



AP-HP

ASSISTANCE
PUBLIQUE  HÔPITAUX
DE PARIS

Hôpital de la Roche Guyon (95)

Structure de chaussée parking

Diagnostic géotechnique (G5)

Etude de conception phase avant-projet (G2 AVP)



Rapport n° 132353 / version B – 24 septembre 2024

Projet suivi par Matthieu VRAZINIS – 06 74 35 66 97 – matthieu.vrazinis@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Hôpital de la Roche Guyon (95)

Structure de chaussée parking

Rapport de mission G2 AVP/G5

CLIENT SITE

AP-HP

Hôpital de la Roche Guyon
1 rue Justinien BLAZY
95780 LA ROCHE-GUYON

Site annexe de l'Hôpital de la Roche Guyon
2 rue Justinien BLAZY
95780 LA ROCHE-GUYON

Alexis GERMONPREZ
Responsable technique TCE & Administrateur
Délégué GMAO
Direction des Investissements
01 30 63 83 42
alexis.germonprez@aphp.fr

RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet Matthieu VRAZINIS

Interlocuteur commercial Matthieu VRAZINIS

Implantation d'Antony
Implantation chargée du suivi du projet 01.57.63.14.00
secretariat.paris-fr@anteagroup.com

Rapport n° 132353

Version n° B

Votre commande et date Bon de commande n°4510748670 du 04/04/2024

Projet n° IDFP240299

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Wafa GHANEM	Ingénieure d'études géotechniques	Septembre 2024	
Approbation	Matthieu VRAZINIS	Chef de projets géotechniques	Septembre 2024	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	17/09/2024	29	3	Version Initiale

Sommaire

1.	Contexte et objectifs	7
1.1.	Le projet	7
1.2.	Objectifs de la mission.....	7
1.3.	Documents de référence.....	7
2.	Présentation du site.....	9
2.1.	Localisation géographique	9
2.2.	Etat actuel du site.....	10
3.	Contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique	12
3.1.	Contexte géologique	12
3.2.	Contexte hydrologique et hydrogéologique	13
3.3.	Aléas géotechniques recensés	14
3.3.1.	Aléa Retrait-gonflement des sols argileux	14
3.3.2.	Aléa Inondation.....	14
3.3.3.	Aléa Cavités et carrières.....	15
3.3.4.	Aléa sismique	15
4.	Reconnaitances géotechniques	16
4.1.	Contexte de réalisation des investigations	16
4.2.	Campagne d'investigation Antea Group – Mission G5, G2 AVP - 2024	16
4.3.	Plan d'implantation global	16
4.4.	Coordonnées des points de sondages.....	17
4.5.	Limite de la méthode	17
5.	Synthèse géotechnique	18
5.1.	Lithologie.....	18
5.2.	Caractéristiques pénétrométriques	19
5.2.1.	Remblais.....	19
5.2.2.	Alluvions modernes.....	19
5.3.	Corrélation avec l'essai au pénétromètre statique.....	20
5.4.	Corrélation avec le module pressiométrique.....	20
5.5.	Identification des matériaux	21
5.6.	Agressivité des sols vis-à-vis des bétons	21
5.7.	Niveau d'eau relevé.....	22
6.	Modèle géotechnique	23
7.	Structure de chaussée	24

7.1. Composition générale d'une voirie	24
7.2. Structure de la chaussée existante.....	24
7.2.1. Hypothèses de dimensionnement	25
7.2.2. Vérification de la structure de chaussée	25
7.2.3. Vérification du gel dégel	27
8. Dispositions constructives et recommandation de mise en œuvre	29
8.1. Recommandations pour les voiries	29
8.2. Contrôle et essais	29
8.3. Réemploi des matériaux.....	29
9. Enchaînement des missions géotechniques.....	30

Table des figures

Figure 1 : Localisation du site d'étude.....	9
Figure 2 : Localisation de la zone étudiée sur le plan cadastral (Source : Géoportail – IGN).....	9
Figure 3 : Photographies du parking	10
Figure 4 : Localisation et photographie de la cuve à fuel.....	11
Figure 5 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 ^{ème} de Mantes la Jolie.....	12
Figure 6 : Localisation et coupe lithologique du sondage BSS000LELH	13
Figure 7 : Extrait de la carte d'aléa retrait/gonflement des sols argileux	14
Figure 8 : Extrait du zonage de l'aléa Inondation (Source : Géorisques)	15
Figure 9 : Localisation de la zone d'étude sur le zonage sismique de la France	15
Figure 10 : Plan d'implantation des investigations réalisées	16
Figure 11 : Localisation des sondages réalisés	17
Figure 12 : Différents horizons au droit des sondages au pénétromètre dynamique	19
Figure 13 : Extrait de la corrélation de Cassan (1988) entre résistance dynamique et résistance statique en pointe	20
Figure 14 : Extrait de la corrélation entre q_c et E_M , source : Bergdahl, Ottoson et Malmberg (1993)..	20
Figure 15: Valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques des sols naturels - source : NF EN 206	22
Figure 16 : Coupe schématique du modèle géotechnique considéré.....	23
Figure 17 : Couches constituant une voirie	24
Figure 18 : Résultats de calcul de voirie	26
Figure 19 : Vérification du gel dégel.....	28

Table des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées approximatives des points de sondages	17
Tableau 2 : Modèle stratigraphique au droit de la zone d'étude.....	19
Tableau 3 : Résultats des analyses chimiques réalisées selon la norme NF EN 206	22
Tableau 4 : Modèle géotechnique retenu.....	23

Table des annexes

Annexe I : Synoptique des missions d'ingénierie géotechnique – Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013

Annexe II : Procès-verbaux des sondages au pénétromètre dynamique

Annexe III : Résultats des essais au laboratoire

1. Contexte et objectifs

1.1. Le projet

L'Assistance Publique des Hôpitaux de Paris (AP-HP) a un projet de transfert et remplacement du groupe électrogène et de la création d'une chaufferie biomasse sur le site annexe de l'Hôpital de La Roche Guyon (95) au 2 rue Justinien Blazy, **le site sera amené à accueillir de nombreuses allées et venues de poids-lourds.**

Dans le cadre de ces travaux, l'AP-HP a missionné Antea Group pour **vérifier si la structure actuelle du parking sera à même de résister aux sollicitations exercées par les camions.**

1.2. Objectifs de la mission

Afin de déterminer si la structure actuelle du parking est dimensionnée pour être capable de supporter le futur trafic de poids-lourds, il est nécessaire de réaliser une étude géotechnique qui permettra de définir la composition de cette structure. Celle-ci pourra alors être comparée aux structures de chaussée type. Cette étude entre dans le cadre d'une mission de diagnostic géotechnique G5 et d'une étude géotechnique de conception phase avant-projet G2 AVP conformément à la norme NF P 94-500 de novembre 2013 (cf. Annexe I – Classification des missions type d'ingénierie géotechnique)

Les objectifs de la présente étude sont les suivants :

- Définir le contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique du site ;
- Fournir une synthèse des investigations réalisées aboutissant à un modèle géotechnique ;
- Etudier la structure existante du parking et vérifier si celle-ci est adaptée au trafic futur. La structure actuelle sera vérifiée à l'aide du logiciel ALIZE du LCPC ;
- Proposer une structure type à mettre en place (sans dimensionnement) dans le cas où la structure en place ne soit pas adaptée au futur trafic ;
- Fournir les préconisations générales pour la réalisation des ouvrages.

1.3. Documents de référence

Les documents de référence d'Antea Group pour la réalisation de cette étude sont les suivants :

Données mises à disposition par l'AP-HP :

- Localisation du site d'étude ;
- Trafic de poids lourds attendu (conversation téléphonique du 12/09/2024).

Documents techniques et normatifs :

- Missions d'ingénierie géotechnique – Classifications et Spécification, NF P 94-500, novembre 2013 ;
- Guide de terrassement des remblais et des couches de forme (GTR2023), Fascicules I et II, Principes généraux, annexes techniques IDRRIM ;
- Catalogue des structures types de chaussées neuves – LCPC/SETRA ;
- Renforcement des chaussées – Diagnostic – Guide SETRA SETRA de juillet 2013.

Documents consultés :

- Le site Géoportail (<https://www.geoportail.gouv.fr/>) pour :
 - Les cartes IGN ;
 - Les photos satellites ;
- La carte géologique au 1/50 000^{ème} de Mantes la Jolie, et la notice qui l'accompagne ;
- La Banque de Données du Sous-Sol (BSS) du BRGM ;
- Les sites du BRGM :
 - Le visualiseur Infoterre pour les cartes géologiques et les cartes d'aléa inondations par débordement de nappe (<http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>) ;
 - L'espace cartographique du Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines en Seine-Normandie (SIGES Seine-Normandie) pour un extrait de la carte hydrogéologique de la France au 1/50 000^{ème} (<http://sigessn.brgm.fr/?page=carto>).
- Le site Géorisques (<https://www.georisques.gouv.fr/>) pour les zonages cartographiques des aléas naturels ;

2. Présentation du site

2.1. Localisation géographique

La zone d'étude se situe au droit de la parcelle avoisinante à l'hôpital de la Roche Guyon (95), sis 2 rue Justinien Blazy.

Le site est référencé dans la parcelle cadastrale n°247 de la section 0C de la feuille cadastrale de la commune.



Figure 1 : Localisation du site d'étude



Figure 2 : Localisation de la zone étudiée sur le plan cadastral (Source : Géoportail – IGN)

D'après les données de l'IGN (Géoportail), l'altitude du terrain naturel au droit du site varie entre 20,5 et 21,5 m NGF.

2.2. Etat actuel du site

Le parking est actuellement constitué d'une structure en béton avec une partie réparée avec de l'enrobé.

Une partie du parking repose sur une cuve à fuel enterrée. Cette partie ne sera pas impactée par la circulation de poids lourds.



Figure 3 : Photographies du parking



Figure 4 : Localisation et photographie de la cuve à fuel

3. Contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique

3.1. Contexte géologique

D'après la carte géologique au 1/50 000^e de Mantes la Jolie et les données de la BSS la stratigraphie attendue au droit du site est la suivante :

- **Remblais (X)** : Formation superficielle d'origine anthropique, d'épaisseur généralement variable qui serait liée à l'aménagement du site ;
- **Alluvions modernes (Fz)** : essentiellement constituées de vase argilo-sableuse à éléments fins dans laquelle on rencontre des graviers siliceux arrachés aux alluvions anciennes. Leur épaisseur peut atteindre les 15 mètres ;
- **Substratum crayeux** : Cette formation peut se présenter sous la forme d'une craie altérée, pâteuse et jaunâtre ou bien comme une craie blanche traçante, demi-tendre. Cette craie est entrecoupée de lit de silex noirs à blonds. L'épaisseur de cette formation est estimée à environ 300 mètres.

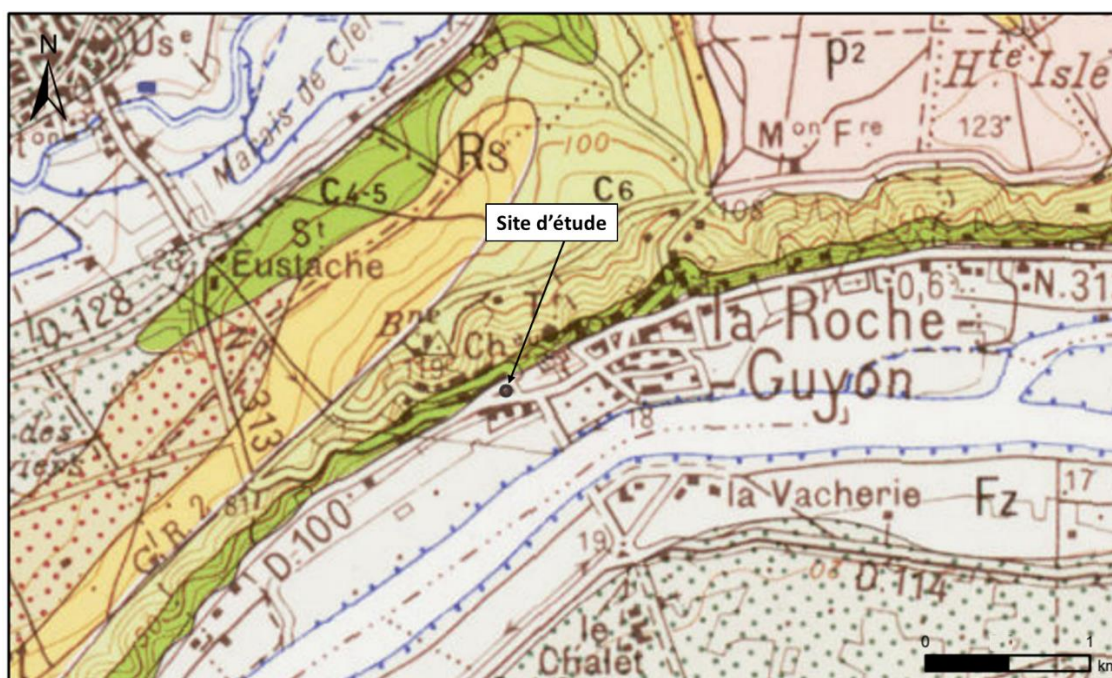


Figure 5 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000^{ème} de Mantes la Jolie

Le sondage BSS000LELH de la banque des données du sous-sol BSS, situé à 20 m du site d'étude à environ 18 m NGF a également été étudié afin de compléter les données des formations géologiques au droit du projet.

La succession lithologique qu'a mis ce sondage correspond à celle décrite ci-dessus, que ce soit en termes de nature des formations rencontrées ou de leur épaisseur.

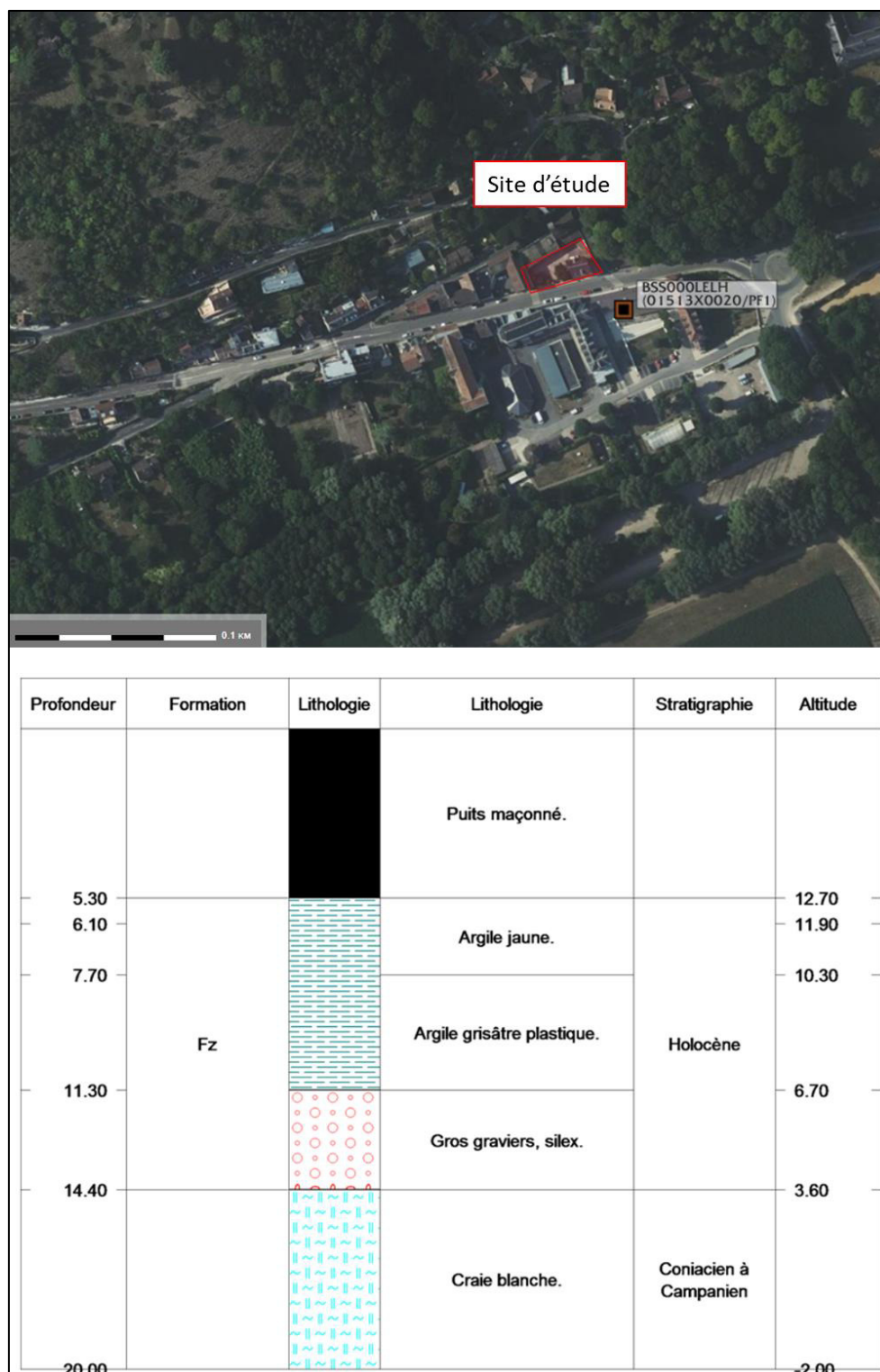


Figure 6 : Localisation et coupe lithologique du sondage BSS000LELH

3.2. Contexte hydrologique et hydrogéologique

Le cours d'eau le plus proche du site est la Seine, situé à environ 300 m au Sud de la zone d'étude.

Compte tenu du contexte géologique, on distingue au niveau du secteur d'étude deux réservoirs aquifères : les Alluvions de la Seine et la nappe de la Craie.

Ces deux formations aquifères, bien que présentant des caractéristiques hydrodynamiques différentes (porosité, perméabilité, emmagasinement) sont en continuité hydraulique. En effet, en l'absence d'horizon imperméable continu entre ces deux réservoirs, l'ensemble constitue une nappe libre bicouche en relation hydrodynamique étroite avec le niveau de la Seine.

D'après Géoportail, la Seine est à 13 m NGF au droit du site. La nappe est donc potentiellement vers 13 NGF hors période de crue soit à 8 m/TN. Cependant cette nappe fluctue beaucoup avec les variations du fleuve

3.3. Aléas géotechniques recensés

3.3.1. Aléa Retrait-gonflement des sols argileux

Des cartes d'aléas retrait gonflement des argiles ont été établies et sont mises à disposition sur le site de Géorisques.

Les matériaux argileux voient leur consistance modifiée en fonction de leur teneur en eau. L'argile passe d'un état dur et cassant à celui de plastique et malléable dès qu'un certain niveau d'humidité est atteint. Ce phénomène s'accompagne d'une variation de volume dont l'amplitude est fonction du type d'argile.

D'après la carte de l'aléa retrait gonflement des sols argileux, le site d'étude est caractérisé par un aléa faible. Un extrait de la carte d'exposition est présenté ci-dessous.

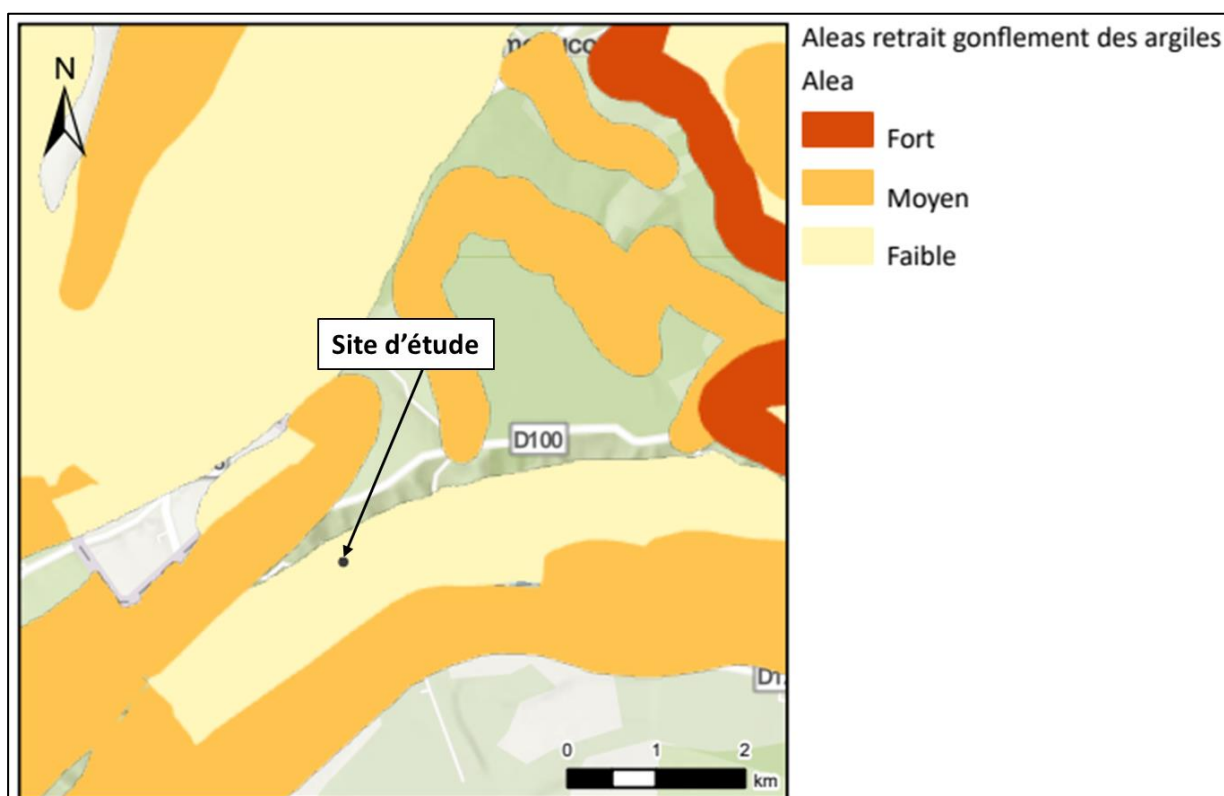


Figure 7 : Extrait de la carte d'aléa retrait/gonflement des sols argileux

3.3.2. Aléa Inondation

D'après les données cartographiques issues de la banque de données Géorisques, la zone d'étude n'est pas concernée par l'aléa Inondation par remontée de nappe.

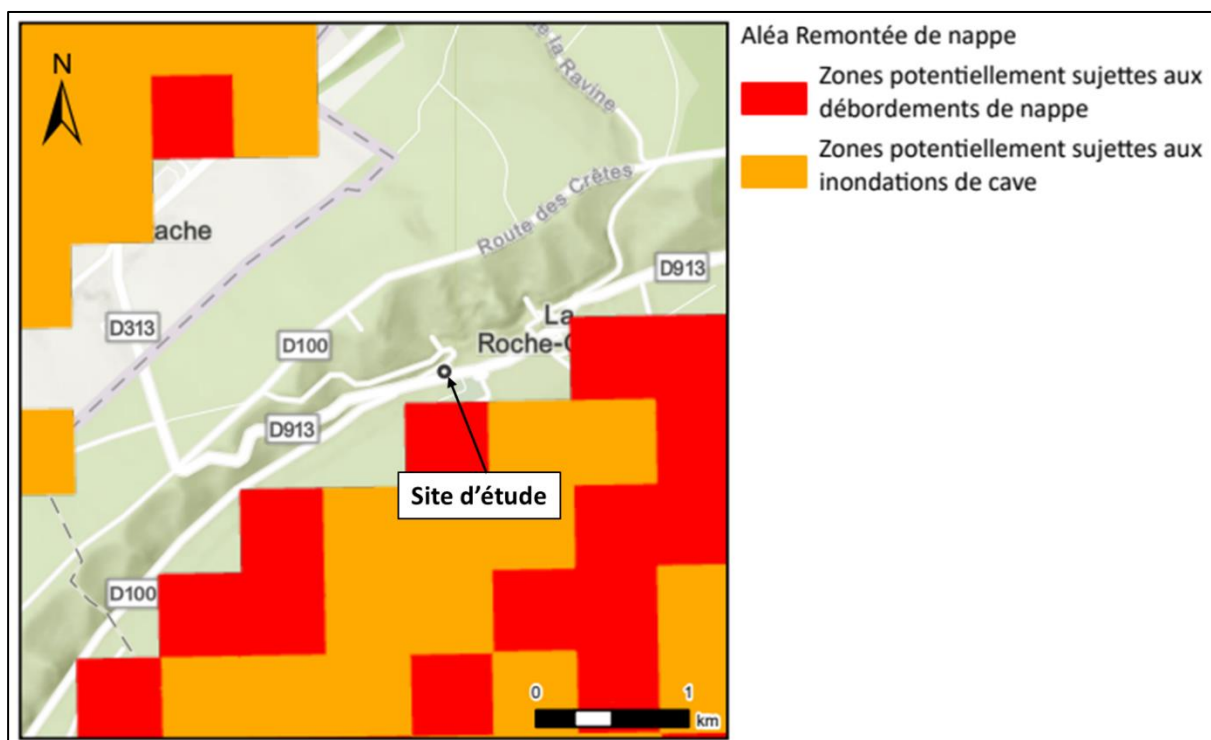


Figure 8 : Extrait du zonage de l'aléa Inondation (Source : Géorisques)

3.3.3. Aléa Cavités et carrières

L'examen des données Géorisques a révélé qu'aucun mouvement de terrain ou effondrement n'avait eu lieu à proximité de la zone d'étude. De même, aucune carrière n'a été recensée dans l'emprise du projet : l'aléa carrière et cavité au droit de la zone d'étude est faible.

3.3.4. Aléa sismique

La commune de Paris est située en zone de sismicité 1, très faible d'après le zonage de la France, applicable depuis le 1^{er} mai 2011. Les sollicitations sismiques n'ont pas à être prises en compte dans le dimensionnement des ouvrages projetés.

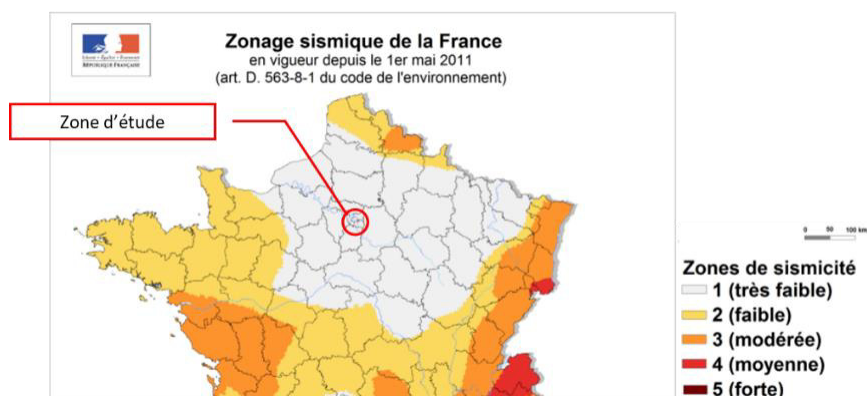


Figure 9 : Localisation de la zone d'étude sur le zonage sismique de la France

4. Reconnaissances géotechniques

4.1. Contexte de réalisation des investigations

L'intervention s'est déroulée le 12 juin 2024.

Les sondages ont été réalisés par AERYS sous le contrôle d'Antea Group. Ils ont été rebouchés par les matériaux extraits, avec une réfection simple béton.

4.2. Campagne d'investigation Antea Group – Mission G5, G2 AVP - 2024

Dans le cadre de la présente mission, une campagne d'investigations a été réalisée, ayant pour objet le programme suivant :

- **2 sondages carottés de la structure de chaussée** à 1 m de profondeur notés SC1 et SC2, avec prélèvement de matériaux pour la réalisation d'essais au laboratoire ;
- **2 sondages au pénétromètre dynamique** notés P1 et P2, descendus respectivement au à 4,8 et 3,7 m (refus) de profondeur.

Le programme d'essais en laboratoire, réalisé sur les échantillons prélevés est le suivant :

- **2 essais d'agressivité des sols vis-à-vis des bétons ;**
- **2 séries d'essais d'identification GTR** comprenant teneur en eau, granulométrie et valeur au bleu.

4.3. Plan d'implantation global

Le plan d'implantation général des investigations réalisées est reporté dans la figure ci-dessous.



Figure 10 : Plan d'implantation des investigations réalisées



Figure 11 : Localisation des sondages réalisés

4.4. Coordonnées des points de sondages

Les coordonnées approximatives des points de sondage réalisés sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Coordonnées approximatives des points de sondages

Coordonnées Lambert 93			
Sondage	X	Y	Z
n°	m	m	m NGF
SC1/P1	599585	6887578	20,6
SC2/P2	599591	6887587	21,3

La cote moyenne du terrain, sur la base des sondages réalisés est estimée à 21 m NGF.

4.5. Limite de la méthode

Les sondages sont des reconnaissances ponctuelles qui ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains. Leur implantation et leur densité, guidées par la reconnaissance que nous avons du site et limitées par la présence de bâtis, permettent d'avoir une vision représentative de l'état du sous-sol, sans que l'on puisse exclure, entre deux sondages, l'existence d'une anomalie d'extension limitée qui aurait échappée aux mailles de nos investigations.

5. Synthèse géotechnique

5.1. Lithologie

Les sondages réalisés permettent d'établir la coupe lithologique suivante, les terrains étant décrits du haut vers le bas :

- **Structure de chaussée** : constituée par du béton grisâtre de 0,14 à 0,15 m d'épaisseur, à éléments siliceux millimétriques à centimétriques anguleux très durs. Il sera considéré par la suite, une structure en béton de 14 cm (cas le plus défavorable);



Photo 1 : Structure de voirie observée au droit des sondages SC1 et SC2

- **Remblais** : Les remblais sont ici caractérisés par un sable marno-graveleux, induré, grisâtre et localement brunâtre, éléments carbonatés, anthropiques (morceaux de briques) et siliceux millimétriques à pluri-centimétriques.

Cet horizon a été rencontré jusqu'à la base des sondages carottés soit à 1 m/TN.

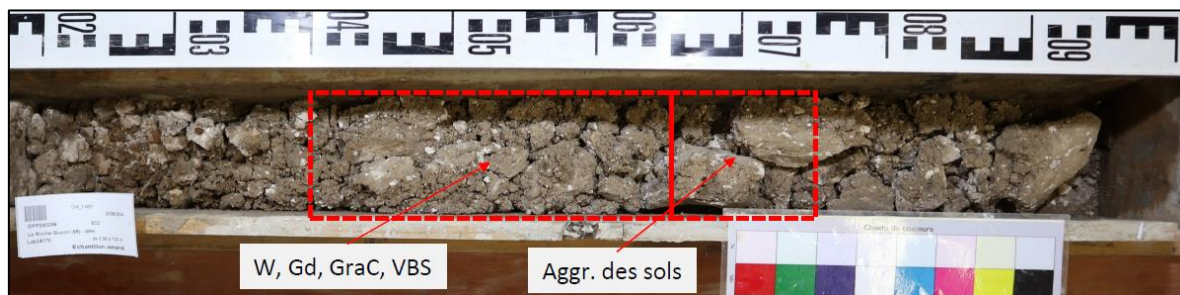


Photo 2 : Remblais observés au droit du sondage SC2

- **Alluvions modernes** : compte tenu du contexte géologique de la zone d'étude, des alluvions modernes sont attendues sous les remblais. La limite entre ces deux horizons n'a pas pu être mise en évidence à travers les sondages réalisés.

Il est supposé que les remblais aient été rencontrés jusqu'à 1 m de profondeur.

Les alluvions modernes ont été rencontrés jusqu'à la base du sondage le plus profond soit à environ 3 m/TN.

A partir de ces éléments, il est possible d'établir un modèle stratigraphique de terrain préliminaire.

La cote moyenne du terrain sur la base des sondages réalisés est estimée à 21 m NGF.

Tableau 2 : Modèle stratigraphique au droit de la zone d'étude

Horizon	Cote moyenne de la base	Epaisseur moyenne
	m NGF	m
Structure de chaussée en béton	20,86	0,14
Remblais	20,00	0,86
Alluvions modernes	< 16,0	> 4,0

5.2. Caractéristiques pénétrométriques

Ces essais ont pour objectif de donner des informations sur les variations lithologiques et les contrastes de résistances mécaniques au sein du terrain.

Les valeurs de résistance dynamique peuvent être interprétées de la façon suivante :

- 0 à 5 MPa : résistance médiocre ;
- 5 à 10 MPa : résistance moyenne ;
- 10 à 15 MPa : résistance bonne ;
- > 15 MPa : résistance très bonne.

La figure suivante présente la distinction entre les différents horizons au droit des sondages au pénétromètre dynamique.

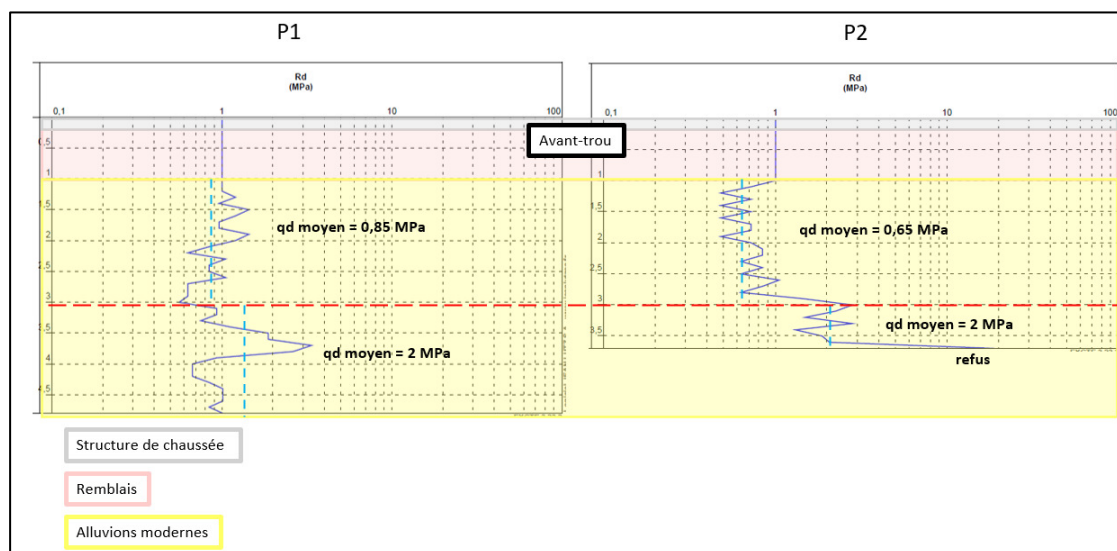


Figure 12 : Différents horizons au droit des sondages au pénétromètre dynamique

5.2.1. Remblais

La résistance dynamique au droit des remblais n'a pas été mesurée.

5.2.2. Alluvions modernes

Pour les alluvions modernes, les essais au pénétromètre montrent des compacités très faibles qui s'améliorent légèrement à partir de 3 m de profondeur.

- de 1,0 à 3,0 m de profondeur : $0,65 \text{ MPa} < q_d < 0,85 \text{ MPa}$, soit une résistance dynamique moyenne $q_d = 0,7 \text{ MPa}$;

- A partir de 3,0 m, une résistance dynamique moyenne **$q_d = 2 \text{ MPa}$** .

5.3. Corrélation avec l'essai au pénétromètre statique

La résistance dynamique en pointe n'est pas exploitable en tant que telle pour la justification d'une capacité portante ou l'estimation de tassement conformément à la norme NF P94-261.

Ainsi, il est nécessaire de corréler cette valeur à une résistance en pointe obtenue par l'essai au pénétromètre statique (q_c).

D'après les corrélations de Cassan (1988), rappelées dans l'extrait ci-dessous, on retiendra pour les alluvions modernes un sol de nature plutôt limono-argileuse.

Soit $q_c = q_d/0,79$. A titre conservatif, on retiendra $q_c = q_d = 0,7 \text{ MPa}$ entre 1,0 et 3,0 m de profondeur, puis **$2,0 \text{ MPa}$** au-delà.

D'après Cassan (1988) on a (q_d obtenu avec un pénétromètre dynamique quelconque) :	
• pour les argiles :	$q_d \neq q_c$
• pour les limons argileux :	$q_d = 0.79 q_c$
• pour les sables argileux :	$q_d = 0.93 q_c + 1.88 \text{ [MPa]}$
• pour les sables limoneux et les limons argilo-sableux :	$q_d = 0.3 q_c$
• pour les sables et graviers non saturés :	$q_d \neq q_c$
• pour les sables et graviers saturés :	$q_d = 0.4 q_c$

Figure 13 : Extrait de la corrélation de Cassan (1988) entre résistance dynamique et résistance statique en pointe

5.4. Corrélation avec le module pressiométrique

La valeur de module pressiométrique sera déduite par corrélation du paramètre q_c , en utilisant la corrélation de Bergdahl, Ottoson, et Malmberg (1993) (cf tableau ci-dessous).

Soit **$E_M = 3 \text{ MPa}$** , jusqu'à 3,0 m de profondeur, puis **$E_M = 8 \text{ MPa}$** au-delà.

Densité relative I_D	q_c de l'essai CPT	Module E_m (drainé) MPa
Très faible	0.0 – 2.5	< 10
Faible	2.5 – 5.0	10 – 20
Moyenne	5.0 – 10.0	20 – 30
Grande	10.0 – 20.0	30 – 60
Très grande	> 20.0	60 – 90

Figure 14 : Extrait de la corrélation entre q_c et E_M , source : Bergdahl, Ottoson et Malmberg (1993)

5.5. Identification des matériaux

Deux séries d'identification au laboratoire pour la détermination de la classe GTR comprenant teneur en eau, granulométrie et valeur au bleu ont été réalisés sur des échantillons prélevés au droit des sondages SC1 et SC2.

Les résultats de ces essais sont récapitulés dans le tableau suivant :

Référence	Horizon	W	ρ_d	D_{max}	< 63mm	< 2mm %	< 63 μ m	VBS	GTR
-	-	%	Mg/m ³	mm	%	%	%	-	-
SC1 de 0,40 à 0,75 m Remblai de sable marno-graveleux, induré, grisâtre et brunâtre. Présence d'éléments carbonatés, anthropiques (morceaux de briques) et siliceux millimétriques à pluricentimétriques.	Remblais	1,7	1,73	19	100,0	87,3	53,3	0,6	F₁
SC2 de 0,40 à 0,60 m Remblai composé de sable marneux, induré et localement lâche, grisâtre et brunâtre. Présence d'éléments carbonatés, et siliceux millimétriques à centimétriques. Présence de rares éléments anthropiques (morceaux de briques) millimétriques.	Remblais	0,9	1,74	9	100,0	91,2	57,4	0,6	F₁

Légende :

Wn : Teneur en eau pondérale (NF P94-050) ;

ρ_d : Masse volumique sèche du sol (NF P95-053)

D_{max} : Analyse granulométrique diamètre maximum ;

<63 mm : Analyse granulométrique passant à 63 mm ;

<2 mm : Analyse granulométrique passant à 2 mm ;

<63 μ m : Analyse granulométrique passant à 63 μ m ;

VBS : Essai au bleu de méthylène (NF P94-068) ;

GTR : Classification selon le guide des terrassements routiers GTR2023

D'après les essais d'identification, les matériaux testés correspondent à des sols de type F₁ au sens de la classification GTR (Guide des Terrassements Routiers).

Les matériaux de classe **F₁** sont des matériaux limoneux, sableux fins. Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau, en particulier lorsque leur Wn est proche de WOPN. Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est relativement court, mais la perméabilité pouvant varier dans de larges limites selon la granulométrie, la plasticité et la compacité, le temps de réaction peut tout de même varier assez largement.

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

Deux prélèvements de sol ont été effectués afin de caractériser l'agressivité du sol vis-à-vis des bétons (cf. résultats d'analyse en annexe).

Les mesures chimiques sur ces prélèvements, en vue de leur caractérisation d'agressivité sur le béton de fondation, ont été faites conformément à la D.I.N 4030, ainsi qu'au document normatif P18-011 de juin 1982, à statut de fascicule de documentation qui :

- Définit les environnements agressifs les plus courants,
- Donne diverses recommandations et les mesures préventives vis-à-vis de la durabilité des bétons.

Le document normatif P18-011 est utilisé pour aider au choix des ciments et des additifs dans le cas d'environnements chimiquement agressifs, c'est-à-dire aux classes d'exposition « XA » au sens de la norme NF EN 206.

Les valeurs mesurées sont synthétisées dans le ci-après.

Tableau 3 : Résultats des analyses chimiques réalisées selon la norme NF EN 206

Sondage	Teneur en sulfates (mg/kg)	Degré d'acidité (ml/kg)	Classe de l'environnement
SC1 de 0,40 à 0,75 m	< 2000	9	Agressivité chimique < XA1
SC2 de 0,40 à 0,60 m	< 2000	9	Agressivité chimique < XA1

Les valeurs limites pour les classes d'exposition données dans la norme NF EN 206 sont présentées dans le tableau suivant :

Caractéristique chimique	Méthode d'essai de référence	XA1	XA2	XA3
Mg ²⁺ , en mg/l	ISO 7980	≥ 300 et ≤ 1 000	> 1 000 et ≤ 3 000	> 3 000 jusqu'à saturation
Sol				
SO ₄ ²⁻ mg/kg a) total	EN 196-2 b)	≥ 2 000 et ≤ 3 000 c)	> 3 000 c) et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000
Acidité ml/kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully	N'est pas rencontré dans la pratique	
a) Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à 10 ⁻⁶ m/s peuvent être classés dans une classe inférieure.				
b) La méthode d'essai prescrit l'extraction du SO ₄ ²⁻ à l'acide chlorhydrique ; alternativement il est possible de procéder à cette extraction à l'eau si c'est l'usage sur le lieu d'utilisation du béton.				
c) La limite doit être ramenée de 3 000 mg/kg à 2 000 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.				

Figure 15: Valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques des sols naturels - source : NF EN 206

Les concentrations en agents agressifs mesurées sur les échantillons de sol traduisent un environnement de classe d'agressivité faible, inférieure à XA1.

Les types de béton pour les fondations devront être adaptés aux classes d'exposition conformément à la norme NF EN 206.

Ces mesures sont ponctuelles. En fonction de la nature des terrains pouvant être agressifs vis-à-vis des bétons, la classe d'agressivité peut varier.

5.7. Niveau d'eau relevé

Il n'a pas été relevé de niveau d'eau dans les forages. A ce stade de l'étude, il est possible de conclure, qu'étant donné les données bibliographiques, que la nappe n'interagit pas avec le projet. **Néanmoins, il est possible que des circulations d'eau superficielles puissent se mettre en place.**

6. Modèle géotechnique

A ce stade de l'étude, il est possible d'établir le modèle géotechnique suivant pour un terrain d'étude pris à une cote de 21 m NGF :

Tableau 4 : Modèle géotechnique retenu

Horizon	Epaisseur	Cote base	γ	q_d	E_M	Classe GTR
	<i>m</i>	<i>m NGF</i>	<i>kN/m3</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	-
Structure de chaussée en béton	0,14	20,86	-	-	-	-
Remblais	0,86	20,00	17	-	-	F1
Alluvions modernes	2,00	18,00	18*	0,7	3	-
	> 4,0	< 16,0		2,0	8	-

*donnée issue de la bibliographie

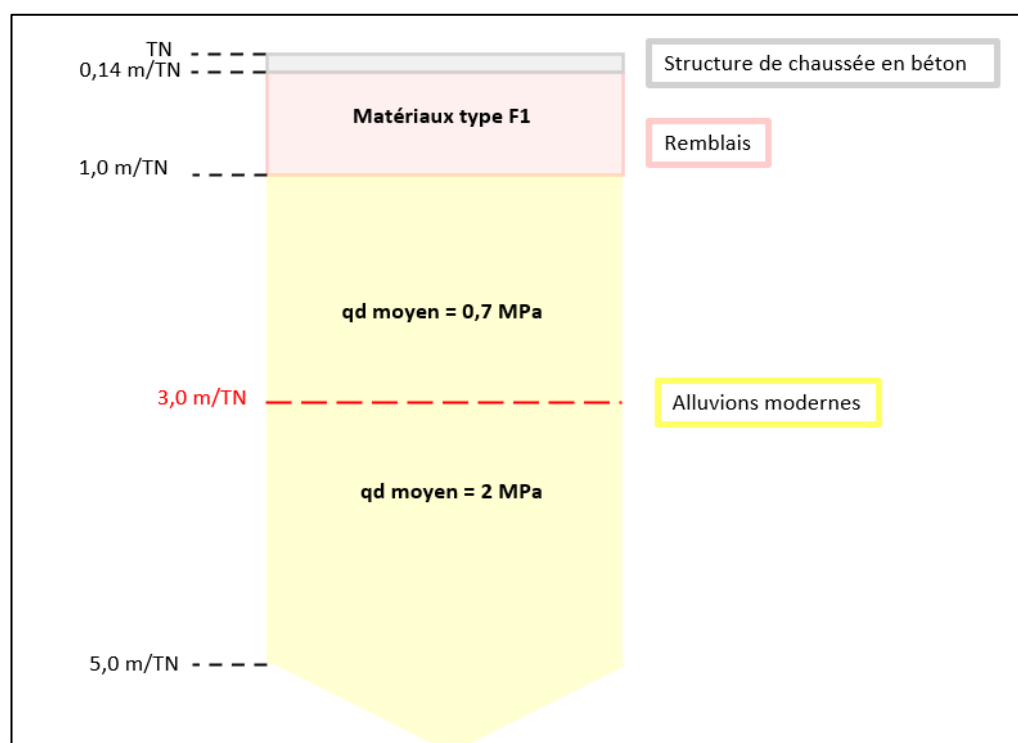


Figure 16 : Coupe schématique du modèle géotechnique considéré

7. Structure de chaussée

7.1. Composition générale d'une voirie

Une voirie est constituée des éléments suivants :

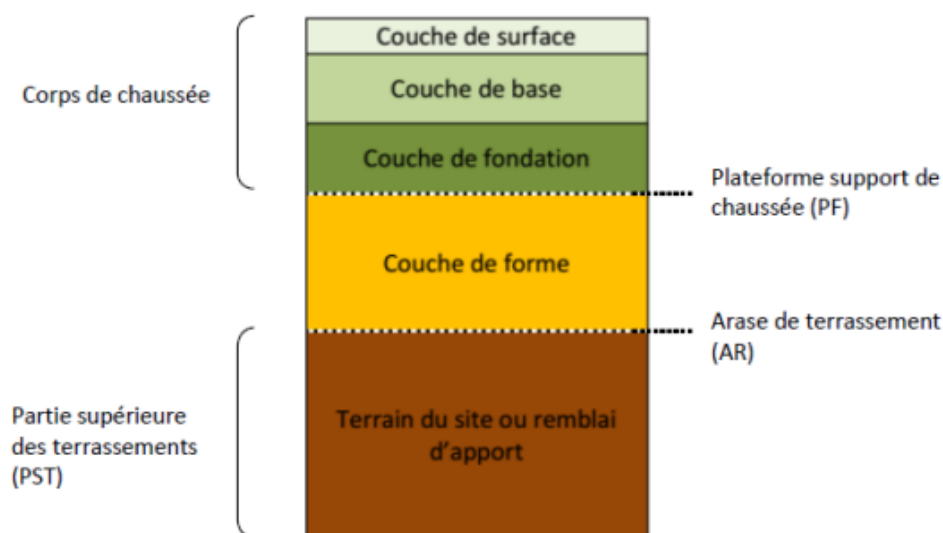


Figure 17 : Couches constituant une voirie

Avec :

1. Le corps de chaussée (couche de surface + couche de base + couche de fondation), reposant sur une assise résistante (plateforme support de chaussée PF) qui dépend du sol support sur lequel on la construit et du trafic supporté ;
2. La couche de forme (CdF), assurant une portance à court terme lors de la réalisation des travaux et à long terme de l'ouvrage ;
3. La Partie Supérieure des Terrassements ou PST, zone supérieure des terrains en place (sols naturels ou matériaux rapportés), d'environ 1 m d'épaisseur. La plate-forme de la PST est l'Arase de Terrassement noté AR.

7.2. Structure de la chaussée existante

Les investigations réalisées ont mis en évidence la présence de :

- Une structure de chaussée en béton de 0,14 m d'épaisseur ;
- Des remblais rencontrés jusqu'à 1 m de profondeur par rapport au TN. Les matériaux identifiés sont de type F1.

Nota : La grande sensibilité à l'eau des sols type F1 implique de les traiter avec des liants hydrauliques associés éventuellement à de la chaux pour l'utilisation en couche de forme

Les sols rencontrés ne sont à priori pas traités (pas de traces de chaux, ni de liants hydrauliques au droit des sondages réalisés).

Nous supposons pour la vérification du dimensionnement de la chaussée existante, que la plateforme support de chaussée est de type PF1 (cas le plus défavorable). Pour une plateforme support de chaussée de type PF1 le module de portance est fixé à 20 MPa.

7.2.1. Hypothèses de dimensionnement

Éléments relatifs au trafic

Les hypothèses considérées pour le trafic sont les suivantes :

Plateforme	PF1
Trafic (PL/j)	1*
CAM	0,4
Risque	11,5 %

(*) Le trafic attendu pour ce projet est de l'ordre de 1 poids lourd, 2 fois par semaine. Nous considérons 1 PL par jour par mesure sécuritaire.

Durée de dimensionnement

La vérification du dimensionnement en termes de durabilité porte sur 20 ans.

Ce flux pouvant évoluer nous avons considéré un taux de croissance arithmétique de 2 % l'an.

7.2.2. Vérification de la structure de chaussée

La vérification de la structure est effectuée en comparant la valeur de l'élongation admissible et de la déformation permanente sur le sol pour le trafic pris en référence avec celle donnée par le logiciel Alizé, pour un passage d'un essieu de treize tonnes.

La contrainte admissible doit être supérieure à celle donnée par Alizé.

Les calculs réalisés confirment le bon dimensionnement des voiries existantes vis-à-vis du trafic attendu.

Les résultats sont présentés ci-après.

Hypothèses de dimensionnement	
Plateforme	PF1
Trafic (PL/j)	1
Durée de vie	20
Taux de croissance	2,00%
structure	14 cm structure en béton type bc2

Trafic PL cumulé : données

☒ Moyenne journalière annuelle (MJA) : 1
☐ Taux accroissement géométrique (%) : 1,79
☒ Taux accroissement arithmétique (%) : 2
☒ Durée de service (années) : 20
☐ Trafic cumulé PL : 8,6870E+3
Cocher au plus 3 cases

Aide

☒ Coefficients d'agressivité CAM
☐ Valeurs des risques R
Guide lcpc-sétra 94
Catalogue 1998
Norme NF P98-086

Valeurs admissibles : données

matériau type : bc2
coefficient CAM : 0,4
risque (%) : 11,5
trafic cumulé NE : 3,4748E+3
Sigma6 (MPa) : 1,37
-1/b : 14
1/Kd (discontinuité) : 1,7
écart type Sh (m) : 0,03
écart type SN : 1,000
Kr (risque) : 0,773
Kc (calage) : 1,5
Ks : E(MPa) sous-jacent compris dans [20,50] : 1/1,2
Calculer SigmaT admissible
Calcul inverse NE = f(SigmaT)
Calcul inverse Risk = f(SigmaT)
Bibliothèque des matériaux
Imprimer
Enregistrer
Pour modifier les valeurs standard : cliquer sur "bc2"

SigmaT admissible = 1,167 MPa
Annotation libre : bc2
Mémoriser
1 - SigmaT = 1,167 (bc2)
effacer=dbl click
Restaurer
Fermer

Trafic PL cumulé : données

☒ Moyenne journalière annuelle (MJA) : 1
☐ Taux accroissement géométrique (%) : 1,79
☒ Taux accroissement arithmétique (%) : 2
☒ Durée de service (années) : 20
☐ Trafic cumulé PL : 8,6870E+3
Cocher au plus 3 cases

Aide

☒ Coefficients d'agressivité CAM
☐ Valeurs des risques R
Guide lcpc-sétra 94
Catalogue 1998
Norme NF P98-086

Valeurs admissibles : données

matériau type : gnt et sol (sol trafic faible)
coefficient CAM : 0,4
trafic cumulé NE : 3,4748E+3
Coefficient A : 16000
pente b : -0,222
Calculer EpsiZ admissible
Calcul inverse NE = f(EpsiZ)
Bibliothèque des matériaux
Imprimer
Enregistrer
Pour modifier les valeurs standard : cliquer sur "gnt et sol"

EpsilonZ admissible = 2618,4 µdef
Annotation libre :
Mémoriser
7 - EpsiZ = 2618,4 (gnt et sol)
effacer=dbl click
Restaurer
Fermer

Capacités de sollicitations				
Critères	Déformation admissible (µdef)	Elongation admissible (MPa)	Déformation ALIZE (µdef)	Elongation ALIZE (MPa)
	Sol	bc2	Sol	bc2
Valeurs	2618,4	1,167	713,8	0,006

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,140	20000,0	0,250	0,000	80,7	2,458	-51,7	0,657
	collé		0,140	-139,8	-3,480	81,3	0,019
infini	20,0	0,350	0,140	-139,8	0,006	713,8	0,019

Figure 18 : Résultats de calcul de voirie

7.2.3. Vérification du gel dégel

L'appréciation de la tenue de la chaussée lors des phases gel/dégel est établie par une vérification menée séparément et après l'étude de la tenue mécanique sous trafic poids lourds.

Cette vérification n'est pas liée aux données du trafic.

La vérification du gel-dégel est effectuée en comparant l'indice de gel admissible de la chaussée (IA) à l'indice de gel atmosphérique de référence (IR). IA doit être supérieur à IR.

Les matériaux de classe F1, sont des matériaux très sensibles au gel et appartiennent donc à la catégorie SGt.

L'indice de gel de référence IR applicable à la zone d'étude a été défini à partir du catalogue des chaussées neuves de 1998 et correspond aux mesures relevées à la station de Paris, Le Bourget (93).

IR exceptionnel	IR rigoureux non exceptionnel
160	85

La vérification au gel-dégel a été réalisée à partir du logiciel Alizée sur la structure de chaussée précédemment décrite. Les détails du calcul sont présentés ci-après.

L'indice de gel admissible par les différentes voiries est inférieur à l'indice de gel de référence du site.

Cette structure de chaussée n'est donc pas vérifiée au gel-dégel.

Nota : Pour la vérification du gel-dégel, il peut être considéré la purge des matériaux très gélifs existants et la mise en place d'une couche de forme de 35 cm en grave naturelle propre, avec un géotextile anti-contaminant entre l'arase du terrassement et la couche de forme. **Un dimensionnement pour la vérification de cette solution devra être effectué en G2 PRO.**

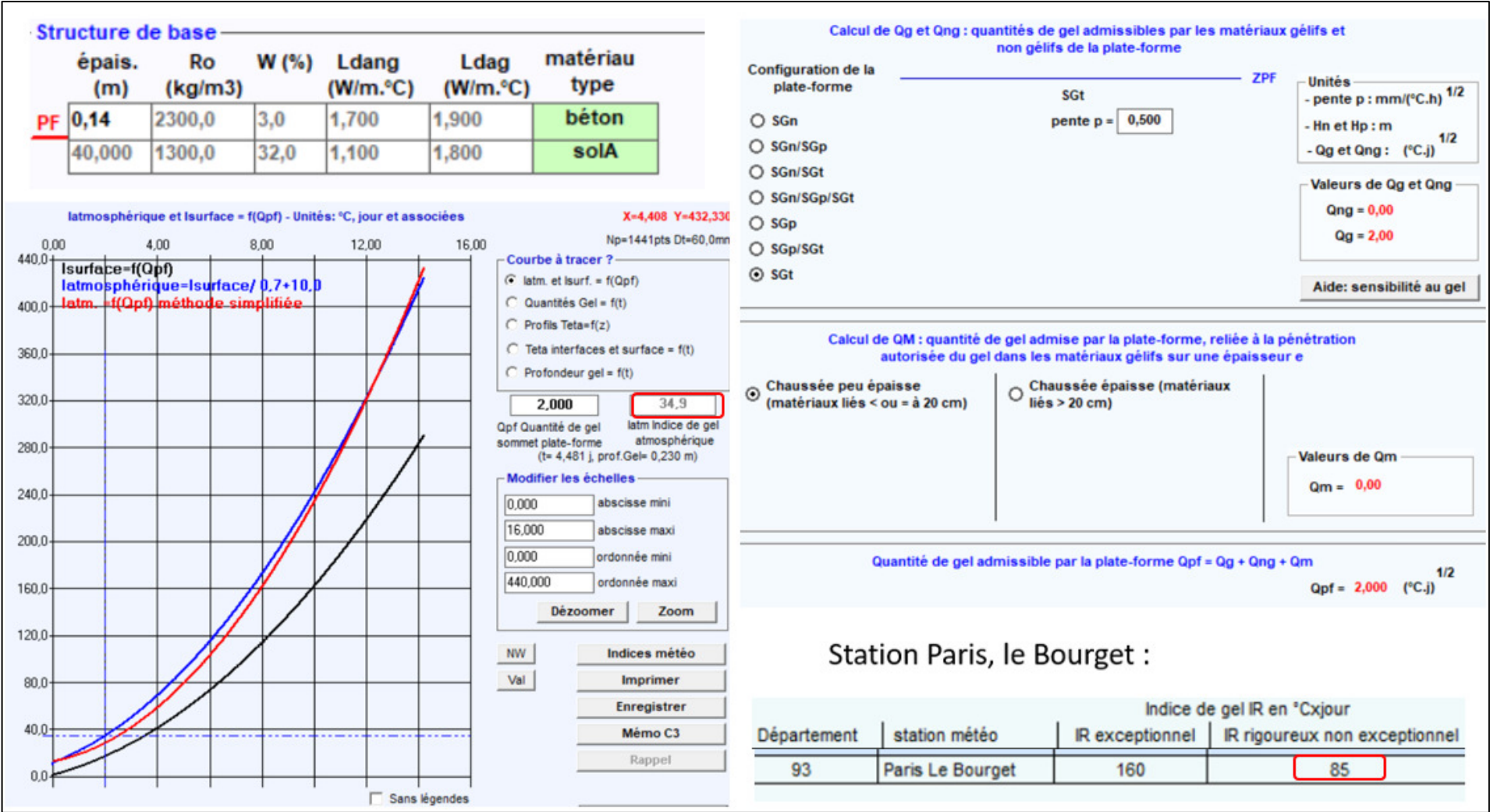


Figure 19 : Vérification du gel dégel

8. Dispositions constructives et recommandation de mise en œuvre

8.1. Recommandations pour les voiries

La PST, la couche de forme et les couches de la chaussée (base et fondation) seront compactées dans les règles de l'art (« Réalisation des remblais et des couches de forme », LCPC, SETRA).

Elles seront réceptionnées par des essais à la plaque.

Une attention particulière sera portée à la vérification de la compatibilité entre le niveau d'agressivité des matériaux mis en œuvre pour les voiries en particulier en cas de traitement aux liants de ces matériaux.

8.2. Contrôle et essais

La validation du terrassement sera effectuée par la réalisation d'une campagne d'essais à la plaque selon la norme NF P 94-117-1 d'avril 2000 « Sols : reconnaissances et essais – Portance des plates-formes – Partie 1 : module sous chargement statique à la plaque (EV2) ».

Les essais seront réalisés avec une densité de 1 pour 500 m² de remblai. Au niveau de la chaussée, nous suggérons la réalisation d'essais de déflexion à la poutre de Benkelman pour valider l'ensemble de la structure en tant qu'essai de réception.

8.3. Réemploi des matériaux

D'après les essais d'identification, les matériaux testés correspondent à des sols de type **F1** au sens de la classification GTR2023.

Ces matériaux sont des sols très sensibles aux variations de teneurs en eau. Leur compactage peut varier de faible à intense en fonction de leur état hydrique. Ils peuvent ainsi être sujets au matelassage et des mesures de contrôle de leur teneur en eau (aération ou traitement à la chaux ou au liant hydraulique) devront être envisagées s'ils sont à l'état hydrique humide. Au contraire à l'état hydrique sec, des mesures d'humidification de ces matériaux devront être considérées. Si leur état hydrique est moyen, ils pourront être utilisés en remblais et mis en œuvre selon un compactage moyen ou intense, en fonction des conditions météorologiques plus ou moins évaporantes.

9. Enchaînement des missions géotechniques

La présente mission géotechnique, dont ce rapport constitue sa conclusion, correspond à un diagnostic géotechnique G5 et une étude géotechnique d'avant-projet de type G2 AVP (sans dimensionnement selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013).

Conformément à l'esprit de cette norme, qui est de réduire étape par étape les risques liés au sol, elle doit être suivie par :

- La mission d'étude géotechnique de conception G2 phase projet (mission G2 PRO)
- La mission d'étude géotechnique de conception G2 phase DCE/ACT (mission G2 DCE/ACT)

Pour la phase de réalisation des travaux, une mission de supervision géotechnique (mission G4) devra être réalisée. Elle comportera, d'une part, la validation des documents géotechniques produits par l'entreprise, et d'autre part le suivi géotechnique du chantier, permettant de s'assurer que les terrains rencontrés présentent des caractéristiques géotechniques cohérentes avec les hypothèses faites dans le cadre des études, et le cas échéant définir en concertation avec l'entreprise les adaptations nécessaires.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



ANNEXES

Annexe I : Synoptique des missions d'ingénierie géotechnique – Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013

Annexe II : Procès-verbaux des sondages au pénétromètre dynamique

Annexe III : Résultats des essais au laboratoire

Annexe I : **Synoptique des missions d'ingénierie géotechnique –** **Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013**

Schéma d'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 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 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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (page 1/2)

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.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (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).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (page 2/2)

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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).
- Etablir 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 GEOTECHNIQUE 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 GEOTECHNIQUE (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 II : **Procès-verbaux des sondages au pénétromètre dynamique**



Forage: P1

Dossier : G0041934

Type : Pénétrromètre

Machine : Manuel

Pointe : Ø 35 mm

M : 10 kgs

H : 0.50 m

Date : 12/06/2024

Début : 0,00 m

Fin : 4,80 m

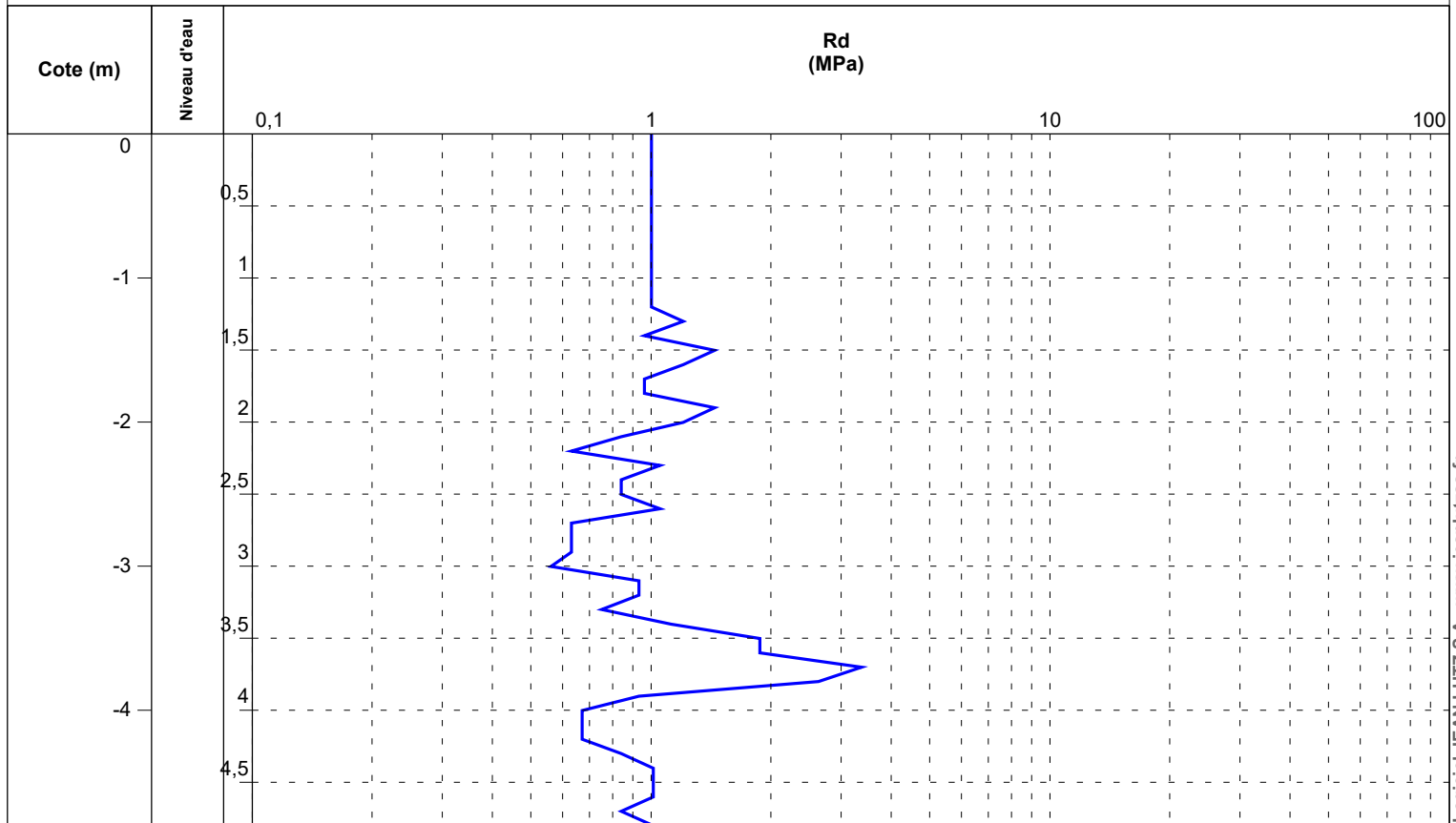
Echelle : 1/50

Ville : LA ROCHE GUYON (95)

Client : ANTEAGROUP

Etude : APHP

Remarques : Arrêt sondage à 4.80 m. Avant trou jusqu'à 1.20 m Z :





Forage: P2

Dossier : G0041934

Type : Pénétromètre

Machine : Manuel

Pointe : Ø 35 mm

M : 10 kgs

H : 0.50 m

Date : 12/06/2024

Début : 0,00 m

Fin : 3,70 m

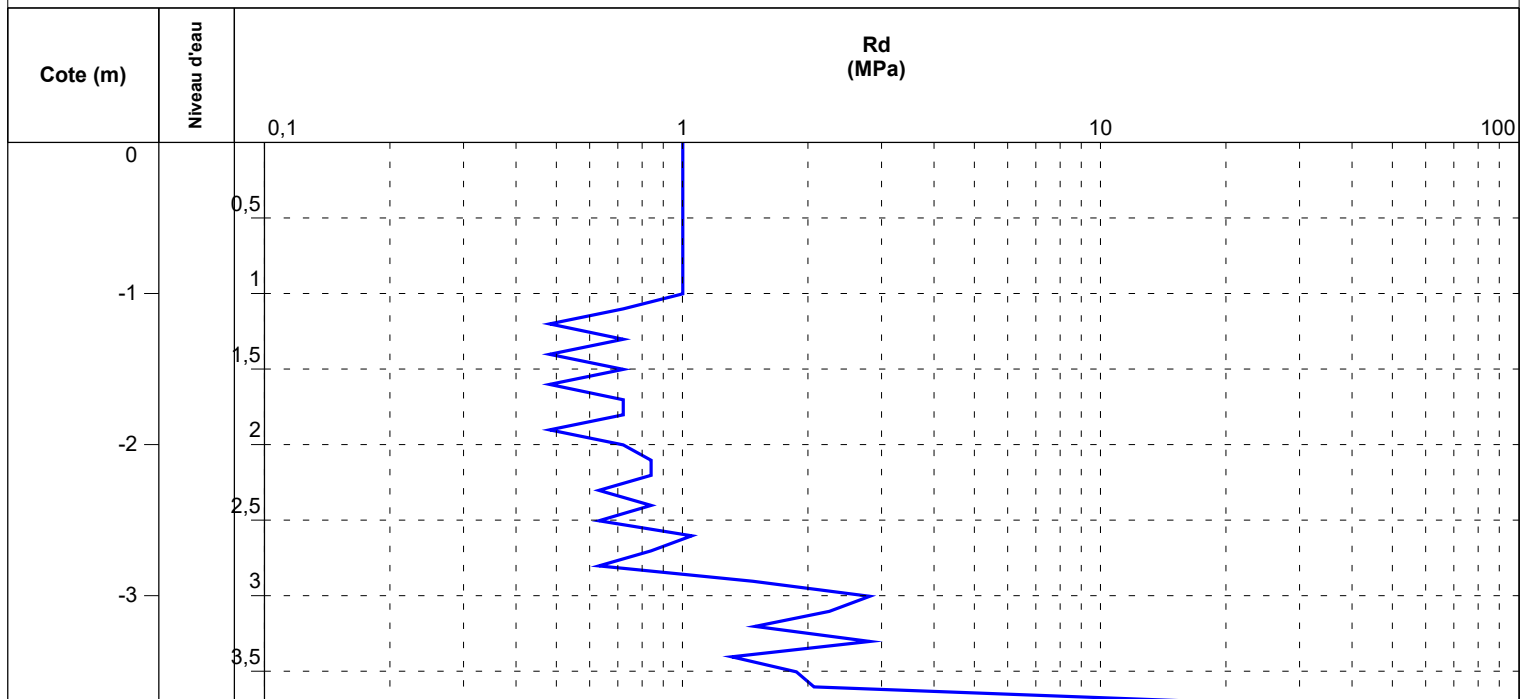
Echelle : 1/50

Ville : LA ROCHE GUYON (95)

Client : ANTEAGROUP

Etude : APHP

Remarques : Refus sondage à 3.70 m. Avant trou jusqu'à Z : 1.00 m



EXGTE 3.23.2

Annexe III : **Résultats des essais au laboratoire**

Nom et adresse du client
APHP

Le Roche Guyon (95) - APHP
IDFP240299
Antea Group ANTONY - M. VRAZINIS
matthieu.vrazinis@anteagroup.fr

Date de réception	Echantillons réceptionnés
-------------------	---------------------------

20/06/2024	2 échantillons en remaniés en caisse en bois
------------	--

Sommaire du rapport

1 tableau de résultats d'essais en laboratoire.

10 pages d'annexes dont :

- Bordereau de description de sol (1 page).
- Bordereau d'essais d'identification de sol (1 page).
- Bordereaux d'analyse granulométrique (2 pages).
- Bordereau d'essai au bleu de méthylène (1 page).
- Bordereaux de classification GTR (2 pages).
- Rapport d'essai d'Agressivité des sols vis-à-vis des bétons (3 pages).

Les résultats exprimés ne concernent que les échantillons soumis à essais.
Sauf accord écrit préalable, le présent rapport ne peut être reproduit que dans son intégralité.
Sauf demande expresse du donneur d'ordre, les échantillons ne sont pas conservés au delà de deux mois après l'envoi du rapport.
L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport ont été obtenus avec les échantillons définis ci-dessus, mais que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats font l'objet d'un document séparé ou n'ont pas été demandés par le donneur d'ordre.

Le responsable des essais

T. LANDO

Le responsable technique

E. ANTOINET

fichier : Lab24170 - BE_GES-03_Lab24170_IDFP240299.xls

Contact pour le suivi des essais

E. BOURGUIGNON

Synthèse des Résultats d'Essais

N° Rapport : Lab24170

Date de Mise-à-jour : 05/08/2024

N°Projet : IDFP240299

Projet : Le Roche Guyon (95) - APHP

Client : APHP

Unité : ANTONY

Chef de Projet : M. VRAZINIS

	nb essai	2	2	2	2			2	2		2		
	Code	S 101b	S 102	S 103	S 111			S 114	S 119e				
	Intitulé	Description visuelle d'échantillon inférieur ou égal à 1.00 ml XP P94-010/XP P94-011	Teneur en eau pondérale NF P94-050	Masse volumique sèche du sol NF P94-053	Analyse granulométrique NF EN ISO 17892-4			Essai au bleu de méthylène NF P94-068	Agressivité des sols vis-à-vis des bétons (acidité Baumann Gully + SO4) FD P18-011 / NV EN 206-1	Classe d'environnement (cf. tableau ci-dessous)	Classification GTR NF EN 16907-2		
	Symbole	D&P	W _n	ρ _d	D _{max}	<63mm	<2mm	<63μm	VBS	° d'acidité	SO ₄ ²⁻	Classe	GTR
Référence de l'échantillon / description visuelle	Unité	(-)	(%)	(Mg/m ³)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(-)	ml/kg MS	Mg/kg MS	(-)	
SC1 de 0.00 à 1.00 m [H+0.40 à 0.75 m] Remblai de sable marno-graveleux, induré, grisâtre et brunâtre. Présence d'éléments carbonatés, anthropiques (morceaux de briques) et siliceux millimétriques à pluri-centimétriques.	Oui	1.7	1.73	19	100.0	87.3	53.3	0.6	9	830	< XA1	F1	
SC2 de 0.00 à 1.00 m [H+0.40 à 0.60 m] Remblai composé de sable marneux, induré et localement lâche, grisâtre et brunâtre. Présence d'éléments carbonatés, et siliceux millimétriques à centimétriques. Présence de rares éléments anthropiques (morceaux de briques) millimétriques.	Oui	0.9	1.74	9	100.0	91.2	57.4	0.6	9	900	< XA1	F1	

III- INTERPRETATION DES RESULTATS ET CLASSIFICATION

Le tableau ci-dessous rappelle les différentes classes d'environnement des sols en fonction de leur concentration en sulfates (données par la norme NF EN 206-1) :

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	> 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.

Descriptions d'échantillon avec photographie

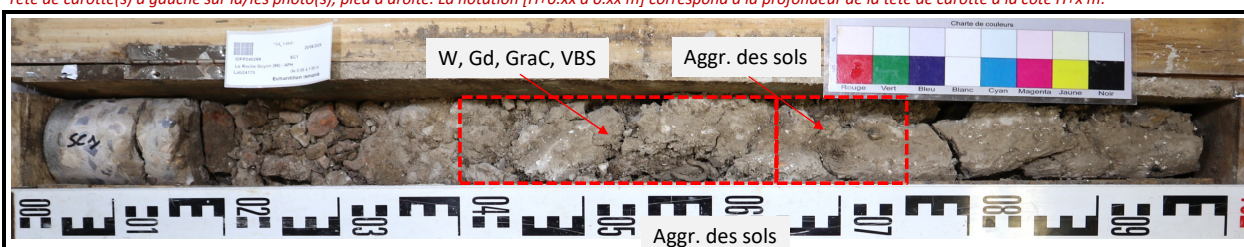
XP P94-010 / XP P94-011

Date : 09/07/2024

Projet : Le Roche Guyon (95) - APHP
Sondage : cf. ci-dessous
N° d'échantillon : cf. ci-dessous
Profondeur : cf. ci-dessous
N° d'archivage : cf. ci-dessous
Nature : cf. ci-dessous
Observation :

N° de projet : IDFP240299
Client : APHP
Date de prélèv. : 12/06/2024
Date de réception : 20/06/2024
Etat : Echantillons remaniés

Tête de carotte(s) à gauche sur la/les photo(s), pied à droite. La notation [H+0.xx à 0.xx m] correspond à la profondeur de la tête de carotte à la cote H+x m.



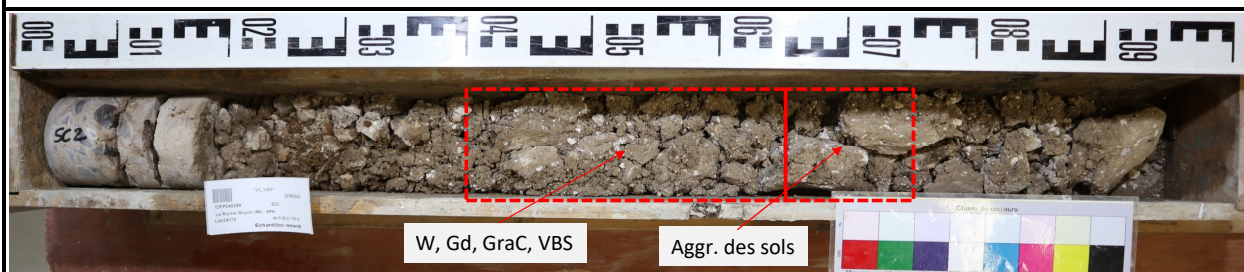
Réf. Echantillon : SC1 de 0.00 à 1.00 m (éch n°24 1464)

H + 0.00 à 0.14 m : Béton à éléments siliceux, millimétriques à centimétriques anguleux, très dur, grisâtre.

H + 0.14 à 1.00 m : Remblai composé sable marno-graveleux, induré, grisâtre et localement brunâtre.
Présence d'éléments carbonatés, anthropiques (morceaux de briques) et siliceux millimétriques à pluri-centimétriques.

Récupération = 100%

Remarque : Echantillon déstructuré à partir de H + 0.14 m.



Réf. Echantillon : SC2 de 0.00 à 1.00 m (éch n°24 1465)

H + 0.00 à 0.15 m : Béton à éléments siliceux, millimétriques à centimétriques anguleux, très dur, grisâtre.

H + 0.15 à 1.00 m : Remblai composé de sable marneux, induré et localement lâche, grisâtre et brunâtre.
Présence d'éléments carbonatés, et siliceux millimétriques à centimétriques.
Présence de rares éléments anthropiques (morceaux de briques) millimétriques.

Récupération = 100%

Remarque : Echantillon déstructuré à partir de H + 0.15 m.

Les fichiers photos de ces descriptions, au format JPEG, accompagnent le présent bordereau.

Opérateur

Contrôleur

P. CHOPART

T. LANDO

fichier : Lab24170 - BE_IDE-01_IDFP240299_SC1 et SC2 de 0.00 à 1.00 m.xls

Projet : Le Roche Guyon (95) - APHP
Sondage : cf. ci-dessous
N° d'échantillon : cf. ci-dessous
Profondeur : cf. ci-dessous
N° d'archivage : 24_1464 et 24_1465
Nature : cf. tableau de synthèse des essais
Observation :

N° de projet : IDFP240299
Client : APHP
Date de prélèv. : 12/06/2024
Date de réception : 20/06/2024
Etat : Echantillon remanié

Mesure de la teneur en eau W (%) - NF P94-050 (sol) OU NF P94-410-1 (roche)

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	ρ_s (Mg/m ³)	M _{humide} + tare (g)	M _{sèche} + tare (g)	M _{tare} (g)	W (%)
SC1 de 0.00 à 1.00 m [H+0.40 à 0.60 m]	50	2.65	492.60	486.16	106.09	1.7
SC2 de 0.00 à 1.00 m [H+0.40 à 0.60 m]	50	2.65	490.77	487.40	102.76	0.9

(en rouge) : valeur fixée à 2.65 par défaut si non mesurée par l'essai défini par la NF P94-054

Mesure des masses volumiques (Mg/m³) - NF P94-053 (à la trousse coupante §6.1 et au moule §6.2 - sol) OU NF P94-410-2 (roche)

Référence de l'échantillon	M _{humide} (g)	M _{trousse} (g)	D (cm)	H (cm)	V _g /V _{grains} e (1)	W/(1/ρ _s -1/ρ _w) Sr (%)	ρ _h (Mg/m ³)	ρ _d (Mg/m ³)	e/(1+e) n _t (porosité) (1)

Mesure des masses volumiques (Mg/m³) - NF P94-053 (par immersion dans l'eau §6.3 - sol) OU P94-512-2 (méthode par déplacement d'un fluide §5.3) OU NF P94-410-2 (roche)

Référence de l'échantillon	M _{épr. sèche} (g)	M _{épr. + para} OU M _{tare} (g)	M _{immergée} OU M _{tare} + eau (g)	V _{échantillon} (cm ³)	Temp. (°C)	W/(1/ρ _s -1/ρ _w) Sr (%)	ρ _h (Mg/m ³)	W (%)	ρ _d (Mg/m ³)
SC1 de 0.00 à 1.00 m [H+0.40 à 0.60 m]	126.95	131.80	54.17	72.18	23.50	8.0	1.76	1.7	1.73
SC2 de 0.00 à 1.00 m [H+0.40 à 0.60 m]	112.14	116.17	47.82	63.82	23.50	4.0	1.76	0.9	1.74

Mesure de la masse volumique absolue (Mg/m³) - NF P94-054 (au pycnomètre)

Référence de l'échantillon	M _{pycnomètre} (g)	M _{pycno+eau} (g)	T1 (°C)	V _{pycnomètre} (cm ³)	M _{pycno+echan} (g)	M _{pycno+ech+eau} (g)	T2 (°C)	V _{échantillon} (cm ³)	ρ _s (Mg/m ³)

Mesure de la porosité connectée - NF P94-410-3 (§7.2)

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	M _{sèche} (g)	M _{saturée} (g)	M _{immergée} (g)	W _{sat} (%)	ρ _d (Mg/m ³)	ρ _s (Mg/m ³)	ρ _{sat} (Mg/m ³)	n _c (porosité) (1)

	Opérateur	Contrôleur
	E. LAURENT	T. LANDO

fichier : Lab24170 - BE_IDE-02_IDE_IDFP240299 (1).xls

Valeur au Bleu de Méthylène

Essai à la tache

NF P94-068

Date : 26/07/2024

Projet : Le Roche Guyon (95) - APHP
Sondage : cf. ci-dessous
N° d'échantillon : cf. ci-dessous
Profondeur : cf. ci-dessous
N° d'archivage : 24_1464 et 24_1465
Nature : cf. ci-dessous
Observation :

N° de projet : IDFP240299
Client : APHP
Date de prélèv. : 12/06/2024
Date de réception : 20/06/2024
Etat : Echantillon remanié

Mesure de la teneur en eau W (%) - NF94-050

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	M _{humide+tare} (g)	M _{totale sèche} (g)	M _{tare} (g)
SC1 de 0.00 à 1.00 m [H+0.40 à 0.60 m]	50	492.60	486.16	106.09
SC2 de 0.00 à 1.00 m [H+0.40 à 0.60 m]	50	490.77	487.40	102.76

W (%)
1.7
0.9

Valeur au Bleu de Méthylène (Essai à la tache) - NF P94-068

Référence de l'échantillon	M _{humide} (g)	V _{bleu introduit} Solution à 10 g/L (cc)	Tamisat à 5 mm (%)	Description
SC1 de 0.00 à 1.00 m [H+0.40 à 0.60 m]	86.19	55	93.3	Remblai de sable marno-graveleux, induré, grisâtre et brunâtre, à éléments divers.
SC2 de 0.00 à 1.00 m [H+0.40 à 0.60 m]	86.33	55	97.5	Remblai sablo-marneux, induré et localement lâche, grisâtre et brunâtre, à éléments divers.

VBS (gramme de bleu pour 100 g de matériaux sec)
0.6
0.6

		Opérateur		Contrôleur	
		E. LAURENT		T. LANDO	
fichier :	Lab24170 -	BE IDE-05 VBS IDFP240299 (1).xls			

Classification GTR

NF EN 16907-2

Date : 05/08/2024

Projet : Le Roche Guyon (95) - AHP

N° de projet : IDFP240299

Sondage : SC1

Client : AHP

N° d'échantillon : [H+0.40 à 0.60 m]

Date de prélèv. : 12/06/2024

Profondeur : de 0.00 à 1.00 m

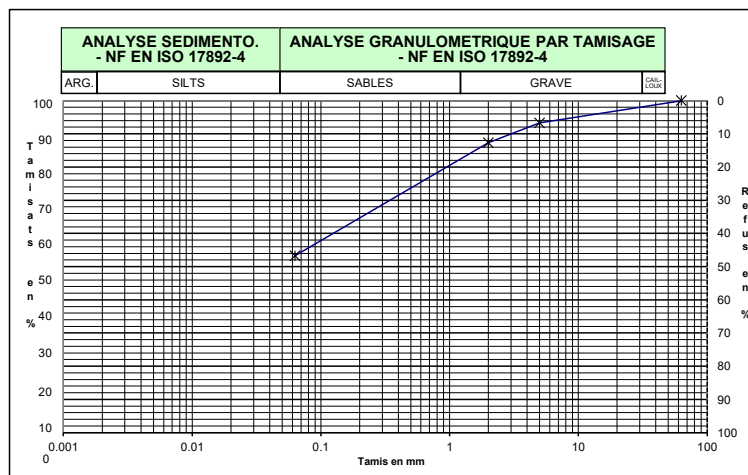
Date de réception : 20/06/2024

N° d'archivage : 24_1464

Etat : Echantillon remanié

Nature : Remblai de sable marno-graveleux, induré, grisâtre et brunâtre, à éléments divers.

Observation :



Paramètres de Nature

Granularité			
NF EN ISO 17892-4	L _{max} (mm)		24
	D _{max} (mm)		19
	Fraction 0/63 mm (%)		100.0
	Passant Fraction 0/63 (%)	63	100.0
		5	93.3
		2	87.3
		0.063	53.3
		0.002	
Coefficient d'uniformité	C _u (-)	-	

Argilosité

NF P94-068	Valeur au bleu de méthylène	VBS (g/100g)	0.6
NF EN ISO 17892-12	Indice de plasticité	IP (%)	

Sol organique

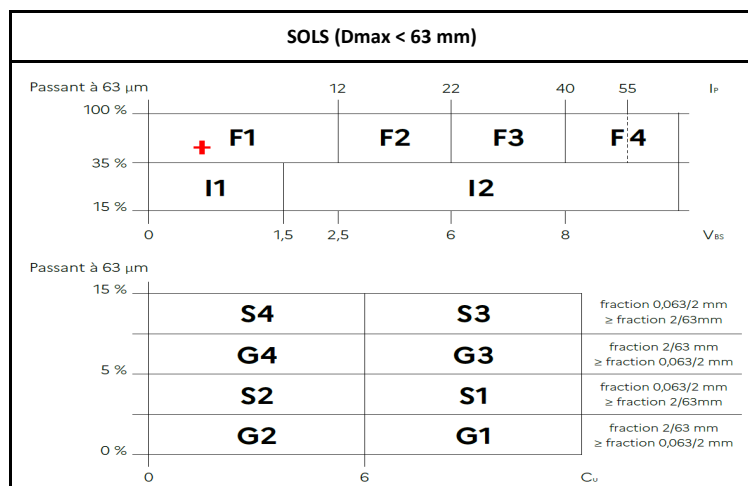
XP P94-047	Teneur en matière organique	C _{MOC} (%)	
------------	-----------------------------	----------------------	--

Paramètres d'Etat

NF EN ISO 17892-1	Teneur en eau	W (%)	1.7
NF EN ISO 17892-2/-3	Masse Volumique	ρ _d (Ng/m ³)	1.73
NF EN ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c (-)	
NF P94-093	Optimum Proctor	W _{OPN} (%)	
NF P94-078	Indice de Portance Immédiat	IPI (-)	

Paramètres de Comportement Mécanique

ESSAIS SUR SOL ET ROCHE			
NF EN 1097-2	Los Angeles	L _A (%)	-
NF EN1097-1	Micro Deval	M _{DE} (%)	-
P18-576	Friabilité des sables	F _s (%)	-
NF EN933-8+A1	Equivalent de sable	ESV (-)	-
		ESP (-)	-
ESSAIS SUR ROCHE			
NF P94-066	Coefficient de Fragmentabilité	FR (-)	-
NF P94-067	Coefficient de Dégradabilité	DG (-)	-



CLASSE DU SOL

NF EN 16907-2	Classification	GTR 2023	Limons peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...	F1
---------------	----------------	----------	---	----

		Opérateur	Contrôleur
		E. BOURGUIGNON	T. LANDO

fichier : Lab24170 - BE_IDE-08_GTR_IDFP240299_SC1_de 0.00 à 1.00 m.xls

Classification GTR

NF EN 16907-2

Date : 05/08/2024

Projet : Le Roche Guyon (95) - AHPH

N° de projet : IDFP240299

Sondage : SC1

Client : AHPH

N° d'échantillon : [H+0.40 à 0.60 m]

Date de prélèv. : 12/06/2024

Profondeur : de 0.00 à 1.00 m

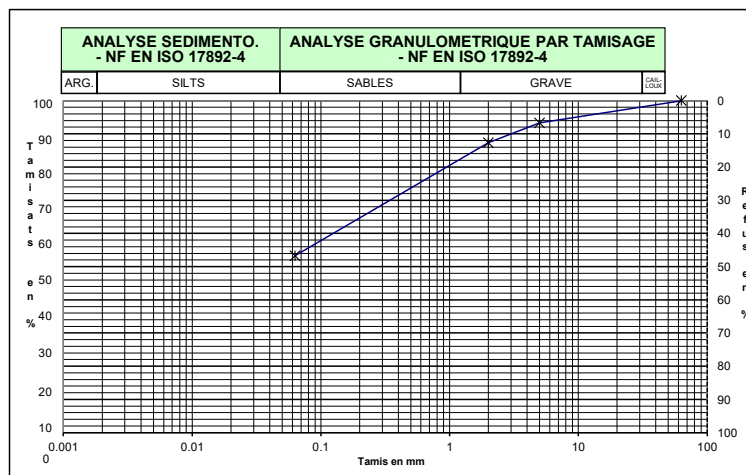
Date de réception : 20/06/2024

N° d'archivage : 24_1464

Etat : Echantillon remanié

Nature : Remblai de sable marno-graveleux, induré, grisâtre et brunâtre, à éléments divers.

Observation :



Paramètres de Nature

Granularité			
NF EN ISO 17892-4	L _{max} (mm)		24
	D _{max} (mm)		19
	Fraction 0/63 mm (%)		100.0
	Passant Fraction 0/63 (%)	63	100.0
		5	93.3
		2	87.3
		0.063	53.3
		0.002	
Coefficient d'uniformité	C _u (-)	-	

Argilosité

NF P94-068	Valeur au bleu de méthylène	VBS (g/100g)	0.6
NF EN ISO 17892-12	Indice de plasticité	IP (%)	

Sol organique

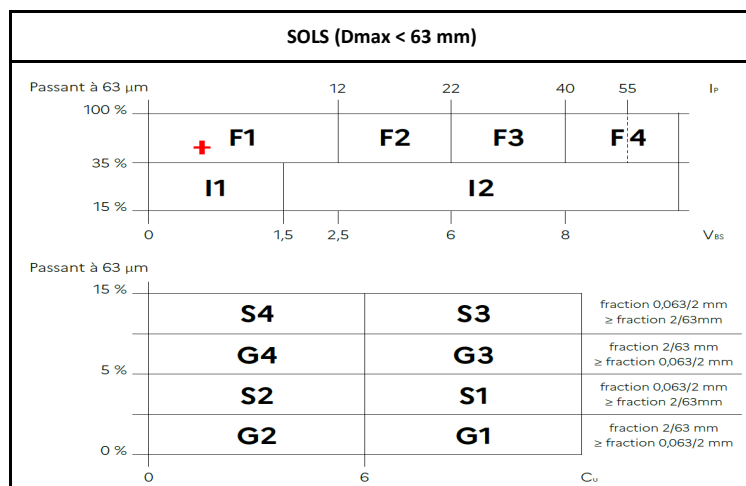
XP P94-047	Teneur en matière organique	C _{MOC} (%)	
------------	-----------------------------	----------------------	--

Paramètres d'Etat

NF EN ISO 17892-1	Teneur en eau	W (%)	1.7
NF EN ISO 17892-2/-3	Masse Volumique	ρ _d (Ng/m ³)	1.73
NF EN ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c (-)	
NF P94-093	Optimum Proctor	W _{OPN} (%)	
NF P94-078	Indice de Portance Immédiat	IPI (-)	

Paramètres de Comportement Mécanique

ESSAIS SUR SOL ET ROCHE			
NF EN 1097-2	Los Angeles	L _A (%)	-
NF EN1097-1	Micro Deval	M _{DE} (%)	-
P18-576	Friabilité des sables	F _s (%)	-
NF EN933-8+A1	Equivalent de sable	ESV (-)	-
		ESP (-)	-
ESSAIS SUR ROCHE			
NF P94-066	Coefficient de Fragmentabilité	FR (-)	-
NF P94-067	Coefficient de Dégradabilité	DG (-)	-



CLASSE DU SOL

NF EN 16907-2	Classification	GTR 2023	Limons peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...	F1
---------------	----------------	----------	---	----

		Opérateur	Contrôleur
		E. BOURGUIGNON	T. LANDO

fichier : Lab24170 - BE_IDE-08_GTR_IDFP240299_SC1_de 0.00 à 1.00 m.xls

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

ANTEA GROUP - Direction administrative et financière

Madame Jessy Garel

ZAC du Moulin

803 boulevard Duhamel du Monceau - CS30602

45166 OLIVET Cedex 2

N° rapport d'essai	ULY24-020542-1
N° commande	ULY-18219-24
Interlocuteur (interne)	Y. Lafond
Téléphone	+33 474 990 554
Courrier électronique	y.lafond@wessling.fr
Date	01.08.2024

Rapport d'essai

Lab24170 - CENP240036 - 72857



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).

Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.

Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.



Le 01.08.2024

N° d'échantillon

24-097014-01

24-097014-02

Désignation d'échantillon

Unité

SC1 de 0.00 à 1.00
m

SC2 de 0.00 à 1.00
m

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	99,3 (A)	98,9 (A)		
---------------	------------	----------	----------	--	--

Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Degré d'acidité	ml/kg MS	9 (A)	9 (A)		
-----------------	----------	-------	-------	--	--

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique		30/07/2024 (A)	30/07/2024 (A)		
------------------------------------	--	----------------	----------------	--	--

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Aggressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	830 (A)	900 (A)		
----------------	----------	---------	---------	--	--

MS : Matières sèches

MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.07.2024	25.07.2024		
Type d'échantillon :	Sol	Sol		
Date de prélèvement :	23.07.2024	23.07.2024		
Heure de prélèvement :	00:00	00:00		
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002		
Température à réception (C°) :	20.8	20.8		
Début des analyses :	25.07.2024	25.07.2024		
Fin des analyses :	01.08.2024	01.08.2024		



Le 01.08.2024

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Approuvé par :

Robin T'JAMPENS

Responsable Pôle Déchet / Directeur de site
adjoint

Le changement climatique n'implique pas seulement un monde plus chaud, il annonce un monde qui change.



Inondations



Raréfaction de la ressource en eau



Sécheresse des sols



Pollutions



Trait de côte

Notre métier, vous accompagner pour gérer ces enjeux.



Infrastructures résilientes



Industrie responsable



Transition énergétique



Économie circulaire



Biodiversité

Références :


Portées
communiquées
sur demande