COMMUNE DE LA COTE SAINT ANDRE

Création d'une voirie

LA COTE SAINT ANDRE (38)

Dossier n°AF.23085

Etude géotechnique de conception
Phase Avant-Projet (G2 AVP) + Gestion des Eaux Pluviales (G5)



COMMUNE DE LA COTE SAINT ANDRE

Création d'une voirie

LA COTE SAINT ANDRE (38)

Dossier n°AF.23085

Date	Version	Ingénieur chargé du dossier	Contrôle externe	Objet de la version - Modification
25/06/2026	1	Julien DUMAS-LARRAT j.dumas-larrat@kaena.fr 07 59 67 90 26	Aurélien PIFFET a.piffet@kaena.fr	Version initiale

SOMMAIRE

Sommaire 1
Présentation 1
1. Intervenants, missions, documents communiqués 1
2. Investigations géotechniques 2
Description du site et du contexte 3
3. État des lieux 3
4. Sensibilité générale du site vis-à-vis de sa situation et de son histoire 7
Synthèse géotechnique 8
5. Les sols 8
6. L'eau souterraine 11
7. Caractéristiques géomécaniques 13
8. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site 13
Description du projet et de son environnement 14
9. Caractéristiques du projet 14
10. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet 17
Adaptation de l'ouvrage au site 18
11. Principales applications pratiques 18
Terrassements provisoires 19
12. Préparation du site 19
13. Terrassements provisoires 19
14. Gestion de l'eau en phase provisoire de chantier 21
Structure de voirie 22
15. Rappel des caractéristiques du projet 22
16. Caractéristiques de la couche de forme sous voirie 24
17. Structure de chaussée 25
18. Vérification au gel-dégel 25
Gestion des eaux souterraines et de ruissellement en phases provisoire et definitive 26
19. Gestion de l'eau en phase provisoire de chantier 26
20. Protection vis-à-vis des eaux souterraines en phase définitive 26
21. Protection vis-à-vis des eaux de ruissellement 26
Recommandations pour la gestion des eaux pluviales 27
22. Réglementation – Etat des lieux – Principe retenu 27
23. Ouvrages de gestion des eaux pluviales du projet 29
24. Méthode et données prises en compte 29
25. Prédimensionnement des ouvrages d'infiltration – Ebauche dimensionnelle 30
26. Dispositions constructives 31
Missions complementaires – Enjeux du projet - Risques résiduels 32
Annexes 33

1. Intervenants, missions, documents communiqués

1.1. Intervenants

Les intervenants dans l'acte de construire sont :

Maître d'ouvrage	Maître d'œuvre
COMMUNE DE LA COTE SAINT ANDRE	SCE

1.2. Mission du B.E. de géotechnique KAENA

Contrat de prestation géotechnique entre KAENA et COMMUNE DE LA COTE SAINT ANDRE : contrat référencé D.2622957 en date du 07/05/2026 et accepté le 19/05/2026.

➢ Investigations géotechniques

- Procéder à l'exécution de sondages, d'essais et de mesures géotechniques selon un programme défini par Kaéna.
- Fournir la coupe des sondages, les résultats des essais et des mesures ainsi que le plan d'implantation.

Études géotechniques de conception (G2) : 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, une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.
- Proposer un prédimensionnement et des préconisations pour les ouvrages de gestion des E.P. (infiltration, stockage). Fournir un rapport proposant les principes de gestion des eaux pluviales et le pré-dimensionnement d'un volume utile de stockage par infiltration et/ou rétention, sur la base du plan masse provisoire

Les limites de cette mission et les enchaînements des missions géotechniques qui sont recommandés par la norme NF P 94-500, sont rappelés dans les extraits joints en annexe.

1.3. Documents communiqués

Les documents communiqués pour la présente étude sont les suivants :

Plans et documents graphiques			
Désignation	Origine	Format	Date
Plan topographique	SCE	PDF/DWG	18/03/2026
Cahier des charges géotechnique		PDF	03/2026

2. Investigations géotechniques

2.1. Implantation – Nivellement

➢ Implantation des sondages

Les sondages ont été implantés à partir des existants dans le voisinage du terrain, qui sont représentés sur le fond de plan topographique transmis.

La position de ces sondages est repérée sur le plan d'implantation joint en annexe.

➢ Altimétrie de la tête des sondages

Le système altimétrique de référence est le NGF normal (IGN 69).

L'altimétrie des sondages a été mesurée par nos soins à partir de points connus du plan topographique, et rattachée au système du plan topographique (références indiquées sur le plan d'implantation). La précision de la mesure est de l'ordre de ± 10 cm.

L'intitulé TA correspond au Terrain Actuel, soit la surface topographique actuelle.

2.2. Reconnaissances in-situ

➢ Sondages de reconnaissance géologique par :

- 5 puits à la pelle hydraulique, descendus (à l'arrêt) entre 2,2 m et 2,6 m de profondeur et référencés P1 à P5.

➢ Sondages et mesures de caractéristiques géomécaniques par :

- 4 sondages au pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2, descendus à l'arrêt jusqu'à 2,0 m de profondeur et référencés SD1 à SD4.

➢ Essais de perméabilité par :

- 3 essais de perméabilité par injection à charge variable de type Matsuo norme NF EN ISO 22282-2, dans les sondages P2, P3 et P4 à respectivement 1,0 ; 1,5 et 2,45 m de profondeur.

2.3. Essais en laboratoire

➢ Identification des échantillons :

Identification Echantillon	Intact	Remanié	Sondage	Profondeur (m/TA)
ECH.23085.01		X	P1	0,1
ECH.23085.02		X	P1	0,8 (noté 0,8 à 1,5 sur le PV)
ECH.23085.03		X	P3	0,8 (noté 0,8 à 1,5 sur le PV)
ECH.23085.04		X	P5	0,8 (noté 0,8 à 1,5 sur le PV)

➢ Essais d'identification des sols par :

- Teneur en eau pondérale (NF EN ISO 17982-1).
- Valeur au bleu de méthylène (NF EN 17542-3).
- Analyse granulométrique des matériaux - Méthode par tamisage (NF EN ISO 17892-4).

➢ Essais physico-chimiques :

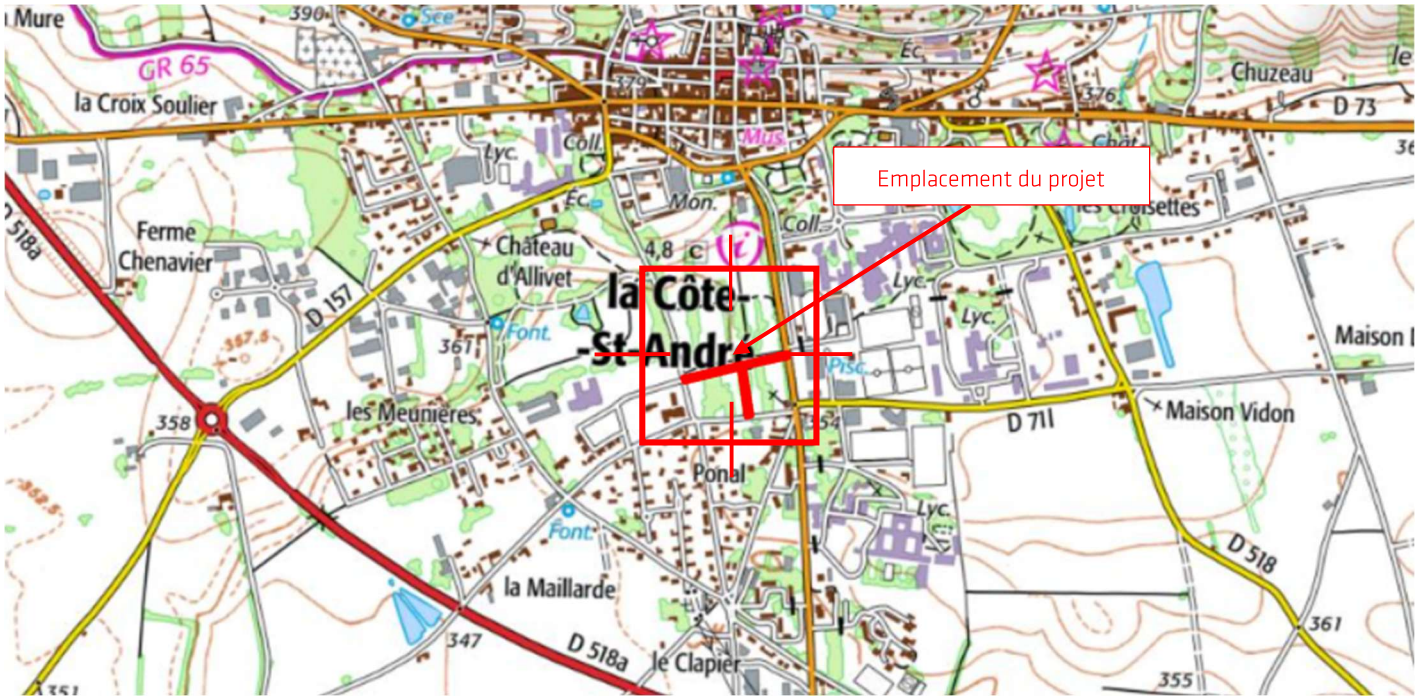
- Analyse ISDI de la terre végétale.

Le détail des résultats des différentes reconnaissances et essais obtenus est donné dans les annexes correspondantes sous forme de coupes et diagrammes.

3. État des lieux

3.1. Localisation

Commune : LA COTE SAINT ANDRE (38) Parcelles : 88 et 95 – Section : AS



Extrait Carte IGN 1/25000 – (source : Géoportail)



Photographie aérienne (source : Géoportail)

3.2. Topographie et géomorphologie – Examen visuel du site

- Altimétrie du terrain : Comprise entre les cotes 350,9 m NGF côté Ouest et 354,7 m NGF côté Est.
- Contexte général : Terrain situé dans la plaine de la côte Saint-André. Le projet se situe à proximité d'un chemin pédestre en forêt pour sa partie Nord et dans une zone forestière pour sa partie Sud. Au Sud de la partie Est du projet de voirie, la Maison Départementale de la Bièvre en construction le jour de notre intervention.
- Végétation : Nombreux arbres et arbustes au droit du projet de voirie.
- Occupation du site : Terrain occupé par une zone forestière.





Vue du site le 01/06/2026 (source : Kaéna)

➢ Géomorphologie :

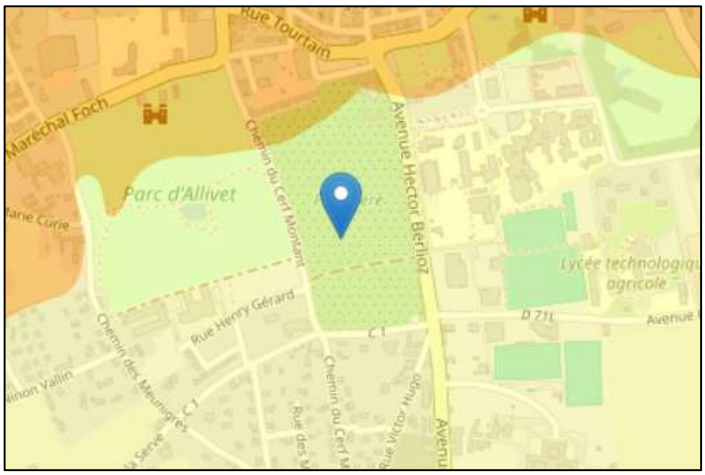
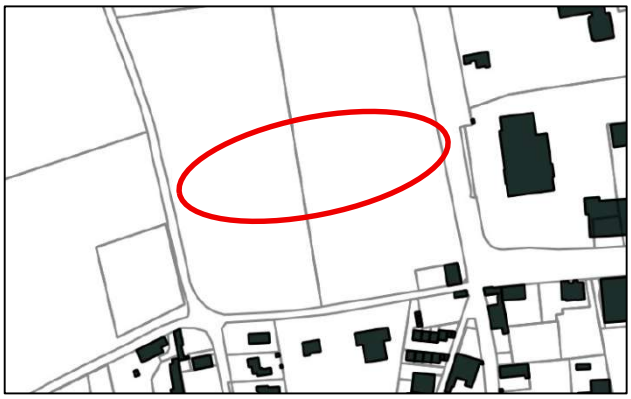
- Terrain remodelé superficiellement par des activités agricoles (ancienne pépinière).
- Terrain en pente faible de l'ordre de 2 % orienté vers l'Ouest.
  - Cote actuelle au droit de la future intersection côté Est : 354,8 m NGF
  - Cote actuelle au droit de la future intersection côté Ouest : 350,9 m NGF
  - Cote actuelle au droit de la future intersection côté Sud : 352,5 m NGF

➢ Eau :

- Pas d'indice de circulation d'eau de ruissellement ni de résurgence d'eau souterraine.
- Points d'eau connus à proximité dans la plaine.

3.3. Risques Naturels

Il est de la responsabilité des Constructeurs de valider ou de compléter ces informations, en interrogeant les services compétents et en consultant les documents originaux sur format papier, en mairie ou en préfecture. Il s'agit de s'assurer de la concordance entre les travaux envisagés et l'ensemble des mesures de protection demandées par l'administration.

Risque	Carte / source	Aléa / niveau de risque
Retrait-gonflement des sols argileux	 *Extrait de la carte d'aléa de phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux – juillet 2026 (Géorisques)* http://www.georisques.gouv.fr/	Degré d'aléa : ☒Faible
Hydrogéologique, hydraulique et géologique	 *Extrait de la carte des aléas de la commune de La Côte Saint Andre – Février 2019* http://www.isere.gouv.fr/ - Section IAL : Information Acquéreur et Locataire	Type de zone : ☒Hors zone d'aléa
Sismique	http://www.georisques.gouv.fr/	☒Zone 3 (aléa modéré)

3.4. Occupation ancienne du site – Historique connu

D'après l'examen visuel du site des photos aériennes d'archive, il apparaît que le site a été utilisé pour des activités agricoles (ancienne pépinière). Les terrassements ont eu lieu entre septembre et octobre 2025.

4. Sensibilité générale du site vis-à-vis de sa situation et de son histoire

De ces éléments, nous retiendrons les risques et aléas principaux liés à la situation du terrain, dont il faudra tenir compte dans la conception et l'adaptation du projet au site :

Topographie	Terrain en pente faible orientée vers l'Ouest Pas de risque apparent lié à la situation du terrain
Géomorphologie	Terrain situé dans la plaine de la Bièvre
Hydrogéologie	Aucune spécificité hydrologique apparente
Risques naturels	Sensibilité des sols au retrait-gonflement : Aléa faible Zonage sismique : zone 3 (Aléa modéré)

La synthèse des reconnaissances, des résultats d'enquêtes et des observations effectuées sur le site est donnée ci-après. Elle vise à apporter une représentation de la structure géotechnique du site, la plus proche de la réalité possible. Cette vision est cependant par définition incomplète, car basée en partie sur des sondages ponctuels, ne donnant que certaines informations partielles (par exemple uniquement visuelles, ou d'autres uniquement géomécaniques). Elle peut, de ce fait, ignorer ou mal évaluer la présence de certaines discontinuités ou hétérogénéités toujours possibles, le milieu naturel ne répondant pas à une logique statistique ou linéaire.

Les aléas liés à ces hétérogénéités ou discontinuités devront être précisés, si besoin, par des moyens de reconnaissances complémentaires, et par une intervention régulière d'un spécialiste en géotechnique au fur et à mesure de la conception et de l'exécution des ouvrages (cf. enchaînement des missions).

5. Les sols

5.1. Carte géologique

D'après la carte géologique de LA COTE SAINT ANDRE (BRGM) au 1/50 000e, le terrain se situe dans un contexte d'alluvions fluvio-glaciaires (FGya).



Extrait de la carte géologique du secteur d'étude (source : BRGM)

5.2. Investigations in situ

La lithologie des formations en place apparaît relativement homogène en plan et verticalement. Elle peut être décrite comme suit, du haut vers le bas :

- Terre végétale limono-argileuse brune
- Unité 1 : Limon argileux brun reconnu dans tous les puits de reconnaissance jusqu'à des profondeurs comprises entre 0,4 et 1,3 m/TA

Cette formation correspond au sol de résistance faible (formation compactée en SD3 et SD4).

Le toit de cette formation a été reconnu directement sous la terre végétale.

- Unité 2 : Grave argilo-limoneuse ocre reconnue dans tous les puits de reconnaissance jusqu'à des profondeurs comprises entre 1,2 et 2,0 m/TA.

Cette formation correspond au sol de résistance faible à moyenne reconnu au droit de tous les sondages pénétrométriques jusqu'à des profondeurs comprises entre 1,4 et 2,0 m/TA.

Le toit de cette formation a été reconnu aux profondeurs et cotes suivantes :

Toit d'apparition de l'unité 2 au droit des sondages									
Sondage : Référence et cote (en m NGF)	P1 (350,4)	P2 (351,1)	P3 (351,7)	P4 (352,1)	P5 (353,0)	SD1 (351,1)	SD2 (351,2)	SD3 (352,5)	SD4 (352,9)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (en m/TA)	0,4	0,7	0,8	0,5	1,3	0,6*	0,7*	1,1*	1,1*
Cote correspondante (en m NGF)	350,0	350,4	350,9	351,6	351,7	350,5*	350,5*	351,4*	351,8*

** ces profondeurs et cotes sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre et devront être validées par quelques puits à la pelle au démarrage du chantier.*

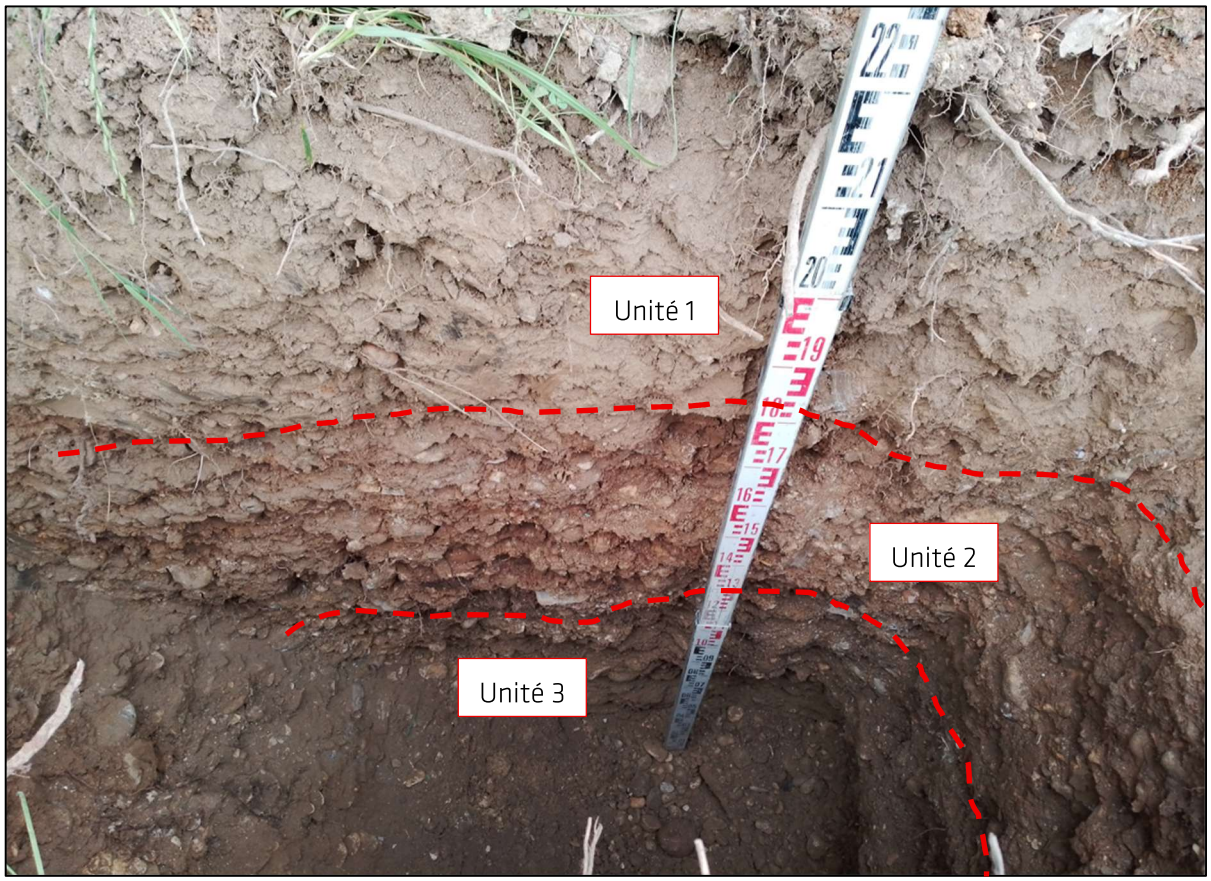
- Unité 3 : Grave sableuse beige reconnue dans tous les puits de reconnaissance jusqu'à des profondeurs comprises entre 2,2 et plus de 2,6 m/TA.

Cette formation correspond au sol de résistance élevée reconnu au droit des sondages SD1 à SD3. Cependant, d'après notre connaissance du secteur, cette formation présente une résistance élevée et son toit se trouve à plus ou moins 2,2 m/TA.

Le toit de cette formation a été reconnu aux profondeurs et cotes suivantes :

Toit d'apparition de l'unité 3 au droit des sondages									
Sondage : Référence et cote (en m NGF)	P1 (350,4)	P2 (351,1)	P3 (351,7)	P4 (352,1)	P5 (353,0)	SD1 (351,1)	SD2 (351,2)	SD3 (352,5)	SD4 (352,9)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (en m/TA)	1,2	1,6	1,6	1,2	2,0	1,6*	1,6*	1,8*	> 2,0*
Cote correspondante (en m NGF)	349,2	349,5	350,1	350,9	351,0	349,5*	349,6*	350,7*	< 350,9*

** ces profondeurs et cotes sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre.*



Photographie du puits de reconnaissance P1 (source : Kaéna)

5.3. Résultats des essais en laboratoire

Les résultats des analyses en laboratoire sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Référence	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Sondage	P1	P3	P5
Profondeur (m)	0,8	0,8	0,8
Description	Grave argilo-limoneuse ocre		Limon sablo-argileux
Teneur en eau pondérale O/D (%)	13,2	16,2	19,1
Valeur au bleu de Méthylène VBS (g de bleu / 100g de sol)	1,29	1,59	2,99
Analyse granulométrique : ➢ Tamisat 80 µm (%) ➢ Tamisat 63 µm (%)	19,5 18,9	25,6 25,2	71,0 68,7
IPI	10,0	4,0	9,0
Classification NF P 11 300 / GTR2024/GTR2000	I1h / B5h	VC2I2th / C1B6th	F2m / A2m

Les matériaux analysés correspondent à des sols gravelo-sableux (sols intermédiaires) ou à des sols limoneux (sols fins). La proportion de fine rend ces matériaux très sensibles aux variations de teneur en eau.

6. L'eau souterraine

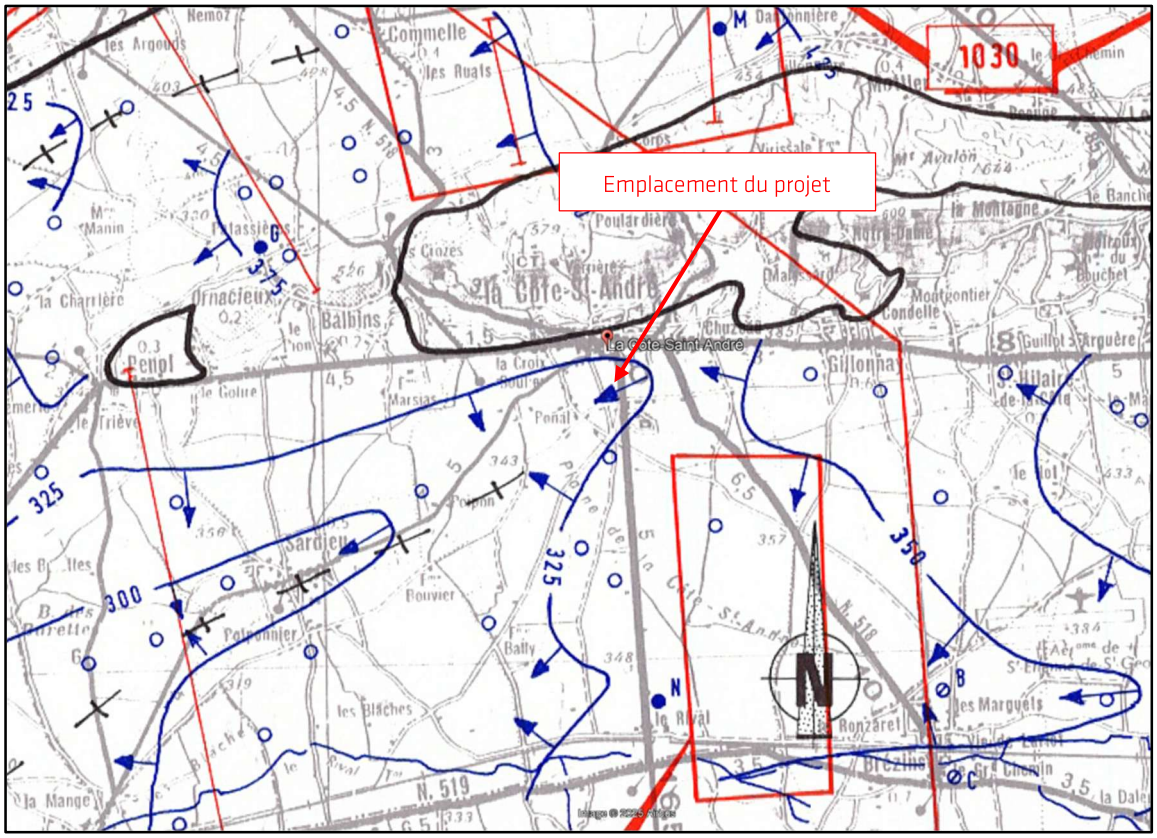
6.1. Résultat des mesures et enquête

Absence de venue d'eau dans les sondages lors de l'intervention jusqu'à 2,6 m de profondeur en date du 01/06/2026.

6.2. Synthèse hydrogéologique

➢ Le contexte hydrogéologique du site est marqué par :

- Des circulations d'eau probables provenant du versant. Ces circulations sont susceptibles d'apparaître selon des cheminements préférentiels (par exemple au sein de chenaux plus graveleux, aux interfaces de faciès ou au toit du substratum), et de façon intermittente dans le temps (par exemple en période pluvieuse continue ou à la fonte des neiges).
- Le débit et le niveau d'apparition peuvent varier fortement en fonction des conditions météorologiques.
- Une nappe profonde dans le secteur, située vers la cote 325 m NGF soit vers 25 m de profondeur /TA :



Carte hydrogéologique de la vallée de la Bièvre

6.3. Perméabilité des sols

La perméabilité des différents faciès a été estimée à partir des essais d'eau réalisés.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Valeurs issues de mesures directes				
Unité/description	Essai réalisé	Sondage	Profondeur de l'essai	Coefficient de perméabilité k
Unité 2 : Grave argilo-limoneuse ocre	Matsuo	P2	1,0 m	$1,0 \times 10^{-4}$ m/s
		P3	1,5 m	$6,0 \times 10^{-5}$ m/s
Unité 3 : Grave sableuse		P4	2,5 m	$5,0 \times 10^{-5}$ m/s

Bilan :

Les valeurs mesurées témoignent d'une perméabilité hétérogène moyenne en présence de faciès peu perméables (limons, argiles) à élevée en présence de faciès graveleux.

Nota important : Ces essais sont ponctuels et ont été réalisés dans l'optique de dimensionnement d'ouvrages d'infiltration des eaux pluviales ; ils mesurent *la perméabilité en petit*. Dans le cas de nécessité de dimensionnement d'ouvrage de pompage ou de rabattement de nappe, seul un essai de pompage mesurant *la perméabilité en grand* du massif permettrait d'obtenir une estimation raisonnable des débits à prévoir ; cette perméabilité en grand peut être très différente de celle mesurée ponctuellement.

7. Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques géomécaniques mesurées et correspondant à l'organisation géologique décrite précédemment, sont données dans le tableau récapitulatif ci-après. Les données qui suivent ont pour objet de préciser les hypothèses de calcul pour la justification des ouvrages. En phase projet (mission G2 PRO), et en fonction des ouvrages à dimensionner, les caractéristiques à retenir pourront être sensiblement revues.

Synthèse des valeurs des essais in situ proposées au stade AVant-Projet	
Faciès	Pénétromètre dynamique
	Résistance de pointe q_d (MPa)
Unité 1 – Limon argileux brun	[0,9 - 8] *1,5*
Unité 2 – Grave argilo-limoneuse ocre	[1,5 - >30] *3*
Unité 3 – Grave sableuse beige	[8,0 - >50] *10*

- [ ] : Fourchette de valeurs mesurées
- *xx* : Valeur représentative proposée en phase avant-projet (à préciser en phase projet)

8. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site

Les tendances générales et les principaux aléas liés à la structure géotechnique du site apparaissent être les suivants :

- Structure géotechnique apparaissant homogène.
  - Limon argileux brun reconnu sur l'entièreté du site jusqu'à des profondeurs comprises entre 0,4 et 1,3 m/TA, de résistance faible à moyenne.
  - Grave argileuse ocre reconnue sur l'entièreté du site jusqu'à des profondeurs comprises entre 1,4 et 2,0 m/TA, de résistance hétérogène faible à moyenne.
  - Grave sableuse beige reconnue sur l'entièreté du site en profondeur de résistance élevée.
- Contexte hydrogéologique marqué par une nappe profonde (vers 325 m NGF).

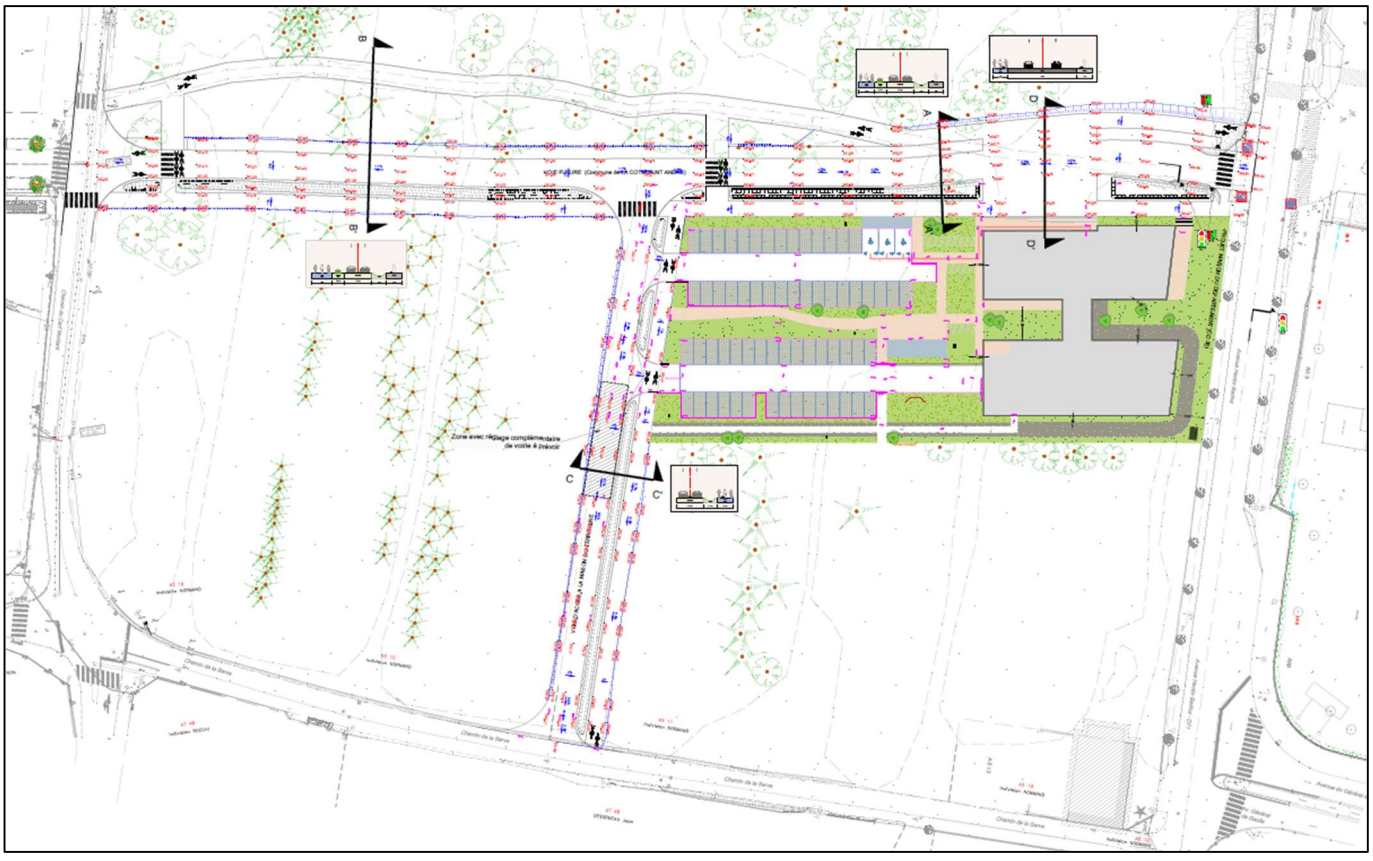
9. Caractéristiques du projet

9.1. Description de l'ouvrage

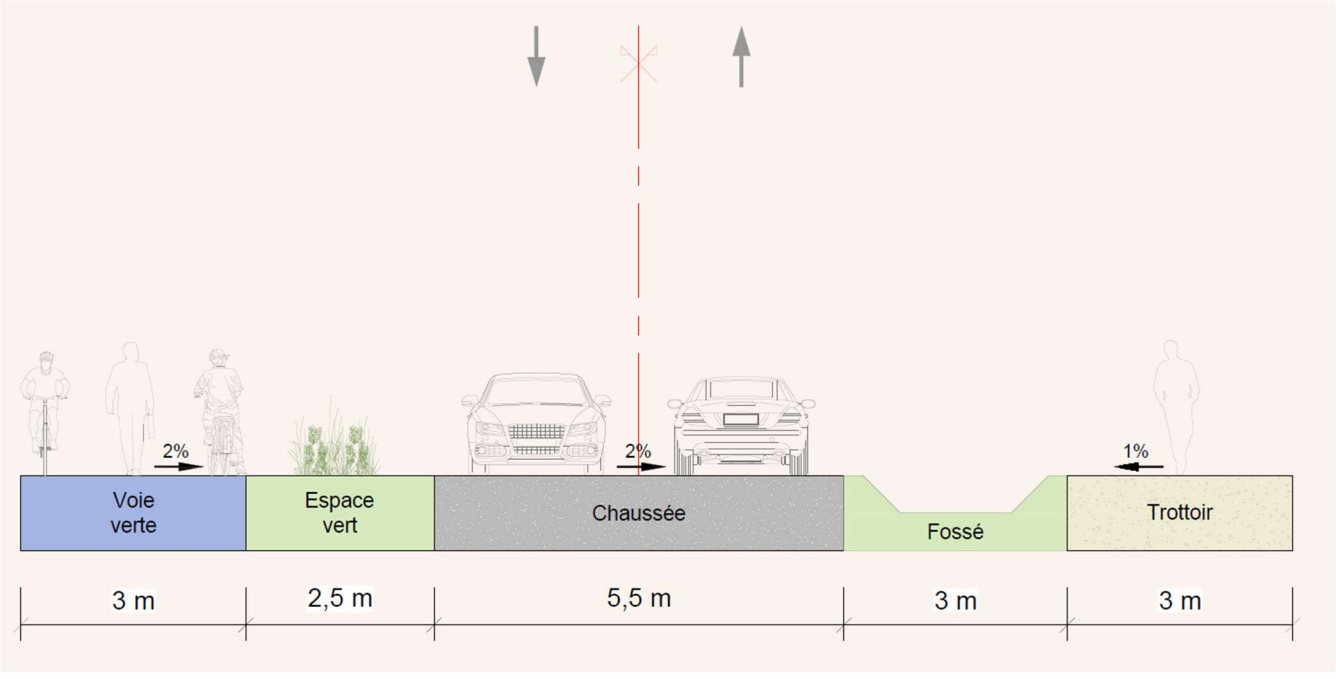
Projet prévoyant la construction de :

Désignation	Voirie
Dimensions approximatives (mètre linéaire)	Axe Est-Ouest : 232,0 ml Axe Nord-Sud : 120,0 ml
Type de voirie	Voirie de desserte à structure souple
Linéaire et type d'arase attendue	Arase de grave argileuse : 110 ml Arase de limon argileux : 86 ml Arase intermédiaire (zone de transition) : 136 ml
Objectif de portance de plateforme	PF2 : 50 MPa
Hypothèse de trafic attendu	< 25 PL / j / sens
Estimation du linéaire approximatif de remblai	85 ml
Estimation du linéaire approximatif de déblai	110 ml

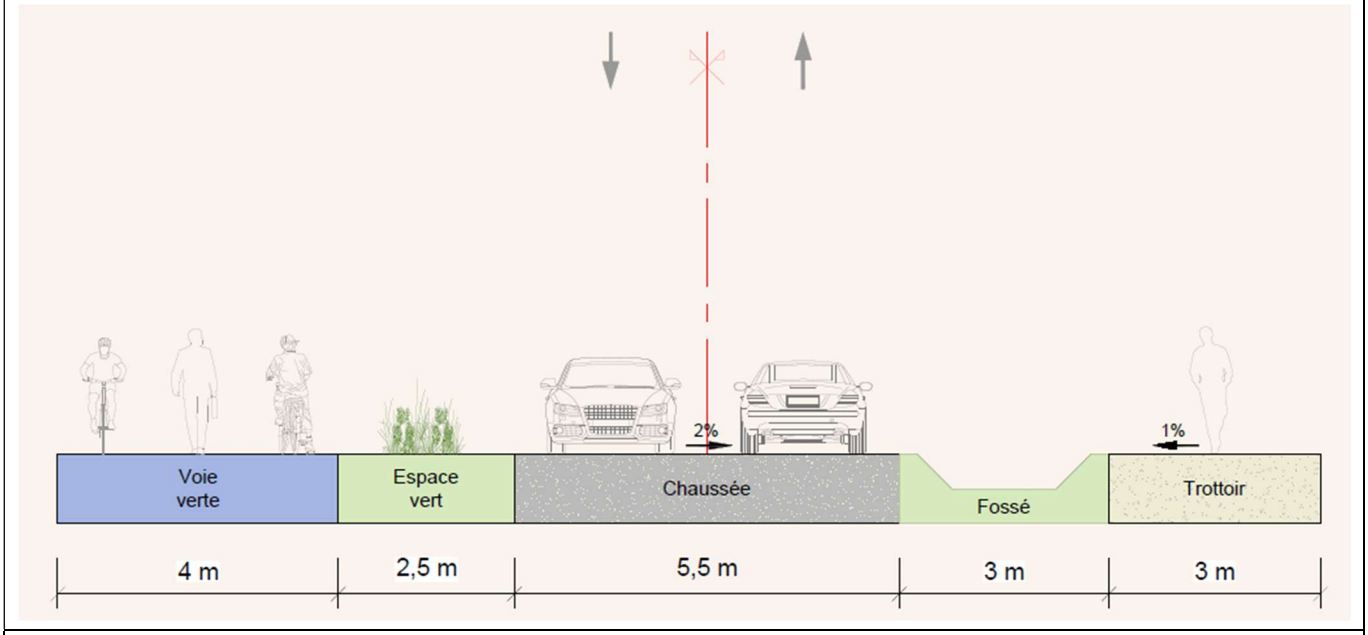
Tableau récapitulatif des principales caractéristiques des voiries envisagés



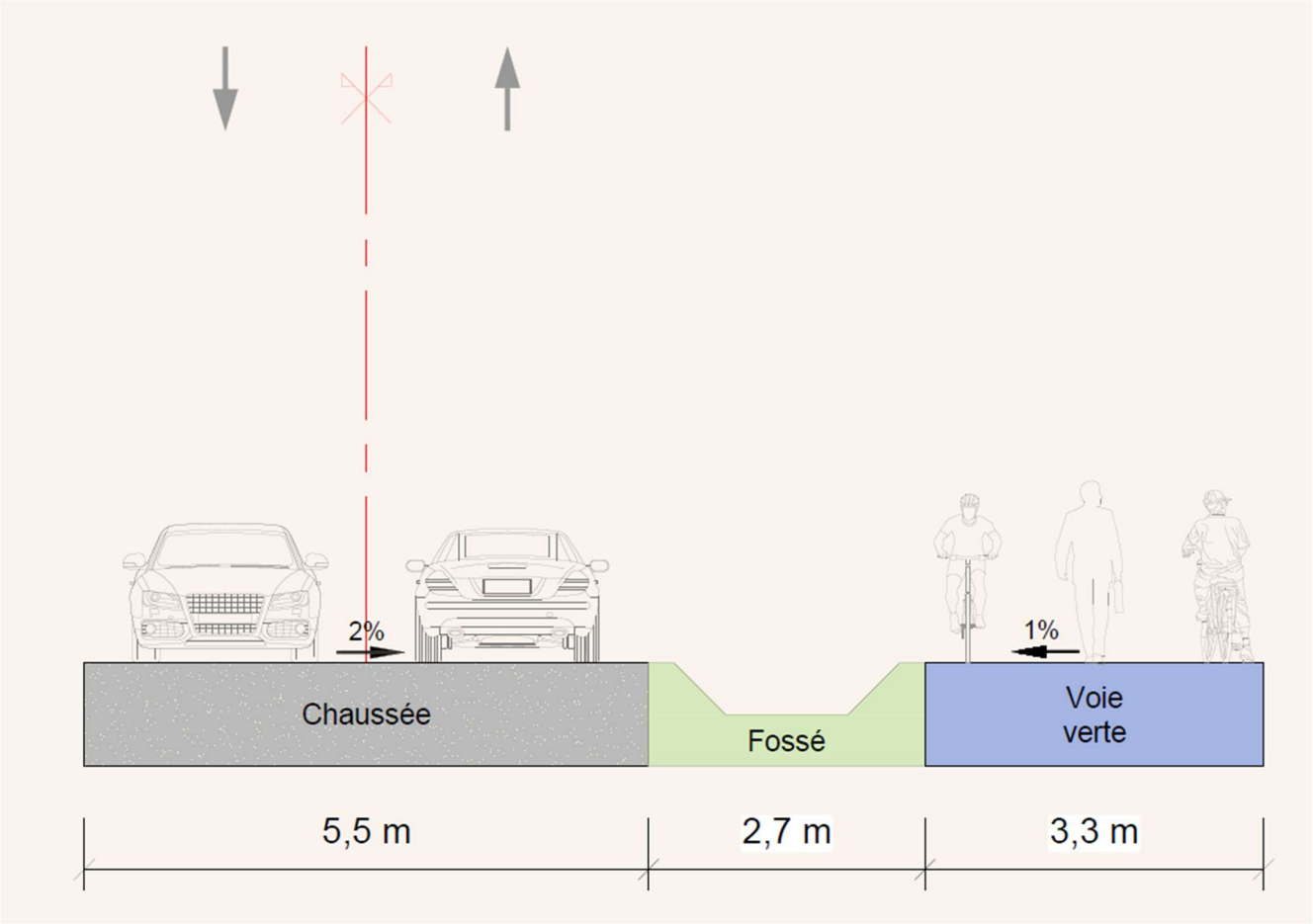
Plan masse du projet (source : SCE)



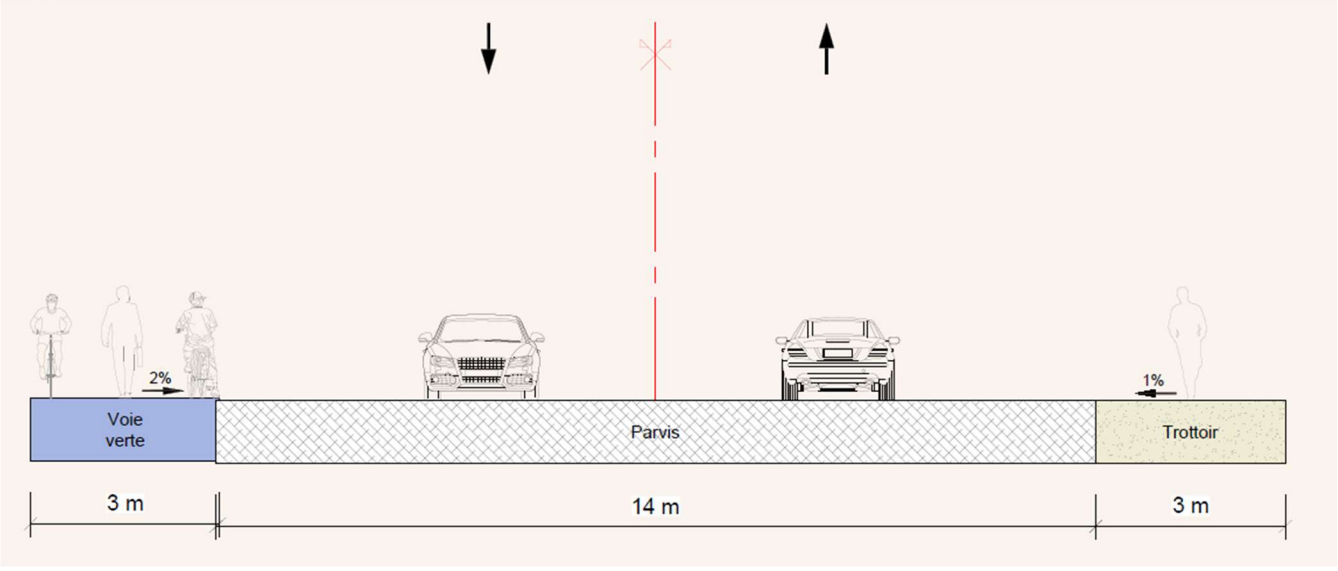
Coupe A (source : SCE)



Coupe B (source : SCE)



Coupe C (source : SCE)



Coupe D (source : SCE)

➢ Terrassements provisoires :

- Altimétrie du projet de voirie :
  - SD1 : 351,0 m NGF
  - SD2 : 352,3 m NGF
  - SD3 : 352,1 m NGF
  - SD4 : 353,6 m NGF
  - P1 : 351,0 m NGF
  - P2 : 351,7 m NGF
  - P3 : 352,2 m NGF
  - P4 : 353,0 m NGF
  - P5 : 354,2 m NGF
- Cote de terrassement estimée (phase AVP) :
  - SD1 : 350,3 m NGF
  - SD2 : 351,6 m NGF
  - SD3 : 351,4 m NGF
  - SD4 : 352,9 m NGF
  - P1 : 350,3 m NGF
  - P2 : 351,0 m NGF
  - P3 : 351,5 m NGF
  - P4 : 352,3 m NGF
  - P5 : 353,5 m NGF
- Hauteur des terrassements en déblais/remblai provisoires estimée :
  - SD1 : - 0,1 m
  - SD2 : + 1,1 m
  - SD3 : - 0,4 m
  - SD4 : + 0,7 m
  - P1 : - 0,1 m
  - P2 : -0,1 m
  - P3 : - 0,3 m
  - P4 : + 0,4 m
  - P5 : + 1,2 m

➢ Ouvrages de gestion des eaux pluviales :

Obligation de gérer sur la parcelle les eaux pluviales du projet :

- si possible par rétention et infiltration,
- en cas d'impossibilité d'infiltration, dispositif de rétention et rejet au réseau en respectant les préconisations de la commune.

10. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet

Définition de la ZIG : Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre :

- *l'ouvrage (ou les travaux nécessaires à sa réalisation),*
- *et son environnement (sols et ouvrages environnants).*

Dans le cas présent, la ZIG est constituée par :

- la parcelle où est placé le futur projet,
- la maison de départementale de la Bièvre en construction au Sud-Est du projet,
- le chemin du Cerf Montant en limite Ouest,
- le chemin de la Serve en limite Sud,
- l'Avenue Hector Berlioz à l'Est.

11. Principales applications pratiques

Les principales applications pratiques pour l'adaptation du projet au sol sont les suivantes :

Ouvrages géotechniques ou travaux nécessaires à l'adaptation au sol du projet	Recommandations pour la conception des principaux ouvrages géotechniques
Préparations préalables	- Défrichage et décapage de la terre végétale.
Terrassements provisoires	- Terrassements en retro sans remanier les sols supports - Protection immédiate des arases de terrassements contre le remaniement et les variations de teneur en eau
Talus et soutènements provisoires	- Talutage 1H/1V envisageable
Gestion de l'eau dans le sol	- Phase provisoire : drainage de chantier. - Phase définitive : réaliser des pentes d'écoulement vers des noues périphériques.
Gestion des eaux pluviales	- Ouvrages de rétention et d'infiltration par noue d'infiltration descendus à 0,5 m

Tableau récapitulatif des recommandations pour la conception des principaux ouvrages géotechniques

12. Préparation du site

Préambule : les indications des chapitres suivants, fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées : intempéries et niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières. Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu, qu'elles ne peuvent être définies précisément actuellement, et que seules des orientations peuvent être retenues à ce stade de l'étude.

12.1. Décapage – Préparation du sol

Ce point est primordial pour permettre une exécution des travaux dans des conditions satisfaisantes. Il est impératif de prévoir au démarrage du chantier :

- Décapage de la végétation et de la terre végétale.

13. Terrassements provisoires

Données prises en compte :

- Altimétrie du projet de voirie :
  - SD1 : 351,0 m NGF
  - SD2 : 352,3 m NGF
  - SD3 : 352,1 m NGF
  - SD4 : 353,6 m NGF
  - P1 : 351,0 m NGF
  - P2 : 351,7 m NGF
  - P3 : 352,2 m NGF
  - P4 : 353,0 m NGF
  - P5 : 354,2 m NGF
- Cote de terrassement estimée (phase AVP) :
  - SD1 : 350,3 m NGF
  - SD2 : 351,6 m NGF
  - SD3 : 351,4 m NGF
  - SD4 : 352,9 m NGF
  - P1 : 350,3 m NGF
  - P2 : 351,0 m NGF
  - P3 : 351,5 m NGF
  - P4 : 352,3 m NGF
  - P5 : 353,5 m NGF
- Hauteur des terrassements en déblais/remblai provisoires estimée :
  - SD1 : - 0,1 m
  - SD2 : + 1,1 m
  - SD3 : - 0,4 m
  - SD4 : + 0,7 m
  - P1 : - 0,1 m
  - P2 : -0,1 m
  - P3 : - 0,3 m
  - P4 : + 0,4 m
  - P5 : + 1,2 m

13.1. Traficabilité – Terrassabilité – Valorisation des déblais

13.1.1. *Traficabilité*

Les arases de terrassement seront constituées en partie par des matériaux argilo-limoneux sensibles au remaniement et à la décompression, et de traficabilité médiocre en présence d'eau et d'autre part par des matériaux graveleux et argileux peu sensibles à l'eau, et de portance satisfaisante.

13.1.2. *Terrassabilité*

La présence de matériaux argileux et limoneux nécessite de réaliser les travaux par temps sec, et de protéger les arases de terrassement au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

13.1.3. *Valorisation des déblais issus du site*

D'après les classifications effectuées en laboratoire, les matériaux de l'unité 1 (argile limoneuse à limon graveleux) sont de type :

- Fins (classe F anciennement A) : avec un taux de fines important et plus ou moins argileux.
  - En l'état, ces matériaux sont inutilisables en couche de forme. Un traitement à la chaux et/ou au liant hydraulique pourrait permettre leur utilisation en couche de forme, sous réserve d'une étude d'aptitude et d'une étude de traitement spécifique.
  - En maitrisant l'état hydrique de ces matériaux (maintien en état « m »), ils pourraient être utilisables en remblais non drainants et inférieurs à 5 m de hauteur.

En l'absence d'essais en laboratoire, les matériaux de :

L'unité 2 (grave argileuse) sont assimilables à des matériaux de type Grossiers (classe VC2) : avec des fines, et plus ou moins argileux et contenant des cailloux et blocs.

- En l'état, ces matériaux sont inutilisables en couche de forme. Un traitement à la chaux et/ou au liant hydraulique pourrait permettre son utilisation en couche de forme, sous réserve d'une étude d'aptitude et d'une étude de traitement spécifique. Le Dmax de ces matériaux pourra nécessiter des adaptations techniques en cas de traitement (concassage, tri, calibrage).
- En maitrisant l'état hydrique de ces matériaux (maintien en état « m »), ils pourraient être utilisables en remblais non drainants et inférieurs à 10 m de hauteur.

Les matériaux non valorisés seront évacués en décharge adaptée.

La valorisation des déblais du site est soumise à la réalisation d'essais en laboratoire adaptés au projet de valorisation (classification des matériaux, aptitudes au traitement, mesure des caractéristiques intrinsèques du matériau, etc.).

13.2. Talus provisoires

Pour les terrassements provisoires (inférieurs à 6 mois), on retiendra les recommandations suivantes :

➢ **Pente des talus provisoires (à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire et hors zone d'influence géotechnique sur des avoisinants sensibles) :**

- Talus provisoires réglés avec une pente maximale de 1H/1V au sein de terrain meuble de surface.

➢ **Protection des talus provisoires :**

- Mise en place de protection contre les eaux de ruissellement en période pluvieuse : fossé étanche ou merlon pour détourner les eaux de ruissellement hors emprise des talus fragiles.

- Stockage des déblais et du matériel de chantier :

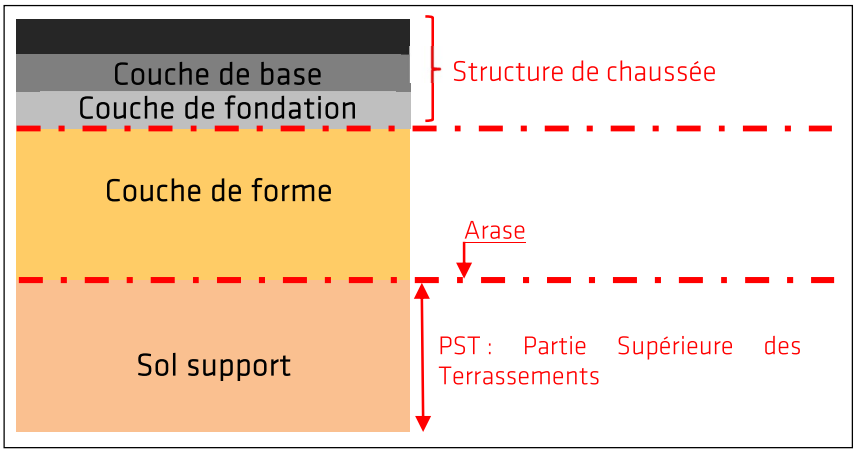
Les stockages des déblais et matériels de chantier sont interdits en tête des talus provisoires (sauf justification et prise en compte dans la conception).

14. Gestion de l'eau en phase provisoire de chantier

- Gestion de l'eau dans la fouille

En principe, il ne doit pas être intercepté de venues d'eau. Cependant, si certaines sont découvertes en cours de terrassement, elles seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (cunette périphérique en pied de talus).

La structure de voirie est constituée par une couche de forme en granulats nobles permettant d'obtenir une plateforme avec une portance donnée et par les couches d'assises (couche de fondation et couche de base) permettant de redistribuer les charges verticales vers le sol ainsi que reprendre les efforts horizontaux induit par le trafic, ainsi que la couche de surface (couche de liaison et couche de roulement) qui a pour principal objectif de préserver les couches sous-jacentes en accueillant le trafic ainsi qu'en les protégeant des eaux météoriques.



Coupe schématique d'une chaussée avec couche de forme

15. Rappel des caractéristiques du projet

Conformément au cahier des charges géotechnique qui nous a été transmis, la portance recherchée pour la couche de forme est de 50 MPa (soit une PF2) et le type de structure de chaussée envisagée est une chaussée souple.

15.1. Rappel du contexte géotechnique

Le contexte géotechnique au droit du projet peut est synthétisé dans le tableau ci-dessous :

	SD1	SD2	SD3	SD4	P1	P2	P3	P4	P5
Cote m NGF	351,1	351,2	352,5	352,9	351,1	351,8	352,5	352,6	353,0
Profondeur de la base des limons m (cote m NGF)	0,6* (350,5)	0,7* (350,5)	1,1* (351,4)	1,1* (351,8)	0,7 (350,4)	0,7 (351,1)	0,8 (351,7)	0,5 (352,1)	1,3 (351,7)
Cote du niveau fini de la voirie (m NGF)	351,0	352,3	352,1	353,6	351,0	351,7	352,2	353,0	354,2
Hauteur de déblai/remblai (m)	- 0,1	+ 1,1	- 0,4	+ 0,7	- 0,1	- 0,1	- 0,3	+ 0,4	+ 1,2
Cote estimée de l'arase basse de la voirie m NGF**	350,3	351,6	352,1	353,6	351,0	351,7	352,2	353,0	354,2
Épaisseur estimée de limon sous complexe de voirie m	-	0,7	-	1,1	0,1	-	-	0,2	1,3
Type d'arase	Grave	Limon	Grave	Limon		Grave		Limon	
Complexe PST/AR***	PST1/AR1			PST2/AR1	PST1/AR1			PST2/AR1	
Épaisseur de couche de forme pour obtenir une plateforme PF2 selon les recommandations du GTR m	0,6****			0,5	0,6****			0,5	

** Ces profondeurs et cotes sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre et devront être vérifiées en amont de la phase travaux par quelques puits à la pelle.*

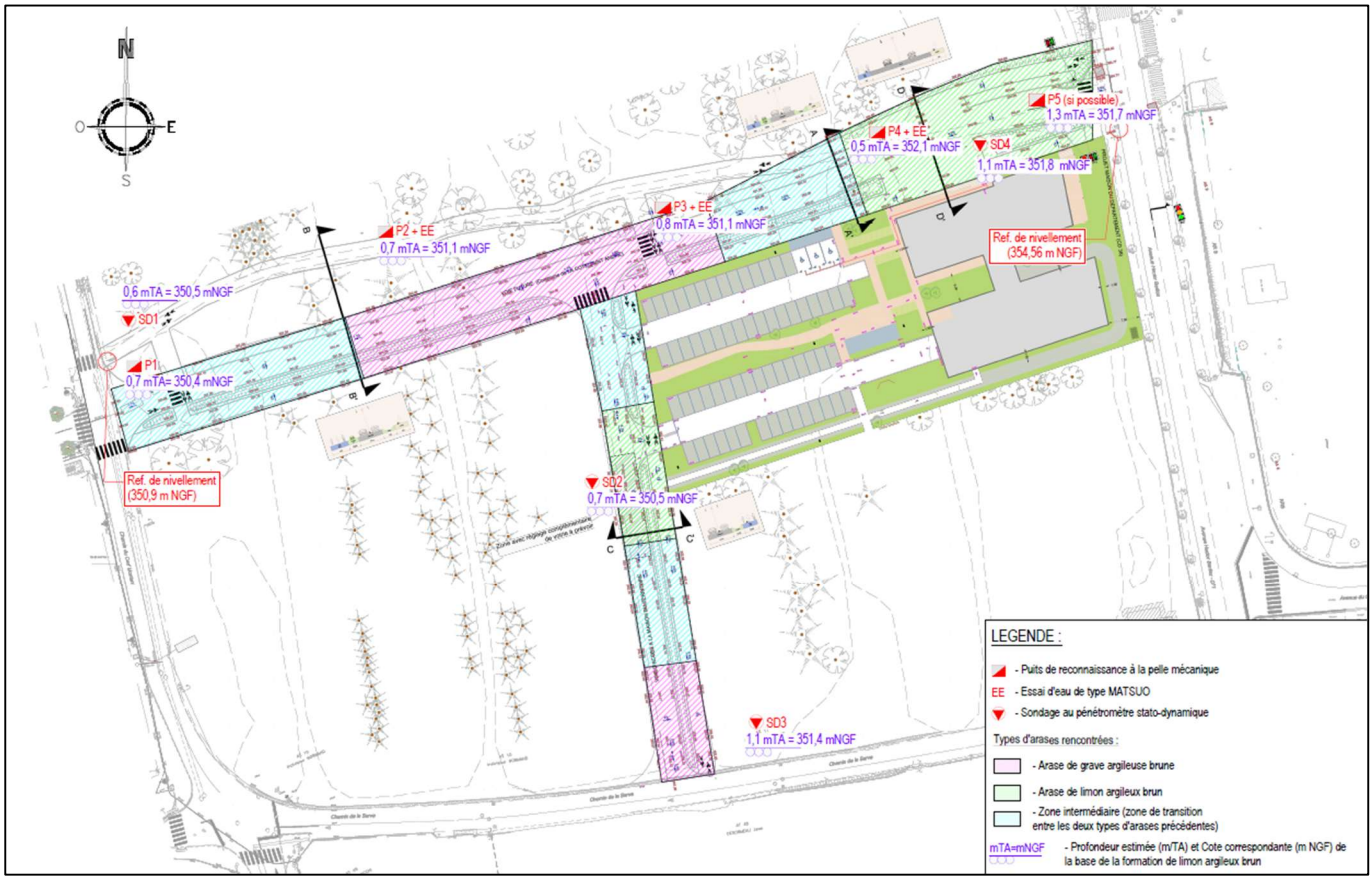
*** Cette cote a été estimée pour un complexe de voirie d'environ 0,7 m d'épaisseur (couche de forme de 0,5 m et couche de d'assises et de surface de 0,2 m) pour une arase de type PST2 AR1.*

**** Ces classes de portance sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'état hydrique du sol au moment des terrassements. En effet en cas d'arase moyennement humide ou sèche, un reclassement de l'arase en PST3/AR1 est envisageable.*

***** Dans ce cas, l'intercalation d'un géotextile de séparation/filtration entre la couche de forme en matériaux granulaires et le sol sensible à l'eau humide permet de sauvegarder les caractéristiques du matériau granulaire et de réduire ainsi l'épaisseur de la couche de forme de 10 cm.*

Lors des terrassements, deux types d'arases franches seront rencontrées, une arase composée de grave argileuse ocre et un limon argileux brun de classe PST 1 / AR 1, un reclassement des matériaux d'arase en PST3/AR1 est envisageable en cas de terrassement en période sèche et **sous réserve d'essais en laboratoire** confirmant une baisse de la teneur en eau des matériaux d'arase. Des arases intermédiaires sont possibles (mélange entre les deux arases citées précédemment).

Les types d'arases sont schématisées dans le plan ci-dessous :



Plan de repérage des différentes arases qui seront rencontrées au moment des terrassements (source : KAENA)

Remarque importante : ces arases sont estimées selon les hypothèses retenues précédemment concernant le complexe de voirie de 0,7 m de hauteur.

16. Caractéristiques de la couche de forme sous voirie

Les structures de chaussées reposeront sur une couche de forme, dont les caractéristiques qui peuvent être retenues à ce stade sont résumées dans les schémas ci-après :

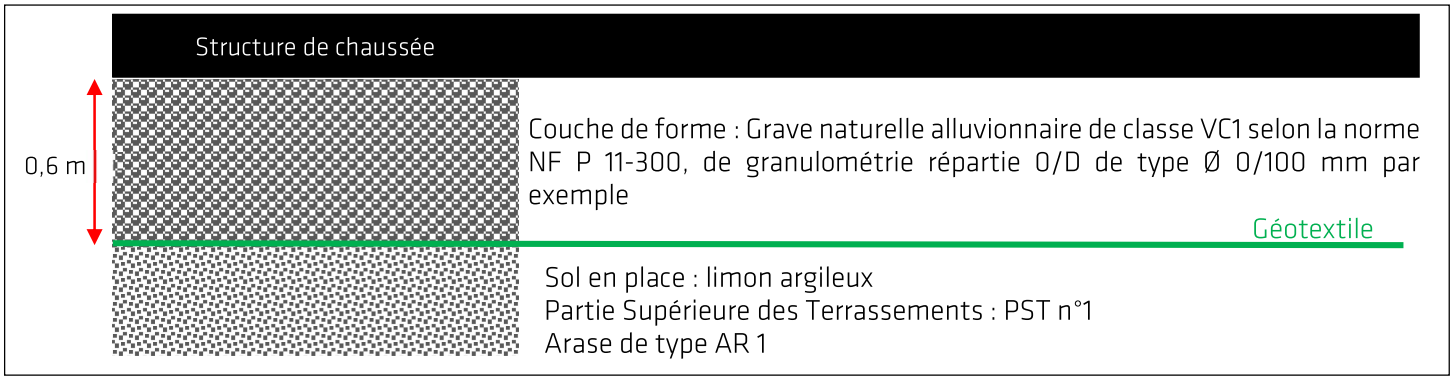


Schéma de principe de la couche de forme sous structure de chaussée pour une arase de type AR1/PST1

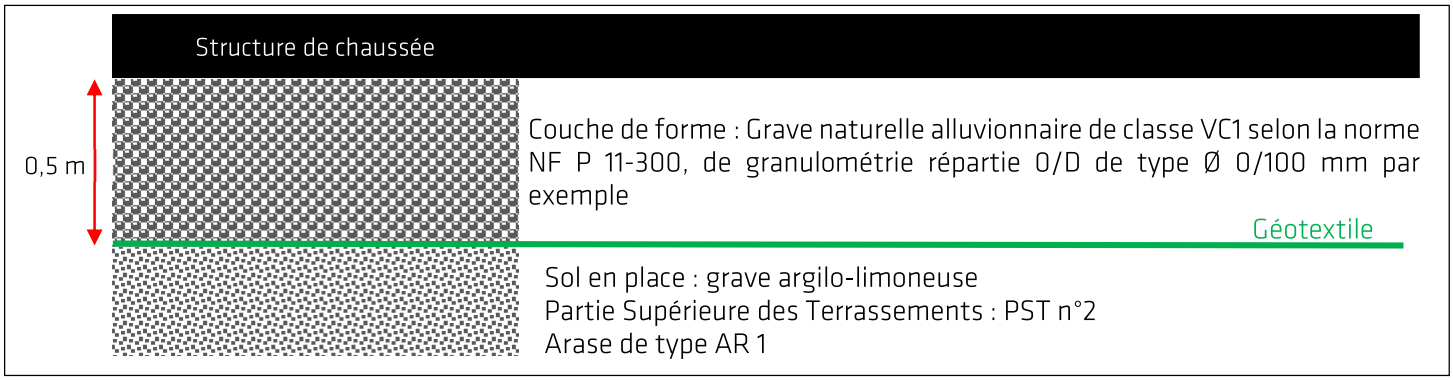


Schéma de principe de la couche de forme sous structure de chaussée pour une arase de type AR2/PST1

16.1. Dispositions constructives

Des matériaux insensibles à l'eau et de comportement mécanique similaire peuvent également être admis, sous réserve de l'agrément par le Maître d'œuvre.

Ces épaisseurs sont données à titre indicatif, et tiennent compte d'une exécution des terrassements conformes à nos préconisations et dans des conditions météorologiques satisfaisantes. Ces épaisseurs pourront être revues sensiblement (augmentées ou réduites), en fonction des conditions réelles du chantier et notamment :

- de la qualité des travaux préparatoires réalisés,
- des conditions météorologiques et hydrogéologiques au moment du chantier,
- de la qualité des matériaux mis en œuvre,
- du matériel de compactage.

17. Structure de chaussée

Dans le cadre du pré-dimensionnement, nous sommes partis sur une hypothèse d'une structure de chaussée d'environ 20 centimètres d'épaisseur. Cette épaisseur sera à préciser en phase projet (PRO) une fois le trafic attendu et le type de voirie, déterminés. Si l'épaisseur de la structure de chaussée est différente de l'épaisseur prise en compte dans nos hypothèses, il se peut que l'arase de la voirie soit différente. Ces éventuelles variations d'arases seront à préciser en phase projet (PRO).

18. Vérification au gel-dégel

Pour la vérification au gel-dégel, celle-ci est réalisée selon l'hypothèse d'une structure de voirie neuve et non sur les existantes.

La vérification au gel-dégel se fait par le calcul de Z (indice de protection apporté par les matériaux non gélifs du corps de chaussée et de la couche de forme) et la détermination de IA (Indice de gel Admissible) par abaque, qui doit être supérieur à IR (Indice de gel atmosphérique de Référence).

Dans notre cas, IR = 170 °C J gel.

Pour une couche de forme de 0,75 m :

On a : Q_{PF} = 7,9 (°C.jour)$^{1/2}$, soit un IA à environ 250 °C J gel

IA ≥ IR => Ce cas de couche de forme respecte le hors-gel pour les données citées précédemment.

Pour une couche de forme de 0,5 m :

On a : Q_{PF} = 5,0 (°C.jour)$^{1/2}$, soit un IA à environ 170 °C J gel

IA ≥ IR => Ce cas de couche de forme respecte le hors-gel pour les données citées précédemment.

19. Gestion de l'eau en phase provisoire de chantier

En principe, il ne doit pas être intercepté de venues d'eau. Cependant, si certaines sont découvertes en cours de terrassement, elles seront collectées en périphéries et évacuées en dehors de la fouille.

20. Protection vis-à-vis des eaux souterraines en phase définitive

Compte tenu du contexte hydrogéologique et de la conception du projet, il n'est pas nécessaire de prévoir un système de protection contre spécifique contre les eaux souterraines.

21. Protection vis-à-vis des eaux de ruissellement

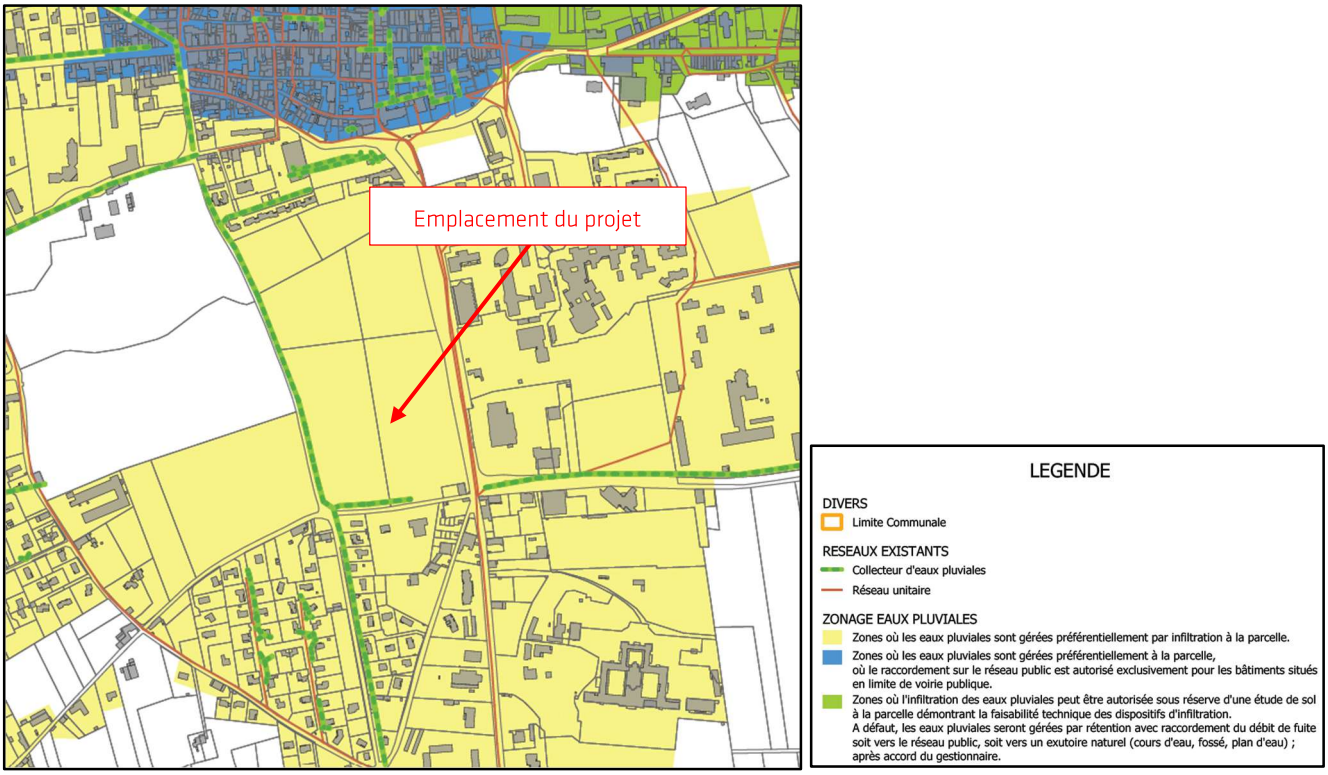
Compte tenu du projet, nous recommandons de prévoir la mise en place de fossés en bordure de voirie afin de collecter les eaux de ruissellement. Cette disposition sera couplée à la mise en œuvre d'une légère pente permettant l'écoulement des eaux de ruissellement vers les fossés périphériques.

Nous rappelons que le but premier de la gestion des eaux pluviales au droit d'un projet est de ne pas aggraver la situation hydraulique actuelle, voire de l'améliorer.

22. Réglementation – Etat des lieux – Principe retenu

22.1. Réglementation pour la gestion des eaux pluviales

- PLUi de Bièvre Isère Communauté :



Extrait du plan de zonage des eaux pluviales en date du 22/12/2020

Dans les zones où les eaux pluviales doivent être infiltrées, toute nouvelle construction devra justifier d'un ouvrage de gestion dimensionné dans les règles de l'art.

L'infiltration au point bas de l'unité foncière ou au plus près de l'unité foncière doit être la première solution recherchée. Plusieurs ouvrages d'infiltration peuvent être mis en œuvre sur la même parcelle si les contraintes du terrain l'exigent, notamment topographie et déclivité entre différentes surfaces imperméabilisées.

L'ouvrage d'infiltration pourra être enterré (type tranchée drainante ou puits perdu) ou bien resté en surface (type noues paysagées). Des revêtements alternatifs, comme des toitures végétalisées ou des pavés infiltrants pourront aussi être envisagées afin réduire le volume d'eau intercepté et donc l'emprise des ouvrages.

Le dimensionnement des ouvrages respectera notamment la norme NF EN 752. La fréquence de la pluie à prendre en compte dépend de l'environnement de la construction :

➢ Norme NF EN 752.2 :

D'après la norme Européenne NF EN 752.2 en zone résidentielle les systèmes de gestion des eaux pluviales devront être dimensionnés pour une pluie d'occurrence vicennale (T = 20 ans).

Tableau 1 Fréquences recommandées pour les projets

Fréquence d'un orage donné* 1 fois tous les « n » ans	Lieu	Fréquence d'inondation 1 fois tous les « n » ans
1 par an	Zones rurales	1 tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zones résidentielles	1 tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centres des villes Zones industrielles ou commerciales : - Si le risque d'inondation est vérifié - Si le risque d'inondation n'est pas vérifié	1 tous les 30 ans
1 tous les 10 ans	Passages souterrains routiers ou ferrés	1 tous les 50 ans

Extrait de la norme NF EN 752.2

➢ Guide du Certu :

Le guide du Certu (2003) "La ville et son assainissement" préconise de retenir la méthode des pluies pour le dimensionnement des ouvrages de traitement des eaux pluviales et de retenir un débit de fuite correspondant au débit de ruissellement annuel à l'état naturel en cas de rejet dans un réseau d'eaux pluviales ou milieu superficiel.

Ces contraintes doivent être appliquées lorsque la commune ou l'agglomération où s'inscrit le projet ne disposent pas de prescriptions précises pour le traitement des eaux pluviales.

Le guide de Certu, ainsi que les Direction Départementale des Territoires (DDT) préconisent la mise en place de la base des ouvrages de rétention/infiltration à plus 1 m par rapport à la cote des eaux exceptionnelles connues.

22.2. Synthèse des contraintes techniques et principe proposé pour la gestion EP

Au terme des investigations, il apparaît que le terrain étudié s'inscrit dans un contexte géologique, hydrogéologique et hydrologique permettant une gestion des eaux pluviales par infiltration des eaux dans le sous-sol, **pour les raisons suivantes :**

- Il n'y a pas (à notre connaissance) de captage d'alimentation en eau potable à proximité du projet.
- La surface disponible sur la parcelle est importante pour la mise en place d'un système de gestion aux normes.
- La perméabilité des sols du site est moyenne à bonne.

Pour ces raisons, le système de gestion des eaux pluviales qui apparaît le mieux adapté au site et au projet est le suivant :

➢ Solution de gestion des EP proposée :

Le dispositif de gestion des eaux pluviales proposé est un **ouvrage de rétention et infiltration** sollicitant le faciès de grave argilo-limoneuse pour une perméabilité retenue de : $k = 6.10^{-5}$ m/s.

23. Ouvrages de gestion des eaux pluviales du projet

Compte tenu du contexte hydrogéologique et géotechnique du site, les ouvrages de gestion des EP envisagés sont les suivants :

- **Noue d'infiltration :**

Une noue correspond à une dépression dans le terrain permettant une infiltration et une évapotranspiration des eaux de pluies collectées.

Remarque importante : Les solutions proposées sont fournies à titre d'exemple, au stade de l'avant-projet. D'autres ouvrages de rétention sont possibles (à préciser par le BET VRD en phase PRO puis EXE).

24. Méthode et données prises en compte

24.1. Principe et données documentaires

- **Méthode de calcul du volume de rétention nécessaire : méthode dite des Pluies.**

- **Source bibliographique :**

- CERTU (2003) "La ville et son assainissement ".
- Techniques alternatives en assainissement pluvial, TEC & DOC, 1994.

- **Station METEO FRANCE de référence : Saint-Etienne de Saint-Geoirs (38) la plus représentative de la zone d'étude.**

Durée de pluie (min)	Hauteur d'eau précipitée (mm) T = 20 ans
6	10.9
1440	110.6

24.2. Données du projet

- **Surfaces imperméabilisées collectées (selon le plan masse fourni par le Maître d'Ouvrage) :**

Types de surfaces	Voirie VL	Voies cyclables
Superficie (m²)	2998,0	1538,0
Coefficient de ruissellement	1,0	1,0
Surface active (m²)	2998,0	1538,0
Surface active totale (m²)	4536	

25. Prédimensionnement des ouvrages d'infiltration – Ebauche dimensionnelle

25.1. Caractéristiques de l'ouvrage – bassin d'infiltration à ciel ouvert

Rappel des principales hypothèses :

- Perméabilité du sol sollicité pour l'infiltration : k = 6,0x10^{-5} m/s.
- Profondeur ou cote d'apparition du sol sollicité pour l'infiltration : 0,1 m

Les caractéristiques du **bassin d'infiltration à ciel ouvert** prises en compte sont données au paragraphe suivant de synthèse.

25.2. Pré-dimensionnement phase AVP – bassin d'infiltration à ciel ouvert

➢ **Calcul du débit de fuite de l'ouvrage par infiltration :**

Soit le débit infiltré Q_f = surface d'infiltration x perméabilité.

$Q_f = S_i \times k = 226,0 \times 6.10^{-5} = 1,4.10^{-2}$ m³/s.

Le débit de fuite par infiltration de l'ouvrage décrit précédemment (pour Si = 226,0 m²) est fixé à 14 l/s en considérant une perméabilité de k = 6.10^{-5} m/s.

➢ **Calcul du volume de rétention nécessaire $V_{rétention}$:**

Soit le volume entrant = surface active x hauteur d'eau précipitée.

Le débit entrant est fonction de la durée de pluie ($Q_{entrant} = H_{eau\ précipitée} \times Sa/Durée\ de\ pluie$).

Le volume de rétention nécessaire correspond à la différence entre le volume d'eau entrant et le volume de fuite.

En fonction de l'intensité de la pluie, on retient le volume de rétention le plus important (en gras dans le tableau).

Durée de pluie (min)	Hauteur d'eau précipitée (mm)	Surface active (m²)	Volume d'eau entrant (m³)	Débit de fuite (m³/s)	Volume de fuite (m³)	Volume de rétention $V_{rétention}$ (m³)
6	10,9	4536	50	1,4E-02	5	44,7
15	17,1		77		12	65,2
30	23,9		109		24	84,1
60	33,5		152		49	103,3
120	47,0		213		98	115,5
180	59,9		272		146	**125,1**
360	73,5		333		293	40,3
720	90,1		409		586	-
1440	110,6		502		1172	-

Le volume à stocker en considérant une pluie d'occurrence vicennale et pour une surface active de 4536 m² est de 83,4 m³ pour un débit de fuite fixé à 14 l/s.

25.3. Synthèse des recommandations pour la gestion des EP du projet

Volume utile	**83,4 m³ au minimum** La conception et le dimensionnement définitif de l'ouvrage de rétention/infiltration à créer sont à la charge du BET VRD du projet.
Type d'ouvrage de rétention/infiltration	A ce stade du projet, il est possible d'envisager une solution par **bassin d'infiltration à ciel ouvert** ayant les caractéristiques suivantes : – **Longueur en fond** : L_f = 250,5 m – **Largeur en fond** : l_f = 0,7 m – **Talus** : pente de 3H/2V maximum. – **Longueur en gueule** : L_g = 252,0 m – **Largeur en gueule** : l_g = 2,2 m

	– **Profondeur totale** : z_{totale} = 0,5 m – **Hauteur d'infiltration** : $h_{infiltration}$ = 0,5 m minimum – **Hauteur utile de stockage** : h_{utile} = 0,5 m – **Surface d'infiltration** : Si = 226,0 m² – **Volume utile de stockage** : $V_{stockage}$ = 184,38 m³ > $V_{rétention}$ = 125,1 m³ → OK D'autres solutions de rétention/infiltration sont également envisageables sous réserve d'un bon équilibre entre surface d'infiltration et volume de rétention nécessaire et la prise en compte des normes et règlementations et vigueur.
Implantation de l'ouvrage envisagée	Implantation des noues identiques aux implantations représentées sur le « Plan de nivellement – 260031 » - SCE Aménagement & environnement
Parcours à moindres dommages en cas de pluie supérieure à celle envisagée	**Débordement vers l'aval topographique** vers les espaces verts autour des fossés ou sur les voiries.

26. Dispositions constructives

➢ Dans tous les cas :

- Ne pas planter d'arbres à moins de 3 m des ouvrages.
- Selon les recommandations et normes en vigueur, il pourra être nécessaire de disposer, en amont de chaque ouvrage de rétention, un dispositif de décantation.
- Prévoir des regards de visite.
- Entretien : la clé du bon fonctionnement de ce type d'ouvrage (bassin étanche) repose sur un entretien régulier (deux fois par an et à chaque dysfonctionnement) : vidange, curage…
- Les différents éléments constituant le dimensionnement et les caractéristiques des ouvrages réalisés seront vérifiés et devront être conformes aux prescriptions du présent rapport, ainsi qu'aux recommandations des fournisseurs et à la règlementation en vigueur.
- Les eaux pluviales ne devront pas être en communication avec les éventuels systèmes d'assainissement individuel.
- Le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales ne tient pas compte des eaux de drainage.

ENJEUX PRINCIPAUX DU PROJET ET RISQUES RESIDUELS :

Classement des enjeux liés aux aléas en fonction de chaque ouvrage géotechnique envisagé

Enjeux	Description	Aléa / niveau de risque
Enjeux liés aux terrassements provisoires et aux conditions météorologiques	- Risque de défaut d'obtention des critères de portance des plates-formes en cas de terrassements hors période estivale. - Risque de défaut d'obtention des critères de portance des plates-formes. - Aléa de surcoût, retard de planning. - Valorisation des matériaux de déblai soumis à condition d'essais en laboratoire.	Degré d'aléa : ☒ Moyen
Enjeux liés à l'optimisation des épaisseurs de couche de forme	- Les épaisseurs de couches de forme pourront éventuellement être révisé à condition de réalisation d'essai en laboratoire en période estivale permettant un reclassement des arases en fonction de leur état hydrique.	Degré d'aléa : ☒ Élevé

MISSIONS COMPLEMENTAIRES :

Cette étude correspond à la mission G2 AVP d'étude géotechnique de conception – phase Avant-Projet - selon les termes de la norme NF P 94-500 relative aux missions géotechniques (extraits joints en annexe).

Pour que la mission de Conception soit complète, la norme des missions géotechniques recommande un enchainement des missions géotechniques en synchronisation avec les phases de conception du projet de l'équipe d'ingénierie.

De ce fait, les **études géotechniques de conception G2 PRO, G2 DCE/ACT** sont nécessaires.

De plus, des aléas géotechniques peuvent apparaître en cours des travaux. Il est rappelé que les études de conception G2 doivent être complétées par les missions G3 et G4 (études géotechniques de réalisation) :

- **Mission G3** : Etude EXE (Phase étude et phase Suivi) de la part de l'Entreprise.
- **Mission G4** : Supervision géotechnique des travaux par la Maitrise d'œuvre et le Géotechnicien (visa des études d'exécution et avis sur les travaux exécutés, sur le DOE et le DIUO).

Pour une optimisation des épaisseurs de couche de forme, il conviendra de réaliser des essais en laboratoire complémentaires en période estivale afin de s'assurer de l'état hydrique des arases.

ALEAS GEOTECHNIQUES :

Les reconnaissances de sol procédant par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations, tant de la conception que de l'exécution, qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.

Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions, ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « *Présentation* » du présent rapport, peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à Kaéna, afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.

De même, des éléments nouveaux, mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemples : dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venues d'eau, etc.), peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

ANNEXES

Extrait de la norme sur les missions d'ingénierie géotechniques

Tableau des matériaux acceptable en remblai et couches de forme

Documents graphiques et résultats d'investigations

- Diagrammes des sondages au pénétromètre
- Tableau récapitulatif des puits de reconnaissance
- Procès-Verbaux des essais en laboratoire
- Plan d'implantation des sondages
- Plan de localisation des différents types d'arase

ANNEXE EXTRAIT DE LA NORME FRANCAISE SUR LES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94 500 de novembre 2013)

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE TYPES

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 G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Tableau des classes de sols naturels acceptés en apport pour réalisation de couche de formes ou remblais technique selon le Guide Des Terrassement 2024 :

Classification GTR des graves sableuses	Taux de fines	Valeur de bleu (argilosité) VBS	Coef. D'Uniformité C_u	CBR Immergé	Résistance des granulats (essais MicroDeval et LosAngeles)
VC2G11 ins	<5%	<0.2	>6 granulométrie bien répartie	Pas de contrainte	MDE <45 et LA<45
VC2G21 ins	<5%	<0.2	<6 granulométrie resserrée	Pas de contrainte	MDE <45 et LA<45
VC2G31 ins	Entre 5 et 10%	<0.1	>6 granulométrie bien répartie	Pas de contrainte	MDE <45 et LA<45
	Entre 5 et 10%	0.1<VBS<0.2		CRBi>20	MDE <45 et LA<45
	Entre 10 et 12%	<0.1		CRBi>20	MDE <45 et LA<45
VC2G41 ins	Entre 5 et 10%	<0.1	<6 granulométrie resserrée	Pas de contrainte	MDE <45 et LA<45
	Entre 5 et 10%	0.1<VBS<0.2		CRBi>20	MDE <45 et LA<45
	Entre 10 et 12%	<0.1		CRBi>20	MDE <45 et LA<45

Tableau des sols recyclés acceptés en apport pour réalisation de couche de formes ou remblais technique selon le Guide Des Terrassement 2024 :

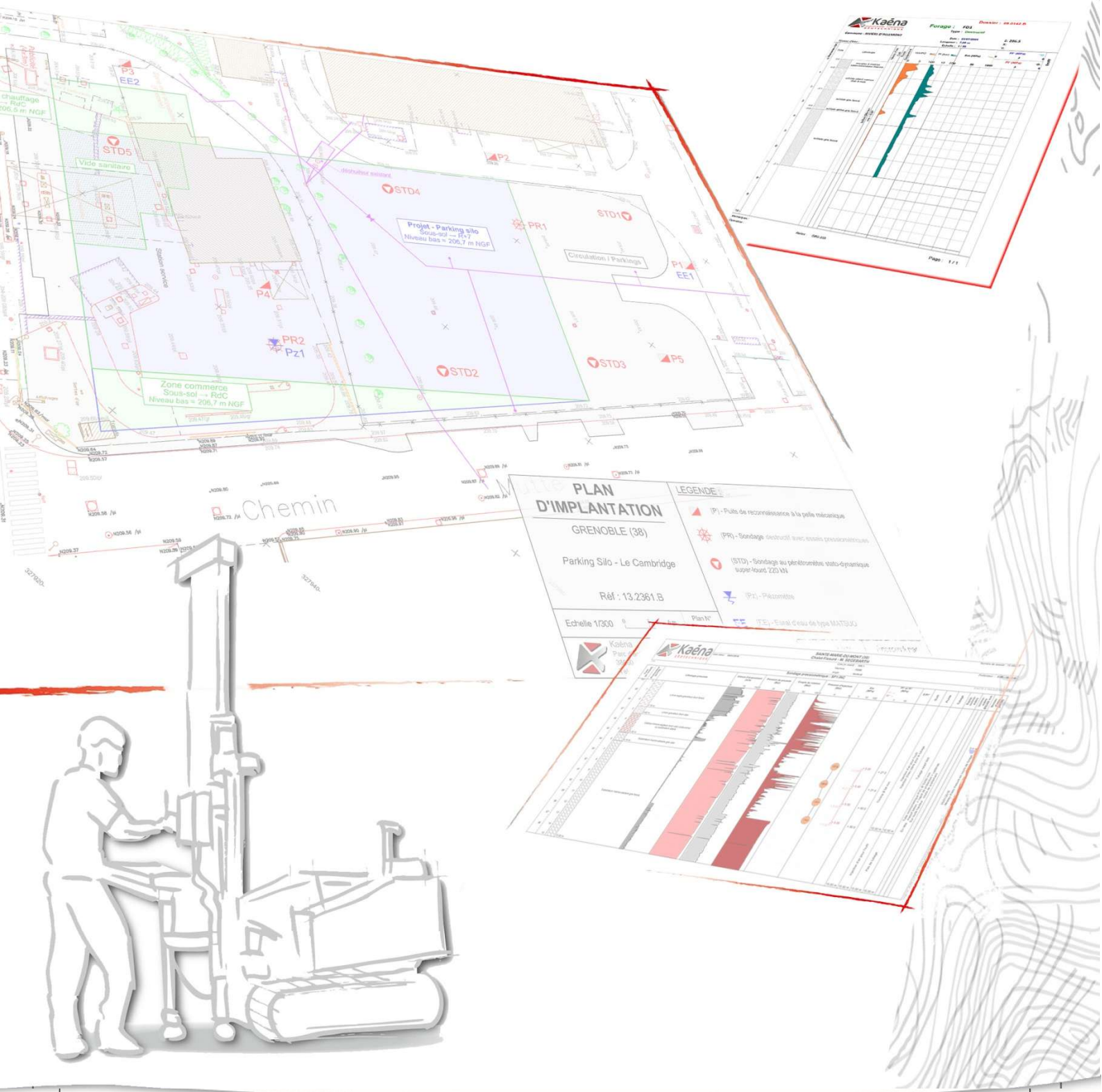
En plus des critères spécifiques au sulfates et aux constituants ci-dessous, les matériaux recyclés doivent être classés comme des sols selon le tableau précédant.

Classification GTR	Taux de sulfates	Masse de matériaux flottants FL	Masse de ferraille, bois, plastique et plâtre X	Masse de granulats naturels, béton et verre Rcug	Masse de matériaux bitumineux Ra	Correspondance avec le guide des graves de déconstruction du CEREMA
AR-A51	<0.7% sous voirie	<5%	<1%	>70%	<30%	GD1-sol B ou GD1-sol M
	<0.2% sous dallage bâtiment *					

Les matériaux AR-A51 correspondent à des graves de recyclages, issus de démolitions, sans plâtre, épurés des éléments putrescibles, concassés, criblés, déferraillés, homogénéisés.

**dans ce cas de dallage sous bâtiment, le gonflement des matériaux immergés doit être contrôlé par un essai CBRimmergé.*

DOCUMENTS GRAPHIQUES ET RESULTATS DES INVESTIGATIONS



Kaéna GÉOTECHNIQUE

SONDAGE AU PENETROMETRE STATO-DYNAMIQUE

SD1

DESIGNATION : Création d'une voirie

COMMUNE : LA COTE ST ANDRE (38)

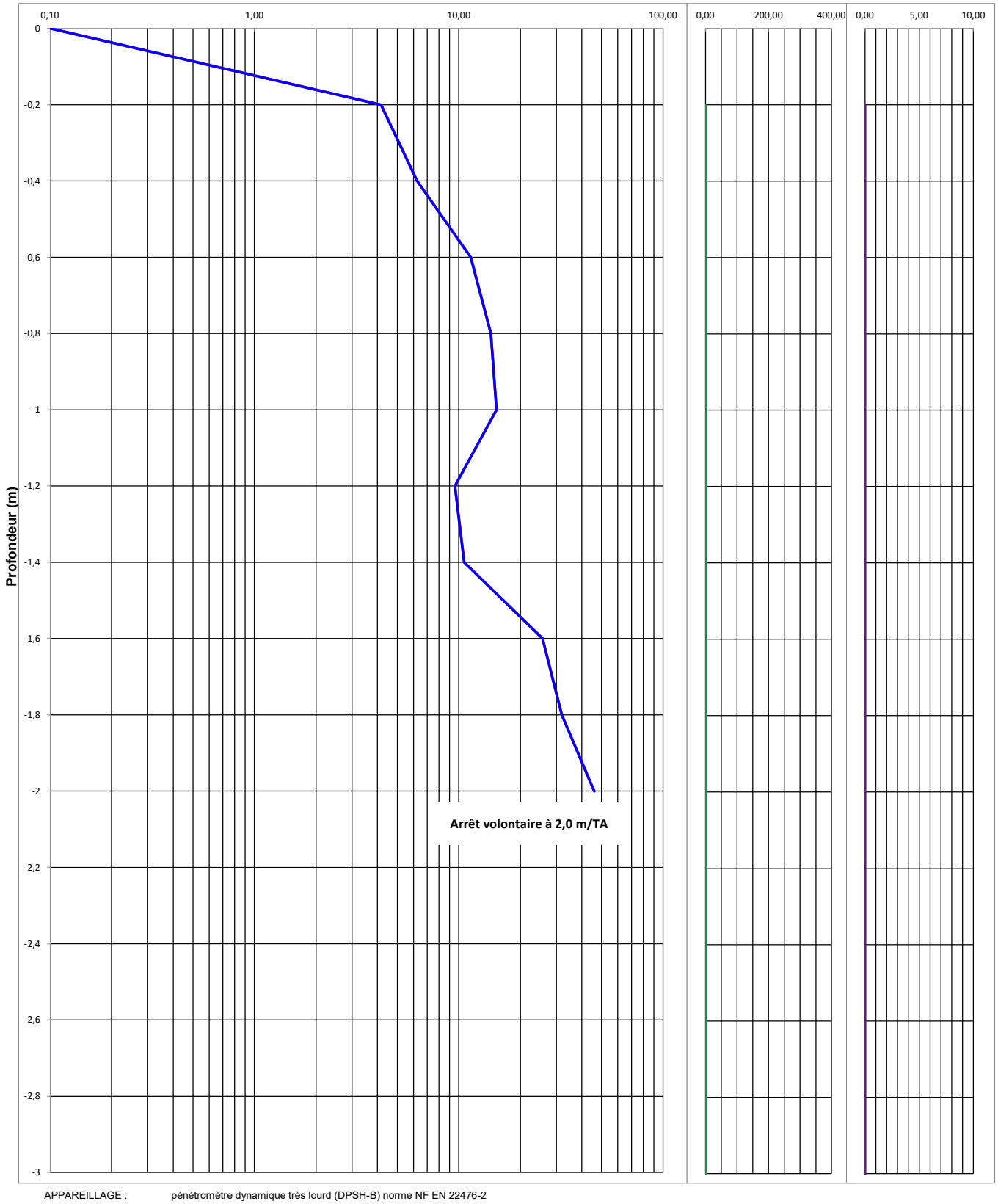
Date : 03/06/26

Réf. Etude : **AF.23085**

Opérateur : AGA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z = 351,1	m NGF

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa — Fs (en kPa) — Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

SONDAGE AU PENETROMETRE STATO-DYNAMIQUE

SD2

DESIGNATION : Création d'une voirie

COMMUNE : LA COTE ST ANDRE (38)

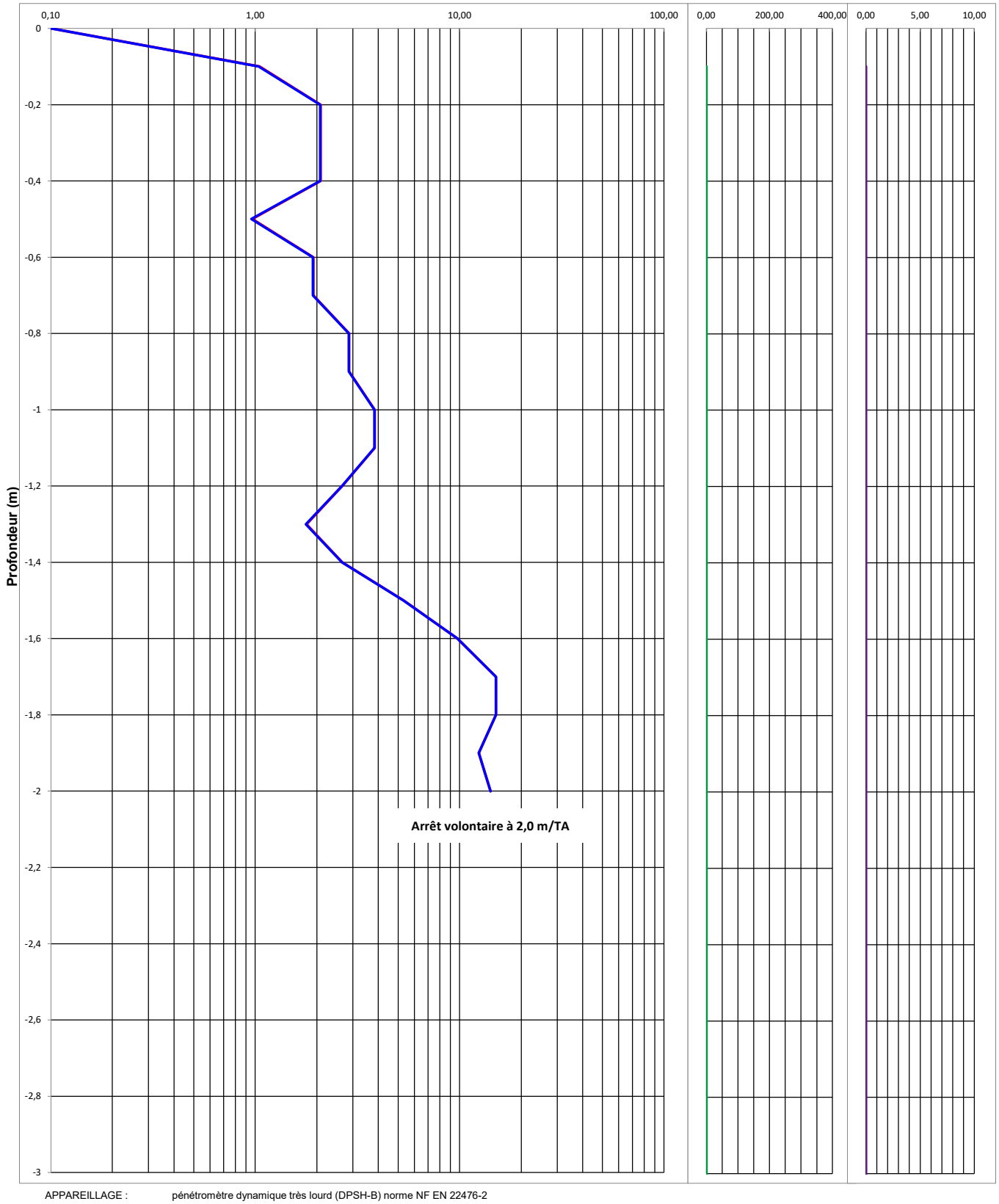
Date : 03/06/26

Réf. Etude : **AF.23085**

Opérateur : AGA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z = 351,2	m NGF

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa — Fs (en kPa) — Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

SONDAGE AU PENETROMETRE STATO-DYNAMIQUE

SD3

DESIGNATION : Création d'une voirie

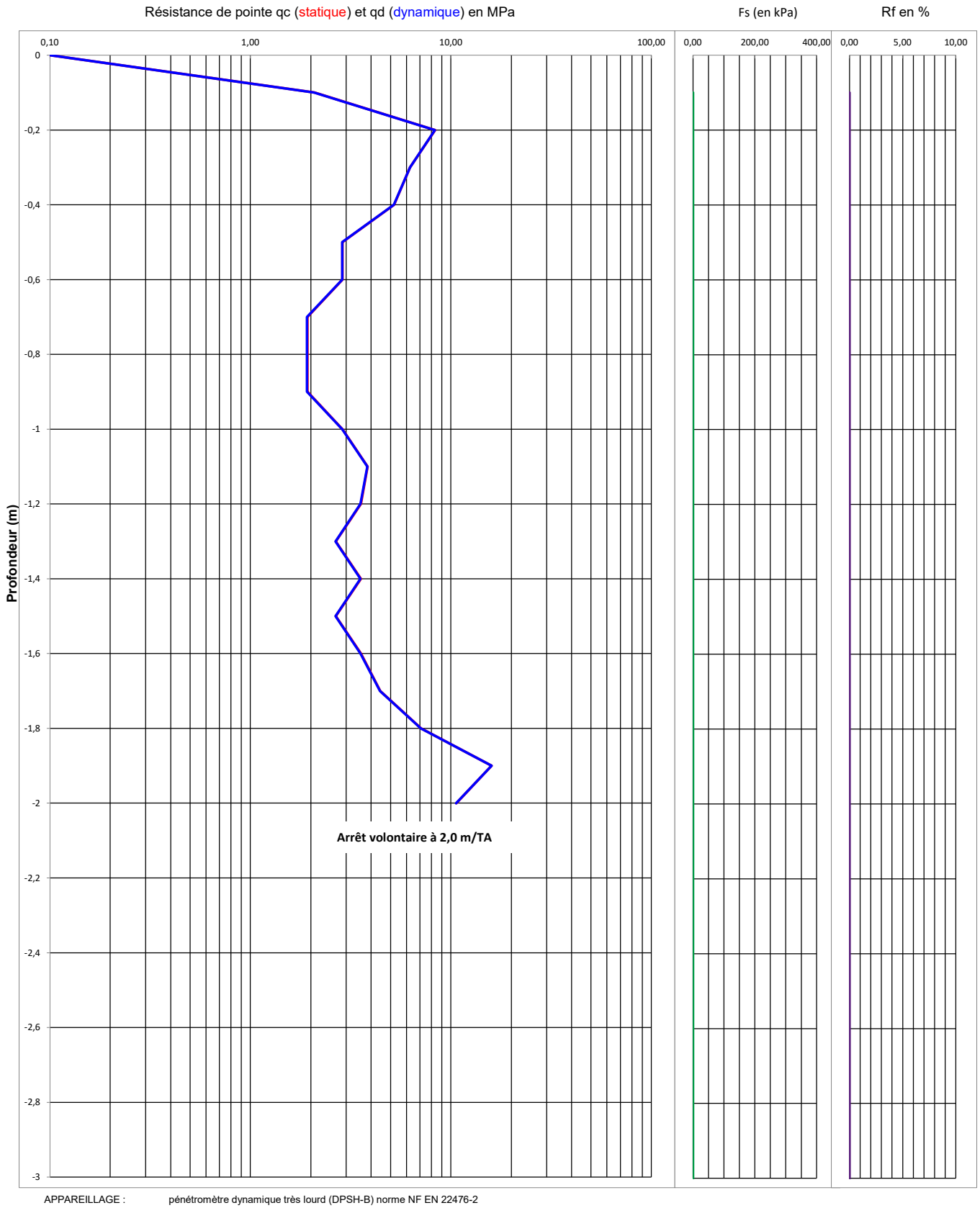
COMMUNE : LA COTE ST ANDRE (38)

Date : 03/06/26

Réf. Etude : **AF.23085**

Opérateur : AGA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z = 352,5	m NGF



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

Kaéna GÉOTECHNIQUE

SONDAGE AU PENETROMETRE STATO-DYNAMIQUE

SD4

DESIGNATION : Création d'une voirie

COMMUNE : LA COTE ST ANDRE (38)

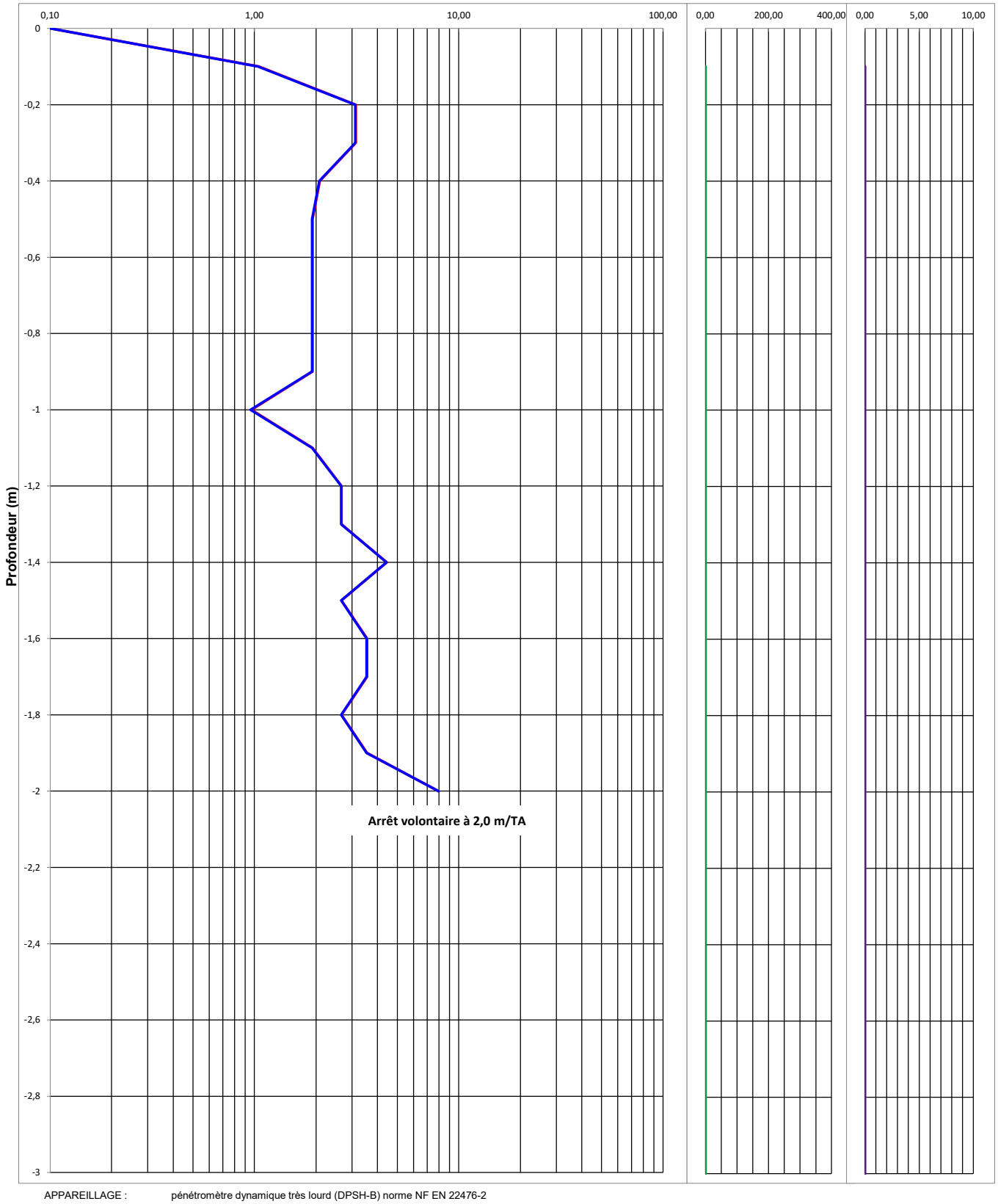
Date : 03/06/26

Réf. Etude : **AF.23085**

Opérateur : AGA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z = 352,9	m NGF

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa — Fs (en kPa) — Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

Kaéna GÉOTECHNIQUE

TABLEAU RECAPITULATIF DES PUITS DE RECONNAISSANCE

	Date d'intervention :	04/06/2026	Initiale du Géotechnicien :	FPI	
	Conditions météorologiques :	Pluvieux	Type de pelle hydraulique :	2.5t	
N° de puits et cote correspondante (en m NGF)	P1 (350,4)	P2 (351.1)	P3 (351,7)	P4 (352.1)	P5 (353.0)
LITHOLOGIE : (du haut vers le bas)	Profondeur en m/TA de la base de chaque faciès géologique				
Terre végétale – Limon argileux marron à gris à racines	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Limon argileux marron légèrement sableux à rares galets et graviers polygéniques sub-arrondis $Ø_{moyen}$ 30 mm	0.4	0.7	0.8	0.5	1.3
Grave – galets et graviers polygéniques sub-arrondis $Ø_{moyen}$ 30 mm et $Ø_{max}$ 80 mm dans une matrice argilo-limoneuse marron légèrement sableuse	1.2	Essai d'eau à 1.0 m 1.6	Essai d'eau à 1.5 m 1.6	Trace de matière organique entre 0.7 et 0.8 m 1.2	2.0
Grave – galets et graviers polygéniques sub-arrondis $Ø_{moyen}$ 50 mm et $Ø_{max}$ 200 mm dans une matrice sableuse beige légèrement argilo-limoneuse	> 2.2	> 2.6	> 2.5	Essai d'eau à 2.45 m > 2.45	> 2.6
EAU SOUTERRAINE	Humide dans les graves sans venue d'eau				
Niveau stabilisé	-				
TENUE DES PAROIS :	Bonne dans les limons, moyenne dans les graves argilo-limoneuse et mauvaise dans les graves sableuse				
REMARQUES	Arrêt				

NOTA :
- Base du faciès décrit = profondeur d'apparition de la couche géologique sous-jacente.
- Description du repère (voir sur plan d'implantation): *lampadaire pour P1 et P2, regard d'eaux pluviales pour P3, P4 et P5*

Procès Verbal d'essais en Laboratoire

N° d'affaire: AF.23085
ref labo :

Sondage : P1
Profondeur : **0,8 m**
Description visuelle : Grave argilo-limoneuse

Commune: LA COTE SAINT ANDREE (38)
Désignation: Création voirie

Prélevé par : FPI
Date de prélevement : 04/06/2026
Date de réception : 05/06/2026
Date de fin des essais : 17/06/2026
Couleur : Brun - ocre
Conditonnement : Sacs d'échantillon remanié

GRANULOMETRIE (NF EN ISO 17892-4)

Tamis (mm)	0,06	0,08	0,1	0,2	0,4	0,5	1,0	2	4	5	6,5	8	10	12	14	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
Passant (%)	18,9	19,5	20,1	22,4	29,1	/	/	38,3	/	41,5	/	/	48,4	/	56,7	/	65,1	/	78,7	/	95,1	100,0	100,0	100,0

SEDIMENTOMETRIE (NF EN ISO 17892-4)

Déquivalent (µm)												
Passant (%) (0-63µm)												

Répartition Granulaire (NF EN ISO 17892-4)

Dmax (mm)	<63 um	<80 um	Cu	Cc
50	18,9	19,5	>6	0,2

Propreté

VBS (NF EN 17542-3)	C (0-5/0-50)	Mat. Org. (XP P 94-047)
1,29	0,44	/

Portance

IPI	CBRi	G_{CBRi} (%)
NF P94-078		
10,0	/	/

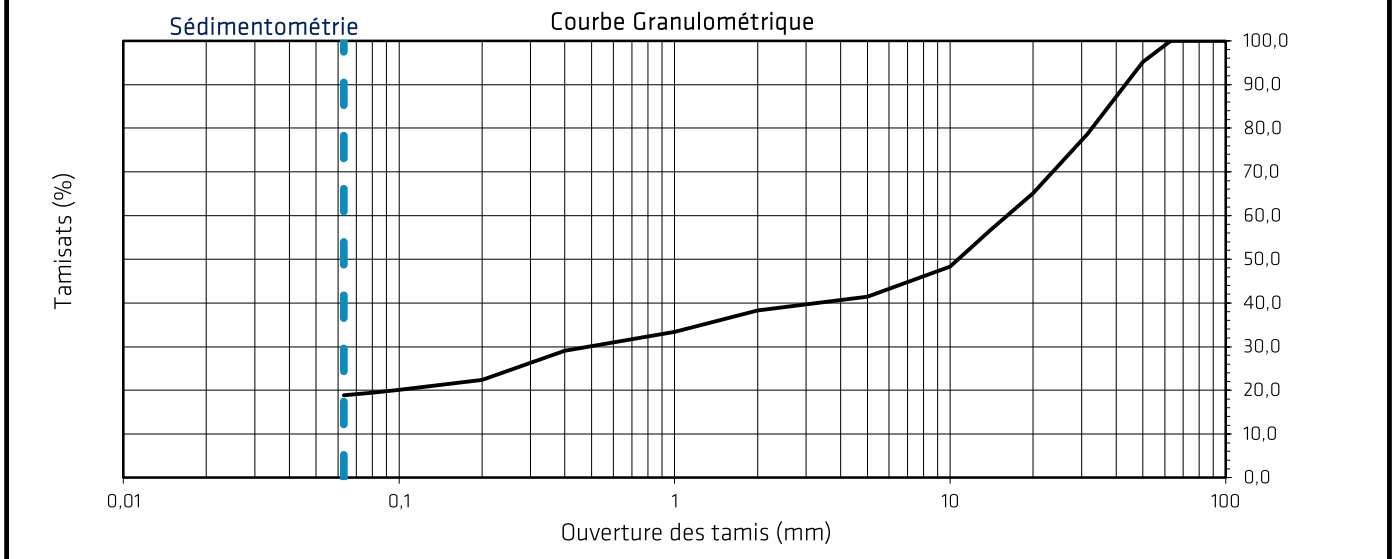
Limites d'Atterberg

NF EN ISO 17892-12

WL : / IP : /
WP : / IC : /

Dureté

MDE (NF EN 1097-1)	LA (NF EN 1097-2)	FR (NF P94-066)	DG (NF P94-067)
/	/	/	/





Teneurs en eau et densités "naturelles"

W_{nat} 0/D	W_{nat} 0/20	r_d CBR (Mg/m3)	W_{nat}/W_{OPN}
NF EN ISO 17892-1		NF P94-078	
13,2%	17,7%	1,72	/

Catégorie de Déconstruction

(Guide Rhône Alpes de Valorisation des Graves de Déconstruction)

NF EN 933-11 % Contaminants				TSO_4
Ra	Rcug	FL	X	NF EN 1744-1
/	/	/	/	/

/

CLASSIFICATIONS

NF P11-300 GTR 2024	I1h
GTR 2000	B5h

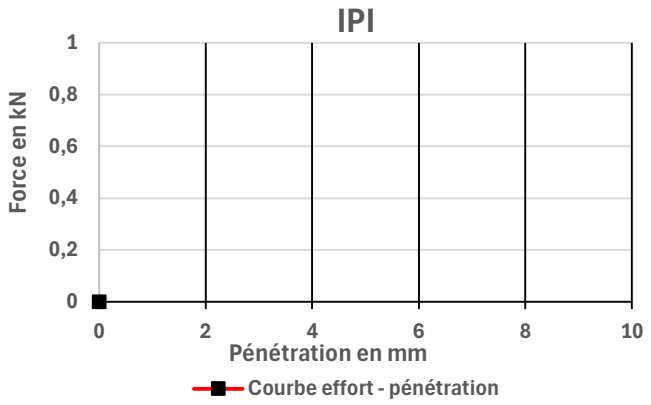
Procès Verbal d'essais en Laboratoire

N° d'affaire: AF.23085

Sondage : P1

Profondeur : **0,8 m**

Caractéristiques de compactage (NF P 94-093)

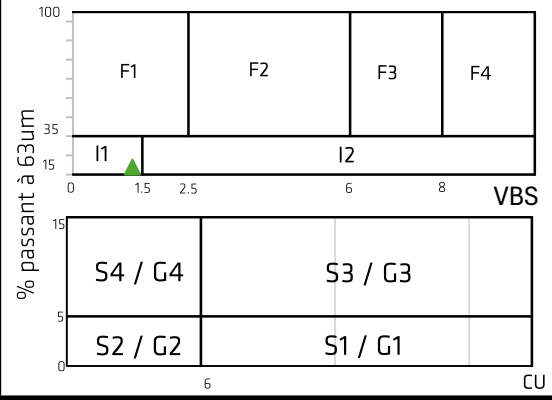


Optimum Proctor	W_{OPN}	r_{dOPN}
Fraction 0-20	/	/
Corrigé sur fraction 0-D	/	/

Masses Volumiques (Mg/m^3)

r apparente	r_d sèche	r roche
NF EN ISO 17892-2		NF P94-064
/	/	/

SOLS Dmax <= 63 mm



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

Observations :

CONDITIONS DE REALISATION DES ESSAIS

Les pourcentages de passant aux tamis 63um et 80um sont exprimés respectivement sur les fractions 0-63mm et 0-50mm du matériau.

Conservation des échantillons en intérieur (hall d'entrée non chauffé).

Température d'étuvage 105° (sauf pour les limites d'Atterberg et les essais de teneur en matière organique, étuvage à 50 °C)

Pour l'analyse sédimentométrique, la masse volumique des particules de sols est prise égale à : 0 kg/m3

Les moules utilisés pour les essais Proctor sont des "moules CBR"

La teneur en eau pour chaque "point proctor" est déterminée selon la norme NFP 94-050.

Les essais MicroDeval et Los Angeles sont réalisés sur une fraction de 10/14 mm de l'échantillon.

L'essai MicroDeval est réalisé en présence d'eau dans les tambours.
Limite de liquidité déterminée avec la méthode de Casagrande en 5 points avec teneur en eau décroissante.

La masse volumique des grains solide est effectué par la méthode du pycnomètre liquide de volume 1200mL. Désaération réalisé par agitation mécanique et chauffage doux.

IPI réalisé immédiatement après confection du moule, compactage à l'énergie proctor normal.

CBRi immergée sous l'eau 4j à 22°C avec surcharge de 4.7Kg.

A SAINT VINCENT DE MERCUZE le 17/06/2026

Etabli par : Romain PIERRISNARD

Vérifié par : Christophe BESSON

Kaéna Dauphiné & Siège social
L'épicentre - Voie des chassottes
38660 St Vincent de Mercuze
Tel : 04 76 97 94 64 - contact@kaena.fr

Kaéna Pays de Savoie
520 rue des grives
74 150 Rumilly - Tel : 04 58 10 05 74
paysdesavoie@kaena.fr

Kaéna Rhône et Saône
Parc Aktiland- 1 rue de lombardie
69800 St Priest- Tel : 04 28 29 21 65
rhoneetsaone@kaena.fr

SAS au capital de 98350.00 € - N° SIREN 510277478 - Code NAF 7112B - RCS GRENOBLE - TVA FR 77510 277 478

Procès Verbal d'essais en Laboratoire

N° d'affaire: AF.23085
ref labo : 379

Sondage : P3
Profondeur : **0,8 m**
Description visuelle :
Grave argilo-limoneuse

Commune: LA COTE SAINT ANDREE (38)
Désignation: Création voirie

Prélevé par : FPI
Date de prélevement : 04/06/2026
Date de réception : 05/06/2026
Date de fin des essais : 17/06/2026
Conditonnement : Sacs d'échantillon remanié
Couleur : Brun-ocre

GRANULOMETRIE (NF EN ISO 17892-4)

Tamis (mm)	0,06	0,08	0,1	0,2	0,4	0,5	1,0	2	4	5	6,5	8	10	12	14	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
Passant (%)	25,2	25,6	26,0	27,4	32,2	/	/	40,3	/	46,1	/	/	56,1	/	62,6	/	68,4	/	77,1	/	85,9	92,3	100,0	100,0

SEDIMENTOMETRIE (NF EN ISO 17892-4)

Déquivalent (µm)												
Passant (%) (0-63µm)												

Répartition Granulaire (NF EN ISO 17892-4)

Dmax (mm)	<63 um	<80 um	Cu	Cc
65	27,4	29,8	>6	0,1

Propreté

VBS (NF EN 17542-3)	C (0-5/0-50)	Mat. Org. (XP P 94-047)
1,59	0,54	/

Portance

IPI	CBRi	G_{CBRi} (%)
NF P94-078		
4,0	/	/

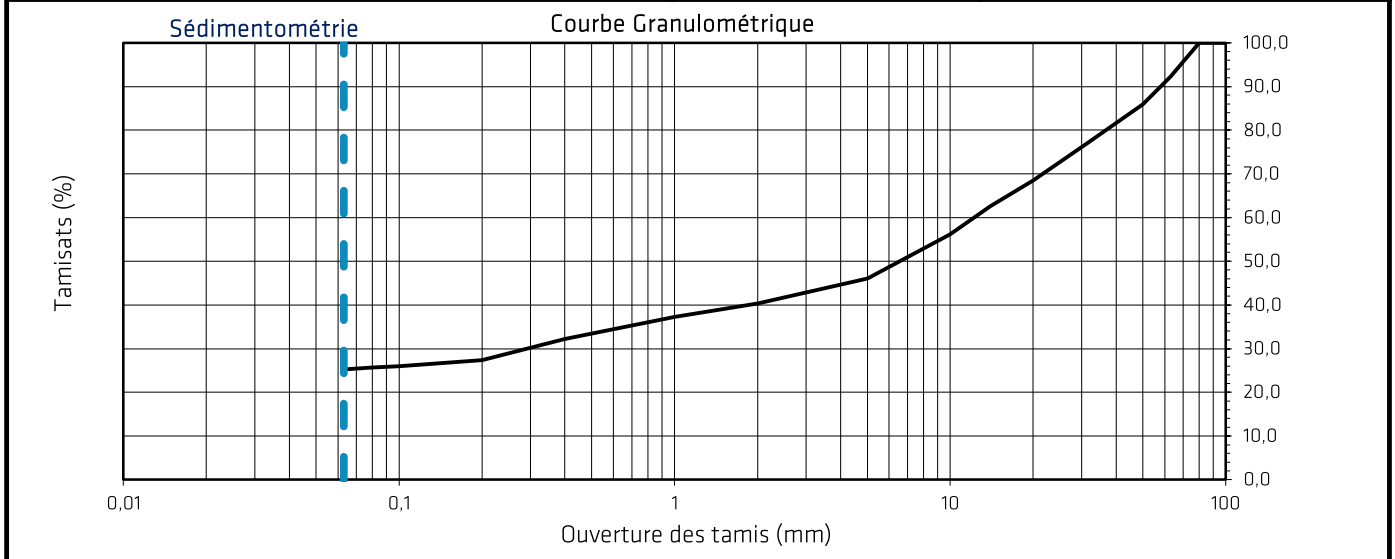
Limites d'Atterberg

NF EN ISO 17892-12

WL : / IP : /
WP : / IC : /

Dureté

MDE (NF EN 1097-1)	LA (NF EN 1097-2)	FR (NF P94-066)	DG (NF P94-067)
/	/	/	/





Teneurs en eau et densités "naturelles"

W_{nat} 0/D NF EN ISO 17892-1	W_{nat} 0/20 NF EN ISO 17892-1	r_d CBR (Mg/m3) NF P94-078	W_{nat}/W_{OPN}
16,2%	20,7%	1,62	/

Catégorie de Déconstruction

(Guide Rhône Alpes de Valorisation des Graves de Déconstruction)

NF EN 933-11 % Contaminants Ra	Rcug	FL	X	TSO_4 NF EN 1744-1
/	/	/	/	/

/

CLASSIFICATIONS

NF P11-300 GTR 2024	VC2I2th
GTR 2000	C1B6th

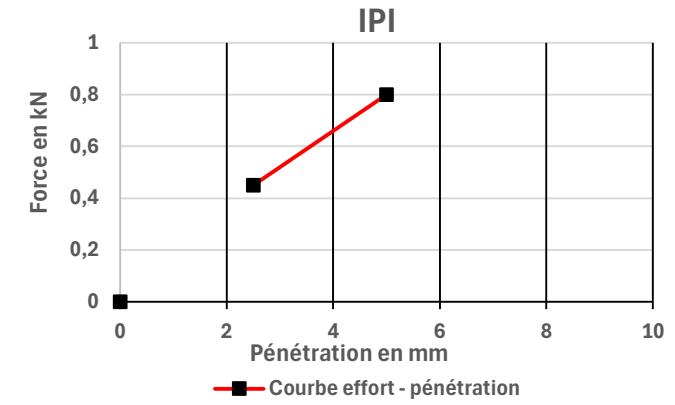
Procès Verbal d'essais en Laboratoire

N° d'affaire: AF.23085

Sondage : P3

Profondeur : **0,8 m**

Caractéristiques de compactage (NF P 94-093)

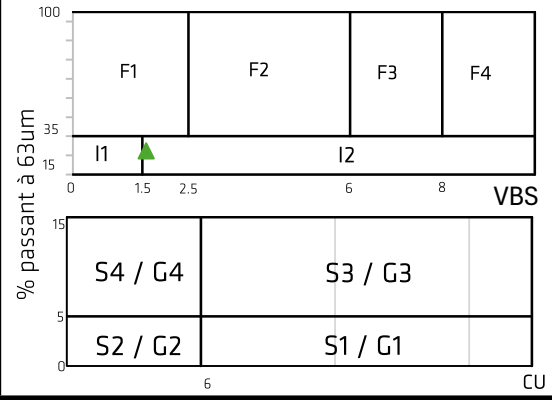


Optimum Proctor	W_{OPN}	r_{dOPN}
Fraction 0-20	/	/
Corrigé sur fraction 0-D	/	/

Masses Volumiques (Mg/m³)

r apparente	r_d sèche	r roche
NF EN ISO 17892-2		NF P94-064
/	/	/

SOLS Dmax <= 63 mm



SOLS Dmax > 63 mm

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

Observations :

CONDITIONS DE REALISATION DES ESSAIS

Les pourcentages de passant aux tamis 63um et 80um sont exprimés respectivement sur les fractions 0-63mm et 0-50mm du matériau.

Conservation des échantillons en intérieur (hall d'entrée non chauffé).

Température d'étuvage 105° (sauf pour les limites d'Atterberg et les essais de teneur en matière organique, étuvage à 50 °C)

Pour l'analyse sédimentométrique, la masse volumique des particules de sols est prise égale à : 0 kg/m3

Les moules utilisés pour les essais Proctor sont des "moules CBR"

La teneur en eau pour chaque "point proctor" est déterminée selon la norme NFP 94-050.

Les essais MicroDeval et Los Angeles sont réalisés sur une fraction de 10/14 mm de l'échantillon.

L'essai MicroDeval est réalisé en présence d'eau dans les tambours.
Limite de liquidité déterminée avec la méthode de Casagrande en 5 points avec teneur en eau décroissante.

La masse volumique des grains solide est effectué par la méthode du pycnomètre liquide de volume 1200mL. Désaération réalisé par agitation mécanique et chauffage doux.

IPI réalisé immédiatement après confection du moule, compactage à l'énergie proctor normal.

CBRi immergée sous l'eau 4j à 22°C avec surcharge de 4.7Kg.

A SAINT VINCENT DE MERCUZE le 17/06/2026

Etabli par : Romain PIERRISNARD

Vérifié par : Christophe BESSON

Kaéna Dauphiné & Siège social
L'épicentre - Voie des chassottes
38660 St Vincent de Mercuze
Tel : 04 76 97 94 64 - contact@kaena.fr

Kaéna Pays de Savoie
520 rue des grives
74 150 Rumilly - Tel : 04 58 10 05 74
paysdesavoie@kaena.fr

Kaéna Rhône et Saône
Parc Aktiland- 1 rue de lombardie
69800 St Priest- Tel : 04 28 29 21 65
rhoneetsaone@kaena.fr

SAS au capital de 98350.00 € - N° SIREN 510277478 - Code NAF 7112B - RCS GRENOBLE - TVA FR 77510 277 478

Procès Verbal d'essais en Laboratoire

N° d'affaire: AF.23085
ref labo : 370

Sondage : P5
Profondeur : **0,8 m**
Description visuelle : Limon sablo-argileux

Commune: LA COTE SAINT ANDREE (38)
Désignation: Création voirie

Prélevé par : FPI
Date de prélevement : 04/06/2026
Date de réception : 05/06/2026
Date de fin des essais : 17/06/2026
Couleur : Brun
Conditonnement : Sacs d'échantillon remanié

GRANULOMETRIE (NF EN ISO 17892-4)

Tamis (mm)	0,06	0,08	0,1	0,2	0,4	0,5	1,0	2	4	5	6,5	8	10	12	14	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
Passant (%)	68,7	71,0	73,1	79,3	85,5	/	/	93,5	/	95,6	/	/	97,5	/	98,4	/	98,8	/	99,5	/	100,0	100,0	100,0	100,0

SEDIMENTOMETRIE (NF EN ISO 17892-4)

Déquivalent (µm)												
Passant (%) (0-63µm)												

Répartition Granulaire (NF EN ISO 17892-4)

Dmax (mm)	<63 um	<80 um	Cu	Cc
5	68,7	71,0	/	/

Propreté

VBS (NF EN 17542-3)	C (0-5/0-50)	Mat. Org. (XP P 94-047)
2,99	0,96	/

Portance

IPI	CBRi	G_{CBRi} (%)
NF P94-078		
9,0	/	/

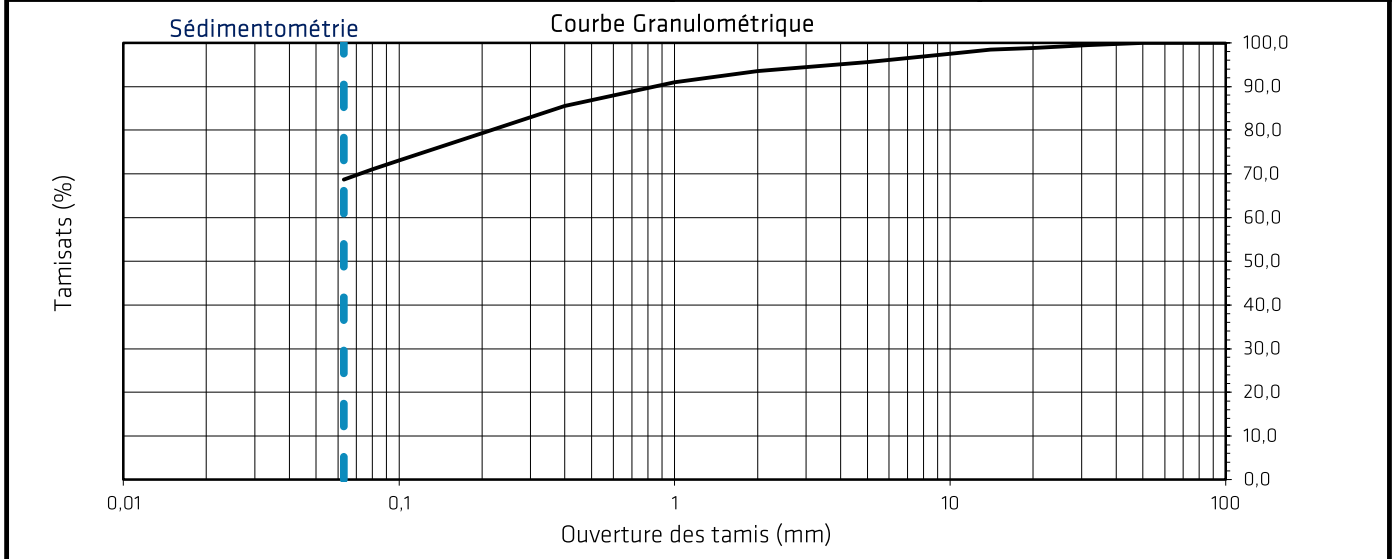
Limites d'Atterberg

NF EN ISO 17892-12

WL : / IP : /
WP : / IC : /

Dureté

MDE (NF EN 1097-1)	LA (NF EN 1097-2)	FR (NF P94-066)	DG (NF P94-067)
/	/	/	/





Teneurs en eau et densités "naturelles"

W_{nat} 0/D	W_{nat} 0/20	r_d CBR (Mg/m3)	W_{nat}/W_{OPN}
NF EN ISO 17892-1		NF P94-078	
19,1%	19,2%	1,54	/

Catégorie de Déconstruction

(Guide Rhône Alpes de Valorisation des Graves de Déconstruction)

NF EN 933-11 % Contaminants				TSO_4
Ra	Rcug	FL	X	NF EN 1744-1
/	/	/	/	/

/

CLASSIFICATIONS

NF P11-300 GTR 2024	F2m
GTR 2000	A2m

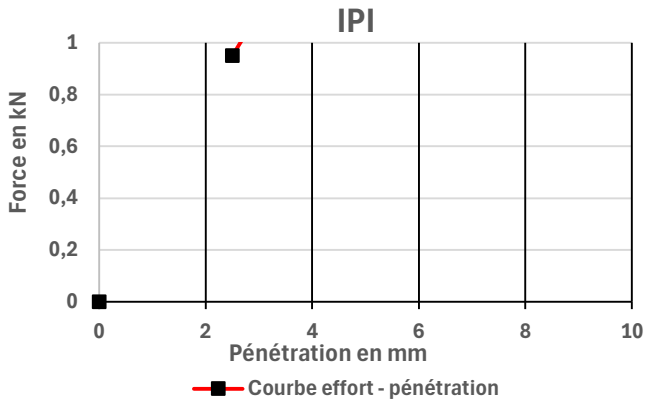
Procès Verbal d'essais en Laboratoire

N° d'affaire: AF.23085

Sondage : P5

Profondeur : **0,8 m**

Caractéristiques de compactage (NF P 94-093)

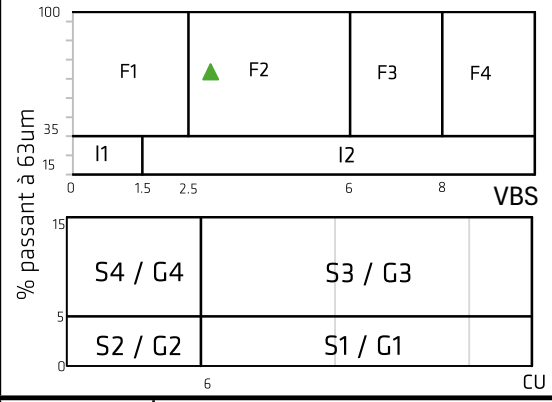


Optimum Proctor	W_{OPN}	r_{dOPN}
Fraction 0-20	/	/
Corrigé sur fraction 0-D	/	/

Masses Volumiques (Mg/m^3)

r apparente	r_d sèche	r roche
NF EN ISO 17892-2		NF P94-064
/	/	/

SOLS Dmax <= 63 mm



SOLS Dmax > 63 mm

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

Observations :

CONDITIONS DE REALISATION DES ESSAIS

Les pourcentages de passant aux tamis 63um et 80um sont exprimés respectivement sur les fractions 0-63mm et 0-50mm du matériau.

Conservation des échantillons en intérieur (hall d'entrée non chauffé).

Température d'étuvage 105° (sauf pour les limites d'Atterberg et les essais de teneur en matière organique, étuvage à 50 °C)

Pour l'analyse sédimentométrique, la masse volumique des particules de sols est prise égale à : 0 kg/m3

Les moules utilisés pour les essais Proctor sont des "moules CBR"

La teneur en eau pour chaque "point proctor" est déterminée selon la norme NFP 94-050.

Les essais MicroDeval et Los Angeles sont réalisés sur une fraction de 10/14 mm de l'échantillon.

L'essai MicroDeval est réalisé en présence d'eau dans les tambours.
Limite de liquidité déterminée avec la méthode de Casagrande en 5 points avec teneur en eau décroissante.

La masse volumique des grains solide est effectué par la méthode du pycnomètre liquide de volume 1200mL. Désaération réalisé par agitation mécanique et chauffage doux.

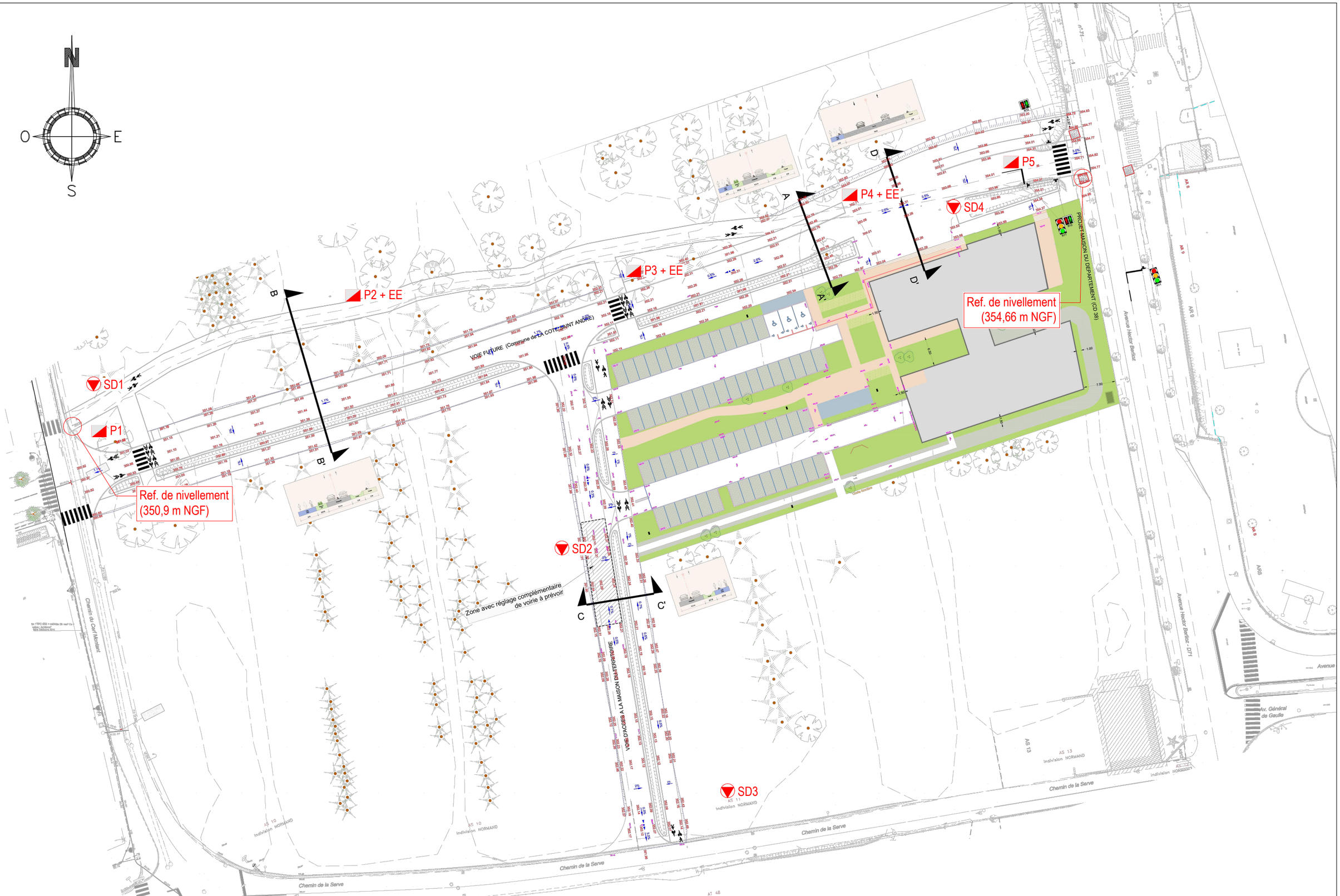
IPI réalisé immédiatement après confection du moule, compactage à l'énergie proctor normal.

CBRi immergée sous l'eau 4j à 22°C avec surcharge de 4.7Kg.

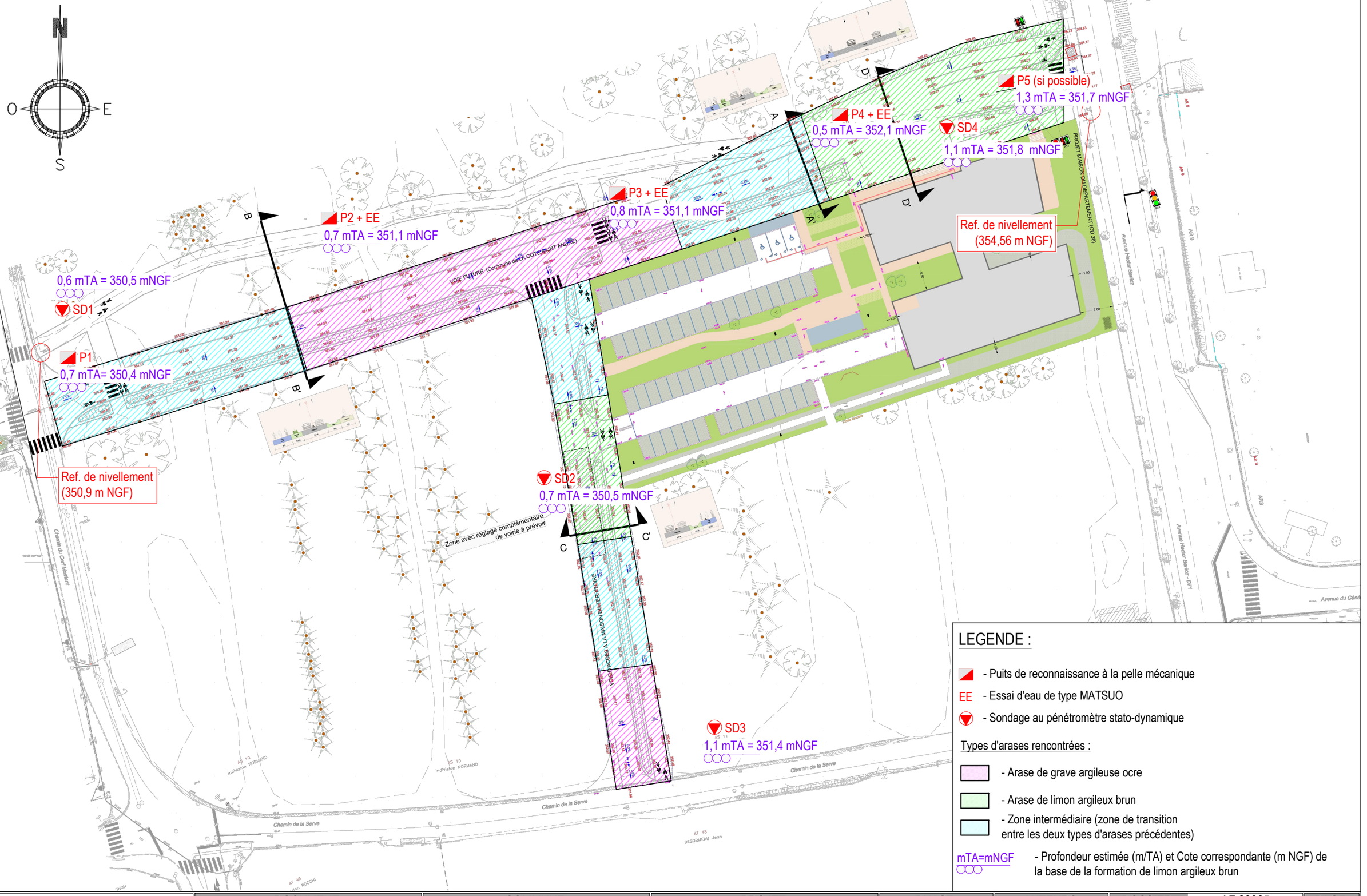
A SAINT VINCENT DE MERCUZE le 17/06/2026

Etabli par : Romain PIERRISNARD

Vérifié par : Christophe BESSON



Kaéna GÉOTECHNIQUE	DOCUMENT:	COMMUNE:	PROJET:	PHASE:	AUTEURS:	DOSSIER: AF.23085	PAGE:
	PLAN D'IMPLANTATION	LA COTE ST ANDRE (38)	Création d'une voirie - PEPINIERE	G2-AVP	DESSINE: JDU	INDICE: A	1/1
					APPROUVE: CGU	DATE: 25/06/2026	
						ECHELLE: 1/750 ème (0 7.50 15) A3	



LEGENDE :

- Puits de reconnaissance à la pelle mécanique
- EE - Essai d'eau de type MATSUO
- Sondage au pénétromètre stato-dynamique

Types d'arases rencontrées :

- Arase de grave argileuse ocre
- Arase de limon argileux brun
- Zone intermédiaire (zone de transition entre les deux types d'arases précédentes)

mTA=mNGF - Profondeur estimée (m/TA) et Cote correspondante (m NGF) de la base de la formation de limon argileux brun

Kaéna GÉOTECHNIQUE

DOCUMENT:	COMMUNE:	PROJET:	PHASE:	AUTEURS:	DOSSIER:	AF.23085	PAGE:
CARTOGRAPHIE DES ARASES	LA COTE ST ANDRE (38)	Création d'une voirie - PEPINIERE	G2-AVP	DESSINE: JDU	INDICE:	A	2/1
					DATE:	16/06/2026	
				APPROUVE: CGU	ECHELLE: 1/750 ème	A3	

Kaéna
GÉOTECHNIQUE
Gagnons sur le terrain

Kaéna Dauphiné & Siège social
L'épicentre - Voie des chassottes
38660 St Vincent de Mercuze
Tel : 04 76 97 94 64 - contact@kaena.fr

Kaéna Pays de Savoie
12 avenue du pont de Tasset
Meythet - 74 960 Annecy
Tel : 04 58 10 05 74 - paysdesavoie@kaena.fr

Kaéna Rhône et Saône
Parc Aktiland- 1 rue de lombardie
69800 St Priest- Tel : 04 28 29 21 65
rhoneetsaone@kaena.fr

SAS au capital de 98350.00 € - N° SIREN 510277478 - Code NAF 7112B - RCS GRENOBLE - TVA FR 77510 277 478

Membre de l'Union Syndicale Géotechnique