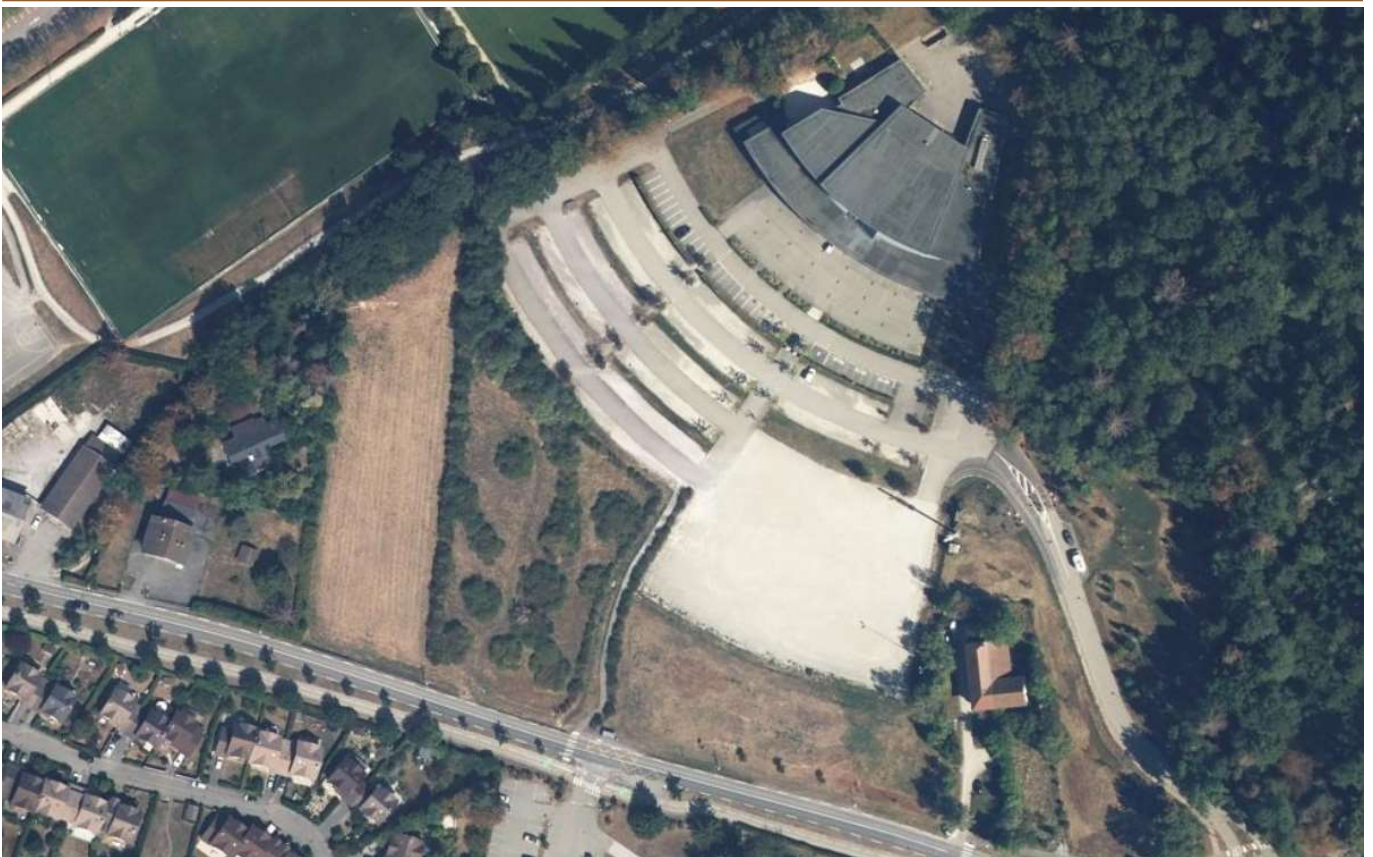


Étude géotechnique d'avant-projet (Mission G2 AVP)

Construction d'une piste de BMX

39 Route de Thônes
ANNECY (74940)



Dossier 7304043 v0 - G2 AVP - Août 2025

Département de la Haute-Savoie
DGA Infrastructures et supports techniques
1, Rue du 30^{ème} R.I.
Pôle bâtiment et Moyens
74041 ANNECY CEDEX

Client

NOM	Département de la Haute-Savoie DGA Infrastructure et supports techniques
ADRESSE	1, Rue du 30 ^{ème} R.I. Pôle Bâtiment et Moyens 74041 ANNECY CEDEX
INTERLOCUTEUR	Mme Christelle CHOPLIN

ECR Environnement

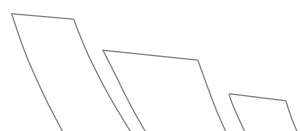
AGENCE DE	Chambéry
ADRESSE	ZA Savoie Hexapole 480, Rue Maurice Herzog - 73420 VIVIERS-DU-LAC
TELEPHONE	04 79 52 42 10
MAIL	chambéry@ecr-environnement.com

DATE	VERSION	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
07/08/2025	0	Version provisoire	A. DUFOUR	E. GEAY



SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	4
1.1.	OPERATION – INTERVENANTS.....	4
1.2.	MISSION DE ECR ENVIRONNEMENT	4
1.3.	DOCUMENTS DE REFERENCE.....	6
2.	CONTEXTE DE L’ETUDE – RAPPEL DE LA MISSION G1 ES+PGC.....	7
2.1.	SITE D’ETUDE – ETAT DES LIEUX	7
2.2.	CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	9
2.3.	RISQUES NATURELS	10
2.4.	HISTORIQUE DU SITE.....	13
3.	DESCRIPTION DU PROJET	14
4.	RESULTATS DES INVESTIGATIONS	19
4.1.	IMPLANTATION ET NIVELLEMENT	19
4.2.	LITHOLOGIE	19
4.3.	COMPACITES.....	20
4.4.	HYDROGEOLOGIE.....	21
4.5.	TESTS DE PERMEABILITE	22
4.6.	DONNEES PARASISMIQUES REGLEMENTAIRES.....	23
4.7.	ANALYSES LABORATOIRES	24
4.7.1.	Classifications granulométriques GTR.....	24
4.7.2.	Limites d’Atterberg.....	24
4.7.3.	Essais Proctor normal	25
4.7.4.	Cisaillement à la boîte de Casagrande.....	26
5.	TERRASSEMENTS GENERAUX.....	27
5.1.	CONDITIONS DE TERRASSEMENT.....	27
5.2.	SUJETIONS D’EXECUTION	27
5.3.	EAU ET DRAINAGE – PHASE CHANTIER	28
5.4.	EAU ET DRAINAGE – PHASE DEFINITIVE	28
5.5.	TALUTAGE.....	28
6.	FONDACTIONS ET NIVEAU BAS	30
6.1.	PRINCIPE DE FONDATION.....	30
6.1.1.	Fondations adaptées au projet – caractéristiques principales.....	30
6.1.2.	Modèle géotechnique retenu.....	30
6.1.3.	Contrainte de calcul.....	31
6.1.4.	Exemple de dimensionnement et tassements	32



6.2.	DISPOSITION CONSTRUCTIVES GENERALES ET PARTICULIERES.....	32
6.3.	NIVEAU BAS	34
7.	OBSERVATIONS.....	35

ANNEXES

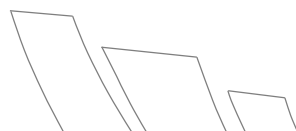
Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500

Annexe 2 : Conditions particulières

Annexe 3 : Plan d'implantation des sondages

Annexe 4 : Résultats des investigations

Annexe 5 : Résultats des analyses laboratoires



1. INTRODUCTION

1.1. Opération – Intervenants

Opération : Construction d'une piste BMX

Adresse : 39 Route de Thônes, 74 940 ANNECY

Maître d'ouvrage : Département de la Haute-Savoie, représenté par Mme. C. CHOPLIN

1.2. Mission de ECR Environnement

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une mission d'ingénierie de type **G2 AVP**, correspondant à une mission géotechnique d'avant-projet au sens de la norme NF P 94-500 concernant la classification et les spécifications des missions géotechniques de l'AFNOR-USG (classification des missions géotechniques jointe en Annexe 1).

L'étude répond aux objectifs suivants :

- RECONNAISSANCES IN-SITU

La campagne d'investigations in-situ suivante a été réalisée pour les besoins de l'étude préliminaire (G1 ES) en Avril 2025 :

ESSAIS IN-SITU :

- 5 sondages au pénétrométriques dynamique lourd type DPSHB (PN1 à PN5) descendus au refus entre 1.4 et 3.4 m de profondeur ;
- 5 sondages à la tarière (ST1 à ST5) descendus au refus entre 1.6 et 3.0 m de profondeur. Ces sondages sont respectivement couplés aux sondages pénétrométriques PN1 à PN5 ;
- 10 sondages géologiques à la pelle mécanique (PM1 à PM10) descendus au refus entre 1.0 et 2.1 m de profondeur.

LABORATOIRE :

- 3 analyses GTR (teneur en eau, granulométrie), suivant la norme NF P-11 300.
- 3 essais Proctor normal, suivant la norme NF P-94
- 2 essais de cisaillement direct UU (non consolidé non drainé) à la boîte de Casagrande suivant la norme NF EN ISO 17892-10.



Une seconde campagne d'investigations in-situ a été réalisée pour les besoins de l'étude d'avant-projet (G2 AVP) entre le 24 et le 30 Juillet 2025 :

ESSAIS IN-SITU :

- 4 sondages au pressiomètre Ménard (SP1 à SP4) descendus à 8.0 et 12.0 m de profondeur. Le sondage SP3 sera réalisé ultérieurement lorsque le champ agricole aura été récolté. Une mise à jour du rapport sera envoyée dès la réalisation de ce sondage ;
- 1 sondage carotté (SC1) descendu à 5.0 m de profondeur ;
- 5 tests de perméabilité (EP1 à EP5) réalisés entre 0.9 et 2.0 m de profondeur.

ESSAIS EN LABORATOIRE (en cours de réalisation) :

- 1 classification GTR (granulométrie, teneur en eau et VBS) réalisée sur un échantillon prélevé au droit du sondage SC1 entre 0.8 et 2.0 m de profondeur ;
- 1 essai de cisaillement réalisé sur un échantillon intact prélevé au droit du sondage SC1 entre 2.0 et 3.0 m de profondeur.

L'implantation des sondages est reportée sur le plan joint en annexe 3. Les coupes des sondages et résultats des essais in-situ sont joints en Annexe 4.

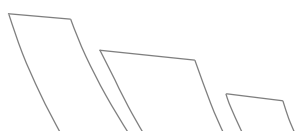
▪ INGENIERIE

L'établissement d'un rapport d'étude géotechnique niveau G2 AVP regroupant les résultats des reconnaissances et répondant aux objectifs suivants :

- Préciser le contexte géologique et hydrogéologique général du site ;
- Reconnaître la nature et les caractéristiques géomécaniques des sols au stade de l'avant-projet ;
- Reconnaître les niveaux d'eau (nappe, circulations ...) ;
- Définir les modes de fondation envisageables en fonction des éléments communiqués ;
- Étudier les conditions de faisabilité et de mise en œuvre des dallages ;
- Fournir les paramètres de dimensionnement des fondations proposées ;
- Fournir les données parasismiques réglementaires (EC8) ;
- Évaluer les sujétions d'exécution des travaux de terrassements, de traitement et de fondations liées aux conditions géotechniques du site et aux caractéristiques du projet.

ECR Environnement a réalisé une étude G1 PGC, référencée 7303801 v1, du 15/04/2025.

ECR Environnement a réalisé une étude hydrogéologique de définition des niveaux caractéristiques de nappe, référencée 2603393 v1, du 10/07/2025.



1.3. Documents de référence

Les documents suivants ont été utilisés dans le cadre de cette étude :

- Document n°1 : document de présentation du projet réalisé pour la réunion de travail du 22/07/2025, réalisé par Lollier Ingénierie et REDRAW architectes ;
- Document n°2 : Coupe Butte à 8.0 m- Insertion bâtiment sous la butte, ind. 0, réalisé par Lollier Ingénierie, du 15/07/2025 ;
- Document n°3 : plan de masse du projet, indice 0, réalisé par Lollier Ingénierie, du 21/07/2025 ;
- Document n°4 : Coupe sur le projet (AA'), indice 0, réalisé par Lollier Ingénierie, du 23/07/2025 ;
- Document n°5 : exemple de gradins en bois, réalisé par Lollier Ingénierie le 04/05/2021 ;
- Document n°6 : rapport de mission géotechnique G1 ES + PGC n°7303801, indice 1, réalisé par ECR Environnement le 15/04/2025 ;
- Document n°7 : rapport d'étude hydrogéologique n°2603393, indice 1, réalisée par ECR Environnement le 10/07/2025.



2. CONTEXTE DE L'ETUDE – RAPPEL DE LA MISSION G1 ES+PGC

2.1. Site d'étude – état des lieux

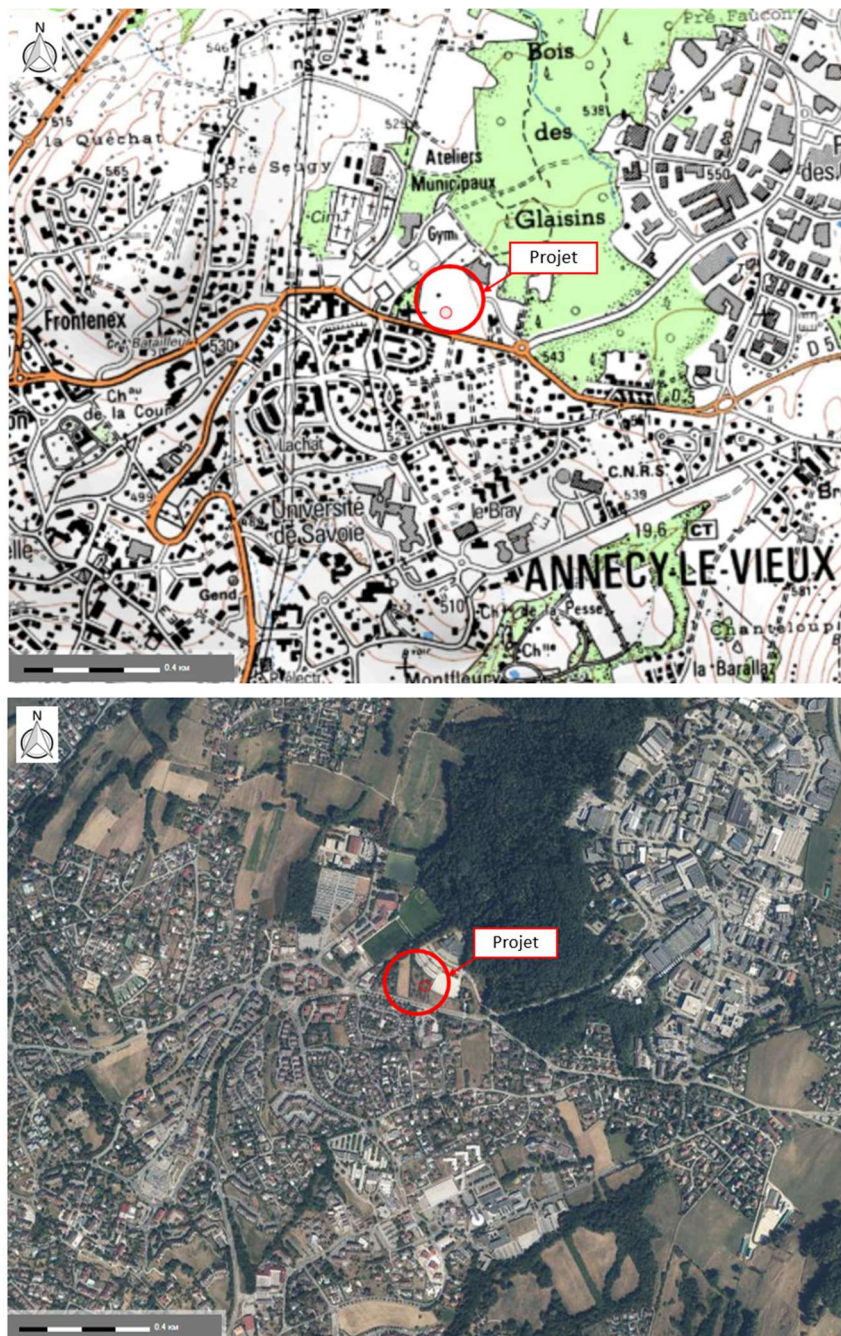


Fig. 1 – Extrait de la carte IGN au 1/25 000 et photographies aériennes, Géoportail

Le projet est localisé en face de l'Espace Rencontre d'Annecy, situé au n°39 route de Thônes, 74940 Annecy. Il serait situé sur les parcelles cadastrales 10, 13 et 75, section BR.

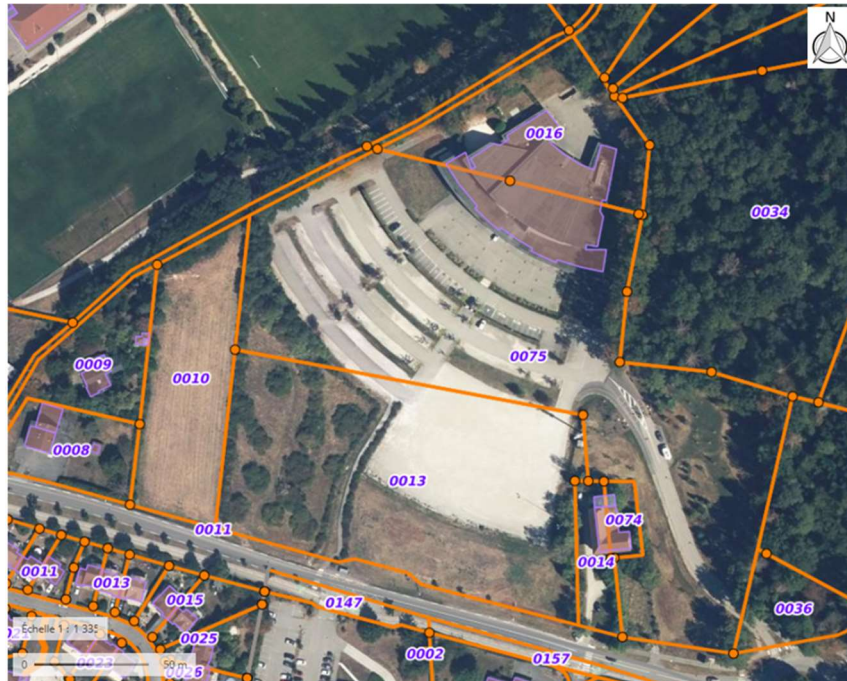


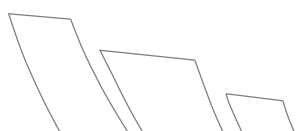
Fig. 2 – Extrait du plan cadastral sur fond de photographies aériennes, Géoportail

Les parcelles du projet sont délimitées par :

- L'Espace Rencontre au Nord ;
- Une parcelle avec terrain de foot à l'Ouest ;
- Des habitations au Sud-Ouest et Sud-Est ;
- La route de Thônes au Sud.

La parcelle 10 (environ 4600 m²) est un champ agricole. La parcelle 13 (environ 13 300 m²) est composée d'un espace arboré et d'un parking en stabilisé. La parcelle 75 (environ 22 830 m²) est composée d'un parking en partie enrobé et en partie gravillonné.

La topographie du site est relativement plane, légère pente (3-4%) vers le Sud-Ouest. Son altitude varie entre 540 et 545 m NGF environ.



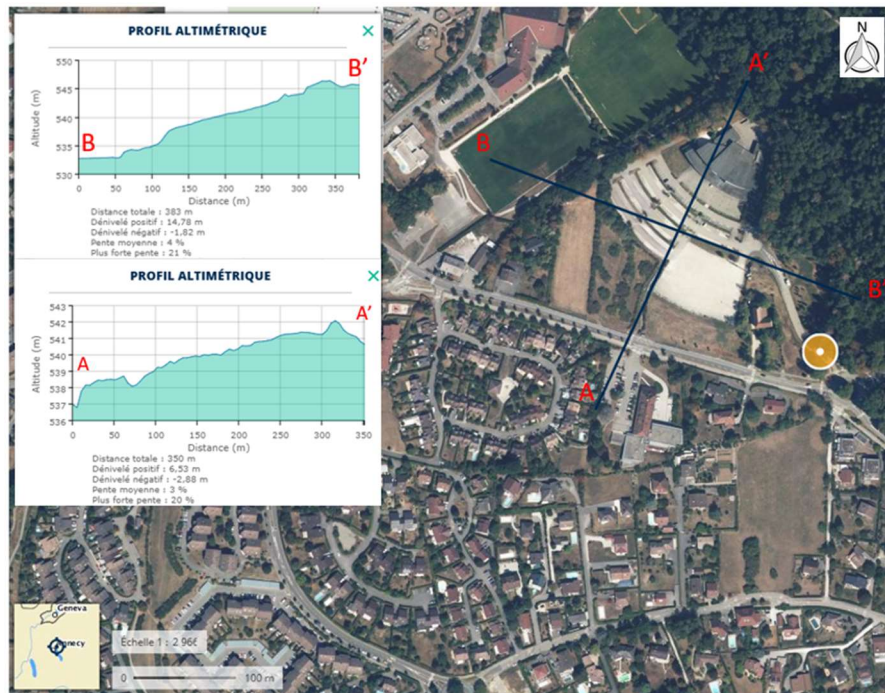


Fig. 3 – Coupes topographique au droit du projet, Géoportail

2.2. Contexte géologique

D'après la carte géologique d'Annecy-Bonneville (74) à l'échelle 1/50 000, le sous-sol du site est constitué, sous d'éventuel remblais, par des formations glaciaires de la vallée de l'Arve (GyA) recouvrant de la molasse (g3).



Fig. 4 – Extrait de la carte géologique d'Annecy-Bonneville au 1/50 000, Infoterre (BRGM)

D'après la banque de données du Sous-Sol du BRGM et le contexte du site, celui-ci n'est a priori pas le siège d'une nappe à faible profondeur (< 10m).

2.3. Risques naturels

Sismique (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) :

La commune d'Annecy (74) est située en zone de **sismicité 4** (exposition moyenne).

D'après le site de prévention des risques majeurs « géorisques.gouv.fr », deux arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune entre 1995 et 1996 suite à des secousses sismiques.

L'ouvrage projeté est a priori hors classe sismique, à confirmer par le MOA et définition du projet (gradins, nombre de spectateurs...). Suivant la classe sismique retenue, l'application des prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8 sera obligatoire. La classe de l'ouvrage est à confirmer par le maître d'ouvrage.

Inondations, coulées de boue :

D'après le site de prévention des risques majeurs « géorisques.gouv.fr », onze arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune d'Annecy (74) entre 1982 et 2024 suite à des inondations et coulées de boue.

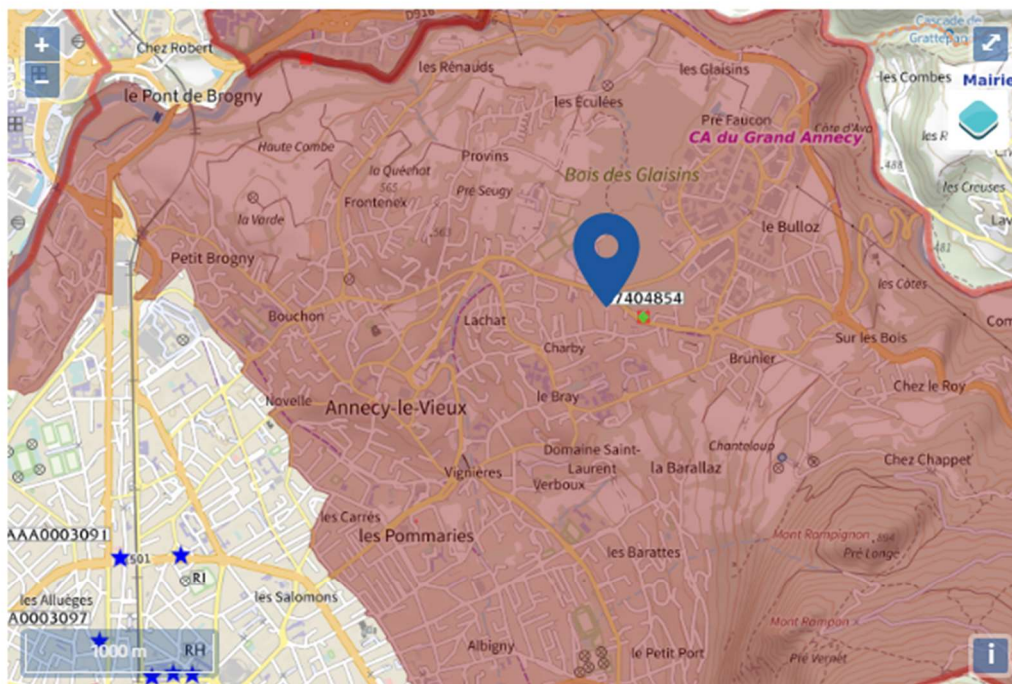
Mouvement et glissement de terrain :

D'après le site de prévention des risques majeurs « géorisques.gouv.fr », deux arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune d'Annecy (74) en 1993 et 2015 suite à des glissements et mouvements de terrain.



Ci-dessous un extrait du PPR d'Annecy :

Périmètre des servitudes d'utilité publique et localisation des cavités et indices de mouvements de terrain



Légende :



Zone à risque entraînant une servitude d'utilité publique

 Cave

 Carrière

 Naturelle

 Indéterminée

 Galerie

 Ouvrage Civil

 Ouvrage militaire

 Puits

 Souterrain

 Glissement

 Eboulement

 Coulee

 Effondrement

 Erosion des berges

Fig. 5 – Extrait du PPR d'Annecy, Site Georisque.gouv.fr

Retrait gonflement des sols argileux :

D'après la carte d'exposition au risque de retrait-gonflement des argiles entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2020 « géorisques.gouv.fr », le site est classé en zone d'exposition faible vis-à-vis du risque de retrait gonflement des sols.

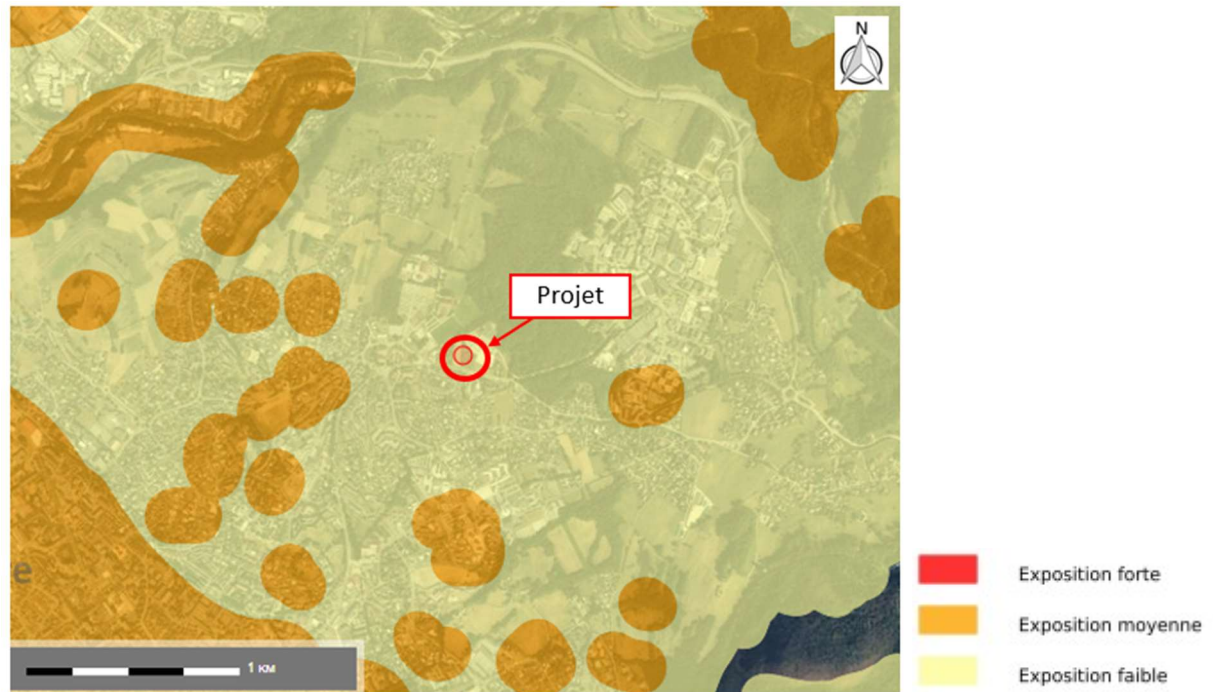


Fig. 6 – Carte d'exposition au phénomène de retrait-gonflement des argiles, Infoterre (BRGM)

Cependant, compte-tenu des résultats des essais en laboratoire réalisés lors de la mission G1 ES+PGC, nous reclassons le site comme étant moyennement sensible au retrait-gonflement des sols.



2.4. Historique du site



Le site existant est composé d'un bâtiment communal (l'espace de rencontre) construit en 1998 ainsi que d'un parking attenant

1997



1999



Le parking subit un agrandissement au début des années 2000 avec l'ajout d'une zone en stabilisé.

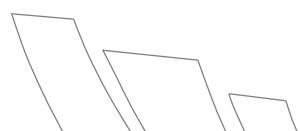
2002



Enfin en 2011 la prairie à l'ouest du site est scindée en deux pour devenir sur la moitié gauche un champs agricole et sur la moitié droite une zone boisée.

2011

Fig. 7 – Historique du site, Lollier Ingénierie et Redraw Architecte (doc. n°1)



3. DESCRIPTION DU PROJET

Le projet prévoit la création d'une piste de BMX permettant d'accueillir des compétitions internationales et nationales. Il englobe la création de gradins fixes à l'Est et Ouest de la piste.

L'emprise du projet sera de l'ordre de 14 000 m². Une plateforme de terrassement générale sera réalisée à 535.60 m NGF. Il est estimé un volume de déblais de l'ordre de 8 à 9000 m³ environ. Le projet sera donc semi-enterré en partie Nord-Est. Pour rappel : le site présente une pente naturel Nord-Est (~541.0 m NGF) / Sud-Ouest (~534.0 m NGF). Etant donné les enjeux et volumes, il a été décidé que les bosses et structures de la piste seront réalisées en matériaux d'apport type D31 ou équivalent (volume estimé à 5000 m³). Les matériaux du site n'étant pas adéquat à la réutilisation en remblais (cf. G1 PGC – doc. n°6).

L'étude hydrogéologique (doc. n°7) met en évidence des niveaux NPHE peu profonds, qui suivent la pente du terrain naturel. Les eaux seront drainées à l'aide d'un tapis drainant sous la piste, avec une évacuation des eaux vers un exutoire pérenne.

La piste de BMX comprendra deux rampes de départ en superstructure béton, une de 5.0 m de hauteur, et l'autre de 8.0 m de hauteur.

➤ **Pour la rampe de 5.0 m :**

- La plateforme haute de la rampe est calée à 541.6 m NGF, et la cote basse à 535.6 m NGF ;
- La pente de la rampe varie entre 18 et 36 % ;
- Elle sera réalisée par la mise en œuvre de matériaux granulaire en remblais sur 1.6 m de hauteur et déblais sur 3.4 m ;
- Une seconde petite rampe d'accès sera réalisée en partie Nord.

➤ **Pour la rampe de 8.0 m :**

- La plateforme haute de la rampe est calée à 544.1 m NGF, et la cote basse à 535.6 m NGF ;
- La pente de la rampe varie entre 25 et 53 %.
- La première partie de la butte consiste en un ouvrage génie-civil : un local d'environ 100 m² sera intégré sous la butte pour le fonctionnement du club ;
- La deuxième partie de la butte sera réalisée en remblais par apport de matériaux granulaires sur 2.2 m de hauteur puis déblais sur 4.1 m de hauteur au terrain naturel.

Les revêtements de la piste seront :

- Enrobés dans les virages, bas de butte de départ et arrivée ;
- Stabilisé sur la piste.

Un local technique sera réalisé sous la butte de départ de 8 m (surface approximative ~100 m²), à usage de vestiaires et bureaux pour le club de BMX local.

4 mâts d'éclairages seront installés aux quatre coins de la piste.



Les descentes de charge ne sont pas connues à ce stade du projet.

Ci-dessous un extrait du plan de masse du projet (doc. n°3) :

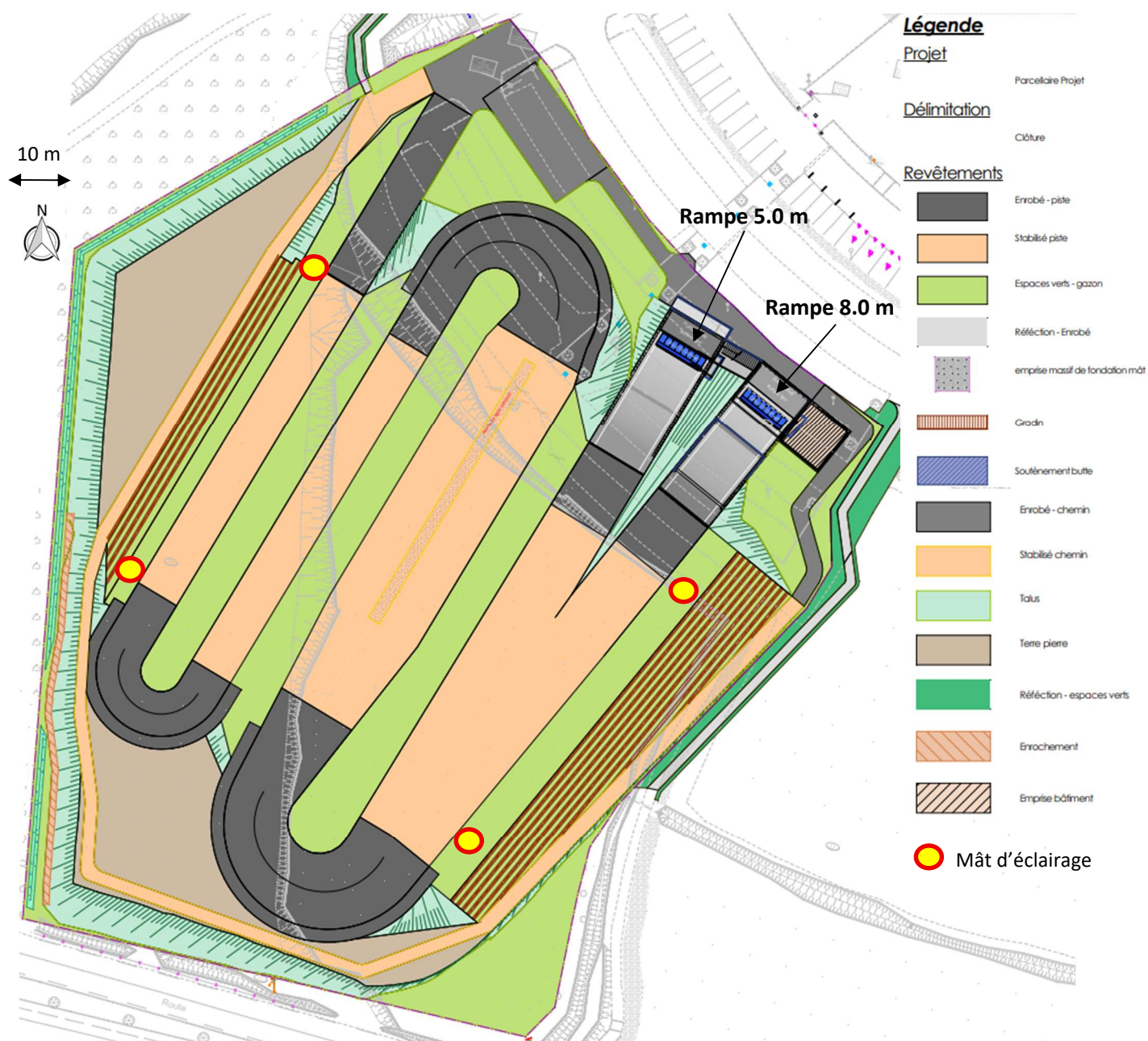


Fig. 8 – Plan de masse du projet, source : document n°3

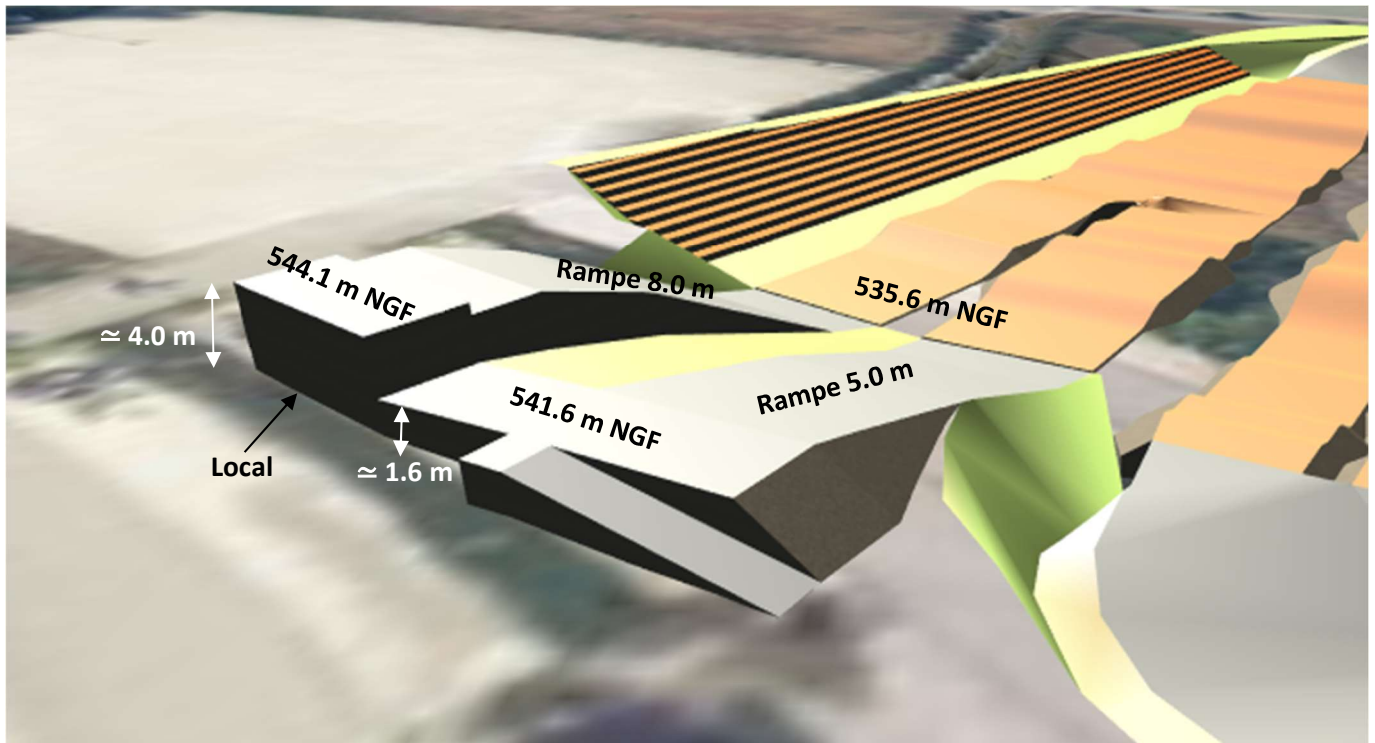


Fig. 9 – Modélisation 3D des deux rampes de départ, source : document n°1

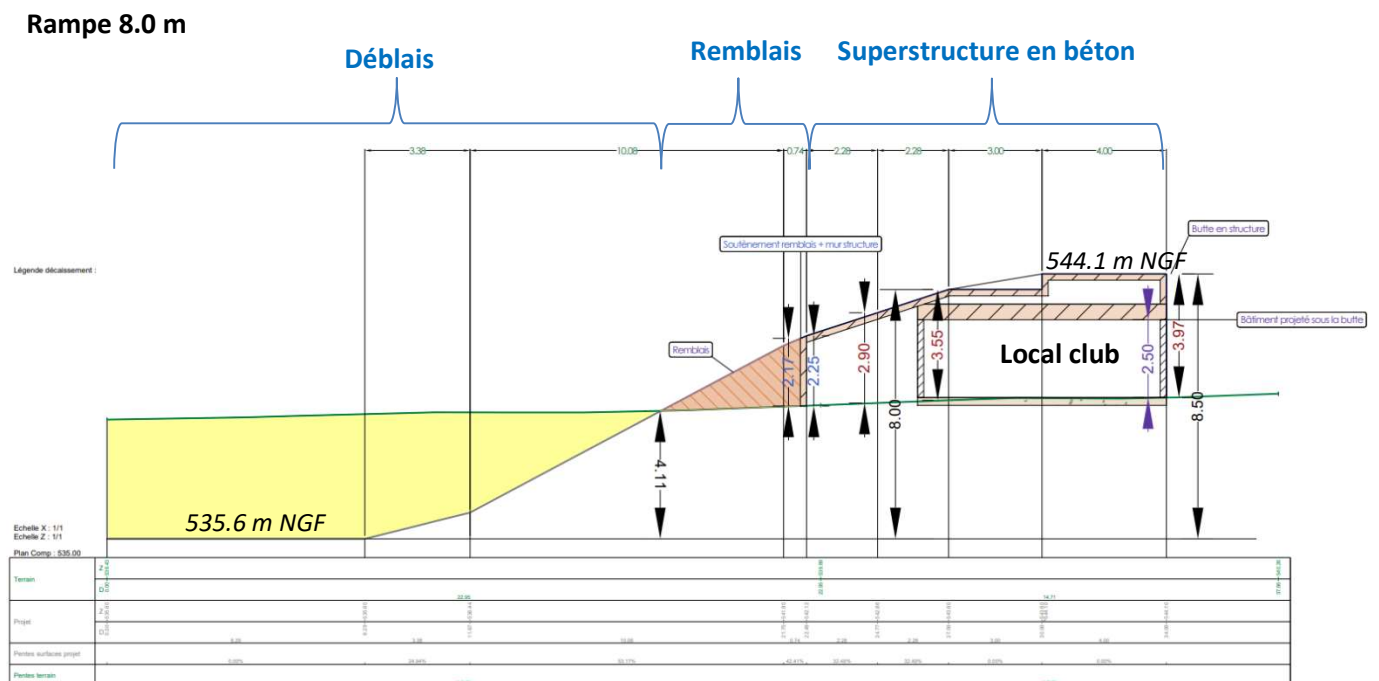
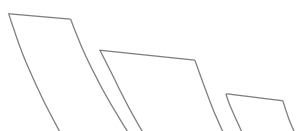


Fig. 10 – Profil en long de la butte à 8.0 m et du local situé sous la butte, source : document n°1



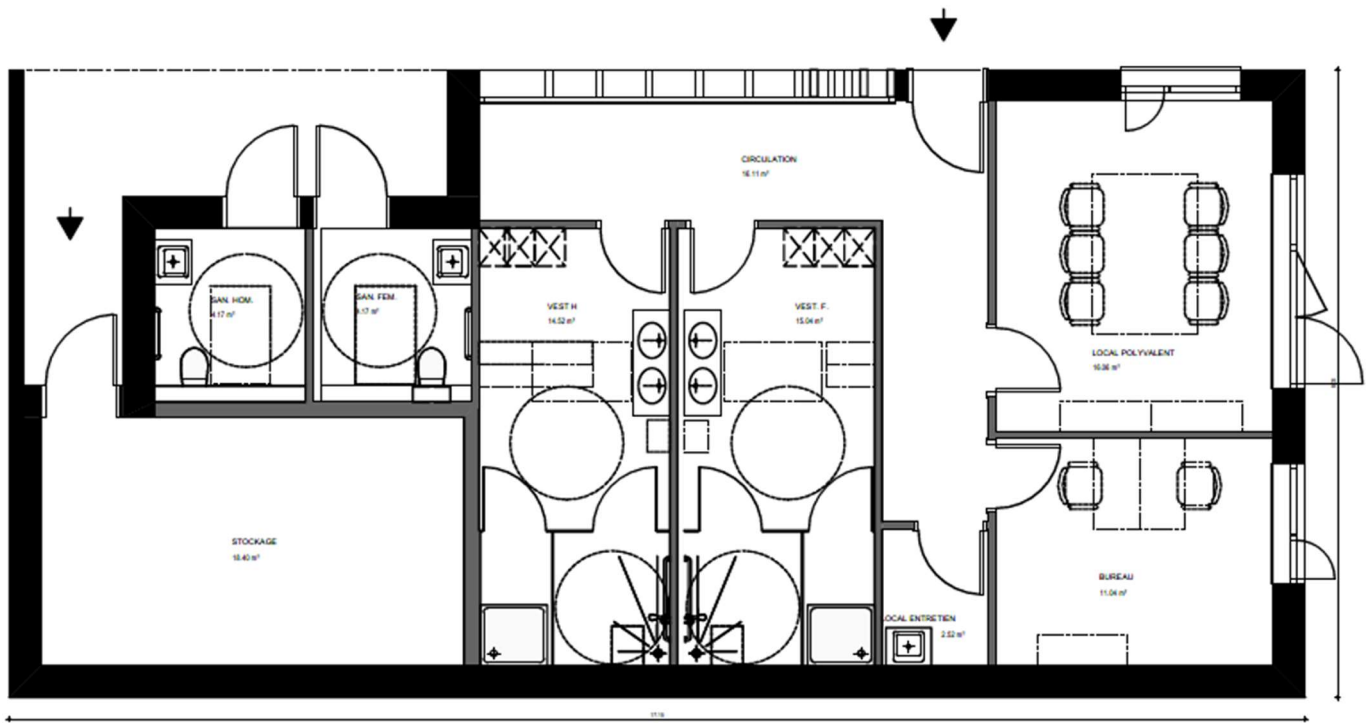


Fig. 11 – Plan de masse du local situé sous les rampes de départ, source : document n°1

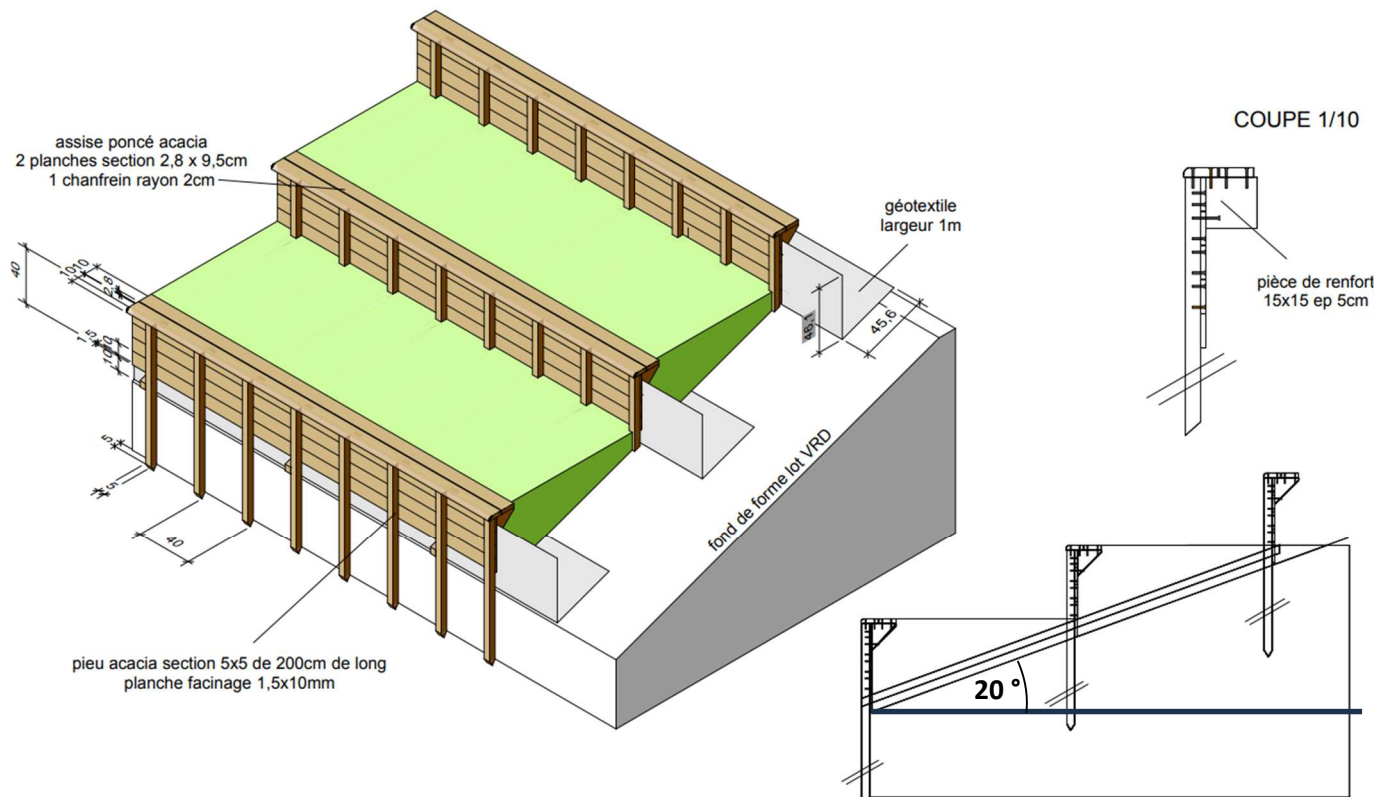


Fig. 12 – Exemple de tribunes envisagées à ce stade, source : document n°5

Hors mission :

Lors de compétitions exceptionnelles, il est prévu la mise en place de trois tribunes provisoires pour un total d'environ 4 600 places supplémentaires, elles ne sont pas étudiées dans le présent rapport.

Des aménagements connexes sont également prévus, tels que les aménagements des abords du site et la réalisation d'un pumtrack. Ils ne sont pas étudiés dans le présent rapport.



4. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

4.1. Implantation et nivellement

Les positions des sondages figurent sur le plan d'implantation des sondages en Annexe 3.

L'implantation des sondages et essais a été réalisée en fonction du plan de préfiguration parcellaire, des conditions d'accès et de la présence des réseaux enterrés.

Les cotes altimétriques des têtes des sondages issues du plan topographique fourni (doc. n°1), sont reportées dans les tableaux suivant :

Investigations réalisées en Mars 2025 pour la mission G1 ES+PGC :

Sondage	ST1-PN1	ST2-PN2	ST3-PN3	ST4-PN4	ST5-PN5	PM1	PM2
Cote (m NGF)	539.3	540.7	541.7	534.1	535.1	538.1	540.8

Sondage	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10
Cote (m NGF)	542.3	539.1	538.4	540.2	542.0	533.2	535.6	534.2

Piézomètres installés suite à la mission G1 ES+PGC pour l'étude hydrogéologique :

Sondage	PZ1	PZ2	PZ3
Cote (m NGF)	537.9	539.8	536.9

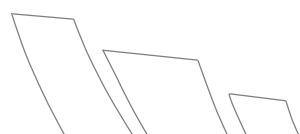
Investigations réalisées en Juillet 2025 pour la mission G2 AVP :

Sondage	SP1	SP2	SP4	EP1	EP2	EP3	EP4	EP5	SC1
Cote (m NGF)	538.0	539.9	537.8	534.5	538.2	533.8	539.6	539.2	539.6

4.2. Lithologie

Les coupes des sondages sont jointes en Annexe 4. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au niveau du terrain tel qu'il était lors de nos interventions (Mars et Juillet 2025).

Les sondages ont permis d'établir la coupe lithologique ci-après.



Formation 1 : Terrains de couverture

- Terre végétale reconnue au droit des sondages ST2, ST4, ST5 et SP4, ainsi que l'ensemble des sondages à la pelle mécanique, sur une épaisseur allant de 10 à 40 cm ;
- Couche de forme en stabilisé reconnue au droit des sondages ST3, SP1, SP2 et SC1 sur une épaisseur de 20 cm environ ;
- Enrobés et couche de forme reconnus au droit du sondage ST1 sur une épaisseur de 20 cm.

Formation 2 : Limons argileux bruns

Cette formation est constituée de limons argileux bruns à rare cailloutis. Elle a été rencontrée au droit des sondages PM5 à PM10, ST3 à ST5, SP2, SP4 et SC1 jusqu'à 0.5 à 2.6 m/TA (Terrain Actuel), soit sur la partie Sud-Ouest du site d'étude. Cette formation présente des caractéristiques géomécaniques **localement faibles à moyennes**.

Formation 3 : Argiles sableuses à graves

Cette formation est constituée d'argiles sableuses beiges à cailloutis, cailloux et petit blocs (Dmax observé = 40 cm). Elle a été rencontrée au droit des sondages SP1, SP2, SP4 et SC1 jusqu'à une profondeur comprise entre 2.5 et 3.7 m/TA, et jusqu'au terme de l'ensemble des sondages à la pelle et à la tarière descendus au refus entre 1.0 et 3.0 m/TA. Elle est rencontrée sous la formation 2 (lorsqu'elle est présente) ou directement sous la formation 1. Cette formation présente des caractéristiques géomécaniques **moyennes à bonnes**.

Formation 4 : Sables indurés graveleux

Cette formation est constituée sables graveleux à passes argileuses. Elle a été rencontrée au droit et jusqu'au terme des sondages pressiométriques et carotté descendus entre 5.0 et 12.0 m/TA. Cette formation présente des caractéristiques géomécaniques **bonnes à élevées**.

4.3. Compacités

Les compacités des formations sont reportées dans le tableau suivant :

Formation	Toit (m/TA)	Résistance dynamique de pointe qd (MPa)		Pression limite PI* (MPa)		Module pressiométrique Em (MPa)	
		Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi
1 – Terrains de couverture	0.0	-		-		-	
2 – Limons argileux bruns	0.1 - 0.4	2.1	7.0	1.32		21.7	
3 – Argiles sableuses à graves	0.2 – 3.0	2.8	>100 (refus)	0.47	2.70	5.5	37.2
4 – Sables indurés graveleux	1.0 – 3.0	>100 (refus)	>100 (refus)	1.53	4.9	17.8	574.7



4.4. Hydrogéologie

Lors de nos interventions (Mars et Juillet 2025), des venues d'eau ponctuelles ont été observées au droit des sondages. Les niveaux d'eau rencontrés sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	PM1	PM8	ST1	ST3	ST4	SP1
Profondeur du niveau d'eau (m/TA)	1.3	1.9	2.2	1.6	2.1	2.15
Cote du niveau d'eau (m NGF)	536.8	531.8	537.1	540.1	532.0	535.9

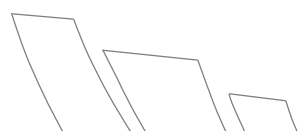
Une étude hydrogéologique a été réalisée par ECR Environnement (cf. doc. n°7). Pour cette étude, 3 piézomètres ont été installés jusqu'à une profondeur comprise entre 4.3 et 5.6 m/TN. Ils ont été équipés de sondes piézométriques à relevé automatique le 18/06/2025. Lors de l'installation des sondes, le niveau statique de la nappe se situait à environ :

Sondage	PZ1	PZ2	PZ3
Profondeur du niveau d'eau (m/TA)	2.9	1.0	1.6
Cote du niveau d'eau (m NGF)	535.0	538.8	535.3

Deux relevés piézométriques ont également été réalisés dans les piézomètres PZ1 et PZ3 le 30/07/2025, le niveau statique de la nappe se situait à environ :

Sondage	PZ1	PZ3
Profondeur du niveau d'eau (m/TA)	2.8	2.3
Cote du niveau d'eau (m NGF)	535.1	535.6

Le niveau des plus hautes eaux est actuellement estimé entre 536.0 et 539.8 m NGF, elle suit les pentes du terrain naturel. Cette donnée est une estimation qui sera à confirmer avec le suivi piézométrique annuel de l'étude hydrogéologique.



Ci-dessous l'illustration du pendage du toit des niveaux d'eau observés en Juin 2025 (source : doc. n°7) :

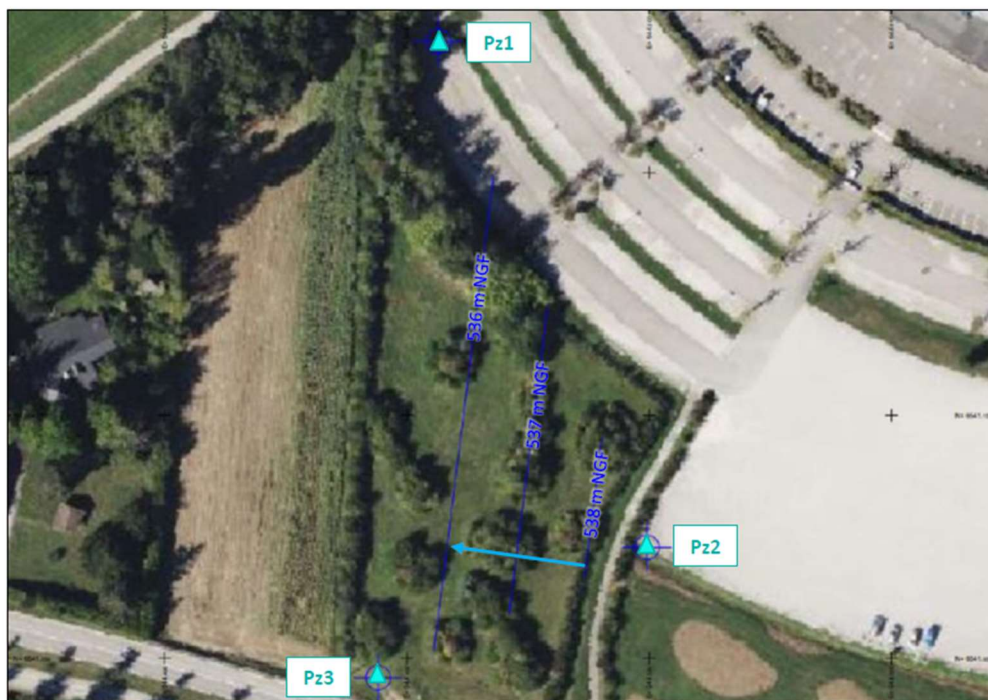


Fig. 13 – Esquisse piézométrique – Juin 2025 (doc. n°7)

Remarque importante :

Le niveau piézométrique d'une nappe est directement influencé par les conditions météorologiques, l'environnement et la perméabilité de l'aquifère. Ce qui peut se traduire par des remontées lors des périodes d'apport ou au contraire conduire à des baisses à la suite de périodes déficitaires.

4.5. Tests de perméabilité

Cinq tests de perméabilité de type Porchet ont été réalisés sur le site d'étude. Les principaux résultats sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Essai	Profondeur testée (m/TA)	Formation	Lithologie	Perméabilité K (m/s)
EP1	0.9	2 – Limons argileux	Limons argileux à traces d'hydromorphisme	1.6×10^{-6}
EP2	1.8	3 – Argiles sableuses à graves	Argiles grises légèrement sableuses	1.4×10^{-6}
EP3	0.9	2 – Limons argileux	Limons argileux à traces d'hydromorphisme	1.6×10^{-6}
EP4	1.9	3 – Argiles sableuses à graves	Limons légèrement sableux beiges à quelques cailloutis	2.6×10^{-6}
EP5	2.0	3 – Argiles sableuses à graves	Limons argilo-sableux beiges à quelques cailloutis	8.1×10^{-7}



Les valeurs de perméabilités mesurées caractérisent des terrains peu à très peu perméables.

À titre d'information, le tableau suivant présente les valeurs caractéristiques des perméabilités usuelles en milieu saturé :

K (m/s)	Type de matériaux	Niveau de perméabilité
$1 > k > 10^{-2}$	Graviers sans éléments fins	Très perméable
$10^{-2} > k > 10^{-4}$	Sables grossiers, graviers sableux sans éléments fins	Perméable
$10^{-4} > k > 10^{-6}$	Sables moyens à fins, limons peu argileux, lœss	Peu perméable
$10^{-6} > k > 10^{-8}$	Sables argileux, roche altérée à fracturée	Très peu perméable
$k < 10^{-8}$	Argiles homogènes, roche non fracturée	Quasi imperméable

Les procès-verbaux de ces essais d'infiltration sont présentés en Annexe 4.

4.6. Données parasismiques réglementaires

Selon la norme EC8, les principales données parasismiques déduites des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude sont les suivantes :

Données parasismiques réglementaires	
Zone de sismicité	Zone 3 – exposition modérée
Catégorie des bâtiments	III *
Accélération	$agr = 1.6 \text{ m/s}^2$
Classe de sol	B
Coefficient de sol S	1.35
Coefficient d'importance YI	1.2 (pour un bâtiment de classe III)

* La catégorie des constructions est à confirmer par le maître d'ouvrage, les parties gradins et piste peuvent éventuellement être dissociées.



4.7. Analyses laboratoires

Des analyses en laboratoire ont été réalisées sur des échantillons prélevés lors de nos deux campagnes de sondages (Mars et Juillet 2025). Les détails des procès-verbaux des résultats sont présentés en Annexe 6.

4.7.1. Classifications granulométriques GTR

Les principaux résultats des analyses granulométriques et GTR réalisées en laboratoire sont présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Formation	Prof. (m/TA)	Analyse granulométrique (% passant)			Teneur en eau (%)	Indice de Plasticité	Indice de consistance	Classe GTR
			80 µm	2 mm	50 mm				
PM6	2 – Limons argileux	0.6	85.3	97.7	100.0	29.3	34.0	0.97	A3h
PM4	3 – Argiles sableuses à graves	0.5	74.7	89.3	96.9	27.0	35.3	0.96	C1A3h
PM9	3 – Argiles sableuses à graves	1.0	45.9	64.4	92.8	15.7	21.3	-	C1A2

4.7.2. Limites d'Atterberg

Les principaux résultats des limites d'Atterberg réalisés en laboratoires sont présentés dans le tableau suivant :

Sondage	Formation	Prof. (m/TA)	Teneur en eau (%)	WI (%)	IP
PM6	2 – Limons argileux	0.6	29.3	62.3	34.0
PM4	3 – Argiles sableuses à graves	0.5	27.0	61.0	35.3
PM9	3 – Argiles sableuses à graves	1.0	15.7	40.2	21.3

Au sens de la revue française de géotechnique n°120/121 du 4^{ème} trimestre 2007 et de la bibliographie du BRGM :

Les limons argileux (formation 3) ont :

- Un potentiel de gonflement **moyen** en considérant la valeur WL ;
- Un potentiel de gonflement **moyen** en considérant la valeur IP ;
- Une sensibilité au retrait-gonflement **moyenne** en considérant la valeur IP.

Les argiles sableuses à graves (formation 4) ont :

- Un potentiel de gonflement **fort** en considérant la valeur WL ;
- Un potentiel de gonflement **fort** en considérant la valeur IP ;
- Une sensibilité au retrait-gonflement **fort** en considérant la valeur IP.



Nous avons par ailleurs placé les résultats des échantillons au droit du diagramme de plasticité de Casagrande ci-après.

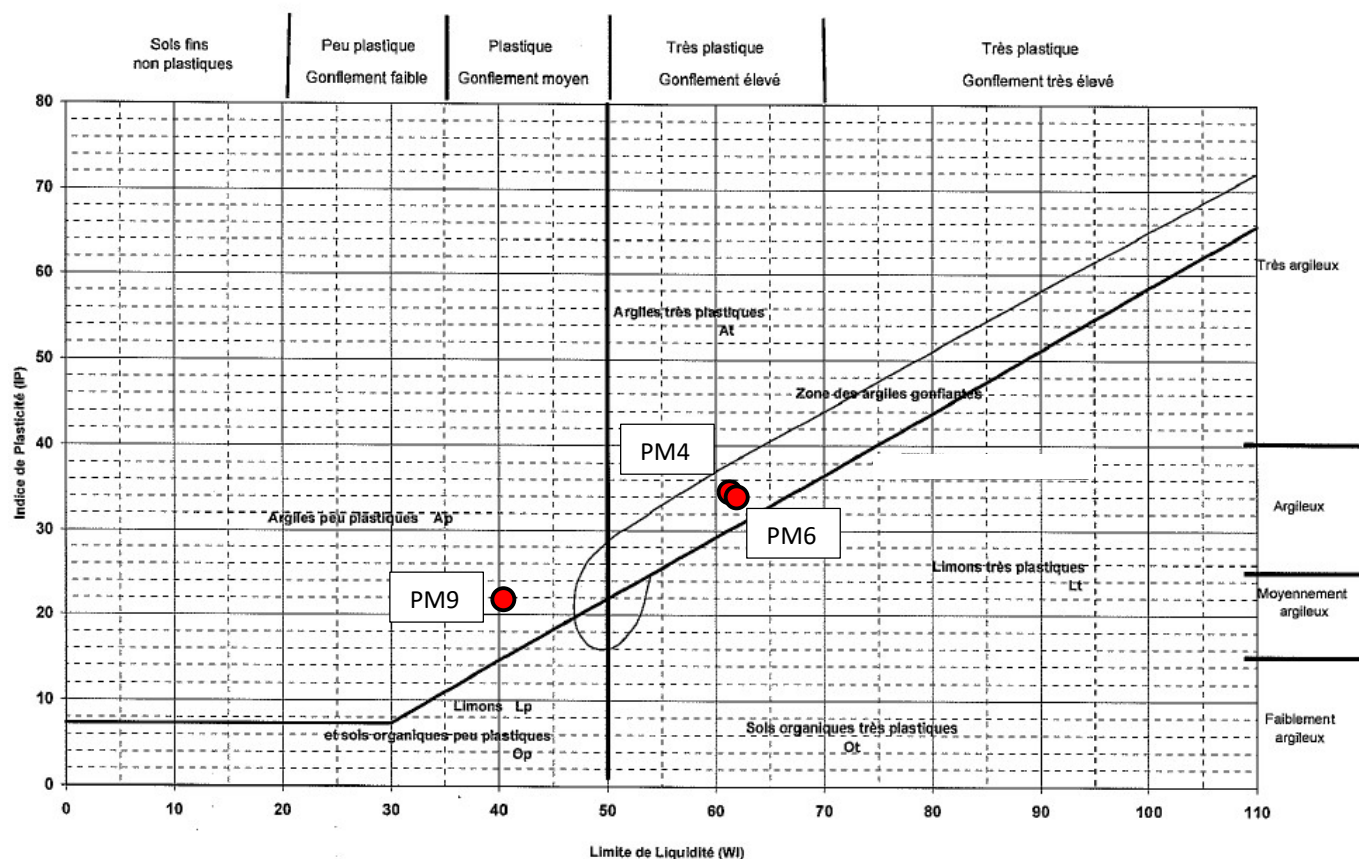
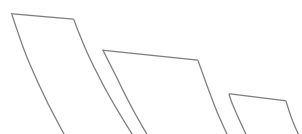


Fig. 12 – Localisation des échantillons testés sur le diagramme de plasticité de Casagrande

4.7.3. Essais Proctor normal

Les principaux résultats des essais Proctor réalisés en laboratoire sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Formation	Prof. (m/TA)	Teneur en eau naturelle : wn (%)	Teneur en eau à l'optimum Proctor : wopn (%)	Masse volumique sèche à l'optimum Proctor pd (g/cm3)	État hydrique
PM7	2 – Limons argileux	0.6	28.8	25.0	1.48	Moyennement humide
PM2	3 – Argiles sableuses à graves	0.8	12.8	13.2	1.94	Moyennement humide
PM8	3 – Argiles sableuses à graves	1.2	33.4	21.8	1.54	Très humide



4.7.4. Cisaillement à la boîte de Casagrande

Les principaux résultats des essais de cisaillement à court terme réalisés en laboratoire sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Formation	Prof. (m/TA)	Cohésion court terme c_{uu} (kPa)	Angle de frottement court terme φ_{uu} (°)
PM5	2 – Limons argileux	0.6	54*	20*
PM1	3 – Argiles sableuses à graves	1.2	10**	12**

Les échantillons ont dû être remaniés pour réaliser les essais.

* Elimination de la fraction supérieure à 5 mm par tamisage. Passant à 5 mm = 81%

** Elimination de la fraction supérieure à 5 mm par tamisage. Matériaux très mous et collants. Passant à 5 mm = 77%.



5. TERRASSEMENTS GENERAUX

Les terrassements concernent la mise en place du projet dans le terrain naturel, soit la réalisation d'une plateforme générale à 435.6 m NGF. Pour son intégration dans le terrain naturel en pente Nord-Est (~541.0 m NGF) / Sud-Ouest (~534.0 m NGF), des talus de l'ordre de 4.5 m de hauteurs seront réalisés.

5.1. Conditions de terrassement

Compte tenu des éléments exposés précédemment, les terrassements dans les terrains rencontreront des matériaux résistants, **l'emploi d'une pelle mécanique puissante associée à un BRH/dérocteur sera approprié**. La formation 4 rencontré à partir de 1.0 à 3.0 m /TN est très compact, elle a provoqué le refus des sondages à la pelle mécanique et pénétromètre. Quoi qu'il en soit, les moyens employés devront être adaptés aux terrains rencontrés.

Dans le cas des souches d'arbres, et/ou de sols impropres (remblais, matériaux organiques), sols remaniés ou déconsolidés, rencontrés lors de l'ouverture des fouilles, leur purge soignée et substitution devra être impérativement assurée. La substitution devra être réalisée avec des matériaux de qualité de type 0/150 ou 0/80 graveleux et insensibles à l'eau ($VBS < 1$), passants à $80 \mu m < 5\%$, $D_{10} > 1 \text{ mm}$), et durs ($MDE < 45$) et chimiquement inerte.

Il conviendra également de faire attention aux éventuels réseaux/ouvrages enterrés lors des travaux (éventuels détournements de réseau existant, purge/effacement, etc...). Les travaux en période pluvieuse seront suspendus afin de limiter la dégradation du fond de forme.

5.2. Sujétions d'exécution

Lors des travaux, nous attirons l'attention sur la nécessité de préserver au mieux la qualité du sol d'assise des bâtiments projetés. On proscrira, autant que faire se peut, de faire manœuvrer des engins sur la plate-forme décapée et l'on privilégiera un remblaiement instantané de la première couche à l'avancement.

Après mise à niveau du fond de forme, ce dernier sera compacté. Son compactage sera adapté aux conditions climatiques au moment des travaux.

Les terrains présents sur le site renferment une proportion de matériaux fins (argiles et limons) et sont donc sensibles à l'eau. En période pluvieuses, des difficultés de circulation des engins pourront être rencontrées. La réalisation de la plateforme en période favorable non pluvieuse est recommandée.

NOTA : Si les travaux ont lieu en période défavorable ou si le fond de forme présentait une teneur en eau trop importante, le cloutage du fond de forme et la pose d'un géotextile pourront s'avérer nécessaires.



En fonction de l'état hydrique des sols et des niveaux d'eau au moment des travaux, les terrassements dans des matériaux saturés peuvent entraîner des éboulements. Il conviendra alors de prendre les dispositions nécessaires afin d'éviter de tels désordres (busage ou blindage continu par exemple) ainsi que l'utilisation d'un dispositif de pompage ou de rabattement de nappe.

Il conviendra de protéger le fond de fouille en cas d'intempéries et les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries. En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage et évacuation gravitaire ou d'un système de pompage si nécessaire sera à prévoir.

5.3. Eau et drainage – phase chantier

Il est rappelé que les sols présents en partie supérieure des terrassements sont sensibles à l'eau (argiles et limons) et que des circulations d'eau aléatoires sont possibles.

Quoi qu'il en soit, des précautions d'usage seront à respecter pour conserver le fond de terrassement, sensible à l'eau :

- Réaliser les travaux en période sèche, non pluvieuse, et à l'avancement ;
- Régler le fond de terrassement de manière à permettre une évacuation gravitaire des eaux ;
- Réalisation d'un système de drainage périphérique provisoire pour la phase chantier (vers un exutoire pérenne, avec moyens de pompage si besoin en provisoire) ;
- Protection du fond de fouille en cas d'intempéries, les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries ;
- Protection des talus provisoire par un polyane. Une cunette de réception des eaux de ruissellement devra être réalisée en pied de talus et reliée à un exutoire (évacuations des eaux en dehors de l'emprise du chantier) afin de sauvegarder les caractéristiques de la plateforme de travail.

5.4. Eau et drainage – phase définitive

Compte tenu de la présence de fines dans les terrains (argiles et limons), des niveaux d'eau potentiellement affleurants le TN (cf. doc. n°7) et afin d'assurer la pérennité des ouvrages, un matelas drainant est prévu sous l'ouvrage en terre. Il sera raccordé à un exutoire pérenne en aval du projet.

5.5. Talutage

Seuls les talus associés à la plateforme générale, gradins et abords sont étudiés ci-après. Les mises en talus pour les bosses du circuit sont trop raides pour être justifiées suivant les normes géotechnique. Les bosses sont régulièrement entretenues et retalutées.



La réalisation de la plateforme générale, gradins et abords nécessitera la réalisation de déblais allant jusqu'à 4.5 m de hauteur (en partie Nord-Est) et des remblais de l'ordre de 1.6 m en partie Sud-Ouest.

En première approche, hors d'eau et hors mitoyennetés, les pentes maximales des talus seront de :

- de 3/2 (3 de base pour 2 de hauteur) en provisoire pour des hauteur > 2.5 m et en définitif ;
- en provisoire pour des hauteur de talus < 2.5 m, les pentes pourront être de 1H/1V.

En cas d'observation d'éboulement ou amorce de glissement, les talus devront rapidement (1 jour) être adoucis.

Suite à la diffusion du plan de terrassement, une analyse détaillée sera réalisée en phase G2 PRO, avec une éventuelle optimisation des pentes de talus.

En phase provisoire, les dispositions suivantes devront être respectées :

- Collecter les eaux amont des talus (cunette en crêtes de talus ...) et les évacuer vers un exutoire adapté ;
- Eviter tout dépôt de matériel ou circulation d'engins de chantier à moins de 1.5 m des crêtes de talus ;
- Protéger les talus provisoires des intempéries par des bâches en polyane soigneusement fixées ;
- Garder une banquette minimale de 2.0 m entre la tête des talus et les avoisinants.

La phase provisoire ne pourra pas excéder quelques semaines.

Dans le cas où les pentes de talus ou les délais d'ouverture ne peuvent pas être respectés, des ouvrages de soutènement provisoires pourront être à prévoir (en présence d'avoisinants/mitoyens notamment).



6. FONDATIONS ET NIVEAU BAS

Le bâtiment du club et les mâts d'éclairage nécessiteront la mise en œuvre de système de fondation. Le mode de fondation du projet devra faire état de l'importance et de la géométrie des charges apportées ainsi que de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et de bonne qualité.

6.1. Principe de fondation

6.1.1. Fondations adaptées au projet – caractéristiques principales

Compte-tenu des caractéristiques géotechniques principales des sols reconnus au droit du site et de la nature du projet, ECR Environnement conseille la réalisation de **fondations superficielles filantes** pour les tribunes et le local situé sous la rampe de 8.0 m, ancrées d'au moins 0.3 m dans la formation 3 (argiles sableuses à graves) – observée à 1.7 m/TN au droit de SP2 (Bâtiment Club).

Pour les mâts d'éclairage, suivant les charges, un autre système de fondation pourra s'avérer plus pertinent (en attente de données). Ils seront étudiés précisément en phase G2 PRO.

Les profondeurs sont données au droit des sondages réalisés, des surprofondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas à exclure, ce qui nécessitera des approfondissements locaux de l'assise des fondations, avec un rattrapage en gros béton.

Dans tous les cas et dans les zones les plus exposées, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors-gel des fondations et respecter les préconisations du BRGM en exposition moyenne vis-à-vis du risque de retrait et gonflement des argiles, soit **une profondeur minimale de 1.2 m** par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries.

6.1.2. Modèle géotechnique retenu

Au droit du bâtiment Club (SP2), nous avons retenu le modèle géotechnique suivant :

Formation	Prof. base (m NGF)	Prof. base (m/TN)	Pl* ⁽¹⁾ (MPa)	Em ⁽¹⁾ (MPa)	α	γ (kN/m ³)
2 – Limons argileux	539.4	1.7	0.5	6.0	1/2	19
3 – Argiles sableuses à graves	537.2	2.7	1.5	20.0	2/3	20
4 – Sables graveleux	<527.9	>12.0	3.2	39.0	1/4	19



Pour mémoire, compte-tenu de la pente, ces lithologies ne sont pas rencontrées à la même cote. Ci-après, le tableau présentant la profondeur de la base des formations suivant les sondages.

Profondeur de la base de la formation (m NGF)			
Sondages	2 – Limons argileux	3 – Argiles sableuses à graves	4 – Sables graveleux
SP1	-	535.5	< 530.0
SP2	538.2	537.2	< 527.9
SP3	537.3	534.1	< 529.8

6.1.3. Contrainte de calcul

Il conviendra de s'assurer que les fondations préconisées et les dispositions retenues soient en accord avec les charges réelles des ouvrages.

La contrainte de rupture du sol q_{net} est évaluée d'après la méthode pressiométrique selon la norme NF P 94-261. Elle a pour expression :

$$q_{net} = k_p * p_{le} * i_\delta * i_\beta$$

Avec :

- p_{le} = pression limite nette équivalente
- k_p = facteur de portance pressiométrique
- i_δ = coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement
- i_β = coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus en pente
- $q_0 = 0$: contrainte verticale dans le sol niveau de la base de la fondation après travaux

De manière sécuritaire, pour pallier au risque de remaniement des terrains lors du creusement des fouilles et pour considérer des tassements différentiels acceptables sous fondations, les contraintes limites de calculs maximales à prendre en compte au stade du projet seront limitées à :

$$\begin{aligned} q_{ELS \text{ QP et C}} &\leq 0,50 \text{ MPa} \\ q_{ELU \text{ F}} &\leq 0,80 \text{ MPa} \\ q_{ELU \text{ A}} &\leq 0,80 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Si cette contrainte s'avère insuffisante, un approfondissement de la profondeur d'ancrage des fondations afin d'atteindre des terrains aux caractéristiques mécaniques satisfaisantes pourra être étudié en phase G2 PRO.

NB : Les valeurs données ci-dessus sont les valeurs maximales de contraintes admissibles pour une plate-forme horizontale et sans talus à proximité des fondations ($i_\delta = i_\beta = 1$). Nous rappelons que lorsque les fondations sont situées en crête de talus, ces valeurs sont à minorer selon la réglementation en vigueur en fonction de leur implantation.



6.1.4. Exemple de dimensionnement et tassements

Au droit du bâtiment club, à ce stade, quelques exemples de fondation sont donnés pour les cas de charges ELS QP suivant les recommandations de l'Eurocode 7 (NF P 94 261). Dans le cadre des éléments de dimensionnement établis ci-dessus, les exemples de fondations suivants peuvent être donnés en phase G2 AVP :

	Semelle filante		
Charge ELS QP	250 kN/m	400 kN/m	500 kN/m
Dimension (m)	0.5 m	0.8 m	1.0 m

En phase G2 PRO puis EXE (G3), le dimensionnement des fondations sous sollicitations sismiques devra être réalisé. Les justifications au glissement et excentrement devront également être menées.

Compte tenu des conditions géotechniques et du respect des diverses précautions énoncées dans ce rapport, les tassements sous les fondations devraient rester acceptables (inférieur au centimètre). Toutefois, la structure de la construction doit être suffisamment rigide pour pouvoir admettre de faibles mouvements différentiels qui ne peuvent être exclus.

Les tassements réels devront impérativement être quantifiés en fonction de la descente de charge et des dimensions des fondations déterminées par l'équipe de conception (G2 PRO puis G3). Ces tassements seront à valider par le BET Structure.

6.2. Disposition constructives générales et particulières

Tous les travaux devront être réalisés selon les règles de l'art.

La fondation d'un ouvrage doit constituer un système homogène, à moins que celui-ci ne soit fractionné en unités séparées par des joints, sous peine d'engendrer des tassements différentiels importants. Dans ce cas, le mode de fondation adopté peut varier d'une unité à l'autre, mais doit rester homogène dans chacune d'elles.

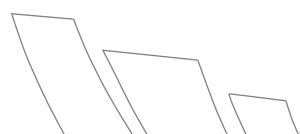
Les fondations d'un même bloc de construction doivent être solidarisées par un réseau bidimensionnel de longrines (ou tout autre système équivalent) tendant à s'opposer à leur déplacement relatif dans le plan horizontal.

Des différences de niveau d'assise pour les fondations peuvent être tolérées à condition de respecter les normes en vigueur (pente maximale admissible, dispositif particulier, etc...).

En aucun cas les fondations ne seront ancrées dans les horizons supérieurs (risque de tassements importants).

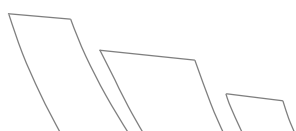
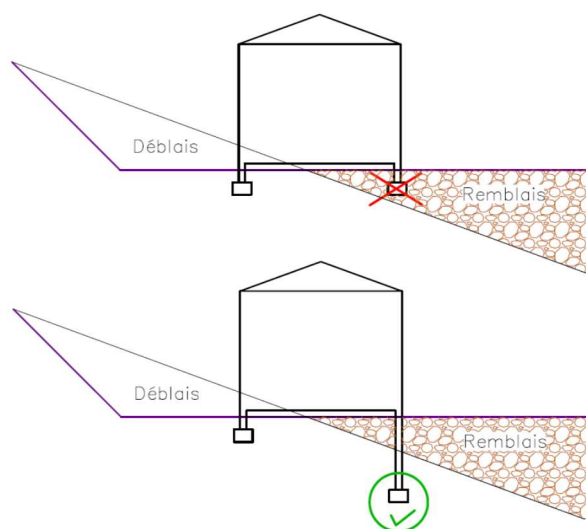
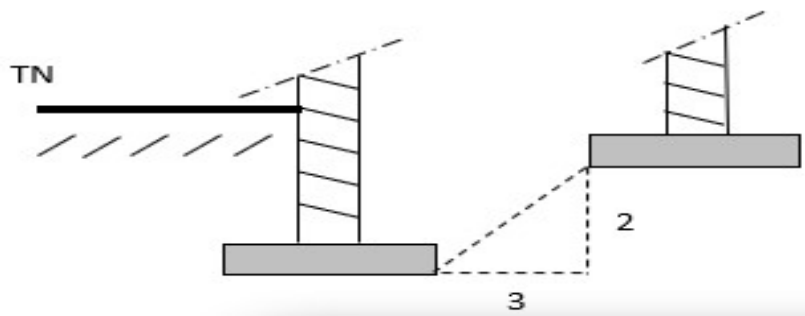
Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- Fondation superficielle : largeur minimale de 50 cm pour des semelles filantes afin d'assurer un bon contact entre le sol et la fondation ;



- Ancrage de 30 cm minimum dans la formation d'ancrage ;
- Rigidifier la structure (chainage haut et bas) et de répartir les charges de façon équilibrée ;
- Sol d'assise homogène sous un même bâtiment ;
- En cas de surprofondeur, un rattrapage par un gros béton pourra être réalisé ;
- Blindage des fouilles en cas d'instabilités observées lors des terrassements au-delà de 1.3 m de profondeur et/ou en cas d'arrivées d'eau ;
- Joints de structure pour un bâtiment ne s'ancrant pas dans la même formation et en cas du non-respect des règles de fondation à niveaux décalés ;
- Respect des règles des fondations à niveaux décalés ;
- Bien mettre en œuvre des moyens adaptés aux dispositions techniques ;
- L'encastrement des fondations devra assurer les conditions de mise hors-gel des fondations (0.9 m/TN) et les préconisations du BRGM en exposition moyenne vis-à-vis du risque de retrait et gonflement des argiles (1.2 m/TN pour les sols fortement gonflants). Soit les fondations devront respecter un encastrement minimum de 1.2 m.

On rappelle que dans le cas de niveaux d'assise décalés, il faudra respecter la règle des 3H/2V qui est illustrée par les schémas suivants :



ATTENTION : Les fondations ne devront en aucun cas être ancrées dans la terre végétale et les remblais éventuels. Il faudra impérativement éviter de faire passer les réseaux d'eau à proximité des fondations.

Afin de ne pas dégrader la portance des matériaux en place, il est recommandé de :

- Réaliser les terrassements en situation météorologique favorable ;
- Régler la plateforme avec des pentes suffisantes pour faciliter l'évacuation des eaux ;
- Fermer les plateformes en cas d'épisode pluvieux (le cas échéant, la protéger par la mise en place de bâches en polyane) ;
- Mise en place d'un béton de propreté immédiatement après l'ouverture des fouilles de fondations sur une épaisseur minimum de 5 cm ;
- En cas de présence d'eau, il conviendra de prévoir un pompage afin d'assécher les fouilles et le bétonnage devra se faire à l'aide d'un tube plongeur selon la technique pieu (DTU 13.2).

6.3. Niveau Bas

Compte-tenu du projet et des caractéristiques géotechniques des sols (exposition moyenne au retrait-gonflement des argiles), le niveau bas devra être traité en dalle portée.



7. OBSERVATIONS

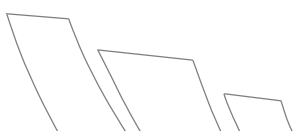
Cette étude a été réalisée au stade de l'avant-projet (mission G2 AVP). Nous rappelons que conformément à la norme NF P 94 500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, des études complémentaires doivent être réalisées au stade du projet (missions G2 PRO) et de l'exécution (missions G3 et G4) pour une analyse détaillée des ouvrages géotechniques.

Des coupes et des plans du projet seront nécessaires à la réalisation des missions géotechniques complémentaires.



Annexe 1

Extrait de la norme NF P 94 500



Extrait de la Norme NF P 94-500 - Novembre 2013

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.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, 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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



Annexe 2

Conditions particulières



CONDITIONS PARTICULIERES

Le présent rapport ou procès-verbal ainsi que toutes annexes constituent un ensemble indissociable.

La société ECR ENVIRONNEMENT serait déchargée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à ECR ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du rapport et doivent être portés à la connaissance d'ECR ENVIRONNEMENT.

La société ECR ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur lesdites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain



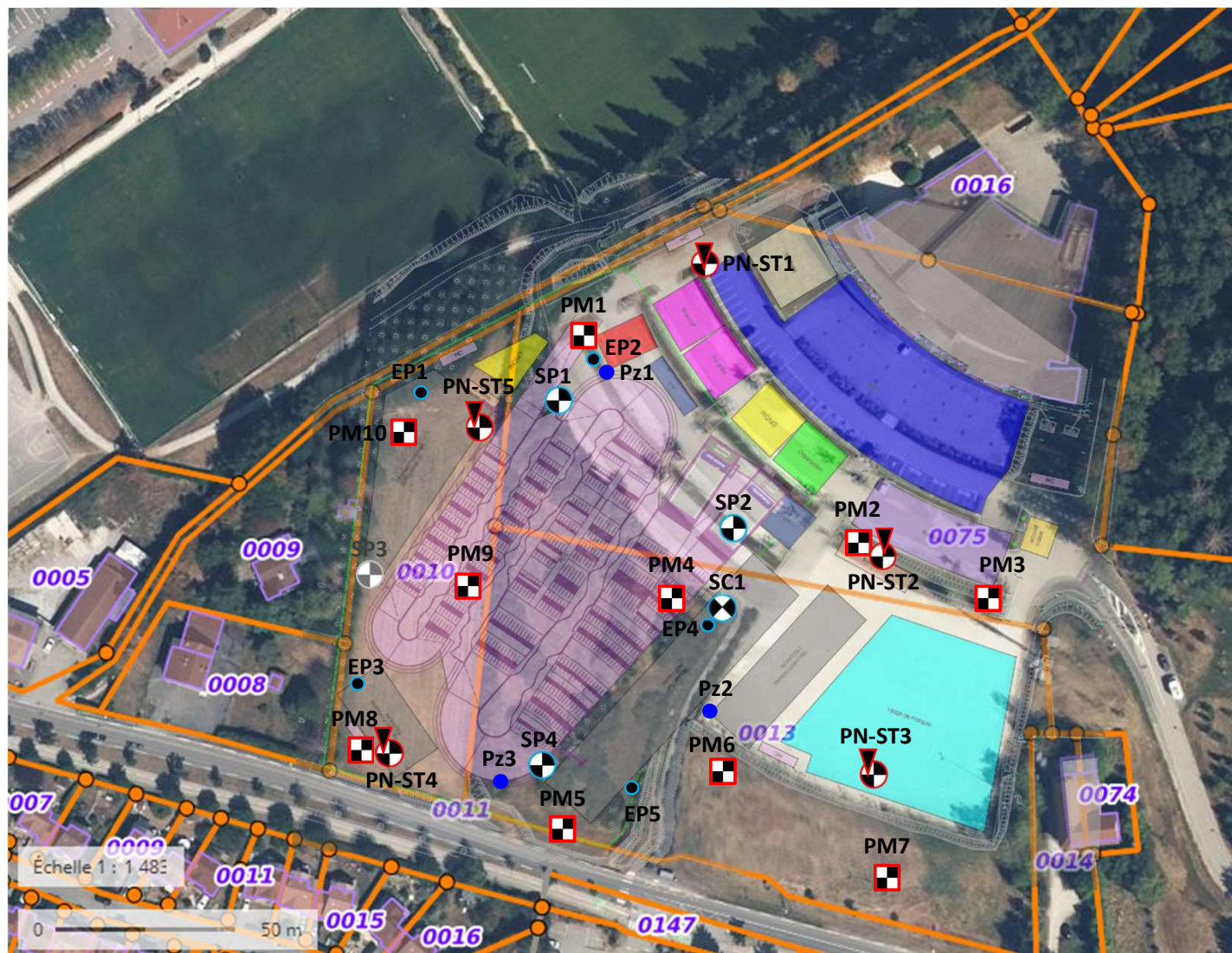
Annexe 3

Plan d'implantation des sondages





Plan d'implantation des sondages géotechniques



Légende :

Sondages G1 ES-PGC (Mars 2025) :

-  ST Sondage à la tarière
-  PN Sondage pénétrométrique
-  PM Sondage à la pelle mécanique
-  Pz Piézomètres étude hydro (Juin 2025)

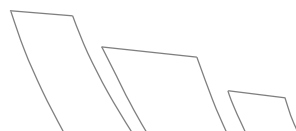
Sondages G2 AVP (Juillet 2025) :

-  SP Sondage pressiométriques
-  SC Sondage carotté
-  EP Essais d'infiltration Porchet

SP3 réalisé dans un second temps après récolte (Septembre/octobre 2025)

Annexe 4

Résultats des investigations





ANNECY (74)
Construction d'une piste BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

(Contrat 7304043)

Date début : 30/07/2025

Cote NGF : 539.6 m

Profondeur : 0,00 - 5,00 m

Machine : ECOFORE CE 402

1/25

Forage : SC1

EXGTE 3.20/LUT3EPF506FR

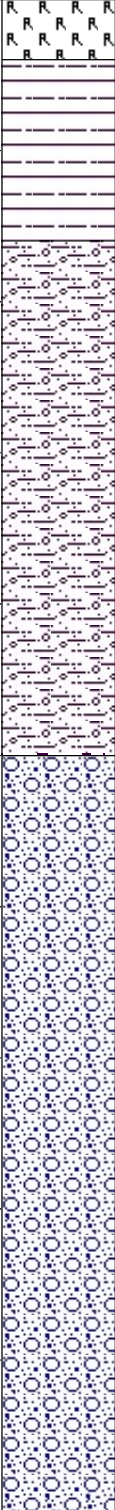
Cote (m NGF)	Prof.(m)	Lithologie	Taux de récupération (%)	Eau	Outil
	0		80	Niveaux d'eau mesurés dans les piézomètres PZ1 et PZ3 le 30/07/2025, respectivement à 535.1 et 535.6 m NGF	Carrotier battu LS Ø 114 mm
		Couche de forme beige graveleuse			
		Présence d'un géotextile à 0.2 m/TA			
	0,20 m - NGF : 539,40 m		100		
		Limons argileux bruns foncé à rare cailloutis			
539		Traces d'hydromorphisme brunes à 0.7 m/TA			
	0,80 m - NGF : 538,80 m				
	1				
		Limons à cailloux et cailloutis bruns foncés, secs	80		
538					
	2				
	2,50 m - NGF : 537,10 m				
537					
	3				
		Cailloux, cailloutis et sables beiges, secs	70		
536					
	4				
535					
	5	5,00 m - NGF : 534,60 m			5,00 m



Planche photos du sondage carotté SC1

Affaire : ANNECY (74) – Construction d'une piste de BMX

Client : DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

Dossier : 7304043

0,0 m



1,0 m

1,0 m

2,0 m

2,0 m



3,0 m

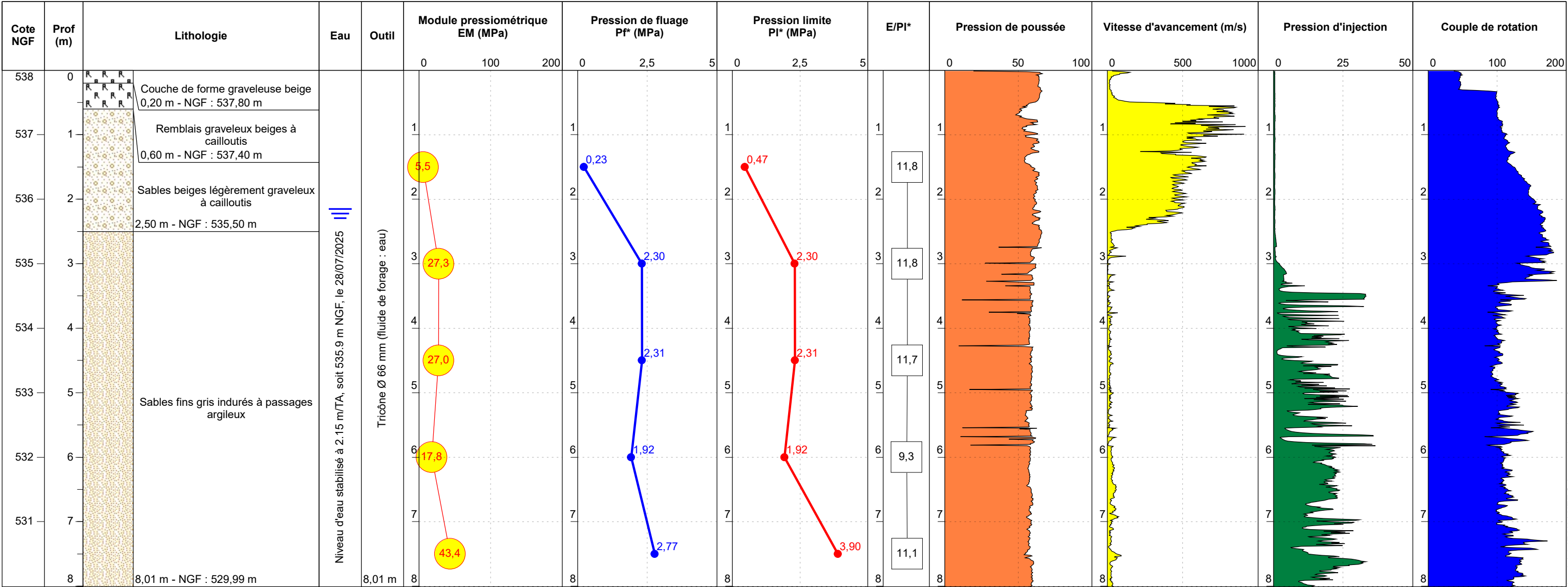
3,0 m

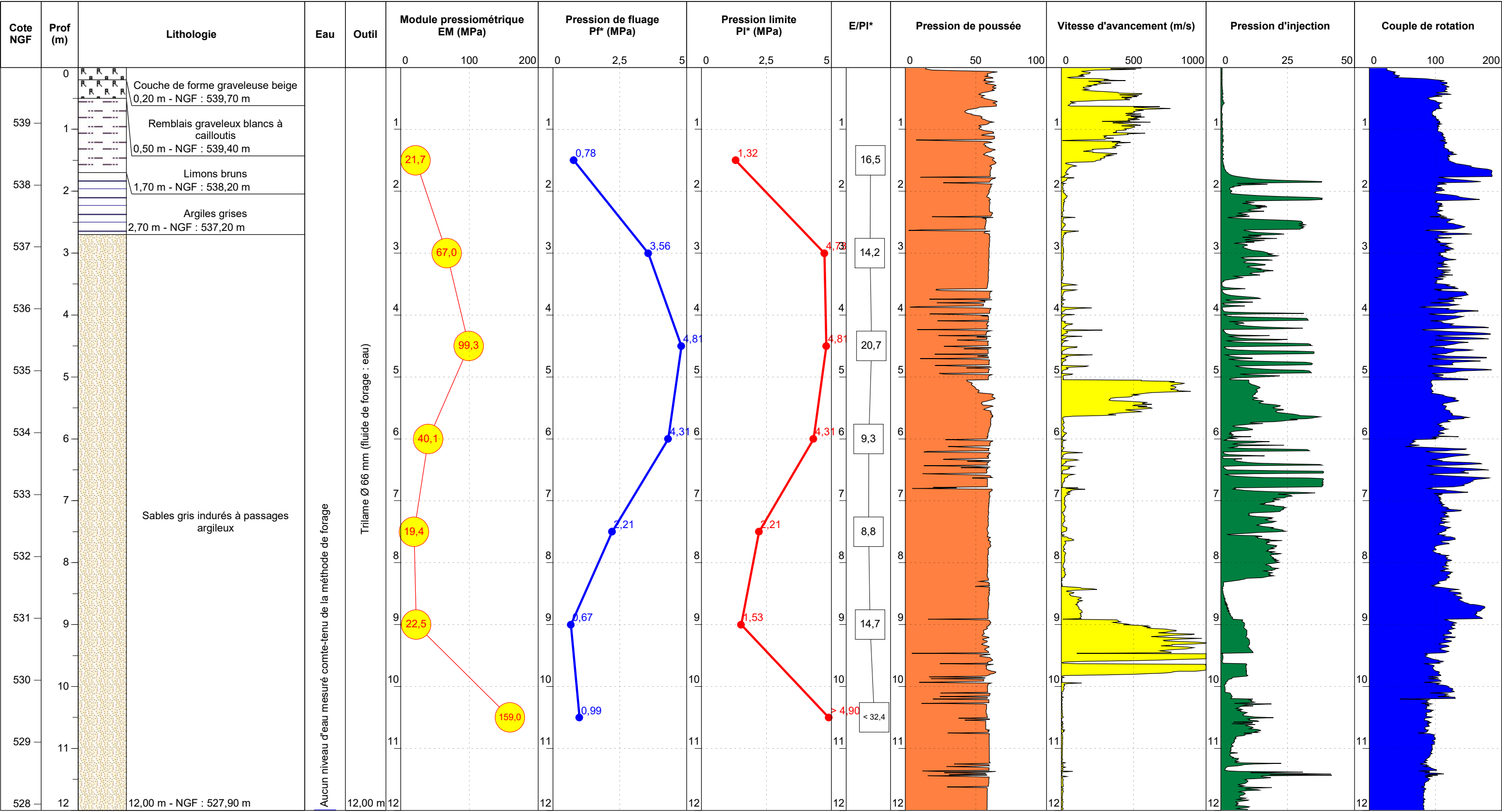
4,0 m

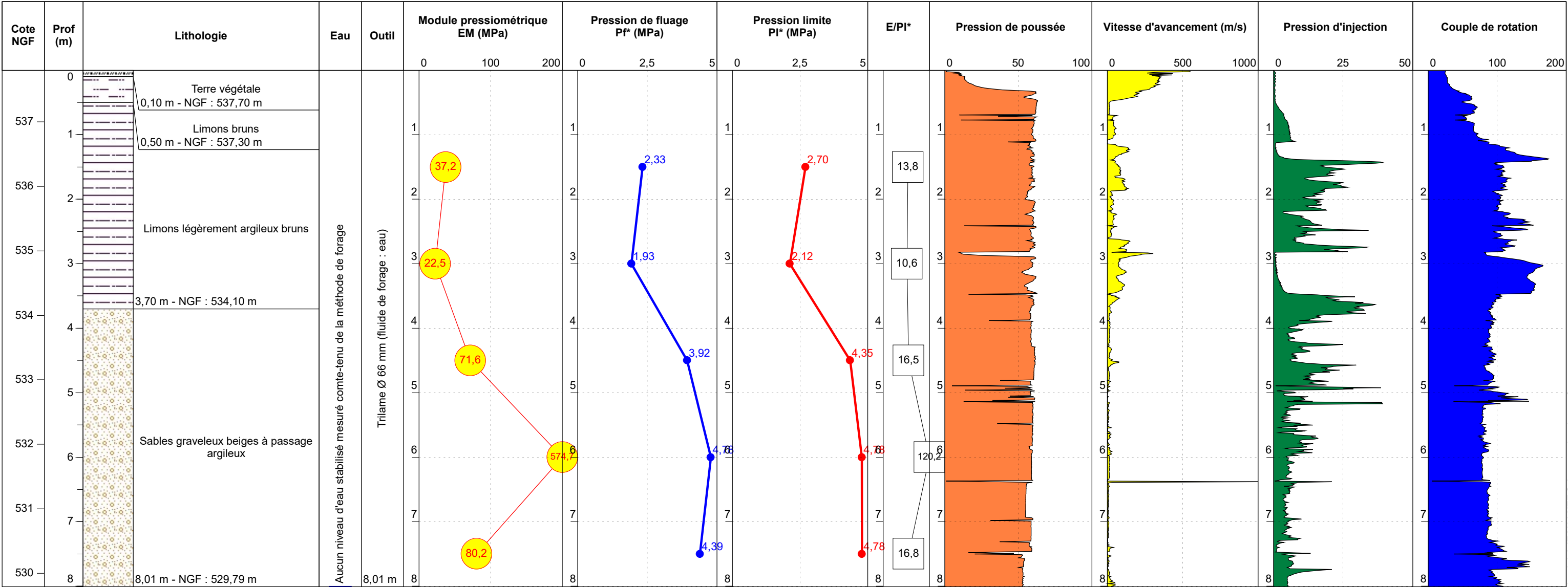
4,0 m



5,0 m









ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

(Contrat 7303801)

Date début : 20/03/2025

Cote NGF : 539.3 m

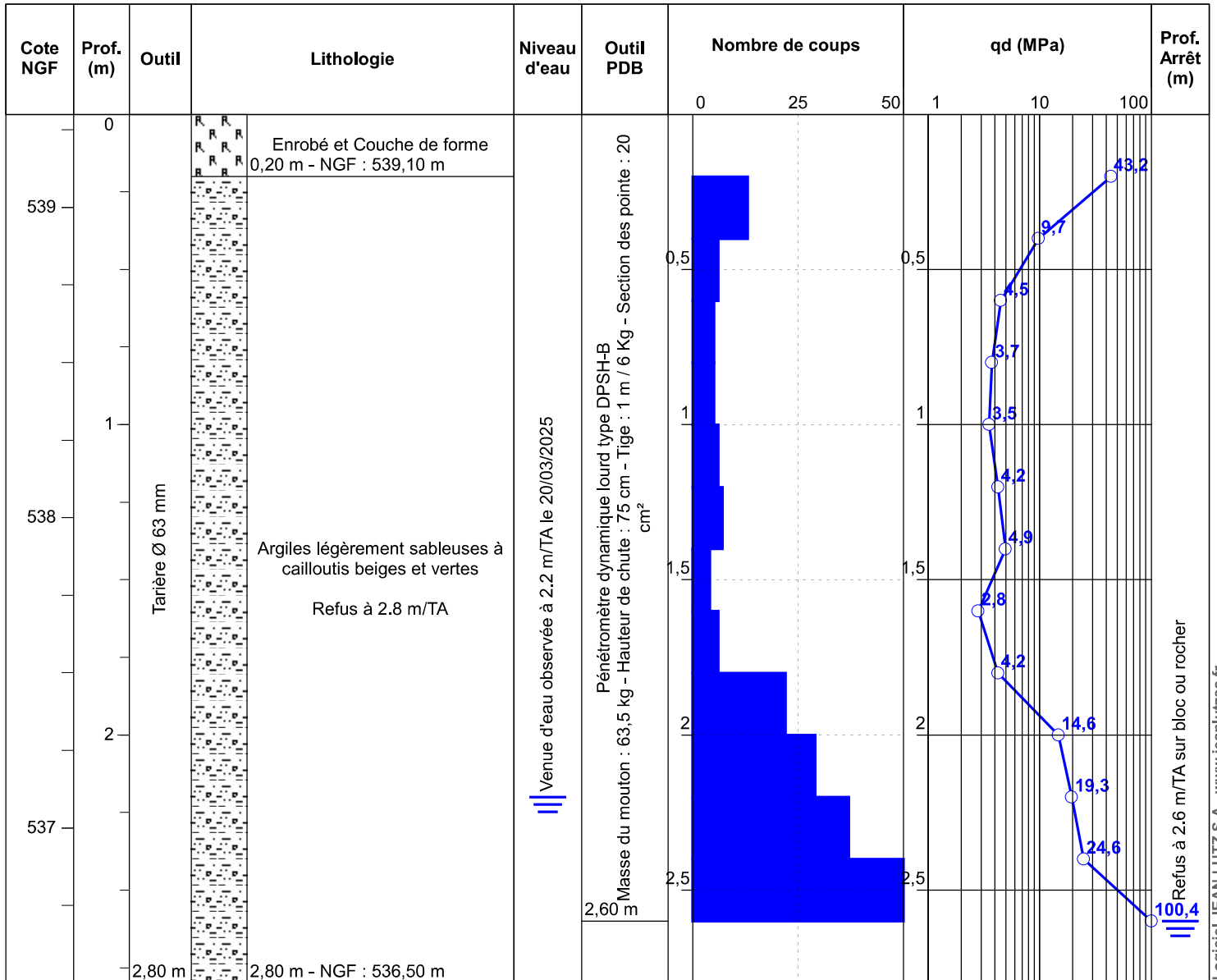
Profondeur : 0,00 - 2,80 m

Machine : ECOFORE SL 160

1/20

Forage : ST1 - PN1

EXGTE 3.20/GTE





ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

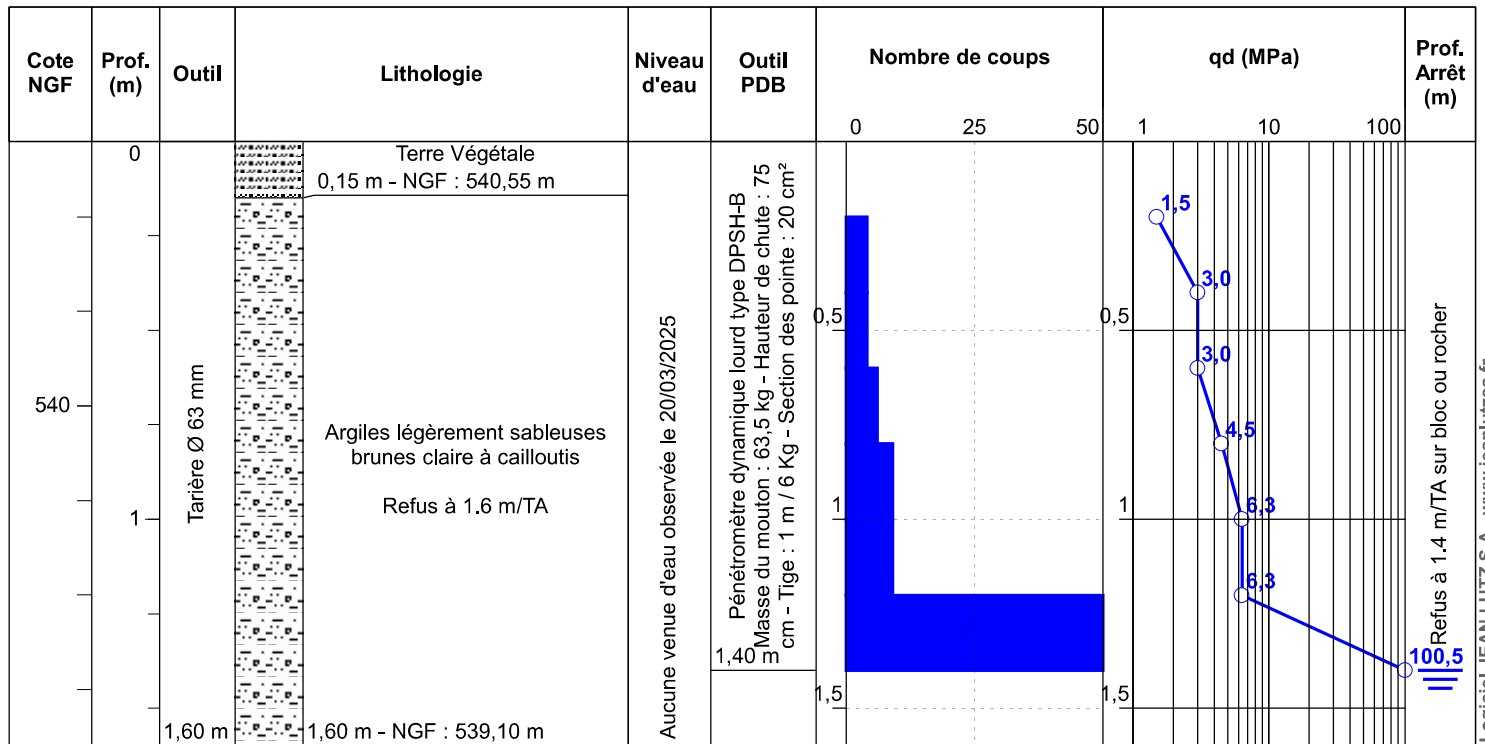
(Contrat 7303801)

Date début : 20/03/2025 Cote NGF : 540.7 m Profondeur : 0,00 - 1,60 m
Machine : ECOFORE SL 160

1/20

Forage : ST2 - PN2

EXGTE 3.20/GTE



[illegible]



ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

(Contrat 7303801)

Date début : 20/03/2025

Cote NGF : 534.1 m

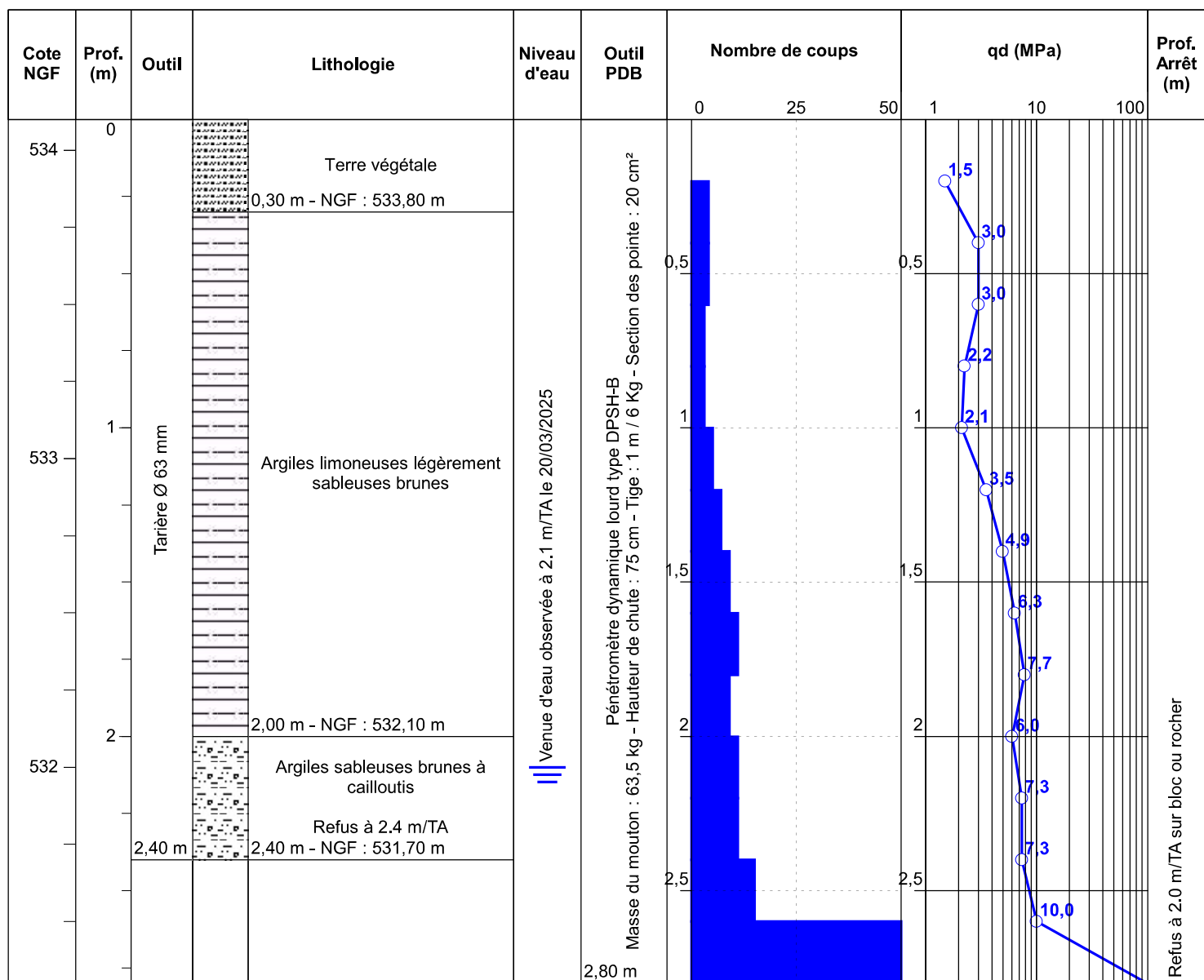
Profondeur : 0,00 - 2,80 m

Machine : ECOFORE SL 160

1/20

Forage : ST4 - PN4

EXGTE 3.20/GTE





ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

(Contrat 7303801)

Date début : 20/03/2025

Cote NGF : 535.1 m

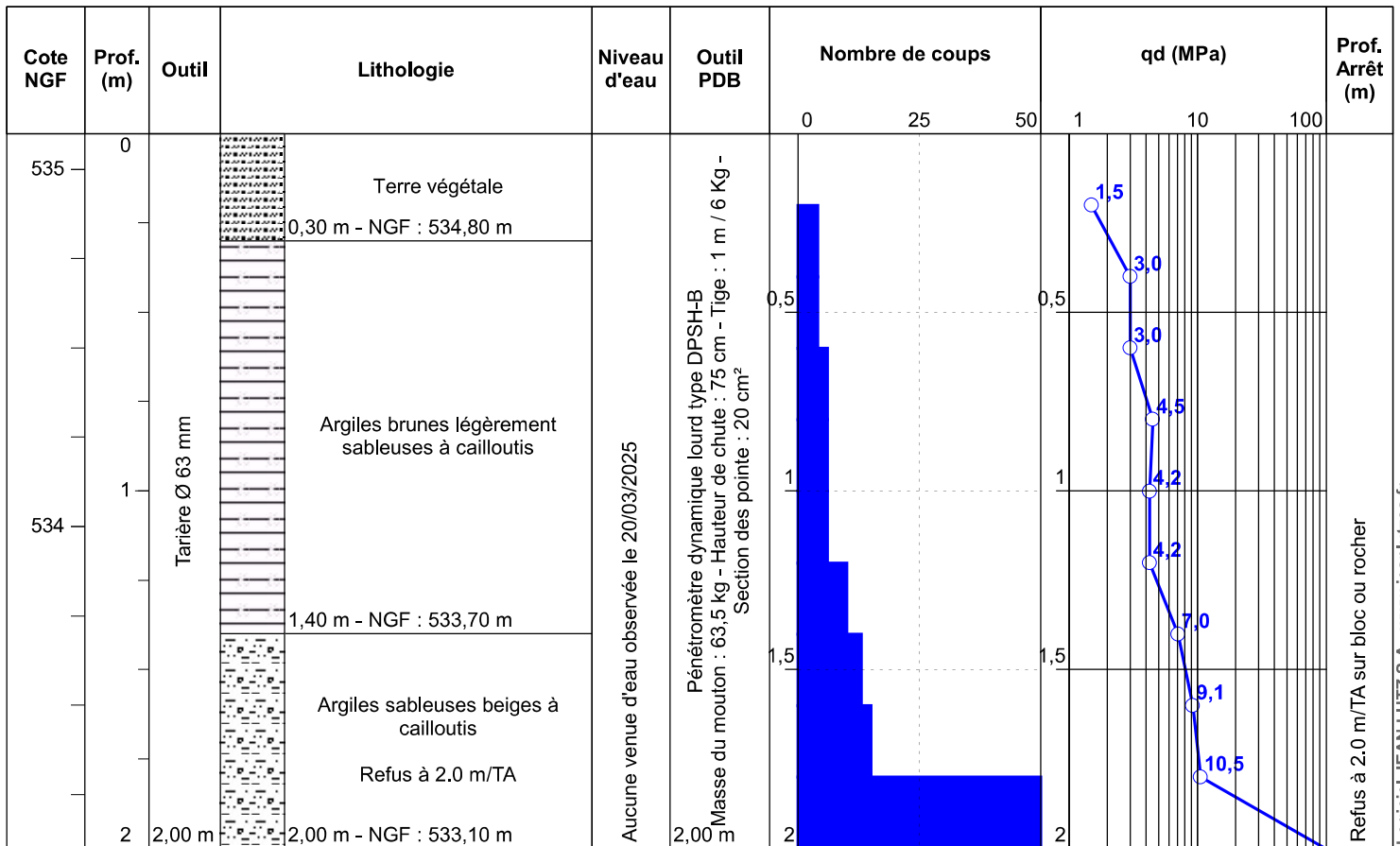
Profondeur : 0,00 - 2,00 m

Machine : ECOFORE SL 160

1/20

Forage : ST5 - PN5

EXGTE 3.20/GTE





ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

Contrat 7303801

Date : 20/03/2025

Cote NGF : 538.1 m

Profondeur : 0,00 - 1,40 m

Machine : Pelle Mécanique 2.8 T

1/10

Forage : PM1

EXGTE 3.20/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Photos
538	0	Terre végétale	arrivée d'eau observée à 1.3 m/TA le 20/03/2025	
537,5		Argiles sableuses beiges et verdâtres à cailloutis, cailloux et blocs (Dmax : 15 cm)		
537	1	Refus à 1.4 m/TA		
		1,40 m - NGF : 536,70 m		



ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

Contrat 7303801

Date : 20/03/2025

Cote NGF : 540.8 m

Profondeur : 0,00 - 1,30 m

Machine : Pelle Mécanique 2.8 T

1/10

Forage : PM2

EXGTE 3.20/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Photos
	0	Terre végétale		
		0,30 m - NGF : 540,50 m		
540		Argiles limono-sableuses beiges à cailloutis, cailloux et petits blocs		
	1	Refus à 1.3 m/TA		
		1,30 m - NGF : 539,50 m	Aucune venue d'eau observée le 20/03/2025	



ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

Contrat 7303801

Date : 20/03/2025

Cote NGF : 542.3 m

Profondeur : 0,00 - 1,00 m

Machine : Pelle Mécanique 2.8 T

1/10

Forage : PM3

EXGTE 3.20/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Photos
542	0	Terre végétale	Aucune venue d'eau observée le 20/03/2025	
541,5	0,40 m - NGF : 541,90 m	Argiles sableuses beiges à cailloutis, cailloux et blocs (Dmax : 20 cm) Refus à 1.0 m/TA		
1	1,00 m - NGF : 541,30 m			



ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

Contrat 7303801

Date : 20/03/2025

Cote NGF : 539.1 m

Profondeur : 0,00 - 1,40 m

Machine : Pelle Mécanique 2.8 T

1/10

Forage : PM4

EXGTE 3.20/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Photos
539	0	Terre végétale	Aucune venue d'eau observée le 20/03/2025	
538,5	0,40 m - NGF : 538,70 m	Argiles sableuses brunes à cailloutis, cailloux et blocs (Dmax : 20 cm)		
538	1	Refus à 1.4 m/TA		
	1,40 m - NGF : 537,70 m			

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Photos
	0	Terre végétale		
	0,20 m - NGF : 538,20 m			
538		Limons argileux bruns		
		0,80 m - NGF : 537,60 m		
537,5	1	Argiles sableuses beiges à cailloutis, cailloux et blocs (Dmax : 20 cm)		
		Refus à 1.4 m/TA		
		1,40 m - NGF : 537,00 m		

Aucune venue d'eau observée le 20/03/2025



ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

Contrat 7303801

Date : 20/03/2025

Cote NGF : 540.2 m

Profondeur : 0,00 - 1,80 m

Machine : Pelle Mécanique 2.8 T

1/10

Forage : PM6

EXGTE 3.20/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Photos
540	0	Terre végétale	Aucune venue d'eau observée le 20/03/2025	
	0,20 m - NGF : 540,00 m			
539,5		Limons argileux bruns		
	0,80 m - NGF : 539,40 m			
539	1	Argiles sableuses beiges claires à cailloutis, cailloux et blocs (Dmax : 20 cm)	Aucune venue d'eau observée le 20/03/2025	
		Refus à 1.8 m/TA		
538,5		1,80 m - NGF : 538,40 m		

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Photos
542	0	Terre végétale 0,20 m - NGF : 541,80 m	Aucune venue d'eau observée le 20/03/2025	
541,5				
541	1	Limons argileux bruns à cailloutis 1,80 m - NGF : 540,20 m		
540,5				
540	2	Argiles sableuses beiges à cailloutis, cailloux et blocs (Dmax : 20 cm) Arrêt du sondage à 2.1 m/TA 2,10 m - NGF : 539,90 m		

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Photos
	0	Terre végétale		
	0,20 m - NGF : 533,50 m			
533		Limons argileux		
	0,80 m - NGF : 532,90 m			
532,5	1	Argiles sableuses brunes et grises foncées à cailloutis, cailloux et blocs (Dmax : 15 cm)		
		Refus à 2.1 m/TA		
532	2			
	2,10 m - NGF : 531,60 m			



Venue d'eau observée à 1.9 m le 20/03/2025



ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

Contrat 7303801

Date : **20/03/2025** Cote NGF : **535.6 m** Profondeur : **0,00 - 1,60 m**
Machine : **Pelle Mécanique 2.8 T**

1/10

Forage : PM9

EXGTE 3.20/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Photos
	0	Terre végétale		
		0,30 m - NGF : 535,30 m		
535		Limons argileux bruns		
		0,70 m - NGF : 534,90 m		
534,5	1	Argiles sableuses beiges claires à cailloutis, cailloux et blocs (Dmax : 40 cm)		
		Refus à 1.6 m/TA		
		1,60 m - NGF : 534,00 m	Aucune venue d'eau observée le 20/03/2025	



ANNECY (74)
Construction d'une piste de BMX
DEPARTEMENT DE LA HAUTE-SAVOIE

Contrat 7303801

Date : 20/03/2025

Cote NGF : 534.2 m

Profondeur : 0,00 - 1,70 m

Machine : Pelle Mécanique 2.8 T

1/10

Forage : PM10

EXGTE 3.20/GTE

Cote NGF	Prof. (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Photos
534	0	Terre végétale	Aucune venue d'eau observée le 20/03/2025	
	0,30 m - NGF : 533,90 m			
533,5		Limons argileux bruns		
533	1	Argiles sableuses beiges à cailloutis, cailloux et blocs (Dmax : 10 cm) Refus à 1.7 m/TA		
		1,20 m - NGF : 533,00 m		
		1,70 m - NGF : 532,50 m		

ESSAI DE PERMEABILITE

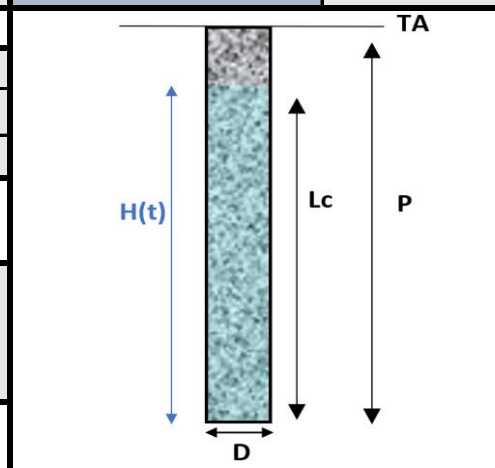
Essai en forage (Porchet) à charge variable

Lithologie testée	Limons argileux à traces d'hydromorphisme	Saturation du sol	Oui
		Durée de l'essai [min]	30

Longueur de la cavité testée (Lc) [m]	0,48
Diamètre de la cavité (D) [m]	0,06
Profondeur de la cavité / TA (P) [m]	0,90

NB: TA = Terrain actuel (niveau de la surface)

Observations	/
--------------	---



Profondeur de l'essai:

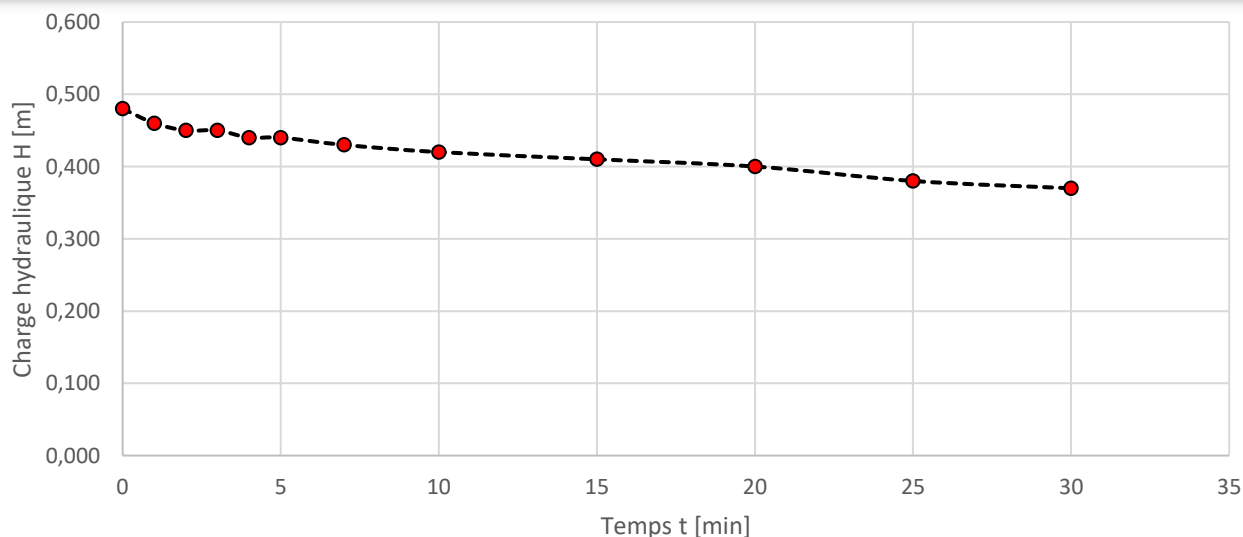
Niveau supérieur	0,42 m/TA
Niveau inférieur	0,90 m/TA

Temps t [min]	Charge hydraulique H(t) [m]	Volume infiltré [L]
0	0,480	0,000
1	0,460	0,057
5	0,440	0,113
7	0,430	0,141
10	0,420	0,170
15	0,410	0,198
20	0,400	0,226
25	0,380	0,283
30	0,370	0,311

Le coefficient de perméabilité final a été obtenu en réalisant une moyenne pondérée des perméabilités (calculées par intervalles de temps) comprises entre 15 et 30 min.

Coefficient de perméabilité K :

K = 1,6E-06 m/s
= 5,590 mm/h





N° Dossier : 7304043
Commune : ANNECY (74)
Client : CG74

Sondage : EP2
Date : 24/07/2025
Opérateur: B.S.

ESSAI DE PERMEABILITE

Essai dans un forage en tube ouvert - Charge variable

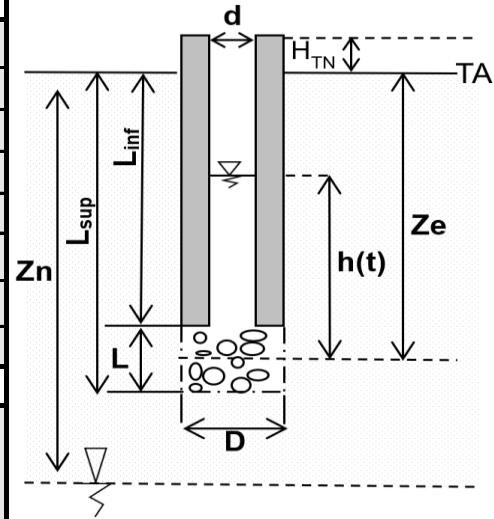
Réalisé conformément à la norme NF EN ISO 22282-2

Lithologie testée	Argiles grises légèrement sableuses	Saturation du sol	Oui
		Durée de l'essai [min]	30

Hauteur tubage hors sol (H_{TN}) [m]	0,10
Diamètre du forage (D) [m]	0,07
Diamètre intérieur du tubage (d) [m]	0,06
Hauteur de l'essai (Z_e) [m]	1,40
Hauteur de la cavité (L) [m]	0,80
Sommet de la cavité / TA (L_{sup}) [m]	1,80
Base de la cavité / TA (L_{inf}) [m]	1,00
Profondeur de la nappe / TA (Z_n) [m]	-

NB: TA = Terrain actuel (niveau de la surface)

Observations	/
--------------	---



Temps t [min]	Charge hydraulique H(t) [m]	Volume infiltré [L]
0	1,170	0,000
1	1,170	0,000
2	1,150	0,048
3	1,130	0,095
4	1,120	0,119
5	1,110	0,143
7	1,100	0,166
10	1,080	0,214
15	1,070	0,238
20	1,060	0,261
25	1,040	0,309
30	1,030	0,333

Profondeur de l'essai:

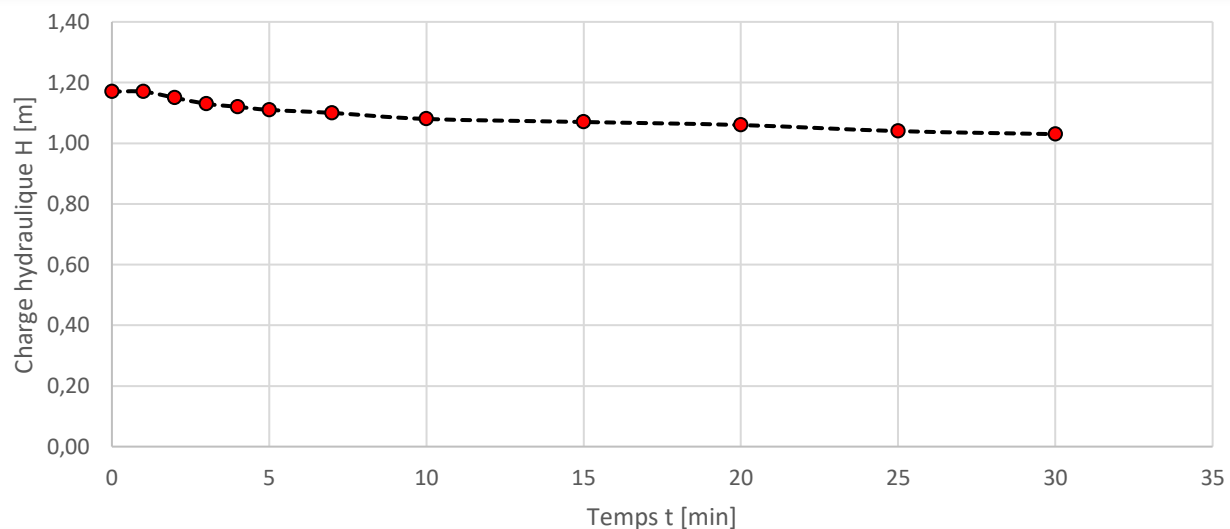
Niveau supérieur	0,23 m/TA
Niveau inférieur	0,37 m/TA

Le coefficient de perméabilité pour cet essai à charge variable a été calculé en utilisant la méthode de la courbe de vitesse

Coefficient de perméabilité K :

$K = 1,4E-06$ m/s

= 4,966 mm/h



ESSAI DE PERMEABILITE

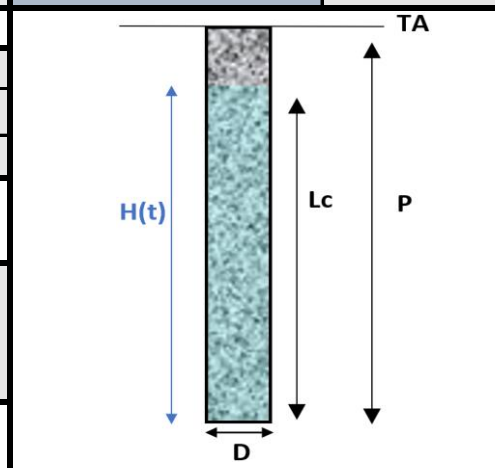
Essai en forage (Porchet) à charge variable

Lithologie testée	Limons argileux à traces d'hydromorphisme	Saturation du sol	Oui
		Durée de l'essai [min]	30

Longueur de la cavité testée (Lc) [m]	0,43
Diamètre de la cavité (D) [m]	0,06
Profondeur de la cavité / TA (P) [m]	0,90

NB: TA = Terrain actuel (niveau de la surface)

Observations	/
--------------	---



Profondeur de l'essai:

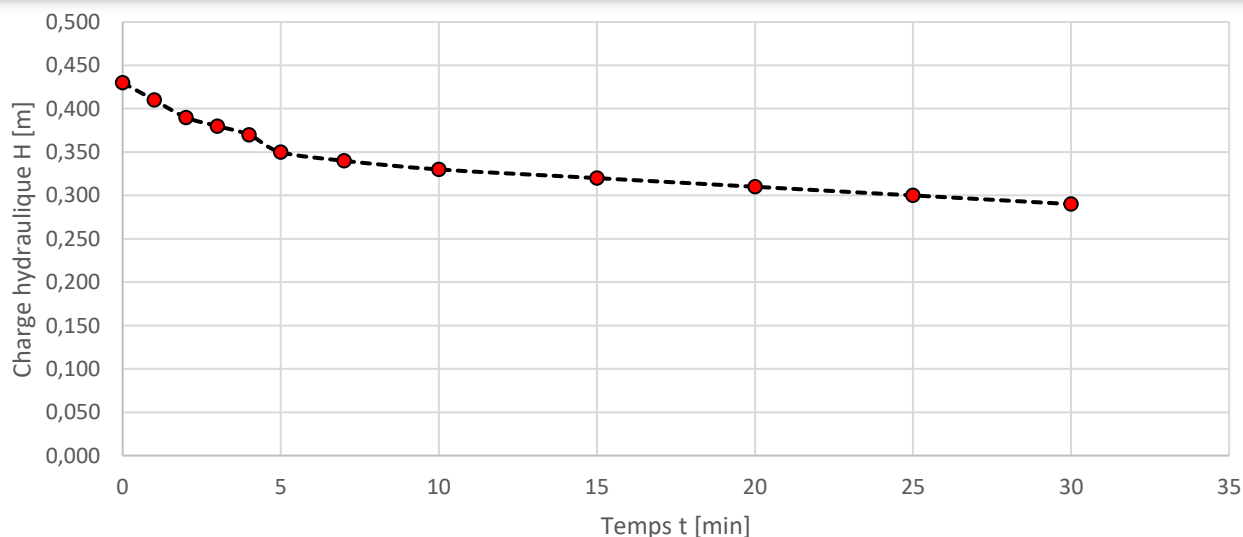
Niveau supérieur	0,47 m/TA
Niveau inférieur	0,90 m/TA

Temps t [min]	Charge hydraulique H(t) [m]	Volume infiltré [L]
0	0,430	0,000
1	0,410	0,057
5	0,350	0,226
7	0,340	0,254
10	0,330	0,283
15	0,320	0,311
20	0,310	0,339
25	0,300	0,368
30	0,290	0,396

Le coefficient de perméabilité final a été obtenu en réalisant une moyenne pondérée des perméabilités (calculées par intervalles de temps) comprises entre 15 et 30 min.

Coefficient de perméabilité K :

K = 1,6E-06 m/s
= 5,632 mm/h





N° Dossier : 7304043
Commune : ANNECY (74)
Client : CG74

Sondage : EP4
Date : 24/07/2025
Opérateur: B.S.

ESSAI DE PERMEABILITE

Essai dans un forage en tube ouvert - Charge variable

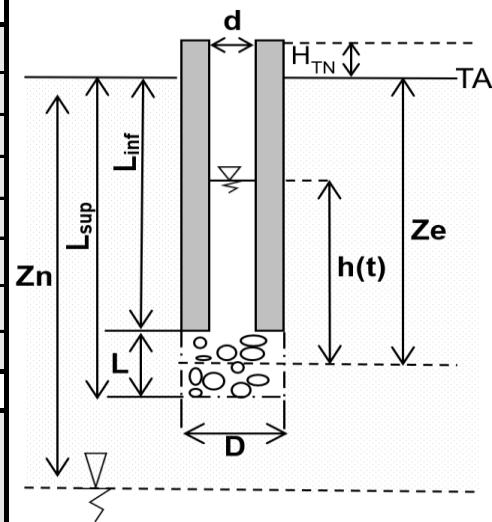
Réalisé conformément à la norme NF EN ISO 22282-2

Lithologie testée	Limons légèrement sableux à quelques cailloutis beiges	Saturation du sol	Oui
		Durée de l'essai [min]	30

Hauteur tubage hors sol (H_{TN}) [m]	0,40
Diamètre du forage (D) [m]	0,07
Diamètre intérieur du tubage (d) [m]	0,06
Hauteur de l'essai (Z_e) [m]	0,85
Hauteur de la cavité (L) [m]	0,90
Sommet de la cavité / TA (L_{sup}) [m]	1,30
Base de la cavité / TA (L_{inf}) [m]	0,40
Profondeur de la nappe / TA (Z_n) [m]	-

NB: TA = Terrain actuel (niveau de la surface)

Observations	/
--------------	---



Temps t [min]	Charge hydraulique H(t) [m]	Volume infiltré [L]
0	0,970	0,000
1	0,940	0,071
2	0,920	0,119
3	0,910	0,143
4	0,900	0,166
5	0,880	0,214
7	0,860	0,261
10	0,840	0,309
15	0,820	0,356
20	0,810	0,380
25	0,800	0,404
30	0,790	0,428

Profondeur de l'essai:

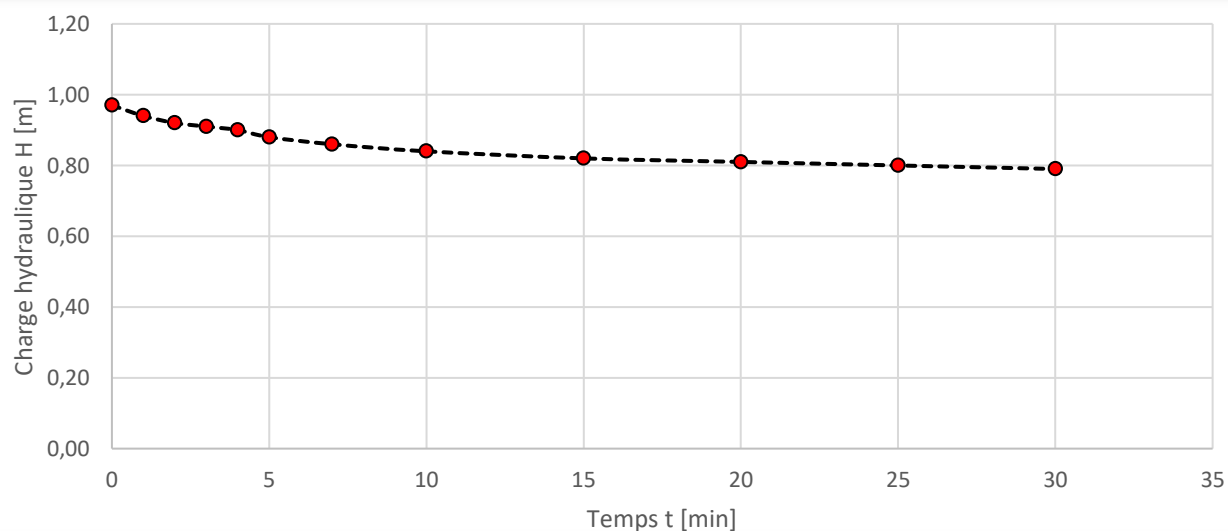
Niveau supérieur	-0,12 m/TA
Niveau inférieur	0,06 m/TA

Le coefficient de perméabilité pour cet essai à charge variable a été calculé en utilisant la méthode de la courbe de vitesse

Coefficient de perméabilité K :

K = 2,6E-06 m/s

= 9,422 mm/h





Département de la Haute-Savoie - Création d'une piste BMX - Annecy (74)

Sondage: **Pz1** Projet: 2603393
 Date début: 02/06/2025 Côte NI: 537,88 m
 Date fin: 02/06/2025
 Profondeur: 5,6 m
 Machine: GEO 205

Cote (m NI)	Prof. (m)	Outil de forage	Lithologie	Ouvrages	Eau	Echantillons	Observations
537,08	0,8	Tricône Ø 85 mm	R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R Remblais gravelo-sableux brunâtre légèrement humide	Ciment 			
534,48	3,4		Argile ± graveleuse brunâtre humide	Massif filtrant 	▼ 2,90 (18/06/25)	-	-
532,28	5,6		Roche				



Département de la Haute-Savoie - Création d'une piste BMX - Annecy (74)

Sondage: **Pz2** Projet: 2603393
 Date début: 03/06/2025 Côte NI: 539,81 m
 Date fin: 03/06/2025
 Profondeur: 4,8 m
 Machine: GEO 205

Cote (m NI)	Prof. (m)	Outil de forage	Lithologie	Ouvrages	Eau	Echantillons	Observations
539,01	0,8	Tricône Ø 85 mm	R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R R Remblais gravelo-sableux brunâtre légèrement humide	Ciment 	 0,98 (18/06/25)		
535,61	4,2		Argile ± graveleuse brunâtre humide	Massif filtrant			
535,01	4,8		Roche				



Département de la Haute-Savoie - Création d'une piste BMX - Annecy (74)

Sondage: **Pz3** Projet: 2603393
 Date début: 03/06/2025 Côte NI: 536,88 m
 Date fin: 03/06/2025
 Profondeur: 4,3 m
 Machine: GEO 205

Cote (m NI)	Prof. (m)	Outil de forage	Lithologie	Ouvrages	Eau	Echantillons	Observations
536,28	0,6	Tricône Ø 85 mm	Limon sablo-graveleux brunâtre légèrement humide	Ciment	1,62 (18/06/25)		
534,18	2,7		Argile ± graveleuse brunâtre humide	Massif filtrant			
532,58	4,3		Roche				

Annexe 5

Procès-verbaux des essais en laboratoire



**PROCES-VERBAL D'ESSAI
ESSAI PROCTOR NORMAL
NF P 94-093**



Température étuve 105°C

REFERENCES

N° affaire 7303801
Localisation Annecy (74)

IDENTIFICATION DE L'ECHANTILLON

Sondage PM 2
Profondeur 0,80 m
Description argile sablo-graveleuse brune

INFORMATIONS GENERALES

Date de prélèvement -
Réception labo -
Mode prélèvement pelle mécanique
Conservation sac

INFORMATIONS SUR L'ESSAI

Moule utilisé	CBR	Traitement du matériau	-
Energie de compactage	normale	Type de traitement	-
Mode de malaxage	manuel	Dosage	-

TENEUR EN EAU NF P 94-050

$W_{nat} = 12,8 \%$

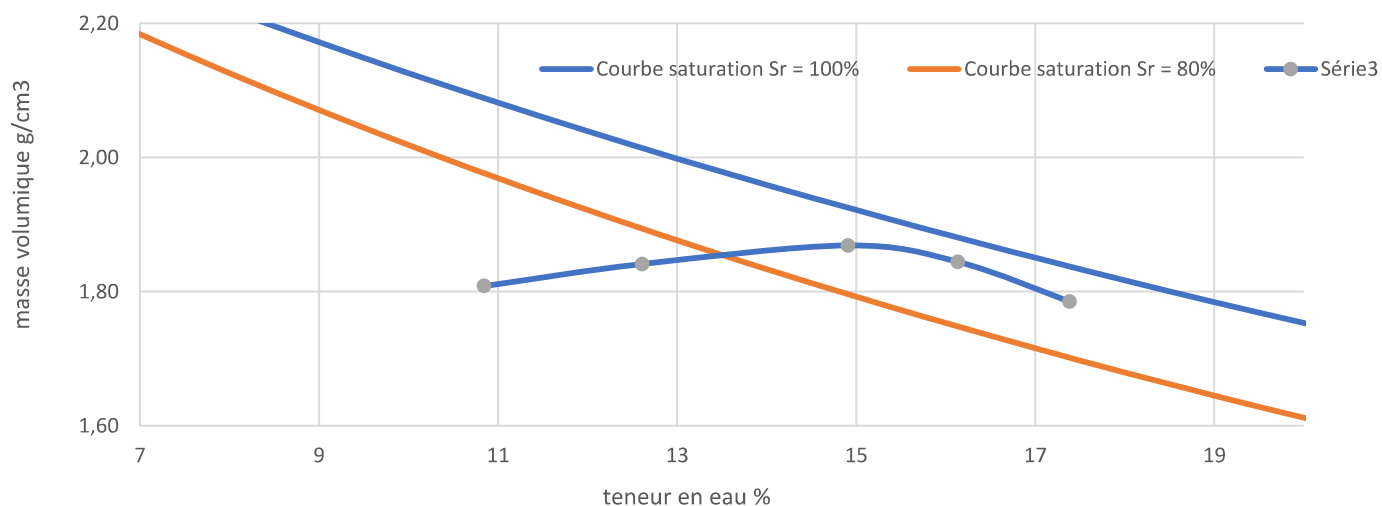
Proportion fraction > 20 mm sur 0/Dmax **11,2 %**

POINTS DE L'ESSAI

	1	2	3	4	5	6
teneur en eau W %	10,8	12,6	14,9	16,1	17,4	
masse volumique sèche ρ_d g/cm ³	1,81	1,84	1,87	1,84	1,79	

RESULTATS

	fraction 0/20 mm	fraction 0/Dmax*
teneur en eau à l'optimum W_{opn} %	14,9	13,2
masse volumique sèche à l'optimum ρ_{dopn} g/cm ³	1,87	1,94



REMARQUES

* correction applicable si fraction 20/Dmax comprise entre 0 et 30 %
fraction 20mm/Dmax < 30%

L'opérateur des essais
Pierre-Yves BOYER

**PROCES-VERBAL D'ESSAI
ESSAI PROCTOR NORMAL
NF P 94-093**



Température étuve 105°C

REFERENCES

N° affaire 7303801
Localisation Annecy (74)

IDENTIFICATION DE L'ECHANTILLON

Sondage PM 7
Profondeur 0,60 m
Description argile brune

INFORMATIONS GENERALES

Date de prélèvement -
Réception labo -
Mode prélèvement pelle mécanique
Conservation sac

INFORMATIONS SUR L'ESSAI

Moule utilisé	Proctor	Traitement du matériau	-
Energie de compactage	normale	Type de traitement	-
Mode de malaxage	manuel	Dosage	-

TENEUR EN EAU NF P 94-050

$W_{nat} = 28,8 \%$

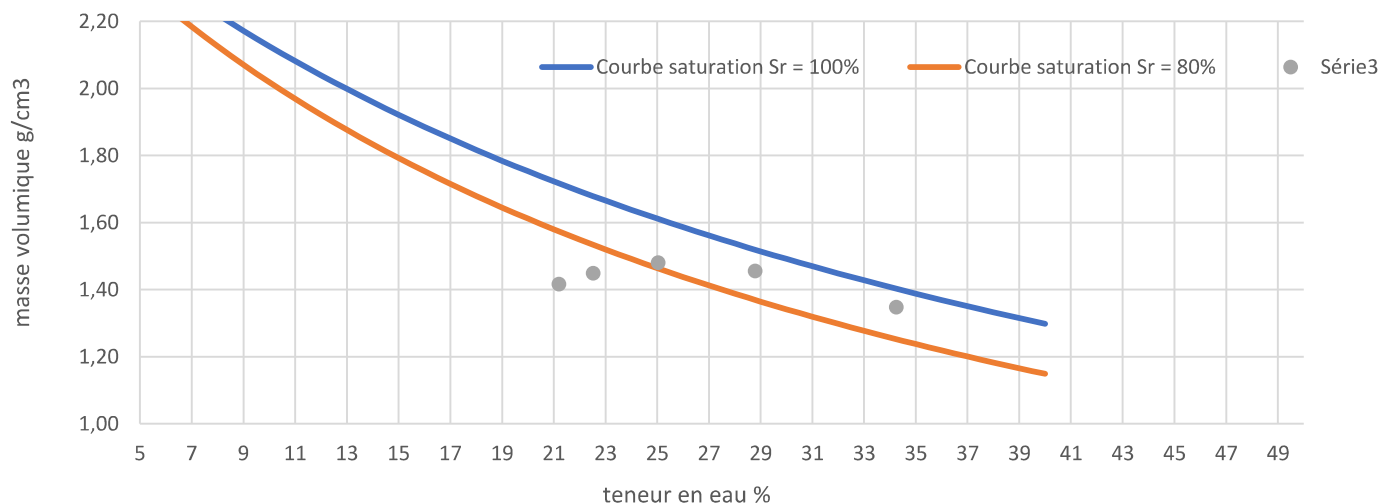
Proportion fraction > 20 mm sur 0/Dmax **0 %**

POINTS DE L'ESSAI

	1	2	3	4	5	6
teneur en eau W %	21,2	22,5	25,0	28,8	34,2	
masse volumique sèche ρ_d g/cm ³	1,42	1,45	1,48	1,46	1,35	

RESULTATS

	fraction 0/20 mm	fraction 0/Dmax*
teneur en eau à l'optimum W_{opn} %	25,0	25,0
masse volumique sèche à l'optimum ρ_{dopn} g/cm ³	1,48	1,48



REMARQUES

* correction applicable si fraction 20/Dmax comprise entre 0 et 30 %
fraction 20mm/Dmax < 30%

L'opérateur des essais
Pierre-Yves BOYER

**PROCES-VERBAL D'ESSAI
ESSAI PROCTOR NORMAL
NF P 94-093**



Température étuve 105°C

REFERENCES

N° affaire 7303801
Localisation Annecy (74)

IDENTIFICATION DE L'ECHANTILLON

Sondage PM 8
Profondeur 1,20 m
Description argile sableuse brune/marron ;
quelques gros éléments

INFORMATIONS GENERALES

Date de prélèvement -
Réception labo -
Mode prélèvement pelle mécanique
Conservation sac

INFORMATIONS SUR L'ESSAI

Moule utilisé	CBR	Traitement du matériau	-
Energie de compactage	normale	Type de traitement	-
Mode de malaxage	manuel	Dosage	-

TENEUR EN EAU NF P 94-050

$W_{nat} = 33,4 \%$

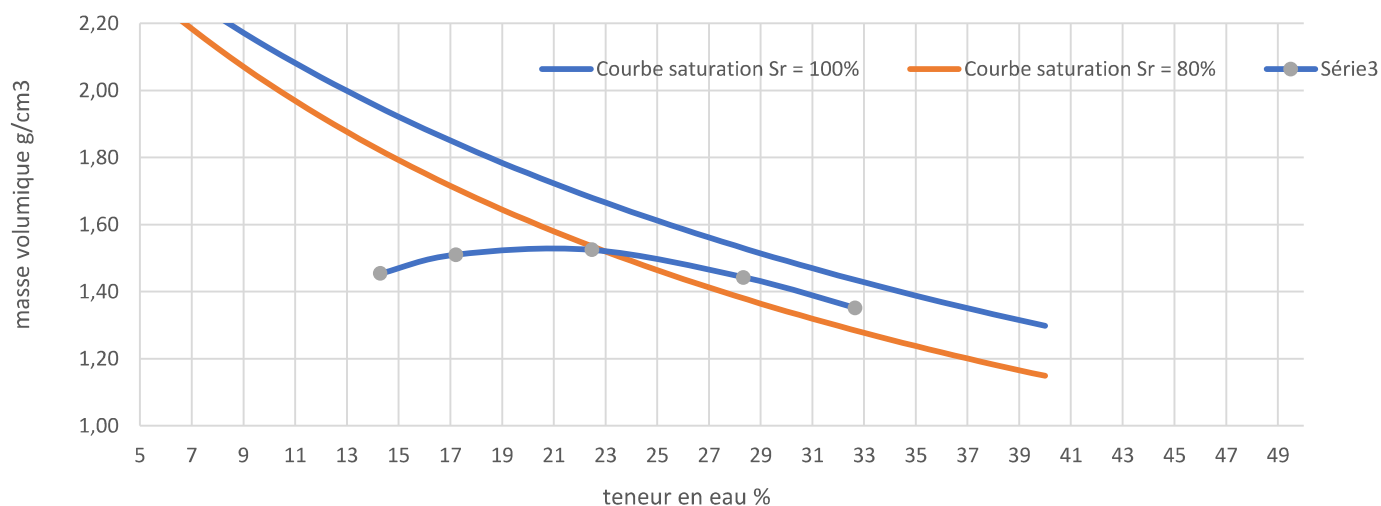
Proportion fraction > 20 mm sur 0/Dmax **3,3 %**

POINTS DE L'ESSAI

	1	2	3	4	5	6
teneur en eau W %	14,3	17,2	22,5	28,3	32,6	
masse volumique sèche pd g/cm ³	1,45	1,51	1,52	1,44	1,35	

RESULTATS

	fraction 0/20 mm	fraction 0/Dmax*
teneur en eau à l'optimum Wopn %	22,5	21,8
masse volumique sèche à l'optimum pdopn g/cm ³	1,52	1,54



REMARQUES

* correction applicable si fraction 20/Dmax comprise entre 0 et 30 %
fraction 20mm/Dmax < 30%

L'opérateur des essais
Pierre-Yves BOYER

PROCES-VERBAL D'ESSAI
CLASSIFICATION D'UN SOL
 NF P11-300



REFERENCES

N° affaire 7303801
Localisation Annecy (74)

IDENTIFICATION DE L'ECHANTILLON

Sondage PM 4
Profondeur 0,50 m
Dmax 66 mm
Description argile brune ; quelques gros éléments

INFORMATIONS GENERALES

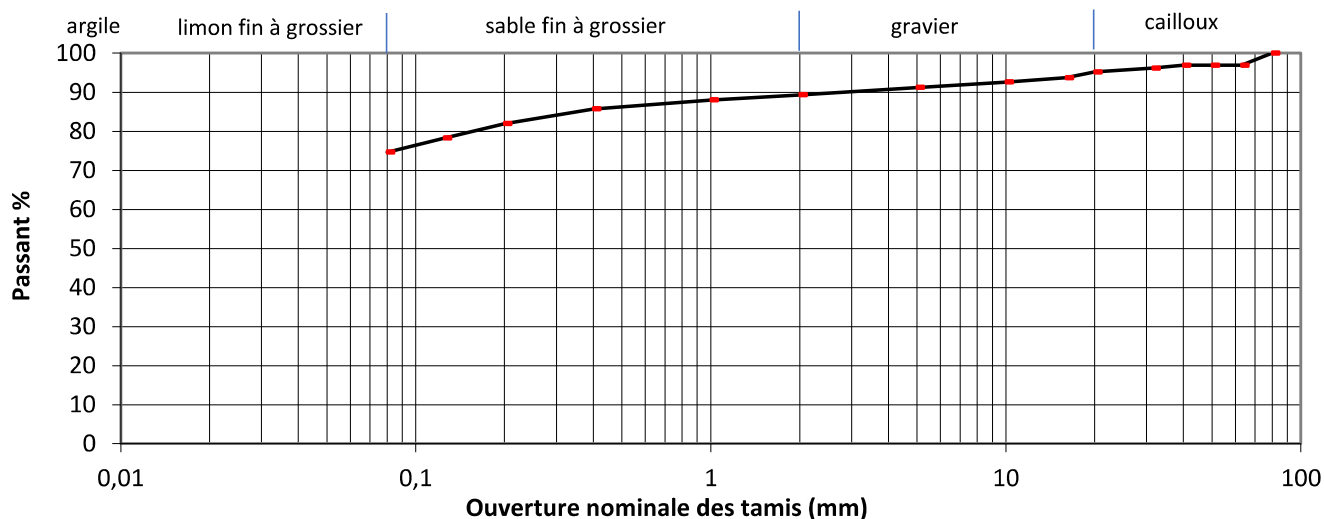
Date de prélèvement -
Réception labo -
Mode prélèvement pelle mécanique
Conservation sac

Température étuve 105°C

ANALYSE GRANULOMETRIQUE NF P 94-056

Ø Tamis (en mm)	80	63	50	40	31,5	20	16	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08
% Passant	100,0	96,9	96,9	96,9	96,1	95,2	93,7	92,7	91,2	89,3	88,0	85,7	82,0	78,3	74,7
% Passant sur 0/50mm			100,0	100,0	99,2	98,2	96,6	95,6	94,1	92,2	90,8	88,5	84,6	80,7	77,0

Courbe granulométrique



TENEUR EN EAU NF P 94-050

W_{nat} = 27,0 %

LIMITES D'ATTERBERG NF P 94-051

W_L % = 61,0 **IP** = 35,3
W_p % = 25,6 **IC** = 0,96

REMARQUES

Passant à 400 µm > 80 % IC valide

Classe matériau

C1A3h

L'opérateur des essais
 Pierre-Yves BOYER

PROCES-VERBAL D'ESSAI
CLASSIFICATION D'UN SOL
 NF P11-300



REFERENCES

N° affaire 7303801
Localisation Annecy (74)

IDENTIFICATION DE L'ECHANTILLON

Sondage PM 6
Profondeur 0,60 m
Dmax 7 mm
Description argile marron

INFORMATIONS GENERALES

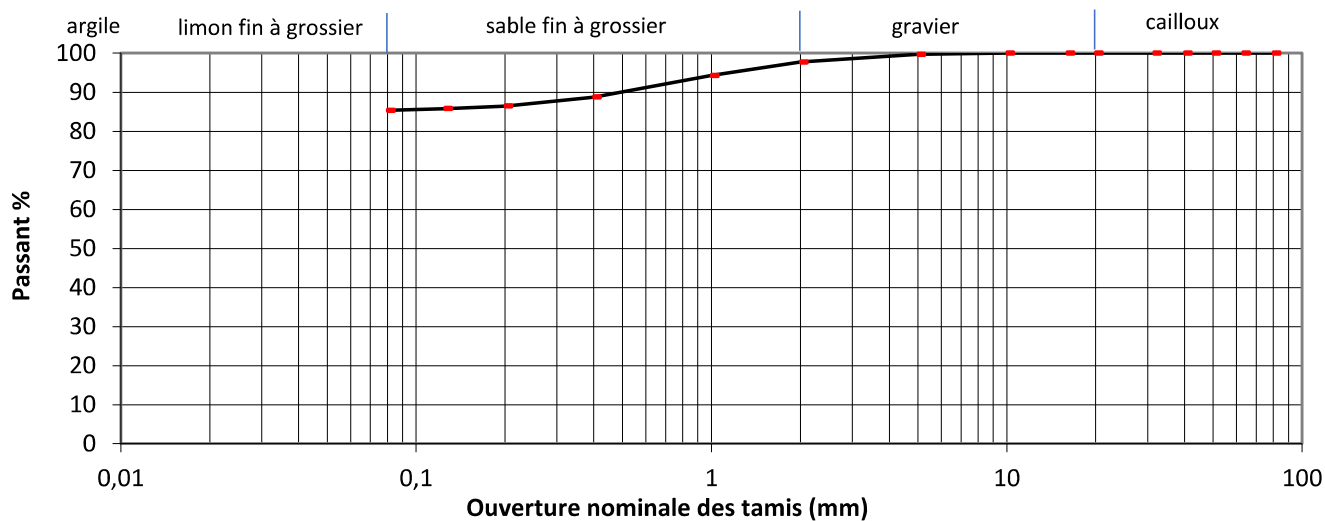
Date de prélèvement -
Réception labo -
Mode prélèvement pelle mécanique
Conservation sac

Température étuve 105°C

ANALYSE GRANULOMETRIQUE NF P 94-056

Ø Tamis (en mm)	80	63	50	40	31,5	20	16	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08
% Passant	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	97,7	94,3	88,7	86,5	85,8	85,3
% Passant sur 0/50mm															

Courbe granulométrique



TENEUR EN EAU NF P 94-050

W_{nat} = 29,3 %

LIMITES D'ATTERBERG NF P 94-051

W_L %	62,3	IP	34,0
W_p %	28,3	IC	0,97

REMARQUES

Passant à 400 µm > 80 % IC valide

Classe matériau

A3h

L'opérateur des essais
 Pierre-Yves BOYER

PROCES-VERBAL D'ESSAI
CLASSIFICATION D'UN SOL
 NF P11-300



REFERENCES

N° affaire 7303801
Localisation Annecy (74)

IDENTIFICATION DE L'ECHANTILLON

Sondage PM 9
Profondeur 1,00 m
Dmax 76 mm
Description argile beige/marron ; quelques gros éléments

INFORMATIONS GENERALES

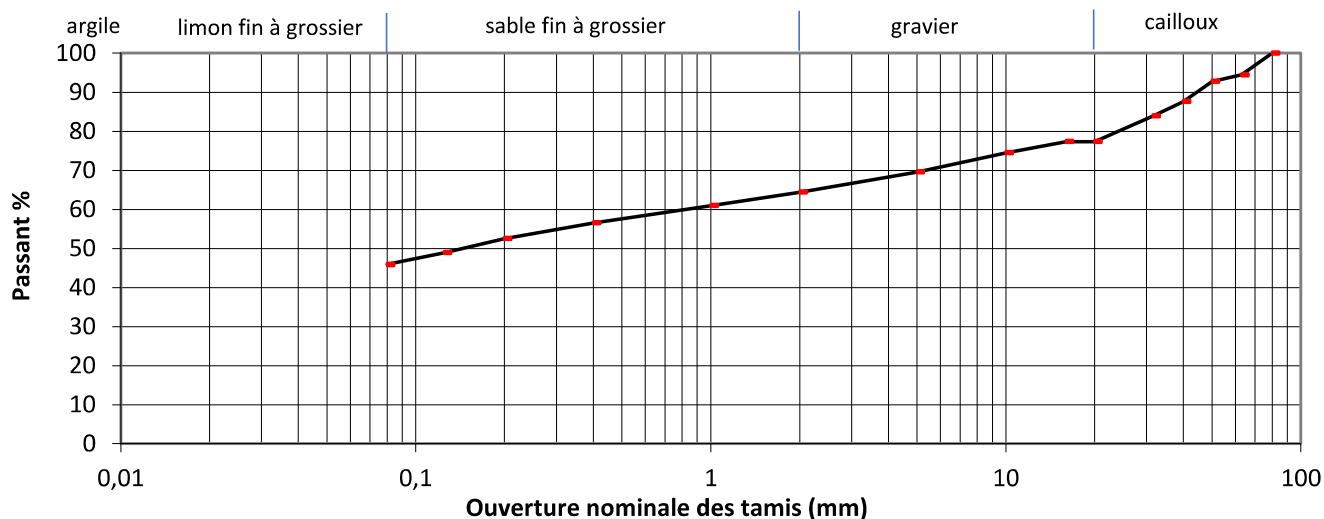
Date de prélèvement -
Réception labo -
Mode prélèvement pelle mécanique
Conservation sac

Température étuve 105°C

ANALYSE GRANULOMETRIQUE NF P 94-056

Ø Tamis (en mm)	80	63	50	40	31,5	20	16	10	5	2	1	0,4	0,2	0,125	0,08
% Passant	100,0	94,4	92,8	87,6	84,0	77,4	77,4	74,5	69,6	64,4	61,0	56,5	52,5	48,9	45,9
% Passant sur 0/50mm			100,0	94,4	90,5	83,4	83,4	80,3	75,0	69,4	65,7	60,9	56,6	52,7	49,5

Courbe granulométrique



TENEUR EN EAU NF P 94-050

W_{nat} = 15,7 %

LIMITES D'ATTERBERG NF P 94-051

W_L % = 40,2 **IP =** 21,3
W_p % = 18,9 **IC =** -

REMARQUES

Passant à 400 µm < 80 % IC sans objet

Classe matériau

C1A2

L'opérateur des essais
 Pierre-Yves BOYER



GEOLITHE
181 Rue des Bécasses
38920 CROLLES
Tél. 04 76 92 22 22

Chantier : **Annecy BMX**

N° dossier : **25-0281**

Client : **ECR Environnement**

Opérateur : **FG**

Version n° 1

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE UU (Méthode d'essai LCPC)

Provenance de l'échantillon : **PM5**

Date de prélèvement : -

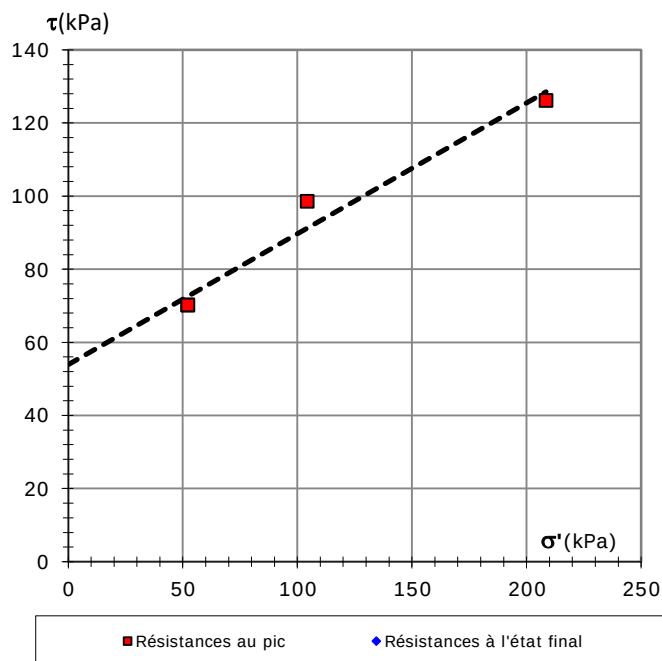
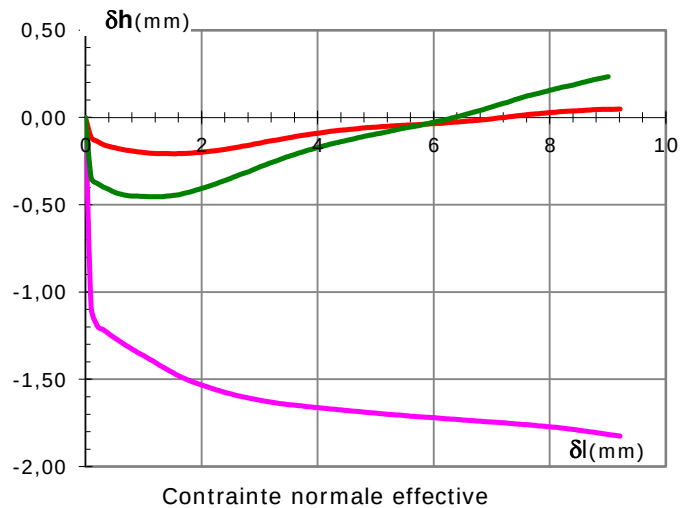
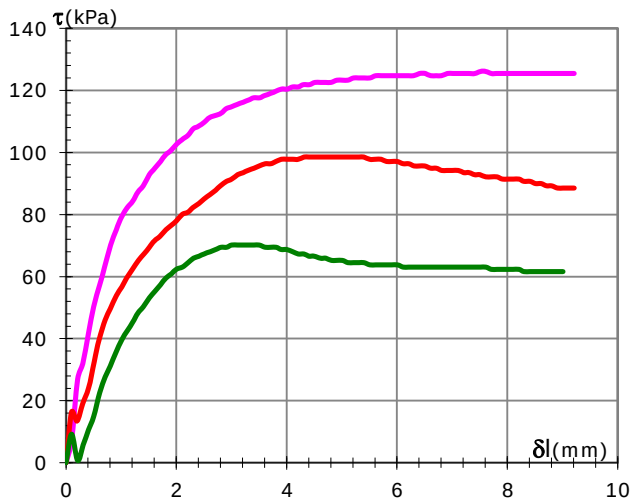
Profondeur de l'échantillon : **0,60 m**

Date de l'essai : 10/04/25

Nature des matériaux : **Argile limoneuse**

Echantillon : Remanié

Echantillon	Caractéristiques des échantillons avant essai						Paramètres de cisaillement					
	Dim. ép. D = 60mm h0 = 24mm						Conditions d'essai		Résistance			
	W (%)	ps esti.	(kN/m3)		e	Sr (%)	Vitesse (mm/min)	σ' (kPa)	au pic		à l'état final	
									$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,f}$ (kPa)	$\delta l_{f,f}$ (mm)
1	14,5	27,0	21,0	18,36	0,47	83,1	1,0	208,5	126,1	7,5	125,4	9,2
2	14,5	27,0	20,9	18,24	0,48	81,3	1,0	104,3	98,5	4,3	88,6	9,2
3	14,5	27,0	21,1	18,43	0,46	84,0	1,0	52,1	70,1	3,0	61,6	9,0



Symboles

- δl Déplacement horizontal relatif des deux boîtes
- δh Variation de hauteur de l'éprouvette
- τ Contrainte de cisaillement
- τ_f Effort de résistance au cisaillement
- σ' Contrainte normale effective moyenne appliquée
- c'_p Cohésion effective pour le critère de pic
- c'_f Cohésion à l'état final
- ϕ'_p Angle de frottement effectif pour le critère de pic
- ϕ'_f Angle de frottement à l'état final

RESULTATS

Paramètres de cisaillement à court terme

$$\phi_{uu} = 20^\circ$$

$$c_{uu} = 54 \text{ kPa}$$

Observations : Elimination de la fraction supérieure à 5mm par tamisage.

% Passant à 5mm = 81 %



GEOLITHE
181 Rue des Bécasses
38920 CROLLES
Tél. 04 76 92 22 22

Chantier : **Annecy BMX**

N° dossier : **25-0281**

Client : **ECR Environnement**

Opérateur : **FG**

Version n° 1

ESSAI DE CISAILEMENT RECTILIGNE A LA BOITE UU (Méthode d'essai LCPC)

Provenance de l'échantillon : **PM1**

Date de prélèvement : -

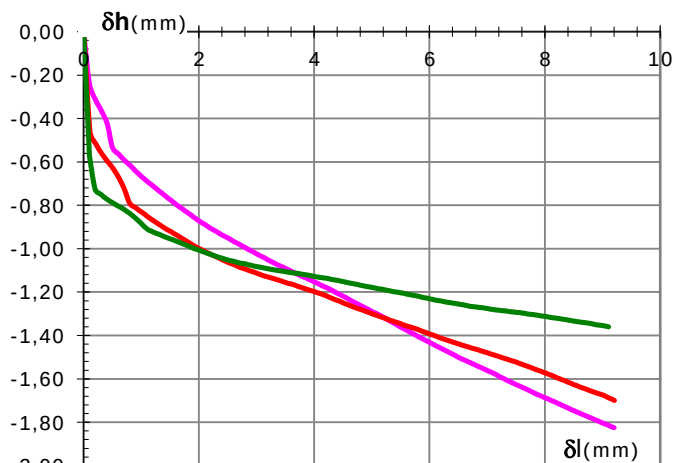
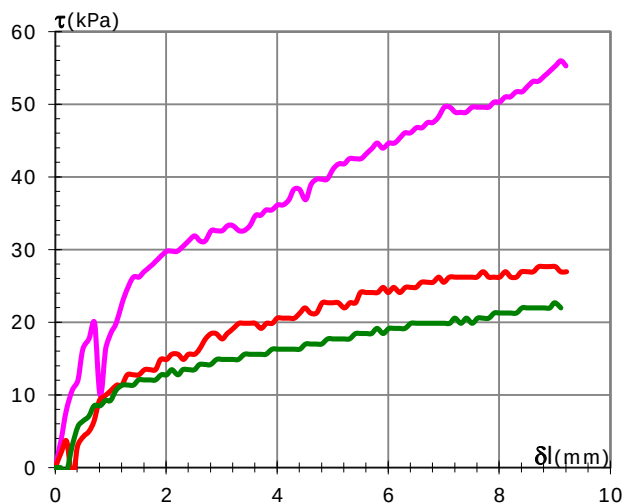
Profondeur de l'échantillon : **1,20 m**

Date de l'essai : 10/04/25

Nature des matériaux : **Limons argileux très mous**

Echantillon : Remanié

Echantillon	Caractéristiques des échantillons avant essai						Paramètres de cisaillement					
	Dim. ép. D = 60mm h0 = 24mm						Conditions d'essai		Résistance			
	W (%)	ps esti.	ρ		e	Sr (%)	Vitesse (mm/min)	σ' (kPa)	au pic		à l'état final	
			ρ	ρd					τ _{f,p} (kPa)	δ _{f,p} (mm)	τ _{f,f} (kPa)	δ _{f,f} (mm)
1	18,5	27,0	20,9	17,6	0,53	94,1	1,0	208,5	56,0	9,1	55,3	9,2
2	18,5	27,0	20,8	17,6	0,53	93,3	1,0	104,3	27,6	8,7	26,9	9,2
3	18,5	27,0	21,0	17,7	0,52	95,3	1,0	52,1	22,7	9,0	22,0	9,1



Contrainte normale effective

— 208,5 kPa — 104,3 kPa — 52,1 kPa —

Symboles

- δl Déplacement horizontal relatif des deux boîtes
- δh Variation de hauteur de l'éprouvette
- τ Contrainte de cisaillement
- τ_f Effort de résistance au cisaillement
- σ' Contrainte normale effective moyenne appliquée
- C'_p Cohésion effective pour le critère de pic
- C'_f Cohésion à l'état final
- φ'_p Angle de frottement effectif pour le critère de pic
- φ'_f Angle de frottement à l'état final

RESULTATS

Paramètres de cisaillement à court terme

$$\varphi_{uu} = 12^\circ$$

$$C_{uu} = 10 \text{ kPa}$$

Observations : Elimination de la fraction supérieure à 5mm par tamisage. Matériaux très mous et collants.

% Passant à 5mm = 77 %