

**Monsieur VACHOUX**

-----

**Projet de centre de la mémoire + résidence séniors**

**Hameau de Grény – Lieu dit « Trez-le-Château »**

**PERON (01)**

-----

**Étude géotechnique préalable  
Principes généraux de construction  
Mission normalisée G1 (PGC) - Norme NF P 94-500**

Indice	Référence	Date	Objet de la modification
A	18-181 1/G1-PGC	17/05/2018	Première diffusion


## **SOMMAIRE**

1.	CONTEXTE DE L'INTERVENTION	3
2.	CONTEXTE DU PROJET	5
2.1	Terrain étudié - Projet	5
2.2	Zone d'influence géotechnique – Indication générale	6
2.3	Contexte géologique et hydrogéologique général	8
2.4	Risques naturels	9
3.	INVESTIGATIONS SUR SITE ET ESSAIS	11
3.1	Levers géologiques et essais	11
3.2	Levers hydrogéologiques	13
3.3	Tests d'infiltration	14
4.	TERRASSEMENTS – PRINCIPES GENERAUX	15
5.	ADAPTATION SOL-PROJET	17

IMPLANTATION DES FOUILLES ET SONDAGES  
COUPES DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE  
DIAGRAMMES DE PÉNÉTRATION DYNAMIQUE  
DIAGRAMMES D'INFILTRATION  
FICHE SECHERESSE  
MISSIONS GÉOTECHNIQUES (tableau NF P94-500 de novembre 2013)

Bellignat, le 17 mai 2018

Chargée d'étude,  
Claire VERDIER



Pour AIN GÉOTECHNIQUE  
le gérant, Cédric LOZANO

## 1. CONTEXTE DE L'INTERVENTION

### • Présentation - Définition de la mission Ain Géotechnique

Dans le cadre du projet de construction d'un centre de la mémoire et d'une résidence seniors à PERON (01), Monsieur VACHOUX a mandaté notre cabinet pour réalisation d'**une étude géotechnique préalable, principes généraux de construction**, mission normalisée G1 (PGC) au sens de la norme NF P94.500 de novembre 2013 (offre réf. 18DEV1145 du 05/04/2018).

#### Monsieur VACHOUX

Case Postale 2981 – CH 1211 GENEVE 2

Cette mission est soumise aux conditions générales d'exécution acceptées lors de la signature de l'offre et strictement limitée au projet tel que décrit dans les documents communiqués ainsi qu'à la phase d'avancement projet indiquée ci-après :

Missions normalisées NFP 94-500	G1 ES	G1 PGC	G2 AVP	G2 PRO	G2 DCE/ACT	G3	G4
Mission confiée à Ain Géotechnique		X					
Mission(s) déjà réalisée(s)							

La phase Principes Généraux de Construction (PGC) contribue à la mise au point de l'étude préliminaire, ou de l'esquisse ou de l'APS de l'ouvrage pour la part des ouvrages géotechniques. Elle synthétise les données géotechniques à prendre en compte à ce stade et propose certains principes généraux de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques. Elle permet, d'une part, de compléter le modèle géologique et de définir le contexte géotechnique, d'autre part, de mieux sérier, en fonction de l'ouvrage qui sera projeté, les risques géotechniques et de réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs en cas de survenance. Elle ne comprend pas d'ébauche dimensionnelle. Le rapport produit à l'issue de cette phase sert de donnée d'entrée pour la nécessaire phase suivante (G2AVP).

### • Intervenants

Maitre d'ouvrage :	M. VACHOUX
Architecte :	Valerie VIAL CAFFON architecte

### • Prestations du géotechnicien

- Recueil et analyse des données disponibles sur le site (étude documentaire),
- Investigations géotechniques spécifiques :
  - \* 5 fouilles à la pelle mécanique (F1 à F5),  
pour reconnaissance visuelle des horizons constitutifs du sous-sol,
  - \* 6 essais de pénétration dynamique (P1 à P6),  
pour caractérisation géomécanique en continu des horizons traversés,
  - \* 3 tests d'infiltration (T1 à T3),  
pour évaluation de la capacité d'infiltration du sous-sol.

Les coupes des fouilles de reconnaissance, les diagrammes d'infiltration et les diagrammes "profondeur / résistance de pointe Rd", sont portés en annexe.

- Rédaction d'un rapport.

### • Documents de référence

Type	Source	Date	Référence
Etude de faisabilité géotechnique de remblaiement suite à désordre : abords piscine	Ain Géotechnique	Avril 1998	GC230PER
Etude de capacité faisabilité : - situation - état des lieux : diagnostic règlementaire synthétique - Hypothèse de travail	Valerie VIAL CAFFON architecte	14/02/2018	-
Plan topographique	S.C.P. Barthelemy Blanc	15/05/2018	17.89.01
BSS public	Infoterre, Prim.net, IAL, argiles.fr, nappe.fr, cavites.fr...		
BSS interne	Etudes antérieures dans le secteur		
Norme Missions d'ingénierie géotechniques		Novembre 2013	NF P 94-500

### • Difficultés rencontrées

Le positionnement des sondages a été réalisé au mieux en fonction des contraintes sur site :

- présence de bâtiments existants, d'un gymnase, d'une piscine et de terrains de tennis et réseaux souterrains associés sur les parcelles 615 et 769
- présence de zones inaccessibles : végétation, jardin ou potager
- zones en pentes raides : notamment dans le zone des terrains de tennis et le long des berges du ruisseau

## **2. CONTEXTE DU PROJET**

### **2.1 Terrain étudié - Projet**

- **Localisation**

<b>Commune</b>	PERON (01)
<b>Rue / Lieu-dit</b>	Route de Lyon – Hameau de Greny ; Lieu dit « Trez-le-Château »
<b>Situation</b>	Au nord-est du Hameau de Greny, le long de la route de Lyon et en bordure du ruisseau de Chanvière
<b>Environnement</b>	Secteur semi rural : prés, champs et centre de sports et loisirs
<b>Référence cadastrale</b>	Section D – Parcelles n° 614 ; 615 ; 769 ; 771 Section ZE – Parcelle n° 74
<b>Superficie du terrain</b>	Environ 26 000 m <sup>2</sup>
<b>Description</b>	Site constitué par 3 parties distinctes : - une zone à l'ouest correspondant à un actuel club sportif : avec bâtiments, piscine, gymnase et terrains de tennis existants - une zone cultivée à l'est : pré - une zone boisée au nord correspondant à la berge du ruisseau de Chanvière
<b>Topographie / pente</b>	- La zone ouest (club sportif) présente une pente générale modérée orientée vers le nord-est mais présente un relief chaotique avec des remaniement en déblais remblais notamment suite à l'aménagement des courts de tennis et des bâtiments dans la pente - La zone cultivée à l'est en en pente faible ( $\approx 3\%$ ) orientée vers l'est - la zone boisée au nord est en pente forte à très forte (25 à 40 %) orientée vers le nord (ruisseau)
<b>Altimétrie</b>	+495 à +523 m NGF selon le plan topographique

## • Projet

A ce stade de l'étude, les caractéristiques du projet ne sont pas définies avec précision. Les principales caractéristiques du projet décrites dans les documents communiqués sont résumées dans le tableau ci-dessous.

<b>Type d'aménagements</b>	Démolition des existants à l'exception de bâtiment situé le plus à l'ouest (côté entrée du site) qui sera conservé Construction de : - un grand bâtiment en R+1 à R+2+ Combles : avec équipements divers au RDC (centre de la mémoire, micro-crèche..) et logements dans les étages - 5 bâtiments de logements collectifs R+2 à R+3
<b>Sous-sol</b>	1 niveau de sous-sol (parkings) envisagé pour toutes les constructions
<b>Descentes de charges(*)</b>	moyennes à fortes
<b>Implantation sur le terrain</b>	<u>Grand bâtiment</u> : en zone ouest plus ou moins au niveau de l'emprise des terrains de tennis existants <u>Bâtiments de logements</u> : répartis dans la zone sud-ouest (gymnase, piscine et pré). Les bâtiments seront orientés plus ou moins nord-sud.

(\*) Envisagées selon le projet décrit.

## 2.2 Zone d'influence géotechnique – Indication générale

### Grand bâtiment à l'ouest

Existants	
L'emprise du grand bâtiment est occupée par des terrains de tennis aménagés sur 2 terrasses successives en déblai/remblai dans la pente du terrain	
Avoisinants	
Direction	Nature des enjeux
Nord	Bâtiments existants à démolir à l'exception de celui le plus à l'ouest à conserver
Sud	Champ cultivé
Est	Gymnase à démolir : zone des futurs bâtiments de logement
Ouest	RD 984 route de Lyon en contrehaut
Impact potentiel du projet envisagé	
Données sur le site/projet	Impact
Terrain en pente aménagé en terrasses	Impact potentiel important sur la stabilité du site et les avoisinants : route et bâtiment à conserver (soutènements, vibrations...). Etude spécifique à prévoir
Projet avec sous-sol envisagé	
Avoisinants assez proches	

**5 bâtiments de logements**

<b>Existants</b>	
Le gymnase et les bâtiments à démolir occupent l'emprise des 2 bâtiments les plus à l'ouest L'emprise de la piscine existante concerne également l'emprise des bâtiments 2 et 3	
<b>Avoisinants</b>	
<b>Direction</b>	<b>Nature des enjeux</b>
Nord	Ruisseau de Chanvière situé environ 6 à 8 mètres en contrebas par rapport à l'emprise projet (selon carte IGN) : berge constituée par un talus boisé en pente raide
Sud	Champs cultivé
Est	Prés; champ et bois
Ouest	Terrains de tennis à conserver : zone du futur grand bâtiment
<b>Impact potentiel du projet envisagé</b>	
<b>Données sur le site/projet</b>	<b>Impact</b>
Terrain en pente faible	Impact potentiel important sur les avoisinants : terrains mitoyens et autres constructions (talutage, soutènements, vibrations...). Etudes spécifiques à prévoir
Projets avec sous-sol envisagés	
Limite de parcelle sud proche	
Avoisinants plus ou moins éloignés (autres futures constructions)	
Présence d'un talus en pente forte côté nord (berge du ruisseau)	Adaptation des projets : pente maximale à respecter entre la base des fondations et pied du talus Prévoir étude de stabilité si nécessaire
Présence d'existants à démolir notamment une piscine	Adapter les projets : fondations à ancrer dans le terrain naturel (jamais dans les remblais)

## **2.3 Contexte géologique et hydrogéologique général**

### **• Contexte géologique**

Le territoire communal de Peron fait partie de l'unité géologique appelée "bassin molassique suisse", vaste zone déprimée entre les Alpes et le Jura. Le substrat rocheux marno-calcaire d'âge secondaire, visible à l'affleurement sur les reliefs des Monts Jura, plonge dans la plaine sous un puissant placage marno-gréseux d'âge tertiaire, la molasse, lui-même recouvert par des formations récentes : argiles à blocs morainiques, graves sableuses fluviatiles, limons argileux et tourbes des dépôts palustres.

Selon la carte géologique de Saint-Julien-en-Genevois au 1/50 000, le sous-sol du site est constitué par des dépôts argilo-graveleux d'origine glaciaire (Gy<sub>2</sub>), reposant sur un substrat molassique marno-gréseux.

Un essai pénétrométrique réalisé en 1998 aux alentours de la piscine existante et dans le cadre d'un projet de remblaiement suite à des désordres apparus sur la plage de la piscine avait traversé :

- 4 mètres d'épaisseur d'un remblai hétérogène
- un horizon plus meuble vers 4 mètres de profondeur probablement constitué de terre végétale argileuse (ancien niveau du terrain naturel)
- un terrain plus consistant au delà

Selon le rapport établi à cette occasion, le site du complexe sportif existant aurait été partiellement remblayé sur 3 mètres environ (avant ou dans le cadre de sa création). Il pourrait s'agir notamment de la partie nord du site (voirie d'accès, piscine ...).

### **• Contexte hydrogéologique**

Les puissants dépôts fluvio-glaciaires du Sud de la plaine gessienne renferment d'importantes passées gravo-sableuses pouvant constituer de petites nappes d'intérêt local. Au nord du site, le champ captant de Greny exploite un tel aquifère pour l'alimentation en eau potable.

Sur le site même, les limons argileux et autres formations argilo-graveleuses sont caractérisés par une faible perméabilité. Seules les passées sableuses ou graveleuses dans ces formations peuvent faire l'objet de circulations d'eau.



## 2.4 Risques naturels

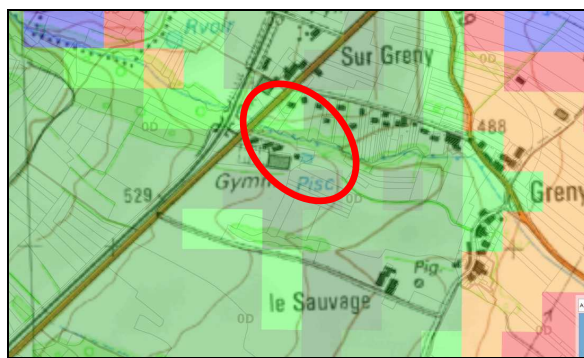
### • Données bibliographiques

Risque de retrait gonflement des argiles (*)		Limite zone faible /zone modérée	
Risque de remontée de nappe (*)		Faible à très faible	
Plan de prévention des risques naturels	Mouvement de terrain	-	
	Inondation	-	
Sismicité (Eurocode 8)	Zone	3 - Modérée	
	Accélération (agr)	1,1 m/s <sup>2</sup>	
	Classe de sol	C	

(\*) Selon cartographie mise en ligne par le BRGM et le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (cf. extrait des cartes ci-dessous).



Extrait : argiles.fr



Extrait : nappes.fr

- **Analyse du contexte**

L'évaluation de l'aléa reste indicative. Elle est basée sur l'analyse des données bibliographiques disponibles et les indices de terrain visibles au moment des reconnaissances. Elle ne saurait être exhaustive et certains risques (inondation, chute de blocs...) peuvent nécessiter des études approfondies.

Nature du risque	Indice de terrain	Évaluation de l'aléa
<b>Glissement de terrain</b>	Site bordé par un talus en pente raide le long du ruisseau de Chanviere	Risque d'instabilité du talus
	Terrain en pente moyenne a faible sur substrat sablo-graveleux et argileux	Attention aux terrassements non maîtrisés
<b>Éboulement rocheux</b>	Absence d'escarpement	Non soumis
<b>Effondrement de cavité</b>	Absence de karst ou galerie	Non soumis
<b>Inondation par cours d'eau</b>	Ruisseau de Chanviere plusieurs mètres en contrebas	Peu probable
<b>Tassement d'un sol compressible</b>	Remblai superficiel et terrains argileux superficiels	Soumis
	Grave sablo-argileuse compacte	Non soumis
<b>Mouvement sur remblai non consolidé</b>	Présence possible de zones remblayées sur une épaisseur plus ou moins importante	Soumis

### 3. INVESTIGATIONS SUR SITE ET ESSAIS

Le schéma d'implantation des sondages, sur fond d'hypothèse d'implantation, les coupes des fouilles et les diagrammes d'essais figurent en annexe. Les profondeurs des différents ensembles lithologiques sont définies par rapport au niveau du sol tel qu'il était au moment des reconnaissances (Mai 2018).

Les sondages ont été nivelés et reportés sur le fond d'hypothèse d'implantation.

#### 3.1 Levers géologiques et essais

La nature des différentes formations rencontrées ainsi que leurs épaisseurs au droit de chaque sondage sont résumées dans le tableau ci-dessous :

##### Zone ouest (P3 à P6; F4 et F5)

	Horizon superficiel sableux et graveleux : remblai supposé (y compris terre végétale)	Formation 1a : Horizon argileux et/ou sableux	Formation 2 : Formation compacte : Grave sablo-argileuse compacte ou substrat rocheux molassique
Epaisseur			
P3	≈ 1,6 m	-	> 0,8 m (refus à -2,4 m)*
F4	1,2 m	> 2,1 m	Non atteint
P6	≈ 1,4 m	1,8 m	> 0,6 m (refus à -3,8 m)*
P4	≈ 1,2 m	2,0 m	> 0,6 m (refus à -3,8 m)*
F5	0,8 m	> 2,2 m	Non atteint
P5	≈ 1,0 m	0,8 m	> 1,4 m (refus à - 3,2 m)*
Caractéristiques géomécaniques			
Résistance dynamique Rd (MPa)	2 à 3 MPa	2 à 5 MPa	7 à > 10 MPa (refus)

**\*Remarque 1:** Les sondages pénétrométriques "aveugles" ne permettent pas de distinguer les refus provoqués par le substrat rocheux, par des horizons surconsolidés ou bien encore par des blocs volumineux.

**Remarque 2:** Les épaisseurs et la nature des sols données au droit des essais de pénétration dynamique, notamment la terre végétale et les remblais, résultent de l'interprétation de la résistance des terrains sur les diagrammes pénétrométriques. La résistance, la nature et l'épaisseur réelles des terrains peuvent varier entre les sondages et en dehors des zones reconnues. Ces variations de profondeur pourront nécessiter la purge des terrains et entraîner des surcoûts.

##### Remarques particulières sur les formations :

- **Formation 1a :** Présence de circulations d'eau

- **Formation 2 :** horizon compact ayant entraîné le refus en sondages entre 2,4 et 3,8 mètres de profondeur. Présence possible de gros blocs

**Zone est (P1 et P2; F1 à F3)**

	Terre végétale	Formation 1b : Formation graveleuse déstructurée	Formation 2 : Formation compacte : Grave sablo-argileuse compacte ou substrat rocheux molassique
Epaisseur			
<b>F1</b>	0,8 m	-	> 2,2 m
<b>P1</b>	≈ 0,5 m	0,9 m	> 2,4 m (refus à -3,8 m)*
<b>F2</b>	0,5 m	-	> 1,9 m
<b>P2</b>	≈ 0,5 m	0,7 m	> 1,8 m (refus à -3,0 m)*
<b>F3</b>	0,5 m	-	> 2,8 m
Caractéristiques géomécaniques			
Résistance dynamique Rd (MPa)	-	2 à 4 MPa	7 à > 10 MPa (refus)

**Remarque 1 :** Les sondages pénétrométriques "aveugles" ne permettent pas de distinguer les refus provoqués par le substrat rocheux, par des horizons surconsolidés ou bien encore par des blocs volumineux.

**Remarque 2 :** Les épaisseurs et la nature des sols données au droit des essais de pénétration dynamique, notamment la terre végétale et les remblais, résultent de l'interprétation de la résistance des terrains sur les diagrammes pénétrométriques. La résistance, la nature et l'épaisseur réelles des terrains peuvent varier entre les sondages et en dehors des zones reconnues. Ces variations de profondeur pourront nécessiter la purge des terrains et entraîner des surcoûts.

**Remarques particulières sur les formations :**

- **Formation 2 :** horizon compact ayant entraîné le refus en sondages entre 3,0 et 3,8 mètres de profondeur. Présence possible de gros blocs

### 3.2 Levers hydrogéologiques

- **Eaux de surface**

N.B : La présente étude n'a pas pour objet d'évaluer l'inondabilité du site (voir le cas échéant le "PPR inondation" communal). Cependant, certains ruissellements de surface intermittents peuvent avoir un impact sur la solidité des constructions. A ce titre, cet aspect est analysé dans le présent dossier.

Le terrain est bordé au nord par le ruisseau de Chanvière qui s'écoule plusieurs mètres en contrebas du site du projet. Il n'est pas exclu que ce ruisseau déborde lors d'un épisode pluvieux exceptionnel.

- **Eaux souterraines**

Sondage	Niveau d'eau sous TA	Niveau d'eau (NGF)
F1	sec	-
P1	sec	-
F2	sec	-
P2	sec	-
F3	Humide à partir de -0,5 m	-
P3	sec	-
F4	sec	-
P6	sec	-
P4	-2,4 m	+ 511,8 m
F5	Venue d'eau vers -3,0 m	-
P5	-2,6 m	+ 511,9 m

Au moment des reconnaissances, les sondages n'ont pas montré la présence d'une nappe organisée sur la profondeur investiguée.

Des circulations d'eau, pérennes ou fonction des conditions météorologiques, s'établissent néanmoins dans les formations argileuses et sableuses superficielles notamment en zone ouest. En périodes pluvieuses persistantes, ces circulations peuvent se rapprocher davantage de la surface du sol et saturer les horizons superficiels et autres remblais proches de la surface.

NB : La connaissance des variations de niveau d'une nappe d'eaux souterraines n'est pertinente que si l'on peut exploiter une chronique piézométrique sur une longue période, couvrant plusieurs décennies. Les mesures piézométriques effectuées dans le cadre d'une simple étude géotechnique ne renseignent que sur une courte période. Elles ne peuvent donner que des valeurs à caractère ponctuel, inutilisables pour définir, en particulier, un niveau de plus hautes eaux (PHE).

### 3.3 Tests d'infiltration

Trois essais de perméabilité ont été réalisés en fouilles pour évaluer les capacités d'infiltration des terrains du site.

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-après (cf. fiches d'essai en annexe) :

Essai	Zone testée	Nature	Perméabilité	
T1	0 - 3 m	Grave sablo-argileuse	$K = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$	Semi-perméable
T2	0 – 2,4 m	Argile graveleuse marron beige	$K = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$	Imperméable
T3	0 – 3,3 m	Grave sablo-argileuse humide passées argileuses	$K = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$	Perméable

Les terrains gravelo-sableux et argileux du sous-sol du site sont caractérisés par une perméabilité d'interstice hétérogène :

- faible de l'ordre de  $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$  dans les passées à matrice argileuse,
- moyenne de l'ordre de  $1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  dans les passées à matrice sableuse à bonne par endroits ( $\approx 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ ) à la faveur de passées plus graveleuses ou plus grossières.

Remarque : L'eau est un facteur aggravant le risque de glissement. L'infiltration des eaux pluviales en amont du talus en pente forte situé au nord du terrain est déconseillée.

#### 4. TERRASSEMENTS – PRINCIPES GENERAUX

Les principes généraux de terrassement sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Terrassements	
<b>Amplitude des terrassements attendus</b>	<p>Terrassements en déblais/remblais pour le grand bâtiment à l'ouest (amplitude plus ou moins grande suivant le niveau fini du projet)</p> <p>Fouille pleine masse d'environ 3 mètres pour les bâtiments de logements sur sous-sol</p>
<b>Terrassabilité</b>	<p>Terrains argilo-graveleux meubles superficiellement (terre végétale, remblais, formations 1a et 1b), faciles à décaisser mais de mauvaise tenue en présence d'eau. Prévoir une gestion soignée des eaux souterraines et des eaux de ruissellement pour éviter la déstructuration des terrains.</p> <p>Terrains gravelo-argileux indurés et compacts (formation 2) à partir de 2,5 à 3,0 mètres de profondeur, nécessitant l'emploi d'engins puissants.</p> <p>Présence possible de gros blocs pouvant gêner les terrassements.</p>
<b>Traficabilité</b>	<p>Traficabilité bonne en période sèche à mauvaise en période humide lié à la sensibilité à l'eau des terrains.</p> <p>Prévoir une gestion soignée des eaux souterraines et des eaux de ruissellement pour éviter la déstructuration des terrains.</p>

Sujétions liées à l'eau	
<b>Contexte hydrogéologique</b>	Circulations d'eau à différentes profondeurs, mais pouvant apparaître à faible profondeur en périodes très humides et saturer les horizons superficiels déstructurés et les remblais proches de la surface.
<b>Faisabilité d'un sous-sol</b>	Sous-sol envisageable avec des protections adaptées (drainage...). Attention à l'effet piscine dans ces terrains peu perméables.
<b>Stabilité du site</b>	L'eau constitue un facteur aggravant le risque de glissement. Prévoir une gestion soignée des eaux souterraines et des eaux de ruissellement (en phase chantier et définitive).
<b>Sensibilité à l'eau</b>	Terrains argilo-limoneux sensibles pouvant gêner les terrassements.

Stabilité et soutènements	
Stabilité du site	<p><u>Grand bâtiment</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Terrain en pente sensible au glissement</li> <li>-Projet nécessitant des déblais/remblais : talutages/ soutènements (attention aux avoisinants)</li> </ul> <p>Adapter le projet pour limiter au maximum les déblais remblais</p>
	<p><u>5 bâtiments de logements</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fouilles pleine masse du sous-sol nécessitant des talutages/soutènements (attention aux avoisinants/mitoyens).</li> <li>- Projet en amont d'un talus en pente forte (le long du ruisseau) : respecter une pente maximale de 3H/2V entre le pied du talus et la base des fondations.</li> </ul> <p>Étude de stabilité à prévoir si nécessaire</p>
Soutènement – Famille envisageable	<p>Paroi berlinoise tirantée (attention aux tirants vis-à-vis des avoisinants)</p>



## 5. ADAPTATION SOL-PROJET

Le principe général de construction est résumé dans le tableau de synthèse ci-dessous.

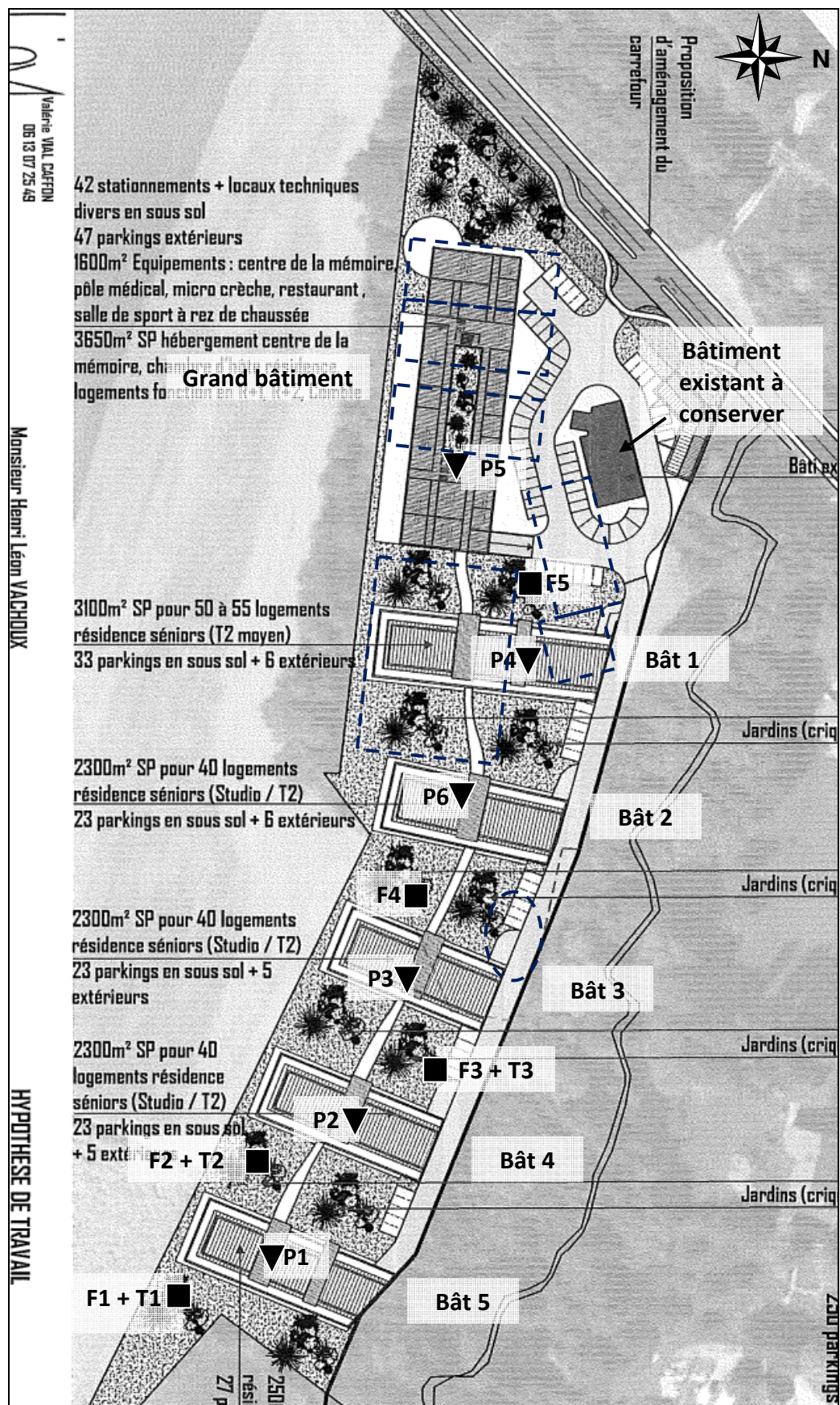
Principe de fondation		
Type de fondation envisageable		Superficielles (semelle filante et/ou isolée) voire semi profondes (puits), ou radier selon niveaux finis et descentes de charges.
Formation géologique mobilisable		<b>Formation 3 :</b> Formation compacte : Grave sablo-argileuse compacte ou substrat rocheux molassique. Ou éventuellement <b>Formation 1a</b> : Horizon argileux et/ou sableux : à voir en phase G2 AVP en fonction des descentes de charge et des niveaux finis.
Profondeur de la formation / TA (05/2018)		Moy -2,0 m/TA. De -1,2 à -3,2 m/TA
Mise hors-gel	Prof. min. pour l'Ain	0,7 m
	Altitude du terrain	≈ + 495 m NGF
	Prof. min. pour le projet	-0,8 m par rapport aux niveaux finis extérieurs

Faisabilité dallage et voirie	
Dallage	Dallage sur terre-plein envisageable.
Voirie	Voirie sur couche de forme usuelle.

Contraintes particulières	
Terrain sensible à la sécheresse en partie ouest (F4; F5; P3 à P6)	Voir annexe sécheresse.
Terrain argileux/limoneux sensible à l'eau	Précautions particulières lors des terrassements (travail en période sèche, purges, adapter les épaisseurs de couche de forme, gestion soignée des eaux superficielles et souterraines...).
Projets sur sous-sol prévus	Talutage et/ou soutènement : études spécifiques à prévoir.
Présence d'un talus en pente raide au nord	Adaptation des projets à la topographie Etude de stabilité si nécessaire.
Présence d'existants à démolir et de zones remblayées (possible)	Adaptation des fondations : fondations à ancrer dans le terrain naturel : jamais dans les remblais.

**Remarque :** Une fois les projets définis, une étude géotechnique de conception (G2 AVP) sera nécessaire pour préciser les contraintes géotechniques, niveaux d'assise et contraintes admissibles.

## IMPLANTATION DES FOUILLES ET SONDAGES



■ Fx : Fouille au tracto-pelle

Tx : Essai d'infiltration

▼ Px : Essai de pénétration dynamique

--- Existants : position approximative

# COUPES DE FOUILLES DE RECONNAISSANCE

PROJET M. VACHOUX à PERON (01)

Greny "Trez-le-Château"

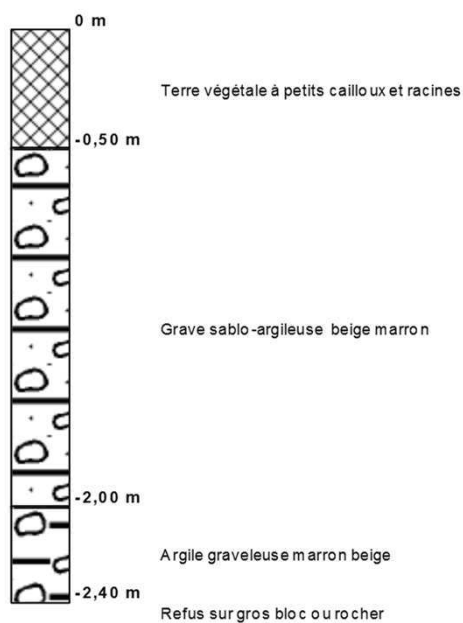
**Sondage F1**

510,00 m NGF



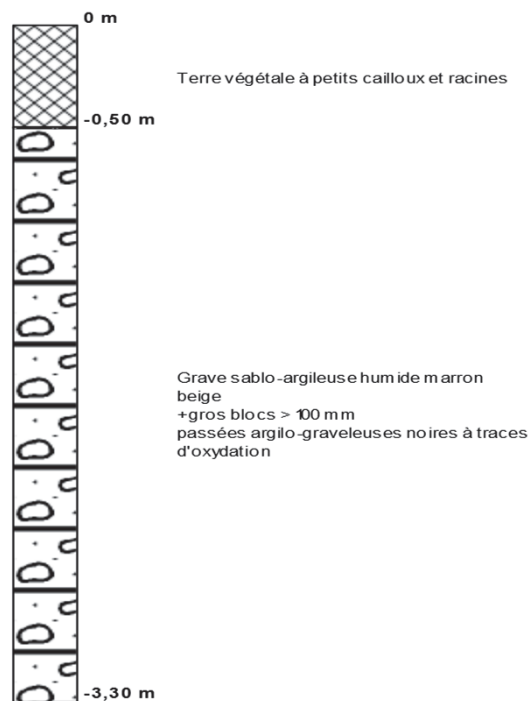
**Sondage F2**

511,40 m NGF



**Sondage F3**

511,30 m NGF



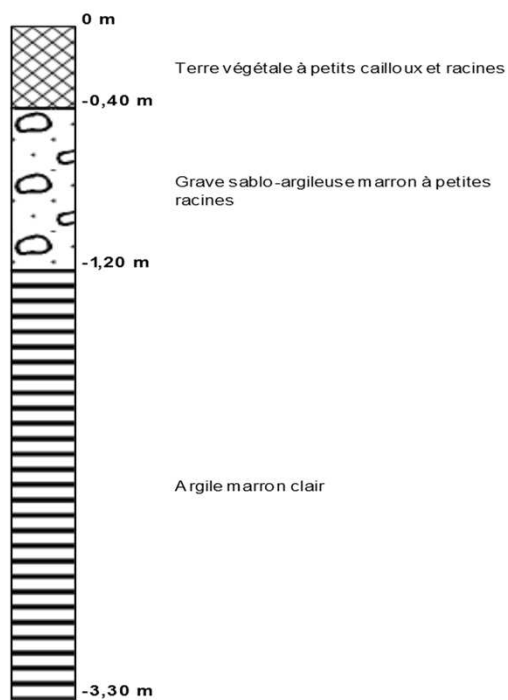
# COUPES DE FOUILLES DE RECONNAISSANCE

## PROJET M. VACHOUX à PERON (01)

### Greny "Trez-le-Château"

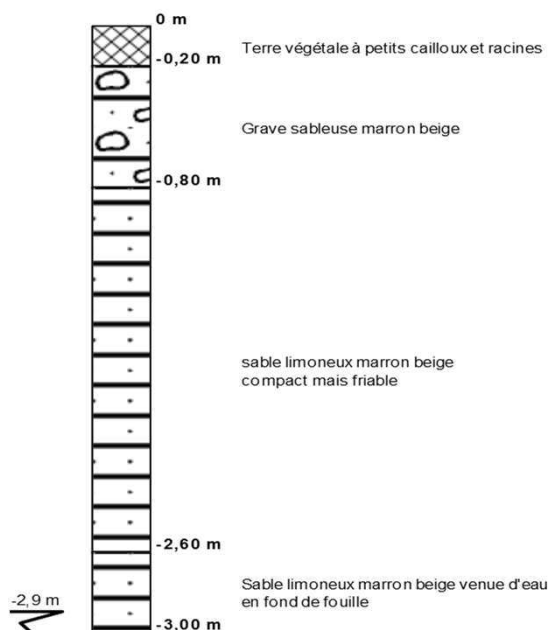
**Sondage F4**

513,30 m NGF



**Sondage F5**

514,00 m NGF



-2,9 m

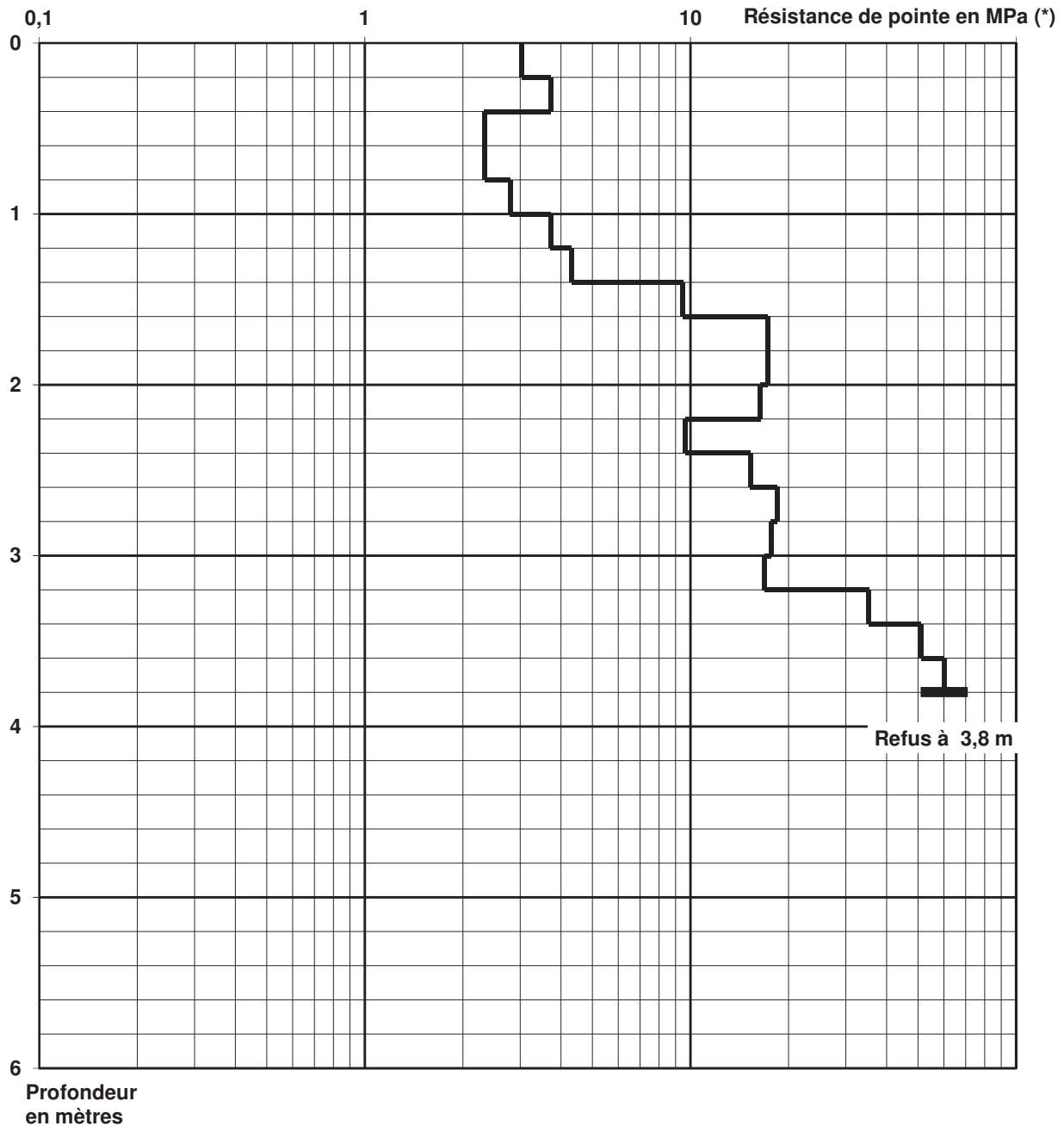
# DIAGRAMME PENETROMETRIQUE

ESSAI n° 1

PROJET M. VACHOUX à PERON (01) - Greny "Trez-le-Château"

0 = TN = altitude du terrain au moment des reconnaissances

Cote TN : 510.2 m NGF



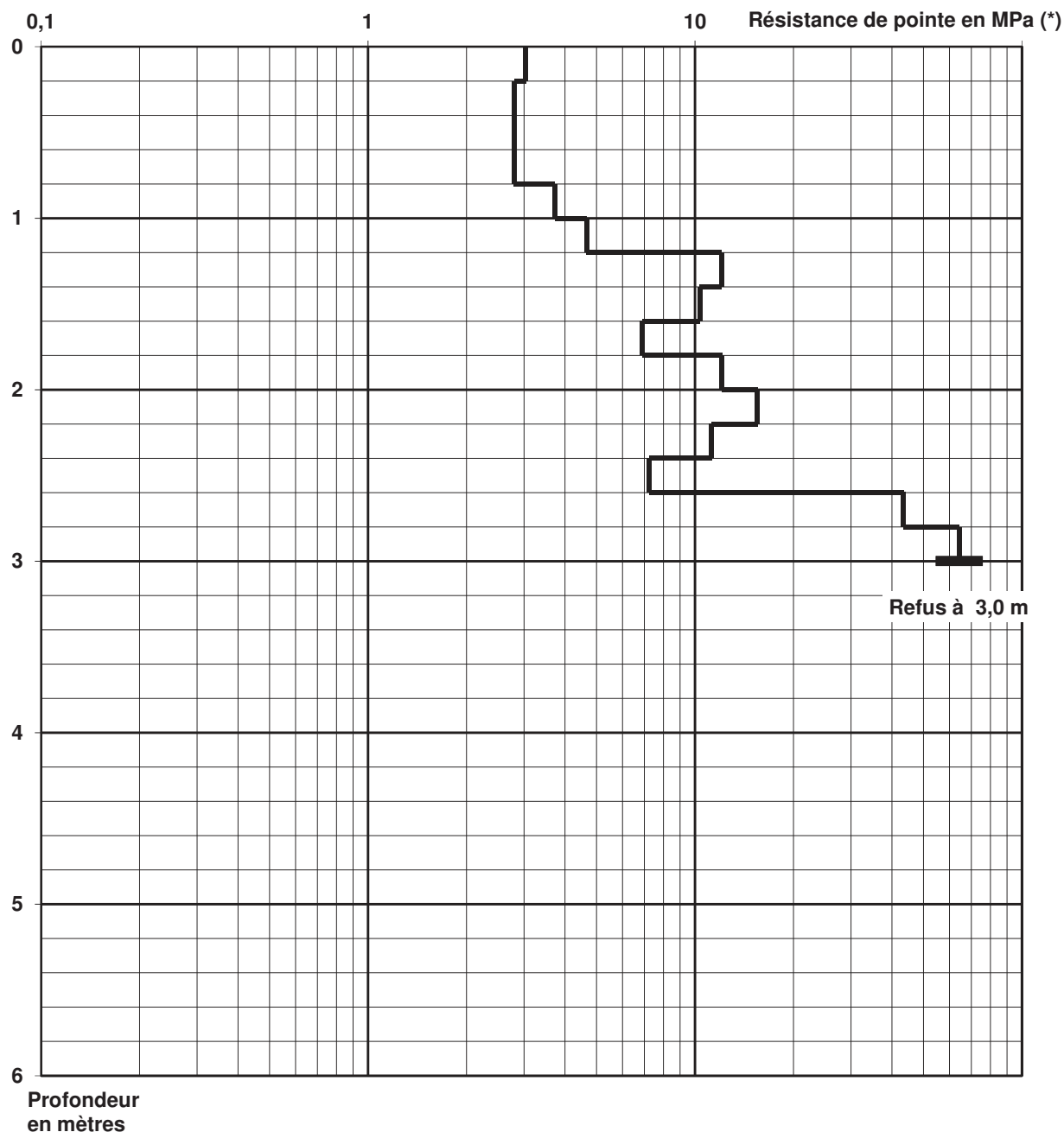
(\*) Résistance de pointe (Rd) calculée par la méthode des Hollandais :  
Rd < 1 MPa en terrains médiocres ; Rd > 10 MPa en terrains très résistants

Essais réalisés avec le pénétromètre PAGANI TG-63 100 kN

PROJET M. VACHOUX à PERON (01) - Greny "Trez-le-Château"

0 = TN = altitude du terrain au moment des reconnaissances

Cote TN : 511.2 m NGF



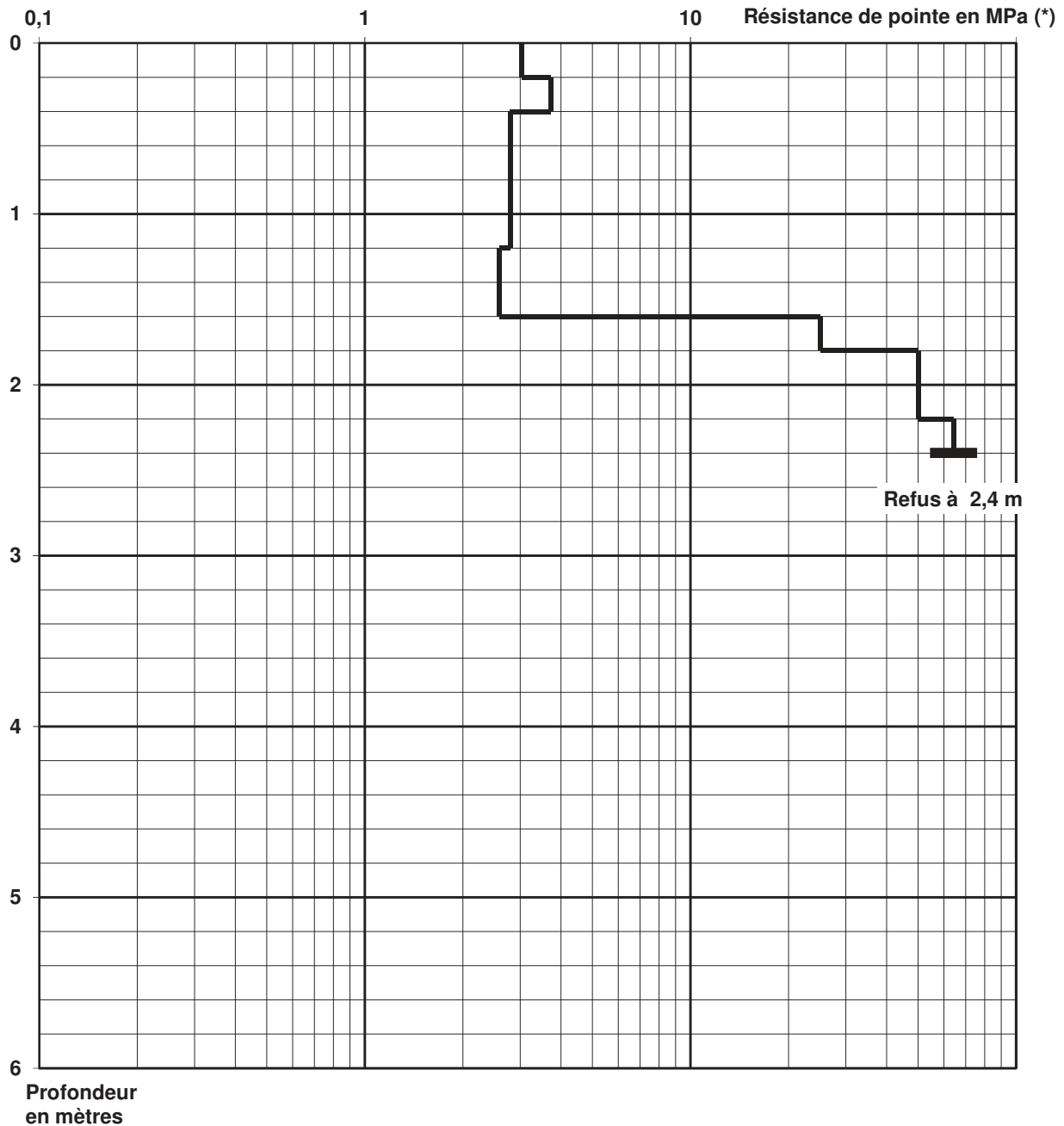
(\*) Résistance de pointe (Rd) calculée par la méthode des Hollandais :  
 Rd < 1 MPa en terrains médiocres ; Rd > 10 MPa en terrains très résistants

Essais réalisés avec le pénétromètre PAGANI TG-63 100 kN



0 = TN = altitude du terrain au moment des reconnaissances

Cote TN : 512.1 m NGF



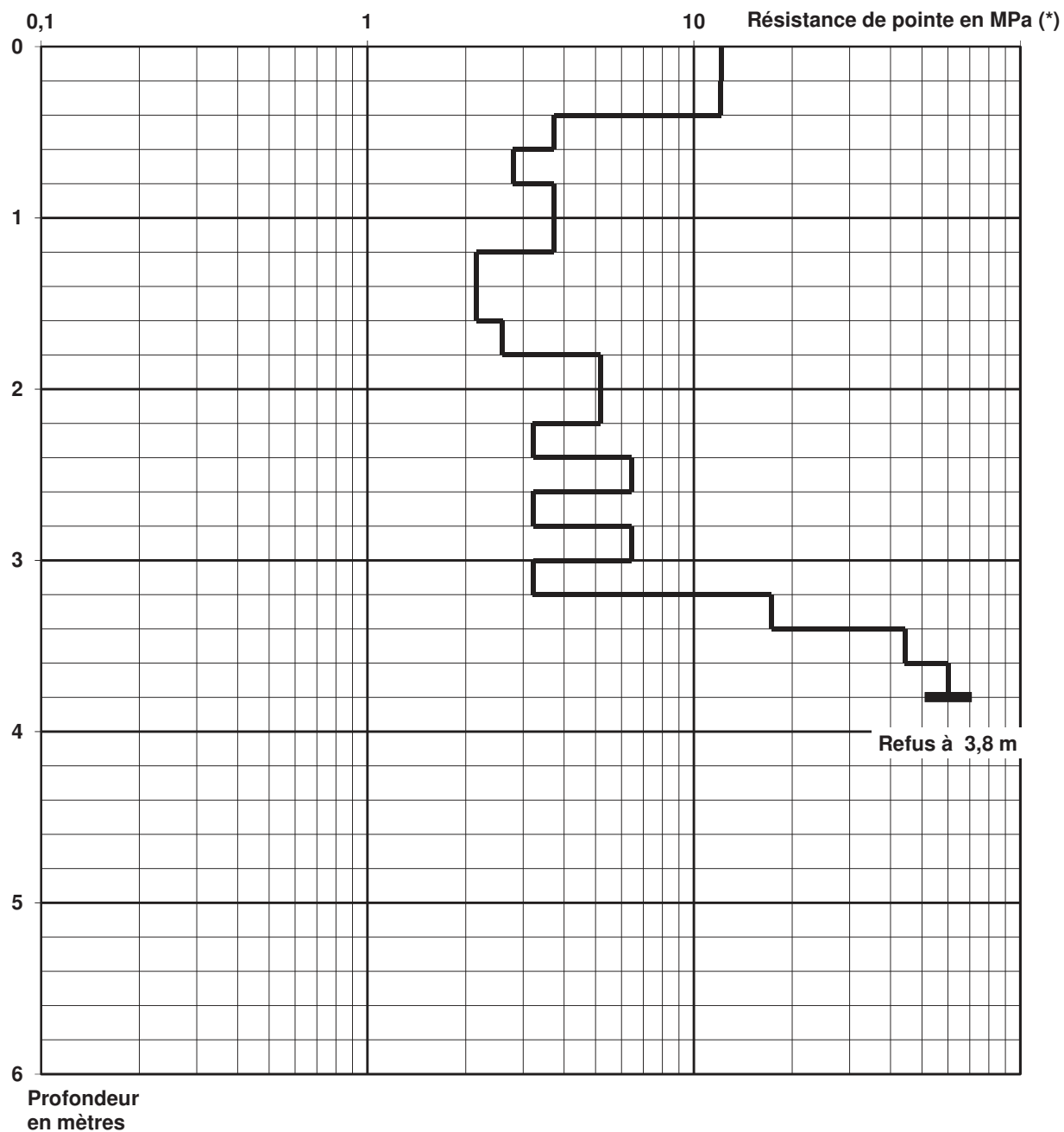
(\*) Résistance de pointe (Rd) calculée par la méthode des Hollandais :  
 Rd < 1 MPa en terrains médiocres ; Rd > 10 MPa en terrains très résistants

Essais réalisés avec le pénétromètre PAGANI TG-63 100 kN

PROJET M. VACHOUX à PERON (01) - Greny "Trez-le-Château"

0 = TN = altitude du terrain au moment des reconnaissances

Cote TN : 514.2 m NGF



(\*) Résistance de pointe (Rd) calculée par la méthode des Hollandais :  
 Rd < 1 MPa en terrains médiocres ; Rd > 10 MPa en terrains très résistants

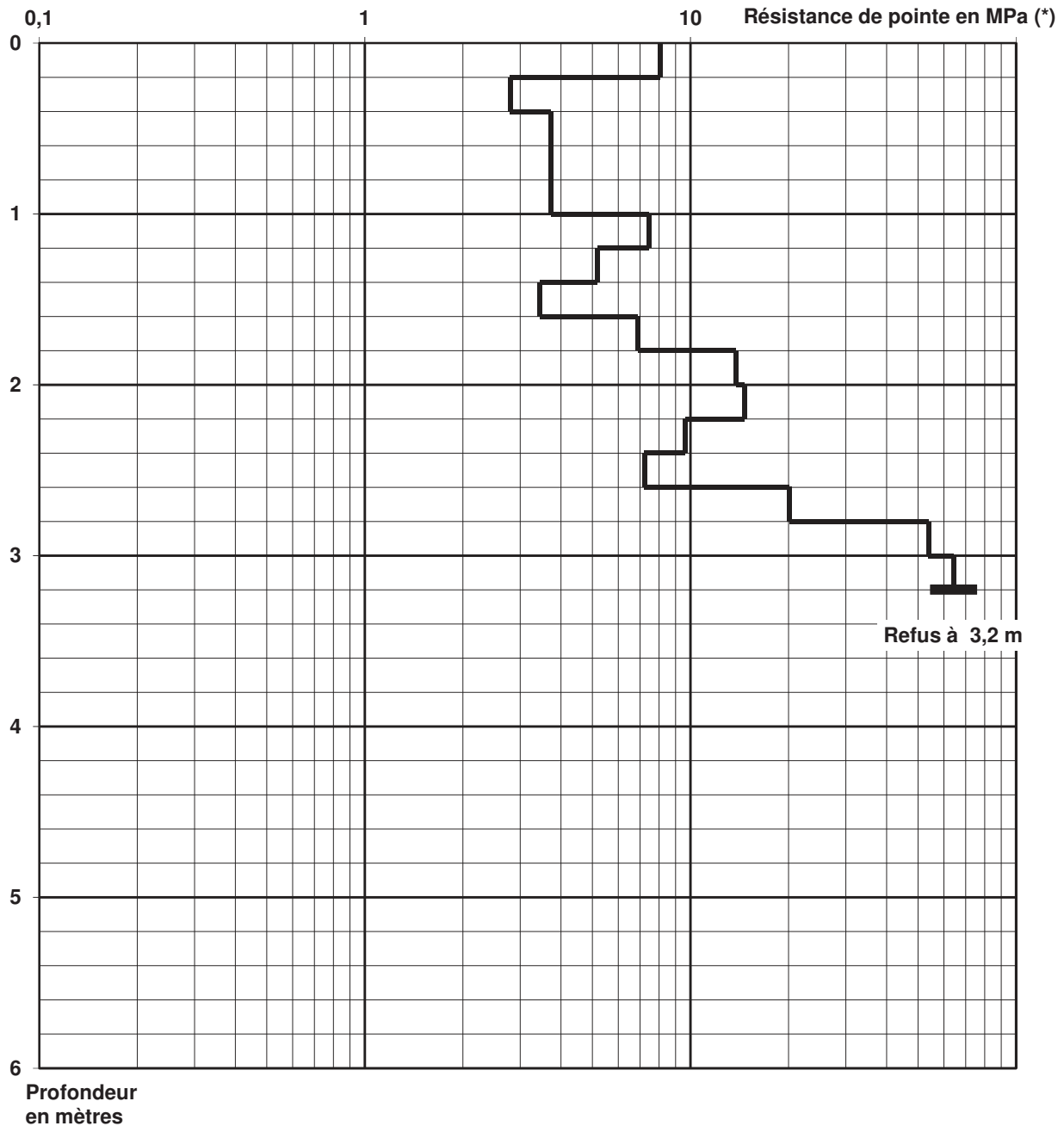
Essais réalisés avec le pénétromètre PAGANI TG-63 100 kN



PROJET M. VACHOUX à PERON (01) - Greny "Trez-le-Château"

0 = TN = altitude du terrain au moment des reconnaissances

Cote TN : 514.4 m NGF



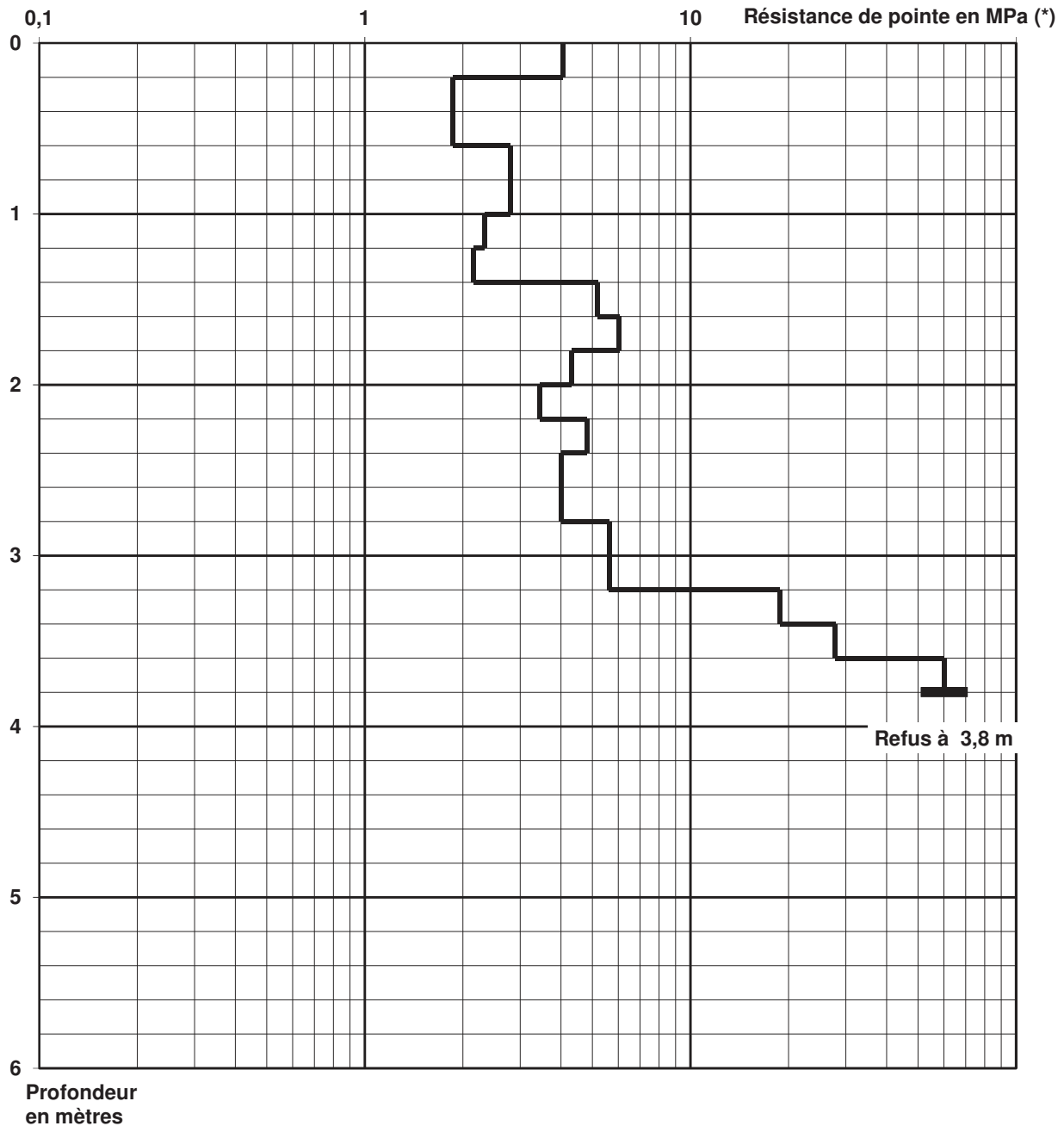
(\*) Résistance de pointe (Rd) calculée par la méthode des Hollandais :  
 Rd < 1 MPa en terrains médiocres ; Rd > 10 MPa en terrains très résistants

Essais réalisés avec le pénétromètre PAGANI TG-63 100 kN

PROJET M. VACHOUX à PERON (01) - Greny "Trez-le-Château"

0 = TN = altitude du terrain au moment des reconnaissances

Cote TN : 514.1 m NGF



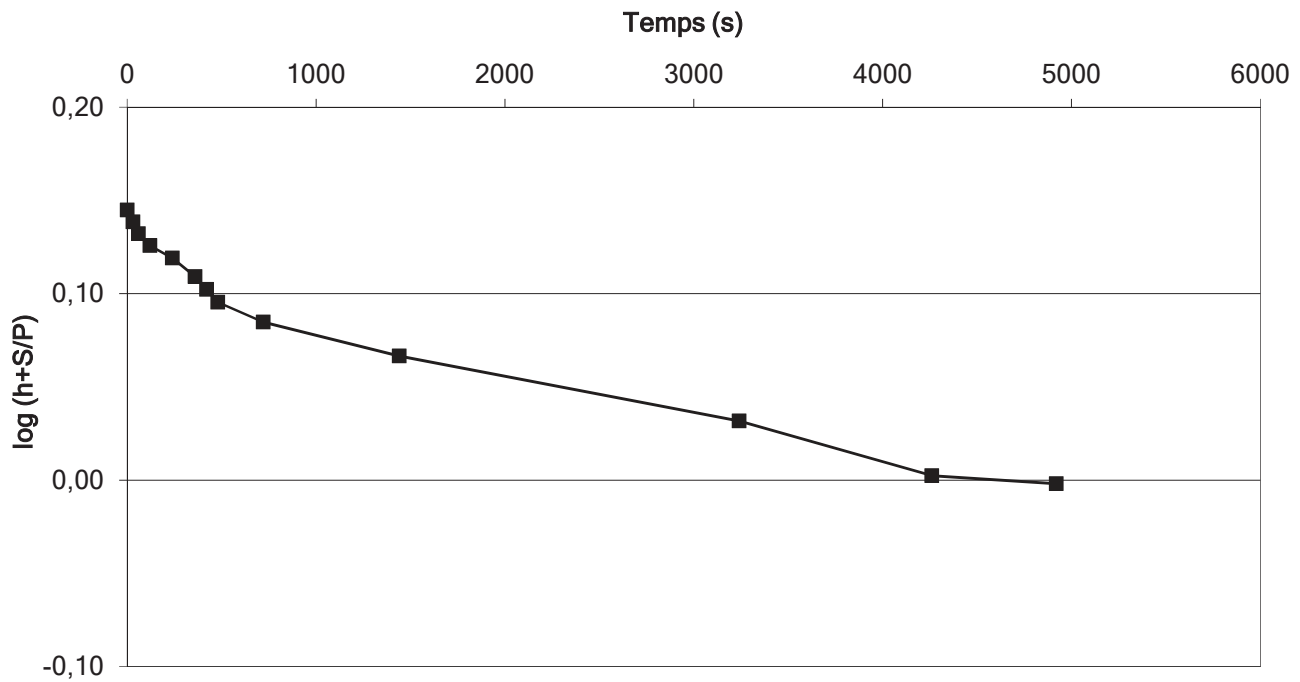
(\*) Résistance de pointe (Rd) calculée par la méthode des Hollandais :  
 Rd < 1 MPa en terrains médiocres ; Rd > 10 MPa en terrains très résistants

Essais réalisés avec le pénétromètre PAGANI TG-63 100 kN

### Horizon testé :

- nature : *Grave sablo-argileuse*
- profondeur sous TN : *3 m*

### Diagramme de percolation

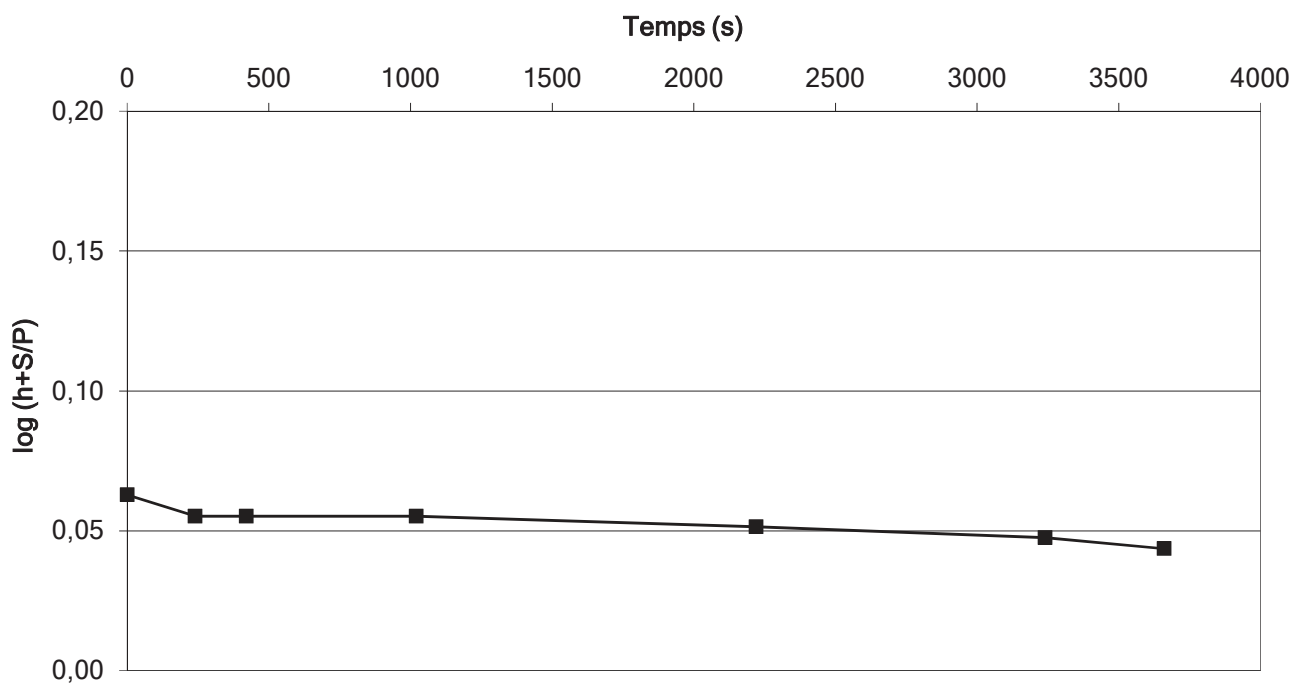


### Résultat de l'essai

Perméabilité K =	1,20E-05	m/s
------------------	----------	-----

**Horizon testé :**

- nature : *Argile graveleuse marron beige*
- profondeur sous TN : *2.4 m*

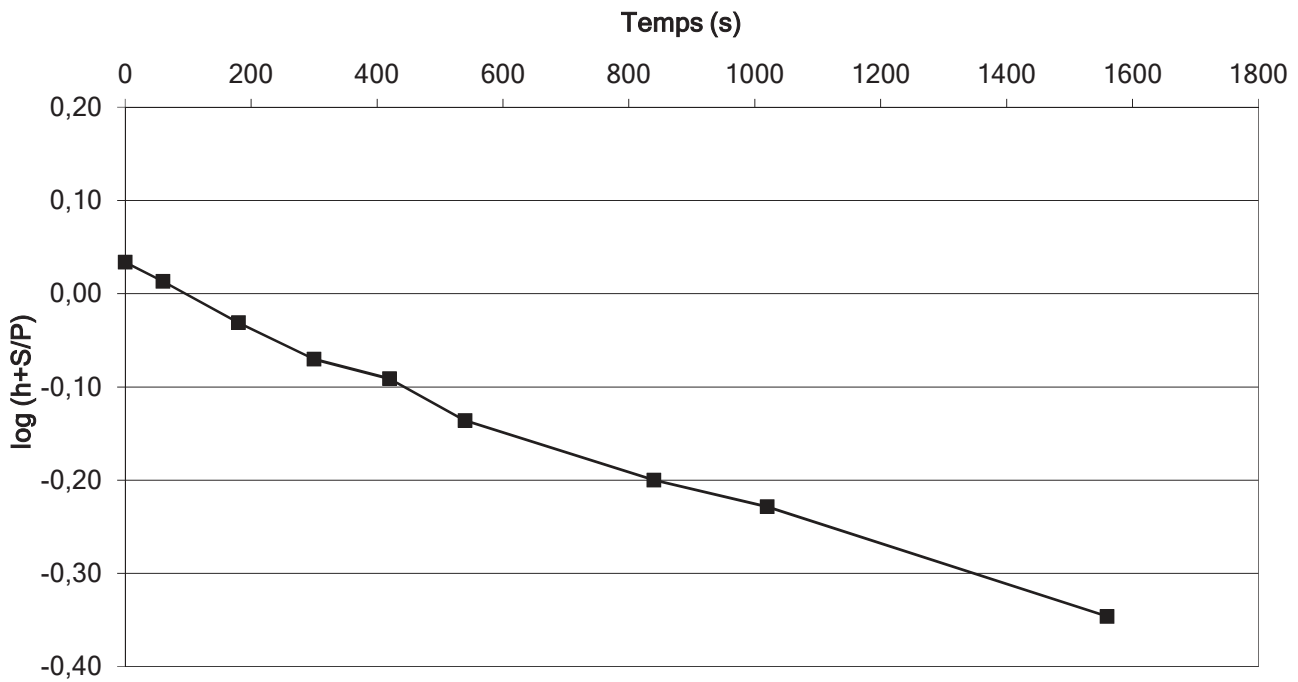
**Diagramme de percolation****Résultat de l'essai**

Perméabilité K =	1,84E-06	m/s
------------------	----------	-----

### Horizon testé :

- nature : *Grave sablo-argileuse humide passées argileuses*
- profondeur sous TN : *3.3 m*

### Diagramme de percolation



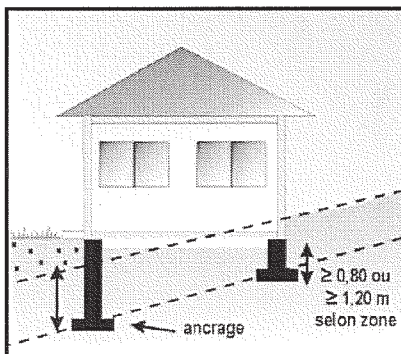
### Résultat de l'essai

Perméabilité K =	1,21E-04	m/s
------------------	----------	-----

# Quelles précautions prendre pour construire sur sol argileux sensible au retrait-gonflement ?

## Identifier la nature du sol

- Dans les zones identifiées sur la carte départementale d'aléa comme potentiellement sensibles au phénomène de retrait-gonflement, il est vivement conseillé de faire procéder, par un bureau d'étude spécialisé, à une reconnaissance de sol avant construction. Une telle étude doit vérifier la nature et la géométrie des formations géologiques dans le proche sous-sol, afin d'adapter au mieux le système de fondation de la construction envisagée.
- Si la présence de sols argileux est confirmée au droit de la parcelle, des essais de laboratoire permettent d'identifier leur sensibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.



## Adapter les fondations

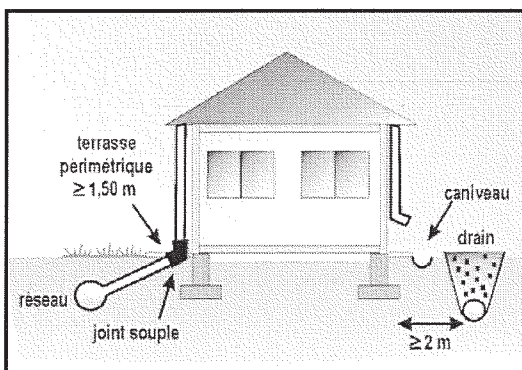
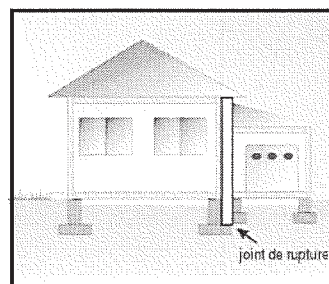
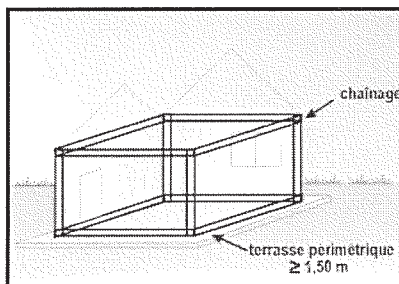
- Profondeur minimale d'ancrage 1,20 m en zone d'aléa fort et 0,80 m en zone d'aléa moyen à faible.
- Fondations continues, armées et bétonnées à pleine fouille.
- Éviter toute dissymétrie dans l'ancrage des fondations (ancrage aval au moins aussi important que l'ancrage amont, pas de sous-sol partiel).
- Préférer les sous-sols complets, les radiers ou les planchers sur vide sanitaire plutôt que les dallages sur terre-plein.

## Rigidifier la structure

- Prévoir des chaînages horizontaux (hauts et bas) et verticaux (poteaux d'angle) pour les murs porteurs.

## Désolidariser les bâtiments accolés

- Prévoir des joints de rupture sur toute la hauteur entre bâtiments accolés fondés différemment ou exerçant des charges variables.

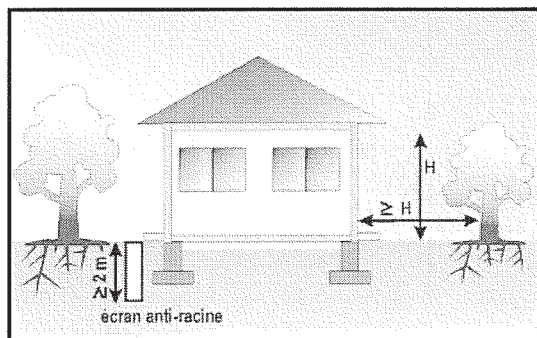


## Éviter les variations localisées d'humidité

- Réaliser un trottoir périmétrique anti-évaporation d'une largeur minimale de 1,50 m (terrasse ou géomembrane).
- Éloigner les eaux de ruissellement des bâtiments (caniveau) et privilégier le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau lorsque c'est possible (sinon prévoir une distance minimale de 15 m entre les points de rejet et les bâtiments).
- Assurer l'étanchéité des canalisations enterrées (joints souples au niveau des raccords).
- Éviter les drains à moins de 2 m d'un bâtiment ainsi que les pompes (à usage domestique) à moins de 10 m.
- Prévoir une isolation thermique en cas de chaudière en sous-sol.

## Éloigner les plantations d'arbres

- Ne pas planter d'arbre à une distance de la maison inférieure à au moins la hauteur de l'arbre adulte (ou 1,5 fois cette hauteur en cas de haie).
- A défaut, mettre en place des écrans anti-racine de profondeur minimale 2 m.
- Attendre le retour à l'équilibre hydrique avant de construire sur un terrain récemment défriché



## 4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude 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**

<p>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.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— 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.</li> </ul>



**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).