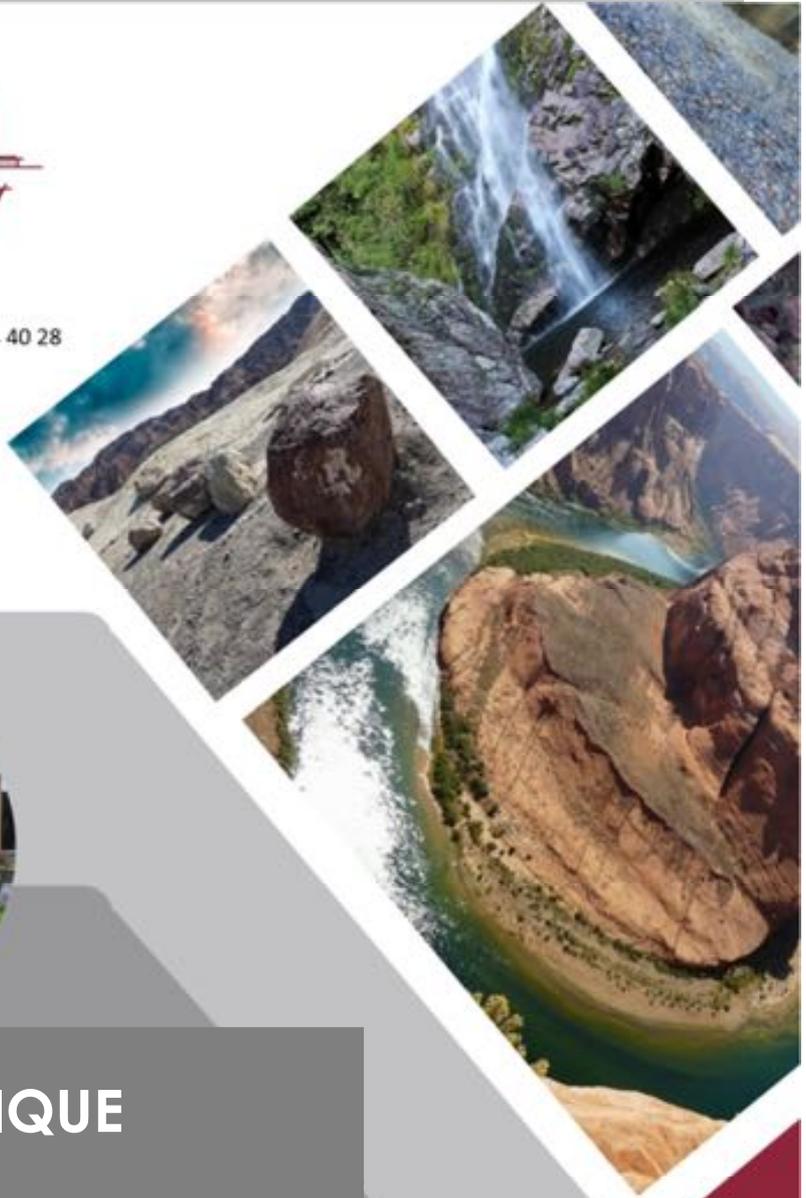




12 Bd de la Vie - Bellevigny 02 51 24 40 28  
contact@igesol-bet.fr



# ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION Mission G2AVP

## Projet de construction d'un ensemble de 2 bâtiments de bureaux

Maître d'ouvrage :  
BATIGNOLLES 2025

Architecte mandataire :  
Forma<sup>6</sup>

Numéro de dossier : 7581  
Site de Batignolles - 44300 NANTES  
Rédacteur : Anouar BEN HADJ MBAREK  
Relecteur : Samy BOUSSEFFA  
Indice 1 12/04/2022

# TABLE DES MATIÈRES

ETUDE DU PROJET	3
Présentation de l'étude	3
Description du projet	4
Contexte Général	7
Risques Naturels	8
Normes de construction - sismique et mise hors-gel	9
Synthèse des résultats	10
Mode de fondation -Variante 1 : Fondations superficielles	13
Mode de fondation -Variante 2 : Fondations profondes	17
Terrassement et mise en œuvre des fondations	22
Niveaux bas	23
Parois Enterrées	25
Prescriptions complémentaires	26
Informations complémentaires	27
Normes et Principes techniques	30
Conditions Générales des prestations géotechniques d'IGESOL	31
Enchaînement et Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Normes NF-P 94500 Novembre 2013)	32
ANNEXES DU PROJET	36
Localisation géographique et contexte géologique (Annexe1)	
Plan d'implantation des sondages (Annexe 2)	
Coupes des sondages pressiométriques (Annexe 3)	
Coupes des sondages pénétrométriques (Annexe 4)	
Coupes des sondages à la pelle mécanique (Annexe 5)	

## ETUDE DU PROJET

### Présentation de l'étude

Vous nous avez sollicité dans le cadre d'une étude géotechnique de type G2AVP pour votre projet de construction de 2 immeubles de bureaux sur la commune de NANTES (44).

Dans le cadre de cette étude, une campagne d'investigations sur site a été réalisée afin de déterminer le modèle géotechnique du terrain concerné par le projet.

En complément des essais in situ, une étude d'ingénierie mettant en corrélation les données récoltées et les contraintes spécifiques de votre projet de construction a permis d'établir le présent rapport.



Perspectives du projet (source : Etude de faisabilité, réalisée par formà<sup>®</sup>)

## Description du projet

Maitre d'Ouvrage	BATIGNOLLES 2025
Architecte mandataire	Forma <sup>6</sup>
Type de construction	Maçonnerie traditionnelle
Niveau de construction	R+5 avec 2 niveaux du sous-sol <u>Remarque : les deux niveaux du sous-sol sont communs aux deux immeubles</u>
Particularité	Bâtiments existants à démolir Réseaux existants au droit du projet Des aménagements spécifiques sont également présents (voies ferrées, dalle béton - épaisseur 0,30 m. Cf. annexe 2)
Cote NGF de sol fini	20,92 m NGF au niveau R-2
Occupation du sol / Implantation du projet	Selon les zones, empiérement, enrobé et espaces verts, occupé par de bâtiments existants (certains à démolir) au nord-ouest et au sud-ouest. Site industriel en partie inoccupé (NEF A, B, C). Seule la nef D est occupée par l'entreprise ACB Implantation dans l'angle nord-est de propriété.
Emprise au sol	Sous-sol -2 : environ 6941 m <sup>2</sup> (selon nos calculs)
Charge linéaire maximale sous les fondations, à l'ELS (estimation)	40 t/ml
Charge ponctuelle sous les fondations, à l'ELS (estimation)	240 t
Surcharge d'exploitation maximale sur les dallages et les ascenseurs (estimation)	1 t/m <sup>2</sup>

Les plans mis à notre disposition pour la réalisation de l'étude sont les suivantes :

Stade	Nom	Echelle	Auteur	Date
/	Etude de faisabilité	Divers	Forma <sup>6</sup>	21/12/2021
	Plan de récolement	1/200	BLANLOEIL	15/05/2019
	Rapport sites et sols pollués	/	SOCOTEC	31/12/2021
	Plan cadastral	1/100	/	29/07/2021
	Projet de division	1/500	GEOUEST	16/01/2020
	Plans topographiques	1/200		02/12/2016 26/10/2016
	Evacuation des eaux	1/1000	Btt	03/01/2010
	Evacuation Fosses septiques			04/10/1985

### CAMPAGNE D'INVESTIGATIONS

Mission Géotechnique	G2AVP
Investigations in situ réalisées les 15 et 16/02/2022	8 sondages destructifs (à la tarière hélicoïdale $\varnothing$ 63 mm) avec essais pressiométriques (SP1 à SP8), dont 3 sont équipés d'un piézomètre <u>Rq : Un 4<sup>ème</sup> piézomètre posé par SOCOTEC dans le cadre du diagnostic sites et sols pollués, se trouve au droit de la future construction</u>
	7 sondages au pénétromètre dynamique lourd (PD1 à PD7)
	4 sondages à la pelle mécanique (PK1 à PK4) avec test de perméabilité - Méthode Porchet à niveau variable

Remarque : 1 suivi piézométrique est en cours et devra intégrer une période de nappe haute. A l'issue de ce suivi, un rapport de synthèse fournira les niveaux caractéristiques de nappe et précisera les modalités de gestion des eaux souterraines

## Mission Géotechnique

Les objectifs de la mission que vous nous avez confiée sont les suivants :

- Définir la nature et la structure du sol et du sous-sol ainsi que ses contraintes hydrogéologiques au droit de la surface projetée pour l'implantation du projet.
- Déterminer la faisabilité géotechnique du projet.
- Spécifier les caractéristiques intrinsèques (mécaniques, physiques voire chimiques) des différents faciès caractérisés sur le site.
- Aborder les modalités de terrassements et si nécessaire notifier les modes de soutènement à envisager.
- Caractériser les principes d'adaptation de l'ouvrage au sous-sol (terrassements, fondations, niveau bas, drainage) nécessaires à leur pérennité, tout en tenant compte des règles de construction parasismique applicable en France depuis le 01 Mai 2011.



## Contexte Général

Adresse du projet	Site de Batignolles - 44300 NANTES	
Altitude	Entre 25,50 à 27,50 m NGF	
Pente	Intensité	Orientation
	Non représentative (Compte tenu des aménagements existants)	
Contexte géologique	Recouvrement des plateaux surmontant la formation de micaschistes albitiques à deux micas (biotite partiellement chloritisée)  - référence carte géologique N°481 au 1/50 000 « NANTES »	



Photographies du site



Photographies aériennes ACTUELLES et ANCIENNES  
(source : <https://remonterletemps.ign.fr/>)

## Risques Naturels

Exposition au retrait/gonflement des argiles	Faible (absence d'un PPRN Retrait gonflement des sols argileux)
Mouvement de terrain	Absence de mouvement de terrain à proximité du terrain sondé (absence d'un PPRN mouvement de terrain)
Cavité souterraines	Absence de cavités souterraines à proximité du terrain sondé (absence d'un PPRN cavités souterraines)
Potentiel radon	Fort (catégorie 3)

Risque inondation	
Au sein d'un territoire à risque important d'inondation	Oui
Zone sujette aux débordements de nappe	Non (fiabilité moyenne)
Zone sujette aux inondations de cave	Oui (fiabilité moyenne)
Existence d'un PPRN inondations / PAPI	Oui / Oui
Au sein d'une enveloppe approchée des inondations potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare	Non



## Normes de construction – sismique et mise hors-gel

Zone Sismique	3
Magnitude conventionnelle	5,5
Catégorie d'importance du Bâtiment	II (à confirmer par la Maîtrise d'œuvre)
Accélération horizontale	1,1 m/s <sup>2</sup>
Coefficient topographique	1
Risque de liquéfaction	Nul
Profil type de sol le plus défavorable	Catégorie C
Valeur de période du spectre de réponse élastique pour le calcul de la composante sismique horizontale	TB = 0,06 s, TC = 0,4 s et TD = 2 s
Paramètre de sol	S = 1,5
Profondeur de mise hors-gel des fondations	0,50 m sous le niveau du terrain fini



## Synthèse des résultats

### Géologie

Faciès	Sondages concernés	Lithologie	Profondeur au toit (m)	Cote NGF au toit (m)	Epaisseur (m)
Terrains de recouvrements	Tous	Terre végétale / Enrobé & Empierrement / Remblais	/	/	0,30 à 1,30
Altérite de schiste	Tous sauf SP3 & PD2	Cuttings limoneux, sablo-limoneux, légèrement argileux, soyeux,	0,30 à 1,30	26,82 à 24,78	0,40 à 7,60
Schiste très altéré	Tous	Cuttings sablo-limoneux, à quelques gravillons, à cuttings limoneux, légèrement rocheux, soyeux,	0,30 à 8,30	26,78 à 18,28	0,40 à >5,50
Schiste altéré	Tous sauf SP4 & SP5 & PK1 à PK3	Cuttings rocheux, sablo-limoneux, soyeux, à cuttings limoneux, légèrement rocheux, cuttings limono-argileux,	1,80 à 9,10	25,10 à 17,38	/



## Géotechnique

Faciès	Rdmin/max (MPa)	Rdmoy (MPa)	EM min/max (MPa)	EM moy. (MPa)	PI* min/max (MPa)	PI* moy (MPa)	EM / PI moy.
Terrains de recouvrements	0,95 / 108,39	31,71	/				
Altérite de schiste	2,46 / 15,59	5,83	0,03 / 10,00	0,17	>0,04 / >1,13	>0,16	<1,09
Schiste très altéré	5,74 / 34,63	14,21	4,20 / 37,83	12,95	>0,54 / 2,61	>1,50	<8,61
Schiste altéré	18,30 / 76,78	36,62	28,75 / 505,26	71,23	>1,88 / 5,64	>4,10	<17,36



## Perméabilité

Echantillon	Faciès	Profondeur du test (m/TN)	Kmoy (mm/h)	Kmoy (m/s)
PK1	Remblais	-1,30 (25,57 m NGF)	0,40	1,06 E-7
PK2	Altérite de schiste	-1,00 (26,17 m NGF)	6,60	1,83 E-6
PK2	Schiste très altéré	-1,50 (25,40 m NGF)	1,40	3,87 E-7

## Hydrogéologie

	Profondeur (m/TN)	Cote NGF (m)
Niveau d'eau	Dès -0,40 à -2,80 m/TN (cotes NGF : 25,28 à 24,28 m)	
Instabilités des parois des sondages	Dès -0,20 à -9,50 m/TN (cotes NGF : 26,65 à 17,55 m)	
Circulations d'eau	Dès -0,00 à -4,00 m/TN (cotes NGF : 27,17 à 23,03 m)	

### Conclusions :

Au vu des résultats de nos investigations, nous donnons un avis géotechnique favorable à la réalisation du projet tel qu'il nous a été présenté. Les points développés ci-dessous permettront d'adapter le projet aux contraintes géologique, hydrogéologiques et géotechniques mis en évidence par nos investigations.

De plus, compte tenu des perméabilités mesurées, nous émettons un avis hydrogéologique défavorable au traitement par infiltration des eaux pluviales ruisselant sur les surfaces imperméabilisées par le projet. La gestion des eaux pluviales s'orientera donc vers un ouvrage de stockage avec débit de fuite vers le réseau pluvial. Un poste de refoulement pourra être nécessaire pour renvoyer les eaux collectées vers la rue en fonction de la cote du réseau.

## Mode de fondation - Variante 1 : Fondations superficielles

### Immeuble

Type de fondations	Semelles filantes et semelles isolées
Mode d'ancrage des fondations	Ancrées d'au moins 0,20 m au sein du schiste altéré voire localement schiste très altéré en SP4 à SP6 et SP8
Pente à respecter entre arête de fondation et/ou pied de talus	3/1 (3 à l'horizontale)

### Fosse

Type de fondations	Radier
Mode d'ancrage des fondations	D'au moins 0,20 m dans le schiste altéré voire schiste très altéré par l'intermédiaire d'une couche de forme. Cette couche de forme sera débordante d'environ 0,50 m par rapport au débord de fondation (afin d'obtenir un compactage optimal au droit du radier)
Faciès à purger	Terrains de recouvrements, altérite de schiste et schiste très altéré
Contrôles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fond de forme contrôlé par la réalisation d'essais à la plaque. Objectif de réception de fond de fouille : <math>K_w &gt; 30 \text{ MPa/m}</math></li> <li>- Plateforme d'assise du radier contrôlée par la réalisation d'essais à la plaque.</li> </ul> <p><u>Critères de réception :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <math>EV_2 &gt; 50 \text{ MPa}</math> et <math>K &lt; 2</math>,</li> <li>➤ <math>K_w \geq 50 \text{ MPa/m}</math></li> </ul>

### Paramètres à prendre en compte pour le dimensionnement du radier

Type de sol	EM (MPa)	$\alpha$	Eyoung <sub>moy</sub> (MPa)
Schiste très altéré	(12,95)	2/3	19,42
Schiste altéré	(71,23)		106,84

(11,30) : valeur moyennée

## Base des fondations

Sondages	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
Profondeur d'encastrement min (m/TN)	-6,63	-6,61	-6,66	-8,50	-8,50
Profondeur d'encastrement min (m/SF) *	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-2,87
Cote NGF max (m)	20,42	20,42	20,42	20,42	18,08

Sondages	SP6	SP7	SP8	PD1	PD2
Profondeur d'encastrement min (m/TN)	-8,50	-8,10	-7,00	-6,71	-6,48
Profondeur d'encastrement min (m/SF) *	-2,74	-2,48	-0,80	-0,50	-0,50
Cote NGF max (m)	18,18	18,44	20,12	20,42	20,42

Sondages	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7
Profondeur d'encastrement min (m/TN)	-6,43	-6,81	-6,56	-6,55	-6,58
Profondeur d'encastrement min (m/SF) *	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50
Cote NGF max (m)	20,42	20,42	20,42	20,42	20,42

\*Nous avons tenu compte pour cette profondeur d'encastrement d'une dalle épaisse de 0,25 m et de semelles épaisses de 0,25 m.

Les cotes d'ancrage des fondations sont reportées sur l'annexe 2 d'implantation des sondages et sur les coupes de sondages.

Remarques :

- ✓ Les profondeurs d'encastrement sont données par rapport au niveau du terrain naturel au moment de notre venue sur site et par rapport la cote de sol fini du sous-sol -2.
- ✓ Ces profondeurs pourront varier en plus ou en moins en fonction des anomalies non décelées lors de la réalisation des investigations (comme l'accident mis en évidence en SP5, SP6 et SP8).
- ✓ L'existence de vestiges de fondations, d'anciens réseaux et de niveaux remaniés par les travaux de préparation du terrain (dessouchage, démolition des bâtiments existants) pourra conduire à des sur-approfondissements des fouilles. En effet, l'ancrage des fondations se fera impérativement au-delà des derniers niveaux remaniés. Nous rappelons que la distance entre un arbre ou une haie avec une construction doit au moins être égale à la hauteur de l'arbre ou de la haie à taille adulte. Dans le cas contraire, nous conseillons de mettre en place des dispositifs anti-racines.

## Contrainte admissible pour le dimensionnement des fondations

Selon la méthode pressiométrique

Sondages	Faciès d'ancrage	Prof. Encastrement (m)	Ple*(MPa)	Kp	Rv ;d/A'	
					ELU (MPa)	ELS (MPa)
SP1	Schiste altéré	-6,63	4,75	0,8	2,26	1,38
SP2	Schiste altéré	-6,61	4,80		2,29	1,39
SP3	Schiste altéré	-6,66	3,14		1,49	0,91
SP4	Schiste très altéré	-6,27	1,97		0,94	0,57
SP5	Schiste très altéré	-8,50	1,03		0,49	0,30
SP6	Schiste très altéré	-8,50	1,36		0,65	0,39
SP7	Schiste altéré	-8,10	2,46		1,17	0,71
SP8	Schiste très altéré	-7,00	1,88		0,56	0,34

Selon la méthode pénétrométrique

Sondages	Faciès d'ancrage	Prof. Encastrement (m/TN)	Rd (Valeur min. - MPa)	Rv ;d/A'	
				ELU (MPa)	ELS (MPa)
PD1	Schiste altéré	-6,71	29,18	2,48	1,51
PD2		-6,48	21,33	1,81	1,10
PD3		-6,43	32,25	2,74	1,70
PD4		-6,81	25,75	2,19	1,33
PD5		-6,56	18,30	1,56	0,95
PD6		-6,55	21,10	1,79	1,09
PD7		-6,58	24,53	2,09	1,27

### Conclusion :

Ainsi, au plus défavorable, la contrainte de sol retenue (sous charge verticale centrée) pour des fondations ancrées dans le schiste très altéré : **490 kPa à l'ELU soit 300 kPa à l'ELS** (à prendre en considération pour le dimensionnement des fondations en partie nord-est de l'emprise du projet), et pour des fondations ancrées dans le schiste altéré : **1170 kPa à l'ELU soit 710 kPa à l'ELS**

### Tassements Estimés

- Pour des fondations ancrées dans le schiste altéré :

Type de Fondations	Dimensions	Surcharge (MPa)	$\lambda_c$	$\lambda_d$	Sondages	Tassements bruts (mm)	Tassement différentiel (mm)
Semelle filante	0,75 m de large	0,53	1,5	2,65	SP1	2,1	7,4
					SP2	1,4	
					SP3	4,5	
					SP7	7,4	
Semelle isolée	2 m x 2 m	0,60	1,1	1,12	SP1	0,6	
					SP2	2,1	
					SP3	6,0	
					SP7	5,6	

- Pour des fondations ancrées dans le schiste très altéré :

Type de Fondations	Dimensions	Surcharge (MPa)	$\lambda_c$	$\lambda_d$	Sondages	Tassements bruts (mm)	Tassement différentiel (mm)
Semelle filante	1,35 m de large	0,30	1,5	2,65	SP4	6,6	14,6
					SP5	7,3	
					SP6	10,6	
					SP8	14,6	
Semelle isolée	2,9 m x 2,9 m	0,28	1,1	1,12	SP4	5,7	
					SP5	7,1	
					SP6	9,8	
					SP8	14,2	

Ainsi, pour un mode de fondations mixte et un sol d'assise hétérogène des fondations, les tassements différentiels pourront atteindre 14 mm

**Remarques :**

- ✓ Si la contrainte admissible du sol ne suffit pas l'optimisation des dimensions des fondations, alors on s'orientera vers un mode de fondations profondes de type tarière creuse qui fait l'objet du chapitre suivant.
- ✓ Le mode de fondation retenu, sera repris lors de la mission G2PRO.

## Mode de fondation - Variante 2 : Fondations profondes

Compte tenu de l'hétérogénéité du sol d'assise, et de la valeur de la contrainte admissible dans le schiste très altéré, nous avons étudié dans le présent chapitre deux exemples de prédimensionnement de fondations profondes selon deux modèles géotechniques distincts au nord-est (avec surépaisseur d'altérite de schiste, puis schiste très altéré) et au sud-ouest.

Type de fondations	Pieux forés à la tarière creuse (FTC) (classe 2 - catégorie 6)
Mode d'ancrage des fondations	D'au moins 1,50 m au sein du schiste +/- altéré
Pente à respecter entre arête de fondation et/ou pied de talus	3/1 (3 à l'horizontale)

### Modèles géotechniques retenus

Les caractéristiques mécaniques du site ont été mesurées à partir d'essais pressiométriques. Dans le cadre du dimensionnement, on retiendra :

Modèle géotechnique 1 pour la zone Nord-est (zone en hachuré bleu en annexe 2) :

Faciès	Cote base (m)	pl*(MPa)	qsi (MPa)	Kp max
Terrains de recouvrements (TR)	24,78	A terrasser		
Altérite de schiste (AS)	18,28	A neutraliser		
Schiste très altéré (STA)	Au-delà	1,50		2,00

Modèle géotechnique 2 pour la zone sud-ouest (hors zone hachurée bleue):

Faciès	Cote base (m)	pl*(MPa)	qsi (MPa)	Kp max
Terrains de recouvrements (TR)	25,85	A terrasser		
Altérite de schiste (AS)	23,09			
Schiste très altéré (STA)	20,53	Partie haute à terrasser et le reste à neutraliser		
Schiste altéré (SA)	Au-delà	1,88		2,00

### Remarques :

- ✓ Ces modèles géotechniques devront être vérifiés et confirmés avant le démarrage des travaux par des forages d'essais pour déterminer les critères d'ancrage.
- ✓ En règle générale, l'ancrage d'un pieu doit être de minimum 1,5 m ou bien de 3 fois son diamètre dans la couche résistante. De ce fait, des adaptations de longueurs des pieux pourront être envisagées en phase chantier, lors de leur réalisation ;

## Prédimensionnement des fondations profondes (norme NF P94-262) - Annexe 6

La justification des fondations présentée dans ce chapitre a été réalisée selon l'EC7 et sa norme d'application nationale NF P 94-262 de juillet 2012 « Fondations profondes ».

La norme propose quatre modèles de calcul. Nous utiliserons ici l'approche « modèle de terrain » en considérant une condition de site simple.

Les fondations profondes retenues seront des pieux FTC (classe 2 et catégorie 6). Ils seront ancrés dans le schiste très altéré, atteint dès 18,28 m NGF dans le modèle 1, et dans schiste altéré dans le modèle 2, atteint dès 20,53 m NGF

### → Principes de calculs :

La capacité portante à l'ELS  $R_{c;d}$  d'un pieu en compression, mis en œuvre sans refoulement du sol, est déterminée selon la norme NF P 94-262 d'application de l'Eurocode 7 à partir des expressions successives suivantes :

$$R_{c;cr,d} = R_{c;cr,k} / \gamma_{cr}$$

D'où une charge de fluage  $R_{c;cr,k}$  :

$$R_{c;cr,k} = 0,5 \times R_{b;k} + 0,7 \times R_{s;k}$$

Et la résistance aux frottements  $R_{s;k}$  :

$$R_{s;k} = P_s \times \sum (q_{s;k} \times h_i) / (\gamma_{R,d1} \times \gamma_{R,d2})$$

Puis les frottements latéraux  $q_{s,i}$  :

$$q_{s;i} = \alpha_{sol-pieu} \times f_{sol} (p_{le}^*)$$

Et la résistance en pointe  $R_{b;k}$  :

$$R_{b;k} = A_b \times q_{b;k}$$

Puis le terme de pointe  $q_{b,k}$ :

$$q_{b;k} = (k_p \times p_{le}^* + q_0) / (\gamma_{R,d1} \times \gamma_{R,d2})$$

avec :

$\gamma_{cr}$  : facteur partiel (égal à 0,9 à l'ELS caractéristique) ;

$P_s$  : périmètre du pieu ;

$q_{s;k}$  : frottement latéral unitaire limite (MPa) ;

$q_0$  : contrainte verticale au niveau de la pointe (négligée) ;

$h_i$  : hauteur de la couche de frottement ;

$A_b$  : aire nominale de la pointe du pieu ;

$\alpha_{sol-pieu}$  : coefficient dépendant du type de sol, du type de pieu et de sa méthode de réalisation ;

$f_{sol} (pl^*)$  : fonction de frottement dépendant du type de sol et de la  $pl^*$  (MPa) ;

$pl^*$  : pression limite nette équivalente (MPa) ;

$\gamma_{R,d1}$  : coefficient de modèle (égal à 1,15 (pieu) et 2,0 ( $\mu$ pieu) pour un calcul en compression) ;

$\gamma_{R,d2}$  : coefficient de modèle (égal à 1,1 pour un calcul en compression).

A l'ELS, la capacité portante doit être comparée à la charge de compression sur la fondation profonde  $F_{c;d}$  tel que :  $R_{c;d} \geq F_{c;d}$ .

**→ Résultats :**

A partir des résultats de nos investigations au droit du site, les données à retenir pour le prédimensionnement de pieux (classe 2, catégorie 6, de diamètre 620 à 720 mm), ancrés de 1,50 m au sein du schiste +/- altéré, sont présentées dans les tableaux ci-après.

- **Modèle géotechnique N°1 :**
- ✓ Résistance au frottement  $R_s ; k$  (au plus défavorable) :

Type	Faciès d'ancrage	Epaisseur (m)	$pl^*$ (MPa)	$\alpha_{sol-pieu}$	$f_{sol} (pl^*)$ (MPa)	$q_{s,i}$ (MPa)	$R_s$ (MN)	$R_{s,k}$ (MN)
Classe 2 - catégorie 6 - Diamètre 720 mm	AS	2,64	Mort terrain					2,41
	STA	8,96	1,50	1,6	0,09	0,15	3,05	
Classe 2 - catégorie 6 Diamètre 620 mm	AS	2,64	Mort terrain					2,63
	STA	11,36	1,50	1,6	0,09	0,15	0,33	

- ✓ Calcul des frottements négatifs :

Outre les efforts verticaux de compression, le dimensionnement des micropieux et pieux devra prendre en compte le frottement négatif, en l'absence de chemisage, et si l'une des situations suivantes est envisageable :

- rechargement du sol par remblaiement ou par stockage ;
- projet futur de surélévation du projet ;
- rabattement rapide et important de la nappe (artificiel).

A ce stade du projet, aucune de ces situations n'est à envisager.

✓ Résistance en pointe  $R_{b;k}$  :

Prof. d'ancrage (m/SF)	Cote NGF d'ancrage (m)	Diamètre pieu (mm)	$k_p$	$p_{le}^*$ (MPa)	$A_b$ (m <sup>2</sup> )	$R_b ; k$ (MN)
11,60 à 14,00	9,32 à 6,92	720	2,00	1,50	0,41	0,97
		620			0,30	0,72

✓ Portance de pieux

Diamètre pieu (mm)	Prof. d'ancrage (m/SF)	Cote NGF d'ancrage (m)	$R_c; c; d$ ELS CAR (t)
720	11,60	9,32	241
620	14,00	6,92	244

▪ **Modèle géotechnique N°2 :**

✓ Résistance au frottement  $R_s ; k$  (au plus défavorable) :

Type	Faciès d'ancrage	Epaisseur (m)	$p_{l}^*$ (MPa)	$\alpha_{sol-pieu}$	$f_{sol}$ ( $p_{l}^*$ ) (MPa)	$q_{s;i}$ (MPa)	$R_s$ (MN)	$R_{s;k}$ (MN)
Classe 2 - catégorie 6 - Diamètre 720 mm	STA	0,39	Neutre					2,28
	SA	7,91	1,88	1,6	0,098	0,158	2,818	
Classe 2 - catégorie 6 - Diamètre 620 mm	STA	0,39	Neutre					2,45
	SA	10,11	1,88	1,6	0,098	0,158	3,102	

✓ Résistance en pointe  $R_{b;k}$  :

Prof. d'ancrage (m/SF)	Cote NGF d'ancrage (m)	Diamètre pieu (mm)	$k_p$	$p_{le}^*$ (MPa)	$A_b$ (m <sup>2</sup> )	$R_b ; k$ (MN)
8,30 à 14,00	12,62 à 6,92	720	2	1,88	0,41	1,21
		620			0,30	0,90

✓ Portance à l'ELS caractéristique :

Diamètre pieu (mm)	Prof. d'ancrage (m/SF)	Cote NGF d'ancrage (m)	Rc;cr;d ELS CAR (t)
720	8,30	12,62	241
620	10,50	10,42	241

Remarques :

- Le nombre et la répartition des pieux, ainsi que les charges au droit de chaque appui, devront être définis par le BET structure. Le géotechnicien effectuera le dimensionnement des pieux au cours de sa mission géotechnique de conception G2PRO. De plus, il faudra vérifier que l'absence de risque de flambement et la charge à la compression ne dépasse pas la résistance à la compression du béton.
- Dans le cadre d'une mission G4 (NF-P 94 500), un géotechnicien devra effectuer le contrôle de l'exécution des pieux : contrôle des cuttings et des paramètres de forage, contrôle des paramètres de bétonnage, éventuellement contrôle de leur portance (l'essai de chargement), et essais d'impédance pour la vérification de l'intégrité des pieux. Dans le cas contraire, un coefficient minorateur de 1,5 sera appliqué aux caractéristiques mécaniques du sous-sol.

## Terrassement et mise en œuvre des fondations

Mise en Œuvre des fondations	<p>Ouverture des fouilles de préférence en période sèche, à l'aide d'une pelle mécanique puissante afin d'assurer l'ancrage dans le schiste +/- altéré. Le Brise Roche Hydraulique pourra être nécessaire pour s'affranchir de points durs</p> <p>Pour des fondations profondes, ouverture des fouilles à l'aide d'une tarière creuse</p>	
Faciès	Terrains de recouvrement et altérite de schiste	Schiste très altéré et schiste altéré
Moyens de terrassement	Engins classiques de terrassement	Pelle mécanique puissante munie d'un godet rocher ou d'une dent de ripper puis BRH pouvant être nécessaire pour des terrassements supérieurs à 4 m de profondeur
Pente des talus	1/2	1/1
Période de terrassements	De préférence en période sèche	
Particularités	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Purge des matériaux remaniés et saturés en eau, présents en fond de fouille</li> <li>▪ Fondations coulées pleine fouille, dès l'ouverture des fouilles ou coffrage à envisager en cas d'instabilité trop importantes de fonds de fouille</li> <li>▪ Des adaptations des profondeurs des fouilles seront à prévoir en fonction des variations d'épaisseurs des terrains de recouvrement, de l'altérite de schiste et des niveaux remaniés par les travaux de préparation du terrain</li> <li>▪ Adaptation à prévoir également en cas de présence de vestiges de fondations et d'anciens réseaux</li> <li>▪ Eau présente en fond de fouille sera soit pompée soit drainée</li> <li>▪ Dans le cas de venues d'eau trop importante, l'utilisation d'un béton faisant prise dans l'eau sera nécessaire. Le béton utilisé sera adapté à la classe d'agressivité de l'environnement. Des analyses complémentaires seront réalisées lors de la mission G2PRO.</li> <li>▪ Réalisation de rattrapage gros béton et de redents pour rattraper les différents niveaux de fondations</li> <li>▪ Les irrégularités des parois des fouilles pourront engendrer des surconsommations de gros béton en l'absence de coffrage</li> <li>▪ <b>Compte tenu du contexte hydrogéologique, des niveaux d'eau enregistrés et de la cote du sous-sol envisagé, en phase chantier (terrassements), un réseau de drainage devra permettre d'acheminer les eaux souterraines vers un point de pompage.</b> Une étude hydrogéologique devra permettre de dimensionner le <b>réseau de drainage et le pompage.</b> <b>Une mise en surveillance des avoisinants est impératif lors de cette phase de pompage.</b></li> <li>▪ En cas de talus en déblai, ceux-ci seront protégés de intempéries par un polyane.</li> <li>▪ Des dispositions seront prises pour éviter le ruissellement des eaux de pluies vers le terrassement.</li> </ul>	

## Niveaux bas

Dallage sur terre-plein	Préconisé
Dalle portée	Possible (à voir après la définition des niveaux caractéristiques de nappe. En effet, cette solution pourrait être à privilégier pour répondre le sous-pressions hydrauliques
Vide sanitaire	Possible

## Dispositions constructives de la plateforme en remblai

Type de fond de forme et compactage	Schiste altéré ou schiste très altéré voire l'altérite de schiste (secteur SP5, SP6, voire SP8 et PD4, PD5 voire PD7) - (décapage des terrains de recouvrement, purge des matériaux humides, des points durs et sols détériorés par les engins de terrassements)			
	Compactage du fond de forme obtenu (après cloutage par incorporation au refus d'éléments de type 80/150) et pose d'un géotextile. En présence d'un fond de forme rocheux, on pourra s'affranchir de cette étape.			
Type de Matériaux d'apports et compactage	Matériaux inertes à l'eau à granulométrie étendue : B <sub>31</sub> ou D <sub>21</sub> , mise en place par couches peu épaisses de 20 à 30 cm au maximum.			
	Type de sol (GTR)	Paramètres de Nature		Paramètres de comportement
		Premier Niveau	Deuxième Niveau	
	B <sub>31</sub> (Graves silteuses)	- D <sub>max</sub> ≤ 50 mm - tamisat à 80 μm ≤ 35%	- tamisat à 80 μm ≤ 12% - tamisat à 2 mm ≤ 70% - 0,1 < VBS ≤ 0,2	- LA ≤ 45 - MDE ≤ 45
	D <sub>21</sub> (Graves alluvionnaires propres)	- VBS ≤ 0,1 - tamisat à 80 μm ≤ 12%	- D <sub>max</sub> ≤ 50 mm	- LA ≤ 45 - MDE ≤ 45
Compactage des matériaux d'apports				
Hauteur de couche de forme minimale à respecter	0,50 m partie nord-est (caractérisée par une surépaisseur d'altérite de schiste) et 0,20 m sur le reste de la surface. (hauteur réelle nécessaire à mettre en œuvre à déterminer au moment des travaux par le biais de planches d'essais).			
Drainage horizontal	Pas nécessaire			
Couche de réglage	Mise en place d'une couche de fin réglage de 0.05 m en sable ou grave concassée de D <sub>max</sub> < 20mm (en présence du schiste altéré rocheux EM>50 MPa, on pourra se limiter à la mise en œuvre de fin de réglage).			
Conseils complémentaires	- Mise en place d'un joint de rupture entre le dallage et le reste du bâtiment solidaire des appuis profonds. - Création d'un espace souple et donc déformable entre la sous-face du dallage et la tête des appuis profonds de façon à éviter l'effet de point dur			
Tassements (charge de 1 t/m <sup>2</sup> )	S : entre 0,00 à 3,50 mm			
Contrôle	√ Fond de forme contrôlé par la réalisation d'essais à la plaque. Objectifs de réception de fond de fouille : Kw > 30 MPa/m. √ Plate-forme d'assise du dallage contrôlée par la réalisation d'essais à la plaque. Critères de réceptions : Δ EV2 > 50 MPa et K < 2 Δ Kw ≥ 50 MPa/m			

Paramètre à prendre en compte pour le dimensionnement du dallage en fonction du type de sol (DTU 13.3)

Type de sol	EM (MPa)	$\alpha$	Eyoung <sub>moy</sub> (MPa)
Altérite de schiste	(0,17)	2/3	0,255
Schiste très altéré	(12,95)		19,42
Schiste altéré	(71,23)		106,84

(10,00) : valeur moyennée

## Parois Enterrées

	$\alpha$	C' (kPa)	$\phi$ (°)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Niveau d'eau	Dès -0,40 à -2,80 m/TN (cotes NGF : 25,28 à 24,28 m)			
Terrains de recouvrement	1	0	20	15
Altérite de schiste	2/3	5	25	17
Schiste très altère	2/3	20	30	20
Schiste altéré	2/3	50	35	20
Type de soutènement envisagé	Prévoir des écrans de soutènement de type parois berlinoises ou pieux sécants			

## Prescriptions complémentaires

<p><b>Maîtrise des eaux</b></p>	<p>Compte tenu du contexte hydrogéologique, nous préconisons le cuvelage du sous-sol du projet (y compris fosse technique de ascenseurs) avec reprise des sous-pressions hydraulique (lestage ou reprise des efforts de tractions par les fondations).</p> <p>La mise en place de chenaux de récupération des eaux de toiture est impérative. En phase provisoire (chantier), il conviendra d'éloigner les eaux récupérées du pied des murs (coude ou descente allongée posée loin du pied de mur) dès la fin de la couverture de la construction. En phase définitive, la collecte des eaux de toiture se fera par le biais de regards étanches et de canalisations en PVC collée. Les eaux ainsi récupérées devront être évacuées par le réseau pluvial public.</p>
<p><b>Joint de dilatation entre les différentes parties du projet</b></p>	<p>A envisager par le BE Structures</p>
<p><b>Particularités</b></p>	<p>L'existence de vestiges de fondations, d'anciens réseaux ou de niveaux remaniés par les travaux de préparation du terrain pourra conduire à des sur-approfondissements des fondations.</p> <p>Dans le cadre du projet, nous prescrivons également les points ci-dessous :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La réalisation d'une étude béton par un BET « structures en bâtiment », pour le dimensionnement de la superstructure ;</li> <li>▪ Le dévoiement des réseaux existants (s'ils sont conservés) afin de conserver leur accès possible et d'éviter toute interaction avec la structure du projet de construction ; ces réseaux ne devront pas être de nature à drainer les eaux vers le projet ;</li> <li>▪ La réalisation des ouvrages géotechniques sera supervisée en phase G4 (phase supervision de l'étude et de suivi géotechnique d'exécution - mission de la norme NF P 94 500) sur la base des informations techniques fournies au géotechnicien par l'entreprise) ;</li> <li>▪ Le gros œuvre devra tenir compte des existants</li> </ul>

Nos équipes à vos côtés dans vos projets ....



Numéro de dossier : 7581

## Informations complémentaires

- Référencés par sous parties du rapport

Si les prescriptions du présent rapport ne sont pas respectées dans leur totalité, la responsabilité de notre bureau d'études ne pourra être engagée

### **Descriptif du projet :**

Notre bureau d'étude devra être tenu informé de toutes les modifications pouvant être apportées au projet

### **Contexte général :**

Les données de ce paragraphe proviennent de nos observations sur site, des plans en notre possession et d'une recherche sur l'historique du site (source : [remonterletemps.ign.fr](http://remonterletemps.ign.fr)).

### **Risques naturels :**

Cette partie aborde uniquement les risques naturels. Elle ne traite pas des risques naturels et technologiques. Les données de ce paragraphe sont mises à jour à partir de la base de données disponible sur [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr), au moment de notre recherche bibliographique

En cas de présence d'un risque de cavité souterraine, seule la réalisation d'une prospection géophysique permettrait de s'affranchir du risque de cavité au droit de la zone d'étude.

En cas d'existence d'un Plan de Prévention des Risques Naturels sur la commune concernée par le projet, ce dernier devra tenir compte des préconisations de ce PPRN. Nous vous invitons à le consulter sur le site de la préfecture.

### **Normes de construction - sismique et mise hors gel :**

Dans le cas d'un projet d'extension, selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, le projet d'extension devra être réalisé selon les règles de construction parasismique (Eurocode 8) seulement si celle-ci dépasse une superficie supérieure à 30% de la surface de plancher de l'existant ou si celle-ci est totalement indépendante de l'existant par l'intermédiaire de joints de dilatation.

Les ouvrages de catégorie d'importance I, dans lesquels est exclue toute activité humaine nécessitant un séjour de longue durée et non visés par les autres catégories de l'article R. 563-5 du code de l'environnement, ne sont pas soumis à la réglementation parasismique.

La profondeur de mise hors-gel des fondations est donnée par l'Eurocode 7. Cette profondeur devra impérativement être respectée et la périphérie du bâtiment sera remblayée si nécessaire.

### **Mode de fondations :**

Les profondeurs d'encastrement des fondations sont données par rapport au terrain naturel au moment de notre intervention et ne tiennent pas compte d'éventuels décaissements. Ces profondeurs et ces cotes pourront varier en fonction des anomalies non décelées lors de la réalisation des investigations. Par exemple, l'existence de surépaisseurs de remblais ou de niveaux remaniés par les travaux de préparation du terrain pourra conduire à des sur-approfondissements.

Selon la classification des missions type d'ingénierie géotechnique (NF-P 94 500), dans le cadre de la mission G4 (hors mission G2AVP), un géotechnicien devra effectuer le contrôle de la nature et de la tenue du sol d'assise des fondations, avant que le béton soit coulé.

Concernant les tassements estimés, les concepteurs s'assureront que les tassements différentiels sont acceptables par les différentes structures et prévoient le cas échéant une rigidification. Dans tous les cas, les descentes de charge du bâtiment devront être homogènes pour ne pas créer de tassements différentiels supplémentaires.

### **Terrassement et Mise en œuvre des fondations :**

Les terrassements prévoient une plateforme suffisamment large afin de pouvoir réaliser une noue autour de la construction, ayant pour but d'éloigner les eaux de cette dernière.

La base des fondations sera horizontale. En zone sismique, la pente générale entre les différents plans de pose ne dépassera pas 3H/1V. Si le projet n'est pas soumis à la réglementation sismique, cette pente pourra rester de 3H/2V

Afin d'assurer un bon contact sol/béton, les fondations seront coulées pleine fouille, dès l'ouverture des fouilles. Le remblaiement des fouilles le long des murs de soubassement sera effectué dès la réalisation du niveau bas.

En cas d'intempéries et/ou d'éboulement des parois des fouilles, les fonds de ces dernières seront impérativement curés et purgés des matériaux remaniés ou saturés en eau.

Si les pentes mentionnées ne peuvent pas être respectées, des soutènements provisoires seront à envisager. Les différentes natures de déblai devront être individualisées. Ainsi, en cas de réutilisation, leur mise en œuvre sera fonction de leur nature.

Lors de la rencontre de circulation d'eau ou de zones humides pendant les terrassements, il conviendra d'aménager des ouvrages de captages et d'évacuation vers l'aval. Il conviendra également de rétablir le ruissellement superficiel initial (captage amont et mise en place de canalisations d'évacuation).

**Prescriptions complémentaires :**

Nous prescrivons la mise en place de chenaux de récupération des eaux de toiture. En phase « chantier », il conviendra d'éloigner les eaux récupérées du pied des murs (coude ou descente plus longue posée loin du pied de mur) dès la fin de la couverture du bâtiment. En phase définitive, la collecte des eaux de toiture se fera par le biais de regards étanches et de canalisations en PVC collées. Il est conseillé que le réseau soit le plus visitable et curable possible, avec des regards aux principaux changements de direction.

Les eaux ainsi récupérées (toiture et drainage) devront être évacuées par le réseau pluvial public après vérification des conditions de rejet ou par un système privé de traitement (après étude spécifique).

Pour le passage de canalisations à travers le bâti, l'utilisation de manchons de scellement en fonte ductile avec des joints souples est une solution appropriée. Les entrées et sorties des canalisations du bâtiment s'effectueront autant que possible perpendiculairement par rapport aux murs. On évitera autant que possible de placer les canalisations le long du bâtiment.

Une étude sera réalisée par un BET « Structures en Bâtiment » pour le dimensionnement des fondations du bâtiment.

## Normes et Principes techniques

- **NF-P 94 110-1** de janvier 2000 - sols : Reconnaissance et essais : Essai pressiométrique Ménard
- **NF EN 1990/NA** « Bases de calcul des structures » + Annexe Nationale (Mars 2003+Juin 2004)
- **NF EN 1992-I-I/NA** « Calcul des structures en béton - Règles générales et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationales (Octobre 2005 + Mars 2007)
- **NF EN 1993-I-I/NA** « Calcul des structures en acier - Règles générales et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationale (Octobre 2005+ Mai 2007)
- **NF EN 1997-I** « Calcul géotechnique - Règles générales » Juin 2005
- **NF EN 1998-I/NA** « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationale (Septembre 2005 2eme tirage 2010).
- **NF EN 1998-5** « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Fondations, ouvrages de soutènements et aspects géotechniques » + Annexe Nationale (Septembre 2005 (3eme tirage Octobre 2013).
- **NF P 11-213-I/AI -DTU 13.3** « Dallage : Conception, calcul et exécution - Partie I : Cahier des clauses techniques des dallages à usage industriel ou assimilés » + Amendement AI (Mars 2005 + Mai 2007).
- **NF P 11-221-1 DTU 14.1** - « Travaux de cuvelage - Partie 1 : Cahier des clauses techniques ». (Mai 2000).
- **NF P 94-117-1** « Portance des plates-formes - Partie 1 : Module sous chargement statique à la plaque (EV2) -(Avril 2000).
- **NF P 94 261 COMPILI** « Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles » Septembre 2018).
- **NF P 94-500** « Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications. » (Novembre 2013).
- **NF EN 196-I** « Méthodes d'essais des ciments - Partie 1- Détermination des résistances mécaniques » (Avril 2006)
- **NF EN 206/CN** « Béton - Spécification, performance, production et conformité - Complément national à la norme NF EN 206 (Décembre 2014).
- **FD P 18-011** « Béton-Définition et classifications des environnements chimiquement agressifs - recommandations pour la formulation des bétons. » (Mars 2016).
- **NF EN ISO 18674-1** « Reconnaissance et essais géotechniques - Surveillance géotechnique par instrumentation in situ - Parti I : Règles générales ». (Décembre 2015).
- **NF P 94-115** (décembre 1990) - sols : Reconnaissance et essais : Sondage au pénétromètre dynamique type B
- **NF P 94-105** (avril 2012) - Contrôle de la qualité du compactage - Méthode au pénétromètre dynamique à énergie variable
- **NF P 94-116** (octobre 1991) - Essai de pénétration au carottier
- **NF EN ISO 22282-2** (janvier 2014) - Reconnaissance et essais géotechniques - Essais géohydrauliques - Partie 2 : essai de perméabilité à l'eau dans un forage ouvert
- **NF P 94-262** - Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations profondes
- **Décret N°2010-1254**, Relatif à la prévention du risque sismique (22 Octobre 2010)
- **Décret N°2010-1255**, Relatif à la délimitation des zones de sismicités du territoire français (22 Octobre 2020)
- **Arrêté modifiant l'Arrêté du 22 Octobre 2010** relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ». (19 Juillet 2011)
- « **Guide technique pour la réalisation des remblais et des couchers de forme (GTR)** », fascicules I et II, édité par le LCPC-SETRA. (Juillet 2000 - 2<sup>ème</sup> édition).
- **Recommandations du LCPC** « Caractéristiques des matériaux de remblai supports de fondations ». (1980)
- **Guide technique AFPS/CFMS** « procédés d'amélioration et de renforcement de sols sous actions sismiques », édité par la Presse des ponts. (2011).
- **Guide d'application de l'Eurocode 8** « Fondations et procédés d'amélioration du sol » établi par V.DAVIDOVICI & S.LAMBERT, édité par l'AFNOR Editions/Eyrolles (2013).
- « Dispositions constructives parasismiques des ouvrages en acier, béton bois et maçonnerie, nouvelle édition conforme aux Eurocodes » Ouvrage établi par l'AFPS - Presse des ponts (2011).
- **Fondations et ouvrages en terre** » établi par B.HBERT, B.PHILIPPONNAT, O.PAYANT & M.ZERNOUNI, Editions Eyrolles (2019).

## Conditions Générales des prestations géotechniques d'IGESOL

### Objet et nature des prestations

Ce rapport fixe le terme de la mission. Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations qui pourraient être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager notre bureau d'étude. En particulier, l'utilisation même partielle de ce rapport par un autre Maître d'Ouvrage, 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. Enfin, notre société ne pourrait être rendue responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.

Considérant l'enchaînement des missions géotechniques, il est vivement conseillé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou au constructeur de faire procéder à une visite de chantier par un géotechnicien à la fin de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des puits ou des pieux. Ce contrôle a pour objet de vérifier que la nature et la profondeur du sol d'assise des fondations sont conformes aux données de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un procès-verbal.

Le Maître d'Ouvrage devra nous informer de la Date Réelle d'Ouverture du Chantier (DROC) et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même, il est tenu de nous informer du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.

### Responsabilité et assurances

#### → Assurance décennale

Pour ces prestations, Igesol bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance.

#### → Responsabilités autres que la responsabilité décennale

La responsabilité de notre société ne peut être retenue que dans les limites de la mission qui lui a été confiée (nommée en introduction du présent rapport). Le contenu de chaque mission est développé en annexe 2. Les Prescriptions découlant de notre mission devront être respectées dans leur totalité. Dans le cas contraire, la responsabilité de notre société ne pourra être engagée.

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en cas de dommage causés à la végétation, à des cultures ou à des ouvrages (réseaux enterrés, ...) dont la présence et l'emplacement précis ne nous aurait pas été communiqué préalablement au commencement des investigations.

### Recommandations

Notre société devra être informée de toutes modifications qui pourraient être apportées au projet (conception, implantation, niveau, taille) ou à son site d'implantation. En effet, ces modifications pourraient être de nature à rendre caducs certains éléments ou la totalité des conclusions de la présente étude.

Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des investigations. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un géomètre expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

Il est reconnu que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. Ainsi, des éléments nouveaux (glissement, érosion, remblais, ...) mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance peuvent

rendre caduques les conclusions du présent rapport en tout ou en partie. Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux doivent être immédiatement signalés à notre société pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les prescriptions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions complémentaires.

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, notre société est amenée à faire une ou plusieurs hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou toute autre entreprise intervenant en aval de notre étude de nous indiquer le projet définitif afin de valider ou d'affiner les résultats obtenus à partir d'hypothèses.

## **Enchaînement et Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Normes NF-P 94500 Novembre 2013)**

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques.

Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

### **ETAPE 1 : ETUDES GEOTECHNIQUES PREALABLES (G1)**

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

#### **Etude de site (G1 ES)**

Elle est réalisée avant l'étude préliminaire ou l'esquisse ou l'APS, et permet une première identification des risques géologiques d'un site :

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique spécifique du site et l'existence d'avoisinants,
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, avec ses principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs pour un futur ouvrage non encore étudié.

#### **Principes Généraux de Construction (G1 PGC)**

Elle est réalisée au stade de l'étude préliminaire ou de l'esquisse ou de l'APS, et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir 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, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). Elle permet de compléter le modèle géologique et de définir le contexte géotechnique, et de réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs en cas de survenance.

Cette étude ne comprend pas d'ébauche dimensionnelle et sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

## **ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.

### **Phase Avant-projet (G2 AVP)**

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). Elle fournit une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.
- Fournir une première approche des quantités et conclure sur la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure gestion des risques géotechniques.

Ce rapport sert de donnée d'entrée pour la phase suivante.

### **Phase Projet (G2 PRO)**

- Définir les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de projet, notamment méthodes d'exécution et notes techniques pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et des voiries, améliorations des sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants).
- Fournir les notes de calcul de dimensionnement niveau projet pour tous les ouvrages géotechniques et pour toutes les phases de construction, et les valeurs seuil associées. Elle permet une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages.
- Si nécessaire, fournir les principes de maintenance des ouvrages géotechniques.
- Ce rapport sert de base à l'élaboration du DCE.

### **Phase DCE / ACT (G2 DCE / ACT)**

- Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires à la consultation des entreprises et à leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cahier des charges techniques particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le Maître d'Ouvrage ou la maîtrise d'œuvre pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres concernant les ouvrages géotechniques.

### ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION

(G3 et G4, distinctes et simultanées)

#### ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

##### Phase Etude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

##### Phase Suivi

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

#### SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechnique d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

##### 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 de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

## DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifiques, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux

Nos équipes à vos côtés dans vos projets ...



## ANNEXES DU PROJET

*Localisation géographique et contexte géologique (Annexe 1)*

*Plan d'implantation des sondages (Annexe 2)*

*Coupes des sondages pressiométriques (Annexe 3)*

*Coupes des sondages pénétrométriques (Annexe 4)*

*Coupes des sondages à la pelle mécanique (Annexe 5)*



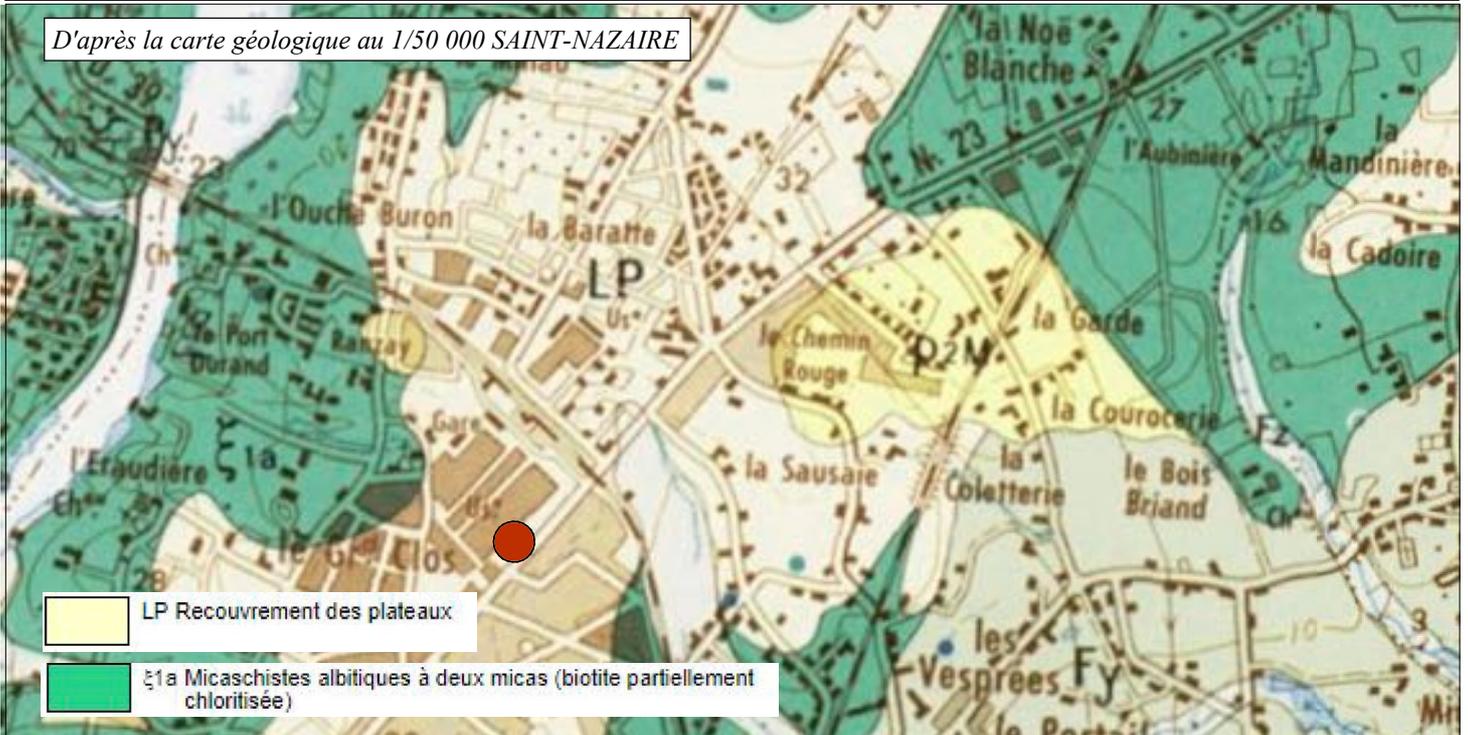


**Projet de construction  
d'un ensemble de 2 bâtiments de bureaux**

**Etude géotechnique de conception G2AVP**

**Localisation de la zone d'étude**

**Echelle :  
1 / 25 000**



**LEGENDE :**

**Localisation de la zone étudiée**

Projet de construction d'un ensemble de 2 bâtiments de bureaux

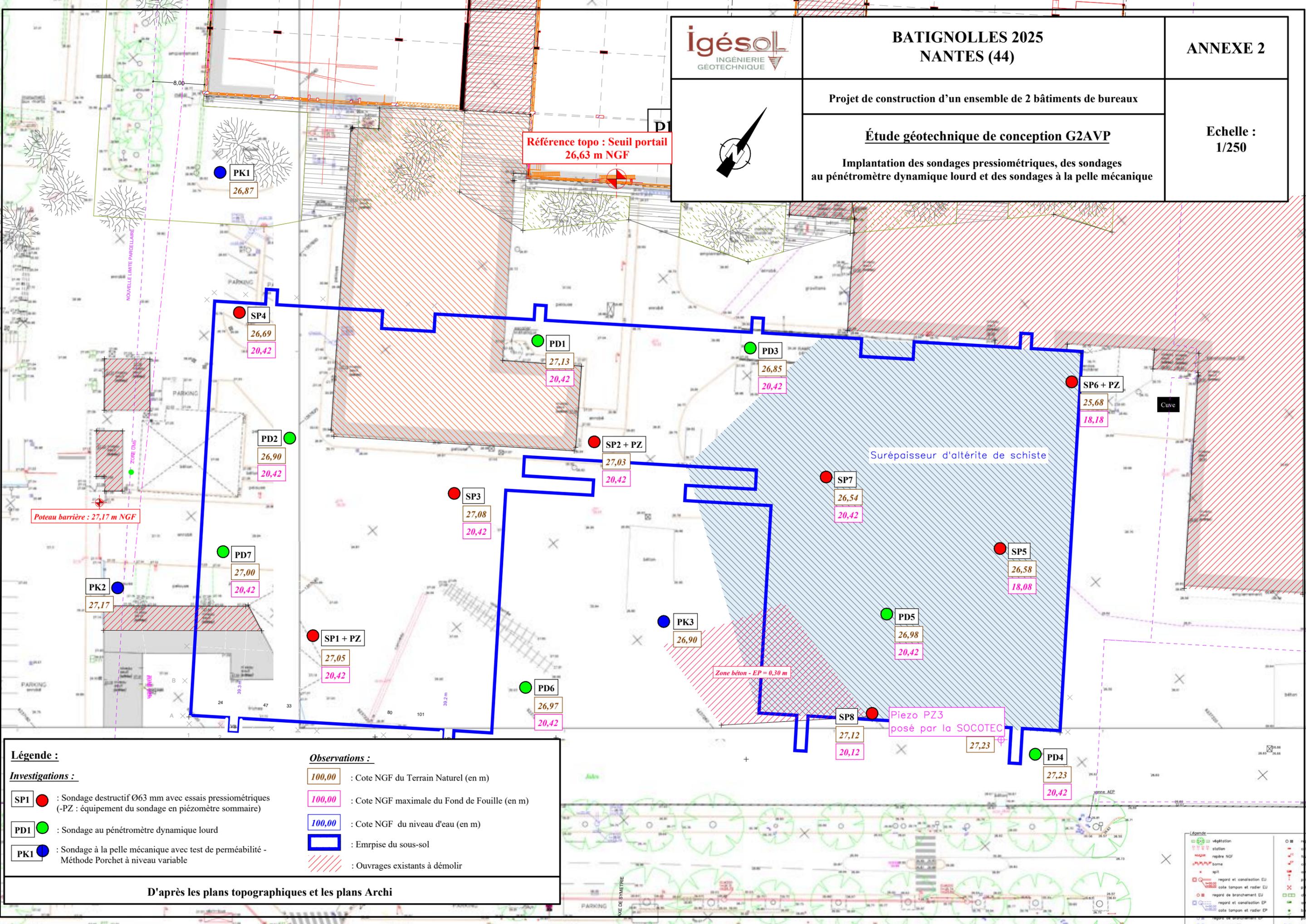
**Étude géotechnique de conception G2AVP**

Implantation des sondages pressiométriques, des sondages au pénétromètre dynamique lourd et des sondages à la pelle mécanique

**Echelle :  
1/250**



Référence topo : Seuil portail  
26,63 m NGF



Légende :		Observations :	
<b>Investigations :</b>			
<b>SP1</b> ●	: Sondage destructif Ø63 mm avec essais pressiométriques (-PZ : équipement du sondage en piézomètre sommaire)	100,00	: Cote NGF du Terrain Naturel (en m)
<b>PD1</b> ●	: Sondage au pénétromètre dynamique lourd	100,00	: Cote NGF maximale du Fond de Fouille (en m)
<b>PK1</b> ●	: Sondage à la pelle mécanique avec test de perméabilité - Méthode Porchet à niveau variable	100,00	: Cote NGF du niveau d'eau (en m)
			: Emprise du sous-sol
			: Ouvrages existants à démolir

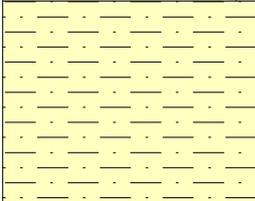
D'après les plans topographiques et les plans Archi

Légende	
	végétation
	station
	réseaux NGF
	borne
	spit
	regard et canalisation EU
	cote tampon et radier EU
	regard de branchement EU
	regard et canalisation EP
	cote tampon et radier EP
	regard de branchement EP
	regard grille EP
	regard avaisoir EP
	regard de br...
	effret EDF
	fosse coupé
	effret éclair
	chaîme EDF
	gaine EDF
	canibre PTT
	canibre PTT
	borne PTT
	piézo PTT
	bouche à inc...

**ANNEXE 3**

**Coupes des sondages pressiométriques**

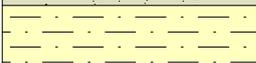
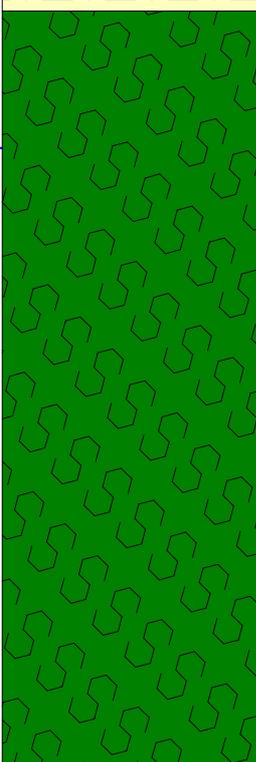
**Sondage à la tarière hélicoïdale : SP1 - Cote NGF : 27,05 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	EM (MPa)	PI (MPa)	Ancrage
0,40			0,40	26,65	Terrains de recouvrement : Remblais à blocs			
1,00			1,00	25,15	Altérite de schiste : Cuttings limoneux, légèrement argileux, soyeux, de couleur marron	0,43	0,19	
1,90			1,90	25,15	Schiste très altéré : cuttings sablo-limoneux, à quelques gravillons, de couleur marron clair-orangé			
2,50			2,50	25,15	Venue d'eau dès -2,50 m/TN (24,55 m NGF)	22,68	2,47	
3,30			3,30	23,96	Dès -3,30 m/TN (23,75 m NGF) cuttings limoneux, légèrement rocheux, soyeux, très humides			
					<b>PARKING -1 : 23,96 m NGF</b>			
3,50			3,50	23,55				
4,00			4,00	23,55		123,43	>4,80	
5,50			5,50	23,55		92,17	>4,80	
6,00			6,00	20,92				
					<b>PARKING -2 : 20,92 m NGF</b>			
6,50			6,50	20,92		77,91	>4,75	
7,00			7,00	20,92	Schiste altéré : cuttings rocheux à gravillons			
8,00			8,00	20,92		292,04	>4,82	
9,00			9,00	20,92		505,26	>4,89	
10,50			10,50	16,55	Arrêt volontaire			

Ancrage min :  
-6,63 m/TN  
20,42 m NGF

*Parois des sondages : instables dès -9,50 m/TN (17,55 m NGF)*  
*Circulation d'eau : Venue d'eau dès -2,50 m/TN (24,55 m NGF)*  
*Niveau d'eau en fin d'investigations : -1,90 m/TN (25,15 m NGF)*  
*Profondeur du refus : non obtenue*

**Sondage à la tarière hélicoïdale : SP2 - Cote NGF : 27,03 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	EM (MPa)	PI (MPa)	Ancrage
					Terrains de recouvrement : Terre végétale			
			0,50	26,53	Altérite de schiste : Cuttings sablo-limoneux, légèrement rocheux à cailloutis, de couleur marron-orangé	0,70	5,20	>0,55
1,00			1,00	26,03		2,20	27,65	2,22
2,00					Schiste très altéré : Cuttings rocheux, sablo-limoneux, soyeux, de couleur marron-clair			
3,00					<b>PARKING -1 : 23,96 m NGF</b>			
4,00					Dès -4,00 m/TN (23,03 m NGF) cuttings argileux, légèrement rocheux, très humides, soyeux,	3,70	9,73	>0,85
5,00						5,20	19,29	>1,75
6,00					<b>PARKING -2 : 20,92 m NGF</b>			
7,00			6,50	20,53		6,70	140,05	>4,80
8,00					Schiste altéré : cuttings limoneux, légèrement rocheux, très humides, soyeux, de couleur marron-clair			
9,00					Dès -8,60 m/TN (18,03 m NGF) cuttings limono-argileux,	8,20	134,27	>4,81
10,00					Dès -9,00 m/TN : Cuttings rocheux			
11,00			10,50	16,53	Arrêt volontaire			

Ancrage min :  
-6,61 m/TN  
20,42 m NGF



*Parois des sondages : instables dès -3,90 m/TN (23,13 m NGF)*

*Circulation d'eau : Schiste très altéré très humide dès -4,00 m/TN (23,03 m NGF) et schiste altéré très humides*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : -2,00 m/TN (25,03 m NGF)*

*Profondeur du refus : non obtenue*

**Sondage à la tarière hélicoïdale : SP3 - Cote NGF : 27,08 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	EM (MPa)	PI (MPa)	Ancrage
0,30			0,30	26,78	Terrains de recouvrement : Enrobé puis empierrement			
1,00						1,00	20,90	2,21
2,00					Schiste très altéré : Cuttings sablo-limoneux, à quelques cailloutis, légèrement soyeux, de couleur marron-orangé	2,00	13,32	>1,04
					Dès -1,60 m/TN (25,48 m NGF) un passage légèrement rocheux, puis devenant cuttings limoneux, soyeux, à traces blanches			
3,00					<b>PARKING -1 : 23,96 m NGF</b>			
3,50					Dès -2,50 m/TN (24,58 m NGF) devient légèrement argileux, humides	3,50	28,81	>1,84
4,00					Dès -3,00 /TN (24,08 m NGF) venue d'eau puis dès -3,50 m/TN (23,58 m NGF) légèrement rocheux			
4,80			4,80	22,28				
5,00						5,00	31,89	>2,35
6,00					<b>PARKING -2 : 20,92 m NGF</b>			
6,50						6,50	38,67	>3,14
7,00								
8,00					Schiste altéré : cuttings limoneux, très humides, de couleur marron devenant gravilloneux, de couleur marron-clair	8,00	77,49	5,64
					Dès -8,60 m/TN (18,48 m NGF) cuttings légèrement rocheux			
10,50			10,50	16,58	Arrêt volontaire			

Ancrage min :  
-6,66 m/TN  
20,42 m NGF

*Parois des sondages : instables dès -2,90 m/TN (24,18 m NGF)*

*Circulation d'eau : Schiste très altéré humide dès -2,50 m/TN (24,58 m NGF) et schiste altéré très humide*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : -2,80 m/TN (24,28 m NGF)*

*Profondeur du refus : non obtenue*

**Sondage à la tarière hélicoïdale : SP4 - Cote NGF : 26,69 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	EM (MPa)	PI (MPa)	Ancrage
0,30			0,30	26,39	Terrains de recouvrement : Enrobé puis empierrement			
1,00						1,00	7,81	>0,73
2,00					Altérite de schiste ; Cuttings sablo-limoneux, à quelques cailloutis, soyeux, devenant frais, de couleur marron-orangé devant marron			
					Dès -2,20 m/TN (24,49 m NGF) cuttings sablo-limoneux, à gravillons, très humides puis gorgés d'eau			
					PARKING -1 : 23,96 m NGF	2,50	0,03	>0,04
3,60			3,60	23,09				
4,00						4,00	19,43	>1,65
5,50						5,50	21,27	>2,61
					PARKING -2 : 20,92 m NGF			
6,00								
7,00					Schiste très altéré : cuttings sablo-limoneux, légèrement rocheux très humides, devenant humides et argileux, puis très humides et légèrement grisâtres	7,00	38,67	>1,97
					Dès -9,00 m/TN (17,69 m NGF) : Couleur marron-clair et très humides			
10,50			10,50	16,58	Arrêt volontaire			
11,00								

Ancrage min :  
-6,27 m/TN  
20,42 m NGF



*Parois des sondages : instables dès -2,20 m/TN (24,49 m NGF)*

*Circulation d'eau : Altérite de schiste fraîche puis très humides à gorgée d'eau dès -2,20 m/TN (24,49 m NGF) et schiste très altéré très humide*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : -2,15 m/TN (24,54 m NGF)*

*Profondeur du refus : non obtenue*

**Sondage à la tarière hélicoïdale : SP5 - Cote NGF : 26,58 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	EM (MPa)	PI (MPa)	Ancrage
0,70			0,70	25,88	Terrains de recouvrement : Enrobé & empierrement, puis remblais (cuttings sableux, remaniés, de couleur marron-orangé)			
1,00						1,00	3,69	>0,62
2,50					PARKING -1 : 23,96 m NGF	2,50	0,52	>0,07
4,00					Altérite de schiste ; Cuttings limoneux, légèrement argileux, soyeux, blanchâtres, devenant grisâtres, légèrement argileux Des -3,50 m/TN (23,08 m NGF) cuttings légèrement argileux, très humides, de couleur gris-blanc, devenant cuttings argileux, légèrement sableux, beiges	4,00	0,33	>0,13
5,50					PARKING -2 : 20,92 m NGF	5,50	0,56	>0,15
7,00						7,00	1,87	>0,31
8,30			8,30	18,28		8,50	6,04	0,79
9,20					Schiste très altéré : cuttings argileux, légèrement sableux, très humides, de couleur beige	9,20	24,80	1,35
10,50			10,50	16,08	Arrêt volontaire			

*Parois des sondages : instables dès -2,40 m/TN (24,18 m NGF)*

*Circulation d'eau : Altérite de schiste très humide dès -3,50 m/TN (23,08 m NGF) et schiste très altéré très humide*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : -2,10 m/TN (24,48 m NGF)*

*Profondeur du refus : non obtenue*

Sondage à la tarière hélicoïdale : SP6 - Cote NGF : 26,68 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	EM (MPa)	PI (MPa)	Ancrage
0,00					Terrains de recouvrement : Enrobé & empierrement			
1,00			0,90	24,78		1,20	ESSAI INEXPLOITABLE	
2,00								
3,00					PARKING -1 : 23,96 m NGF	2,70	0,46	>0,06
4,00					Altérite de schiste : Argile limono-gravillonneuse, à nombreux cailloutis, beige Dès -1,50 m/TN (25,18 m NGF) venue d'eau, couleur gris blanc puis beige et peu gravillonneuse Dès -3,60 m/TN (23,08 m NGF) cuttings légèrement argileux, à quelques gravillons, très humides, beiges	4,20	0,20	>0,06
5,00								
6,00					PARKING -2 : 20,92 m NGF	5,70	0,30	>0,07
7,00								
8,00						7,20	6,33	>0,54
8,30			8,30	18,38		8,50	8,90	>1,04
9,00					Schiste très altéré : cuttings argileux, beiges Dès -9,00 m/TN (17,68 m NGF) devenant rocheux	9,50	25,21	2,60
10,00								
10,50			10,50	16,18	Arrêt volontaire			
11,00								

Parois des sondages : instables dès -2,00 m/TN (24,68 m NGF)  
Circulation d'eau : Venue d'eau dès -1,50 m/TN (25,15 m NGF)  
Niveau d'eau en fin d'investigations : -0,40 m/TN (26,28 m NGF)  
Profondeur du refus : non obtenue

**Sondage à la tarière hélicoïdale : SP7 - Cote NGF : 26,54 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	EM (MPa)	PI (MPa)	Ancrage
					Terrains de recouvrement : Enrobé & empierrement			
1,00			0,50	26,04		3,78	0,62	
2,00					Altérite de schiste : Cuttings sablo-limoneux, légèrement argileux, soyeux, beiges Dès -1,40 m/TN (25,14 m NGF) cuttings limoneux, légèrement argileux, soyeux, beiges			
					<b>PARKING -1 : 23,96 m NGF</b>	2,50	0,42	>0,05
3,00					Dès -2,50 m/TN (24,04 m NGF) devenant légèrement argileux et frais Dès -3,00 m/TN (23,54 m NGF) devenant humides puis à venue d'eau			
4,00						4,00	0,04	>0,04
5,00			5,00	21,54				
					<b>PARKING -2 : 20,92 m NGF</b>	5,50	17,71	>1,55
6,00					Schiste très altéré : Cuttings légèrement sableux et argileux, à quelques gravillons, très humides, devenant moins argileux			
7,00						7,00	4,20	>0,54
8,00			7,90	18,64				
					<b>Ancrage min : -8,10 m/TN 18,44 m NGF</b>			
8,40						8,40	28,75	>1,88
9,00					Schiste altéré : Cuttings sableux légèrement rocheux, à cailloutis			
9,20						9,20	84,86	4,88
10,00								
10,50			10,50	16,04	<i>Arrêt volontaire</i>			
11,00								

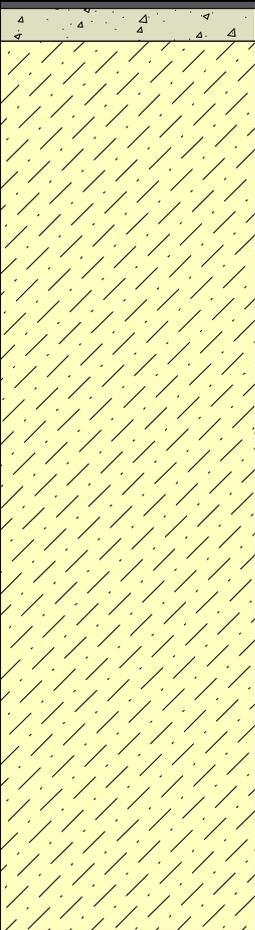
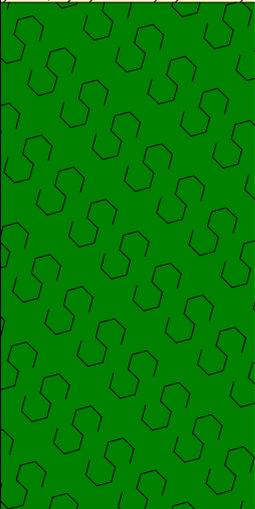
*Parois des sondages : instables dès -2,40 m/TN (24,14 m NGF)*

*Circulation d'eau : Altérite de schiste fraîche dès -2,50 m/TN (24,04 m NGF) puis humide et enfin venue d'eau dès -3,00 m/TN (23,54 m NGF), et schiste très altère très humide,*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : -1,80 m/TN (24,74 m NGF)*

*Profondeur du refus : non obtenue*

**Sondage à la tarière hélicoïdale : SP8 - Cote NGF : 27,12 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	EM (MPa)	PI (MPa)	Ancrage
			0,30	26,82	Terrains de recouvrement : Enrobé & empierrement			
1,00						1,00	10,00	>1,13
2,00					Altérite de schiste : Cuttings argilo-limoneux, de couleur marron-clair			
2,50					Dès -1,00 m/TN (26,12 m NGF) cuttings sablo-limoneux, légèrement argileux, soyeux, beiges à quelques traces blanches	2,50	4,78	>0,45
3,00					<b>PARKING -1 : 23,96 m NGF</b>			
3,00					Dès -3,00 m/TN (24,12 m NGF) devenant humides puis gorgés d'eau			
4,00						4,00	0,15	>0,05
5,00								
5,50						5,50	3,20	>0,25
6,00					<b>PARKING -2 : 20,92 m NGF</b>			
6,80			6,80	20,32				
7,00						7,00	7,18	1,18
8,00					Schiste très altéré : Cuttings sablo-limono-argileux à gravillons, très humides, beiges			
8,50					Dès -7,40 m/TN (19,72 m NGF) devenant légèrement argileux, humides	8,50	12,36	1,85
9,00								
10,00								
10,50			10,50	16,62	Arrêt volontaire			
11,00								

Ancrage min :  
-7,00 m/TN  
20,12 m NGF



*Parois des sondages : instables dès -2,80 m/TN (24,32 m NGF)*

*Circulation d'eau : Altérite de schiste humide dès -3,00 m/TN (24,12 m NGF) puis gorgée d'eau, schiste très altéré très humide et schiste altéré humide*

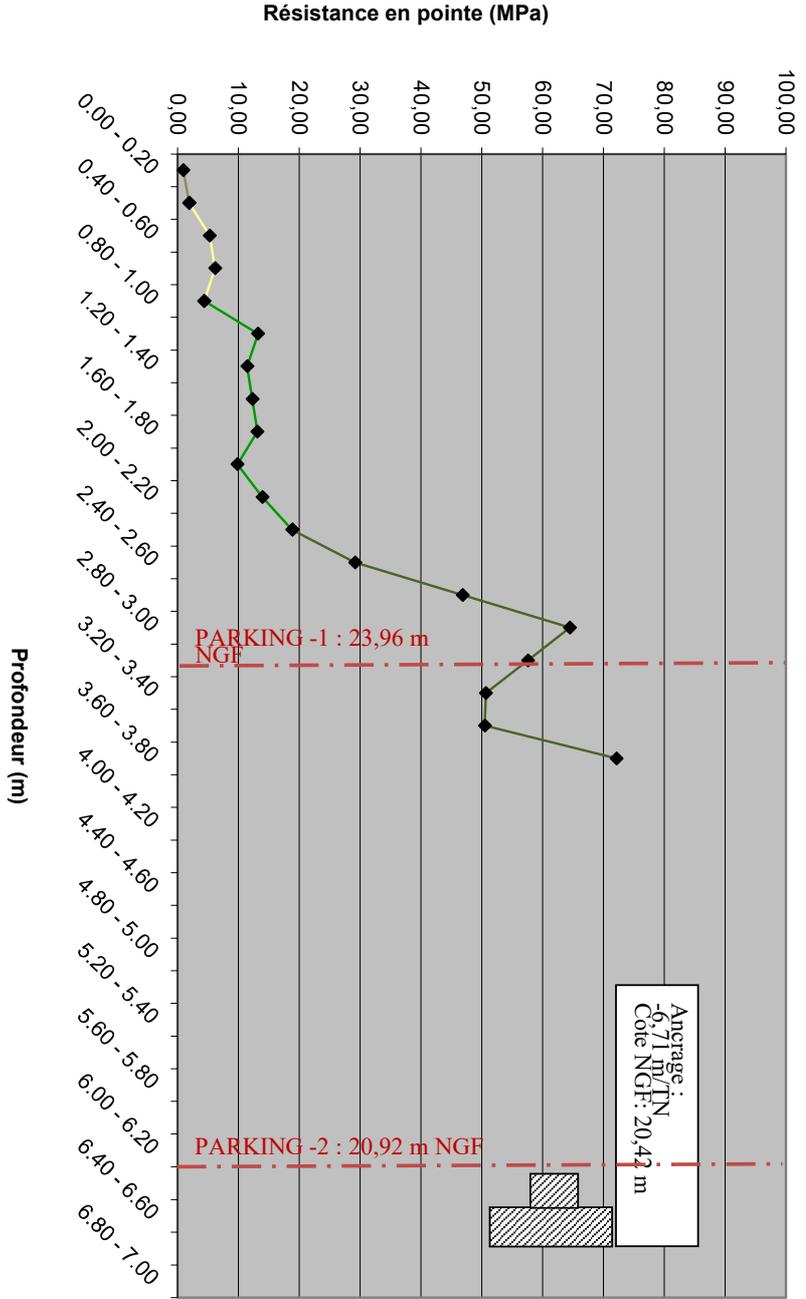
*Niveau d'eau en fin d'investigations : non observé jusqu'au niveau d'instabilité des parois*

*Profondeur du refus : non obtenue*

**ANNEXE 4**

**Coupes des sondages pénétrométriques**

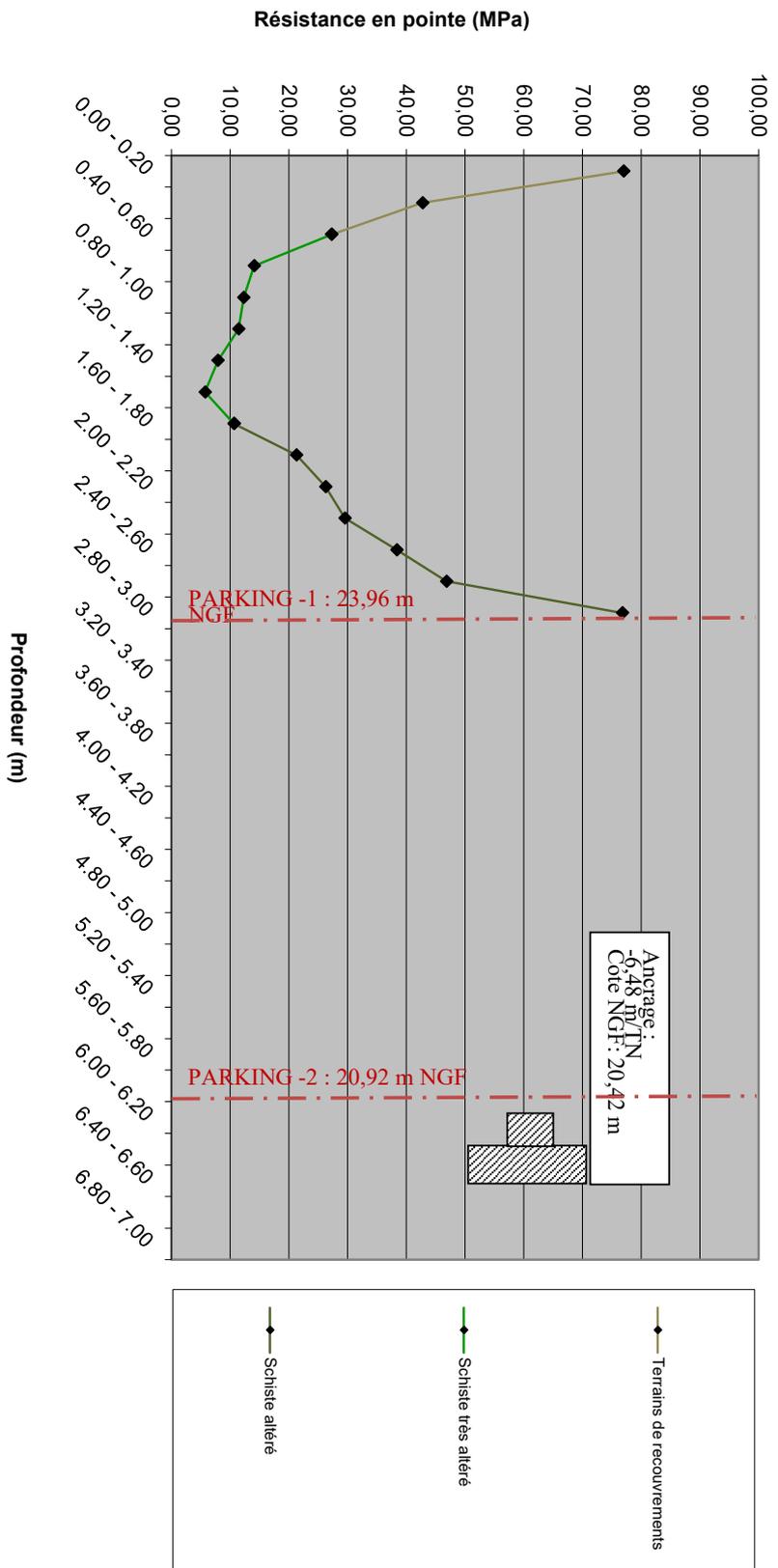
**Sondage au pénétromètre dynamique - PD1 - Cote NGF : 27,13 m**



Niveau d'eau en fin d'investigation : Non observé  
 Parois du sondage : Instables dès -3,70 m/TN (23,43 m NGF)

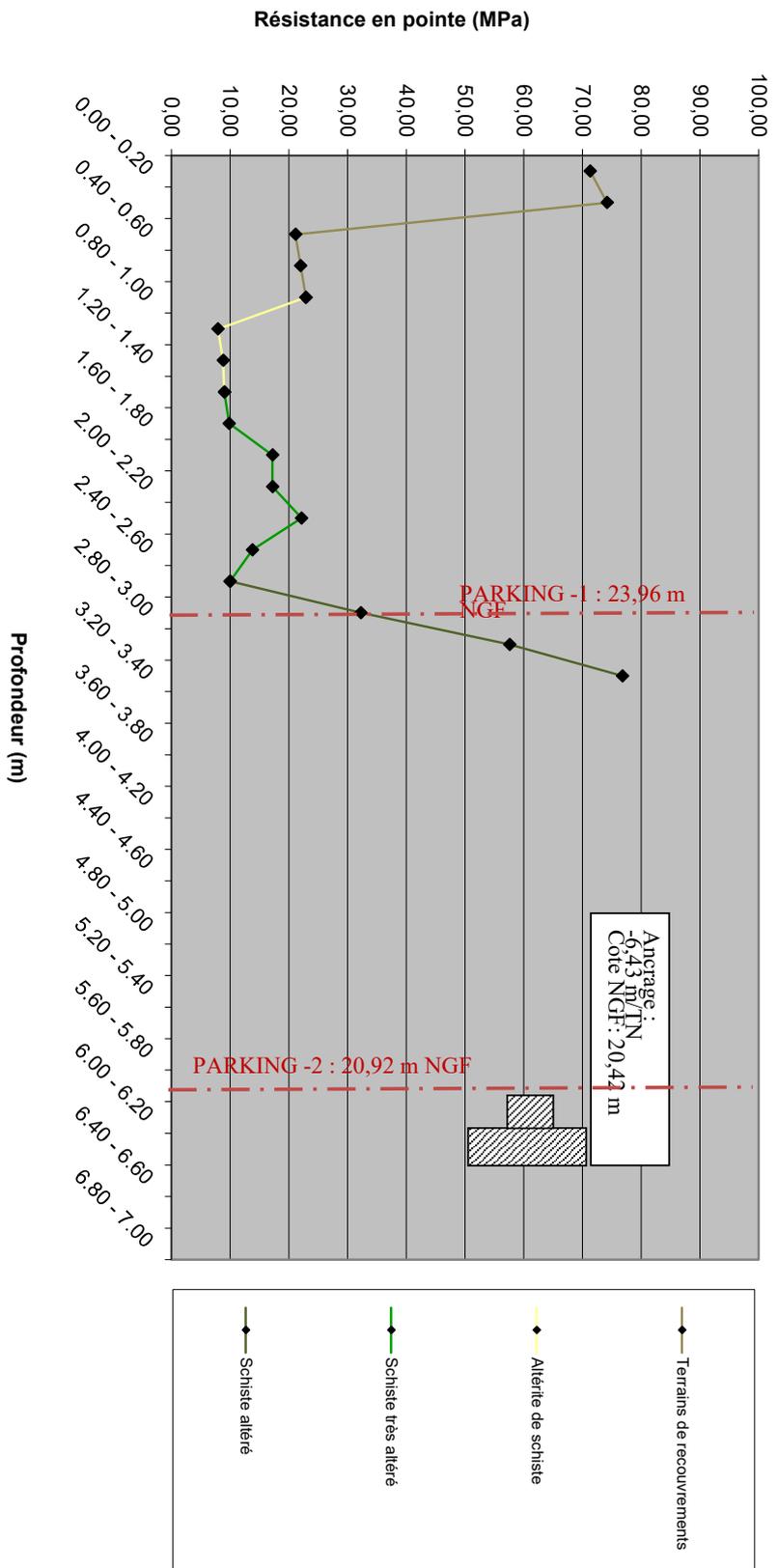


# Sondage au pénétromètre dynamique - PD2 - Cote NGF : 26,90 m



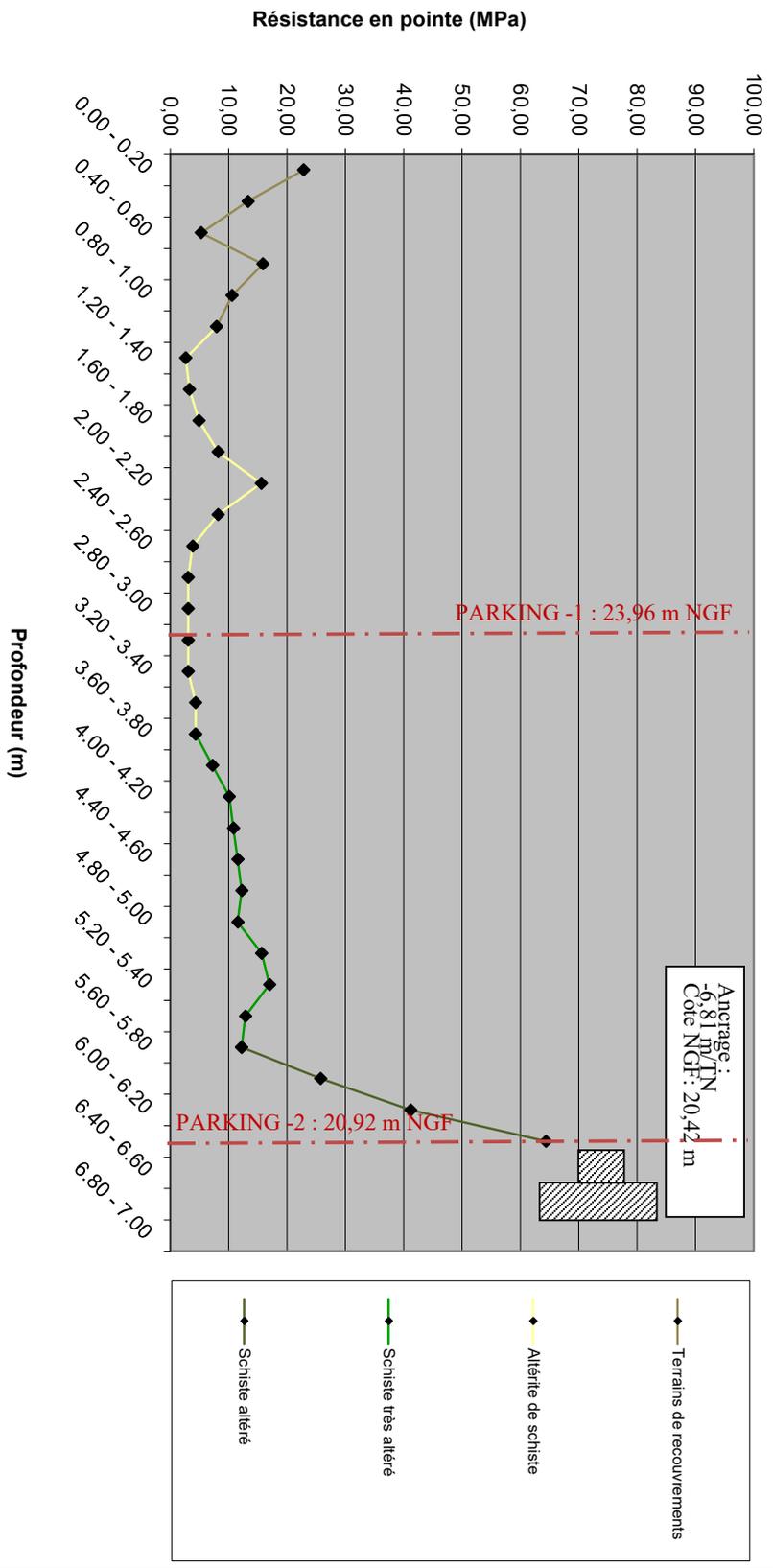
Niveau d'eau en fin d'investigation : Non observé  
 Parois du sondage : Instables dès -1,60 m/TN (25,30 m NGF)

### Sondage au pénétromètre dynamique - PD3 - Cote NGF : 26,85 m



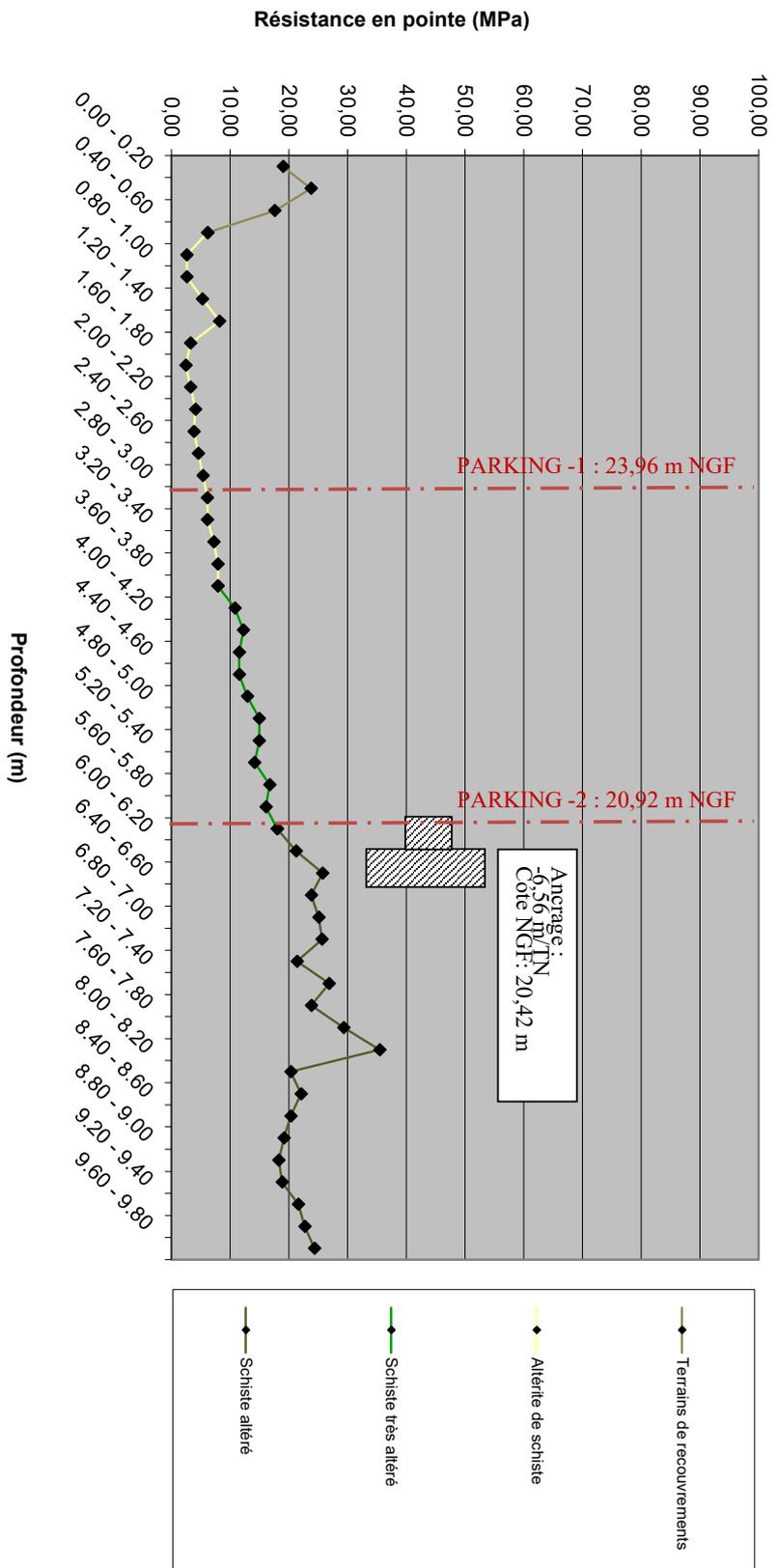
Niveau d'eau en fin d'investigations : Non observé  
 Parois du sondage : Instables dès -0,20 m/TN (26,65 m NGF)

### Sondage au pénétromètre dynamique - PD4 - Cote NGF : 27,23 m



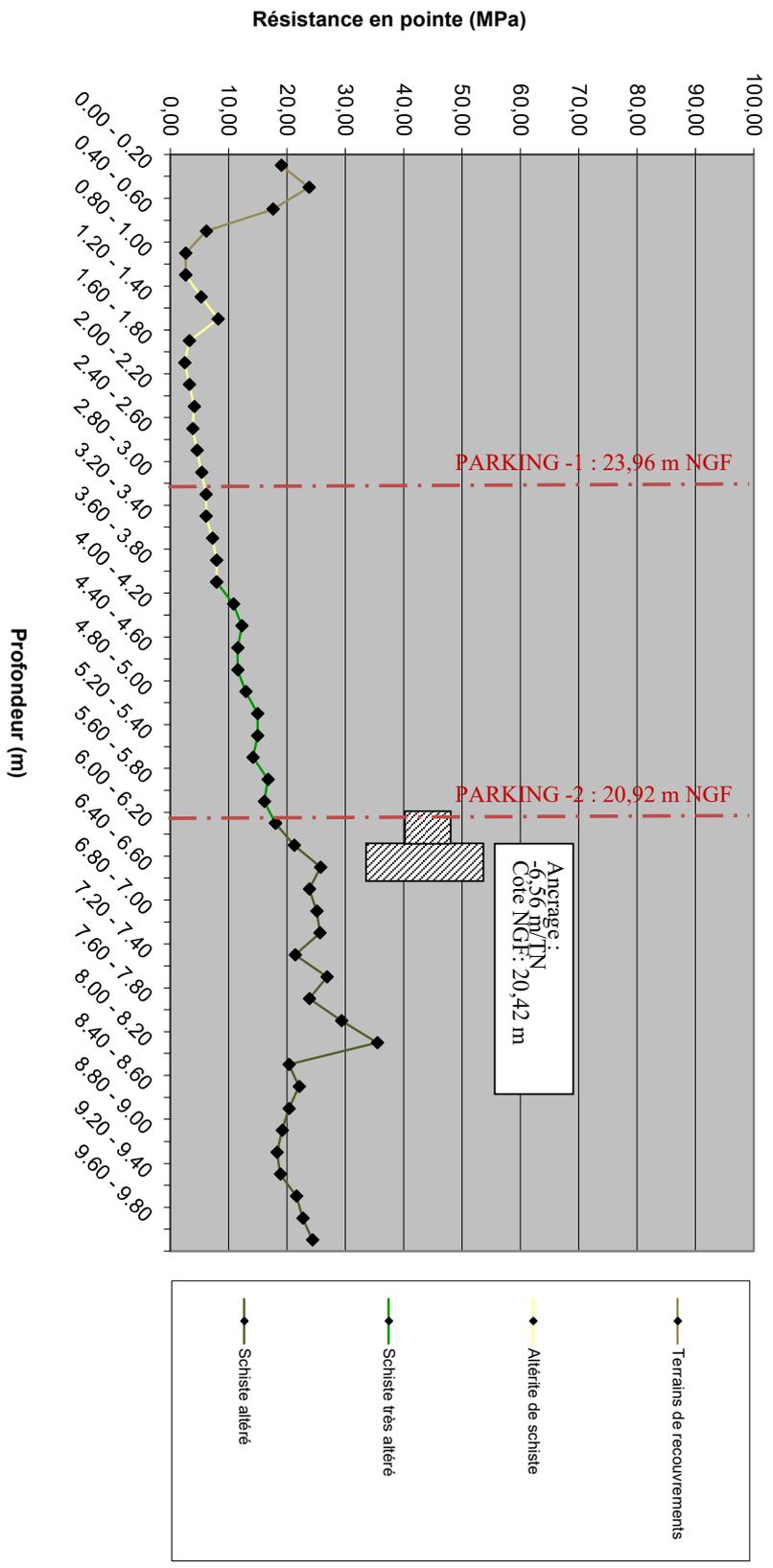
Niveau d'eau en fin d'investigation : Non observé  
 Parois du sondage : Instables dès -1,20 m/TN (26,03 m NGF)

## Sondage au pénétromètre dynamique - PD5 - Cote NGF : 26,98 m



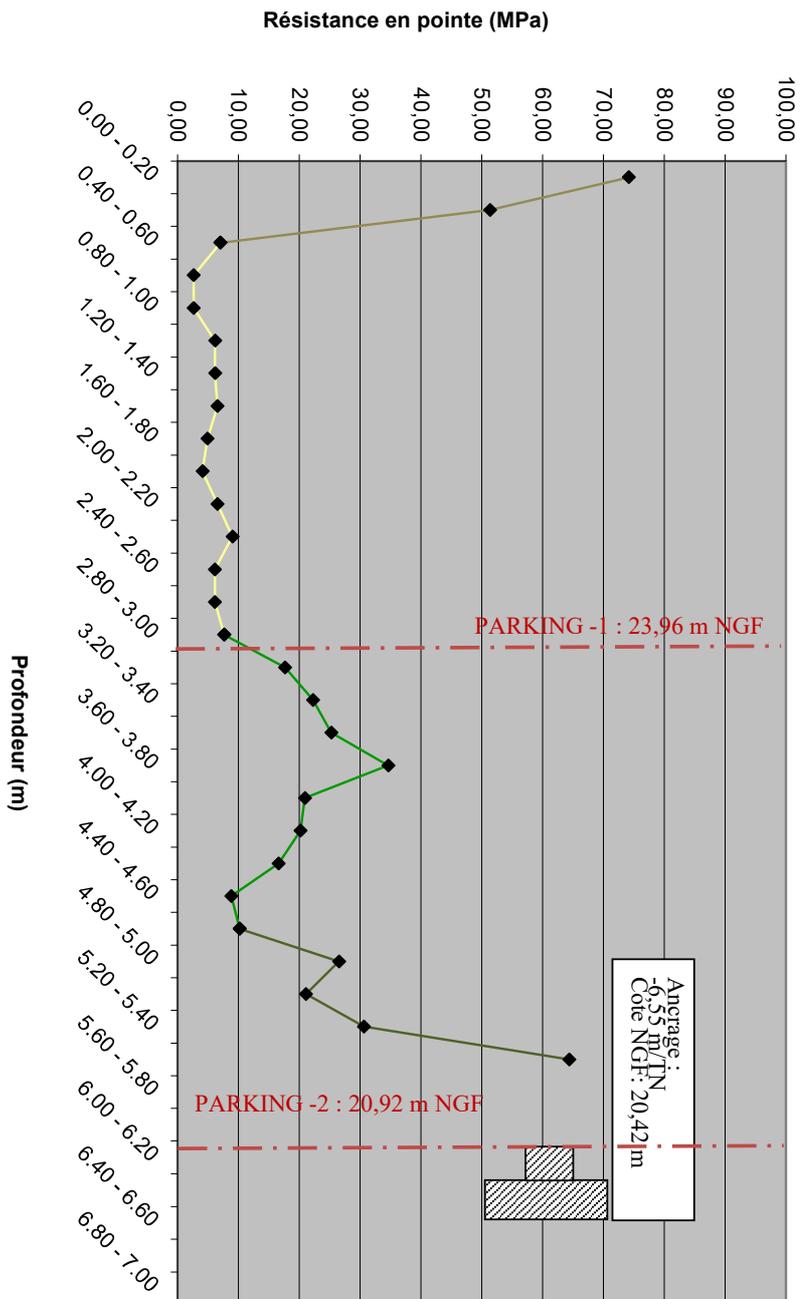
Niveau d'eau en fin d'investigations : Non observé  
 Parois du sondage : Instables dès -0,40 m/TN (26,58 m NGF)

## Sondage au pénétromètre dynamique - PD5 - Cote NGF : 26,98 m



Niveau d'eau en fin d'investigations : Non observé  
 Parois du sondage : Instables dès -0,40 m/TN (26,58 m NGF)

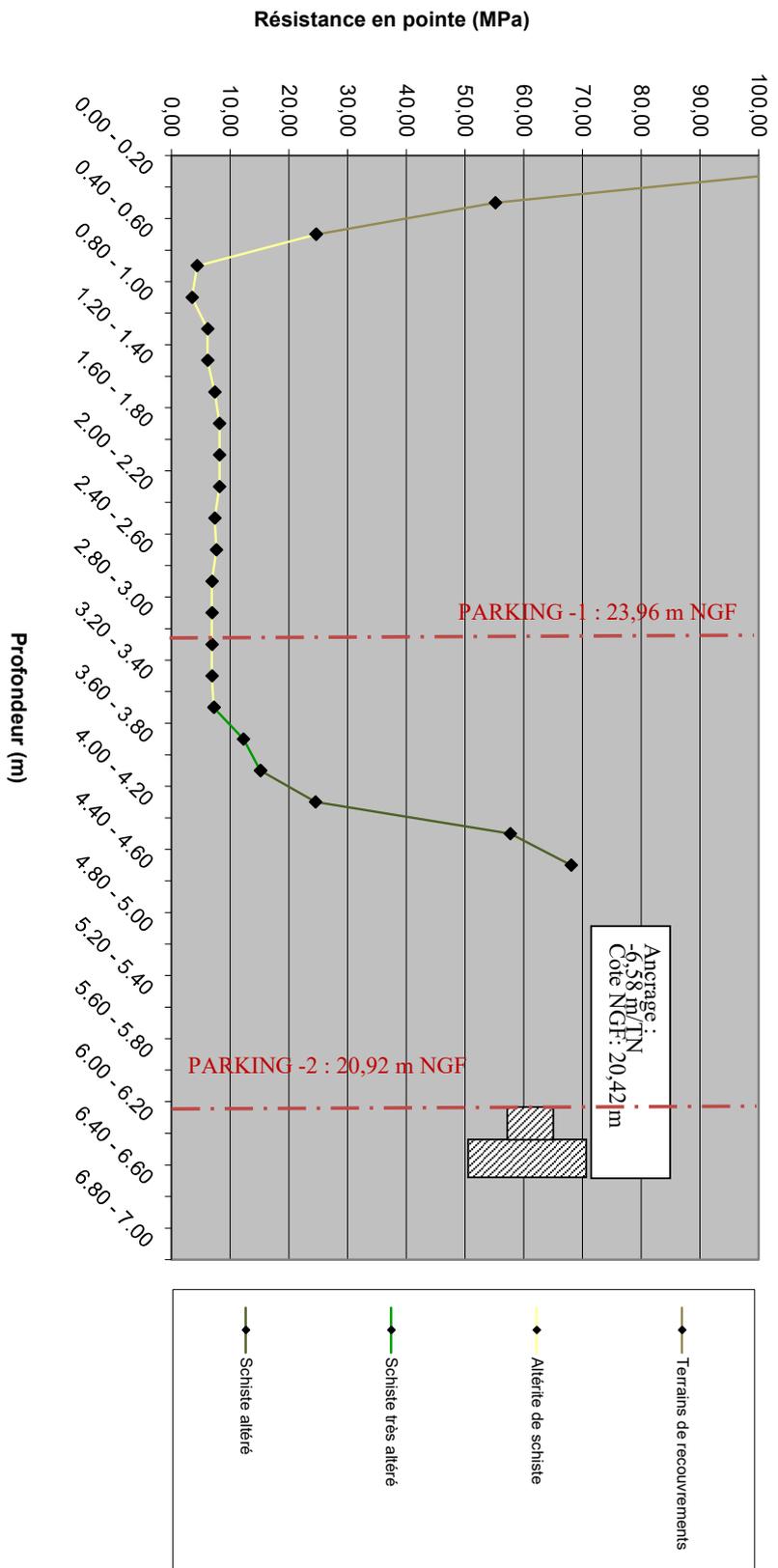
# Sondage au pénétromètre dynamique - PD6 - Cote NGF : 26,97 m



Niveau d'eau en fin d'investigation : Non observé  
 Parois du sondage : Instables dès -0,50 m/TN (26,47 m NGF)

- ◆— Terrains de recouvrements
- ◆— Altérite de schiste
- ◆— Schiste très altéré
- ◆— Schiste altéré

# Sondage au pénétromètre dynamique - PD7 - Cote NGF : 27,00 m

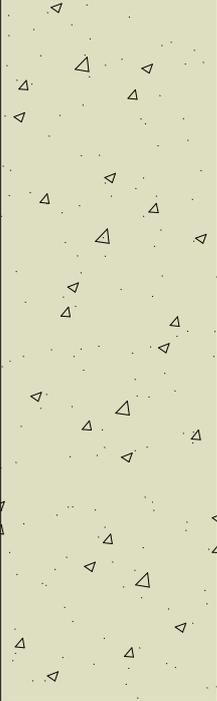
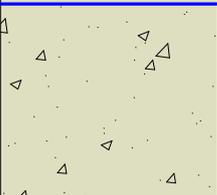


Niveau d'eau en fin d'investigation : Non observé  
 Parois du sondage : Instables dès -0,70 m/TN (26,30 m NGF)

**ANNEXE 5**

**Coupes des sondages à la pelle mécanique**

**Sondage à la pelle mécanique : PK1 - Cote NGF : 26,87 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	Ech.
					Terrains de recouvrement : Terre végétale sablo-limoneuse, fraîche	
0,25			0,10	26,77		
0,50					Terrains de recouvrement : Remblais argilo-limoneux, à cailloutis de schiste et de quartz, très compacts, frais, soyeux, beiges	
0,75						
1,00					-1,04 m/TN	
1,25					K = 1,06 E -7 m/s (0,40 mm/h)	
			1,30	25,57	Arrêt volontaire	
1,50						
1,75						
2,00						

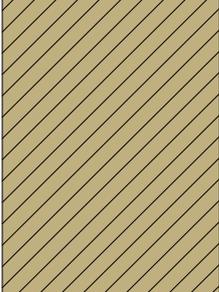
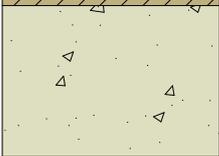
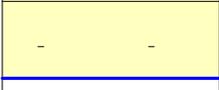
*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : Terrains de recouvrement frais*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : /*

*Profondeur du refus : /*

**Sondage à la pelle mécanique : PK2 - Cote NGF : 27,17 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	Ech.
0,25					Terrains de recouvrement : Terre végétale sablo-limoneuse, fraîche	
			0,40	26,77	Terrains de recouvrement : Remblais argilo-limoneux, à cailloux, frais	
0,50			0,60	26,57		
0,75					-0,66 m/TN	
					Altérite de schiste : Argile limoneuse, à cailloux de schiste, très compacte fraîche et soyeuse	
					$K = 1,83 \text{ E } -6 \text{ m/s (6,60 mm/h)}$	
1,00			1,00	26,17	Arrêt volontaire	
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						

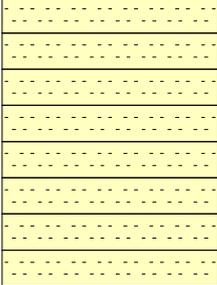
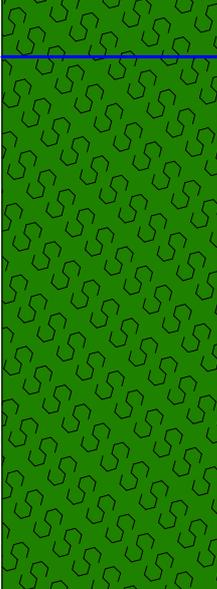
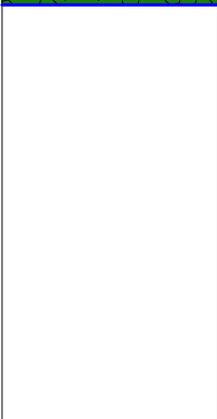
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : Terrains de recouvrement et altérite de schiste frais

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : /

**Sondage à la tarière hélicoïdale : PK3 - Cote NGF : 26,90 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	Ech.
0,25			0,30	26,60	Terrains de recouvrement : Enrobé & Empierrement, puis remblais graveleux, de couleur marron-orangé	
0,50			0,70	26,20	Altérite de schiste : Argile sableuse, puis cuttings sablo-argileux	
0,75					-0,78 m/TN	
1,00					Schiste très altéré : Cuttings sableux, à gravillons	
1,25					$K = 3,87 \text{ E } -7 \text{ m/s (1,40 mm/h)}$	
1,50			1,50	25,40	Arrêt volontaire	
1,75						
2,00						

Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : /

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : /