

UN MONDE DE PERFORMANCES
& D'EXPERTISES



**GEOTECHNIQUE
AUVERGNE SAS**

8, route de Chazemais
03190 – VALLONS EN SULLY
Tel : 04 70 06 58 66
Fax : 04 44 05 21 29
contact03@geotechnique-sas.com
RCS PARIS 538 776 899

ETUDES
RECONNAISSANCES
ANALYSES
AUSCULTATION



**RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE
MISSION G2 AVP**

Construction d'un bâtiment d'accueil, d'une
villa et d'un chalet

Route de Cortrat

PRESSIGNY LES PINS (45)

Maître d'ouvrage :

PROCODOM
10, rue des Arts et Métiers
97200 FORT-DE-FRANCE

Dossier : CCn2016-02-353					Fichier : CCn2015-02-353/1
A	10/03/2016	29	C. CHAMPION	N. BRUNET DE SAIRIGNE	Première diffusion
Indice	Date	Nb de pages	Établi par	Validé par	Modification / Observations

SOMMAIRE

↳ SOMMAIRE	2
------------	---

↳ PRÉSENTATION	3
----------------	---

1. Définition de l'opération	3
------------------------------------	---

2. Documents communiqués	3
--------------------------------	---

3. Données générales sur le site	3
--	---

↳ PRÉSENTATION ET SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES	5
--	---

4. Présentation des investigations in situ	5
--	---

5. Essais en laboratoire	5
--------------------------------	---

6. Résumé géologique et géotechnique	5
--	---

7. Données hydrogéologiques et hydrologiques	7
--	---

↳ CARACTERISTIQUES DU PROJET PRINCIPES DE FONDATION	8
---	---

8. Le projet	8
--------------------	---

↳ RECOMMANDATIONS POUR LE PROJET PREDIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	10
--	----

9. Les terrassements généraux	10
-------------------------------------	----

10. Fondations par vis en acier selon la norme NF P 94-262	10
--	----

11. Remarques finales	13
-----------------------------	----

- **Annexe 1** : Plan d'implantation - Résultats des sondages et essais *in situ*
- **Annexe 2** : Norme NF P 94-500 – Classification des missions géotechniques types – Conditions générales des missions géotechniques

PRÉSENTATION

1. Définition de l'opération

Devis	: Référence CCn2016-02-353/1 du 24 Février 2016.
Commande	: Le 24 Février 2016 par la Société PROCODOM.
Lieu	: PRESSIGNY LES PINS (45) – Route de Cortrat
Désignation	: Construction d'un bâtiment d'accueil d'une villa et d'un chalet
Mission	: G2 Phase Avant-Projet (AVP), selon la norme NFP 94-500 de Novembre 2013 (cf. annexe 2)

2. Documents communiqués

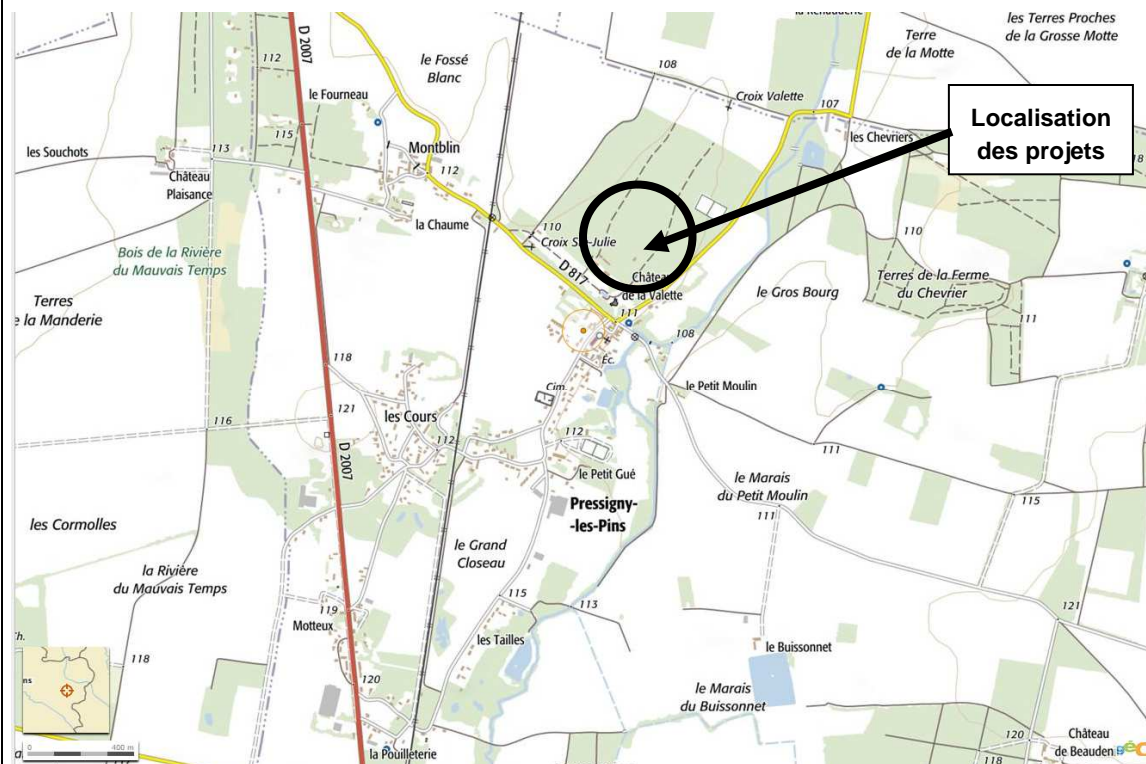
Il nous a été fourni un plan de masse pour le bâtiment d'accueil et un plan des zones avec implantation des sondages pour la villa et le chalet.

3. Données générales sur le site

3.1. Localisation et historique

Le terrain se situe route de Cortrat, l'Hermitage, au Nord-Est du bourg de PRESSIGNY LES PINS (45).

Extrait de la carte IGN



Les sondages pour la villa et le chalet ont été réalisés dans l'enceinte du Château de la Valette. Les sondages pour le bâtiment d'accueil ont été effectués dans la parcelle attenante, au Nord-Est du château.

Aucune nouvelle donnée historique concernant l'occupation passée du site étudié n'a été communiquée par le Maître d'Ouvrage ou par le Maître d'œuvre.

3.2. Données géologiques – Données sismiques – Liquéfaction des sols

Source : site internet « infoterre.fr ».

Contexte :

- Terre végétale et sols remaniés,
- Molasse du gâtinais (marnes, sables et argiles),
- Le susbratum marno-calcaire du Gâtinais

Aléa du secteur : argiles en aléa moyen sur le site internet du BRGM « argiles.fr ».

Selon la nouvelle réglementation sismique applicable au 1^{er} mai 2011, la commune de PRESSIGNY LES PINS (45) est en zone de sismicité 1 correspondant à un niveau d'aléa très faible.

La liquéfaction des sols est un mécanisme de rupture extrême qui advient dans les sols peu consistants saturés et pendant les mouvements forts.

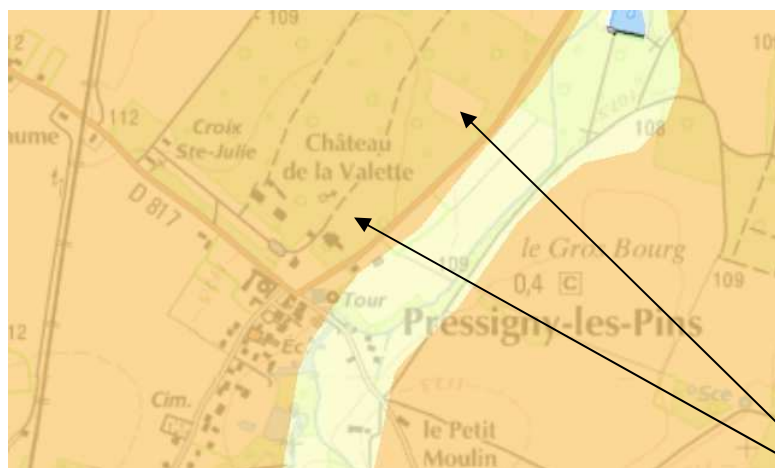
Le risque de liquéfaction peut être négligé en zone de sismicité 1.

3.3. Données internet

prim.net : 2 arrêtés de catastrophe naturelle concernant les inondations et les mouvements de terrains ont été pris en compte sur la commune de PRESSIGNY LES PINS (45)

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/05/1989	30/09/1993	30/06/1994	09/07/1994
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

argiles.fr : les projets se situent dans en zones présentant un aléa **moyen** au phénomène de retrait et gonflement des argiles.



Les projets (aléa moyen)

PRÉSENTATION ET SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES

4. Présentation des investigations in situ

4.1. Plan d'implantation des points de sondages

L'implantation des sondages et essais *in situ* figure sur le plan au 1/300^{ème} donné en annexe 1. La précision sur l'implantation des sondages est de l'ordre de 1 à 2 m en plan.

Les altitudes des têtes de sondages ont été nivelées en prenant, comme référence, un seuil de portail pour la villa et le chalet et l'axe de la route pour le bâtiment d'accueil et calé à la cote fictive de +100.0 locale (hypothèse GEOTECHNIQUE SAS), dont les emplacements sont indiqués sur le plan d'implantation.

Pour la suite du rapport, les cotes altimétriques indiquées dans le texte correspondront à ce référentiel local.

4.2. Sondages réalisés le 02 Mars 2016

La campagne a comporté la réalisation des sondages suivants :

Type de sondage	Référence	Cote NGF	Profondeur (m)	Nombre d'essais
Sondage pressiométrique (2 unités) Norme NF P 94-110 <u>Mode de forage</u> : Tarière Ø 63 mm puis destructif en rotopercussion Ø 64 mm	SP3	+99.7	7.0	3
	SP4	+99.7	5.0	2
	SP5	+100.0	7.0	3
Sondage destructif (6 unités) <u>Mode de forage</u> : rotopercussion Ø 64 mm + injection de boue polymère, avec enregistrement des paramètres de forage (diagraphies) sous LUTZ	SD1	+100.0	6.0	—
	SD2	+99.9	6.0	
	SD3	+99.7	7.0	
	SD4	+99.7	5.0	
	SD5	+100.0	7.0	
	SD6	+99.8	7.0	

On trouvera en Annexe 1 les résultats détaillés des sondages et essais.

5. Essais en laboratoire

Sur les échantillons prélevés au cours de la reconnaissance, il a été réalisé les essais suivants :

Type d'essai : Identification des sols	Nombre	Norme	Observations
Teneur en eau w	13	NF P 94-050	1
Valeur au bleu VBS	3	NF P 94-068	

1 – Échantillons broyés prélevés dans les sondages à la tarière mécanique

6. Résumé géologique et géotechnique

6.1. Natures et épaisseurs des terrains

Le plan de sondages est joint en annexe 1 avec report pour chaque point de sondage, de la cote du terrain actuel (cote TA en local).

6.2. Stratigraphie et valeurs de résistance mécanique

Les résultats des investigations mettent en évidence la stratigraphie suivante avec de haut en bas :

- les **sols de couverture 01**,
- les **sables et marnes 02**,
- le **substratum marno-calcaire du Gâtinais 03**.

Les sondages ont mis en évidence de haut en bas les principaux horizons suivants :

6.2.1. Les sols de couverture 01

Ont été désignés **sols de couverture 01** le premier niveau de terrain rencontré depuis la tête des sondages.

- *Aspect* : terre végétale argileuse à graves calcaires et remblais ou sols remaniés sablo-argileux, de teinte brun clair à noirâtre,
- *Epaisseur* : 0,3 m à 1,1 m,
- *Cote de base* : +98,6 à +99,4 local.

Des variations de la nature et de l'épaisseur des **terrains de recouvrement 01** pourront être observées en phase chantier.

Par ailleurs, compte tenu de l'occupation du site, dans l'enceinte d'un château, la présence de cicatrices d'aménagement, de fossés comblés, de drains, de vestiges de fondations et autres ouvrages enterrés, non détectés au droit des sondages, est possible.

Caractéristiques mécaniques :

Valeurs pressiométriques $PI^* = 1.0 \text{ MPa}$ et module pressiométrique $E_M = 10 \text{ MPa}$ en SP5.

Les **sols de couverture 01** (remblais ou sols remaniés) sont moyennement compacts.

6.2.2. Les sables et marnes 02 :

Il s'agit des formations dites « Molasse du Gâtinais » souvent hétérogène. On distingue :

- Les **sables et sables marneux 02a**
 - ✓ *Aspect - granulométrie en échantillon broyé à la tarière* : sables propres et sables marneux de couleur beige orangé à beige,
 - ✓ *Profondeur de base* : 1.3 m à 3.7 m,
 - ✓ *Cote de base* : +96.3 à +98.7 local,
 - ✓ *faciès absent* en SP4/SD4,
 - ✓ *Essais en laboratoire dans les sables marneux* :
 - Valeur de bleu Vbs : VBS = 1,2 g/100 g -> Sensibilité faible au retrait et gonflement selon la classification de Chassagneux,
 - Classe NF.P 11-300 : A₁ proche B₅,

Caractéristiques mécaniques :

- VIA de 30/50 à 800/100 m/h avec pic à 12500 m/h,
- Valeurs pressiométriques PI^* de 0.7 à 2.7 MPa et module pressiométrique E_M de 6 à 37 MPa.

Les **sables et sables marneux 02a** sont hétérogènes.

➤ Les **marnes 02b**

- ✓ Aspect - granulométrie en échantillon broyé à la tarière : marnes beiges plus ou moins altérées (contenant +/- de graves, cailloux et/ou blocs calcaires,
- ✓ Profondeur de base : 4.5 m à 5.0 m en SD1 et SD2,
- ✓ Cote de base : +94.9 à +95.5 local,
- ✓ Base non atteinte en SP3/SD3, SP4/SD4, SP5/SD5 et SD6,

Caractéristiques mécaniques :

- VIA de 60/250 à 500/750 m/h,

- Valeurs pressiométriques PI^* de 2.4 à 2.8 MPa et module pressiométrique E_M de 16 à 47 MPa.

Les **marnes 02b** sont moyennement compactes et peu compactes dans les passées altérés.

**7. Données
hydrogéologiques
et hydrologiques**

Lors de l'intervention réalisée le 02/03/2016, des niveaux d'eau et venues d'eau ont été relevés entre 2.4 m et 2.5 m de profondeur sous TA dans les sondages à la tarière SP3 et SP5, en cours de forage. En fin de chantier, les niveaux d'eau s'établissaient entre 0.9 m et 1.6 m de profondeur sous TA.

Le sondage à la tarière SP4 est resté sec.

Quant aux sondages destructifs de reconnaissance, ils ont été réalisés sous injection de boue de forage. Ainsi, il n'est pas possible de mesurer les niveaux d'eau réels au moment de l'intervention.

Les niveaux d'eau relevés dans les sondages s'établissaient pour la plupart au sein des **sables marneux 02a**.

Le régime hydrogéologique est susceptible de varier, en fonction de la pluviométrie, de la topographie et de la saison. Une remontée de ces niveaux d'eau est également possible en période hivernale ou pluvieuse.

Il n'est donc pas exclu de rencontrer des rétentions d'eau ou des circulations d'eau dans l'emprise du projet, non recoupées par nos sondages, notamment en fonction des conditions météorologiques.

CARACTERISTIQUES DU PROJET

PRINCIPES DE FONDATION

8. Le projet

8.1. Caractéristiques générales

La mission d'ingénierie géotechnique concerne la construction d'un bâtiment d'hébergement, d'une villa et d'un chalet.

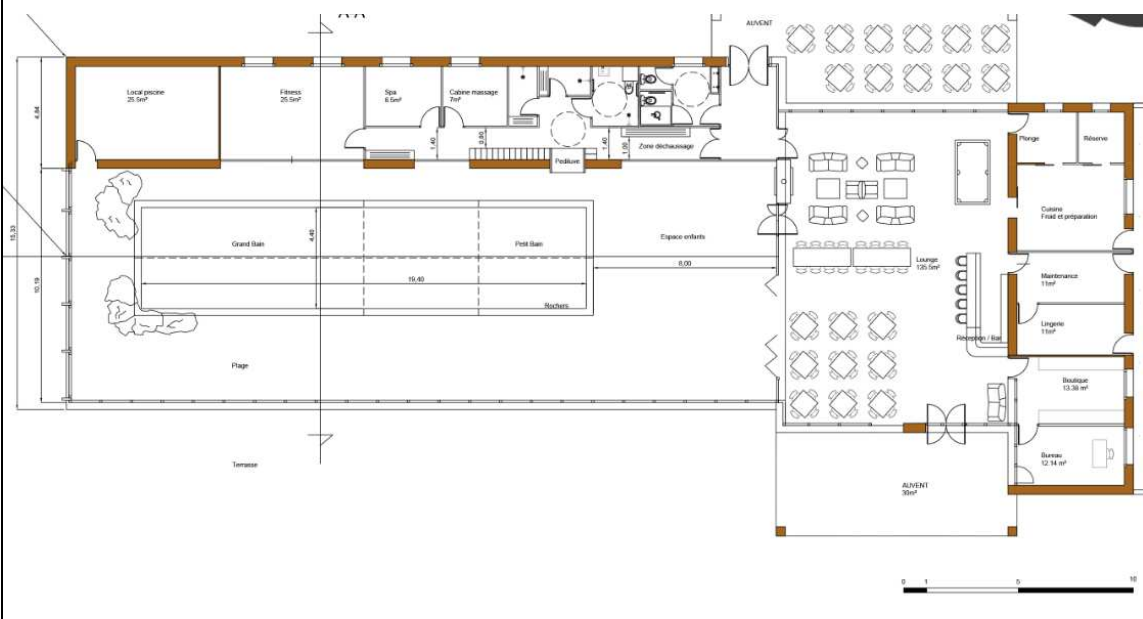
Les éléments suivants ont été retenus pour définir, au stade de l'étude géotechnique, le projet de construction de ces ouvrages :

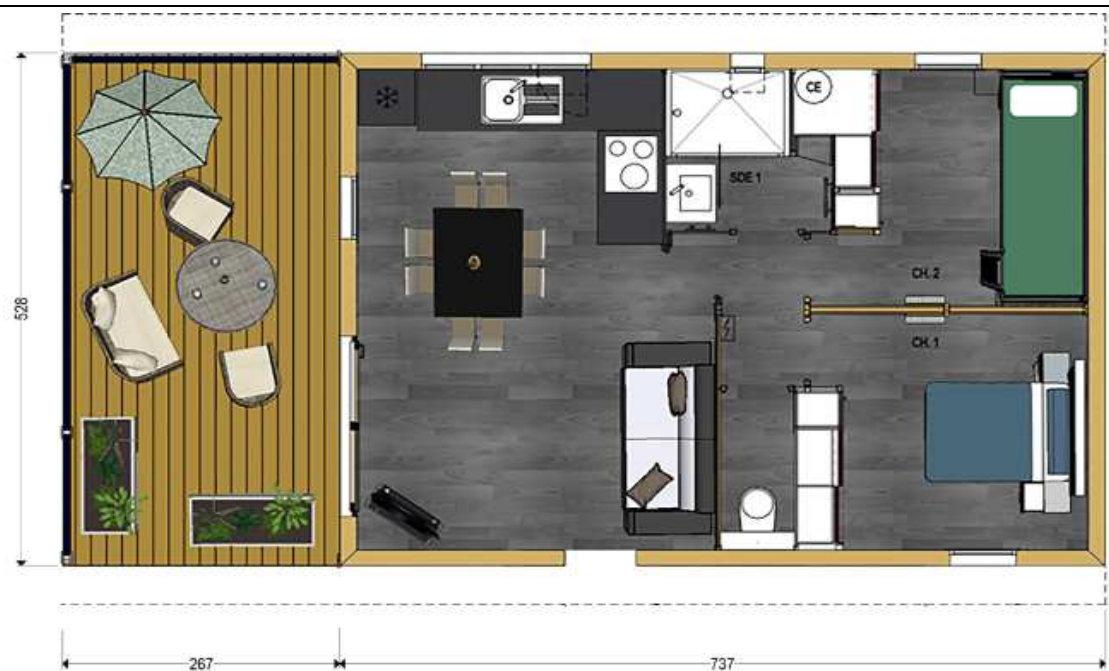
- fondation par vis acier de l'entreprise KINNER,
- Chalet et villa en simple Rdc et bâtiment d'accueil en Rdc avec mezzanine,
- structure : ossature et soubassement acier ; remplissage en matériau isolant,
- niveau bas porté par les vis, de type bac acier avec remplissage béton.

Exemple vis acier



Bâtiment d'accueil



Chalet

8.2. Sollicitations ramenées par les ouvrages

Selon les informations communiquées par PROCODOM les valeurs maximales de charge de compression simple sur les vis de fondation sont a priori faibles.

Pour le niveau bas du bâtiment, il sera conçu sous la forme d'un plancher porté par les vis de fondation.

Au stade de la mission G2PRO, l'ensemble des combinaisons et sollicitations (vent, séisme..) devront être prises en compte pour la vérification des fondations.

RECOMMANDATIONS POUR LE PROJET PREDIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

9. Les terrassements généraux

9.1. Travaux de terrassement en déblai

Compte tenu du mode de fondation des projets, avec un niveau bas porté par les vis de fondations, les terrassements seront limités à la mise à niveau du terrain et aux travaux de finition autour des projets.

Il n'existera pas, *a priori*, de travaux de remblaiement.

10. Fondations par vis en acier selon la norme NF P 94- 262

Pour calculer les profondeurs d'ancrage et d'encastrement des vis, il est proposé la méthode de calcul utilisée pour justifier les fondations profondes à partir d'essais pressiométriques selon la Norme NFP 94-262.

Afin de correspondre au type de fondation, le choix se portera ici sur un modèle de pieux battus métalliques (pieux métallique battu fermé, classe 4/catégorie 12 selon la norme NFP 64-262), travaillant uniquement en frottement.

10.1. Éléments de dimensionnement des fondations par pieux

La justification des pieux sera conduite selon la méthode proposée par la norme NF P 94-262, dans les conditions suivantes :

- la valeur du frottement latéral sera neutralisée sur 1,0 m de profondeur en tête,,
- les vis seront ancrées dans les **sables 02** ou les **marnes 03** selon les secteurs,
- la profondeur de la fiche des pieux sera fonction des charges à reprendre,
- l'entraxe des pieux sera d'au moins trois diamètres.

10.2. Méthode de calcul

D'après la norme NF P 94-262, la charge limite d'un pieu (R_c) est donnée par la relation :

$$R_c = R_b + R_s$$

avec :

- R_b : résistance de pointe (kN),
- R_s : résistance de frottement axial (kN)

L'effort limite mobilisable par frottement latéral (R_s), sur toute la hauteur h concernée du fût du pieu est calculé par l'expression suivante :

$$R_s = P_s \int_0^D q_s(z) dz$$

$$\text{où } q_s(z) = \alpha_{\text{pieu.sol}} (a \times Pl^* + b) (1 - e^{-c \times Pl})$$

avec :

- P_s : périmètre du fût du pieu (m)
- $\alpha_{\text{pieu.sol}}$: paramètre dépendant de la nature du sol et du mode de mise en place du pieu,
- a , b et c : paramètre dépendant de la nature du sol,
- Pl : pression limite nette (MPa).

La résistance de pointe (R_b), est calculée par l'expression suivante :

$$R_b = k_p \times S \times Pl$$

avec :

- k_p : facteur de portance
- S : section du pieu (m²)
- Pl : pression limite nette sous la base du pieu (MPa).

La résistance de frottement (R_s) et la résistance de pointe (R_b) permettent le calcul de la :

- résistance de frottement caractéristique : $R_{s;k} = R_s / (\gamma_{Rd1} \gamma_{Rd2})$
- résistance de pointe caractéristique : $R_{b;k} = R_b / (\gamma_{Rd1} \gamma_{Rd2})$

où γ_{Rd1} et γ_{Rd2} sont des coefficients de modèle, dépendant du type de pieu réalisé et de son type de fonctionnement (compression ou traction).

Ici, la résistance en pointe est négligée étant donné la forme de la fondation à visser.

La norme NF P 94-262 impose aux états limites les contraintes suivantes :

- ✓ $Q_{ELS} \text{ caractéristique} = 0.5 R_{b;k} + 0.7 R_{s;k}$
- ✓ $Q_{ELS} \text{ combinaison caractéristique} = Q_{ELS} \text{ caractéristique} / \gamma_{cr} \text{ caractéristique } 1$
- ✓ $Q_{ELS} \text{ quasi permanent} = Q_{ELS} \text{ caractéristique} / \gamma_{cr} \text{ caractéristique } 2$
- ✓ $Q_{ELU} \text{ durable et transitoire} = R_{s;k} / \gamma_s + R_{b;k} / \gamma_b$
- ✓ $Q_{ELU} \text{ accidentel} = R_{s;k} / \gamma_{s(acc)} + R_{b;k} / \gamma_{b(acc)}$

où $\gamma_{cr} \text{ caractéristique } 1$, $\gamma_{cr} \text{ caractéristique } 2$, γ_s , γ_b , $\gamma_{s(acc)}$ et $\gamma_{b(acc)}$ sont des facteurs partiels de résistance.

Au stade de la mission G2PRO, les fondations devront être vérifiées selon ces différentes combinaisons.

10.3. Conditions de sols

Sur la base des investigations géotechniques réalisées nous proposons de retenir les modèles de sol ci-après fonction de la mise en œuvre.

Nature du sol	PI (MPa)	Em (MPa)	$\alpha_{\text{pieu.sol}}$	Qs (kPa)	Qs retenu (kPa)
Sols de couverture /Remblais 01	-	-	-	0	0
Sables marneux 02a*	1.0	10	1.2	60	60
Marnes 02b	2.4	23	0.9	90	90
Type de pieux : battu acier fermé – classe 4 catégorie 12					

*Cette formation est inexistante au droit du sondage SP4 dans la zone du chalet

Remarques :

En fonction des combinaisons de charges, les poussées horizontales et/ou moments en tête, efforts de soulèvement, sur les éléments de fondation pourront devenir prépondérants par rapport aux charges verticales pour le dimensionnement des fondations.

Dans le cas de pieux à entraxes rapprochés, il y aura lieu de tenir compte de l'effet de groupe vis-à-vis des états limites de mobilisation globale du sol en appliquant la méthode de calcul proposée en annexe J de la norme NF P-94-262.

10.4. Précautions et conditions de réalisation des fondations

L'entreprise devra s'engager strictement, en fonction de sa technologie propre, sur sa solution, documents techniques à l'appui.

Des prélèvements d'échantillons d'eau et de sol devront être réalisés afin de vérifier le degré d'agressivité de ces éléments sur les vis.

Par ailleurs, la rédaction d'un document technique de type « P.A.Q » qui présentera, en accompagnement à la note de calcul et au planning de travaux et préalablement à l'intervention sur site, les moyens humains et matériel envisagés pour la réalisation des fondations est fortement recommandé.

Ce document définira toutes les dispositions mises en place dans le cadre du système de contrôle interne ou externe de l'entreprise.

**11. Remarques
finales**

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une mission de type G2 – Étude géotechnique de conception – phase avant-projet (G2 AVP).

La norme NF P 94-500 de Novembre 2013 impose un enchaînement de missions géotechniques qui suit les phases d'élaboration du projet.

GEOTECHNIQUE SAS reste à la disposition du maître d'ouvrage pour accompagner ces missions complémentaires et d'optimisation en collaboration avec l'architecte, le B.E.T. structure et le bureau de contrôle.

Contrôle externe

N. BRUNET DE SAIRIGNE

Le Chargé d'affaires

C. CHAMPION

PROCODOM

ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
PHASE AVANT-PROJET

Mission type G2 Phase AVP

PRESSIGNY LES PIN (45)

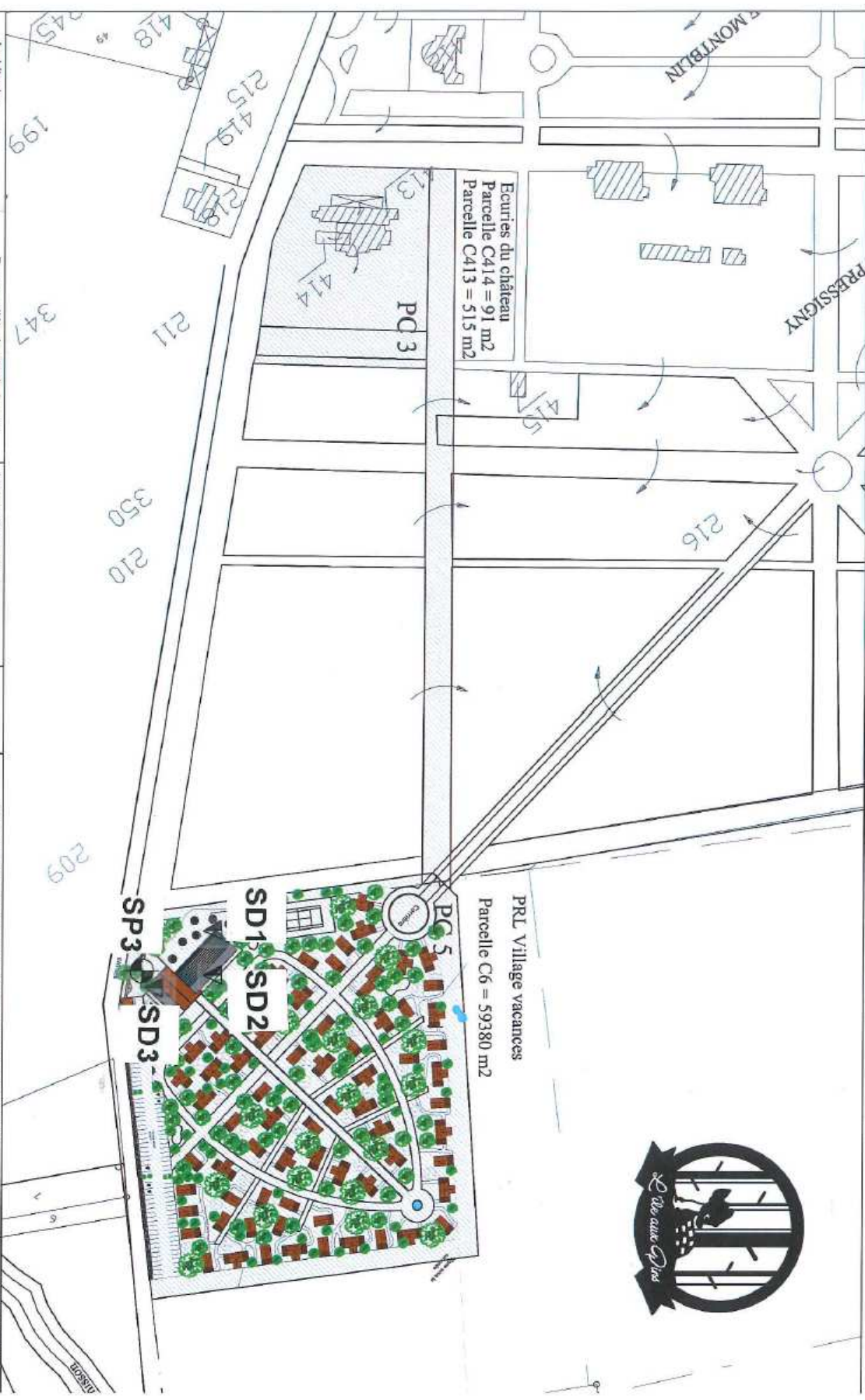
Route de Cortrat

Construction d'une villa et d'un bâtiment d'accueil

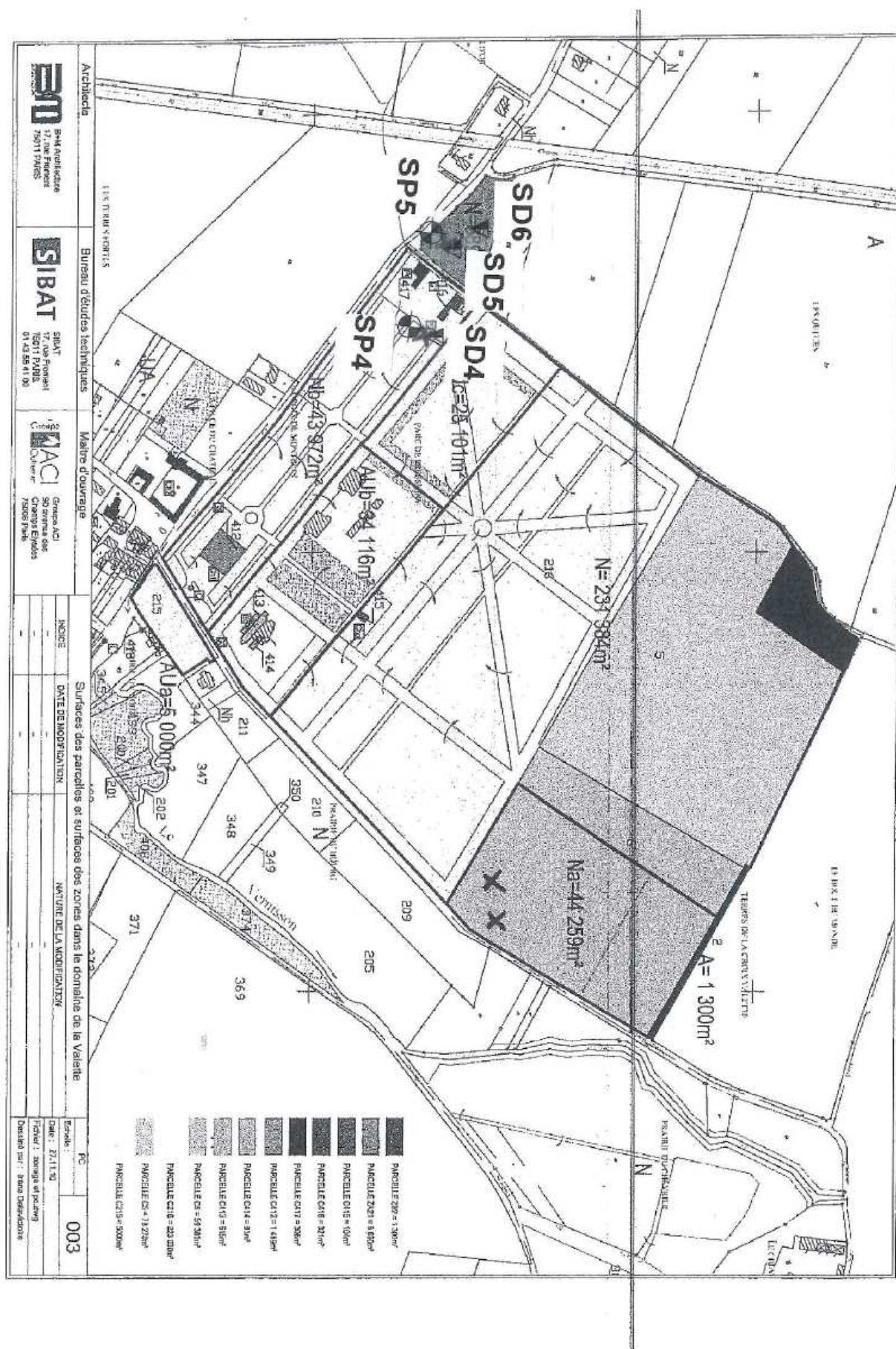
Dossier N° CCn2016-02-353/1

Annexe 1

Plan d'implantation
Résultats des sondages et essais



Architecte	Bureau d'études techniques	Maitre d'ouvrage	INDICE	ENSEMBLE PLAN MASSE PRL ILE AUX PINS		Echelle : 1/1000
		SICOY VILLAGE DE LA VALETTE	A	DATE DE MODIFICATION	NATURE DE LA MODIFICATION	Date : 20.10.2016
			B	28-01-15	parcelles	Fichier : rel.dwg
			-	30-10-15		Dessiné par :

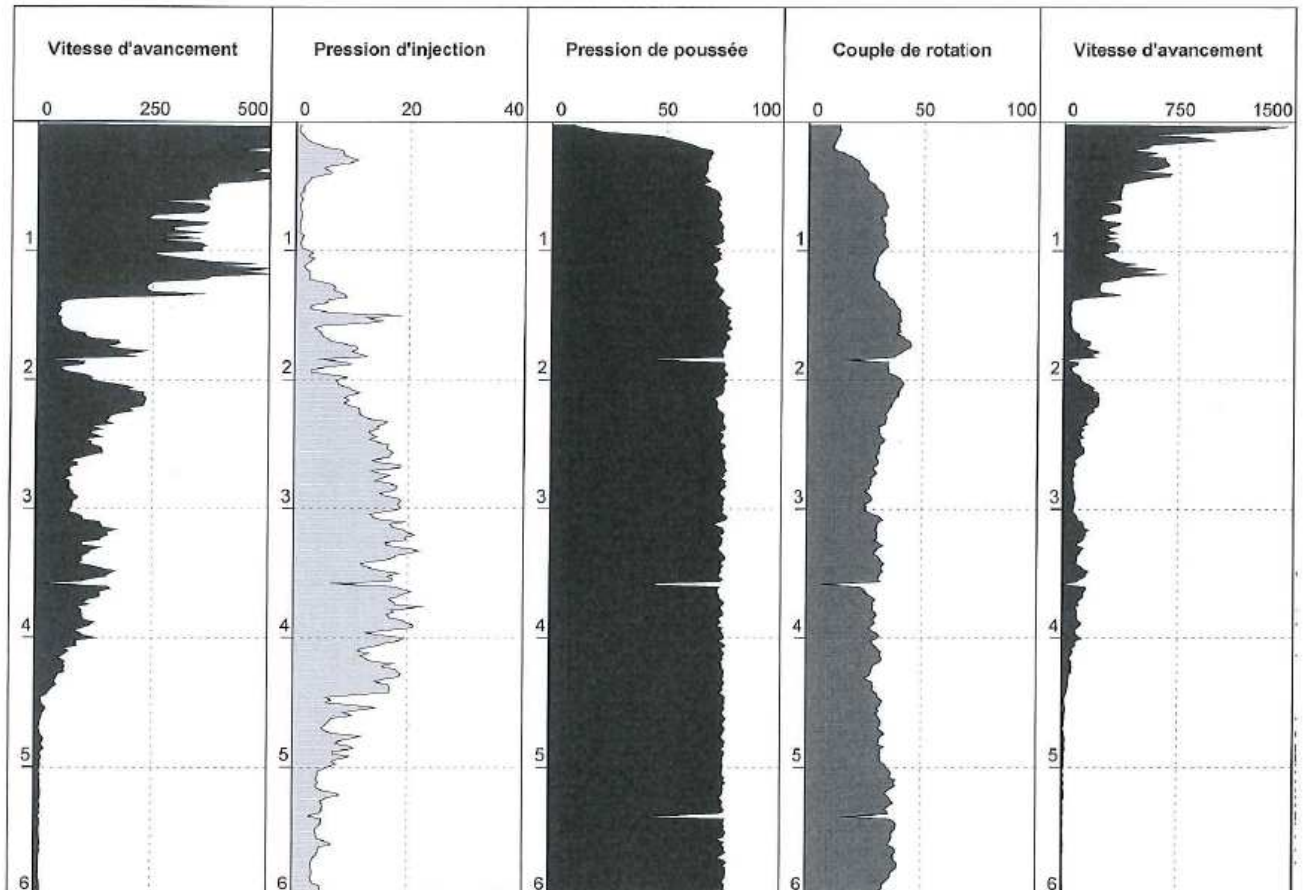


GEotechnique sciences de la terre sas		PRESSIGNY LES PINS (45) - Bâtiment d'accueil			Contrat CCN2016.02.353
Date début : 02/03/2016	Cote NGF : 100.0	Méthode : Rotoperc	Outil : Taillant	Profondeur : 0,00 - 6,00 m	
	Machine : 200 RP	Fluide : Boue	Diamètre : 64 mm		

1/50

Forage : SD1

EXEPF 5.30/LUT3EPF508FR

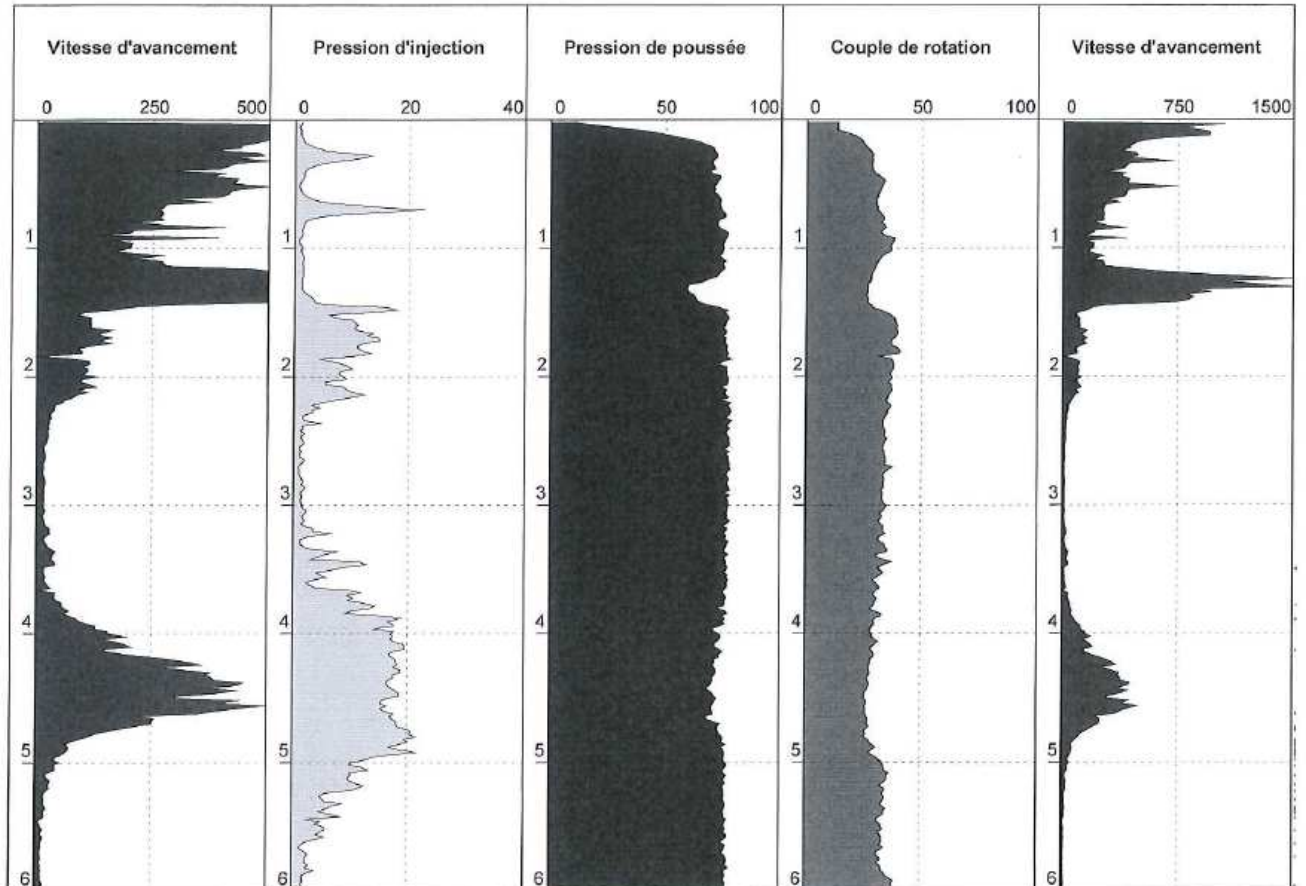


GEotechnique sciences de la terre sas		PRESSIGNY LES PINS (45) - Bâtiment d'accueil			Contrat CCN2016.02.353
Date début : 02/03/2016	Cote NGF : 99.9	Méthode : Rotoperc	Outil : Taillant	Profondeur : 0,00 - 6,00 m	
	Machine : 200 RP	Fluide : Boue	Diamètre : 64 mm		

1/50

Forage : SD2

EXEPF 5.30/LUT3EPF508FR



Date début : 02/03/2016

Cote NGF : 99.7

Méthode : Rotoperc

Outil : Taillant

Profondeur : 0,00 - 7,08 m

Machine : 200 RP

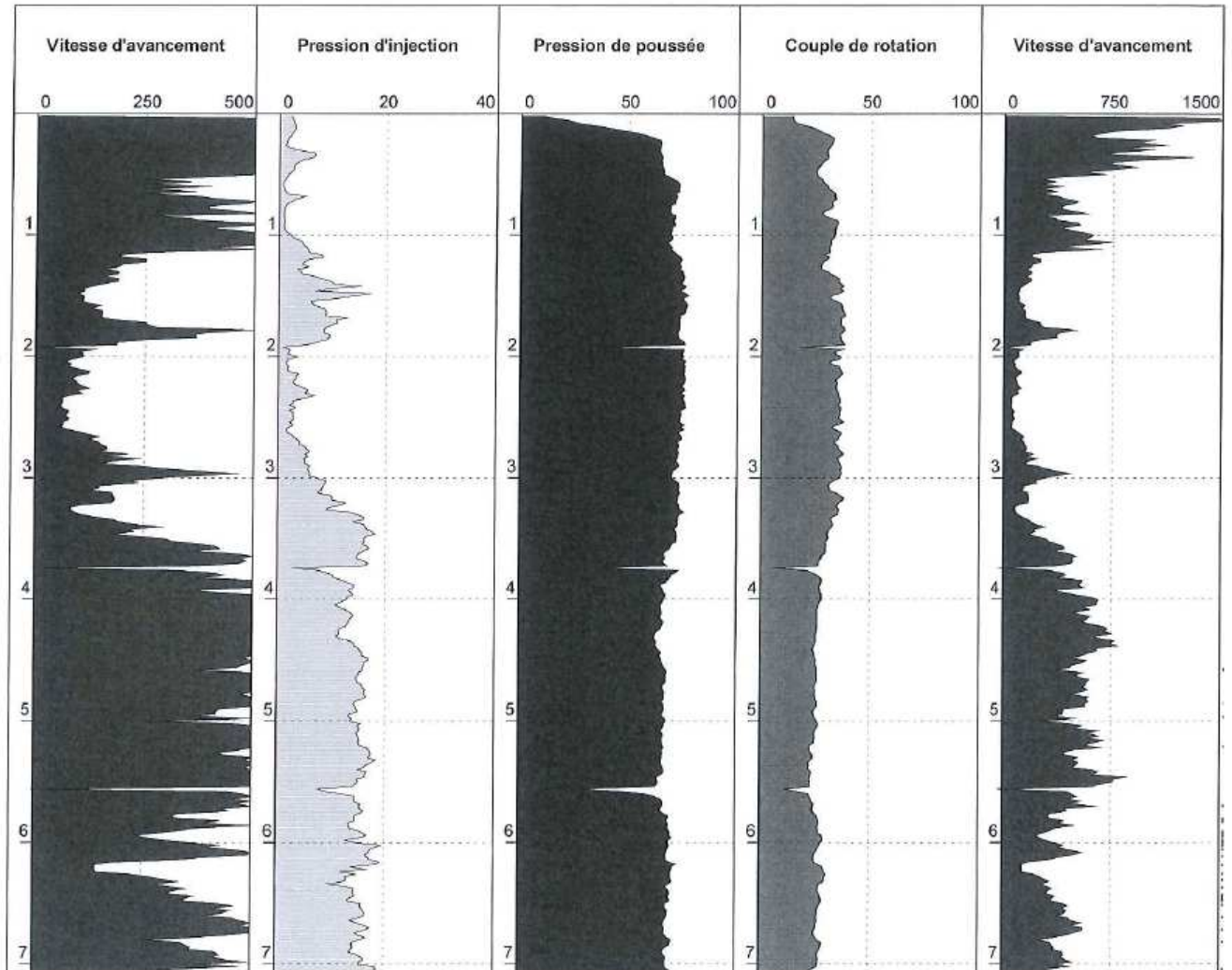
Fluide : Boue

Diamètre : 64 mm

1/50

Forage : SD3

EXEPF 5.30/LUT3EPF508FR

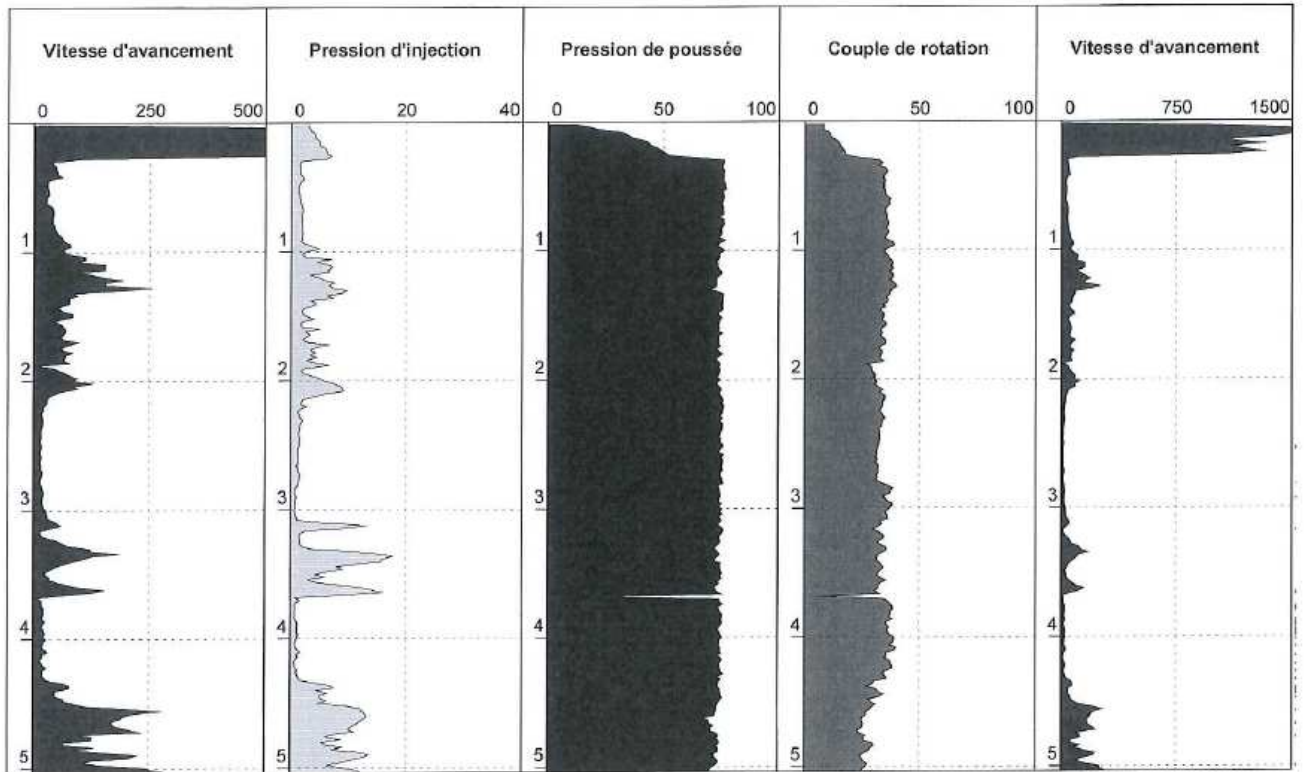


GEotechnique <small>sciences de la terre sas</small>		PRESSIGNY LES PINS (45) - Châlet			Contrat CCN2016.02.353
Date début : 02/03/2016	Cote NGF : 99.7	Méthode : Rotoperc	Outil : Taillant	Profondeur : 0,00 - 5,04 m	
	Machine : 200 RP	Fluide : Boue	Diamètre : 64 mm		

1/50

Forage : SD4

EXEPF 5.30/LUT3EPF508FR

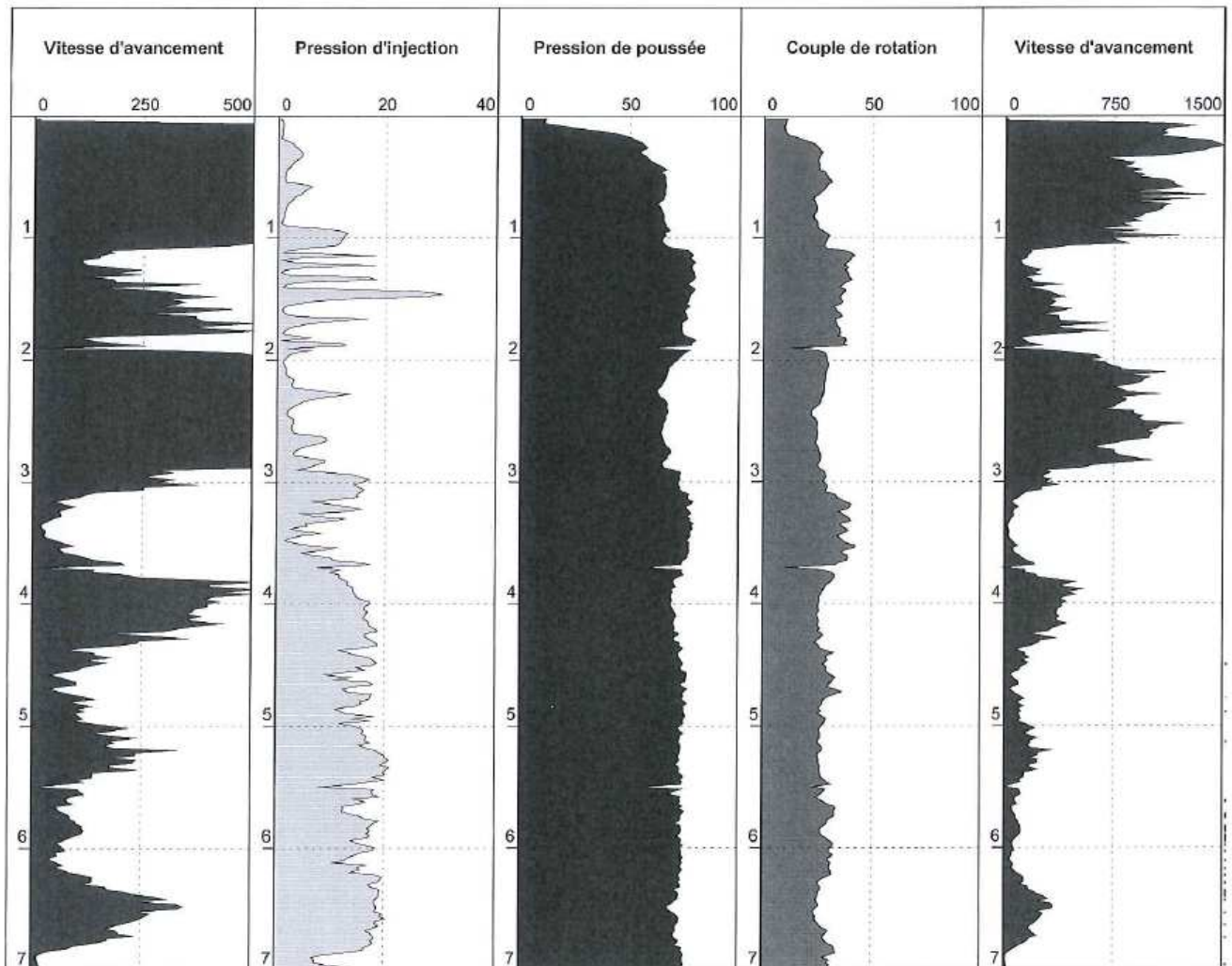


GEotechnique <small>sciences de la terre sas</small>		PRESSIGNY LES PINS (45) - Villa			Contrat CCN2016.02.353
Date début : 02/03/2016	Cote NGF : 100.0	Méthode : Rotoperc	Outil : Taillant	Profondeur : 0,00 - 7,00 m	
	Machine : 200 RP	Fluide : Boue	Diamètre : 64 mm		

1/50

Forage : SD5

EXEPF 5.30/LUT3EPF508FR

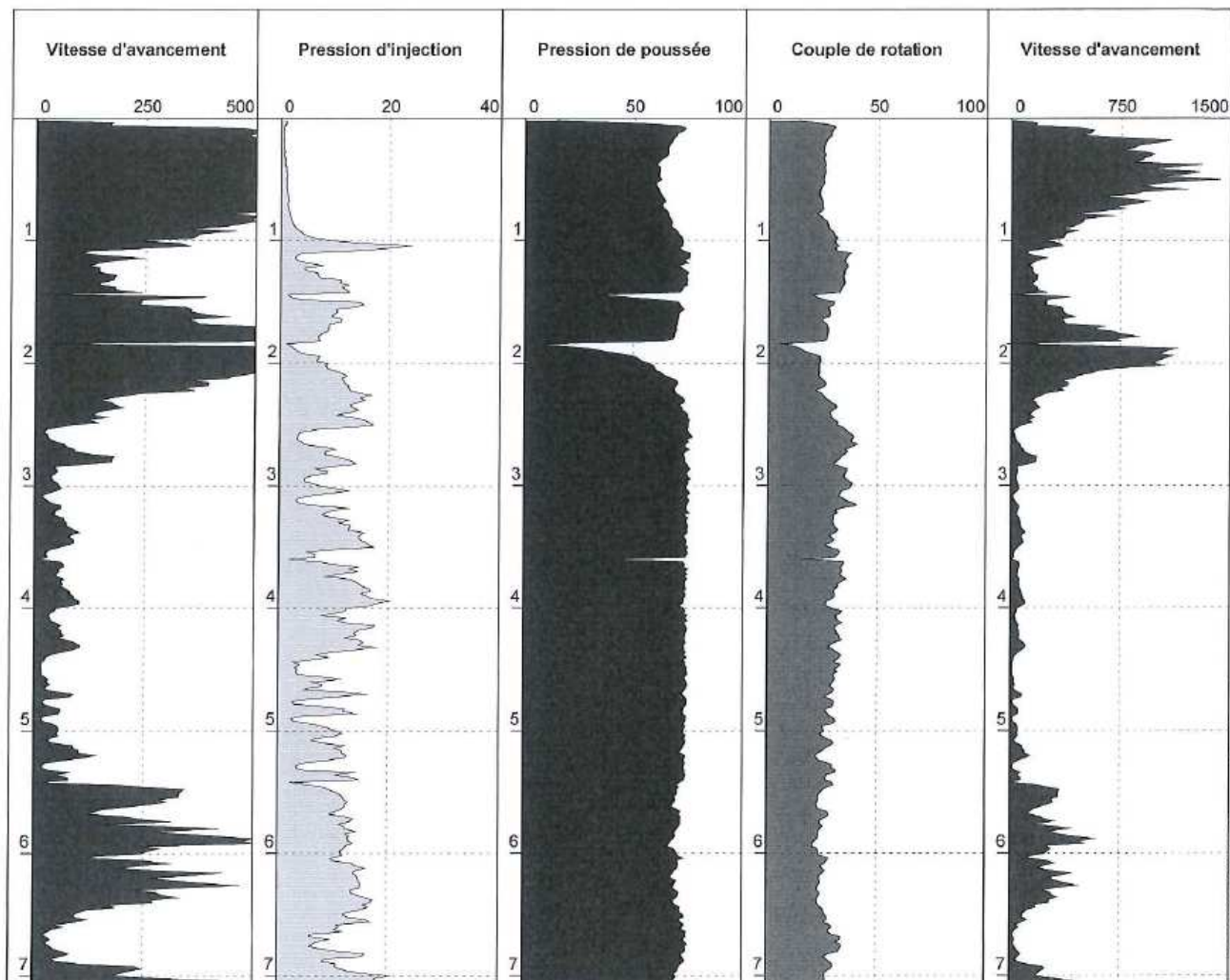


GEOtechnique <small>sciences de la terre sas</small>		PRESSIGNY LES PINS (45) - Villa			Contrat CCN2016.02.353
Date début : 02/03/2016	Cote NGF : 99.8	Méthode : Rotoperc	Outil : Taillant	Profondeur : 0,00 - 7,07 m	
	Machine :	Fluide : Boue	Diamètre : 64 mm		

1/50

Forage : SD6

EXEPF 5.30/LUT3EPF508FR

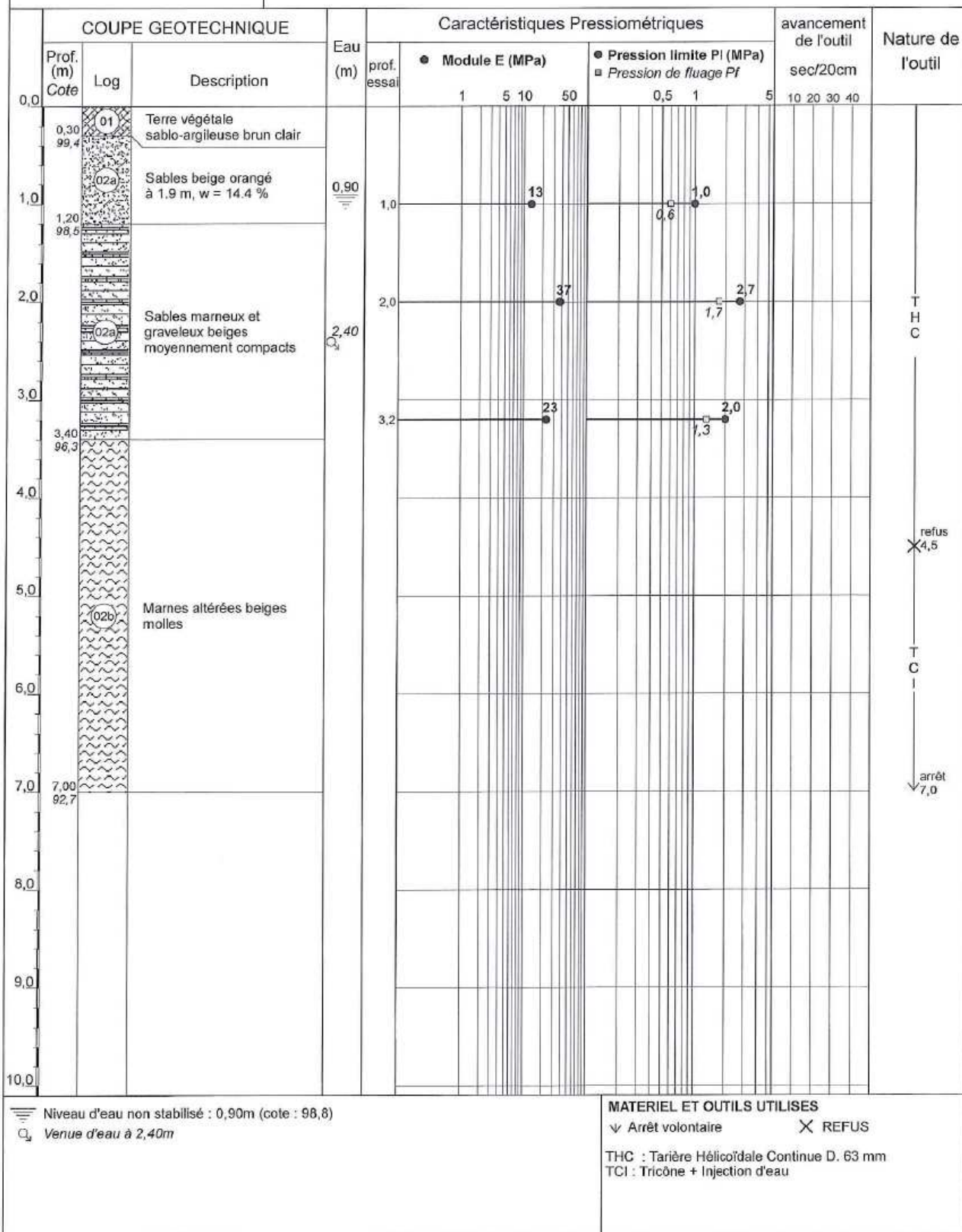


GEOtechnique
sciences du sol et de la roche

Sondage : **SP3**

Cote : 99.7

Date : 02/032016



GEOtechnique
sciences de la terre sas

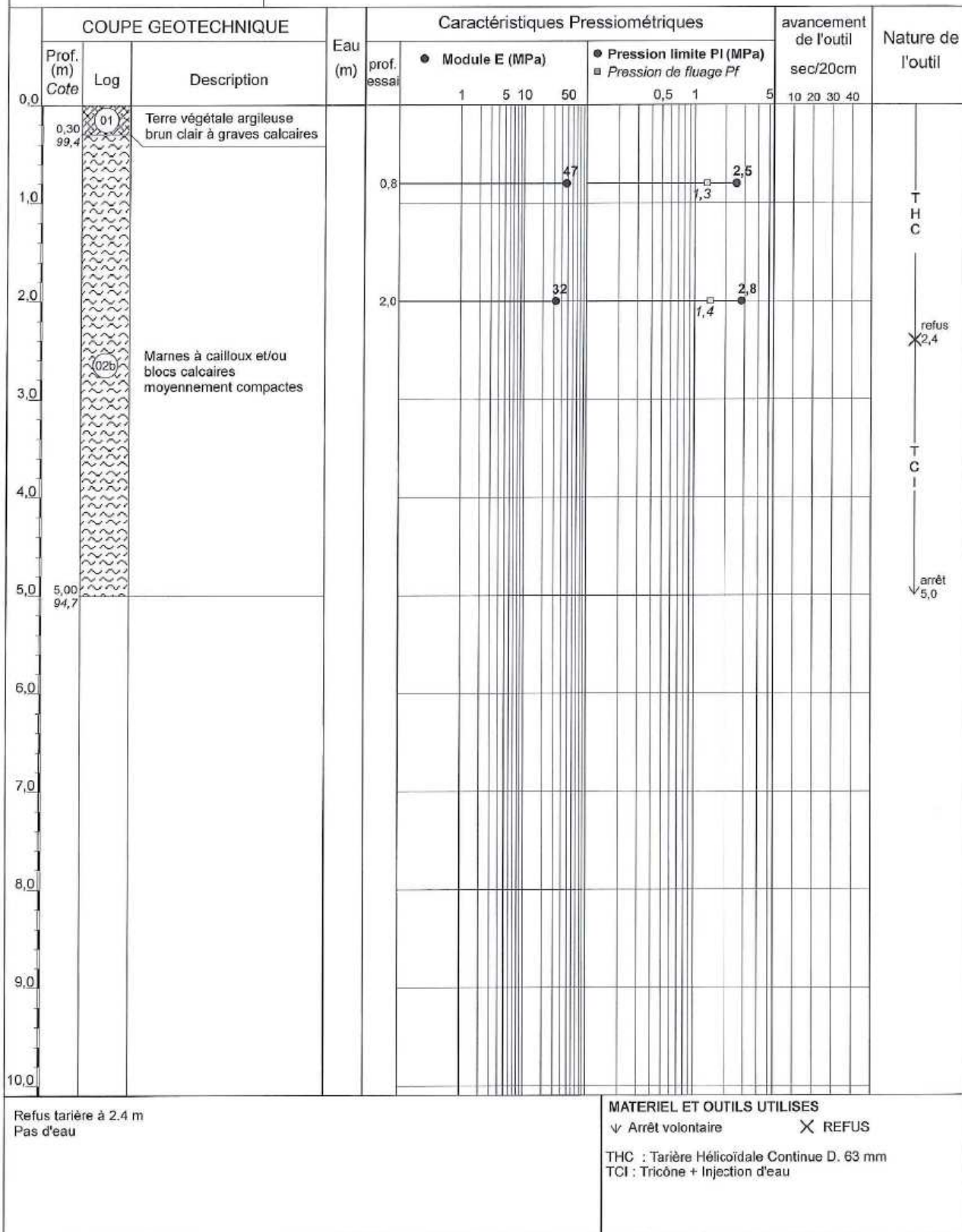
Châlet

Nº CCn2016-02-353

Sondage : **SP4**

Cote : 99.7

Date : 02/032016



GEOtechnique

Sondage : **SP5**

Cote : 100.0

Date : 02/032016



PROCODOM
ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
PHASE AVANT-PROJET

Mission type G2 Phase AVP

PRESSIGNY LES PIN (45)

Route de Cortrat

Construction d'une villa et d'un bâtiment d'accueil

Dossier N° CCn2016-02-353/1

Annexe 2

ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

(tableaux 1 et 2 de la norme NF P 94-500 révisée en Novembre 2013)

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique
Extrait de la norme NF P 94-500

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**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).