastrale B.

Plan de situation de la base aérienne (PLAN DE SITUATION.pdf)



Source : ESID

La zone d'étude est limitée respectivement :

- Au Nord-Ouest par une piste d'atterrissage/décollage ;
- Partout ailleurs par un terrain enherbé, dont une butte au Sud-Est du site.

Lors de notre intervention du 23 au 25 avril 2025, le terrain était occupé par un espace enherbé, bordant un dépôt de munitions.

Photographie du site (16/04/2025)



Source : Ginger CEBTP

Le dépôt existant sera mitoyen au projet.

I.3.2. Extrait de carte IGN

Localisation du site



Source : www.geoportail.gouv.fr

I.3.3. Image aérienne

Vue aérienne du site (floutée car portant sur une base aérienne)



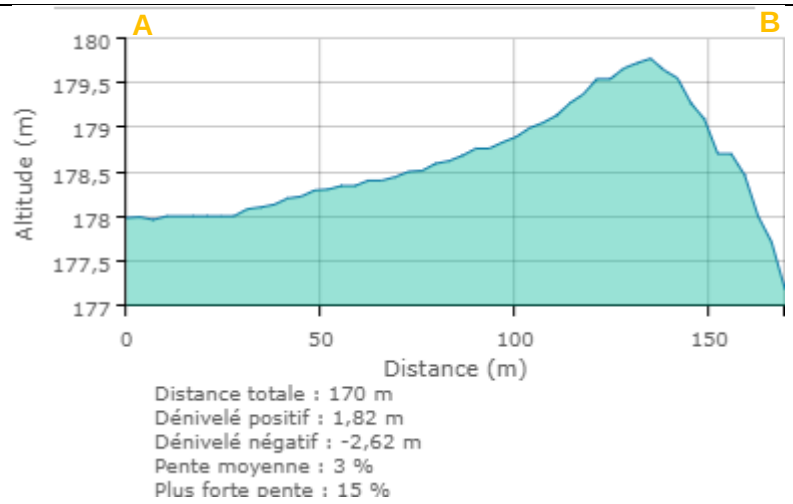
Source : www.geoportail.gouv.fr

I.3.4. Topographie

Le site se trouve en contexte général de plateau. La cote altimétrique varie de 177,2 à 179,8 m NGF au droit du site, d'après la carte IGN du secteur.

Profil altimétrique du site





Distance totale : 170 m
Dénivelé positif : 1,82 m
Dénivelé négatif : -2,62 m
Pente moyenne : 3 %
Plus forte pente : 15 %

Source : www.geoportail.gouv.fr

I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs

I.4.1. Contexte géologique prévisionnel

D'après la carte géologique de Corbeil-Essonnes au 50 000ème (feuille n°219), le site serait constitué, sous d'éventuels terrains de recouvrement, par les Limons des Plateaux, surmontant l'Argile à Meulière de Montmorency, ainsi que les Sables & Grès de Fontainebleau.

Extrait de la carte géologique de Corbeil-Essonnes au 1/50 000



Légende :

- Limons des Plateaux (LP)
- Argile à Meulière de Montmorency (g_{3a})
- Sables & Grès de Fontainebleau (g_{2b})

Source : https://infoterre.brgm.fr/

Les dossiers du sous-sol de la BSS disponibles sur Infoterre fournissent une coupe de sol établie au droit d'un sondage (référencé BSS000RKKW), réalisé en 2019 à environ 100 m au Nord-Est du site d'étude, venant corroborer le contexte géologique identifié précédemment. Cette coupe est fournie en annexe n°3.

I.4.2. Contexte hydrogéologique

D'après les données piézométriques du bassin de Paris, la première nappe susceptible d'être rencontrée serait contenue au sein des Sables & Grès de Fontainebleau, à une cote comprise entre 95 et 100 m NGF, soit entre -77,2 et -84,8 m/TN au droit du site.

A noter également la présence probable d'une nappe perchée au sein du complexe formé par les Limons des Plateaux et l'Argile à Meulière de Montmorency, alimentée par la pluviométrie.

Par ailleurs des circulations anarchiques / ponctuelles ne sont pas exclues au sein des formations superficielles.

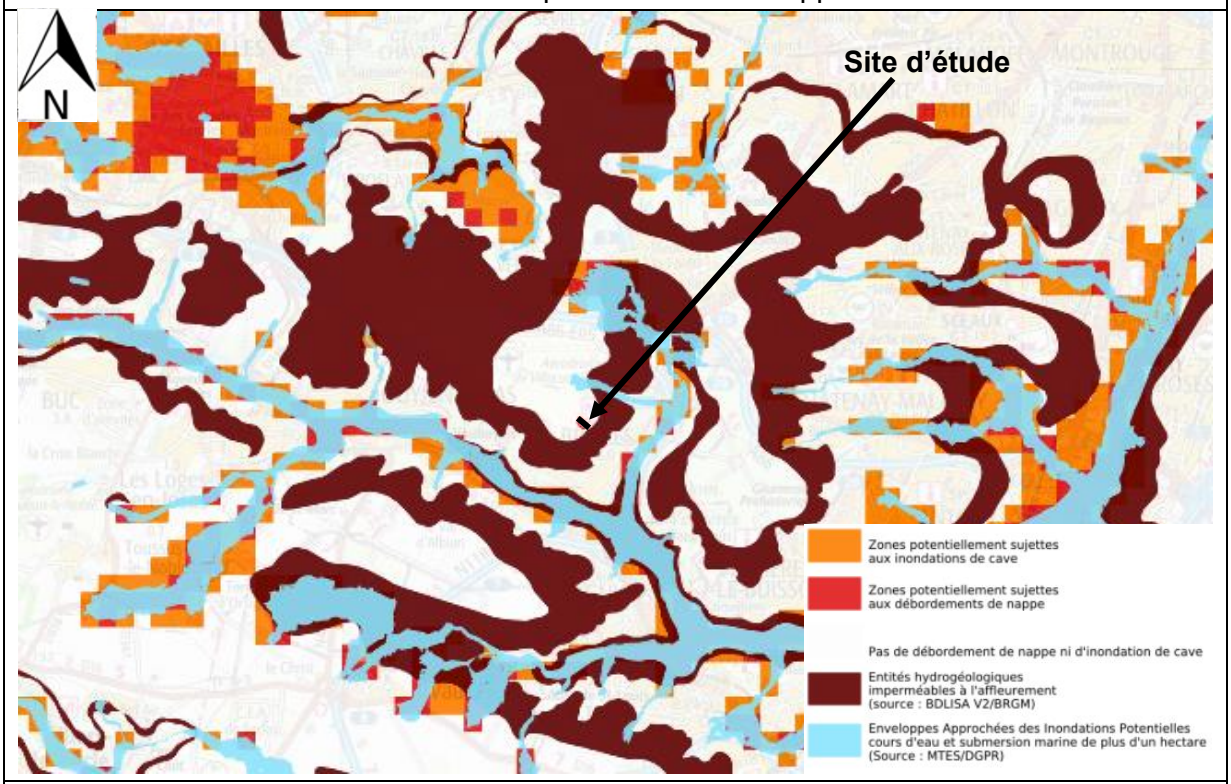
I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques

I.4.3.1. Inondation

D'après le site de la préfecture des Yvelines, la commune de Vélizy-Villacoublay n'est concernée par aucun PPRI. Le site peut donc être considéré hors zone inondable par débordement de cours d'eau.

Par ailleurs, d'après le BRGM, le terrain étudié est localisé hors zone de débordement de nappe et/ou d'inondation de cave.

Carte de l'aléa inondation par remontée de nappe au 1/100 000



Source : https://infoterre.brgm.fr/

Des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps.

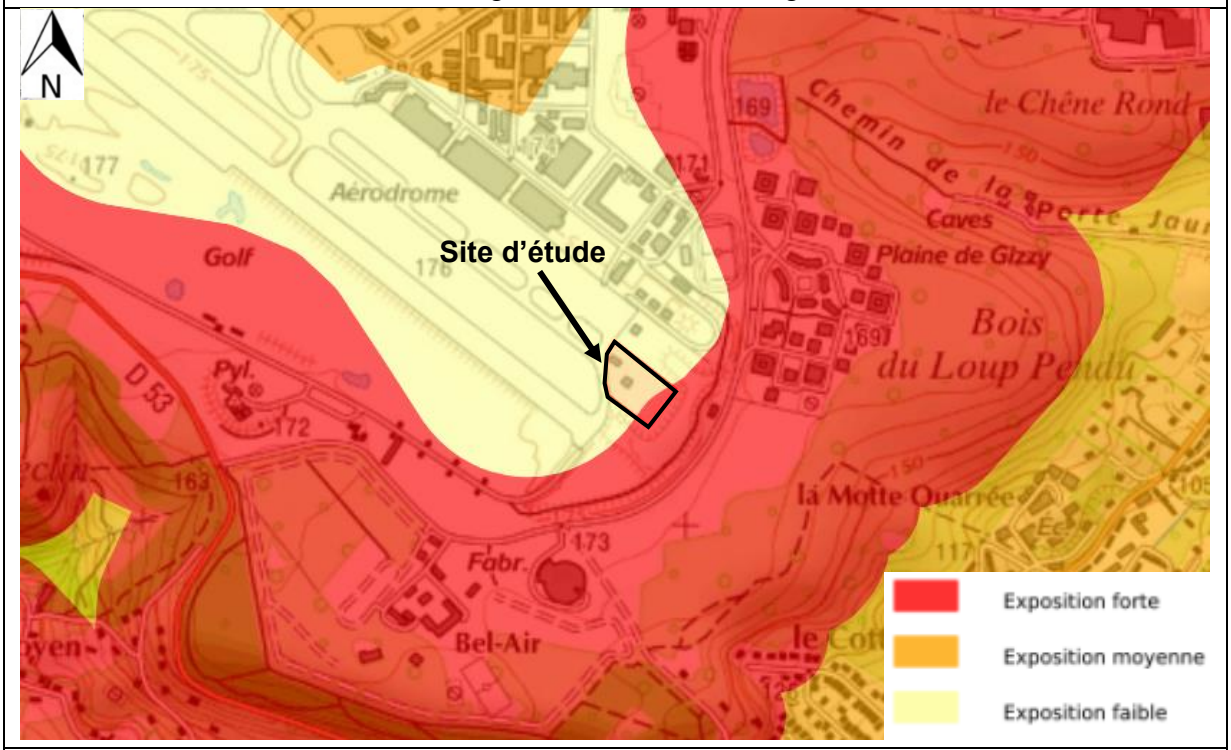
I.4.3.2. Cavités souterraines et mouvements de terrain

D'après le site de la préfecture des Yvelines et l'IGC de Versailles, la commune de Vélizy-Villacoublay n'est a priori pas concernée par un aléa lié aux risques de cavités souterraines et/ou de mouvements de terrain.

I.4.3.3. Retrait-gonflement des sols argileux

D'après le site Infoterre du BRGM, le projet se situe en zone d'aléa a priori faible à fort vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux (*cf.* carte ci-dessous).

Carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux au 1/10 000



Source : https://infoterre.brgm.fr/

I.4.3.4. Risque sismique

Le zonage sismique de la France en vigueur depuis le 1er mai 2011 (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) classe le site de l'étude en zone de sismicité très faible (zone 1). L'application des règles parasismiques n'est donc pas nécessaire.

I.4.3.5. Catastrophes naturelles

Le fichier des risques majeurs du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire indique que la commune de Vélizy-Villacoublay fait état de onze arrêtés de catastrophes naturelles (consultation sur http://www.georisques.gouv.fr) :

Type de catastrophe	Occurrence	Dates
Inondations et/ou Coulées de Boue	7	1998 à 2020
Sécheresse	4	1989 à 2022

Ces données ne sont pas cartographiées et il sera du ressort du Maître d'Ouvrage de s'assurer de l'absence de tels phénomènes au niveau du site.

II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

II.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP, en accord avec le client.

Ces investigations ont été réalisées du 23 au 25 avril 2025.

II.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe n°2. Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet, de l'occupation du site et de la position des réseaux enterrés.

Compte-tenu de l'existence d'un risque pyrotechnique au droit du secteur étudié, une sécurisation pyrotechnique a été effectuée à l'avancement de l'ensemble des sondages.

Les coordonnées X, Y, Z des points de sondage n'ont pas pu être relevées, car il s'est avéré interdit d'utiliser la connexion Wi-Fi à proximité du dépôt de munitions (risque pyrotechnique).

II.3. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées du 23 au 25 avril 2025. L'altitude des têtes des sondages est fournie en mètres par rapport au Terrain Naturel (m/TN).

Investigations	Quantité	Noms	Prof. (m/TN)
Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale continue ∅ 89 mm	1	ST1	6,00
Sondage destructif (∅ 66 mm) avec enregistrement des paramètres en continu	2	SP1	16,04
		SP2	15,06
Exécution d'essais pressiométriques Norme NF P94-110-1	18		
Sondage carotté (Ø 114 mm) avec prélèvement de 2 échantillons intacts sous gaines	1	SC1	5,50 (refus)

Les coupes des sondages sont présentées en annexe n°3, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondage semi-destructif à la tarière :**
  - Coupe des sols,
  - Formations géologiques correspondantes.

- **Sondages destructifs :**
  - Coupes approximatives des sols*,
  - Formations géologiques correspondantes,
  - Diagraphies des paramètres de forage enregistrés :
    - V.A. : vitesse d'avancement instantanée (m/h),
    - P.O. : pression sur l'outil (bars),
    - P.I. : pression d'injection (bars),
    - C.R. : couple de rotation (bars).

- **Essais pressiométriques :**
  - Module pressiométrique : E_M (MPa),
  - Pression limite nette : p_l* (MPa),
  - Pression de fluage nette p_f* (MPa),
  - Rapport E_M/p_l*.

- **Sondage carotté :**
  - Coupe des sols,
  - Planches photographiques.

* l'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings et des diagraphies.

II.4. Essais en laboratoire

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés en annexe n°4.

Les essais suivants ont été réalisés sur des échantillons prélevés au droit du sondage carotté (SC1) et à la tarière (ST1) :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau naturelle	2	NF EN ISO 17892-1
Analyse granulométrique	2	NF EN ISO 17892-4
Limites d'Atterberg	2	NF EN ISO 17892-12
Caractéristiques mécaniques	**Nombre**	**Norme**
Essai triaxial consolidé non drainé avec mesure de la pression interstitielle (CU + u)	2	NF P94-074 NF EN ISO 17892-9
Chimie	**Nombre**	**Norme**
Agressivité sol/béton	3	NF EN 206+A2/CN

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebus.

III. INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE

III.1. Synthèse des investigations - Interprétations

Cette synthèse devra être affinée par l'ingénierie géotechnique lors de l'étude géotechnique de conception en phase PROJET (G2 PRO), puis en phase d'élaboration du dossier de consultation des entreprises et assistance au contrat de travaux (G2 DCE/ACT).

III.1.1. Lithologie et caractéristiques mécaniques

La profondeur des horizons est donnée par rapport au terrain naturel (TN), tel qu'il était au moment de la reconnaissance. Les résultats sont fournis en annexe n°3.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Horizon H1 : Limon des Plateaux

Caractéristiques descriptives :
- Nature : Limon + ou – argileux marron grisâtre
- Profondeur du toit : ~ 0,00 m/TN,
- Profondeur de base : ~ 1,00 / 1,20 m/TN.

Commentaire : cet horizon a probablement été remanié lors de la construction du dépôt de munitions.

Horizon H2 : Argile à Meulière de Montmorency

On subdivisera cet horizon en deux sous-horizons distincts, compte tenu des différences de caractéristiques mécaniques.

Sous-horizon H2-A :

Caractéristiques descriptives :
- Nature : Argile jaune voire marron grisâtre
- Profondeur du toit : ~ 1,00 / 1,20 m/TN,
- Profondeur de base : ~ 4,10 m/TN.

Caractéristiques mécaniques :

- 4 essais pressiométriques :

$Pl^*_{,Min}$ (MPa)	$Pl^*_{,Max}$ (MPa)	$Pl^*_{,Moy}$ (MPa)	Ecart-type (MPa)
0,51	0,80	0,66	0,12
$Pf^*_{,Min}$ (MPa)	$Pf^*_{,Max}$ (MPa)	$Pf^*_{,Moy}$ (MPa)	Ecart-type (MPa)
0,31	0,53	0,41	0,09
$E_{M,Min}$ (MPa)	$E_{M,Max}$ (MPa)	$E_{M,Moy}$ (MPa)	-
2,70	9,00	4,33	-

Commentaire : cet horizon, de nature essentiellement argileuse, présente des caractéristiques mécaniques faibles.

Sous-horizon H2-B :

Caractéristiques descriptives :

- Nature : Argile bariolée
- Profondeur du toit : ~ 4,10 m/TN,
- Profondeur de base : ~ 8,80 / 9,10 m/TN.

Caractéristiques mécaniques :

- 7 essais pressiométriques :

$Pl^*_{,Min}$ (MPa)	$Pl^*_{,Max}$ (MPa)	$Pl^*_{,Moy}$ (MPa)	Ecart-type (MPa)
1,00	3,45	1,98	1,17
$Pf^*_{,Min}$ (MPa)	$Pf^*_{,Max}$ (MPa)	$Pf^*_{,Moy}$ (MPa)	Ecart-type (MPa)
0,62	2,06	1,22	0,71
$E_{M,Min}$ (MPa)	$E_{M,Max}$ (MPa)	$E_{M,Moy}$ (MPa)	-
9,10	37,20	19,60	-

Commentaires : cet horizon, de nature essentiellement argileuse, présente des caractéristiques mécaniques moyennes à bonnes. La forte variabilité des valeurs mécaniques mesurées peut s'expliquer par la présence de blocs de meulière au sein de cet horizon.

Horizon H3 : Sables & Grès de Fontainebleau

Caractéristiques descriptives :

- Nature : Sable supposé
- Profondeur du toit : ~ 8,80 / 9,10 m/TN,
- Profondeur de base : > 16,04 m/TN (fond du sondage SP1).

Caractéristiques mécaniques :

- 7 essais pressiométriques :

$Pl^*_{,Min}$ (MPa)	$Pl^*_{,Max}$ (MPa)	$Pl^*_{,Moy}$ (MPa)	Ecart-type (MPa)
1,59	4,88	3,41	1,06
$Pf^*_{,Min}$ (MPa)	$Pf^*_{,Max}$ (MPa)	$Pf^*_{,Moy}$ (MPa)	Ecart-type (MPa)
0,98	2,90	2,14	0,66
$E_{M,Min}$ (MPa)	$E_{M,Max}$ (MPa)	$E_{M,Moy}$ (MPa)	-
25,40	57,90	41,64	-

Commentaires : cet horizon, de nature sableuse supposée, présente de bonnes caractéristiques mécaniques. Il n'a pas été reconnu au droit des sondages SC1 et ST1, descendus à une profondeur de 5,50 et 6,00 m/TN respectivement.

L'analyse des résultats du sondage SP1 montre que cet horizon comporte une zone de faible résistance mécanique entre 12,30 et 15,50 m/TN, mise en évidence par des vitesses d'avancement plus élevées (400 voire 450 m/h environ), ainsi que des caractéristiques mécaniques plus faibles (Pl* = 1,59 MPa et E_M = 25,40 MPa, à 13,50 m/TN).

Remarques :

- Nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;
- Les moyennes calculées pour les valeurs de Pl* et de Pf* correspondent à des moyennes géométriques. Celles calculées pour les valeurs de E_M correspondent à des moyennes harmoniques.

III.1.2. Résultats des essais en laboratoire

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont insérés en annexe n°4. Les résultats des **essais d'identification des sols** sont synthétisés dans le tableau suivant :

Référence échantillon	Horizon	Lithologie	Prof. (m) échantillon	D_{MAX} (mm)	W_{NAT} (%)	W_L (%)	W_P (%)	I_P (%)	I_C	Tamisat < 63 µm	Classe G.T.R.
SC1	H2	Argile limoneuse	1,16 – 2,00	5,0	22,0	43	25	18	1,16	98,9	**F_2s**
	H2	Argile	2,10 - 3,00	20,0	20,3	53	25	28	1,10	80,6	**F_3m**

Légende :

- W_{NAT} : Teneur en eau
- W_L : Limite de liquidité
- W_P : Limite de plasticité
- I_P : Indice de plasticité
- I_C : Indice de consistance

Les sols de l'horizon H2 sont constitués de matériaux fins (classes **F_2** et **F_3** selon le **Guide des Terrassements des Remblais et des Couches de Forme – édition 2024**). Ils sont moyennement sensibles au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

A noter le caractère sec (**s**) des matériaux prélevés au droit du sondage SC1, entre 1,16 et 2,00 m/TN, et moyen (**m**) de ceux prélevés entre 2,10 et 3,00 m/TN.

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des essais triaxiaux sur matériaux non rocheux :

Référence échantillon	Horizon	Lithologie	Prof. (m) échantillon	Critère 1		Critère 2	
				φ' (°)	C' (kPa)	φ' (°)	C' (kPa)
SC1	H2	Argile limoneuse	1,16 - 2,00	29	25	29	24
	H2	Argile	2,10 – 3,00	25	24	24	30

Légende :

- φ' : Angle de frottement effectif
- C': Cohésion effective

Dans les tableaux suivants sont reportés les résultats des essais d'agressivité des sols vis-à-vis du béton :

Références	Horizon	Acidité Baumann Gully (mL/kg de sol sec)	SO_4^{2-} (mg/kg)
ST1 (0,00-1,00 m)	H1	2	< 600
ST1 (1,00-2,00 m)	H2	3	4 980
ST1 (2,00-3,00 m)	H2	< 0,1	< 600

Les échantillons de sol prélevés au sein du sondage ST1, entre 0,00 et 1,00 m/TN puis entre 2,00 et 3,00 m/TN, présentent une classe d'environnement inférieure à XA1, correspondant à une faible agressivité chimique.

Ceux prélevés entre 1,00 et 2,00 m/TN présentent une classe d'environnement XA2, correspondant à une agressivité chimique modérée.

Classes d'environnement	XA1	XA2	XA3
Agents agressifs			
SO_4^{2-} (mg/kg)	≥ 2000 et ≤ 3000*	> 3000* et ≤12000	> 12000 et ≤ 24000
Acidité Baumann Gully (ml/kg de sol sec)	> 200	N'est pas rencontré dans la pratique	

* : la limite doit être ramenée de 3000 mg/kg à 2000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton due à l'alternance de périodes sèches et de périodes humides, ou par remontée capillaire.

Cas des sols naturels

III.2. Niveaux d'eau

Lors des investigations menées du 23 au 25 avril 2025, aucune venue d'eau n'a été relevée au droit des sondages, descendus à une profondeur maximale de 16,00 m environ.

Toutefois, l'étude référencée E22-4927, réalisée en Septembre 2022 par SOLPROJET dans le cadre du projet de construction de la rampe d'accès existante, a permis d'identifier divers niveaux d'eau via la mise en place de trois piézomètres. Ainsi, des niveaux d'eau compris entre 8,70 et 9,10 m/TN ont été mesurés le 06/09/2022 au droit du site d'étude, au sein de l'Argile à Meulière de Montmorency.

Ces informations ne sont valables que pour ces dates. En effet, le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Par ailleurs, il peut exister des circulations d'eau anarchiques et ponctuelles qui n'ont pas été détectées lors des investigations.

III.3. Modèle géotechnique retenu

Les caractéristiques géomécaniques retenues sont les suivantes :

(Sous-) Horizon	Formation	Prof. de la base (*m/TN*)	Valeurs mécaniques		Coefficient rhéologique α
			Pl* (*MPa*)	E_M (*MPa*)	
H1	Limons des Plateaux	-1,2	-	-	-
H2-A	Argile à Meulière de Montmorency	-4,1	0,5	4,0	1/2
H2-B		-9,1	1,2	15,0	2/3
H3	Sables & Grès de Fontainebleau	> 16,0	2,8	40,0	1/2

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

IV. ETUDE DES OUVRAGES

IV.1. Analyse du contexte

IV.1.1. Rappel du projet

Dans le cadre de la mise en conformité des infrastructures de stockage des munitions, le projet prévoit la création d'une rampe d'accès au bâtiment n°11, parallèle à celle créée auparavant sur le site. Le bâtiment concerné est enterré, avec un niveau bas situé vers 2,50 m/TN. Il est fondé par radier général nervuré en béton armé, d'une épaisseur de 30 cm en partie centrale et de 80 cm sous les murs périmétriques. L'assise du radier se situe donc vers 2,80 m/TN au centre et 3,30 m/TN en périphérie.

Les ouvrages géotechniques et travaux nécessaires à la construction du projet sont les suivants :

- préparation du terrain, terrassements (déblais),
- soutènements,
- fondations et niveau bas.

IV.1.2. Contexte géologique

Les investigations réalisées ont permis d'identifier trois principales unités stratigraphiques au droit du projet :

- Les **Limons des Plateaux (H1)** de nature limono-argileuse, jusqu'à -1,00 / -1,20 m/TN ;
- L'**Argile à Meulière de Montmorency (H2)** de nature essentiellement argileuse, jusqu'à -8,80 / -9,10 m/TN ;
- Les **Sables & Grès de Fontainebleau (H3)** de nature sableuse supposée, jusqu'à -16,04 m/TN (fond du sondage SP1).

IV.1.3. Contexte géotechnique

Les investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

- Un horizon (H1) de nature limono-argileuse, assimilable aux Limons des Plateaux, reconnu jusqu'à -1,00 / -1,20 m/TN ;
- Un sous-horizon (H2-A) de nature essentiellement argileuse, assimilable à l'Argile à Meulière de Montmorency, de caractéristiques mécaniques faibles et reconnu jusqu'à -4,10 m/TN ;
- Un sous-horizon (H2-B) de nature essentiellement argileuse, assimilable à l'Argile à Meulière de Montmorency, de caractéristiques mécaniques moyennes à bonnes et reconnu jusqu'à -8,80 / -9,10 m/TN ;
- Un horizon (H3) de nature sableuse supposée, assimilable aux Sables & Grès de Fontainebleau, de bonnes caractéristiques mécaniques et reconnu jusqu'à -16,04 m/TN (fond du sondage SP1).

A noter que l'horizon H3 n'a pas été reconnu au droit des sondages SC1 et ST1, descendus à une profondeur de 5,50 et 6,00 m/TN respectivement.

Nous rappelons que le BRGM place le site d'étude en zone d'aléa a priori faible à fort vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

Les sols de l'horizon H2 sont constitués de matériaux fins (classes **F_2** et **F_3**). Ils sont moyennement sensibles au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

A noter le caractère sec (**s**) des matériaux prélevés au droit du sondage SC1, entre 1,16 et 2,00 m/TN, et moyen (**m**) de ceux prélevés entre 2,10 et 3,00 m/TN.

IV.1.4. Contexte hydrogéologique

Nous rappelons que le BRGM place le site d'étude hors zone de débordement de nappe et/ou d'inondation de cave.

Lors des investigations menées du 23 au 25 avril 2025, aucune venue d'eau n'a été relevée au droit des sondages, descendus à une profondeur maximale de 16,00 m environ.

Toutefois, l'étude référencée E22-4927, réalisée en Septembre 2022 par SOLPROJET dans le cadre du projet de construction de la rampe d'accès existante, a permis d'identifier divers niveaux d'eau via la mise en place de trois piézomètres. Ainsi, des niveaux d'eau compris entre 8,70 et 9,10 m/TN ont été mesurés le 06/09/2022 au droit du site d'étude, au sein de l'Argile à Meulière de Montmorency.

Ces informations ne sont valables que pour ces dates. En effet, le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Par ailleurs, il peut exister des circulations d'eau anarchiques et ponctuelles qui n'ont pas été détectées lors des investigations.

Remarque : Nous rappelons que toute modification du projet peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées. La mission géotechnique en phase Projet (G2 PRO) sera alors cruciale et devra, en particulier, étudier la nouvelle configuration.

IV.2. Terrassements généraux

IV.2.1. Traficabilité en phase chantier

La nature des matériaux issus de l'horizon H2 ainsi que les résultats des essais en laboratoire réalisés sur ces derniers permettent de classer ces sols en classes GTR **F_2** et **F_3**.

Les sols de classe **F_2** sont sensibles à l'eau. Leur consistance peut changer brutalement pour de faibles variations de teneur en eau et le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique peut varier assez largement selon la granulométrie, la plasticité et la compacité.

Les sols de classe **F_3** sont très cohérents à teneurs en eau moyenne et faible, collants ou glissants à l'état humide, d'où la difficulté de mise en œuvre sur chantier. Leur perméabilité très réduite rend leurs variations de teneur en eau très lentes, en place.

En fonction des conditions rencontrées au moment des travaux, l'état hydrique des sols est susceptible de varier sensiblement. Les conditions d'utilisation de ces matériaux peuvent, par conséquent, évoluer fortement.

Au regard de ce qui précède et par précaution, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables, sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiter la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

IV.2.2. Terrassabilité des matériaux

Les terrassements concerneront les Limons des Plateaux (H1) et l'Argile à Meulière de Montmorency (H2).

Ces terrains ne devraient, en principe, pas présenter de difficultés particulières d'extraction. Les terrassements pourront donc, a priori, se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

Toutefois, il n'est pas exclu de rencontrer des blocs de meulière en phase travaux, notamment au sein de l'Argile à Meulière de Montmorency (H2). Cela nécessitera dès lors l'emploi d'engins ou d'outils adaptés tels qu'éclateur, BRH, dérocteur, etc…

IV.2.3. Drainage de la plateforme en phase chantier

Suite aux observations faites au cours des différentes campagnes d'investigations, le terrain devrait en principe être sec. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement en cours de terrassement. Dans ce cas, elles seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

La présence de venues d'eau à faible profondeur nécessiterait de procéder à un drainage dès le démarrage du chantier (rigoles, épis, épuisement périphérique, etc…).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment (notamment merlon ou fossé périphérique pour protéger le chantier des eaux extérieures).

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique, si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

IV.2.4. Talus

Hors mitoyenneté et si les contraintes du site le permettent, les talus **provisoires** des fouilles pourront être dressés avec une pente de 3 de base pour 2 de hauteur, à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire.

A noter que des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par, à titre d'exemple, des feuilles de polyane soigneusement fixées, des cunettes étanches en tête de talus.

IV.2.5. Soutènements

En cas d'instabilité des parois des fouilles et/ou d'exiguïté du site, il sera nécessaire de prévoir l'exécution de soutènements.

Les solutions envisageables pourront être de type :

- voiles par passes,
- tranchée blindée.

Ces ouvrages pourront être calculés en adoptant les hypothèses de sol issues des essais réalisés spécifiquement. Le tableau suivant présente les valeurs retenues, sur la base des essais réalisés dans le cadre du projet, ainsi que celles issues de la bibliographie.

Horizon	γ (kN/m^3)	φ' (°)	C' (kPa)
H1 Limons des Plateaux	18*	25*	5*
H2 Argile à Meulière de Montmorency	19*	30	10

(*) : données issues de la bibliographie

Avec :

- γ : Poids volumique
- φ' : Angle de frottement
- C' : Cohésion

Ces valeurs devront impérativement être confirmées dans les phases d'études ultérieures du projet (phase G2 PRO).

IV.3. Fondations

Le projet prévoit la mise en place de murs de part et d'autre de la rampe d'accès à créer. Le niveau bas se situera vers -2,50 m/TN et le fond de fouille vers -3,30 m/TN, ce dernier correspondant à la profondeur d'encastrement des fondations. Compte-tenu des éléments précédents, une solution de fondations superficielles de type semelle filante est envisageable. Elles seront ancrées au sein de l'horizon H2-A. Leur niveau d'assise se situera vers -3,30 m/TN.

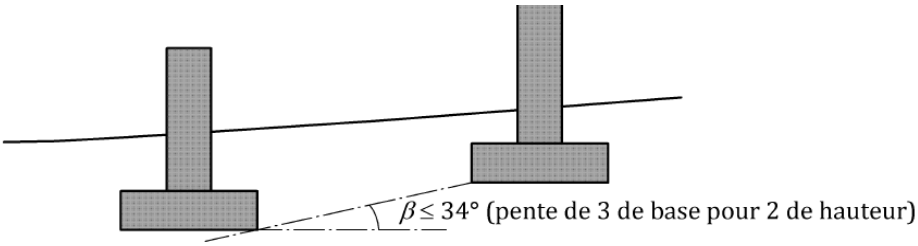
Par ailleurs, une éventuelle solution de fondation superficielle par radier général sera également étudiée.

IV.3.1. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées

IV.3.1.1. Prescriptions générales

Comme critères définissant le niveau d'assise, on retiendra, parmi les suivants le plus restrictif :

- ancrage minimal de 0,30 m dans l'horizon porteur (H2-A),
- respect de la garde au gel fixée ici à 0,60 m,
- respect de la norme NF P94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus.



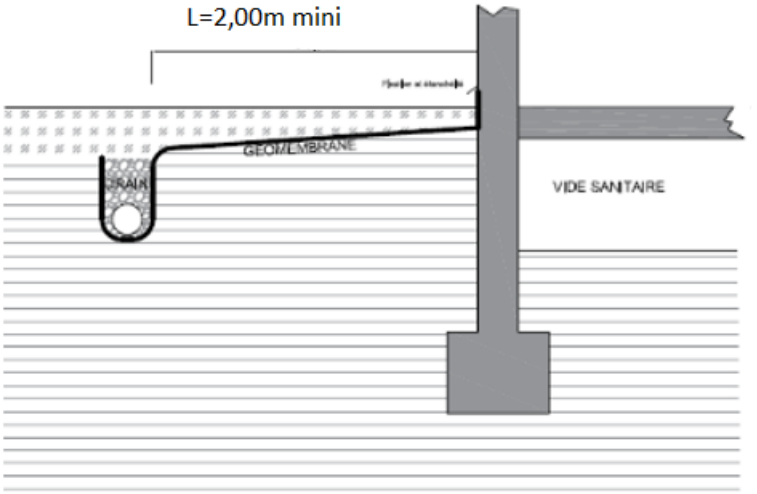
Il conviendra de retenir les dispositions suivantes, compte-tenu de la présence de sols moyennement sensibles au retrait-gonflement :

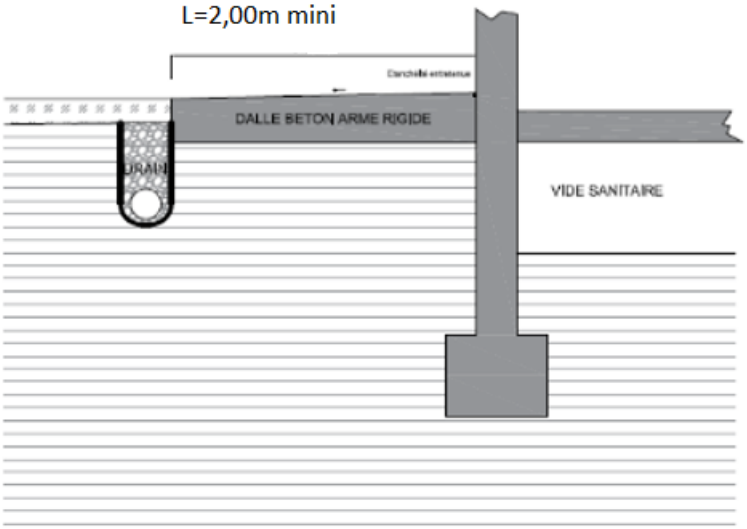
- Les fondations superficielles seront descendues à une profondeur minimale de 1,50 m par rapport au terrain fini extérieur (et 1,20 m minimum par rapport à un niveau du sol dans un vide sanitaire mitoyen à la fondation). La profondeur de la dessiccation est une donnée très approximative au stade actuel des connaissances scientifiques. De ce fait, l'encastrement demandé des fondations doit impérativement être respecté, ainsi que le chaînage ;
- Les fondations seront coulées à pleine fouille sur toute la hauteur afin de garder le sol d'assise à l'abri des variations hydriques. Les longrines seront disposées sans contact avec le sol en place pour être protégées vis-à-vis du gonflement du terrain ;
- Il sera mis en œuvre une protection périphérique, d'au moins 2,00 m de largeur, avec une pente vers l'extérieur, de sorte à récupérer et évacuer les eaux par un drain en extrémité de protection.

Cette protection pourra être une géomembrane étanche située à environ 10 cm de profondeur au droit du voile et descendant selon une pente régulière jusqu'au drain. Cette géomembrane sera recouverte de terre sur toute sa surface.

Cette protection pourra aussi être un trottoir en béton. Dans ce cas, il devra être suffisamment ferraillé de sorte à éviter toute fissuration due au tassement différentiel, lié aux sols décomprimés en surface (fonctionnement comme un bloc rigide).

On veillera à l'étanchéité de la liaison protection périphérique / voile du mur, pour éviter toute infiltration au niveau des fondations ;





- Les arbres seront éloignés des fondations, à une distance qui dépend de la nature de l'arbre et de son réseau racinaire. Ils pourraient nécessiter la mise en place d'un écran pour protéger les fondations des racines ;
- Respecter une distance minimale de 1,5 fois la hauteur adulte de l'arbre entre l'ouvrage et l'arbre ;

- On procédera à la rigidification de l'infrastructure du niveau bas, la rigidité maximale dans le sens de la plus grande portée ;
- Il conviendra d'étudier la compatibilité de coexistence entre la structure existante et la structure projetée ;
- On envisagera un vide sanitaire pour éviter de générer des efforts sur le niveau bas ;
- Proscrire toute infiltration d'eau et tout pompage à proximité de la construction ;
- La structure sera rigidifiée (fondations, soubassement, plancher, chainages horizontaux et chainages verticaux) de sorte que l'ouvrage réagisse comme un bloc.

La définition exacte des dispositions à prendre en compte ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO).

Il appartient au BET structure de prendre en compte les tassements différentiels et de concevoir une éventuelle rigidification de l'ouvrage.

IV.3.1.2. Ebauche dimensionnelle des fondations

Le prédimensionnement aux ELS et ELU des fondations est mené à partir des résultats pressiométriques, conformément à la norme NF P94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles).

Capacité portante :

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain V_d est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \qquad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \qquad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

- R_0 la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé,
- $R_{v;d}$ la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;v}$ un facteur partiel à considérer, égal à 2,30 à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et 1,40 à l'ELU pour les situations durables et transitoires,
- $R_{v;k}$ la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- A' la surface effective de la base d'une fondation superficielle,
- q_{net} la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d;v}$ le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte q_{net} (1,20 pour la méthode pressiométrique).

Calcul de q_{net}, contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :

La contrainte q_{net} du terrain sous une fondation est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = k_p p^*_{le} i_\delta i_\beta$$

Avec :

- k_p le facteur de portance pressiométrique qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement relatif et de la nature du sol,
- p_{le}* la pression limite nette équivalente,
- i_δ le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (on considère ici une charge verticale centrée, soit i_δ = 1,00),
- i_β le coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β (pour une fondation éloignée d'un talus, i_β = 1,00).

Ainsi, pour une semelle ancrée selon les prescriptions données plus haut et de 1,00 m de largeur au maximum, en tablant sur p_{le}^* = 0,50 MPa et k_p = 0,80, il vient :

q_{net} = 0,40 MPa, soit 400 kPa.

Il vient les contraintes maximales suivantes :

- à l'ELU, pour les situations durables et transitoires, une contrainte de 238 kPa ou 238 kN/m²,
- à l'ELS quasi-permanent et caractéristique, une contrainte de 144 kPa ou 144 kN/m².

Estimations des tassements :

Exemple de dimensionnement de fondation (Semelle filante)		$R_{v;d}$ (kN/ml) à l'ELS	Tassements sous $R_{v;d}$ (en cm)
Fondations	**Largeur B (en m)**		
SF 0,5	0,50	**72**	**< 1**
SF 0,6	0,60	**86**	**< 1**
SF 0,7	0,70	**100**	**< 1**

Les tassements ont été calculés selon les recommandations de l'annexe H de la norme NF P94-261, pour des charges verticales centrées et pour des sollicitations et dimensions de semelles précises.

On rappelle que les tassements sont dimensionnants pour les ouvrages. Ainsi, en fonction de l'admissibilité des tassements, une limitation de charge pourra s'appliquer.

Limites du pré-dimensionnement :

Dans le cas où les charges seraient inclinées, par exemple pour des semelles excentrées en limite de propriété, il conviendra d'appliquer les coefficients minorateurs i_δ et i_β (cf. les recommandations de l'annexe D de la norme NF P94-261).

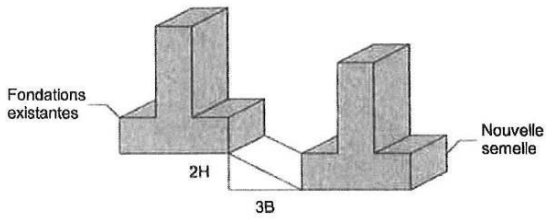
IV.3.1.3. Dispositions constructives

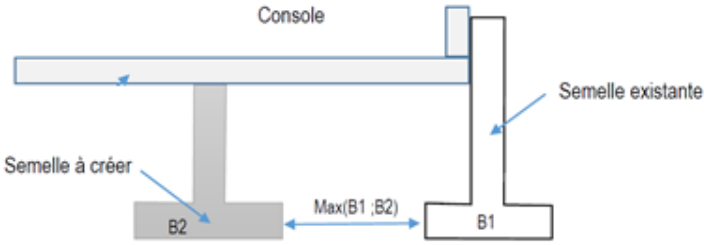
Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0,50 m pour des semelles continues, pour des raisons de bonne exécution (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards) ;
- il appartient au BET structure de vérifier que les tassements déterminés précédemment sont acceptables par l'ouvrage et les avoisinants ;
- le niveau bas sera rigidifié au maximum pour limiter l'effet des tassements différentiels ;
- en cas de deux ouvrages ou de deux parties d'un même ouvrage fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire.

Par ailleurs, des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (NF P94-261 et NF DTU 13.1), à moins de dispositions particulières spécifiques (3 de base pour 1 de hauteur en zone sismique).

De même, deux fondations encastrées à la même profondeur doivent respecter une distance minimale.





Les fondations pourront éventuellement être rapprochées si et seulement si l'une des deux configurations suivantes est respectée :

- Fondations ponctuelles réalisées le long de semelles filantes ;
- Semelles filantes perpendiculaires aux fondations existantes.

Dans tous les cas, il conviendra de prévoir des blindages adéquats et de tenir compte de l'éventuel débord des fondations existantes (non reconnues dans le cadre de la présente étude).

Sur une plateforme pré-terrassée ou reconstituée, les fondations doivent impérativement être coulées à pleine fouille, et non coffrées, à moins qu'il s'agisse de graviers insensibles aux intempéries et à la décompression.

Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

Dans le cas de la création d'un mur adossé à l'ouvrage existant, il est recommandé de désolidariser le mur de l'existant par la mise en œuvre d'un joint de construction.

La justification du dimensionnement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans le cadre d'une étude de projet géotechnique (G2 PRO).

IV.3.2. Fondations superficielles par radier général

IV.3.2.1. Prescriptions générales

Remarques préliminaires : **les essais en laboratoire réalisés sur des échantillons issus de l'horizon H2 attestent de la présence de matériaux moyennement sensibles au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux au droit du site. Ainsi, les préconisations qui suivent sont fournies afin de limiter au maximum les risques, mais ne pourront, en aucun cas, garantir l'absence totale de tassements sous le radier à long terme.**

Le radier devra être assis au sein de l'horizon H2-A (argile), par l'intermédiaire d'une couche de forme granulaire insensible à l'eau, d'une épaisseur minimale de 40 cm. Tout remblai comportant des éléments anthropiques devra être purgé.

Dans tous les cas, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors gel et hors dessication des fondations, soit une profondeur minimale de 1,50 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries. Cette condition pourra être respectée par la réalisation d'une bèche périmétrique.

IV.3.2.2. Taux de travail envisageable

Compte-tenu des valeurs pressiométriques mesurées au sein des horizons superficiels et, notamment, de l'horizon H2-A, la contrainte de service **maximale** est estimée à 144 kPa environ à l'ELS, 238 kPa environ à l'ELU.

IV.3.2.3. Hypothèses de calcul retenues au stade Avant-Projet

Le modèle géologique et les caractéristiques retenues sont présentés dans le tableau ci-dessous :

(Sous-) Horizon	Formation	E_M (MPa)	α	Module de sol Es (MPa)
H2-A	Argile à Meulière de Montmorency	4,0	1/2	8,0
H2-B		15,0	2/3	22,5
H3	Sables & Grès de Fontainebleau	40,0	1/2	80,0

IV.3.2.4. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure, mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- Il est impératif de récupérer les eaux météoriques et les éloigner des sols de fondation par un réseau d'évacuation spécifique ;
- Les points durs (anciennes maçonneries, blocs indurés, etc…) seront, selon le cas (visite de chantier par un géotechnicien nécessaire), éliminés, pontés ou décaissés, de façon à permettre une intercalation de matelas sableux mono-granulaire d'au moins 40 cm d'épaisseur, entre la sous-face du radier et le point dur.

Il conviendra de retenir les dispositions suivantes, compte-tenu de la présence de sols sensibles au retrait-gonflement :

- Il est recommandé de mettre en place une bèche périmétrique, d'une profondeur minimale de 1,50 m et coulée à pleine fouille, afin de limiter un éventuel glissement horizontal du radier et de respecter la garde au gel ;
- Il sera mis en œuvre une protection périphérique, d'au moins 2,00 m de largeur, avec une pente vers l'extérieur, de telle sorte à récupérer et évacuer les eaux par un drain, en extrémité de protection. Cette protection pourra être une géomembrane étanche, située à environ 10 cm de profondeur, et descendant selon une pente régulière jusqu'au drain. Cette géomembrane sera recouverte de terre sur toute sa surface. On veillera à l'étanchéité de la liaison protection périphérique / radier, pour éviter toute infiltration au niveau de ce dernier ;
- Les arbres seront éloignés des fondations, à une distance qui dépend de la nature de l'arbre et de son réseau racinaire. Ils pourraient nécessiter la mise en place d'un écran, pour protéger les fondations des racines ;
- Respecter une distance minimale de 1,5 fois la hauteur adulte de l'arbre, entre l'ouvrage et l'arbre ;
- On procédera à la rigidification de l'infrastructure du niveau bas, la rigidité maximale dans le sens de la plus grande portée ;
- Proscrire toute infiltration d'eau et tout pompage à proximité de la construction.

La définition exacte des dispositions à prendre en compte ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire, dans le cadre d'une étude en phase Projet (G2 PRO).

Il appartient au BET structure de prendre en compte les tassements différentiels et de concevoir une éventuelle rigidification du radier.

IV.4. Niveau bas

La présence de terrains moyennement sensibles au phénomène de retrait-gonflement en fond de fouille ne permet pas la réalisation d'un dallage sur terre-plein. Le niveau bas de la construction devra être traité en plancher porté sur vide sanitaire.

Une autre solution consisterait en la mise en œuvre d'un dallage sur terre-plein, avec apport de remblai technique sous le dallage. Ce remblai sera constitué de matériaux insensibles à l'eau et soigneusement mis en place.

V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve de nos conditions générales et des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P94-500 de novembre 2013 (extrait en annexe).

Ginger CEBTP se tient à disposition pour la réalisation des missions géotechniques suivantes.

Conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, il est nécessaire d'enchaîner les études d'ingénierie géotechniques avec les phases suivantes :

- Etude géotechnique de conception phase PROJET (G2 PRO),
- Etude géotechnique de conception phase DCE/ACT (G2 DCE / ACT),
- Puis, après attribution du marché de travaux, les études géotechniques de réalisation G3 et G4.

Enfin, Ginger CEBTP peut également assurer la maîtrise d'œuvre des ouvrages géotechniques.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Schéma d'enchainement des missions types d'ingénierie géotechnique
- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

Afnor, Normes en ligne pour: GINGER CEBTP le 20/11/2013 à 10:53

4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Afnor, Normes en ligne pour: GINGER CEBTP le 20/11/2013 à 10:53

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

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

Phase Projet (PRO)

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

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).

— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Afnor, Normes en ligne pour: GINGER CEBTP le 20/11/2013 à 10:53

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.

— Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

— Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

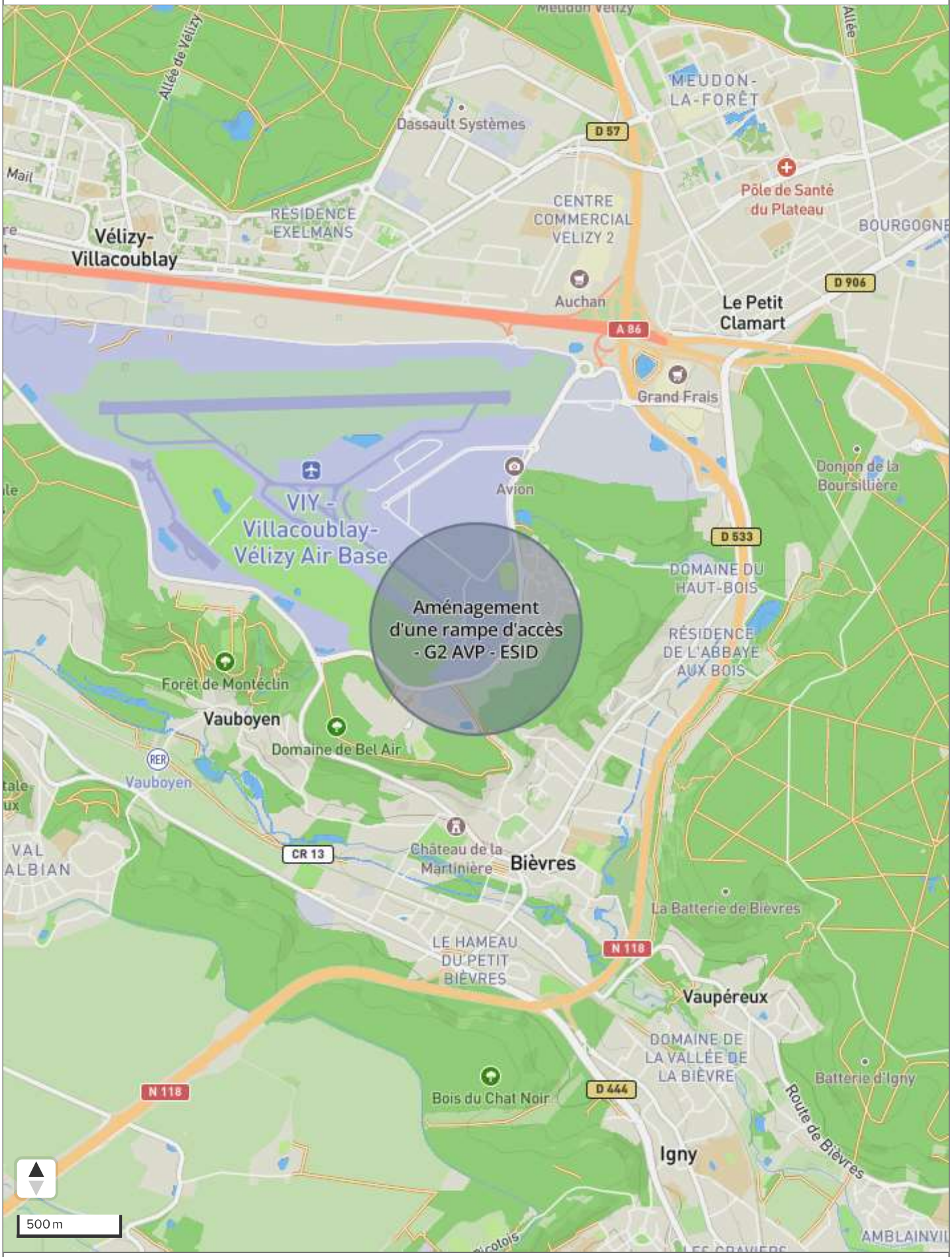
— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

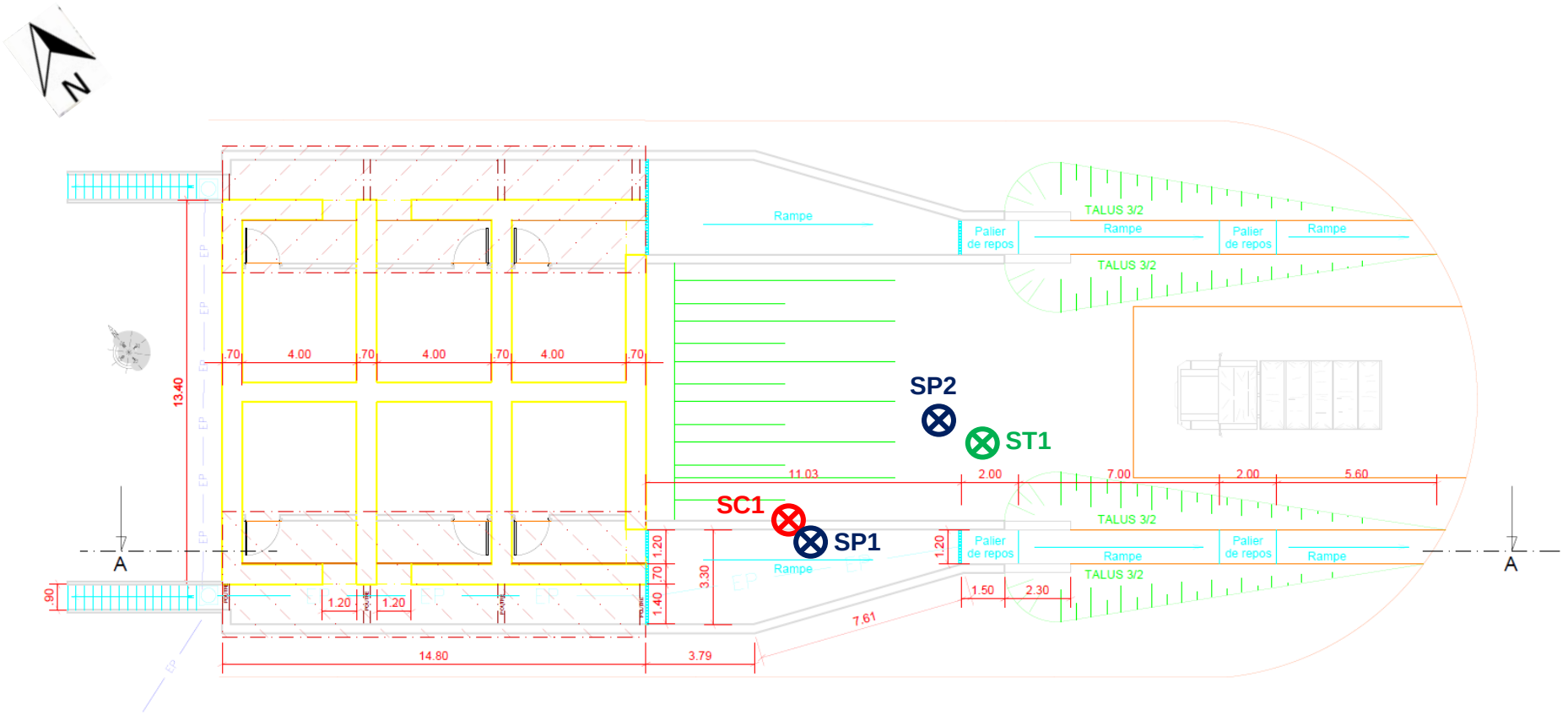
— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 – IMPLANTATION DES SONDAGES

- Plan d'implantation
- Photo implantation du 16 avril 2025

PLAN DE LOCALISATION

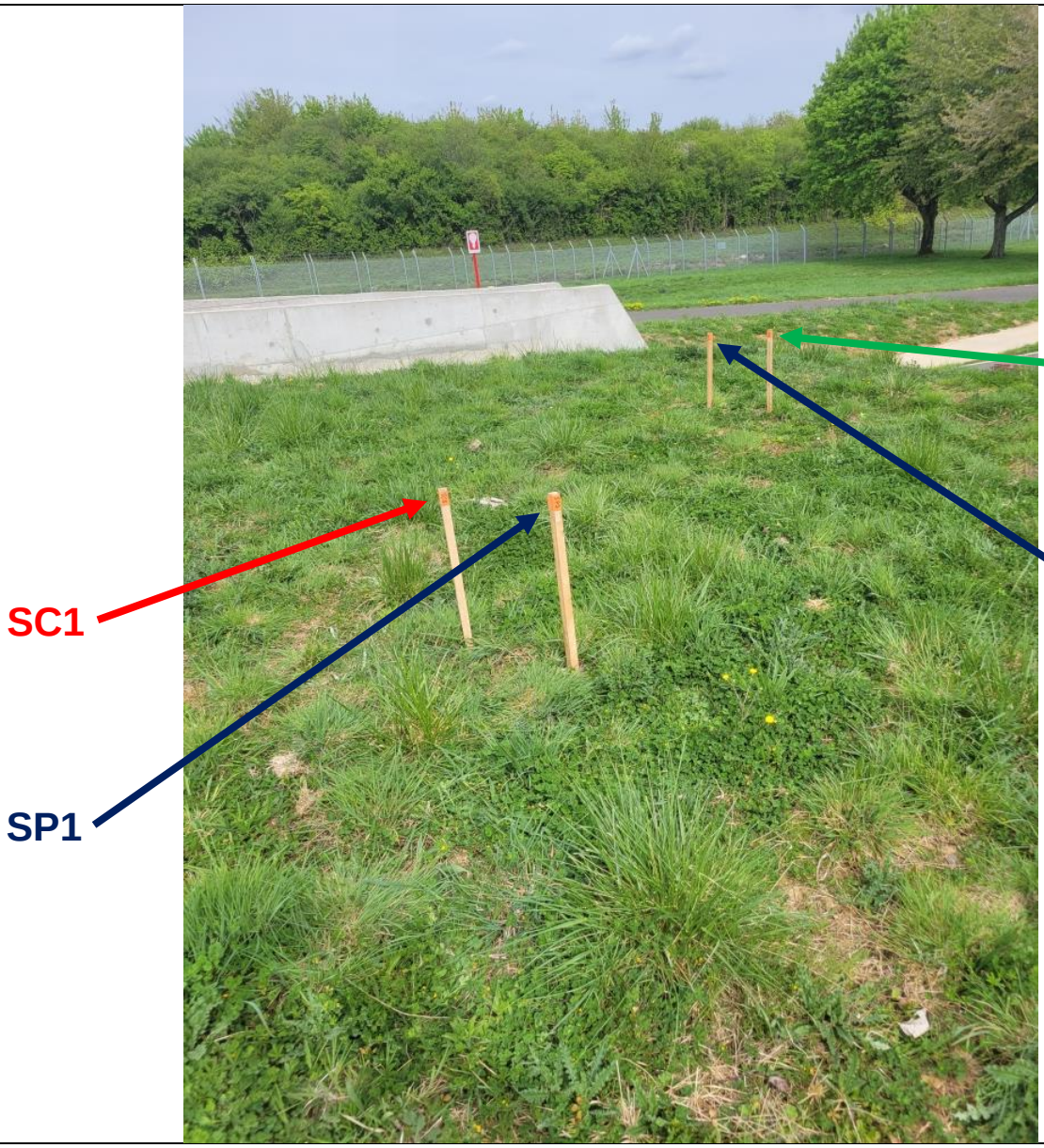




Légende :

- **Sondage carotté**
- **Sondage tarière**
- **Sondage pressiométrique**

Photographie des implantations du 16 avril 2025



ANNEXE 3 – INVESTIGATIONS IN SITU

- Sondage carotté (SC1)
- Sondage à la tarière (ST1)
- Sondages pressiométriques (SP1 à 2)
- Coupe BSS (2019)

GINGER CEBTP

Aménagement d'une rampe d'accès - G2 AVP - ESID

BGE6.P.2005

Client: ESID

SC1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
2,212668339	48,764731696	WGS 84			Non renseigné
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Azimut**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**
Non renseigné	5,5 m	-	-	Non renseigné	Non renseigné

Début	Fin	Machine	Opérateur
23/04/2025	23/04/2025	M394	–

Prof.	Stratigraphie	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Taux de récupération
0	H1 : Limon des Plateaux		Limon marron grisâtre avec nombreux cailloutis et cailloux 0,08 m	Carottier Ø 114 mm	Caisse	92,0 %
			Limon légèrement argileux marron grisâtre avec quelques cailloutis et rares cailloux 1 m		1 m	1 m
1			Limon légèrement argileux marron grisâtre 1,16 m		EI	100,0 %
1,16 m			Argile limoneuse marron grisâtre voire jaune 2,1 m		2 m	2 m
2	H2 : Argile à Meulière de Montmorency		Argile marron grisâtre voire jaune avec cailloutis et cailloux 3 m		EI 3 m	100,0 %
3			Argile jaune avec quelques cailloutis 4 m		Caisse	90,0 %
4			Argile bariolée avec quelques cailloutis 4,57 m			90,0 %
			Argile bariolée avec nombreux cailloutis, cailloux et rares blocs de meulière 4,92 m			5 m
			Argile bariolée 5 m			
5			Argile bariolée avec nombreux cailloutis, cailloux et quelques blocs de meulière 5,36 m			
5,5 m			Argile bariolée 5,44 m	5,5 m	5,5 m	50,0 %
			Blocs de meulière à matrice argileuse bariolée 5,5 m			6 m
6						

Commentaires Niveau d'eau : néant / Refus à 5,50 m/TN

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC1	-0,0 m	5,5 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

0,0 m



SC1 (0,00-1,00 & 3,00-4,00 m)

4,0 m

1,0 m



SC1 (1,00-2,00 m)

2,0 m



SC1 (2,00-3,00 m)

3,0 m

Sondage	Élévation	Prof. atteinte
SC1	-0,0 m	5,5 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

4,0 m



SC1 (4,00-5,50 m)

5,5 m

GINGER CEBTP

Aménagement d'une rampe d'accès - G2 AVP - ESID

BGE6.P.2005

Client: ESID

ST1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
2,212750786	48,764713581	WGS 84			Non renseigné
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Azimut**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**
Non renseigné	6,0 m	-	-	Non renseigné	Non renseigné

Début	Fin	Machine	Opérateur
23/04/2025	23/04/2025	M394	–

Prof.	Stratigraphie	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons
0	H1 : Limon des Plateaux		Limon marron grisâtre avec quelques cailloutis et cailloux	Tarière Ø 89 mm	Sac
1 m					1 m
1	H2 : Argile à Meulière de Montmorency		Limon + ou - argileux marron grisâtre avec quelques cailloutis et rares cailloux		Sac
2 m					2 m
2			Argile + ou - limoneuse marron grisâtre voire jaune avec quelques cailloutis		Sac
3 m					3 m
3			Argile jaune avec rares cailloutis		Sac
4 m					4 m
4			Argile bariolée avec quelques cailloutis		Sac
5 m					5 m
5			Argile bariolée avec nombreux cailloutis et rares cailloux		Sac
6 m			6 m	6 m	6 m
6					

Commentaires Niveau d'eau : néant

GINGER CEBTP

Aménagement d'une rampe d'accès - G2 AVP - ESID

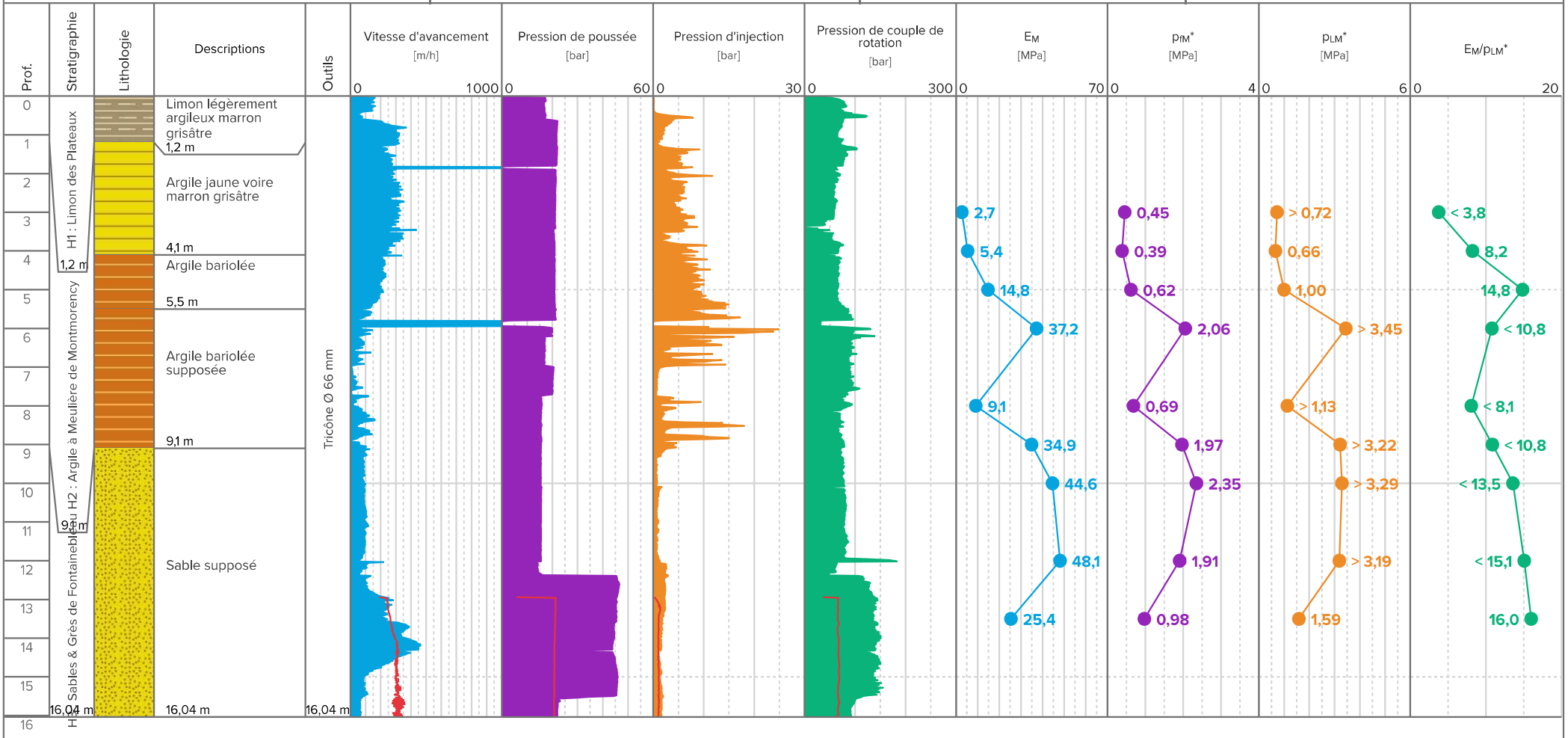
BGE6.P.2005

Client: ESID

SP1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
2,212669785	48,764717395	WGS 84		
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
Non renseigné	Non renseigné	-	-	16,04 m

Début	Fin	Machine	Opérateur
23/04/2025	24/04/2025	M394	–



Commentaires Niveau d'eau : néant

GINGER CEBTP

Aménagement d'une rampe d'accès - G2 AVP - ESID

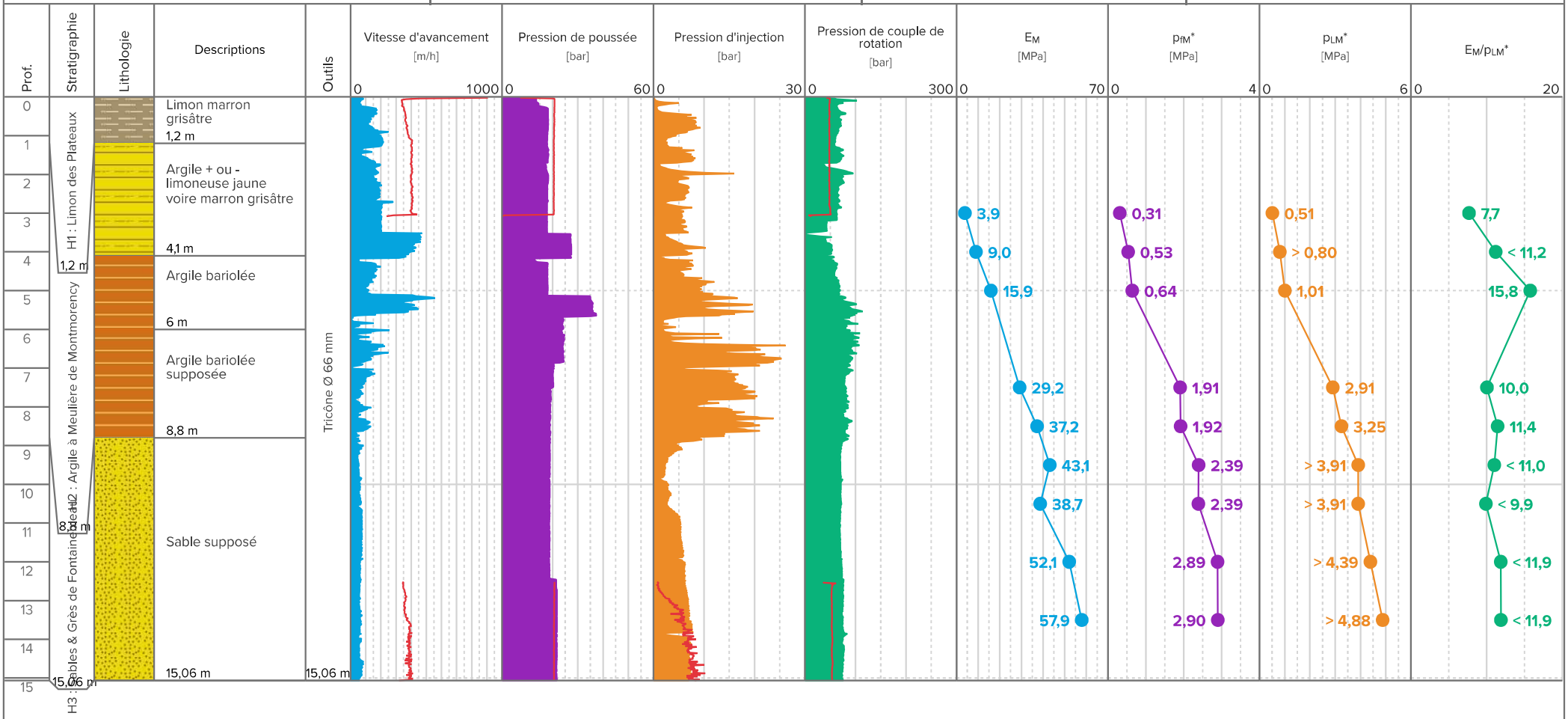
BGE6.P.2005

Client: ESID

SP2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
2,212737768	48,764733603	WGS 84		
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
Non renseigné	Non renseigné	-	-	15,06 m

Début	Fin	Machine	Opérateur
24/04/2025	25/04/2025	M394	–



Commentaires	Niveau d'eau : néant

Dossier du sous-sol

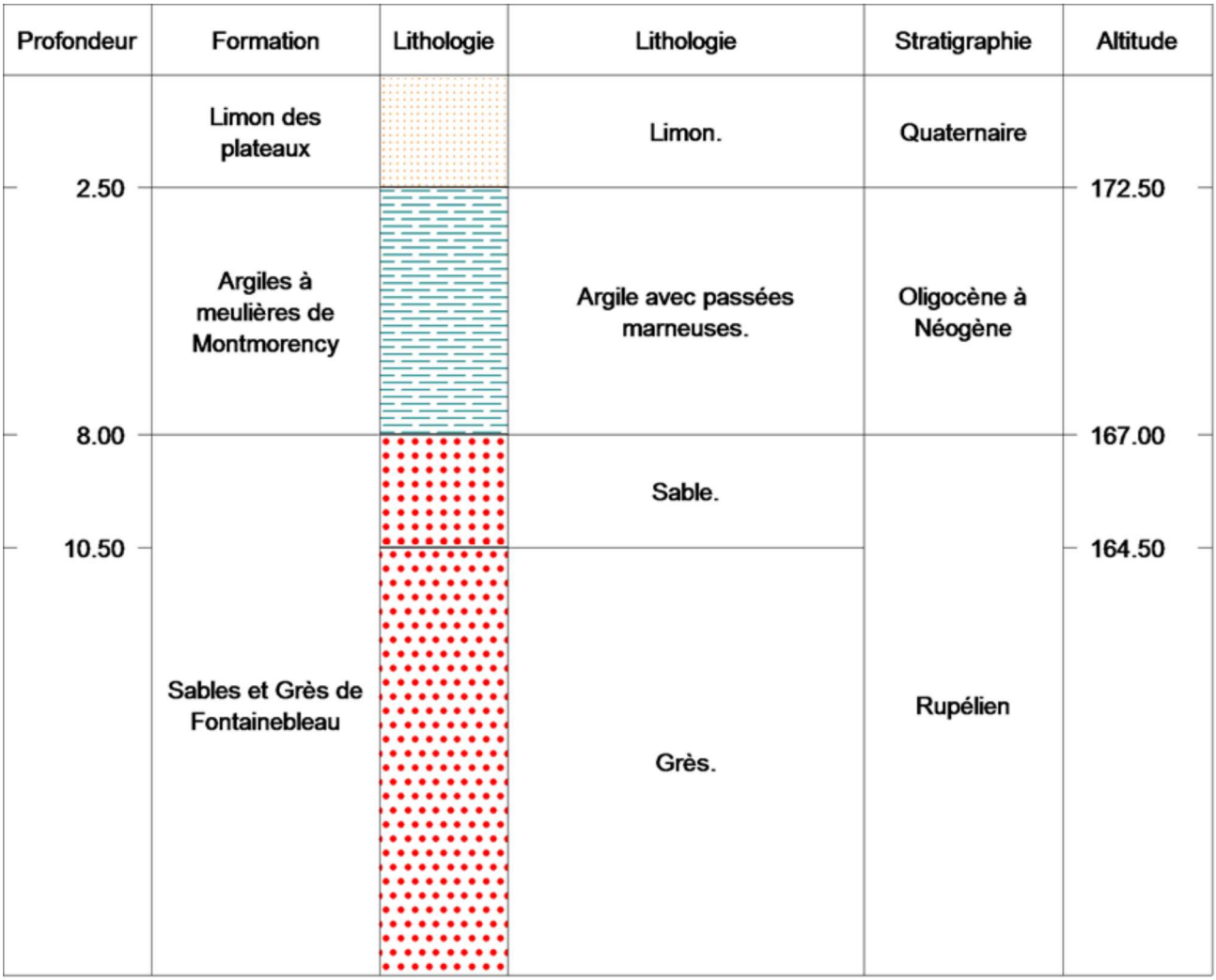
BSS000RKKW

02191X0097/SEAPZ4

Log validé

Profondeur

De 0.0 à 20 m Rafraîchir



Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
	Limon des plateaux		Limon.	Quaternaire	
2.50					172.50
	Argiles à meulières de Montmorency		Argile avec passées marneuses.	Oligocène à Néogène	
8.00					167.00
			Sable.		
10.50					164.50
	Sables et Grès de Fontainebleau		Grès.	Rupélien	

ANNEXE 4 – PROCES-VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

GINGER CEBTP

ZAC de la Clef Saint-Pierre
12 avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier : **BGE6.P2005.0001**
Désignation : AMÉNAGEMENT D'UNE RAMPE D'ACCÈS
Localité : VELIZY VILLACOUBLAY
Chargé d'affaire : Alexis MALEY

Client / MO : ETS DU SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DEFENSE
Demandeur / MOE : ETS DU SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DEFENSE

Informations sur l'échantillon **N° 25ELAN-0677**

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Prélevé par : GINGER CEBTP
Date prélèvement : 23/04/25
Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC
Date de livraison : 28/04/25
Description : Argile limoneuse marron grisâtre voire jaune

Sondage : SC1
Profondeur : 1.16/2.00 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	5 / 5	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	99.9	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	99.0	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	98.9	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12	43	%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12	25	%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P	18	
VBS	NF EN 17542-3		g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	22.0	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(WL - Wn) / IP	1.16	
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Ic (corrigé de <0.4 mm)

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

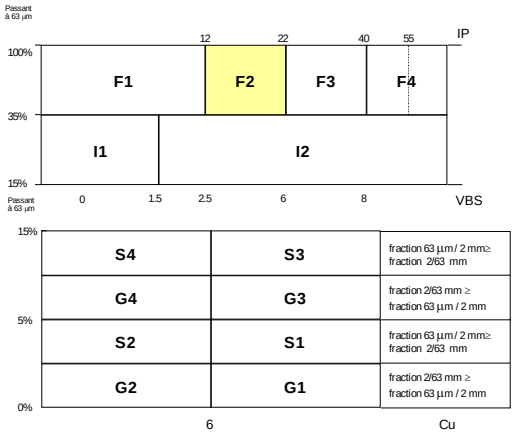
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2: F2s

Equivalence Classification NF P 11 300:

SOLS

Dmax ≤ 63 mm



SOLS Dmax > 63 mm

VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux

Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Chef(fe) de Service Laboratoire

TIPHAINE LE SOURD

GINGER CEBTP

ZAC de la Clef Saint-Pierre
12 avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier : **BGE6.P2005.0001**
Désignation : AMÉNAGEMENT D'UNE RAMPE D'ACCÈS
Localité : VELIZY VILLACOUBLAY
Chargé d'affaire : Alexis MALEY

Client / MO : ETS DU SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DEFENSE
Demandeur / MOE : ETS DU SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DEFENSE

Informations sur l'échantillon **N° 25ELAN-0678**

Mode de prélévement : Sondage carotté
Prélevé par : GINGER CEBTP
Date prélévement : 23/04/25
Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC
Date de livraison : 28/04/25
Description : Argile marron grisâtre voire jaune

Sondage : SC1
Profondeur : 2.10/3.00 m

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	20 / 20	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	95.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	81.0	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	80.6	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12	53	%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12	25	%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P	28	
VBS	NF EN 17542-3		g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	20.3	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(WL - Wn) / IP	1.10	
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

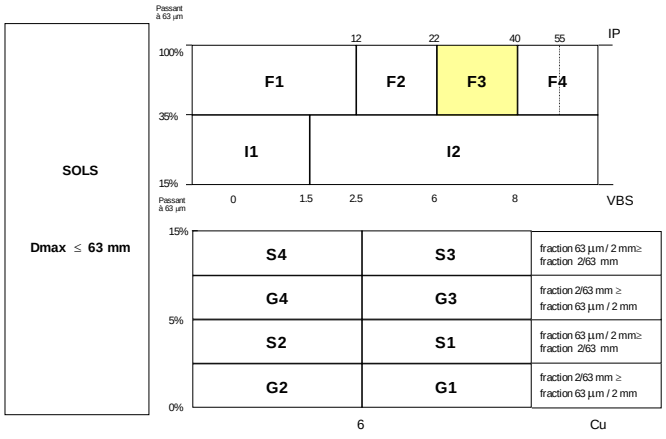
Ic (corrigé de <0.4 mm)

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2: F3m

Equivalence Classification NF P 11 300:



SOLS Dmax > 63 mm		
	VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
	VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux			
Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Chef(fe) de Service Laboratoire

TIPHAINE LE SOURD

PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAY
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Date de prélèvement :
Mode de conservation : Gaine PVC
Numéro de réception : 25ELAN-0677
Date de réception :
Description : Argile marron
Type d'éprouvette : non remaniées

Sondage N° : SC1
Profondeur : 1.16-2.00m
σ_{v0} = 29 kPa
u_0 = 0 kPa
Date essai : 02/05/25

Caractéristiques initiales des éprouvettes

Valeurs	Unité	Ep 1	Ep 2	Ep 3	Ep 4
H_0	mm	68.8	68.8	68.8	
D_0	mm	35	35	35	
w	%	23.7	23.5	23.4	
ρ	Mg/m^3	1.943	1.959	1.952	
ρ_d	Mg/m^3	1.571	1.586	1.582	
Sr	%	94.0	95.5	94.5	
e		0.65	0.64	0.64	
ρ_s	Mg/m^3	2.60	Estimée		

Caractéristiques des éprouvettes après saturation

B		0.91	0.90	0.92	
u_{cp}	kPa	550	550	550	
σ'c	kPa	50	150	250	

Caractéristiques des éprouvettes après consolidation

ΔH_s	%	1.02	2.08	2.51	
ΔV_s	%	3.1	6.2	7.5	
w_{sat}	%	23.2	20.7	20.0	
ρ	Mg/m^3	1.997	2.041	2.053	
ρ_d	Mg/m^3	1.621	1.691	1.711	
e	-	0.60	0.54	0.52	
t_{100}	min	45	51	165	

Vitesse de déformation volumétrique avant le cisaillement :

% / h	0.01	0.00	0.00	
Vitesse de déformation verticale =		0.4	% / heure	

Caractéristiques finales des éprouvettes

w	%	24.1	22.6	21.3	

Photo ou schéma des éprouvettes après essais



Observations

Présentation du procès verbal d'essai

Le présent procès verbal d'essai comporte 7 pages :
- Page 1 : caractéristiques des éprouvettes et résultats c' et φ'
- Page 2 : 3 graphiques : $q = f(\varepsilon_1)$, $\sigma'_1/\sigma'_3 = f(\varepsilon_1)$ et $\Delta u = f(\varepsilon_1)$
- Page 3 : graphique de consolidation
- Page 4 : représentations Mohr - Coulomb selon CRITERE 1
- Page 5 : représentations Mohr - Coulomb selon CRITERE 2
- Page 6 : représentations Lambe / Cambridge selon CRITERE 1
- Page 7 : représentations Lambe / Cambridge selon CRITERE 2

Il ne concerne que les objets soumis aux essais. Sauf autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires qu'en reproduction intégrale.

Résultats

Définition des critères d'interprétation de rupture	φ' Degrés	c' kPa
□ CRITERE 1 = $q_{max} = (\sigma_1-\sigma_3)_{max}$	**29**	**25**
◇ CRITERE 2 = $(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$	**29**	**24**

Fait à Elancourt, le mercredi 21 mai 2025

Le Technicien chargé de l'essai
Arame POUILLE

Le Responsable du Laboratoire
Tiphaine LE SOURD

PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

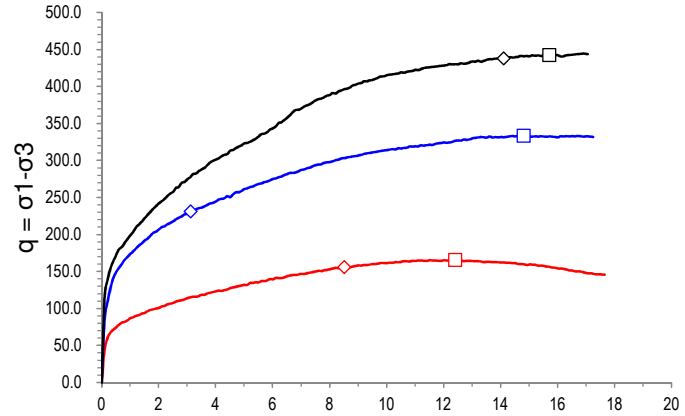
Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAY
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 1.16-2.00m
Description : Argile marron

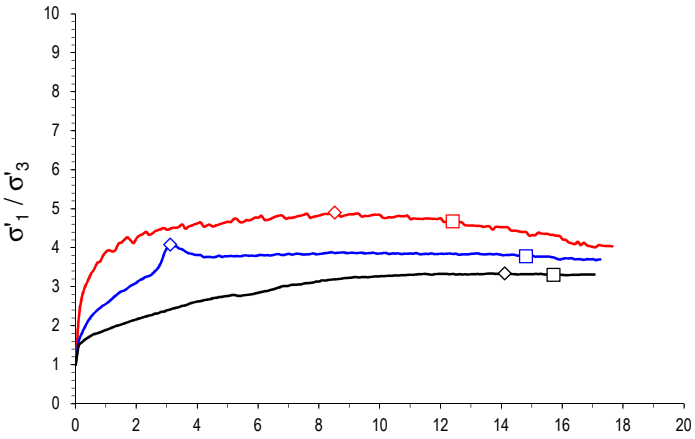
σ_{v0} = 29 kPa
u_0 = 0 kPa

Représentation graphique et résultats



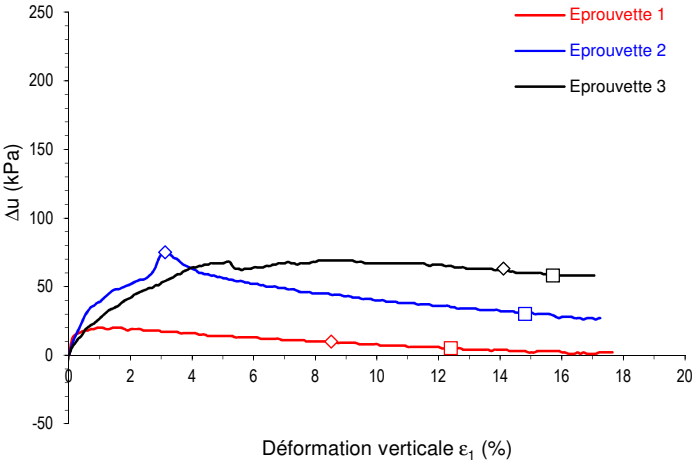
□ CRITERE 1 = $q_{max} = (\sigma_1-\sigma_3)_{max}$

Ep N°	q kPa	σ'_1/σ'_3	Δu kPa	ε %	σ'_1 kPa	σ'_3 kPa	s' kPa	t kPa
1	165	4.67	5.0	12.41	210.3	45.0	127.7	82.7
2	333	3.78	30.0	14.81	453.4	120.0	286.7	166.7
3	442	3.30	58.0	15.71	634.3	192.0	413.2	221.2
4								



◇ CRITERE 2 = $(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$

Ep N°	q kPa	σ'_1/σ'_3	Δu kPa	ε %	σ'_1 kPa	σ'_3 kPa	s' kPa	t kPa
1	156	4.90	10.0	8.51	196.2	40.0	118.1	78.1
2	231	4.08	75.0	3.12	306.1	75.0	190.5	115.5
3	438	3.34	63.0	14.10	625.0	187.0	406.0	219.0
4								



PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

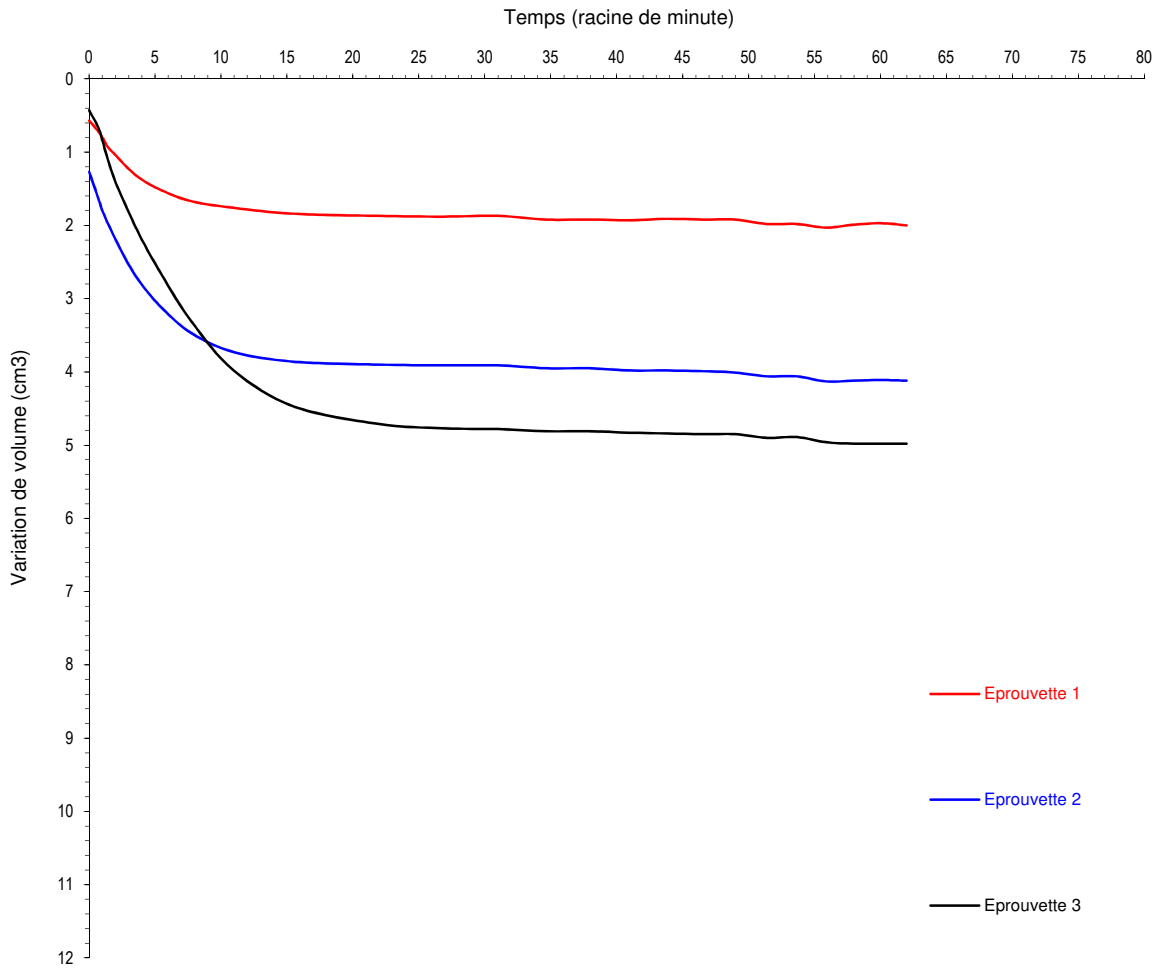
Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAY
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 1.16-2.00m
Description : Argile marron

σ_{v0} = 29 kPa
u_0 = 0 kPa

Représentation graphique et résultats



PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAY
-
Client : -

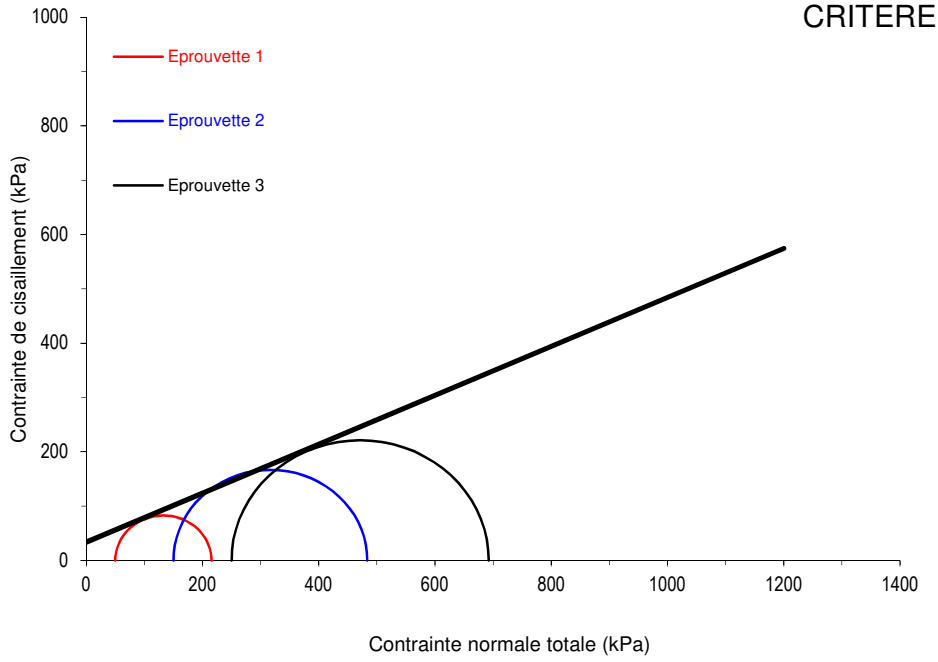
Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 1.16-2.00m
Description : Argile marron

σ_{v0} = 29 kPa
u_0 = 0 kPa

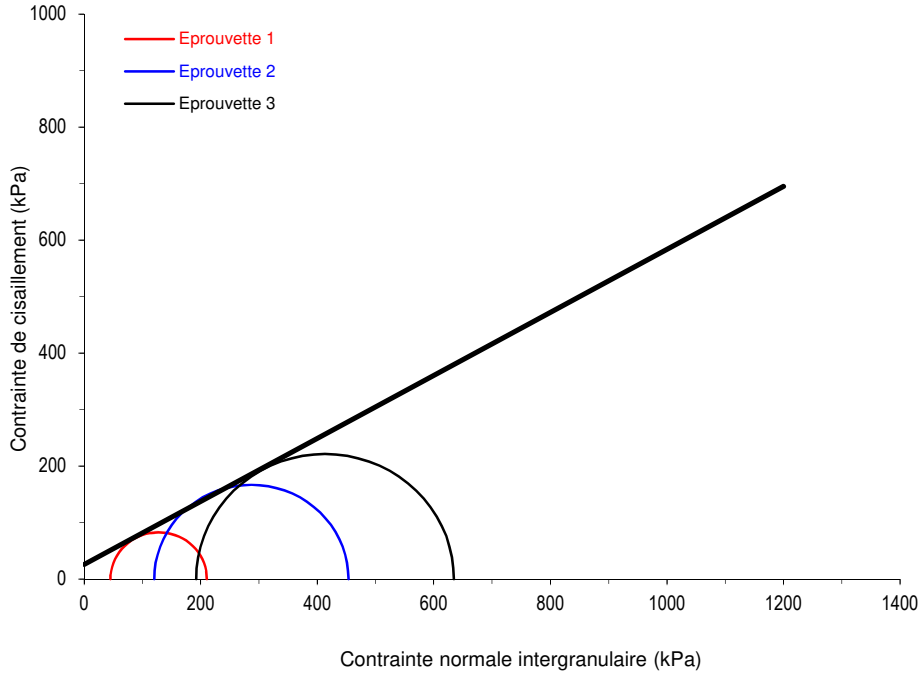
Représentation de MOHR - COULOMB selon CRITERE 1

CRITERE 1 = $q_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$



φ_{cu} = 24 Degrés
c_{cu} = 33 kPa

λcu = 0.69
C_{u0} = 53 kPa



φ' = 29 Degrés
c' = 25 kPa

PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

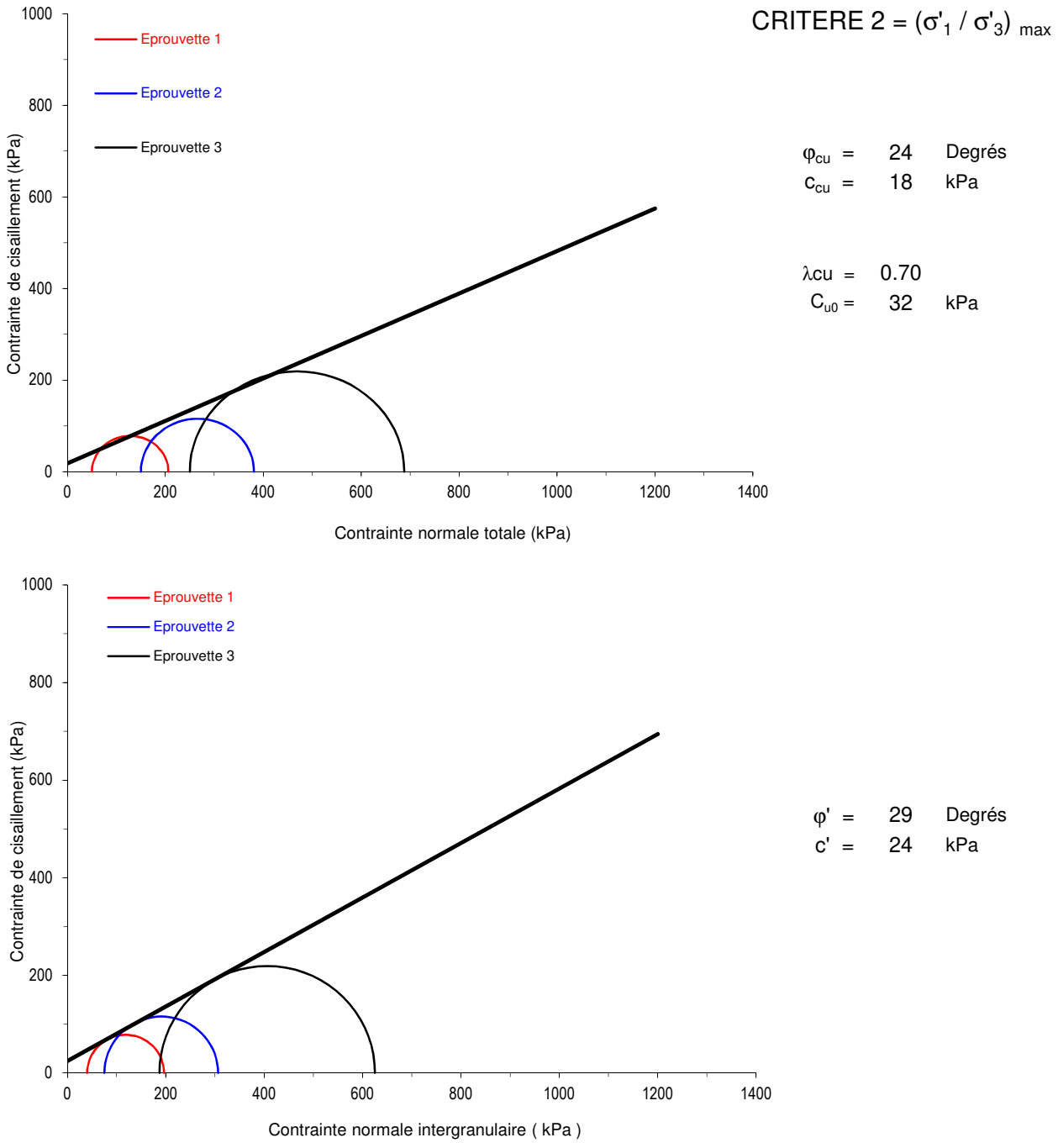
Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAY
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 1.16-2.00m
Description : Argile marron

σ_{v0} = 29 kPa
u_0 = 0 kPa

Représentation de MOHR - COULOMB selon CRITERE 2



PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAY
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 1.16-2.00m
Description : Argile marron

σ_{v0} = 29 kPa
u_0 = 0 kPa

Représentation de Lambe et de Cambridge selon CRITERE 1

☐ CRITERE 1 = q_{max}

$q_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$

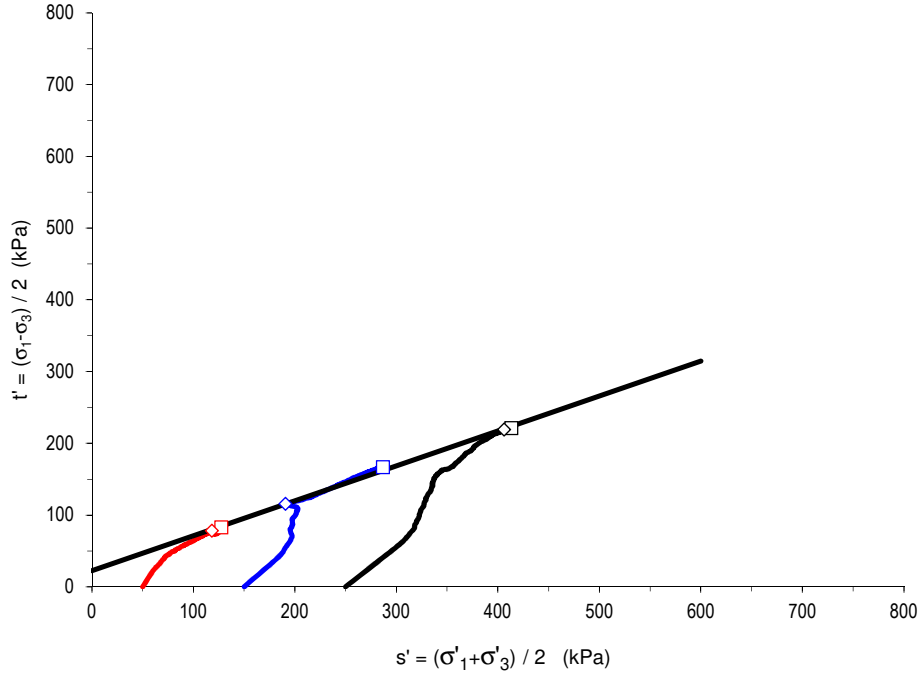


Diagramme de LAMBE

φ' = 29 Degrés
c' = 25 kPa

Eprouvette 1
Eprouvette 2
Eprouvette 3

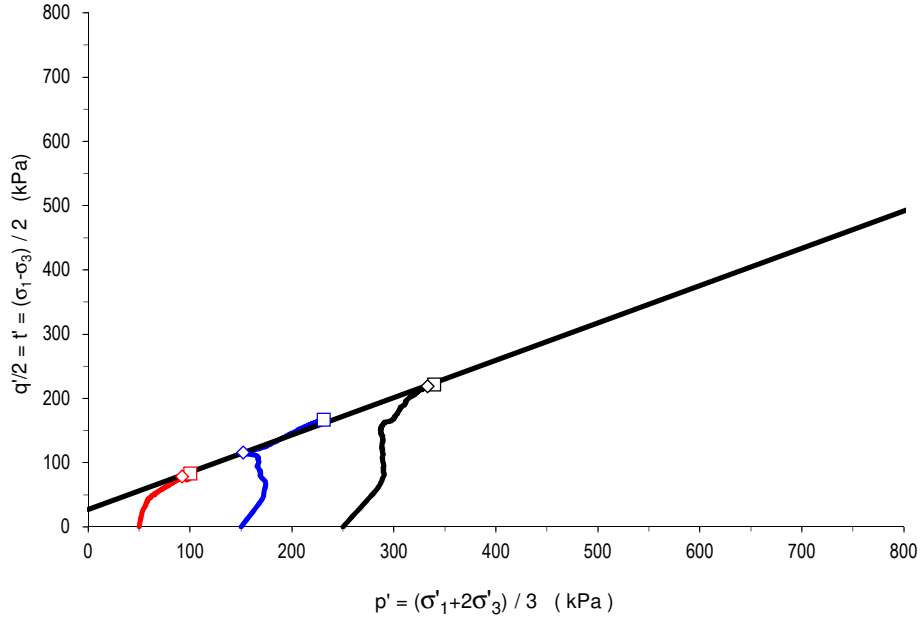


Diagramme de CAMBRIDGE

φ' = 29 Degrés
c' = 25 kPa

PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAY
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 1.16-2.00m
Description : Argile marron

σ_{v0} = 29 kPa
u_0 = 0 kPa

Représentation de Lambe et de Cambridge selon CRITERE 2

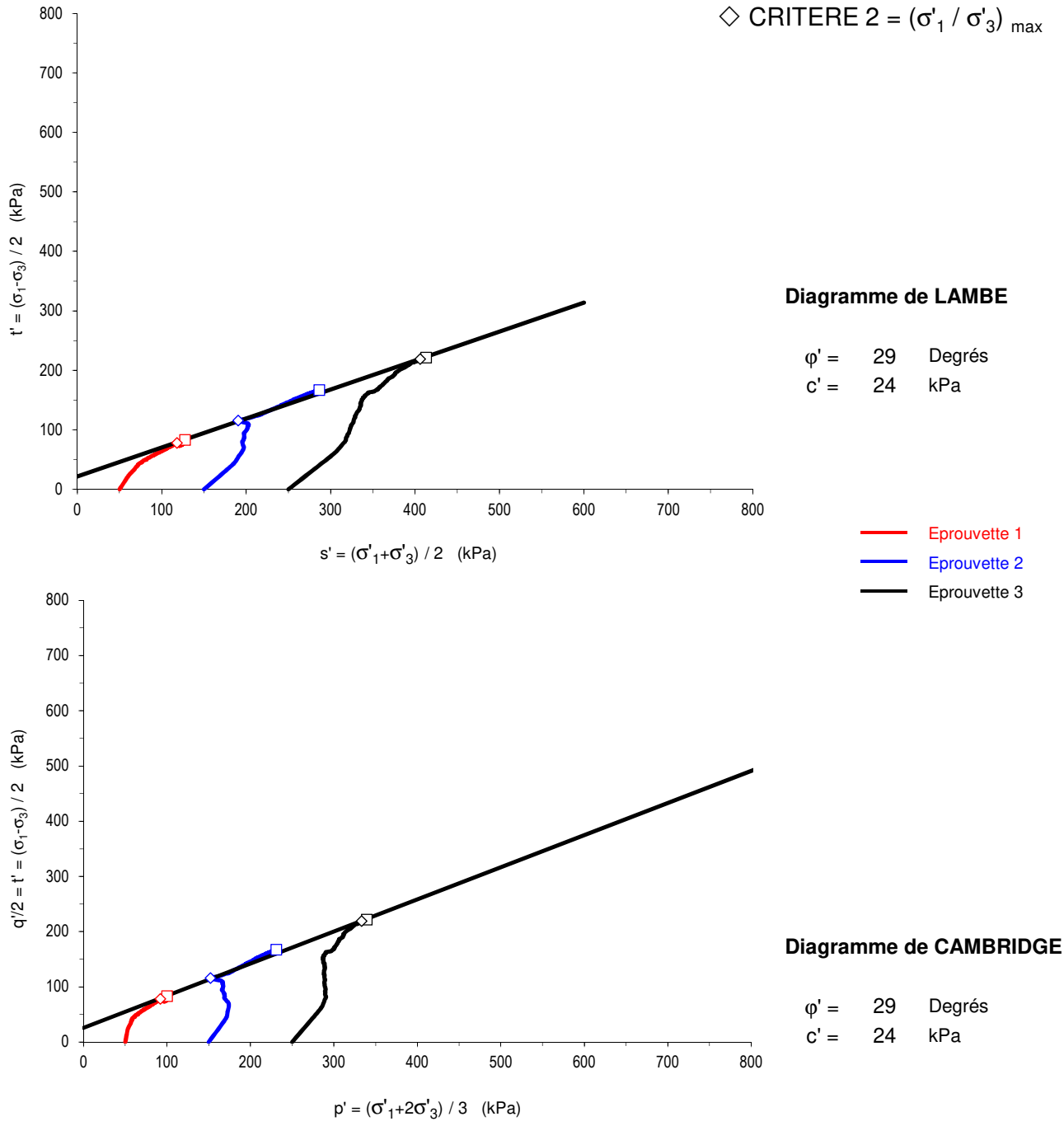


Diagramme de LAMBE

φ' = 29 Degrés
c' = 24 kPa

Eprouvette 1
Eprouvette 2
Eprouvette 3

Diagramme de CAMBRIDGE

φ' = 29 Degrés
c' = 24 kPa

PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAYE
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Date de prélèvement :
Mode de conservation : Gaine PVC
Numéro de réception : 25ELAN-0678
Date de réception :
Description : Argile marron
Type d'éprouvette : non remaniées

Sondage N° : SC1
Profondeur : 2.10-3.00m
σ_{v0} = 51 kPa
u_0 = 0 kPa
Date essai : 05/05/25

Caractéristiques initiales des éprouvettes

Valeurs	Unité	Ep 1	Ep 2	Ep 3	Ep 4
H_0	mm	68.8	68.8	68.8	
D_0	mm	35	35	35	
w	%	20.2	21.1	21.6	
ρ	Mg/m^3	1.964	1.965	1.972	
ρ_d	Mg/m^3	1.634	1.623	1.622	
Sr	%	90.5	92.8	94.9	
e		0.57	0.58	0.58	
ρ_s	Mg/m^3	2.57	Estimée		

Caractéristiques des éprouvettes après saturation

B		0.97	1.00	0.95	
u_{cp}	kPa	800	800	800	
σ'c	kPa	50	150	250	

Caractéristiques des éprouvettes après consolidation

ΔH_s	%	0.52	1.85	1.83	
ΔV_s	%	1.6	5.6	5.5	
w_{sat}	%	21.3	19.3	19.4	
ρ	Mg/m^3	2.014	2.050	2.048	
ρ_d	Mg/m^3	1.660	1.719	1.716	
e	-	0.55	0.50	0.50	
t_{100}	min	60	142	165	

Vitesse de déformation volumétrique avant le cisaillement :

% / h	0.00	-0.01	0.01	
Vitesse de déformation verticale =		0.4	% / heure	

Caractéristiques finales des éprouvettes

w	%	22.6	22.0	21.4	

Photo ou schéma des éprouvettes après essais



Observations

Présentation du procès verbal d'essai

Le présent procès verbal d'essai comporte 7 pages :
- Page 1 : caractéristiques des éprouvettes et résultats c' et φ'
- Page 2 : 3 graphiques : q = f(ε_1) , σ'_1/σ'_3 = f(ε_1) et Δu = f(ε_1)
- Page 3 : graphique de consolidation
- Page 4 : représentations Mohr - Coulomb selon CRITERE 1
- Page 5 : représentations Mohr - Coulomb selon CRITERE 2
- Page 6 : représentations Lambe / Cambridge selon CRITERE 1

Il ne concerne que les objets soumis aux essais. Sauf autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires qu'en reproduction intégrale.

Résultats

Définition des critères d'interprétation de rupture	φ' Degrés	c' kPa
☐ CRITERE 1 = $q_{max} = (\sigma_1-\sigma_3)_{max}$	**25**	**24**
◇ CRITERE 2 = $(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$	**24**	**30**

Fait à Elancourt, le mercredi 21 mai 2025

Le Technicien chargé de l'essai
Arame POUILLE

Le Responsable du Laboratoire
Tiphaine LE SOURD

PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

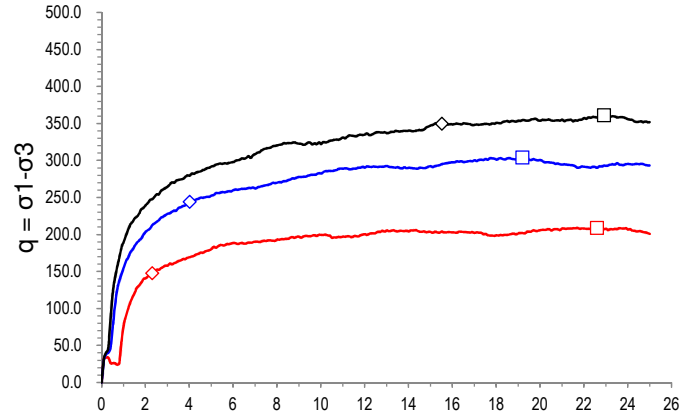
Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAYE
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 2.10-3.00m
Description : Argile marron

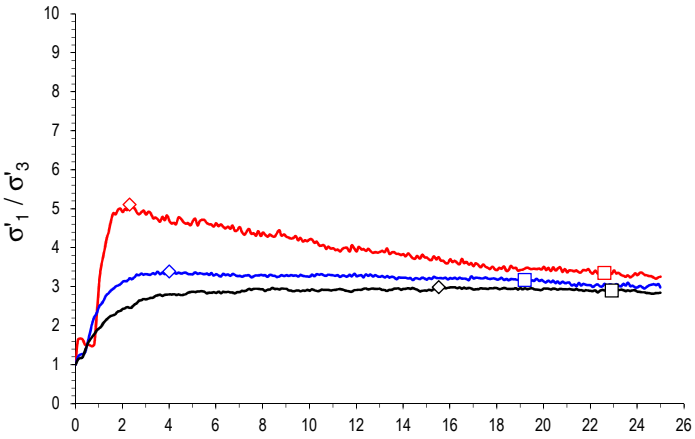
σ_{v0} = 51 kPa
u_0 = 0 kPa

Représentation graphique et résultats



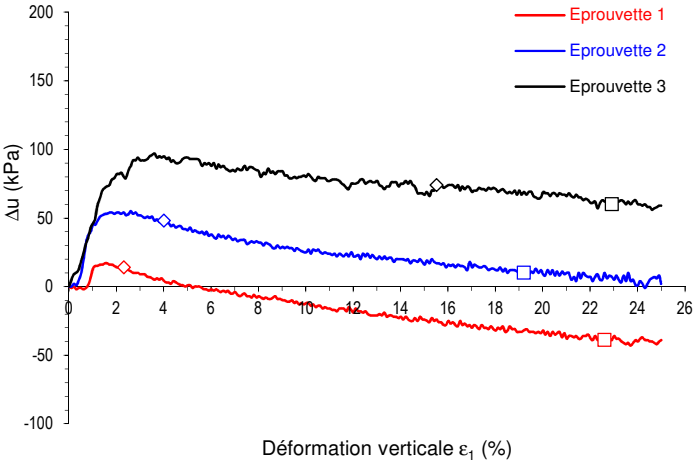
□ CRITERE 1 = $q_{max} = (\sigma_1-\sigma_3)_{max}$

Ep N°	q kPa	σ'_1/σ'_3	Δu kPa	ε %	σ'_1 kPa	σ'_3 kPa	s' kPa	t kPa
1	209	3.35	-39.0	22.60	297.9	89.0	193.5	104.5
2	304	3.17	10.0	19.20	443.8	140.0	291.9	151.9
3	361	2.90	60.0	22.92	550.9	190.0	370.4	180.4
4								



◇ CRITERE 2 = $(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$

Ep N°	q kPa	σ'_1/σ'_3	Δu kPa	ε %	σ'_1 kPa	σ'_3 kPa	s' kPa	t kPa
1	148	5.10	14.0	2.31	183.8	36.0	109.9	73.9
2	244	3.39	48.0	4.01	346.0	102.0	224.0	122.0
3	350	2.99	74.0	15.52	526.0	176.0	351.0	175.0
4								



PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

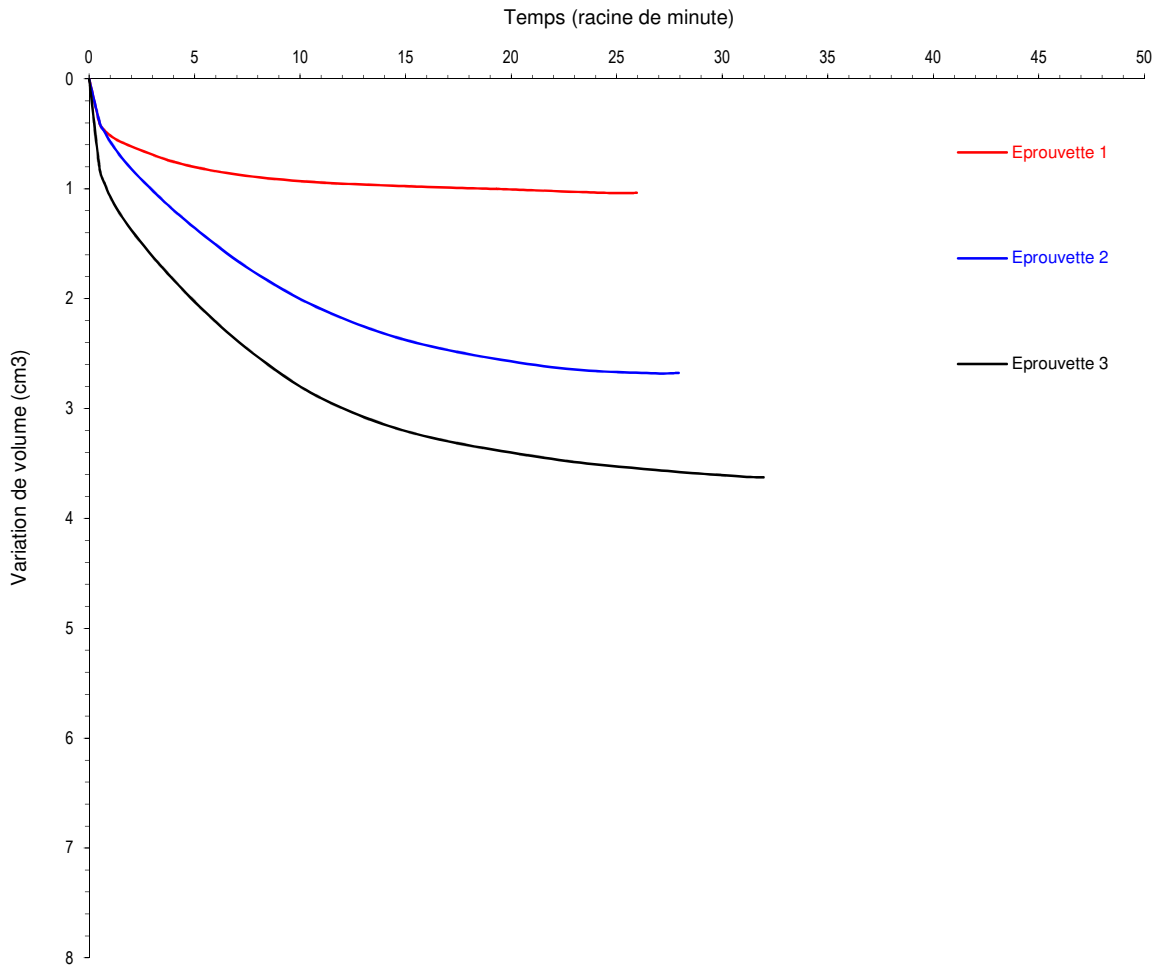
Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAYE
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 2.10-3.00m
Description : Argile marron

σ_{v0} = 51 kPa
u_0 = 0 kPa

Représentation graphique et résultats



PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAYE
-
Client : -

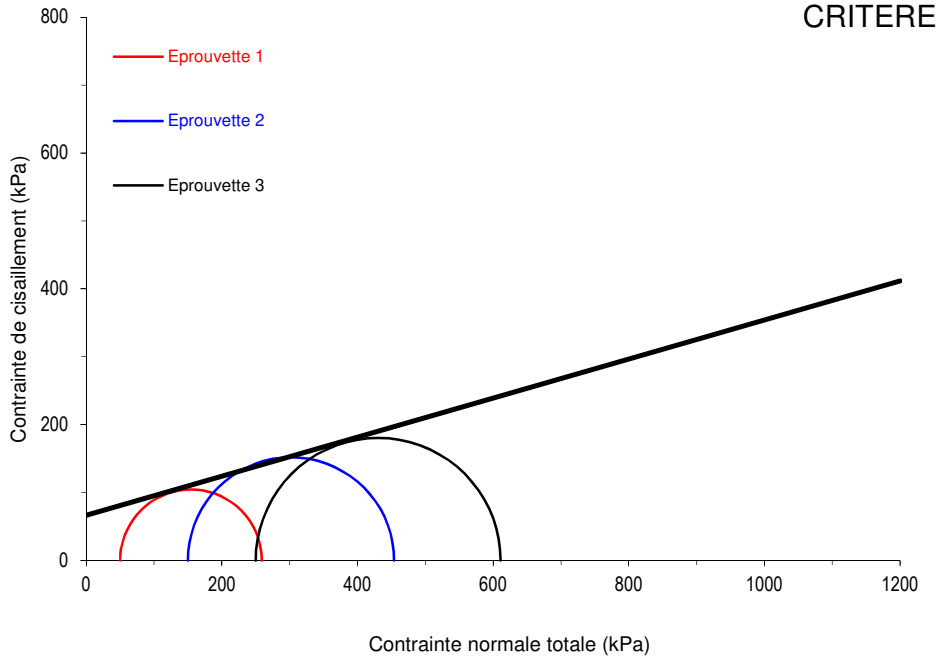
Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 2.10-3.00m
Description : Argile marron

σ_{v0} = 51 kPa
u_0 = 0 kPa

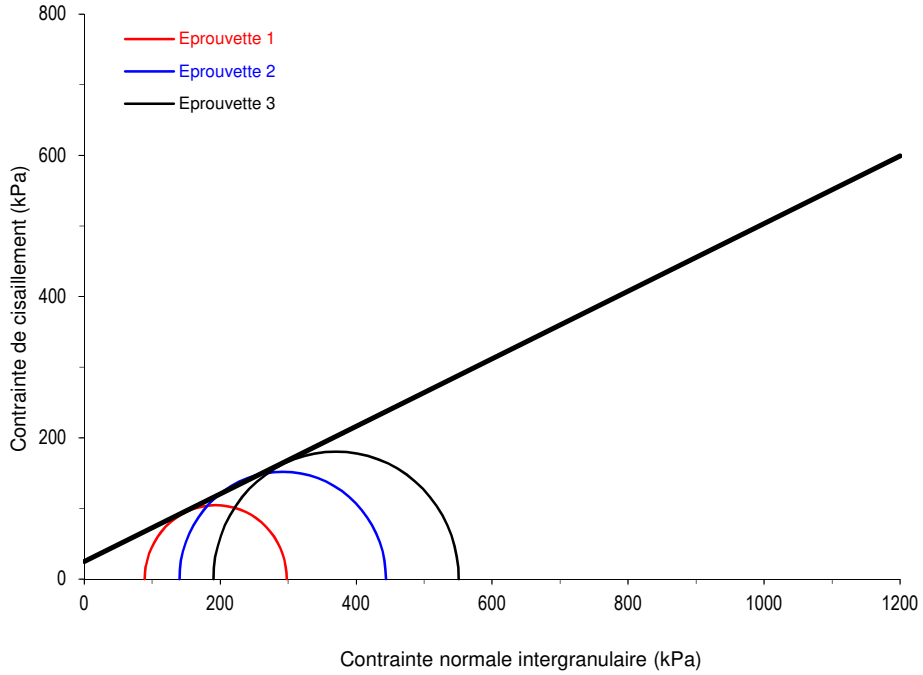
Représentation de MOHR - COULOMB selon CRITERE 1

CRITERE 1 = $q_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$



φ_{cu} = 16 Degrés
c_{cu} = 66 kPa

λcu = 0.38
C_{u0} = 89 kPa



φ' = 25 Degrés
c' = 24 kPa

PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAYE
-
Client : -

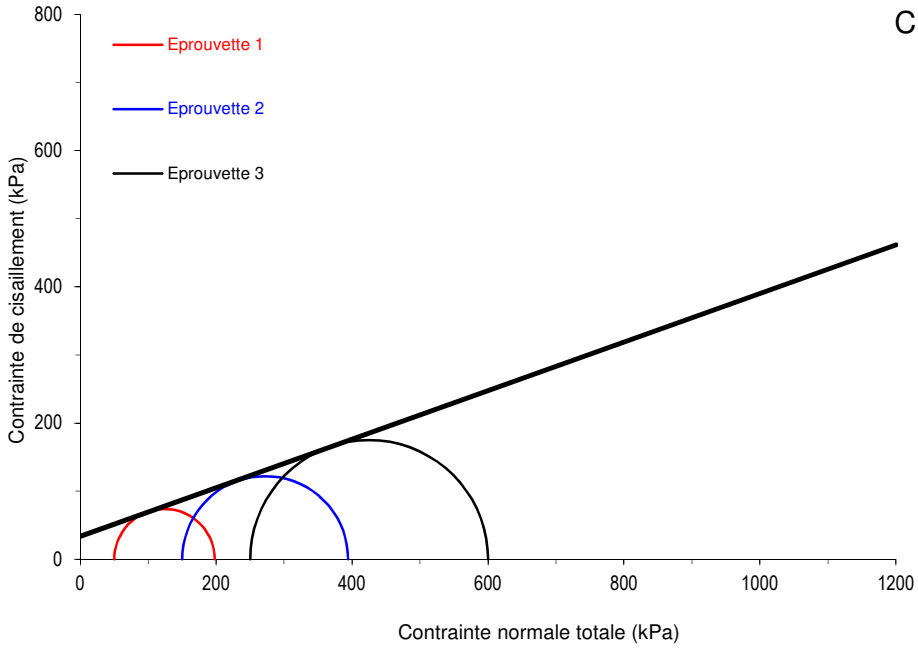
Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 2.10-3.00m
Description : Argile marron

σ_{v0} = 51 kPa
u_0 = 0 kPa

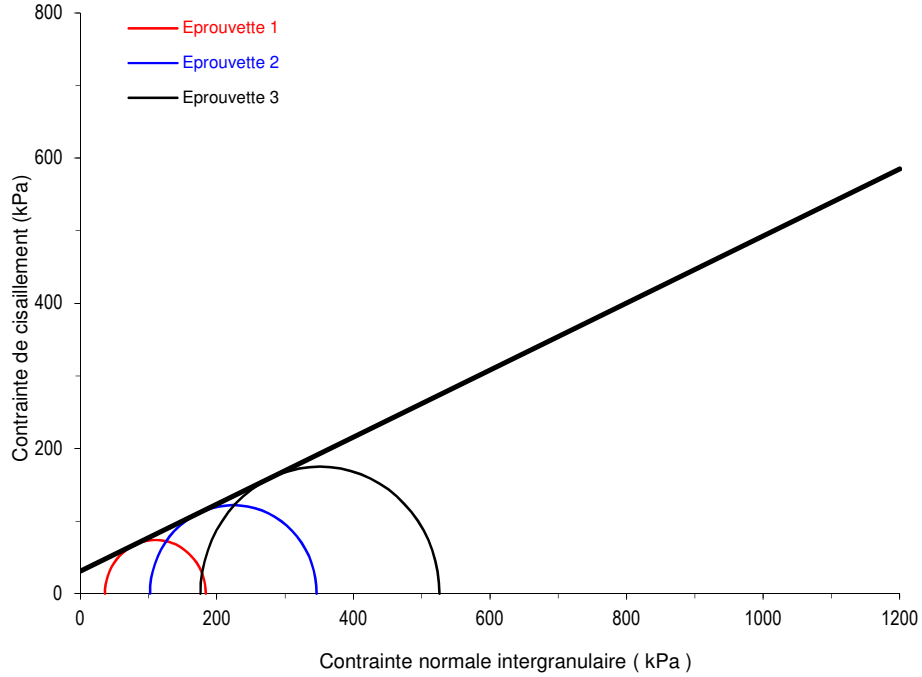
Représentation de MOHR - COULOMB selon CRITERE 2

CRITERE 2 = $(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$



φ_{cu} = 19 Degrés
c_{cu} = 33 kPa

λcu = 0.51
C_{u0} = 48 kPa



φ' = 24 Degrés
c' = 30 kPa

PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAYE
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 2.10-3.00m
Description : Argile marron

σ_{v0} = 51 kPa
u_0 = 0 kPa

Représentation de Lambe et de Cambridge selon CRITERE 1

☐ CRITERE 1 = q_{max}

$q_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$

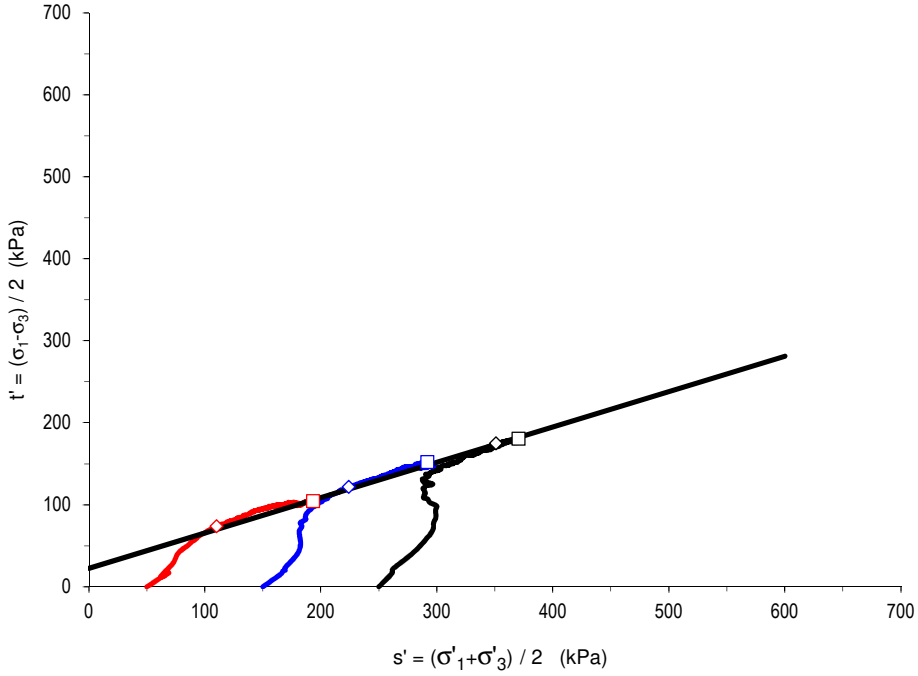


Diagramme de LAMBE

φ' = 25 Degrés
c' = 24 kPa

Eprouvette 1
Eprouvette 2
Eprouvette 3

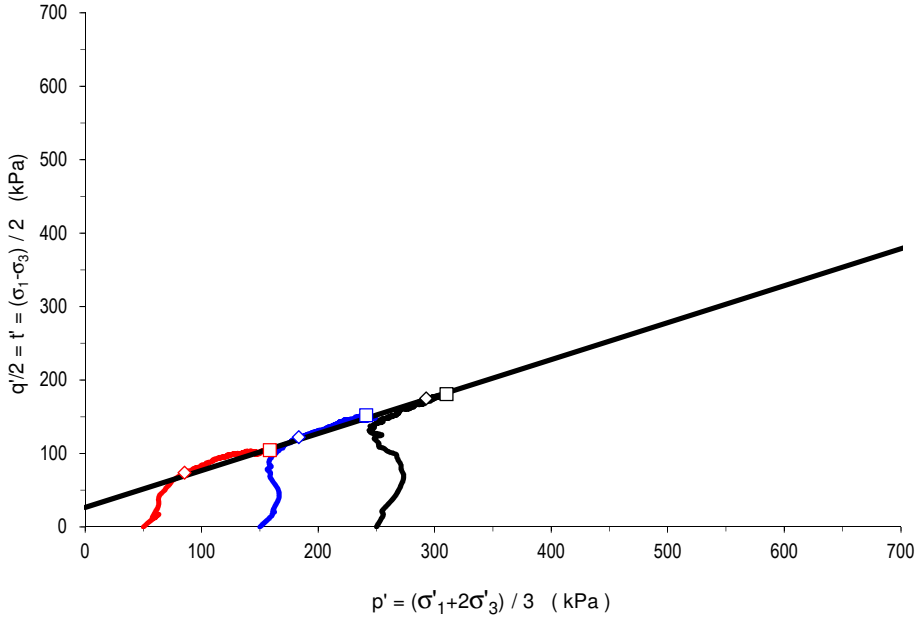


Diagramme de CAMBRIDGE

φ' = 25 Degrés
c' = 24 kPa

PROCES VERBAL D'ESSAI

Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés
Essai consolidé isotropiquement non drainé (CIU)

NF EN ISO 17892-9

Agence d'Ile-de-France
Laboratoire Sols et Routes
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT
Tél. : 01.30.85.20.48
cebtp.idf@gingergroupe.com

Informations générales

Dossier N° : BRO4.P0131.0001
Chantier : VELIZY VILLACOUBLAYE
-
Client : -

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 2.10-3.00m
Description : Argile marron

σ_{v0} = 51 kPa
u_0 = 0 kPa

Représentation de Lambe et de Cambridge selon CRITERE 2

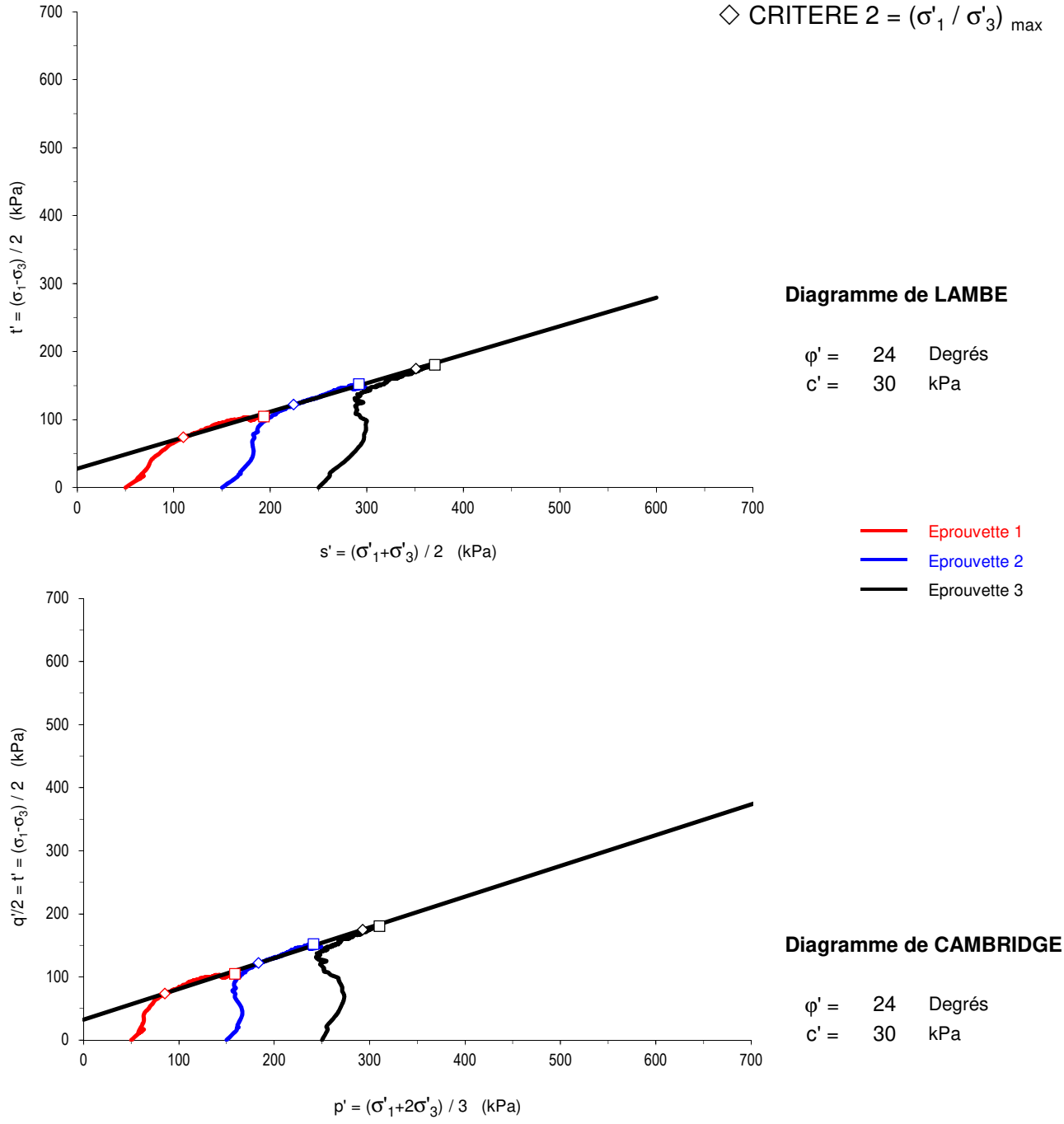


Diagramme de LAMBE

φ' = 24 Degrés
c' = 30 kPa

Eprouvette 1
Eprouvette 2
Eprouvette 3

Diagramme de CAMBRIDGE

φ' = 24 Degrés
c' = 30 kPa

Direction régionale Ile-de-France
ZAC la Clef Saint Pierre
12, avenue Gay Lussac
78990 ELANCOURT

DEPARTEMENT MATERIAUX ET SOLS

LABORATOIRE DE CHIMIE - MICROSTRUCTURE

DOSSIER : N° BDP6-P-0231

RAPPORT D'ESSAIS 1.0 – Date : 19/05/2025

Dossier suivi par ***Héloïse TRAN***
☎ : 01 30 85 21 14
E-mail : h.tran@groupeginger.com

CLIENT : SERVICE GEOTECHNIQUE

DOSSIER : N°BGE6-P-2005

I- ECHANTILLONS

Références du Demandeur : 3 sols notés :

- Sol ST1 (0-1 m)
- Sol ST1 (0-2 m)
- Sol ST1 (2-3 m)

Affaire : ESID
N° de réception à GINGER CEBTP à Elancourt (78) : 152514 du 28/04/2025

II- PROGRAMME D'ESSAIS

Le but des essais est de déterminer l'agressivité des trois sols vis-à-vis des bétons selon la norme NF EN 206+A2/CN.

Les essais suivants ont été réalisés sur les trois sols :

- Détermination de l'acidité Baumann Gully selon la norme NF EN 16502.
- Détermination de la teneur en sulfates selon la norme NF EN 196-2.

Date des essais : Mai 2025

Observations : Le présent rapport comprend 3 pages.
Sans autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires qu'en reproduction intégrale. Les résultats obtenus ne valent que pour l'objet soumis à essai, dans les conditions de réalisation de celui-ci. Ils ne sont pas généralisables.
Sauf demande écrite, les échantillons seront éliminés un mois après l'envoi du rapport.

III- RESULTATS

Les résultats des analyses réalisées sur les trois sols sont présentés dans le tableau suivant :

Références	Acidité Baumann Gully* (ml/kg de sol sec)	SO_4^{2-}(mg/kg)
Sol ST1 (0-1 m)	2	< 600
Sol ST1 (1-2 m)	3	4980
Sol ST1 (2-3 m)	< 0,1	< 600

* : volume d'hydroxyde de sodium à 0,1 mol/l nécessaire pour neutraliser l'acide acétique exprimé en ml/kg de sol sec.

IV- INTERPRETATION DES RESULTATS

Le tableau ci-dessous rappelle les différentes classes d'environnement des sols en fonction de leur concentration en agents agressifs (données par la norme NF EN 206+A2/CN) :
Cas des sols naturels :

Classes d'environnement	XA1	XA2	XA3
Agents agressifs			
SO_4^{2-} (mg/kg)	≥ 2000 et ≤ 3000*	> 3000* et ≤12000	> 12000 et ≤ 24000
Acidité Baumann Gully (ml/kg de sol sec)	> 200	N'est pas rencontré dans la pratique	

* : la limite doit être ramenée de 3000 mg/kg à 2000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton due à l'alternance de périodes sèches et de périodes humides, ou par remontée capillaire.

CLASSIFICATION DES ENVIRONNEMENTS :

	Classe de l'environnement
Sol ST1 (0-1 m)	Classe inférieure à XA1 : faible agressivité chimique
Sol ST1 (1-2 m)	Classe XA2 : agressivité chimique modérée
Sol ST1 (2-3 m)	Classe inférieure à XA1 : faible agressivité chimique

L'évaluation de l'agressivité ne tient pas compte des incertitudes de mesure.

RECOMMANDATIONS COMPLEMENTAIRES :

Le fascicule de documentation FD P 18-011 permet de spécifier des dispositions préventives adaptées pour la formulation des bétons résistant aux environnements agressifs.

H. TRAN
Chargée d'Affaires

Dossier revu par
A.-C. COLOMBET
Chef de Service



GINGER CEBTP

Agence d'Elancourt

ZAC de la Clef Saint Pierre –

12 Avenue Gay Lussac – 78 990 ELANCOURT

Tél : +33 (0) 1 30 85 24 00

www.ginger-cebtp.com