

GÉOFONDATION

l'ingénierie du sous-sol

INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE •
selon la norme NF P 94 500

HYDROGÉOLOGIE •
selon la norme NF P 94 500

DIAGNOSTIC POLLUTION •
selon la norme NF X 31-620-2

Maitrise d'ouvrage :

**Unité de Soutien de l'infrastructure de la
Défense de PAU**

Dossier n° CAP 12 08 27-7 :

BAYONNE (64)

1ère avenue de la citadelle

**Création d'un Auvent au-dessus de la butte de tir du
ST2**

Rapport d'étude géotechnique G2PRO

Etabli le 17 juillet 2026 par :

GEOFONDATION - Agence de Bordeaux

 05 56 28 78 90



be@geofondation.fr

www.geofondation.fr

Une équipe à vos côtés dans l'acte de construire

Nos valeurs :

Délais, disponibilité

Prix, adaptabilité

Expertise.

GéoFondation

SOMMAIRE

1. DONNEES D'ENTREES DE L'ETUDE	3
1.1. <i>INFORMATIONS GENERALES</i>	3
1.2. <i>ELEMENTS DE REFERENCES</i>	5
1.3. <i>MISSIONS COMMANDEES</i>	8
1.4. <i>INVESTIGATIONS HYDRO GEOTECHNIQUES</i>	9
2. RISQUES NATURELS RECENSES PAR L'ETAT	10
2.1. <i>GEORISQUES</i>	10
2.2. <i>RISQUE DE REMONTEE DE LA NAPPE</i>	13
2.3. <i>ETUDE DES CARTES GEOLOGIQUES DU BRGM</i>	14
3. RESULTATS DES ESSAIS ET SYNTHESES	15
3.1. <i>ESSAIS HYDROGEOLOGIQUES</i>	15
3.2. <i>ESSAIS DE MECANIQUE DES SOLS</i>	17
3.3. <i>RECONNAISSANCE DES EXISTANTS</i>	19
3.4. <i>MODELE GEOTECHNIQUE</i>	20
4. PRINCIPES DE FONDATION RETENUES	21
4.1. <i>RECOMMANDATIONS SELON L'EUROCODE 7</i>	21
4.2. <i>SOUTÈNEMENT</i>	22
4.3. <i>FONDACTIONS PROFONDES SELON LA METHODE PRESSIOMETRIQUE</i>	26
5. SUITE A DONNER AU RAPPORT POUR LE DCE	32
ANNEXES	36
- Plan de situation,	
- Plan d'implantation,	
- Coupes géotechniques.	
- PV D'essais en laboratoire	

1. DONNEES D'ENTREES DE L'ETUDE

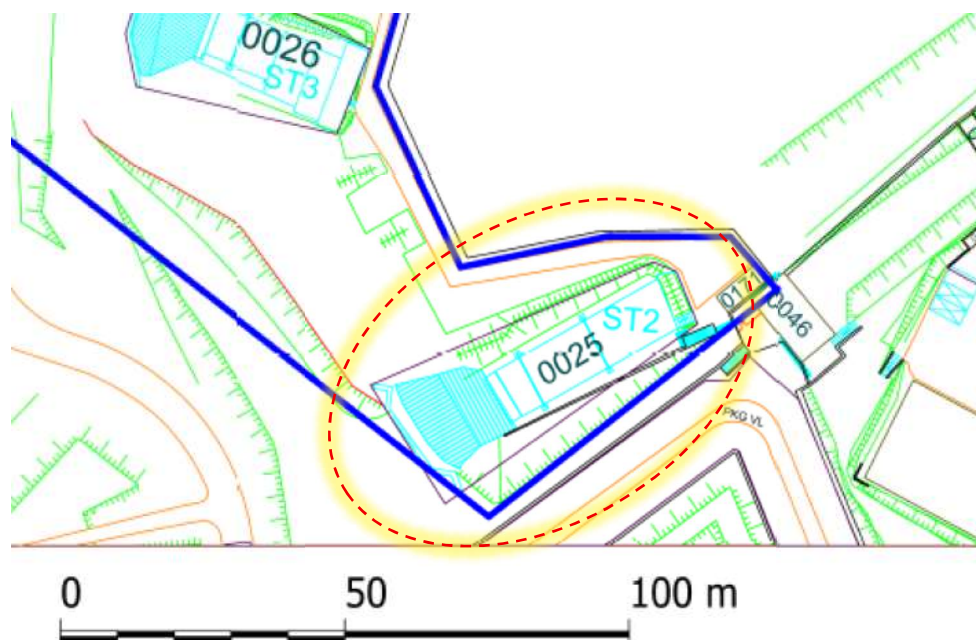
1.1. Informations générales

Maître d'ouvrage	Unité de Soutien de l'infrastructure de la Défense de PAU Camp Aspirant ZIRNHELD – BP 594 64010 PAU CEDEX
Architecte	Aucune information

Projet CAP120827-7

BAYONNE (64) – 1° RPIMa – Citadelle Général Bergé – **Bat 25**

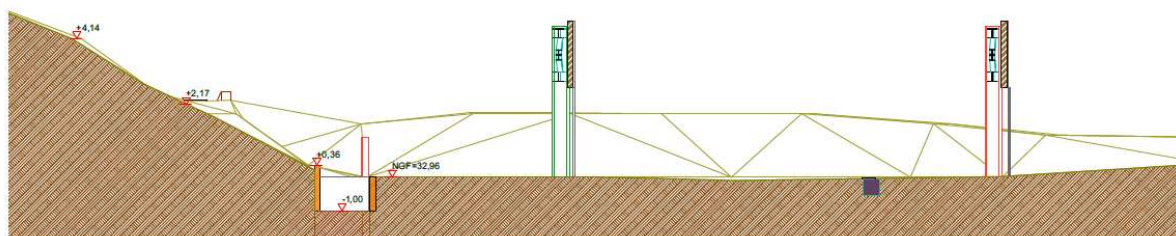
Le projet prévoit la **déconstruction de la fosse existante, qui sera remplacée par une fosse couverte ST2 de 150m².**



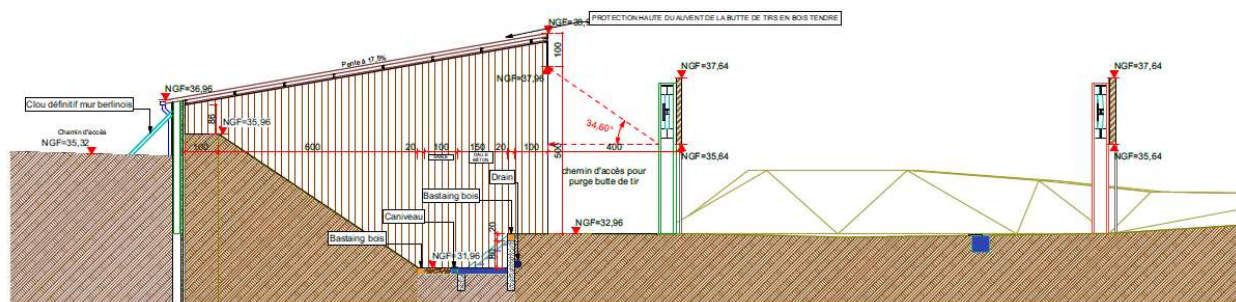
Quelques plans et coupes du projet sont rappelés ci-dessous :

Coupes longitudinales

Coupe CC ETAT ACTUEL

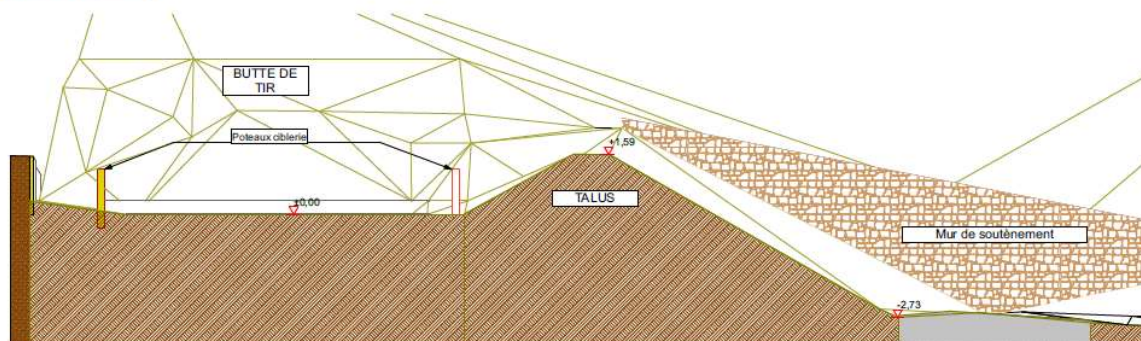


Coupe CC' ETAT FUTUR

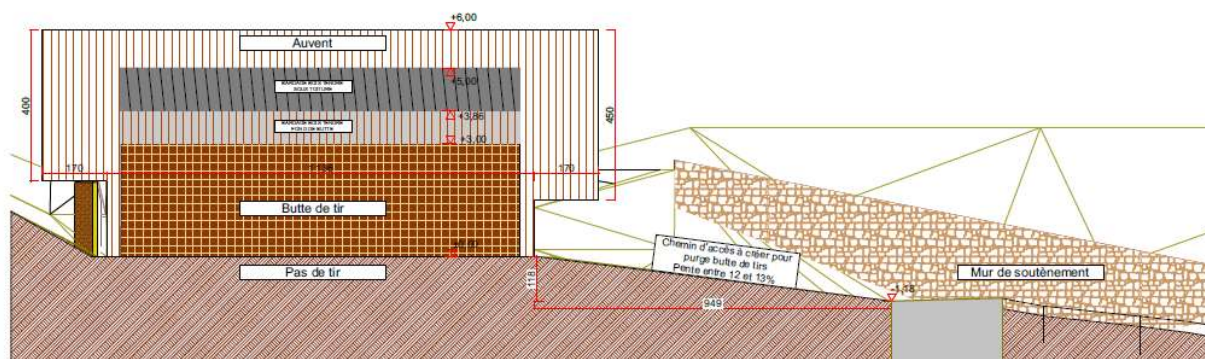


Coupes transversales

Coupe 2 ETAT EXISTANT



Coupe 3 ETAT FUTUR



1.2. Éléments de références

1.2.1. Documents communiqués

En phase G2AVP :

	Désignation	Auteur	Date du doc
1	Courriel de consultation	USID	27/04/2025

En Phase G2PRO :

Nom	Modifié le	Type	Taille
 DCE 2B Plan de masse ÉTAT ACTUEL.pdf	01/07/2026 08:44	Document Adobe ...	612 Ko
 DCE 2C Plan de Masse ÉTAT FUTUR.pdf	01/07/2026 08:44	Document Adobe ...	1 127 Ko
 DCE 3 Coupes longitudinales.pdf	01/07/2026 08:44	Document Adobe ...	532 Ko
 DCE 3 Coupes transversales.pdf	01/07/2026 08:44	Document Adobe ...	680 Ko
 DCE 5 Façades ETAT FUTUR.pdf	01/07/2026 08:44	Document Adobe ...	613 Ko
 DCE Vue en plan Butte de tir.pdf	01/07/2026 08:44	Document Adobe ...	1 128 Ko

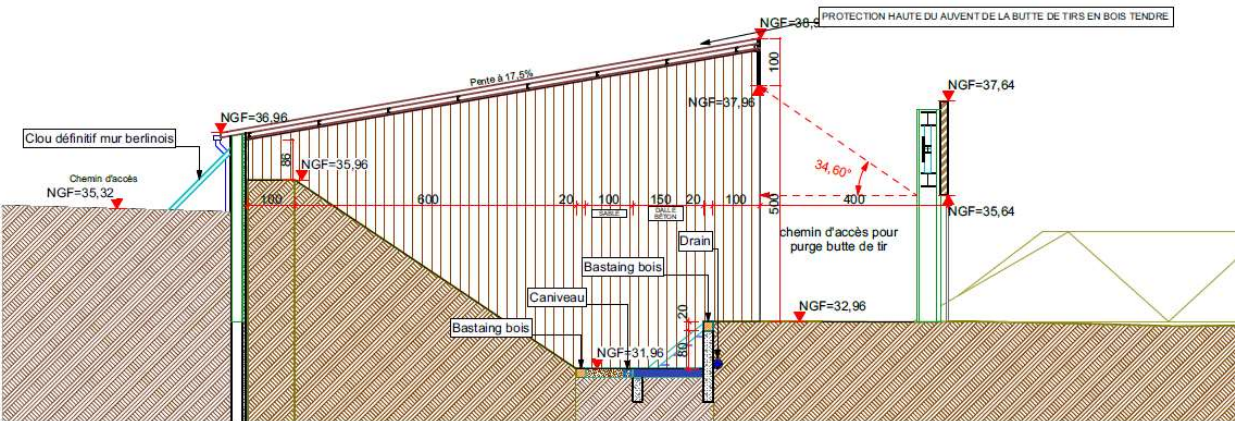
1.2.2. Hypothèses structurales à confirmer par le BET BETON

A ce stade, les descentes de charges du projet ne nous ont pas été transmis. Néanmoins, quelques hypothèses sont prises, en correspondance avec le stand de tir ST3 récemment construit.

- Le projet prévoit la couverture de la butte de tir existante du stand de tir n°2 (ST2) par un auvent d'environ 150m²
- L'Auvent sera fermé par un mur en béton sur les façades Nord-Ouest, Sud-Ouest, et Sud Est.
- Le projet comprend également l'élargissement de la fosse, dont le fond est conservé à 31,96mNGF
- Le niveau du terrain en périphérie du projet se situe vers 35.3mNGF

Les murs en périphérie du projet feront donc office de soutènement jusqu'à +4,14m de hauteur maximum en phase provisoire.

Coupe CC' ETAT FUTUR



Aussi, nous retenons les hypothèses de projet suivantes qui fixent aussi les limites de notre étude :

Emprise	Auvent défini dans le plan de masse
Partie enterrée	Partiellement enterré
Calage altimétrique 0,00	32.96mNGF
Charges structurelles*	NC
Surcharges sur dallage	Pas de dalle basse prévue
Mitoyens	/

*ces charges sont du ressort du BET STRUCTURE, à défaut nous nous sommes basés sur Guide pratique du CSTB « Fondations » établi le 30/9/2005.

10kN = 1Tonne

Remarques générales :

Toute modification du projet tel que résumé ci-dessus ou d'implantation du bâti tel qu'indiquée sur le plan de masse en notre possession pourraient entraîner la caducité de nos conclusions.

1.2.3. Tolérance de tassements à confirmer par le MOE

Les tassements admissibles du projet ne nous ont pas été donnés. Ils dépendent des caractéristiques de la structure projetée et des exigences du maître d'ouvrage. Sous toutes réserves et par hypothèse, les critères de déformation admissible retenus pour cette étude sont :

- Tassement absolu W : inférieur à 2.0 cm ;
- Tassement différentiel : inférieur à 1/500e de la portée (L) entre appuis.

Soit ouvrage par ouvrage :

Type	Structure voile béton 3m<L<5m	Stockage poteaux métal ou béton 8m<L<12m	Dallage béton	Structure bois	Immeuble ou bassin sur Radier
W	≤1cm	≤2cm	≤2cm	≤2cm	≤2cm

1.2.4. Documents de référence

Les ouvrages géotechniques seront définis selon les référentiels suivants :

Ouvrage géotechnique	Référentiel	Mise à jour
Dénomination et description des sols	NF P 94-400-1 NF P 94-400-2	Mai 2003 Avril 2005
Calcul géotechnique	NF EN 1997-1 et 2/NA NF P 94 251-1 NF P 94 252	Sept 2006 Juin 2005 Sept 2007
Fondations	NF P 94 261 « superficielles » NF P 94 262 « profondes » NF DTU13.1	Juin 2013 Juillet 2018 Sept 19
Terrassements GTR	NF P 11 300	09/1992
Eurocode – Classification des sols aux séismes	NF EN 1998-5	2013

Remarque : toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- TA : terrain actuel

1.2.5. Notion de Zone d'influence géotechnique

On doit distinguer :

- Les mitoyens ou avoisinants, c'est-à-dire les bâtiments et réseaux existants en vis à vis du projet
- Et la zone d'influence géotechnique, qui peut aller au-delà des vis-à-vis, par exemple dans le cas de terrassements de masse, notamment en aval d'une pente, de rabattement de la nappe,

En règle générale, la ZIG s'étend sur un rayon :

- de $V_T \geq 4H_T$ autour des terrassements, H_T désignant la profondeur d'excavation, V_T le rayon d'influence des travaux de terrassements,
- de $V_R \geq 5H_R$ autour des rabattements de la nappe, H_R désignant la profondeur de rabattement de la nappe sachant que l'on rabat la nappe souvent plus profondément que les terrassements, par exemple $H_R = H_T + 1$,
- de $V_v \geq 15m$ généralement autour des ouvrages enfoncés dans le sol, améliorations de sols par colonnes ballastées, soutènement par palplanche, ...mais H_v dépend de la technique et de la nappe des sols, les sables absorbent mieux ce type de vibrations mais ils se serrent à proximité immédiate, les marnes diffusent plus loin les vibrations, le battage se diffuse moins que le vibrobattage. ..

La ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) est donc égale au max (V_T ; V_R ; V_v).

1.3. Missions commandées

La mission de GEOFONDATION est conforme au devis n° DEV20250428-02509B du 28/04/2025 accepté sans réserve par le client le 02/06/2025 par le bon de commande n°1513170335. Il s'agit d'une étude géotechnique de conception G2 PRO selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique. Le rapport G2PRO est donc fait pour être exploité par la maîtrise d'œuvre pour son DCE et non par l'entreprise pour sa phase EXE et DET.

Etapes selon norme NF P 94 500	Préalable		Conception				Exécution		Diagnostic
Phases selon norme NF P 94 500	G1ES	G1PGC	G2AVP	G2PRO	G2DCE	G2ACT	G4EXE	G4DET	G5
Missions confiées			X	X					X
Indices			A	B					A

Remarques générales :

Il convient de rappeler que les aspects suivants ne font pas partie de nos missions géotechniques quel que soit le niveau, notamment :

- La reconnaissance de cavités,
- L'érosion des sols et des berges,
- Les diagnostics de pollutions,
- Le potentiel géothermique du site
- L'étude historique du site : en l'absence de données de la part des différents intervenants au moment de notre étude, le présent rapport est limité à nos connaissances propres.
- La reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations,
- Les enquêtes hydrauliques pour définir la cote d'inondation,

1.4. Investigations hydro géotechniques

Nous avons réalisé dans l'emprise du projet, les sondages suivants.

1.4.1. Essais in situ

N°	Technique	Profondeur	Essais	Machine	Cote NGF
SPF1	Tarière mécanique	15 m	Tarière avec essais Pressiométriques NF P 94 110 à 1 m – 2,5 m – 4 m – 5,5 m – 7,0 m – 8,5 m – 10,0 m – 11,5 m – 13 m – 14 m –	GEO205	32.9
TF1	Tarière mécanique	9m	Levé géologique avec enregistrement des paramètres de forage + pose d'un piézomètre*	GEO205	33.7
TF2	Tarière manuelle	2m	Tarière au niveau du talus	TAM	30.4
CPT1	Fonçage des tiges	23,9m	Pénétromètre statique NF P 94 113 à pointe électrique	SCANIA 26T	34.8
PAM1 PAM2 PAM3	Battage de tige	4,0m 1,4m 3,3m	Pénétromètre dynamique à main dans le talus	PAM	37.0
KF1	Test d'infiltration	0,5 m	Essais de perméabilité de type Porchet	/	33.7
RFF1 RFF2	Fouille manuelle	<1,5m	Reconnaissance des fondations des deux dalles qui vont être déconstruites	/	~33

*piézomètre posé sous le tapis au droit de TF1, avec une protection en tête par bouche à clé métallique.

Le plan d'implantation et les coupes des sondages sont donnés en annexes. Le niveau zéro des sondages correspond au niveau du terrain à la date de leur réalisation.

1.4.2. Essais en laboratoire

Analyses	Quantité	Norme
Teneur en eau w	1	NF EN ISO 17892-1
Limites d'Atterberg (au cône de pénétration et au rouleau)	1	NF P94-052-1 + NF P94-051
Classification G.T.R.	1	NF P11-300
Analyse d'agressivité du sol vis-à-vis du béton	1	Norme P18-325-1 (206-1) UOP
Pack ISDI	1	Article R. 214-1 du code de l'environnement

Remarques générales :

Les forages semi-destructifs ou destructifs ainsi que les fonçages statiques ou dynamiques, ne permettent pas de mettre en évidence, de façon certaine, la base des remblais de couverture ni le passage d'un faciès à un autre.

2. RISQUES NATURELS RECENSES PAR L'ETAT

2.1. Géorisques

Le préfet met à disposition divers sites internet permettant d'apporter quelques précisions sur ces risques. D'autres risques existent et peuvent avoir une répercussion sur le projet comme notamment :

- La présence de pollution des sols qui peuvent induire une agressivité vis-à-vis des bétons (hors mission)
- Présence de carrière (hors mission),
- Présence de cavités souterraines type karts ou vide de dissolution (hors mission).

Sur cette commune, le site www.georisques.fr relève les risques suivants :

INONDATION



Risque à mon adresse INFORMATION NON DISPONIBLE

Risque sur ma commune RISQUE EXISTANT

Certaines parties du territoire de votre commune : Bayonne sont inondables

[→](#)

SÉISME



Risque à mon adresse RISQUE EXISTANT - MODÉRÉ

Risque sur ma commune RISQUE EXISTANT - MODÉRÉ

Des tremblements de terre, séismes, peuvent toucher votre adresse

[→](#)

RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES



Risque à mon adresse RISQUE EXISTANT - MODÉRÉ

Risque sur ma commune RISQUE EXISTANT - IMPORTANT

Votre adresse est exposée au retrait-gonflement des argiles

[→](#)

RADON



Risque à mon adresse RISQUE EXISTANT - FAIBLE

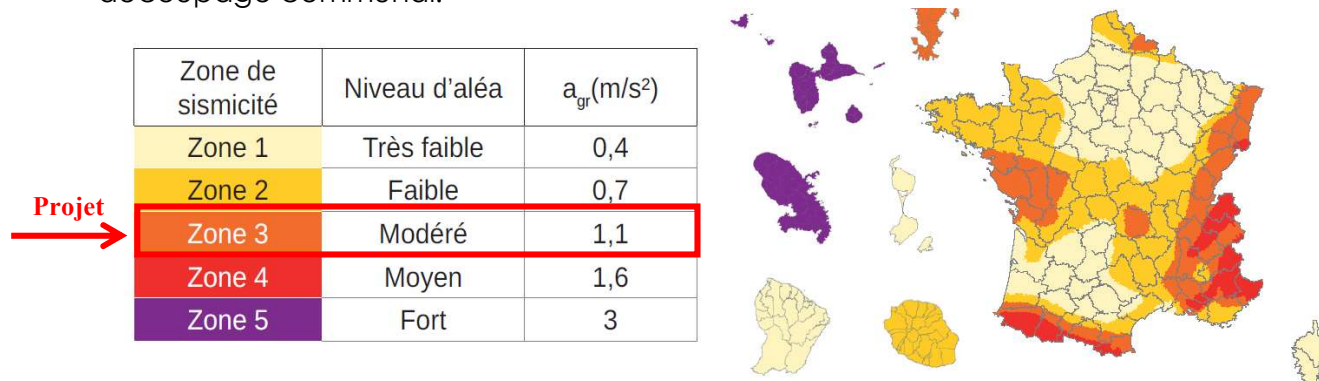
Risque sur ma commune RISQUE EXISTANT - FAIBLE

Votre adresse est exposée au radon, un gaz radioactif qui s'échappe naturellement du sol

[→](#)

2.1.1 Risque sismique selon l'EuroCode8

Le zonage réglementaire définit cinq zones de sismicité croissante basées sur un découpage communal.



La commune de Bayonne se trouve dans une zone sismique de niveau 3, ce qui est considéré comme risque sismique modéré.

Projet →

Catégorie d'importance	Description
I	Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	- Habitations individuelles. - Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. - Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. - Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. - Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. - Parcs de stationnement ouverts au public.
III	- ERP de catégories 1, 2 et 3. - Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. - Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. - Établissements sanitaires et sociaux. - Centres de production collective d'énergie. - Établissements scolaires.
IV	- Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. - Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. - Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. - Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. - Centres météorologiques.

Exigences sur le bâti neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité.

	I	II	III	IV
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2	Eurocode 8 ³ $a_g=0,7$ m/s ²			
Zone 3	PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_g=1,1$ m/s ²	Eurocode 8 ³ $a_g=1,1$ m/s ²	Eurocode 8 ³ $a_g=1,1$ m/s ²
Zone 4	PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_g=1,6$ m/s ²	Eurocode 8 ³ $a_g=1,6$ m/s ²	Eurocode 8 ³ $a_g=1,6$ m/s ²
Zone 5	CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_g=3$ m/s ²	Eurocode 8 ³ $a_g=3$ m/s ²	Eurocode 8 ³ $a_g=3$ m/s ²

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

L'Eurocode 8 s'applique en zone de sismicité 3 pour les bâtiments de catégorie d'importance 2 et plus, mais il ne s'applique pas pour les ouvrages de catégorie 1. La catégorie d'importance du bâtiment est à confirmer par la maîtrise d'ouvrage.

Le paramètre retenu pour décrire l'aléa sismique au niveau national est une accélération a_{gr} , accélération du sol «au rocher» (le sol rocheux est pris comme référence).

Pour le calcul, d'autres coefficients majorateur ou minorateur viennent pondérer l'accélération. Il en résulte l'accélération de calcul a_n suivante :

Catégorie d'importance	Classe de sol (EC8)	Site	Zone risque	α	Agr Accélération de base	Coefficient d'importance	Accélération horizontale de calcul a_n
II	C	1,5	3		1,1m/s ²	$\gamma_I = 1,0$	1,65m/s ²
III	C	1,5	3		1,1m/s ²	$\gamma_I = 1,2$	1,98 m/s ²
IV	C	1,5	3		1,1m/s ²	$\gamma_I = 1,4$	2,31 m/s ²

Remarque sur la liquéfaction :

En zone de sismicité 3 et plus, le risque de liquéfaction doit être étudié. Le sondage CPT1 indique des sols potentiellement liquéfiables entre 8 et 10m de profondeur. D'autres sondages que nous avons réalisé au niveau des Bat 28 et 29 ont indiqué également des zones liquéfiables et non liquéfiables en profondeur. Le risque ne concerne donc qu'une poche et non une couche homogène sous l'ensemble.

1ère approche par la nature de sols et les essais en laboratoire :

Les horizons liquéfiables au droit de CPT1 correspondent à des sables bruns argilo-limoneux, voire des argiles sableuses. Aucune analyse en laboratoire n'a été réalisée sur ces argiles en profondeur, mais les argiles liquéfiables sont thixotropes, ce qui n'est généralement pas le cas des argiles A1 et A2.

On rappelle le critère suivant sur la nature des sols :

Peuvent a contrario être considérés comme exempts de risque :

- a) les sols dont la granulométrie présente un diamètre à 10 %, D_{10} supérieur à 2 mm ;
- b) ceux dans lesquels on a simultanément :

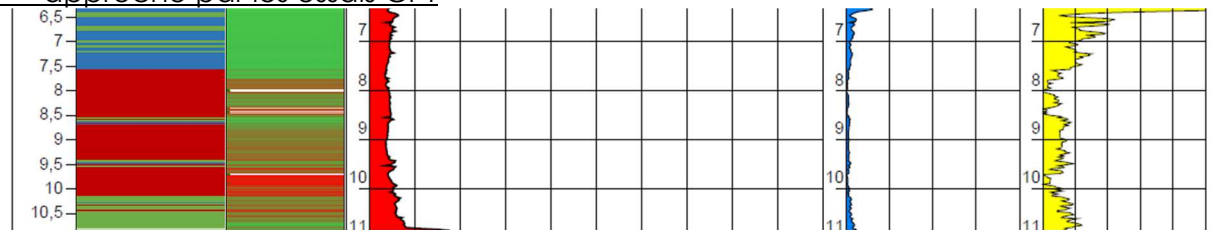
$$D_{70} < 74 \mu$$

$$I_p > 10 \%$$

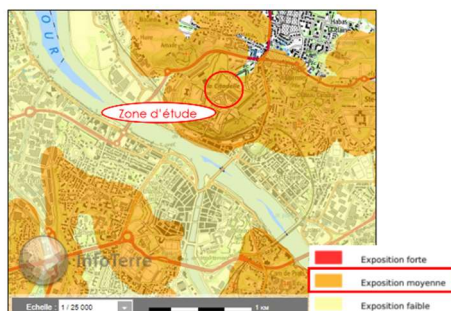
D'après nos essais en laboratoires :

- $D_{10} < 8\text{mm}$, donc le critère (a) n'est pas validé
- $D_{70} \approx 0,58\text{mm}$, donc le critère (b) n'est pas validé.

Les critères a et b ne sont à priori pas validés selon nos premières analyses. Le risque de liquéfaction devra donc être pris en compte.

2ème approche par les essais CPT

Cet essai fait apparaître une série de fine couche liquéfiable. Parmi ces couches, seule la couche vers 10 m est intéressante. Elle semble faire 30cm et moins. Or le CT38 indique qu'en deçà de 30cm, la liquéfaction peut être négligée.

2.1.2 Risque argiles

Le projet se situe sur une zone d'aléa moyen au retrait et gonflement des argiles. Les essais en laboratoires confirment cette classification en aléa moyen.

Pour comprendre cette cartographie, il convient de se reporter à l'article R112-5 (V) du code de la construction (**Code de la construction et de l'habitation. - art. R112-5 (V)**)

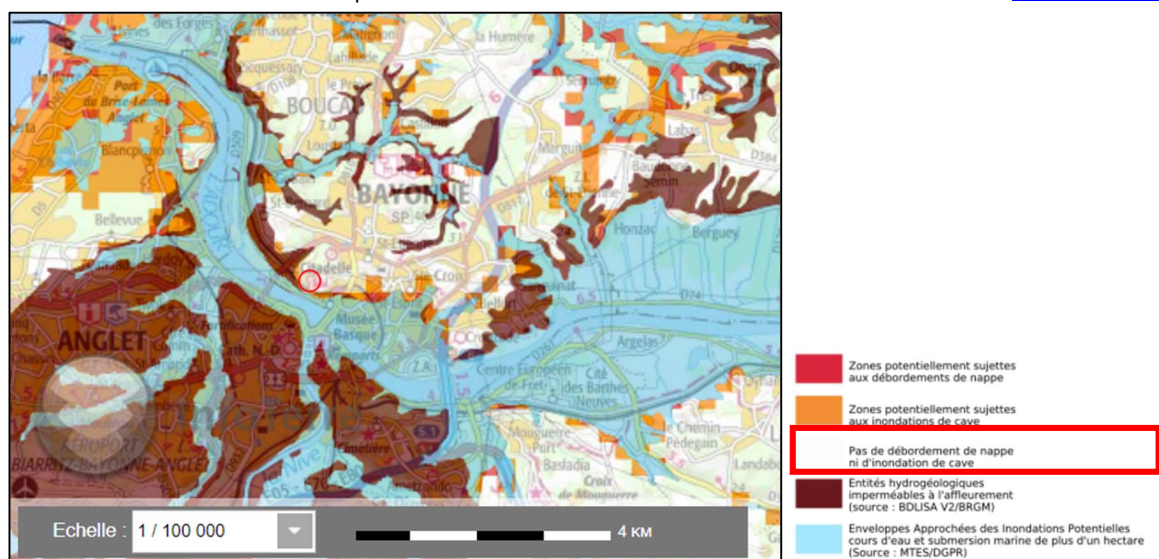
Nos essais en laboratoire et nos reconnaissances géologiques permettent de mettre à jour cette classification à partir des résultats des essais en laboratoires, au regard du tableau ci-dessous de Bigot et Zerhouni (2000) :

Paramètres d'identification			Susceptibilité de variation de volume de sol
Indice de Plasticité Ip (%)	Pourcentage de passant au tamis de 80µm (%)	VBS (g/100 de sol)	
>30	>90	>6	Forte
15<Ip<30	>50	2<VBS<6	Moyenne
<15	>50	<2	Faible

Le Risque RGA est reclassé à FAIBLE.

2.2. Risque de remontée de la nappe

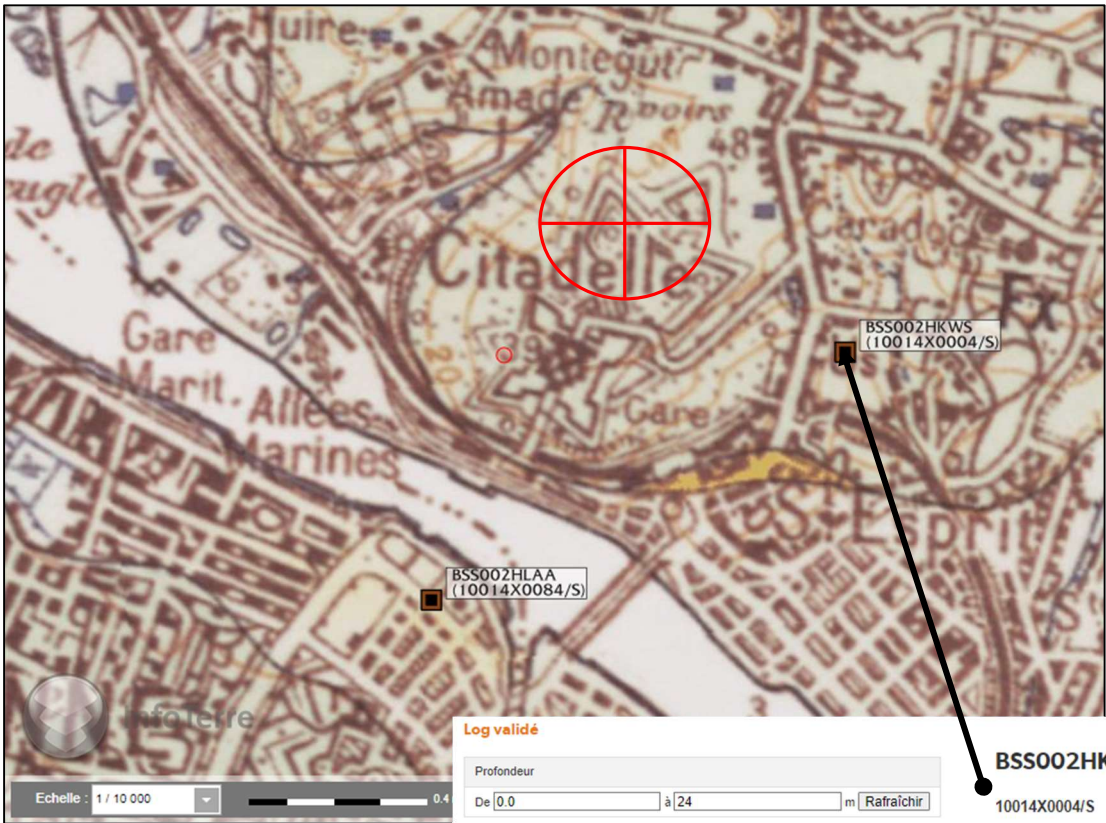
Une évaluation de ce risque est donnée dans le site internet du BRGM : www.infoterre.fr.



On peut voir sur la carte ci-dessus que le projet n'est à priori pas sujet aux inondations par débordements de nappe ou aux inondations de cave. Néanmoins, ce zonage est à considérer avec prudence compte tenu de l'échelle de la carte.

2.3. Etude des cartes géologiques du BRGM

La carte géologique au 1/50 000 de BAYONNE dont un extrait figure ci-dessous, indique que le site d'étude se trouve sur des formations de terrasses alluviales (Fx). Une des archives de la base de données du sous-sol repérée au plus proche du projet est positionnée ci-dessous. Elle nous donne une indication sur la succession lithologique en profondeur.



Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
0.80			Limon brun jaune.		25.90
1.70			Limon sableux, jaune roux.		25.00
			Sable argileux, jaune à jaune roux.	Quaternaire	
23.85	Formation des Grès de Biarritz		Grès coquillier, très compact.	Rupélien	2.85
24.00					2.70

3. RESULTATS DES ESSAIS ET SYNTHESSES

3.1. Essais hydrogéologiques

3.1.1. Mesures piézométriques in situ

Lors de nos investigations en septembre 2025, une étendue d'eau stagnante était présente dans la zone centrale basse du projet.



Néanmoins aucune venue n'a été relevé dans nos sondages profonds. Il s'agirait donc d'une poche d'eau liée à une mauvaise gestion des écoulements dans cette zone aménagée.

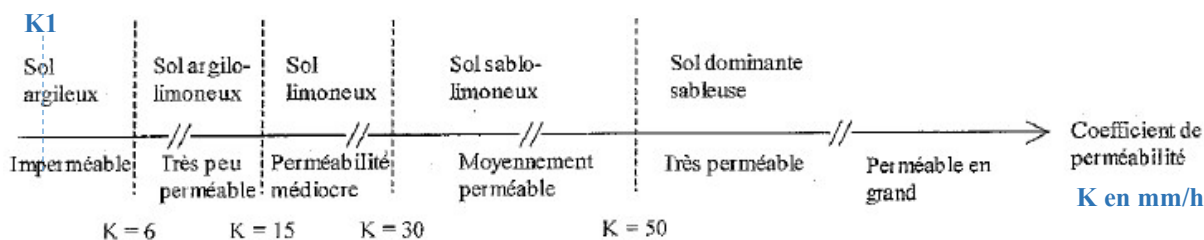
Remarques générales :

A ce propos, l'intervention ponctuelle du géotechnicien dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne lui permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où le niveau d'eau mentionné dans le rapport d'étude correspond nécessairement à celui relevé à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

3.1.2. Perméabilités mesurées in situ

Les essais de perméabilité de type Porchet réalisés au droit de nos sondages ont donné les résultats suivants :

Sondages	Profondeur poche/TN	Faciès	K en mm/h	K en m/s
K_F1	0,56m	Sable brun beige argileux	0,3	$9,6.10^{-8}$



Les résultats de ces essais d'eau révèlent une très faible perméabilité des sols, caractéristiques des sols argileux. On note que les sols étaient relativement saturés lors de nos investigations.

Remarques générales :

Il est rappelé qu'il s'agit d'essais ponctuels qui ne reflètent que partiellement la perméabilité à l'échelle du site. En effet les débits d'infiltration seront fortement influencés par les variations lithologiques qui peuvent être rencontrées au sein de ces formations (intercalations de niveaux argileux au sein des sables et graviers) et par les niveaux de la nappe qui peut remonter.

3.2. Essais de mécanique des sols

3.2.1. Relevés géotechniques in situ

L'implantation des sondages, est donné en annexes, mais est rappelé dans l'image ci-dessous :



REMBLAIS DE TALUS Sondages PAM1-2-3 et TF2

Les sondages réalisés au niveau des talus ont révélé de fortes hétérogénéités, avec des caractéristiques mécaniques qui ont tendance à augmenter avec la profondeur mais pas systématiquement. Le sondage TF2 indique qu'il s'agit de sols plutôt sablo-limoneux fins, néanmoins les reconnaissances visuelles de la lithologie sont limitées à 2m (sondage manuel) dans ces zones de talus.

Sondage	Compacité	PAM3	PAM2	PAM1
Niveau du TN/ TN _{SP1}		~ +3m	~ +4m	~ +7m
1a : TV et sables lâches	0,4 à 3,0MPa	0,8m	1,3m	1,3m
1b : Sable limoneux hétérogène	1,5 à 8,0	3,3m	(Refus)	2,8m

Lithologie en profondeur : SPF1, TF1 et CPT1

➤ **Faciès n° 1 :**

- **Nature** : Sables marron beige
- **Profondeur de la base** ≈ 0,8 à 1,8m/TN
- **Compacité** : hétérogène par nature
- Faciès plutôt compact sur le chemin (selon CPT1) mais absence d'une couche de forme graveleuse ou dalle béton spécifique à la zone de fosse.

Caractéristiques mécaniques mesurées (MPa)		
Q _c	PI	E _m
1 à 10	0,45	5,7

➤ **Faciès n° 2 :**

- **Nature** : Argiles limoneuse / sableuses
- **Profondeur de la base** $\approx -7\text{m}/\text{TN}_{\text{SPF1/CPT1}}$
- **Compacité** : moyenne

Caractéristiques mécaniques mesurées (MPa)		
Qc	PI	E _M
1,0 à 2,0	0,9 à 1,6	30 à 49

➤ **Faciès n° 3 :**

- **Nature** : Argiles limoneuses/ sols fins argileux
- **Profondeur de la base** $\approx -11\text{m}/\text{TN}_{\text{CPT1}}$
- **Compacité** : faible

Caractéristiques mécaniques mesurées (MPa)		
Qc	PI	E _M
0,5 à 1,0	0,9 à 1,1	30 à 43

➤ **Faciès n° 4 :**

- **Nature** : Sable brun argileux à argiles limoneuses
- **Profondeur de la base** $>21\text{m}$
- **Compacité** : Hétérogène : bonne au droit de SP1 et molle au droit de CPT1 !

Caractéristiques mécaniques mesurées (MPa)		
Qc	PI	E _M
4 à 16	1,8 à 2,3	34 à 64

Remarques générales :

Pour une bonne maîtrise des aléas géotechniques, la norme oblige à enchaîner les missions géotechniques avec une partie intellectuelle (synthèse, dimensionnement, visa, contrôle) à chaque étape du projet, ESQ, AVP, PRO, EXE, DET, En particulier, la norme demande une réappropriation du modèle géotechnique par l'entreprise de gros œuvre qui passe forcément par des essais *in situ* et en laboratoire d'étalonnage ou pour compléter le modèle. Nous conseillons le maître d'œuvre d'inscrire dans son DCE un prix pour la mission G3 séparé en deux avec une partie essais d'étalonnage et une partie intellectuelle (NHG, NDC, DOE, ...).

3.2.2. Analyses en laboratoire selon le Guide GTR

Les analyses en laboratoires ont permis de relever les résultats suivants

Sondages	Profondeur	Faciès	GTR	V _{bs}	W _{nat}	% Passant	
						2	0,08
SPF1	0,0 à 1,5m	Sable fin limoneux	A1	0,69	18,7%	96,95	40,36
TF1	0 à 1m	Sable limoneux	A1	0,60	12,8%	87,64	42,86

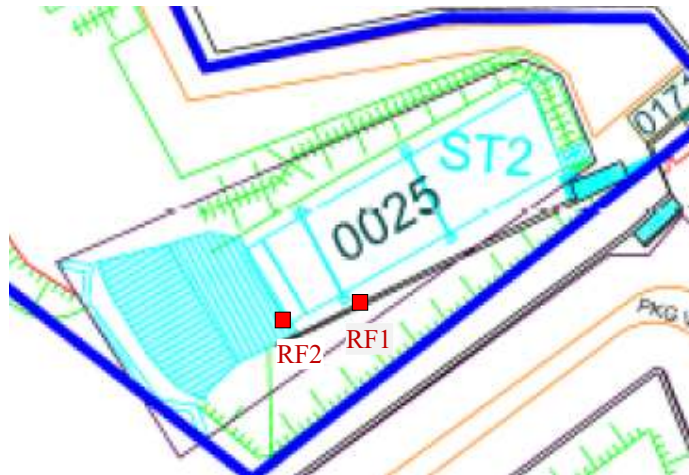
Les résultats sont présentés en annexe sous forme de procès-verbaux.

On note qu'un peu plus loin, au droit des bât 28-29, nos sondages ont révélés en profondeur des sols argileux sensibles au retrait et gonflement des argiles, de classe A2 selon le GTR.

3.3. Reconnaissance des existants

La surface du stand de Tir est recouverte d'une membrane textile noire ou rouge. Sous cette géomembrane, nos sondages n'ont pas mis en évidence la présence d'une dalle ni d'une structure rigide particulière.

Nous avons réalisé deux fouilles de reconnaissance des fondations existantes.



Ces fouilles ont révélé que :

- Au droit de RF1 : Les fondations du mur de soutènement Sud descendent à plus de 95cm de profondeur par rapport au TN actuel,
- Au droit de RF2 : le petit Muret de soutènement de hauteur 1,22m à 1,35m situé devant la fosse réceptacle ne présente pas de fondation remarquable. Ce mur semble posé sur le sable, avec un ancrage de 20cm sous la fosse.

Les coupes des sondages sont données en annexes.

3.4. Modèle géotechnique

Les caractéristiques de cisaillement des sols ont été déduites des résultats des essais pressiométriques, à partir des natures des sols, de notre expérience locale et des corrélations de Ménard.

Nous proposons de retenir les caractéristiques mécaniques suivantes des sols pour le dimensionnement des soutènements, depuis le sommet de la butte vers 36mNGF.

Il est prévu un terrassement du haut de la butte (actuellement vers 37.10mNGF).

SP1 : TN à 33mNGF

	Faciès	Prof. Base // 36mNGF	Cote NGF de la base	PI (MPa)	E _m (MPa)	γ (kN/m ³)	Φ' (°)	C' (kPa)
0	Butte	3m	33	0,2		18	25	0
1	Sables argileux	5m	31	0,3	2	18	25	0
2	Argiles sableuses	9m	27	0,5	5	18	25	3
3	Argiles molles	12m	24	0,25	2	17	25	1
4	Argiles sableuses	17m	19	0,80	8	19	27	5
5	Argiles sableuses	>20m	<15	1,50	20	19	30	7

Remarques générales :

Pour une bonne maîtrise des aléas géotechniques, la norme oblige à enchaîner les missions géotechniques avec une partie intellectuelle (synthèse, dimensionnement, visa, contrôle) à chaque étape du projet, ESQ, AVP, PRO, EXE, DET, mais surtout une partie essais et sondages nécessaires (pressiomètre approfondi par exemple pour des pieux, pelles mécaniques pour des fondations superficielles) en plus des contrôles usuelles (essais à la plaque, enregistrements des paramètres de forages, essais sur béton, ...) et ce à chaque phase. En particulier, la norme demande une réappropriation du modèle géotechnique par l'entreprise de gros œuvre qui passe forcément par des essais *in situ* et en laboratoire d'étalonnage ou pour compléter le modèle. Nous conseillons le maître d'œuvre d'inscrire dans son DCE un prix pour la mission G3 séparé en deux avec une partie essais d'étalonnage et une partie intellectuelle (NHG, NDC, DOE, ...). Afin de vérifier les paramètres de sols, nous recommandons dans le cadre de la mission G3 d'études d'exécution, la réalisation de sondages et essais en laboratoire (essais triaxiaux) afin de connaître les caractéristiques intrinsèques réelles des matériaux.

4. PRINCIPES DE FONDATION RETENUES

4.1. Recommandations selon l'EuroCode 7

Nos essais, nos sondages et la bibliographie permet de dresser une liste préliminaire des aléas géotechniques que le maître d'œuvre et le constructeur devront prendre en compte pour la suite du projet :

- La sismicité du site (chapitre 2.1.1)
- La faible perméabilité des sols de surface
- L'hétérogénéité des sols avec une zone argilo-sableuse compacte au droit au SPF1 et une zone limono-argileuse bien plus molle au droit de CPT1.
- Des sols mous au droit de CPT1 sur plus de 8m de profondeur.
- Selon la localisation des nouveaux appuis du projet, les sols d'assises des fondations peuvent être très hétérogènes.

Dans le cas de fondations ponctuelles, indépendants du système de soutènement, ces derniers seront adaptés au sol par l'intermédiaire de :

Le projet sera donc adapté au sol par l'intermédiaire de fondations profondes selon la norme NF P94-262, de type **pieux métalliques battus**. Les pieux seront descendus dans les limons argileux à partir de 11m de profondeur.

Pour rappel, les murs périphériques de la fosse feront office de soutènement jusqu'à +4,3m de hauteur maximum en phase provisoire. Il est prévu que ce soutènement soit assuré par une **paroi berlinoise clouée**, avec un ancrage minimal de 2m dans les argiles sableuses moyennement denses (faciès 2)

4.2. Soutènement

4.2.1. Contexte d'intervention

On dit que le stand de tir correspond à une zone de fosse par rapport au fait qu'il est bordé par des murs en pierre de grande hauteur.



4.2.2. Terrassements et déconstruction

Ces terrassements vont intéresser des sables plus ou moins limoneux puis des terrains argileux à argilo-sableux. Ces travaux de terrassements devraient pouvoir être réalisés avec des engins classiques à godets. Nous recommandons de réaliser ces travaux de terrassements en période climatique favorable compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols à extraire.

Les travaux de déconstruction devront garantir la stabilité des talus et des ouvrages existants.

Il conviendra de démolir tous les ouvrages enterrés, correspondant notamment aux fondations et éventuelles caves des existants, avec évacuation des produits de démolition et réalisation de remblais de substitution si nécessaire. Les appuis de fondation ne devront pas être établis au sein des sols rapportés mais devront les traverser.

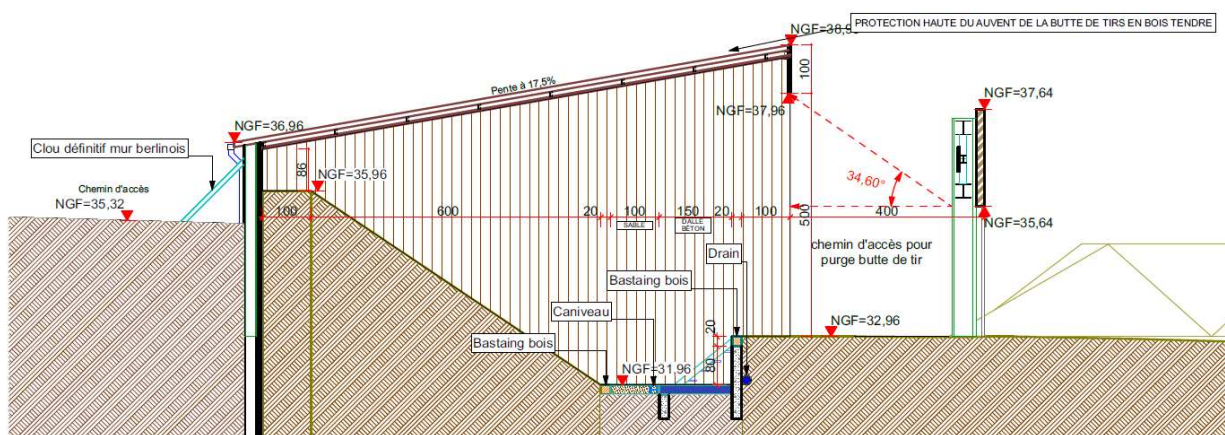
4.2.2. Talus

Le sondage TF2 a révélé des horizons sableux dans ces talus. Aussi, les travaux pourront se faire en réalisant des talus provisoires et définitifs n'excédant pas **2H/ 1V dans les sables limoneux**. Si la pente doit être accentuée (ce qui semble prévue), nous préconisons la réalisation de **murs de soutènement par une berlinoise type arcachonnaise**.

4.2.3. Dimensionnement du soutènement

Calculs KREA

Coupe CC' ETAT FUTUR

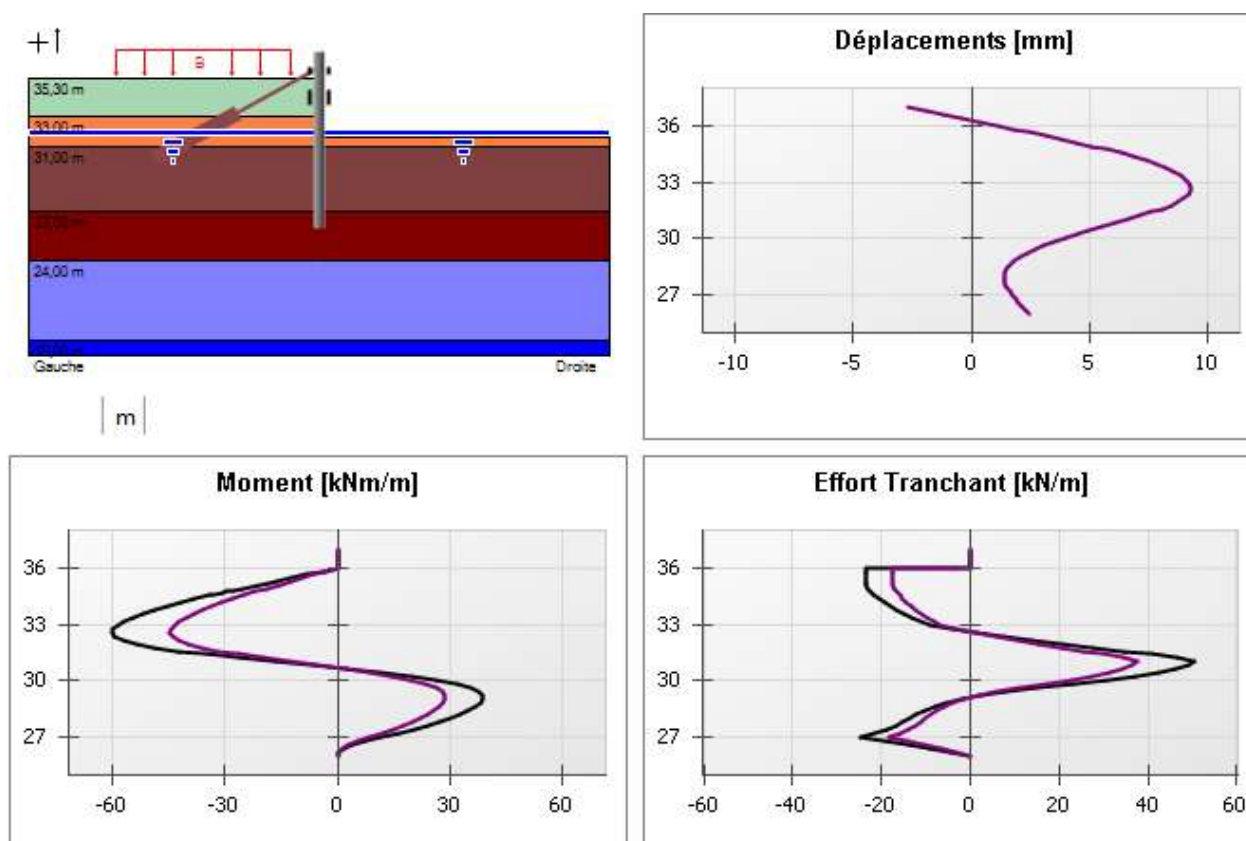


La vérification du soutènement est réalisée à l'aide du logiciel KREA, avec les hypothèses suivantes :

- Profilés : HEB200 de 11 m de longueur espacés de 1,4m avec blindage béton ;

- Clou/Tirant : Barre acier Ø32mm, de longueur 8m, incliné à 45° (longueur scellée 4m)
- Surcharge : 10 kPa éloigné de 1 m en tête du soutènement pour tenir compte de la circulation sur le chemin d'accès,
- Niveau du terrain en tête de la paroi : 35.32 NGF
- Terrassements à l'intérieur de la paroi : fond de fouille à 31.6 NGF, soit -3,7m/TA
- Niveau de nappe : 32 m NGF

Les résultats de la modélisation sont présentés en annexes et résumés ci-dessous :



Les résultats de la modélisation mettent en évidence des déplacements maximum de l'ordre de 1.0 cm sur la paroi.

L'équilibre vertical du massif d'ancrage est vérifié si la portance en pointe est garantie. La portance en pointe devra être vérifiée dans les phases ultérieures du projet, selon les surcharges d'exploitation de l'Auvent (Poids propre, Vent, ..), non transmis à ce stade)

Les déformations acceptables devront être validées par la maîtrise d'œuvre. Si ces déformations ne sont pas acceptables il conviendrait de prévoir une paroi plus épaisse ou la densification des clous/tirants.

Nous préconisons la mise en œuvre d'une surveillance altimétrique quotidienne durant le chantier pour vérifier les déplacements des parois, afin d'adapter si nécessaires les

dispositions constructives à mettre en œuvre, avec l'augmentation de la densité des butons par exemple.

Compte tenu du contexte géotechnique et hydrogéologique du site, les hypothèses retenues devront impérativement être confirmées dans le cadre de la mission G3 qui sera réalisée par l'entreprise.

4.2.4. Interaction avec la nappe

Compte tenu des ouvrages projetés, la nappe, quasi affleurante lors de nos investigations, pourrait interagir avec le projet, avec des possibles venues d'eau depuis les remblais, notamment si les travaux sont réalisés pendant la période défavorable (hiver-printemps). Ces venues d'eau devront être pris en compte par l'entreprise en charge des travaux.

En cas d'arrivées d'eau dans la fouille, il faudra prévoir de mettre en place le dispositif adéquat pour pomper l'eau et s'assurer de travailler dans des fouilles sèches. Il faudra aussi revoir le système de soutènement pour prendre en compte le gradient de la nappe induit par ces excavations.

En phase provisoire, il appartient à l'entreprise de s'entourer d'un géotechnicien ou hydrogéologue pour définir le rabattement adéquate en fonction de ces heures de travail, de rabattement acceptable par les avoisinants, des autorisations de rejet (selon débit), de la pollution éventuelle de la nappe, de la nécessité de décanter les eaux boueuses,mais surtout en fonction de la loi sur l'eau.

4.2.5. Avoisinants

En l'absence de données sur les fondations des grands murs de soutènements en pierre avoisinants, Toutes les précautions devront être prises pour ne pas les déstabiliser. La réalisation de reconnaissance de fondations mitoyennes et avoisinantes au projet pourra être nécessaire afin d'adapter si nécessaires les terrassements ou fondations en fonction notamment des profondeurs d'ancrage et débords éventuels.

4.2.6. Remblaiements périphériques

Une attention particulière devra être portée aux remblaiements périphériques des parties enterrées notamment dans les zones de talutage, avec un compactage soigné par couches minces pour minimiser les risques de tassements différentiels avec les sols en place, en particulier au droit des zones de circulations piétonnes ou voiries.

Dans le cas d'une réutilisation des matériaux sableux excavés, un suivi strict devra être mis en œuvre par l'entreprise en charge des travaux avec réalisation d'essais et sondages de contrôle permettant de garantir la bonne réutilisation de ces matériaux.

Afin de s'affranchir des éventuels tassements des remblais sous leur poids propres, il est nécessaire d'obtenir **dans le corps du remblais** les valeurs suivantes :

$$q_d > 5 \text{ MPa (norme NFP 94 115)}$$

4.3. Fondations profondes selon la méthode pressiométrique

4.3.1. Généralité

En général, les fondations profondes traversent une ou plusieurs couches compressibles pour s'ancrer dans un horizon présentant des caractéristiques mécaniques favorables, appelé couche d'ancrage. La hauteur d'encastrement ou fiche du pieu, D , est sa longueur enterrée.

La descente de charge F_d aux ELS doit être inférieure à la charge de Fluage $R_{c;cr;d}$ telle que :

$$F_d \leq R_{c;cr;d} = R_{c;cr;k} / \gamma_{cr} \text{ en compression.}$$

$$F_d \leq R_{t;cr;d} = R_{t;cr;k} / \gamma_{s;cr} \text{ en traction}$$

Avec :

- Pour les éléments de fondations mis en œuvre sans refoulement du sol :

$$R_{c;cr;k} = 0,5 R_{b;k} + 0,7 R_{s;k} \quad \text{et} \quad R_{t;cr;k} = 0,7 R_{s;k}$$

- Pour les éléments de fondations mis en œuvre avec refoulement du sol :

$$R_{c;cr;k} = 0,7 R_{b;k} + 0,7 R_{s;k} \quad \text{et} \quad R_{t;cr;k} = 0,7 R_{s;k}$$

Les facteurs partiels de résistance sont les suivants :

Résistance	Symbole	Valeur ELS Cara	Valeur ELS QP
Fût en compression	γ_{cr}	0.9	1,1
Fût en traction (y compris micropieux)	$\gamma_{s;cr}$	1.1	1.5

Dans la procédure du « Modèle de terrain », la contrainte de pointe $R_{b;k}$ et le frottement $R_{s;k}$ se définissent par les formules suivantes :

$$R_{b;k} = A_b q_b / \gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}$$

$$R_{s;k} = \text{somme} \{A_{s;i} q_{s;i} / \gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}\}$$

Les coefficients de modèle $\gamma_{R;d1}$ et $\gamma_{R;d2}$ dépendent de la technique de pieux et d'investigations géotechnique (« pressiométrie » ou « pénétrométrie statique »). En compression ou en traction, on obtient :

	$\gamma_{R;d1}$	$\gamma_{R;d2}$
Tarière creuse	1,15 (compression) 1.4 (traction)	1,1
Micropieu II ou III	2	1,1

4.3.2. Résistance de pointe

L'encastrement minimal D_{ef} dans la couche porteuse est au minimum de trois diamètres pour les pieux inférieurs à 0,5 m de diamètre. Pour les diamètres supérieurs à 0,5 m, l'ancrage doit être d'au moins 1,5 m. Dans ces conditions,

$$q_b = k_p p^*_{le}$$

Avec

Si $D_{ef} / B \geq 5$; $k_p = k_{pmax}$	Argiles et limons	Sable et graviers	Craie	Marne et calcaire marneux	Roche altérée et fragmentée
k_{pmax} pour une tarière creuse	1,3	1,65	1,6	1,6	2,0

Si $D_{ef} / B < 5$, on prendra $k_p = 1 + (k_{pmax} - 1) (D_{ef} / B) / 5$

Au regard des essais réalisés dans le faciès 2, nous retiendrons : $P^*_{le} = 0,5 \text{ MPa}$

Extrait de la norme sur les ancrages dans la couche porteuse : « NOTE 1 – Au minimum l'encastrement effectif dans la couche porteuse est pris égal à 3 diamètres ou 1,50 m pour des pieux de diamètres supérieurs à 0,5 m. Si l'entreprise de fondations spéciales peut garantir la bonne exécution de l'encastrement de la pointe des pieux dans la couche porteuse soit par des prélèvements d'échantillons, soit par l'emploi de trépan, soit encore par l'utilisation de carottier alors cet ancrage peut être réduit à une valeur minimale de 0,50 m. »

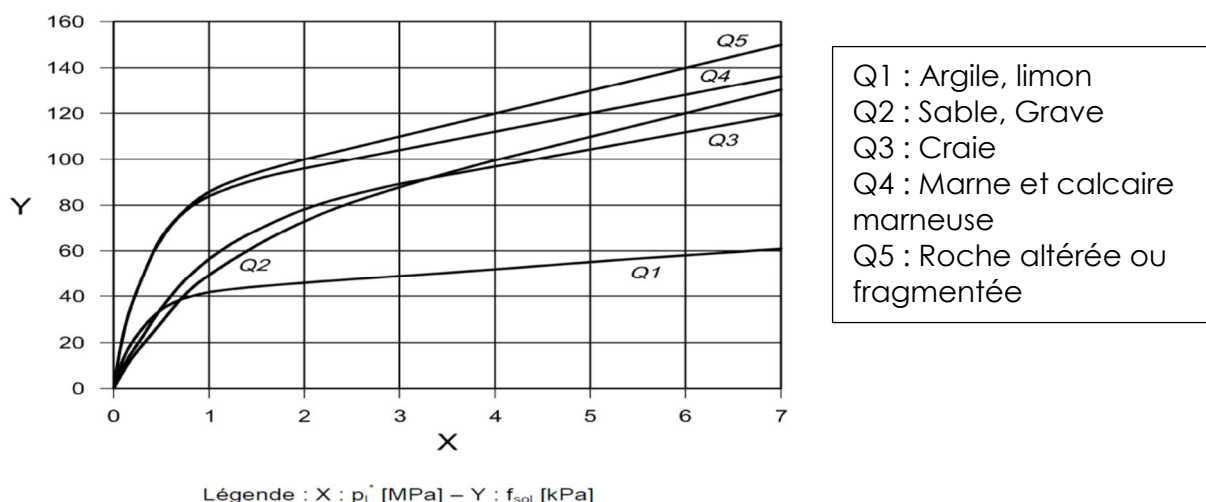
4.3.3. Résistance de frottement axial

$$q_s(z) = \alpha_{\text{pieu-sol}} f_{\text{sol}} [p^*_l(z)]$$

avec $f_{\text{sol}} [p^*_l(z)] = (a p^*_l + b) (1 - e^{-c \times p^*_l})$

Tableau F.5.2.2 — Valeurs numériques des paramètres a, b et c des courbes f_{sol} — Méthode pressiométrique

Type de sol	Argile % $\text{CaCO}_3 < 30\%$ Limon Sols intermédiaires	Sols intermédiaires Sable Grave	Craie	Marne et Calcaire- Marneux	Roche altérée ou fragmentée
Choix de la courbe	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
a	0,003	0,01	0,007	0,008	0,01
b	0,04	0,06	0,07	0,08	0,08
c	3,5	1,2	1,3	3	3

Figure F.5.2.1 — Courbes f_{sol} pour la méthode pressiométriqueChoix des valeurs de $\alpha_{pieu-sol}$

Technique	Argiles limons	Sable gravier	Craie	Marnes et calcaires marneux	Roche altérée et fragmentée
H battu	0,5	0,9	0,8	0,8	0,8

4.3.4. Hypothèses de dimensionnement des H Battu

Nous proposons de retenir le modèle géotechnique suivant à partir du sondage SP1.

Faciès	Nature (3)	Prof./Ta (1)	Pl	f_{sol} kPa	H battu	
					$\alpha_{pieu-sol}$	qs en kPa
1	Butte +sables	5m	0,2	22,48	0,5	10,2
2	Argiles sableuses	9m	0,5	37,72	0,5	17,14
3	Argiles molles	12m	0,25	26,14	0,5	11,88
4	Argiles sableuses	17m	0,8	41,96	0,9	37,76
5	Argiles sableuses	>23m	1,5	62,60	0,9	56,34

Le TA indiqué correspond à la zone amont, soit 36mNGF. SP1 est réalisé vers 33mNGF.

- (1) Nous attirons l'attention sur la forte hétérogénéité des sols, et donc possiblement du substratum, reconnu entre -10 et -14m de profondeur dans nos sondages.
- (2) La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent par ailleurs des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. Précisons notamment que l'évolution du substratum « décomposé » vers le substratum « altéré » puis « compact » se fait de façon progressive et continue. Les coupes lithologiques détaillées des sondages sont jointes en annexe.
- (3) Minoré pour le calcul de la contrainte de pointe
- (4) Au regard de l'amendement de juillet 2018 portant sur la norme NFP94-262, la prise en compte d'un coefficient de frottement en micropieux type III pour des sols dont la pression limite est < 1 MPa n'est plus possible. Pour autant, nous proposons deux approches :
 - l'une consistant à reprendre les qs de micropieu type III pour des $p_l > 1$ MPa prévus par la norme initiale mais sous réserve d'une validation du BE de contrôle d'une part et la réalisation d'essais de contrôle type chargement ou arrachement d'autre part.
 - l'autre de prendre dans les sols de $p_l \leq 1$ MPa les valeurs de qs du type II pour le type III.

N.B. : conformément à l'amendement de juillet 2018 portant sur la norme NFP94-262, et dans le cas notamment où l'ouvrage nécessite moins de 25 micropieux de classe 1bis et

8, il est permis de remplacer l'essai de contrôle d'exécution par une majoration forfaitaire des sollicitations amenées par l'ouvrage de 50 % lorsque les fondations ne travaillent qu'en compression (à l'ELS sous toutes combinaisons et à l'ELU sous les conditions fondamentales), ce qui équivaut à prendre en compte un coefficient d'abattement de 1.5 sur les frottements latéraux pour les micropieux.

4.3.5. Ebauche dimensionnelle

Un prédimensionnement des pieux est réalisé à titre indicatif à l'aide du logiciel FOXTA. Les charges définitives verticales, horizontales devront être prises en compte par l'entreprise en charge des travaux dans le cadre d'une mission G3. En particulier pour un Auvent, les efforts horizontaux et moments peuvent être dimensionnants par rapport à la seule compression verticale.

La courbe de capacité portante des pieux sont donnés ci-dessous :



4.3.6. Etudes préparatoires et contrôles

Le choix entre les différentes techniques devra être précisé notamment dans la mission G3 à confier à l'entrepreneur générale en complément des missions G2 PRO et G2 DCE/ACT (non confiées à ce jour) ayant servi à l'élaboration du DCE par la maîtrise d'œuvre.

L'entreprise de Gros Œuvre devra fournir obligatoirement pour validation au géotechnicien de la mission G4 et au bureau de contrôle :

En phase préparatoire au chantier EXE :

- Une note d'hypothèses géotechniques (NHG) établie par une mission G3 indiquant les DDC donnés par le BET ainsi que le modèle géotechnique retenu pour l'EXE. L'entreprise devra se réapproprier le modèle géotechnique des missions G2 en le confrontant avec des sondages à sa charge.
- La note de calculs des (micro)pieux justifiants des diamètres, profondeurs et armatures à mettre en œuvre,

En phase de chantier DET :

- L'enregistrement systématique des paramètres de forage et d'injection sur tous les (micro)pieux. Cela permettra entre autres la validation de la NHG via notamment les 1ers forages à proximité des sondages pressiométriques pris pour référence. Par la suite, ces enregistrements seront vérifiés quotidiennement par le conducteur de travaux afin de signaler toutes anomalies aux modèles hydro géotechniques pris pour l'EXE. Le cas échéant, il proposera les adaptations à prévoir en cours d'exécution.
- Le contrôle prévu par la norme NF P 94-262 selon le type de fondation prévu :
- ✓ Essais d'informations avec l'établissement d'une fiche coupe des terrains rencontrés lors du forage de chaque pieu :
 - ☞ L'altimétrie de la tête du pieu lors de l'exécution,
 - ☞ le diamètre du pieu,
 - ☞ la coupe des terrains rencontrés lors du forage et notamment le toit des marnes et calcaires,
 - ☞ les enregistrements des paramètres de forage (vitesse d'avancement, poussée sur l'outils, couple de rotation...),
 - ☞ la date du début et de fin du forage,
 - ☞ la date de la mise en place des armatures et du bétonnage,
 - ☞ une courbe de bétonnage,
 - ☞ les éventuels incidents survenus en cours d'exécution.
 - ☞ Dans le cas de pieux à la tarière creuse asservie, on fournira, pour chaque pieu, l'enregistrement continu des paramètres de forage et de bétonnage. A ce propos, on maintiendra une pression de béton < 2 bars sur toute la hauteur de forage.
- ✓ Essais de conformité et/ou de contrôle : l'on se réfèrera au paragraphe 8.9 de la NFP 94-262. Nous rappelons qu'il faut prévoir ces essais à raison de :

fondations sollicitées en compression	fondations sollicitées en traction
1/200	1/50

- ✓ Essais de contrôle du fût : des essais de contrôle du fût seront prévus dans tous les cas. La nature et le nombre d'essai à réaliser sont récapitulés dans le tableau ci-après en cas de contrôle renforcé :

Tableau 6.4.1.2 – Nombre minimal de pieux ou de barrettes à ausculter pour des contrôles renforcés d'intégrité

	Méthodes d'auscultation (Notes 1 à 4)		
	A	B	C
Nombre de pieux concernés	1/6 par transparence (Note 2)	1/8 par transparence (Note 2) + 1/6 par impédance (Note 3)	1/4 par impédance (Note 3)
Notes : (1) Les procédures A, B ou C sont indifféremment autorisées mais les procédures A et B ne sont possibles que si les pieux sont armés sur toute leur hauteur. (2) Selon la norme NF P 94-160-1 (méthode sonique par transparence). Dans ce cas, les tubes utilisés, de 40 mm de diamètre intérieur minimum, sont à placer de façon à ne pas nuire à l'enrobage des armatures principales des cages. (3) Selon la norme NF P 94-160-4 ou NF P 94-160-2 (méthode vibratoire par impédance ou par réflexion). Lorsque cette méthode n'est pas applicable ou lorsque la géométrie et le contexte géotechnique sont susceptibles d'en compromettre la pertinence, il convient de recourir à la méthode B. Lorsque le défaut de représentativité de la méthode par impédance est constaté a posteriori, il convient d'effectuer des auscultations au moyen de la méthode sismique parallèle selon la norme NF P 94-160-3. (4) Les normes de type NF EN se substitueront aux normes de type NF P 94-160 lorsqu'elles seront applicables.			

La méthode d'impédance mécanique est déconseillée si l'élancement du pieu est supérieur à 20.

En phase DOE :

- Les excentrement mesurés par un géomètre et les implications sur les dimensionnements des pieux et micropieux (vérification et justifications des moments supplémentaires, ...). Le plus simple étant de réaliser des longrines de redressements. Aussi, il faudra transmettre au plus tôt ces éléments au BET béton pour qu'il adapte sa structure.
- Les résultats des essais d'impédance sur les pieux à contrôle renforcé.
- Un plan de récolement des pieux, indiquant l'écart entre l'implantation prévue pour les pieux et leur implantation réelle, devra être fourni dans les quinze jours après la réalisation de ces derniers.
- Un DOE où l'entreprise transmettra un rapport indiquant le recollement de chaque (micro)pieux avec ces enregistrements, les coupes relevées, la position des pieux relevées a posteriori, les anomalies relevées et les adaptations réalisés.

Notons que ce paragraphe et ce chapitre ne se substitue pas au CCTP des fondations profondes, il a pour objet de rappeler certaines règles de bonne conception et exécution.

5. SUITE A DONNER AU RAPPORT POUR LE DCE

Toute modification du projet (importance, implantation, niveau, conception ...) peut rendre les conclusions de cette étude inadaptées.

La présente Etude Géotechnique de conception phase G2AVP+PRO a permis d'identifier les principaux aléas du site.

Des variations ou hétérogénéités locales, non mises en évidence lors de l'investigation, peuvent apparaître en cours de travaux et nécessiter des adaptations constructives. Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet.

A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2ACT+G3 à G4) devra suivre la présente étude (mission G2 PRO).

GEOFONDATION reste à la disposition des intervenants pour chiffrer tout ou une partie des missions G2, G3 et G4.

Une mission G4 de contrôle et suivi d'exécution a été confiée à GEOFONDATION. Cette mission permettra de vérifier la conformité des travaux aux objectifs définis et en phase projet et d'adapter ces derniers selon les aléas résiduels restant en phase travaux. Elle se décompose en 2 phases ;

- **une phase Supervision de l'étude d'exécution** : Avis sur l'étude géotechnique G3 fournie par l'entreprise, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

- **une phase Supervision du suivi d'exécution** : Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé des avoisinants concernés et sur les adaptations.

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des « conditions générales des missions géotechniques » jointes en annexe avec un extrait de la version actuelle de la norme NFP 94 500 du 30 novembre 2013.

Etabli le 17/07/26 par :
Onihasina RANDRIANASOLO
randrianasolo@geofondation.fr
Pour l'agence de MERIGNAC



Vérifié par :
Benoît DELTRIEU
deltrieu@geofondation.fr



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'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

Conditions générales des missions géotechniques

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art. L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'étude géotechnique préalable (G1 ES et G1 PGC), d'étude géotechnique d'avant-projet (G2 AVP), d'études géotechniques de projet (G2 PRO et G2 DCE/ACT), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) doivent être réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à GEOFONDATION peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- l'exécution d'investigations géotechniques engage GEOFONDATION uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage GEOFONDATION sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- toute mission d'étude géotechnique préalable G1 ES et/ou G1 PGC, d'étude géotechnique d'avant-projet G2 AVP ou de diagnostic géotechnique G5 exclut tout engagement de GEOFONDATION sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission d'étude géotechnique de conception G2 dans son intégralité (G2 PRO et G2 DCE/ACT) lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de conception G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de GEOFONDATION ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

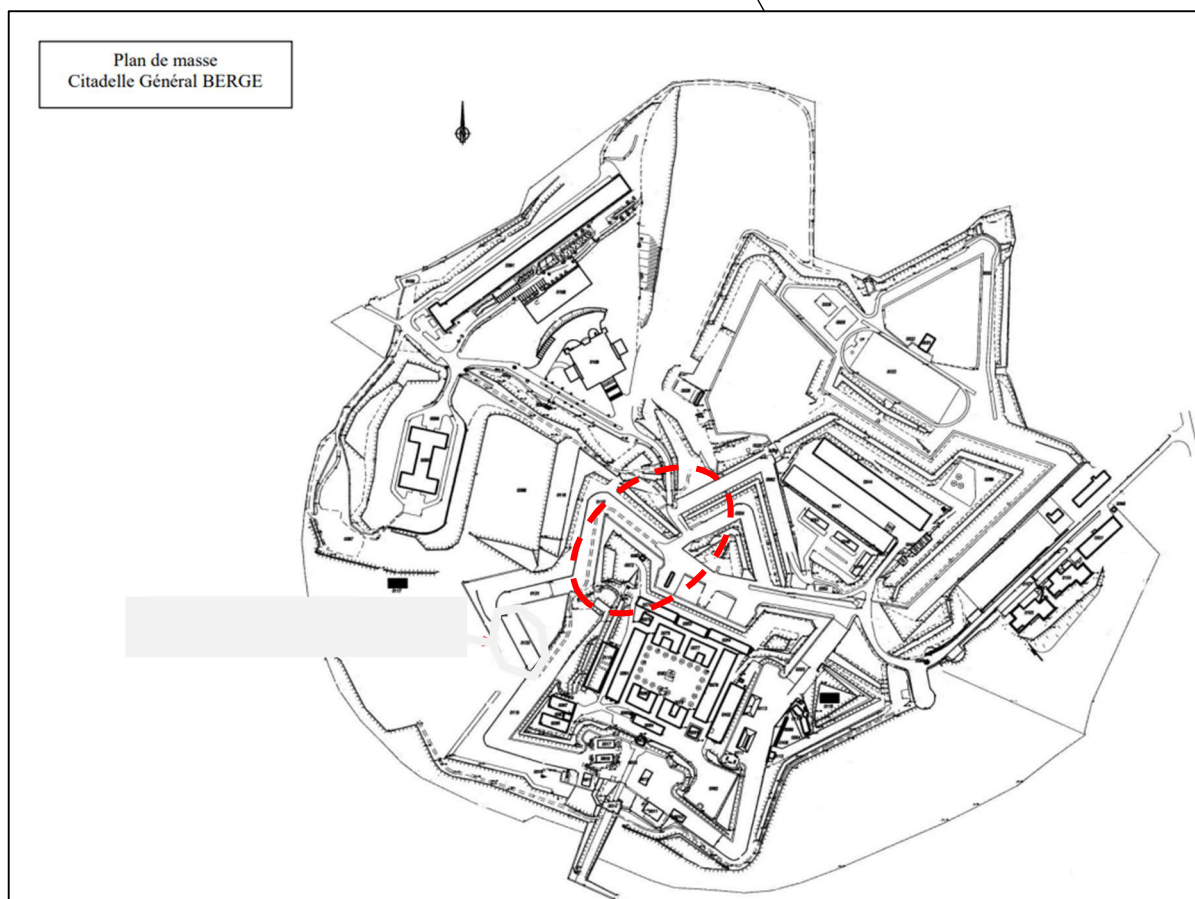
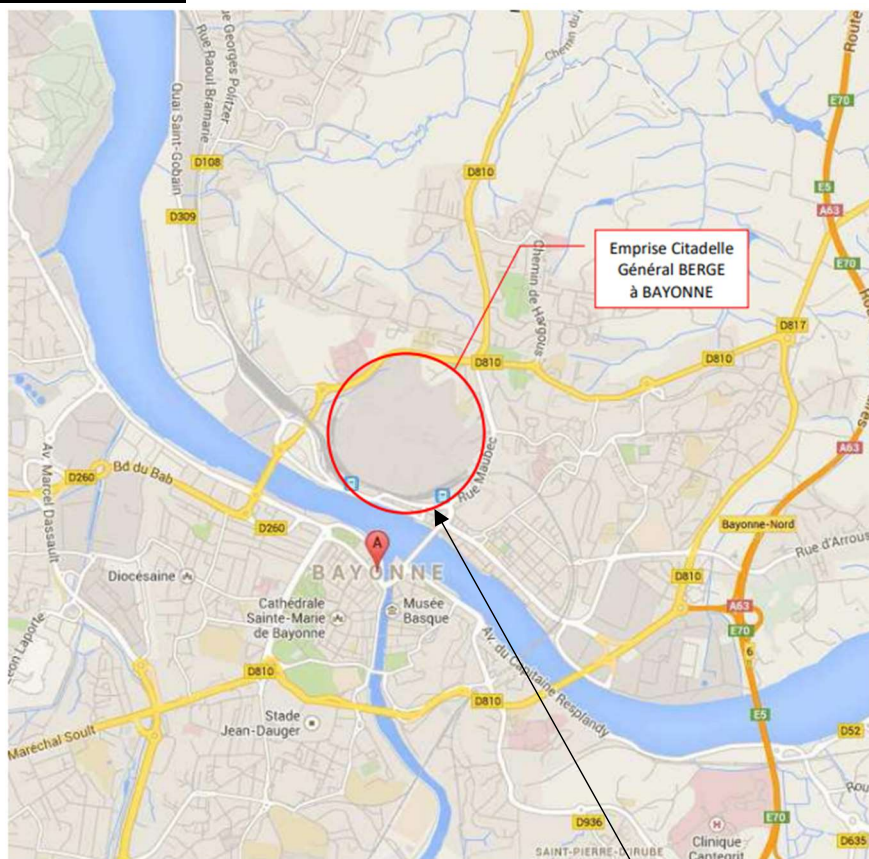
3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission. Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

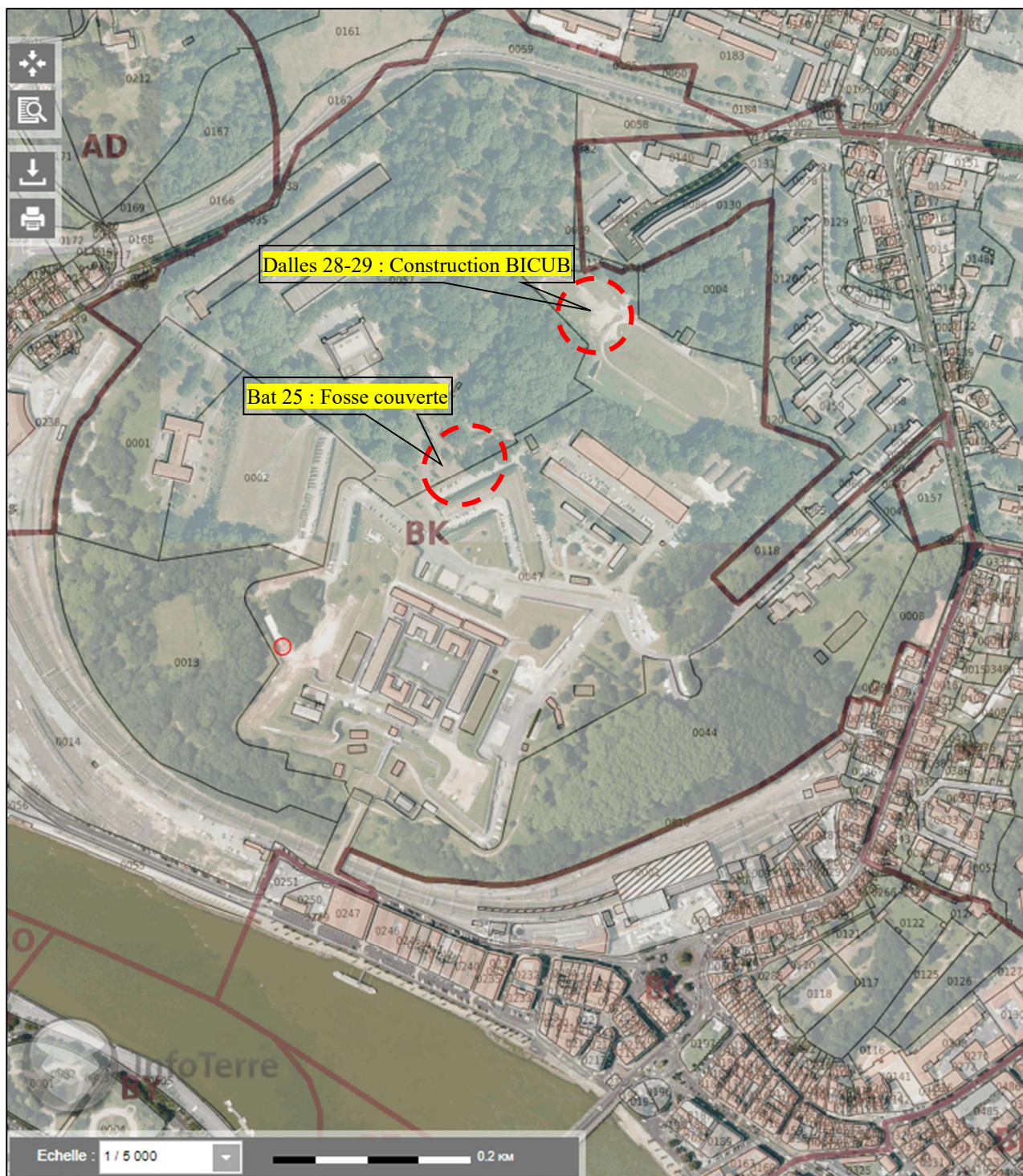
ANNEXES

- ↳ Plan de situation,
- ↳ Plan d'implantation,
- ↳ Coupes géotechniques,
- ↳ PV d'essais en laboratoire.

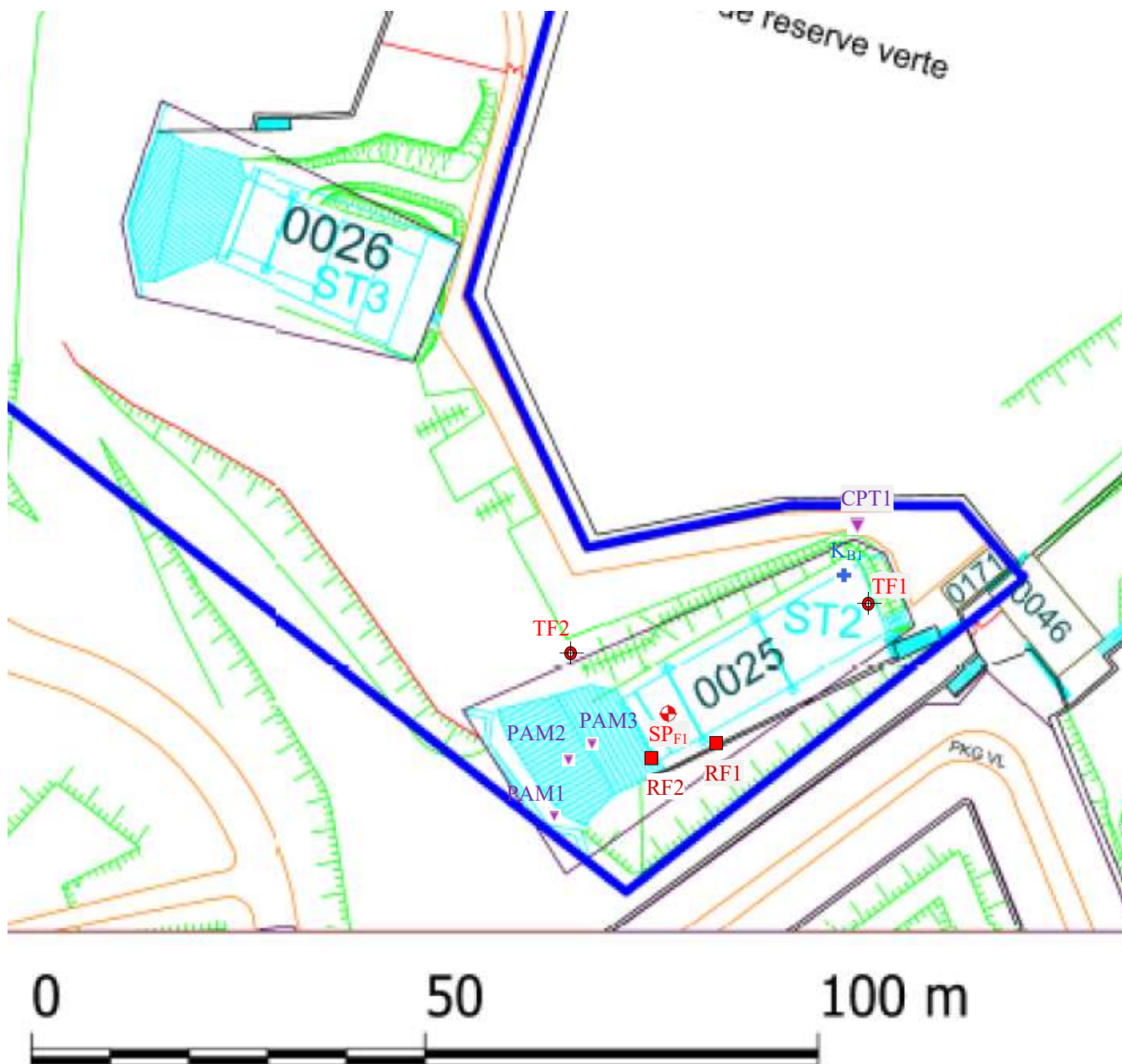
PLAN DE SITUATION



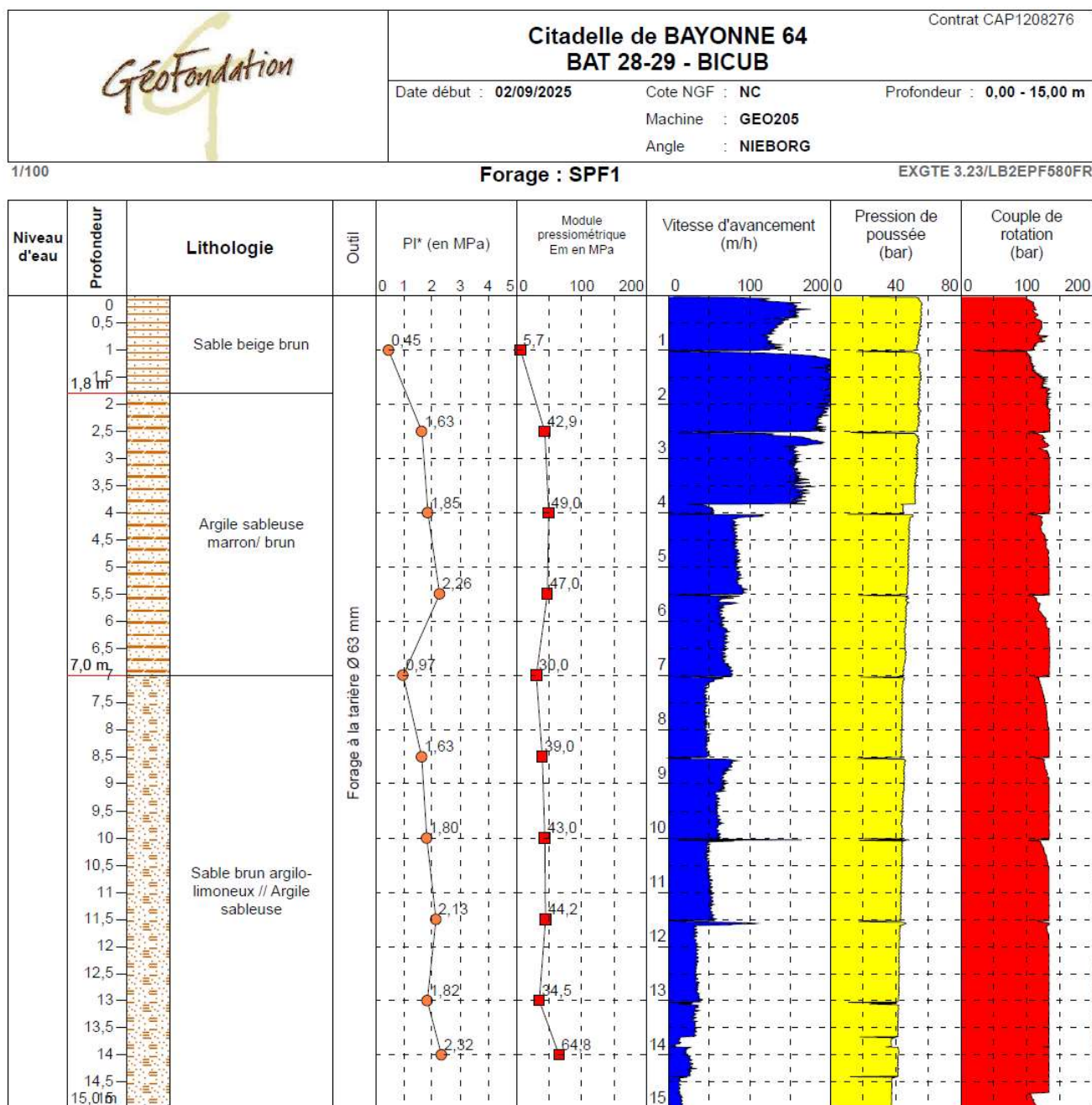
PLAN CADASTRAL



Plan d'implantation des sondages



COUPES GEOTECHNIQUES





Citadelle de BAYONNE 64 BAT 25 - ST2

Contrat CAP120827-6

Date début : 02/09/2025

Cote NGF : NC

Profondeur : 0,00 - 23,96 m

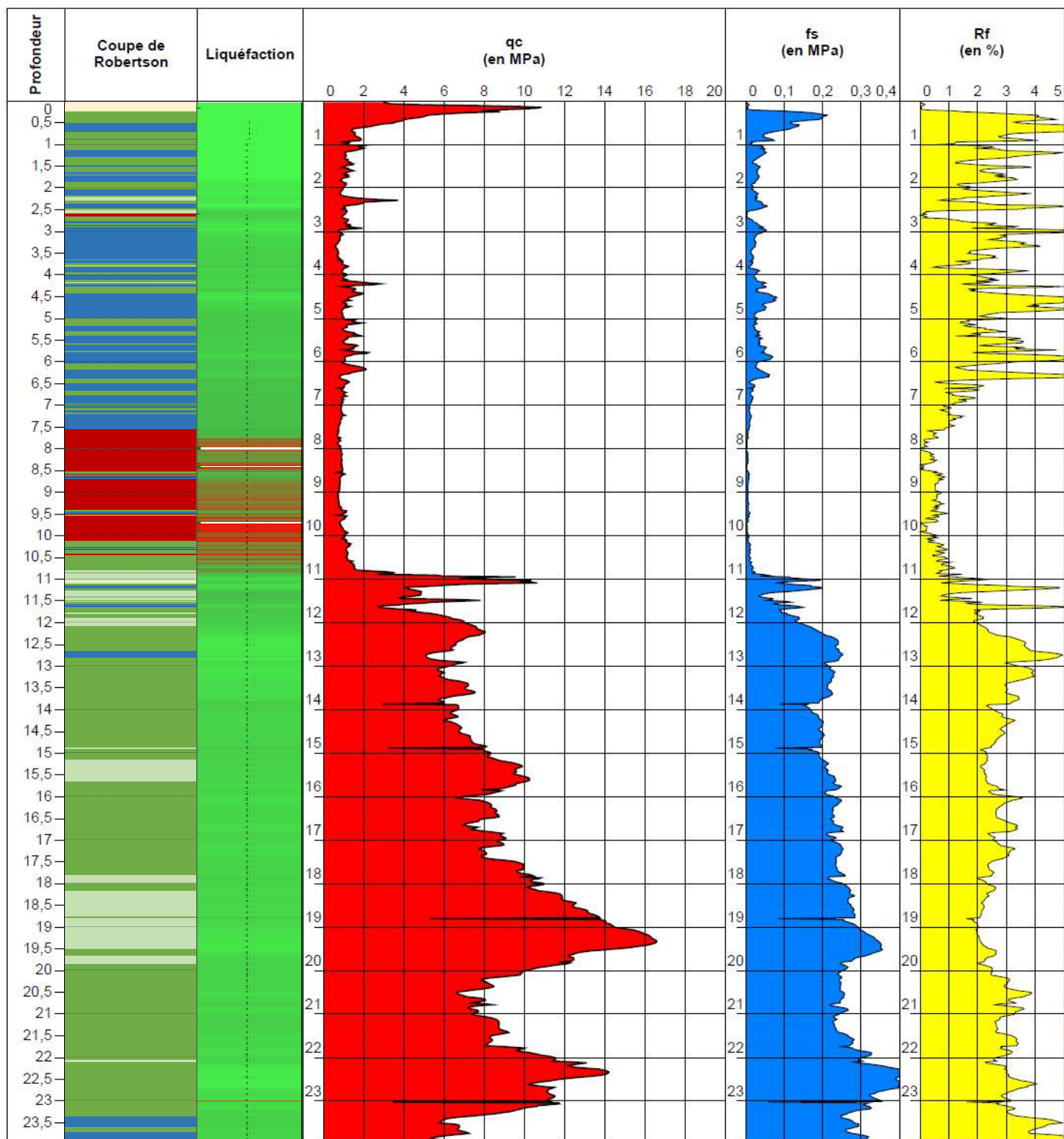
Machine : SCANIA 26T

Angle : ROUMY

1/120

Forage : CPT1-PF1

EXGTE 3.23/GTE



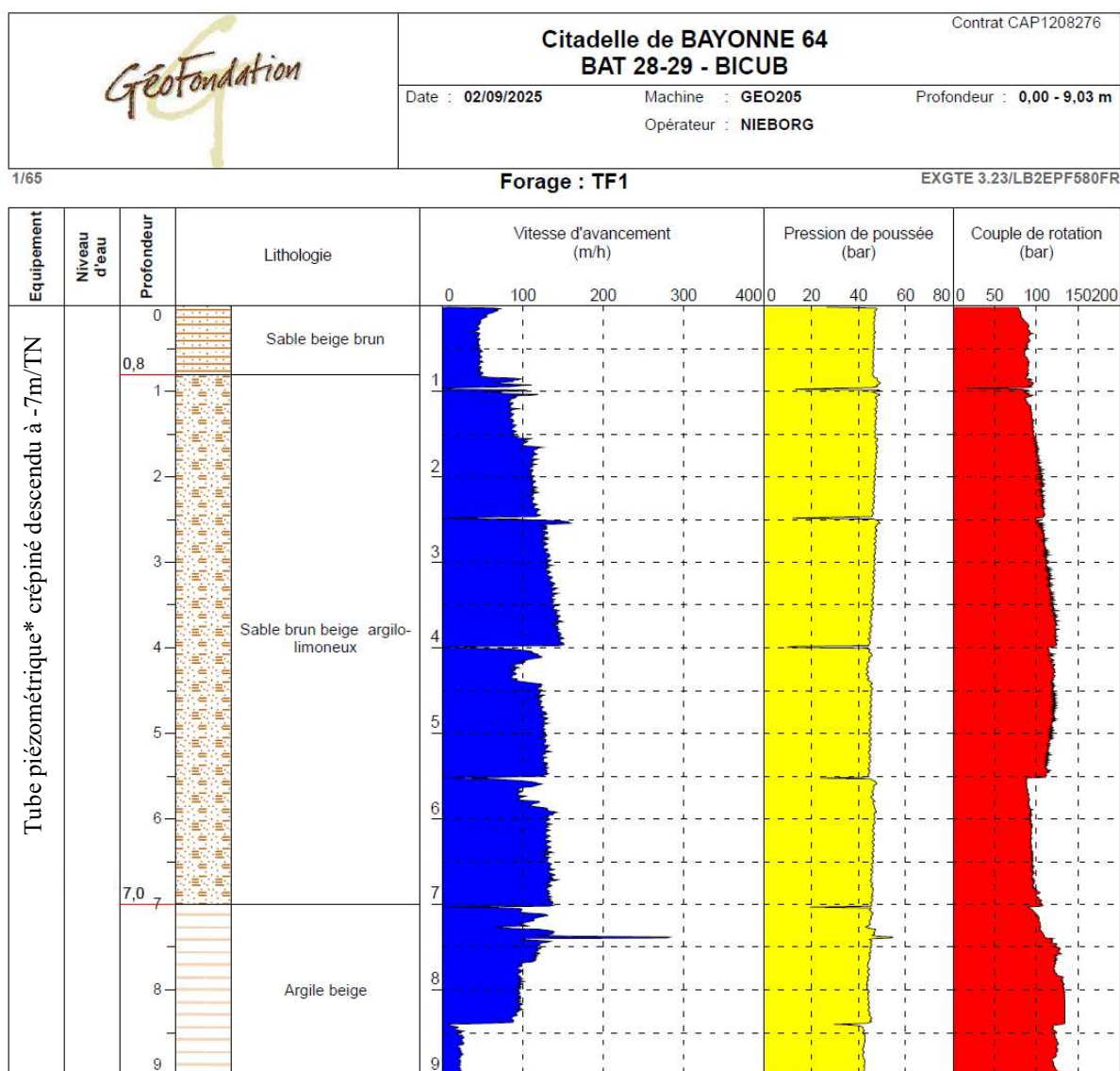
Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

S1	Sols fins argileux ou limons sensibles	S4	Limons argileux à argiles limoneuses	S7	Sables à sables graveleux
S2	Sols organiques et tourbes	S5	Sables limoneux à limons sableux	S8	Sables cimentés ou dilatants
S3	Argiles à argiles limoneuses	S6	Sables propres à sables limoneux	S9	Sols fins intermédiaires très raides
	Sol potentiellement liquéfiable				
	Sol non liquéfiable				

Compte rendu de mission G2PRO établi le 17/07/2026 par la Sté GEOFONDATION prise en son siège sis 19 Rue des Genêts - 33700 MERIGNAC

Dont les autres implantations sont : 40130 CAPBRETON - 47000 AGEN

Tél : 0556287890 - www.geofondation.fr - be@geofondation.fr - SIRET 49327862600061



*piézomètre posé sous le tapis au droit de TF1, avec une protection en tête par bouche à clé métallique.

Sondage TF2 :



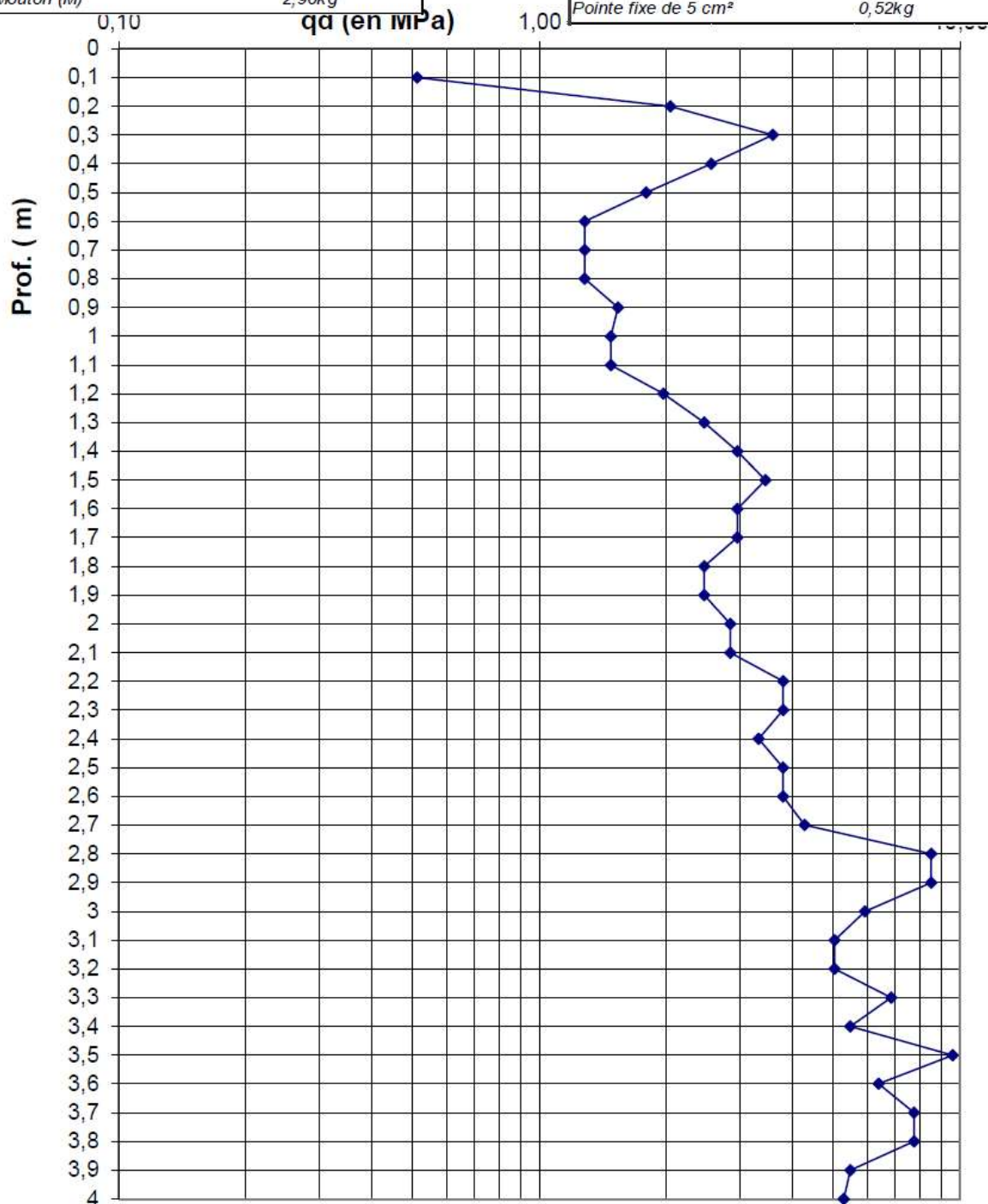
Pénétrographe PAM1

Date du sondage : 02/09/2025

Caractéristiques de l'appareil:

Butoir supérieur C	1,79kg
Tige guide C (H=50 cm)	1,73kg
Enclume C	0,2kg
Tête de frappe C	10kg
Mouton (M)	2,96kg

1ère tige diam. 22 mm	0,43kg
Porte Pointe perdue	0,31kg
Pointes perdues 10 cm²	2,96kg
Tige suivante	0,69kg
Pointe fixe de 10 cm²	0,69kg
Pointe fixe de 5 cm²	0,52kg



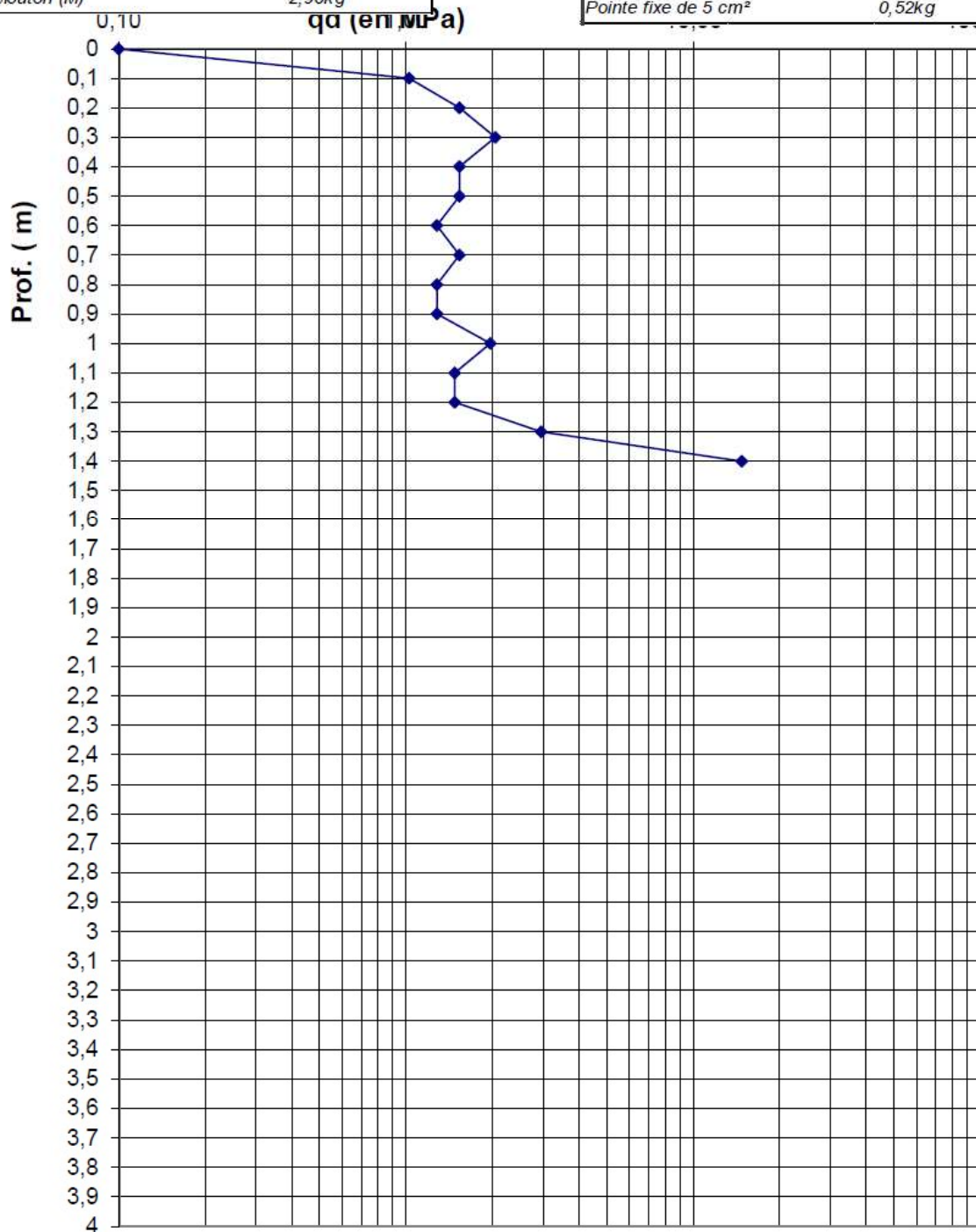
Pénétréographe PAM2

Date du sondage : 02/09/2025

Caractéristiques de l'appareil:

Butoir supérieur C	1,79kg
Tige guide C (H=50 cm)	1,73kg
Enclume C	0,2kg
Tête de frappe C	10kg
Mouton (M)	2,96kg

1ère tige diam. 22 mm	0,43kg
Porte Pointe perdue	0,31kg
Pointes perdues 10 cm²	2,96kg
Tige suivante	0,69kg
Pointe fixe de 10 cm²	0,69kg
Pointe fixe de 5 cm²	0,52kg



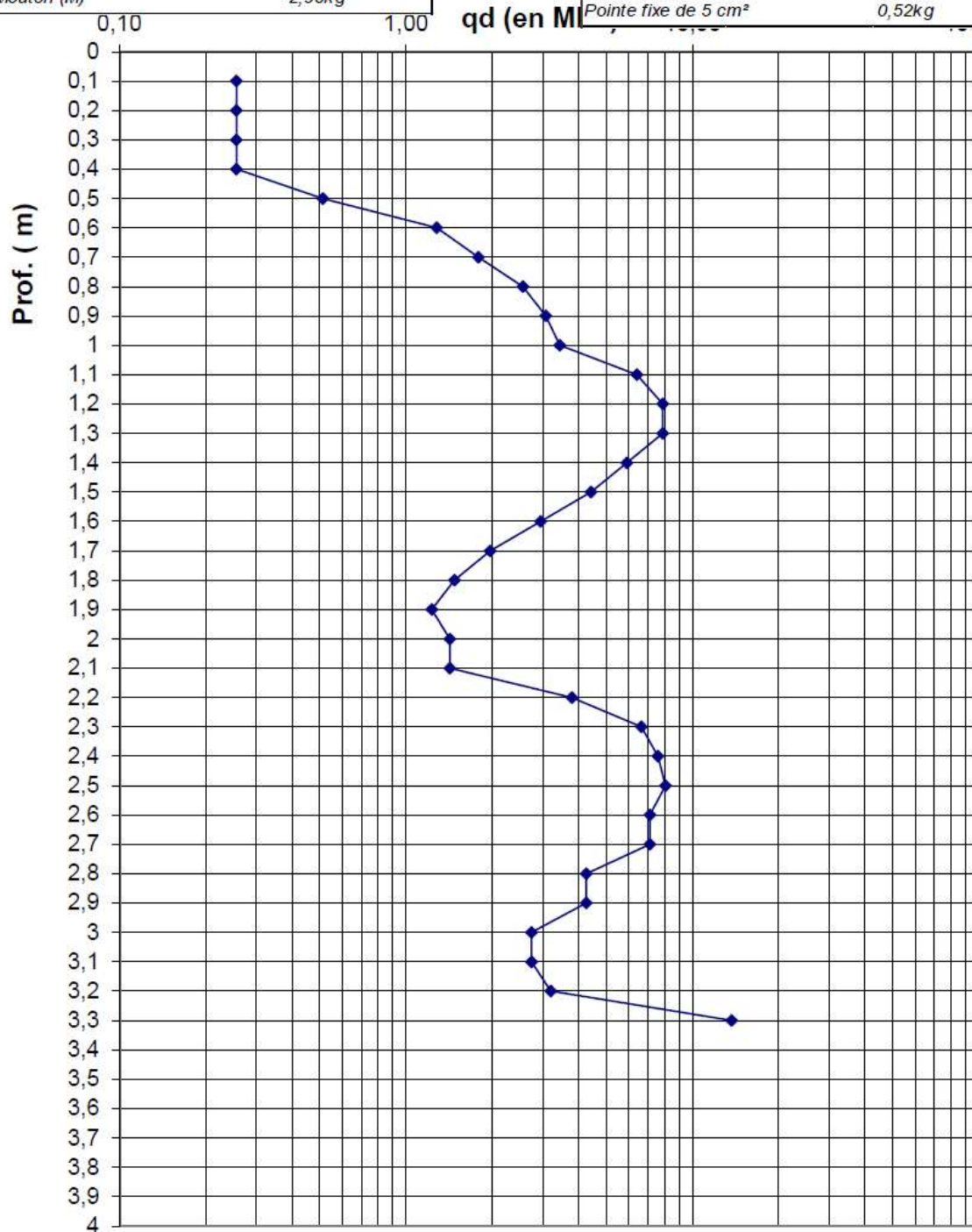
Pénétrographe PAM3

Date du sondage : 02/09/2025

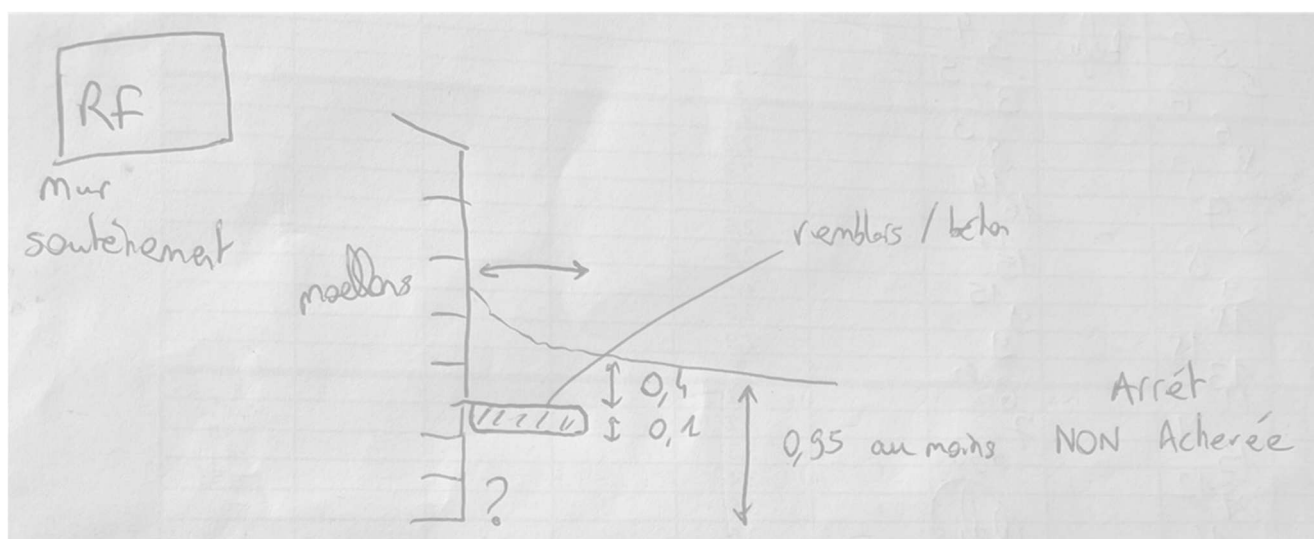
Caractéristiques de l'appareil:

Butoir supérieur C	1,79kg
Tige guide C (H=50 cm)	1,73kg
Enclume C	0,2kg
Tête de frappe C	10kg
Mouton (M)	2,96kg

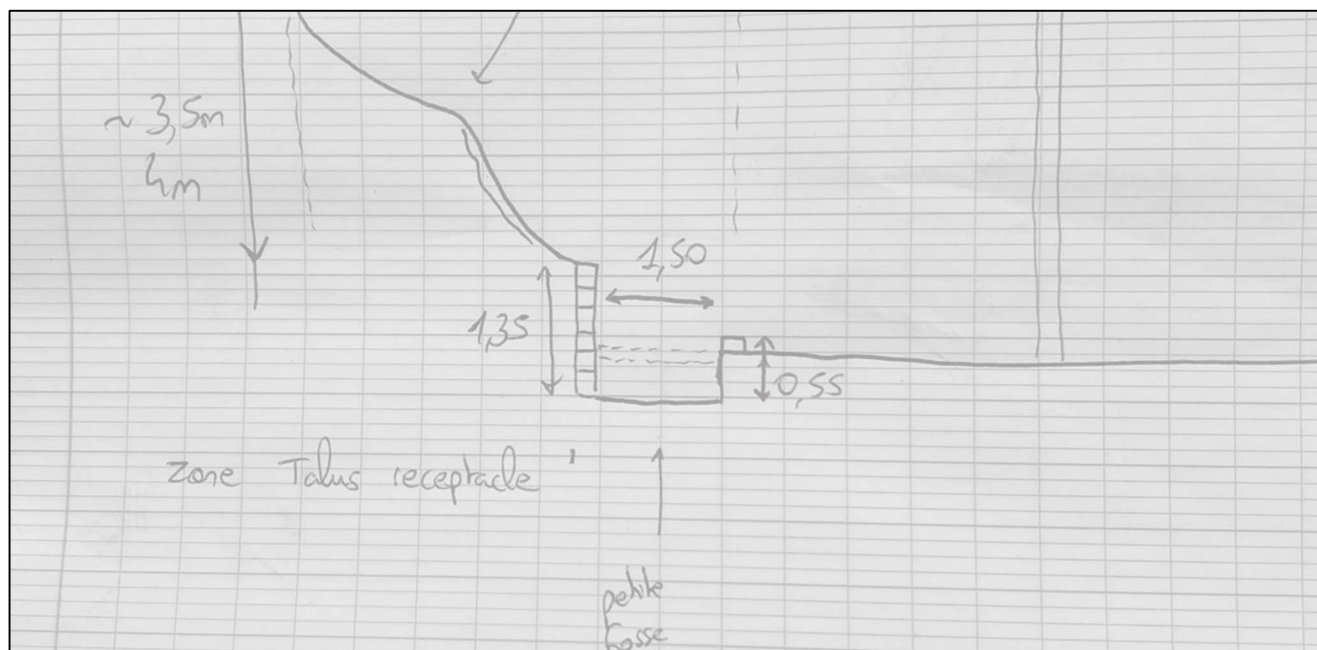
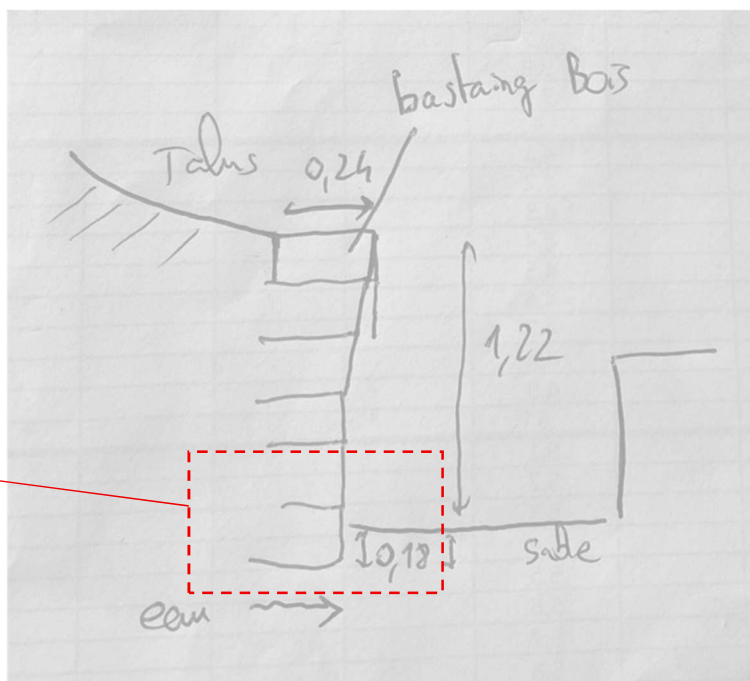
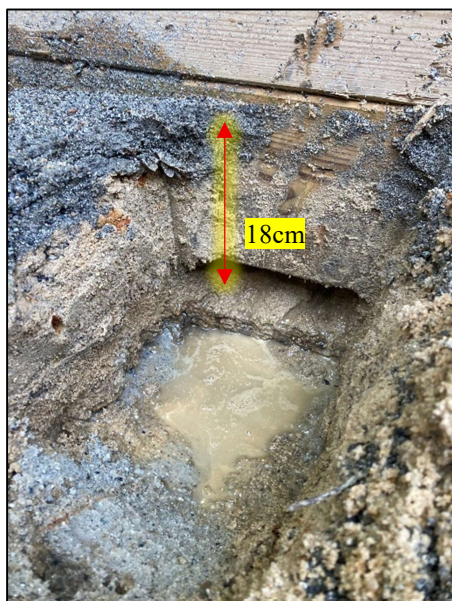
1ère tige diam. 22 mm	0,43kg
Porte Pointe perdue	0,31kg
Pointes perdues 10 cm²	2,96kg
Tige suivante	0,69kg
Pointe fixe de 10 cm²	0,69kg
Pointe fixe de 5 cm²	0,52kg



Reconnaissance de fondations RF1 : Mur de soutènement



Reconnaissance de fondations RF2 : au niveau de la fosse réceptacle



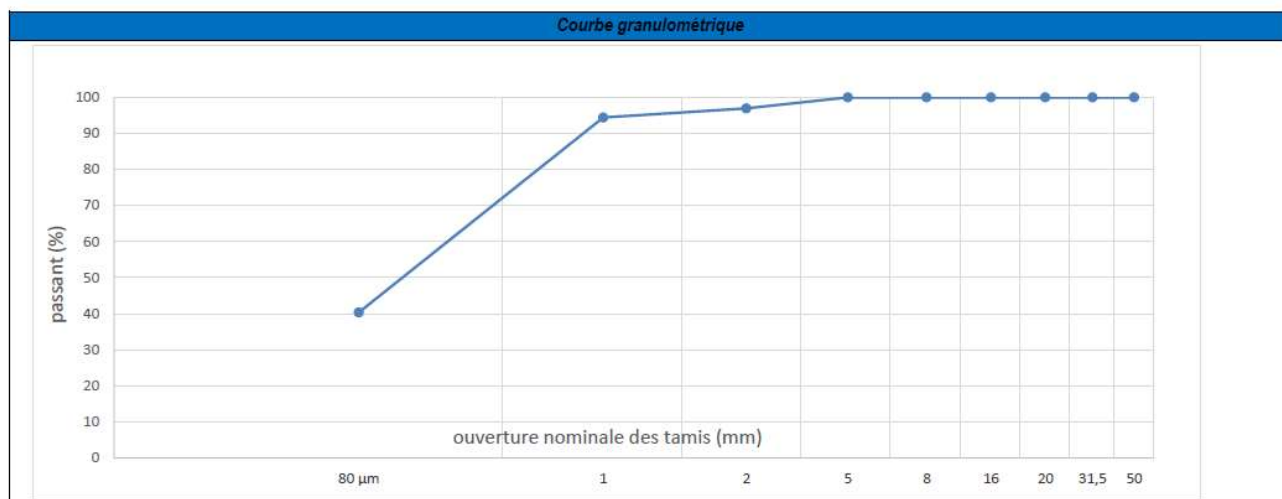


PROCES VERBAL D'ESSAI

ESSAIS D'IDENTIFICATION D'UN SOL
NF P 11-300

Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Référence : CAP120827-7	Mode de prélèvement : Tarière mécanique	Sondage n° : SPF1
Chantier : BAYONNE CITADELLE	Date de prélèvement : 02/09/2025	Profondeur : 0-1,50m
	Mode de conservation : Sac plastique	Facès : Sable fin limoneux
	Date d'essai : 09/09/2025	

Granulométrie suivant NF P 94-056									
Ouverture tamis en mm	50	31,5	20	16	8	5	2	1	0,08
% passant sur 0"/D	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,95	94,46	40,36



Teneur en eau	
NFP 94-050	
W (%) =	18,7

Valeur au bleu	
NFP 94-068	
VBS =	0,69

Limites d'Atterberg - NFP 94-051			
WL (%)	Wp (%)	Ip	Ic

Observations

Classe GTR du matériau
A1

Le responsable des essais
M.DEVEZELe responsable technique
B. DELTRIEU



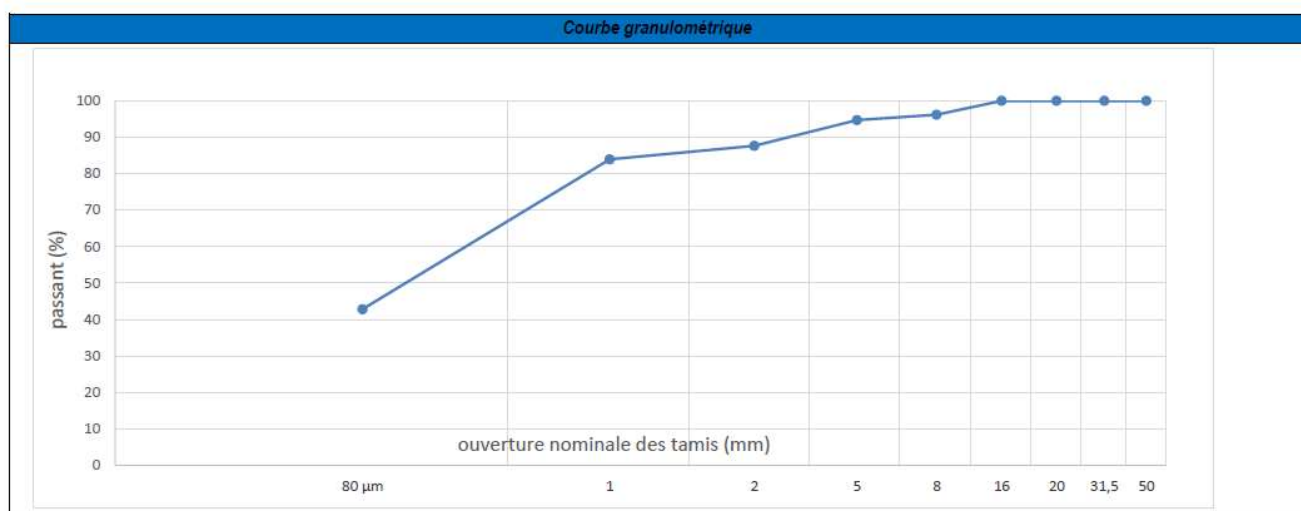
PROCES VERBAL D'ESSAI

ESSAIS D'IDENTIFICATION D'UN SOL

NF P 11-300

Informations générales	Informations sur l'échantillon	
Référence : CAP120827-7	Mode de prélèvement : Tarière mécanique	Sondage n° : TPF1
Chantier : BAYONNE CITADELLE	Date de prélèvement : 02/09/2025	Profondeur : 0-1m
	Mode de conservation : Sac plastique	Faciès : Sable limoneux
	Date d'essai : 09/09/2025	

Granulométrie suivant NF P 94-056									
Ouverture tamis en mm	50	31,5	20	16	8	5	2	1	0,08
% passant sur 0,08	100,00	100,00	100,00	100,00	96,21	94,70	87,64	83,94	42,86



Teneur en eau	
NFP 94-050	
W (%) =	12,8

Valeur au bleu	
NFP 94-068	
VBS =	0,60

Limites d'Atterberg - NFP 94-051			
WL (%)	Wp (%)	Ip	Ic

Observations

Classe GTR du matériau
A1

Le responsable des essais
M.DEVEZE

Le responsable technique
B. DELTRIEU



SGS Environmental Analytics France

Adresse de correspondance

99-101 avenue Louis Roche - F-92230 Gennevilliers

Tel.: +33 (0)155 90 52 50 - Fax: +33 (0)155 90 52 51

www.sgs.com/analytics-fr

Rapport d'analyse

GEOFONDATION
Onihasina RANDRIANASOLO
19 rue des genêts
33700 MERIGNAC

Page 1 sur 9

Votre nom de Projet : BAYONNE ST2
Votre référence de Projet : CAP120827-6-ST2
Référence du rapport SGS : 14362141, version: 1.

Rotterdam, 01-10-2025

Cher(e) Madame/ Monsieur,

Ce rapport contient les résultats des analyses effectuées pour votre projet CAP120827-6-ST2. Les analyses ont été réalisées en accord avec votre commande. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons analysés et tels qu'ils ont été reçus par SGS. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, la date de prélèvement (si fournie), le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. SGS n'est pas responsable des données fournies par le client.

Ce rapport est constitué de 9 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

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

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

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

René Eugster
Business Unit Manager



SGS Environmental Analytics est accrédité sous le n° L026 par le RvA (Raad voor Accreditatie), conformément aux critères des laboratoires d'analyse EN ISO/IEC 17025:2017.

SGS Environmental Analytics - Succursale de SGS Nederland BV, Malledijk 19 - P.O. Box 200, NL-3200 AE Spijkenisse - Pays-Bas. Toutes nos prestations sont réalisées selon nos Conditions Générales, enregistrées sous le numéro KVK Rotterdam 24226722 à la Chambre de Commerce de Rotterdam, Pays-Bas.



Rapport d'analyse

Page 2 sur 9

GEOFONDATION

Onihasina RANDRIANASOLO

Projet BAYONNE ST2

Référence du projet CAP120827-6-ST2

Réf. du rapport 14362141 - 1

Date de commande 08-09-2025

Date de début 11-09-2025

Rapport du 01-10-2025

Code	Matrice	Réf. échantillon	
001	Sol	TF2 1,5-2,0M	
Analyse	Unité	Q	001
prétraitement de l'échantillon		Q	Oui
Matière sèche	% massique	Q	87.8
COT	mg/kg MS	Q	3500
pH (KCl)	-	Q	7.6
température pour mes. pH	°C		21.6
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS			
benzène	mg/kg MS	Q	<0.05
toluène	mg/kg MS	Q	<0.05
éthylbenzène	mg/kg MS	Q	<0.05
orthoxyène	mg/kg MS	Q	<0.05
para- et métaxyène	mg/kg MS	Q	<0.05
xylènes	mg/kg MS	Q	<0.10
BTEX totaux	mg/kg MS	Q	<0.25
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES			
naphtalène	mg/kg MS	Q	<0.02
acénaphthylène	mg/kg MS	Q	<0.02
acénaphthène	mg/kg MS	Q	<0.02
fluorène	mg/kg MS	Q	<0.02
phénanthrène	mg/kg MS	Q	<0.02
anthracène	mg/kg MS	Q	<0.02
fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.02
pyrène	mg/kg MS	Q	0.02
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	Q	<0.02
chrysène	mg/kg MS	Q	<0.02
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	Q	<0.02
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	Q	<0.02
benzo(a)pyrène	mg/kg MS	Q	<0.02
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	Q	<0.02
benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	Q	<0.02
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	Q	<0.02
Somme des HAP (10) VROM	mg/kg MS	Q	<0.20
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS	Q	<0.32
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)			
PCB 28	µg/kg MS	Q	<1
PCB 52	µg/kg MS	Q	<1
PCB 101	µg/kg MS	Q	<1
PCB 118	µg/kg MS	Q	<1
PCB 138	µg/kg MS	Q	<1
PCB 153	µg/kg MS	Q	<1
PCB 180	µg/kg MS	Q	<1
PCB totaux (7)	µg/kg MS	Q	<7.0

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



SGS Environmental Analytics est accrédité sous le n° L028 par le RvA (Raad voor Accreditatie), conformément aux critères des laboratoires d'analyse EN ISO/IEC 17025:2017.

SGS Environmental Analytics - Succursale de SGS Nederland BV, Maledijk 19 - P.O. Box 200, NL-3200 AE Spijkenisse - Pays-Bas. Toutes nos prestations sont réalisées selon nos Conditions Générales, enregistrées sous le numéro KVK Rotterdam 24226722 à la Chambre de Commerce de Rotterdam, Pays-Bas.

Con
DorTél : 0556287890 – www.geofondation.fr – be@geofondation.fr – SIRET 49327862600061



Rapport d'analyse

Page 3 sur 9

GEOFONDATION
Onihasina RANDRIANASOLO

Projet BAYONNE ST2
Référence du projet CAP120827-6-ST2
Réf. du rapport 14362141 - 1

Date de commande 08-09-2025
Date de début 11-09-2025
Rapport du 01-10-2025

Code	Matrice	Réf. échantillon	
001	Sol	TF2 1,5-2,0M	
Analyse	Unité	Q	001
<i>HYDROCARBURES TOTAUX</i>			
fraction C10-C12	mg/kg MS		<5
fraction C12-C16	mg/kg MS		<5
fraction C16-C21	mg/kg MS		<5
fraction C21-C40	mg/kg MS		6.1
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	Q	<20
<i>ANALYSES SOUS-TRAITÉES</i>			
Agressivité béton - pack complet			voir annexe
<i>LIXIVIATION</i>			
Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2		Q	#
date de lancement			15-09-2025
L/S	ml/g	Q	10.00
pH final ap. lix.	-	Q	8.1
température pour mes. pH	°C		21.9
conductivité (25°C) ap. lix.	µS/cm	Q	77
<i>ELUAT COT</i>			
COD, COT sur éluat	mg/kg MS	Q	16
<i>ELUAT METAUX</i>			
antimoine	mg/kg MS	Q	0.31
arsenic	mg/kg MS	Q	0.02
baryum	mg/kg MS	Q	<0.05
cadmium	mg/kg MS	Q	<0.002
chrome	mg/kg MS	Q	<0.01
cuivre	mg/kg MS	Q	<0.02
mercure	mg/kg MS	Q	<0.0005
plomb	mg/kg MS	Q	<0.02
molybdène	mg/kg MS	Q	0.06
nickel	mg/kg MS	Q	<0.03
sélénium	mg/kg MS	Q	<0.02
zinc	mg/kg MS	Q	<0.1
<i>ELUAT COMPOSES INORGANIQUES</i>			
fraction soluble	mg/kg MS	Q	<500
<i>ELUAT PHENOLS</i>			
Indice phénol	mg/kg MS	Q	<0.1
<i>ELUAT DIVERSES ANALYSES CHIMIQUES</i>			
fluorures	mg/kg MS	Q	5.6

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



SGS Environmental Analytics est accrédité sous le n° L020 par le RvA (Raad voor Accreditatie), conformément aux critères des laboratoires d'analyse EN ISO/IEC 17025:2017.

SGS Environmental Analytics - Succursale de SGS Nederland BV, Malledijk 18 - P.O. Box 200, NL-3200 AE Opkennisse - Pays-Bas. Toutes nos prestations sont réalisées selon nos Conditions Générales, enregistrées sous le numéro KVK Rotterdam 24225722 à la Chambre de Commerce de Rotterdam, Pays-Bas.

Compte rendu de mission G2PRO établi le 17/07/2026 par la Sté GEOFONDATION prise en son siège sis 19 Rue des Genêts – 33700 MERIGNAC

Dont les autres implantations sont : 40130 CAPBRETON - 47000 AGEN

Tél : 0556287890 – www.geofondation.fr – be@geofondation.fr – SIRET 49327862600061



Rapport d'analyse

Page 4 sur 9

GEOFONDATION

Onihasina RANDRIANASOLO

Projet BAYONNE ST2
Référence du projet CAP120827-6-ST2
Réf. du rapport 14362141 - 1

Date de commande 08-09-2025
Date de début 11-09-2025
Rapport du 01-10-2025

Code	Matrice	Réf. échantillon		
001	Sol	TF2 1,5-2,0M		
Analyse	Unité	Q	001	
chlorures	mg/kg MS	Q	<10	
sulfate	mg/kg MS	Q	42	



Rapport d'analyse

Page 5 sur 9

GEOFONDATION
Onihasina RANDRIANASOLO
Projet BAYONNE ST2
Référence du projet CAP120827-6-ST2
Réf. du rapport 14362141 - 1

Date de commande 08-09-2025
Date de début 11-09-2025
Rapport du 01-10-2025

Analyse	Matrice	Référence normative
prétraitement de l'échantillon	Sol	Sol: NF EN 16179. Sol (AS3000): AS3000 et NEN-EN 16179
Matière sèche	Sol	Sol: NEN-EN 15934. Sol (AS3000): AS3010-2 et NEN-EN 15934
COT	Sol	NEN-EN 13137:2001 et NEN-EN 15936 (méthode B)
pH (KCl)	Sol	NEN-EN-ISO 10390, NF EN ISO 10390
benzène	Sol	NEN-EN-ISO 22155, NF EN ISO 22155
toluène	Sol	Idem
éthylbenzène	Sol	Idem
orthoxyène	Sol	Idem
para- et métaoxyène	Sol	Idem
xylènes	Sol	Idem
BTEX totaux	Sol	Idem
naphtalène	Sol	Méthode interne, extraction acétone-hexane, analyse par GC-MS
acénaphthylène	Sol	Idem
acénaphène	Sol	Idem
fluorène	Sol	Idem
phénanthrène	Sol	Idem
anthracène	Sol	Idem
fluoranthène	Sol	Idem
pyrène	Sol	Idem
benzo(a)anthracène	Sol	Idem
chrysène	Sol	Idem
benzo(b)fluoranthène	Sol	Idem
benzo(k)fluoranthène	Sol	Idem
benzo(a)pyrène	Sol	Idem
dibenzo(ah)anthracène	Sol	Idem
benzo(ghi)peryène	Sol	Idem
indéno(1,2,3-cd)pyrène	Sol	Idem
Somme des HAP (10) VROM	Sol	Idem
Somme des HAP (16) - EPA	Sol	Idem
PCB 28	Sol	Méthode interne (acétone-hexane extraction, analyse avec GCMS)
PCB 52	Sol	Idem
PCB 101	Sol	Idem
PCB 118	Sol	Idem
PCB 138	Sol	Idem
PCB 153	Sol	Idem
PCB 180	Sol	Idem
PCB totaux (7)	Sol	Idem
fraction C10-C12	Sol	Méthode interne (extraction acétone hexane, purification, analyse par GC-FID)
fraction C12-C16	Sol	Idem
fraction C16-C21	Sol	Idem
fraction C21-C40	Sol	Idem
hydrocarbures totaux C10-C40	Sol	NEN-EN-ISO 16703
Agressivité béton - pack complet	Sol	Analyse sous-traitée
Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2	Sol Eluat	NF-EN 12457-2
pH final ap. lix.	Sol Eluat	NEN-EN-ISO 10523, NF EN ISO 10523

Paraphe :



SGS Environmental Analytics est accrédité sous le n° L028 par le RvA (Raad voor Accreditatie), conformément aux critères des laboratoires d'analyse EN ISO/IEC 17025:2017.

SGS Environmental Analytics - Succursale de SGS Nederland BV, Malledijk 18 - P.O. Box 200, NL-3200 AE Spijkenisse - Pays-Bas. Toutes nos prestations sont réalisées selon nos Conditions Générales, enregistrées sous le numéro KVK Rotterdam 24226722 à la Chambre de Commerce de Rotterdam, Pays-Bas.

Compte rendu de mission G2PRO établi le 17/07/2026 par la Sté GEO FONDATION prise en son siège sis 19 Rue des Genêts – 33700 MERIGNAC

Dont les autres implantations sont : 40130 CAPBRETON - 47000 AGEN

Tél : 0556287890 – www.geofondation.fr – be@geofondation.fr – SIRET 49327862600061



Rapport d'analyse

Page 6 sur 9

GEOFONDATION
Onihasina RANDRIANASOLO
Projet BAYONNE ST2
Référence du projet CAP120827-6-ST2
Réf. du rapport 14362141 - 1

Date de commande 08-09-2025
Date de début 11-09-2025
Rapport du 01-10-2025

Analyse	Matrice	Référence normative
conductivité (25°C) ap. lix.	Sol Eluat	ISO 7888 et NF EN 27888
COD, COT sur éluat	Sol Eluat	NEN-EN 1484, NF EN 1484
antimoine	Sol Eluat	NEN-EN-ISO 17294-2, NF EN ISO 17294-2
arsenic	Sol Eluat	Idem
baryum	Sol Eluat	Idem
cadmium	Sol Eluat	Idem
chrome	Sol Eluat	Idem
cuivre	Sol Eluat	Idem
mercure	Sol Eluat	NEN-EN-ISO 17852, NF EN ISO 17852
plomb	Sol Eluat	NEN-EN-ISO 17294-2, NF EN ISO 17294-2
molybdène	Sol Eluat	Idem
nickel	Sol Eluat	Idem
sélénium	Sol Eluat	Idem
zinc	Sol Eluat	Idem
fraction soluble	Sol Eluat	NEN-EN-15216
Indice phénol	Sol Eluat	NF EN ISO 14402
fluorures	Sol Eluat	NEN-EN-ISO 10304-1, NF EN ISO 10304-1
chlorures	Sol Eluat	Idem
sulfate	Sol Eluat	Idem

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
001	V2732429	11-09-2025	02-09-2025	ALU210
001	V2732413	11-09-2025	02-09-2025	ALU210
001	V2568995	11-09-2025	02-09-2025	ALU210



Rapport d'analyse

Page 7 sur 9

GEOFONDATION
Onihasina RANDRIANASOLO
Projet BAYONNE ST2
Référence du projet CAP120827-6-ST2
Réf. du rapport 14362141 - 1

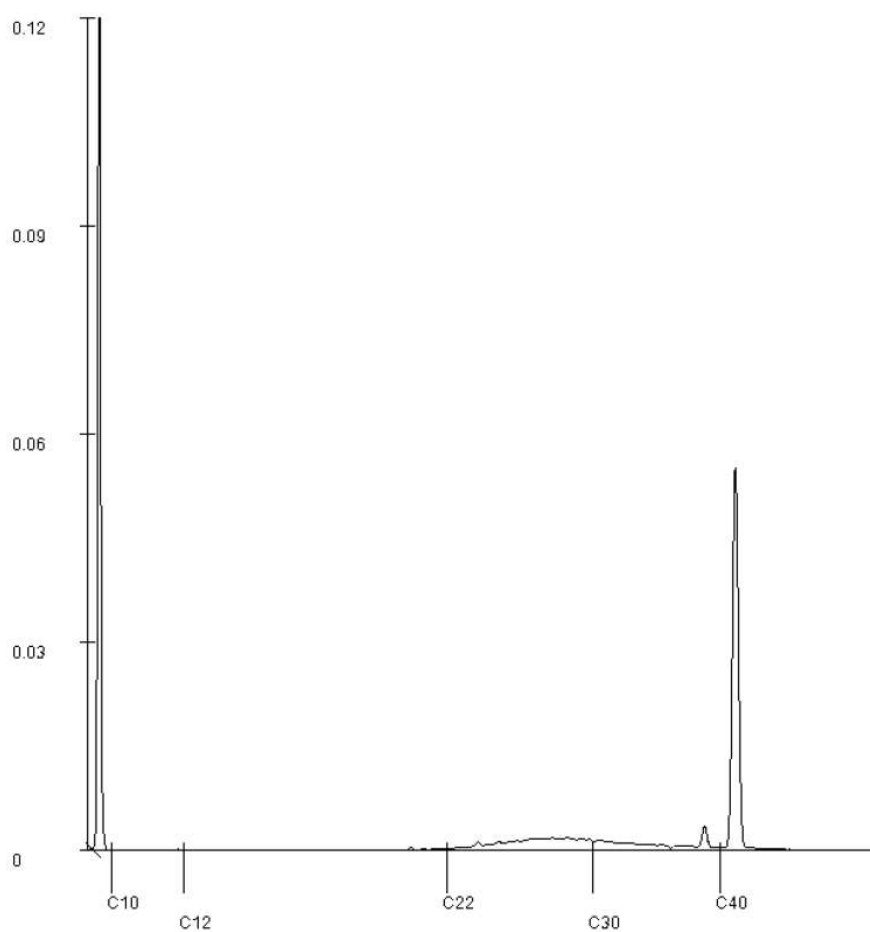
Date de commande 08-09-2025
Date de début 11-09-2025
Rapport du 01-10-2025

Référence de l'échantillon: 001
Information relative aux échantillons TF2 1,5-2,0M

Détermination de la chaîne de carbone

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

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



Paraphe :



SGS Environmental Analytics est accrédité sous le n° L028 par le RvA (Raad voor Accreditatie), conformément aux critères des laboratoires d'analyse EN ISO/IEC 17025:2017.

SGS Environmental Analytics - Succursale de SGS Nederland BV, Maliedijk 19 - P.O. Box 200, NL-3200 AE Spijkernisse - Pays-Bas. Toutes nos prestations sont réalisées selon nos Conditions Générales, enregistrées sous le numéro KVK Rotterdam 3428722 à la chambre de Commerce de Rotterdam, Pays-Bas.

Compte rendu de mission G2PRO établi le 17/07/2026 par la Sté GEOFONDATION prise en son siège sis 19 Rue des Genêts – 33700 MERIGNAC

Dont les autres implantations sont : 40130 CABRETON - 47000 AGEN

Tél : 0556287890 – www.geofondation.fr – be@geofondation.fr – SIRET 49327862600061



SGS Analytics Germany GmbH - Hauptstraße 105 - 04416 Markkleeberg

F068801 SGS Netherlands - French Branch
99 - 101 Avenue Louis Roche - Peripark
92230 Gennevilliers
FRANCE

Standort Markkleeberg

Téléphone: +49-341-492899-130
Fax: +49-341-492899-333
E-mail: DE.IE.mar.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

page 1 sur 2

Date: 01.10.2025

Rapport d'essai n°: ULE-25-0087041/01-1

Numéro de commande: ULE-25-0087041

Votre commande: vom 15.09.2025, PO 680500742

Projet: V5-14085823 | (14362141) CAP120827-6-ST2 | (14362141)
BAYONNE ST2

Date de réception: 16.09.2025

Début des analyses: 16.09.2025 13:39

Prélèvement par: client

Date de prélèvement: 02.09.2025

Heure de prélèvement: 00:00

Durée des analyses: 16.09.2025 - 01.10.2025

Type d'échantillons: Sol



Les paramètres dont la méthode n'est pas accréditée sont identifiés à l'aide d'un astérisque (*).
Sauf indication contraire, les tests ont été réalisés sur le site de l'entreprise. Les résultats de l'essai se réfèrent exclusivement aux objets examinés et au moment où l'essai a été réalisé dans le cadre des spécifications de l'essai. La divulgation des rapports d'essai aux autorités ou à d'autres organismes publics est autorisée si et dans la mesure où cela est requis par l'objectif contractuel ou prescrit par la loi. Toute publication ou reproduction des rapports d'essai, y compris des extraits, en particulier sur Internet ou à des fins publicitaires, ainsi que toute autre divulgation à des tiers ne sont autorisées qu'avec l'accord écrit préalable de la société.
Ce document a été délivré par la société conformément à ses conditions générales, consultables sur www.sgs-group.de/agb. Il est fait expressément référence aux limitations de responsabilité, d'exemption et de juridiction qu'elles contiennent. Ce document est un original. Si le document est transmis numériquement, il doit être considéré comme un original au sens de l'UCP 600. Nous précisons à chaque propriétaire de ce document que les informations qu'il contient reflètent uniquement les faits établis par la société à la date à laquelle la prestation a été fournie et, le cas échéant, conformément aux indications du client. La responsabilité de l'entreprise se limite au client. Ce document ne libère pas les parties menant des transactions juridiques de leurs droits et obligations existants. Toute modification, falsification ou distorsion non autorisée du contenu ou de l'apparence de ce document est illégale. Toute violation est punissable par la loi.

Le rapport d'essai a été validé électroniquement le 01.10.2025 à 09:56 heure par Ralf Kircheis (Auftragssteuerung) et est valable sans signature

Sitz der Gesellschaft: SGS Analytics Germany GmbH · Höhenstraße 24 · 70736 Fellbach
Geschäftsführer: Dr Tomasz P Bednarczyk · Marc Van Ryckeghem
eingetragen im Handelsregister des Amtsgerichts Stuttgart: HRB 795222 · USt. Id-Nr.: DE 195 993 312
Citibank Europe plc, Germany Branch · IBAN DE94502109000220121437 · BIC CITID333





Rapport d'essai n°:

ULE-25-0087041/01-1

page 2 sur 2

Référence de l'échantillon: (14362141-001) TF2 1,5-2,0M

Echantillon-n°:

ULE-25-0087041-01

Préparation

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Homogénéisation	--	x	-
Granulométrie < 2 mm	--	x	DIN 18123:2011-04

Analyses à réaliser

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Acidité	ml/kg	3,3	DIN 4030-2:2008-06 (*)

Métaux lourds

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Digestion HCl	--	x	DIN EN 13656:2003-01

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Séchage	--	x	-
Éluat	--	x	DIN 4030-2:2008-06 (*)
Sulfate (extrait acide chlorhydrique)	mg/kg	190	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09 (UST)

Interprétation

Classe d'exposition < XA1 (EN 206)

L'échantillon de sol a été catégorisée selon les paramètres analysés en classe d'exposition <XA1 (chimiquement légèrement agressif).

Il est évaluée comme non agressif vis-à-vis du béton.

La classification se fait sans tenir compte de l'incertitude de mesure.

(*) - méthode non accréditée;(UST) - Verfahren durchgeführt am Standort Fellbach



GéoFondation

+ VOUS

- Achat d'un terrain
- Listing des contraintes budgétaires inhérentes au projet en phase esquisse, APS
- Etablissement d'une enveloppe budgétaire
- La consultation des entreprises
- La supervision du chantier

+ NOUS

Mission géotechnique GIES :
Exposition aux risques environnementaux (glissements, argiles gonflantes, sécheresse, inondations, pollutions, sismique, géologique, remontée de nappe, liquéfaction des sols, ...).

Mission géotechnique GTPGC :
Sondages in situ et analyse en laboratoire pour établir les principes généraux de constructions (pieux, cuvelage, ...). **Loi ELAN, c'est l'étude demandée lors de la vente d'une parcelle à bâtir.**

Mission géotechnique G2AVP :
Rédaction d'un rapport complet donnant les ouvrages adéquates de voiries, fondations, dallage et soutènements ainsi que les caractéristiques dimensionnantes tels : cohésion, frottement et pointe des pieux, tassements des semelles et le taux de travail, les modules d'Young des sols pour le dallage, les épaisseurs de couche de forme sous dallage et voiries, les niveaux d'eaux.

Mission géotechnique G2PRO+DCE+ACT :
Le rapport pour l'établissement du marché
Le dimensionnement des ouvrages.
L'avant métré.
La vérification et les compléments techniques au DCE.
L'assistance au choix du mieux disant

Mission géotechnique G4 :
La vérification ou l'établissement des notes de calculs.
L'étude de variantes.
L'assistance technique face aux plus-values.
Les visites de chantier pour vérifier la conformité aux règles, aux normes.
L'avis sur les DOE des entreprises.

UNE OFFRE
A LA FOIS GLOBALE
ET PARTICULIÈRE
À VOTRE PROJET