



## RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PHASE D'AVANT-PROJET G2 AVP

Référence du dossier	Ingénieur géotechnicien	Date d'intervention	Date du rapport
25000142	S.BIDAN	02/04/2025	09/04/2025
25000142-COMPL	S.BIDAN		29/04/2025
25000142-COMPL-V2	S.BIDAN		03/06/2025

*Projet de construction d'une zone couverte à la BCNJ de Porta  
& d'une voirie – Version complémentaire-Version 2*



Maître d'ouvrage :

MINISTERE DE L'ECONOMIE

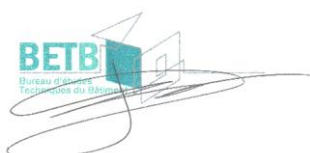
Localisation :

longitude 1.7575 | latitude : 2.5597  
66760 PORTA

Références cadastrales :

Section : B  
Parcelle : 564  
Superficie : 11951 m<sup>2</sup>

Visa du responsable : L. DEMARTY



## Table des matières

I.	CONTENU DE LA MISSION .....	3
A.	Introduction.....	3
B.	But de la mission .....	3
C.	Limite de la mission .....	3
D.	Validité du présent rapport et avertissements.....	3
E.	Version du rapport .....	3
II.	CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE, GÉOLOGIQUE ET ALÉAS .....	4
A.	Topographie .....	4
B.	Géologie .....	5
C.	Hydrogéologie .....	5
D.	Aléas .....	5
1.	Aléas connus sur la commune .....	5
2.	Aléas connus sur la parcelle .....	9
E.	Historique du site .....	10
F.	Météo le jour de notre intervention .....	10
III.	DESCRIPTION DE L'OUVRAGE.....	11
IV.	INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES .....	12
A.	Niveau d'eau.....	12
B.	Sondage tarière .....	12
C.	Sondages pénétrométriques .....	12
A.	Analyse laboratoire .....	12
B.	Classe du sol (Eurocode 8).....	12
V.	RÉSULTAT LABORATOIRE .....	13
VI.	MODE DE FONDATIONS .....	15
VII.	SUGGESTION POUR RÉALISER VOS FONDATIONS .....	21
VIII.	PROTECTION DES PARTIES ENTERRÉES CONTRE LES VENUES D'EAU.....	27
IX.	DISPOSITIONS PARTICULIÈRES .....	28
A.	Généralités .....	28
B.	Constructions mitoyennes ou raccordement avec existant .....	28
C.	Réseaux/Bassin pluviales.....	28
D.	Joints de dilatations.....	28
E.	Soutènement et Talutages .....	29
F.	Drainage et évacuation des eaux.....	29
G.	Plantations.....	30
H.	Construction en zone parasismique .....	30
X.	PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES .....	31
XI.	PLAN EN COUPE – FAÇADES – ÉLÉVATION – INTÉRIEUR.....	32
XII.	PHOTOS DU SITE .....	34
XIII.	RÉSULTATS DES SONDAGES .....	35
XIV.	CONDITIONS GENERALES.....	44
XV.	LEXIQUE .....	46

## I. CONTENU DE LA MISSION

### A. Introduction

A la demande et pour le compte du Ministère de l'Économie, le bureau d'étude BETB a réalisé une étude : **G2 AVP : étude géotechnique d'avant-projet** (selon la "Classification des Missions Géotechniques Types" de la nouvelle norme NFP 94-500 jointe en annexe.)

### B. But de la mission

L'étude G2AVP a pour mission de déterminer :

- Déterminer la nature et les caractéristiques mécaniques des terrains présents au droit du projet.
- Identifier les venues d'eau éventuelles dans les sondages réalisés
- Déterminer les principes de construction et de mise en œuvre envisageable (terrassment, type de fondations...)

### C. Limite de la mission

Ce rapport d'étude ne couvre pas :

- L'analyse hydrogéologique
- Diagnostic pollution
- Etude de risque géotechnique (glissement, chute de blocs, cavité, inondation, gypse ...)
- Définir et dimensionner les soutènements
- Vérifier ou valider des travaux déjà réalisés
- Dimensionner les fondations profondes

### D. Validité du présent rapport et avertissements

Notre rapport, concernant l'étude G2AVP n'est valable que pour le projet décrit dans le rapport.

Les préconisations et conclusions données sont valables uniquement sur l'emprise au sol du projet de l'étude. Si cette dernière devait évoluer, les conclusions seraient à revoir.

Nous attirons l'attention sur le fait qu'un certain nombre de paramètres peuvent évoluer dans la durée. Au-delà d'un délai de 1 an, nous recommandons fortement une actualisation de nos conclusions.

Il est conseillé de réaliser une étude béton pour une bonne exploitation de ce rapport.

### E. Version du rapport

Version 1 : Version initiale du rapport d'étude

Version 2 : Ajout des résultats laboratoire & préconisation voirie

**Version 3 :** Modifications des préconisations voiries à propos du traitement à la chaux, solution sans traitement, sur demande du maître d'ouvrage

## II. CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE, GÉOLOGIQUE ET ALÉAS

### A. Topographie

La zone d'étude est localisée sur la commune de Porta (66760), et correspond à une parcelle (n°564) ayant une pente moyenne de 5% vers l'Est.

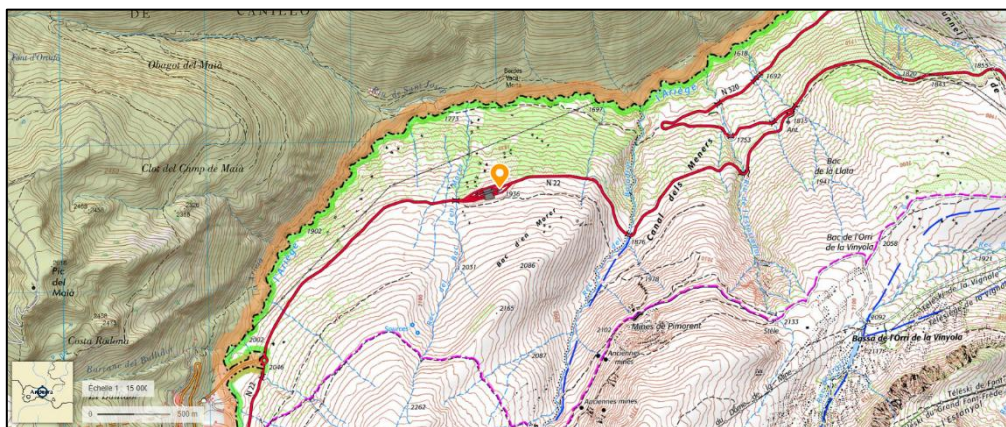


Figure 1. Carte de la localisation de la zone d'étude

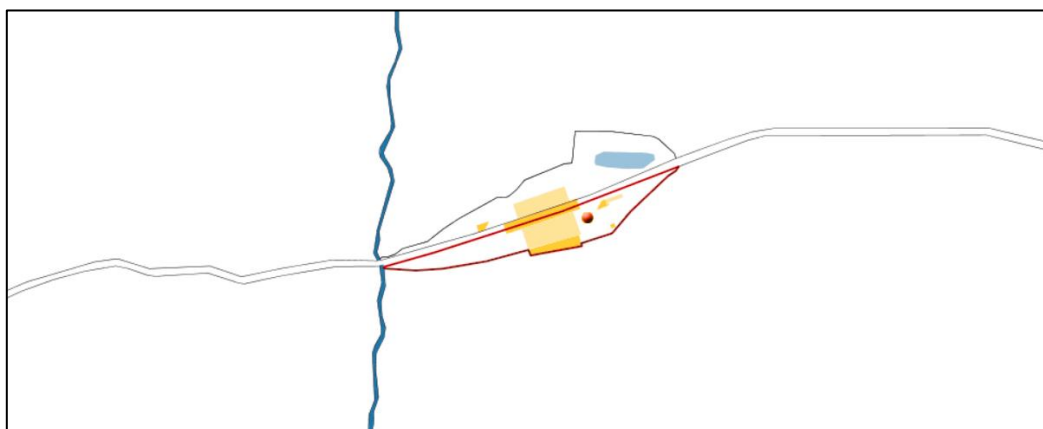
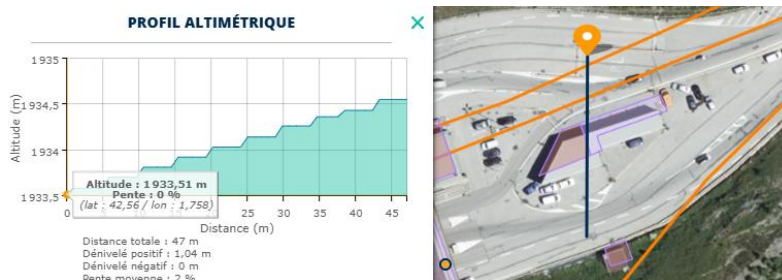


Figure 2. Plan de situation



Profil altimétrique NORD – SUD de la zone d'étude



Profil altimétrique EST – OUEST de la zone d'étude

## B. Géologie

La géologie générale (cf. carte géologique du BRGM), est représentée par les formations suivantes :

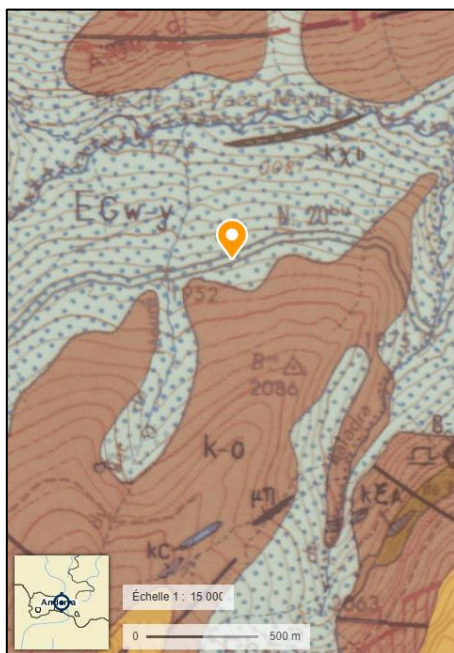


Figure 3. Carte géologique de la zone d'étude

### Formation 1 : Egw-y

- Nom : Dépôts meubles de pentes et de bas versants
- Constitution majeure : Dépôts meubles de pentes et de bas versants évoluant depuis le Würm (Gw) par remaniement des moraines et des éboulements plus récents
- Etage : Quaternaire

### Formation 2 : k-o

- Nom : Cambro-Ordovicien
- Constitution majeure : Microconglomérats, quartzites, quartzites à silicates calciques, grauwackes, shales, pélites
- Etage : Cambro-Ordovicien

## C. Hydrogéologie

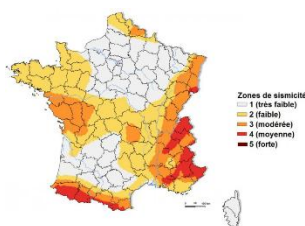
- Les colluvions peuvent être le siège d'une nappe phréatique ou de circulation d'eau. Une nappe d'imbibition ou de versant peut aussi se créer dans ces formations superficielles.
- Les matériaux fins superficiels peuvent être à l'origine des saturations temporaires pendant les périodes de fortes pluies.
- Le substratum est globalement peu perméable dans son ensemble mais de l'eau peut circuler au sein des niveaux sableux ou lentilles sableuses.

## D. Aléas

### 1. Aléas connus sur la commune

#### SISMICITÉ :

- ☐ Zone 1 Très Faible  
☐ Zone 2 Faible  
☐ Zone 3 Modéré  
☒ Zone 4 Moyen  
☐ Zone 5 Fort



Zones de sismicité	Catégorie d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2	aucune exigence			
Zone 3	aucune exigence			
Zone 4	aucune exigence			
Zone 5	aucune exigence			
	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
	CP-MI <sup>2</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

<sup>1</sup> Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

<sup>2</sup> Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

<sup>3</sup> Application obligatoire des règles Eurocode 8

\*Selon la zone de sismicité suivre « le Guide de construction parasismique du ministère de la transition écologique » et consulter un bureau d'étude structure.



- PPRN Mouvement de terrain :

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol.

Les volumes en jeu peuvent aller de quelques mètres cubes à plusieurs millions de mètres cubes.

Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) à très rapides (quelques centaines de mètres par jour).

Généralement, les mouvements de terrain mobilisant un volume important sont peu rapides. Ces phénomènes sont souvent très destructeurs, car les aménagements humains y sont très sensibles et les dommages aux biens sont considérables et souvent irréversibles.

[En apprendre plus sur le risque Mouvements de terrain](#)

## Les types de risques mouvements de terrain à mon adresse:

- Eboulements ou chutes de pierres et de blocs.  
Action de l'érosion, des conditions météorologiques et des systèmes racinaires sur les flancs rocheux, entraînant le détachement de pierres et blocs.
- Glissements de terrain.  
Mouvements plus ou moins lents d'un sol en pente qui se détache. Ils ont lieu selon la nature du sol, l'inclinaison de la pente et les intempéries

## Périmètre des servitudes d'utilité publique et localisation des cavités et indices de mouvements de terrain



### DDRM : DDRM66

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :

**Mouvement de terrain**

**Eboulement ou chutes de pierres et de blocs**

**Glissement de terrain**

Figure 4. Carte PPRN de la commune

- PPRI Inondation/coulées de boue :
  - Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau  
Crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau: Une crue dite « éclair », se caractérise par une montée des eaux rapide, qui s'accompagne d'un courant très puissant et dangereux, pouvant charrier des éléments solides (sable, galets, etc).

## Périmètre des servitudes d'utilité publique d'un PPR



**Légende :**  Zone à risque entraînant une servitude d'utilité publique



### **AZI : Le sègre**

L'atlas des zones inondables (AZI) vise à faciliter la connaissance des risques d'inondations par les collectivités territoriales, les services de l'État et le public.



### **DDRM : DDRM66**

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :

**Inondation**

**Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau**

Figure 5 : Carte PPRI de la commune

- PPRI Remontées de nappe :

Une inondation par remontée de nappe se produit lorsque la nappe phréatique (le réservoir d'eau souterrain) sature le sol et remonte à la surface, souvent après des pluies prolongées ou des crues. Les remontées de nappes peuvent provoquer l'inondation de caves et engendrer l'endommagement du bâti, notamment du fait d'infiltrations dans les murs. A long terme, des infiltrations dans les murs peuvent désagréger les mortiers. Il faut être très prudent lors des opérations de pompage lorsque des caves ont été inondées afin de ne pas fragiliser les murs à cause d'une différence de pression exercée par l'eau.

## Risques liés aux remontées de nappe

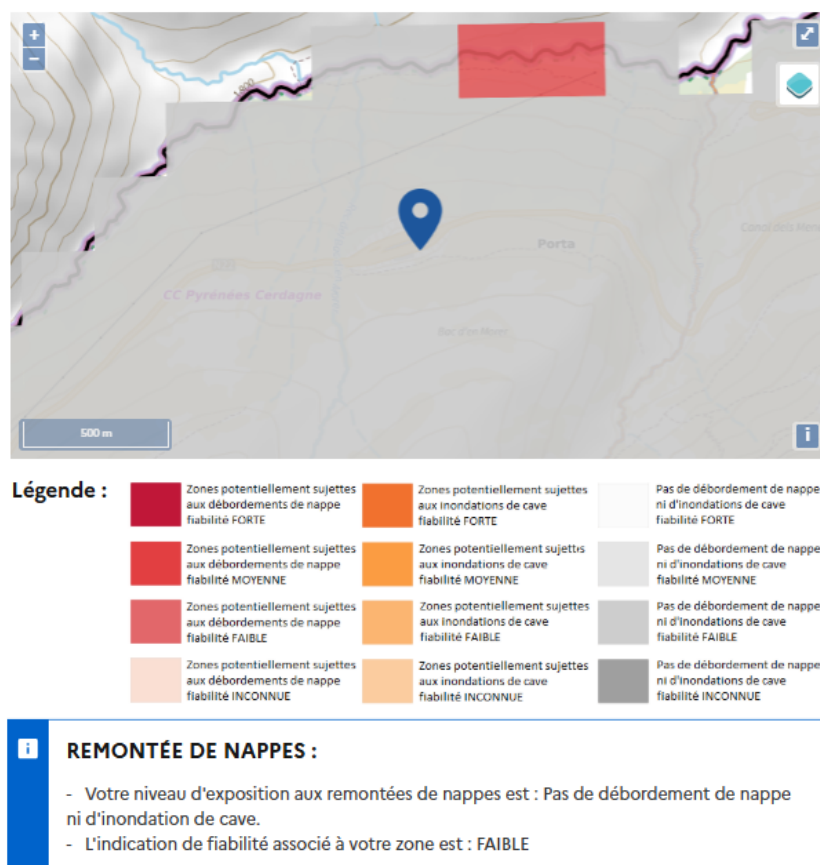


Figure 6 : Carte Remontées de nappe de la commune



## 2. Aléas connus sur la parcelle

- RETRAIT / GONFLEMENT DES ARGILES

Les sols qui contiennent de l'argile gonflent en présence d'eau (saison des pluies) et se tassent en saison sèche. Ces mouvements de gonflement et de rétraction du sol peuvent endommager les bâtiments (fissuration). Les maisons individuelles qui n'ont pas été conçues pour résister aux mouvements des sols argileux peuvent être significativement endommagées. C'est pourquoi le phénomène de retrait et de gonflement des argiles est considéré comme un risque naturel. Le changement climatique, avec l'aggravation des périodes de sécheresse, augmente ce risque.

[En apprendre plus sur le risque Retrait gonflement des argiles](#)

### Carte de l'exposition au retrait-gonflement des argiles en France



Figure 7. Carte aléa retrait/gonflement des argiles

#### Classes d'argiles selon leur potentiel de retrait-gonflement :

Les argiles sont généralement classées en fonction de leur potentiel de gonflement ou de retrait en fonction de leur composition minéralogique, leur plasticité et leur teneur en eau.

##### 1. Argiles à faible potentiel de gonflement :

Ces argiles montrent peu ou pas de variations significatives de volume avec l'humidité et ne présentent que peu de sensibilité à la présence d'eau.

##### 2. Argiles à potentiel de gonflement modéré :

Ces sols peuvent avoir des variations de volume moyennes, mais moins prononcées que les argiles fortement gonflantes. Ces sols présentent donc une sensibilité moyenne à la présence d'eau.

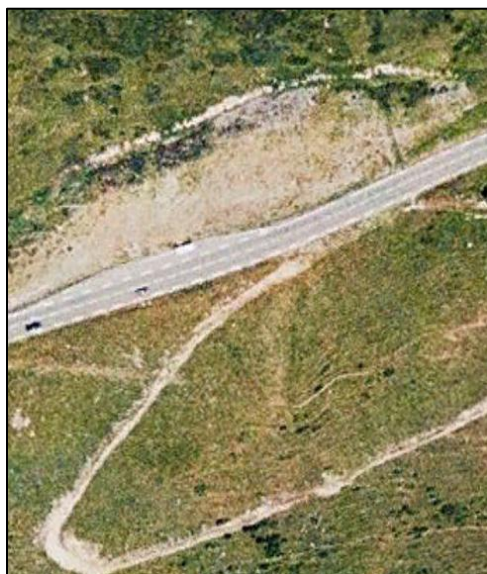
##### 3. Argiles à fort potentiel de gonflement :

Ces argiles peuvent gonfler ou se contracter de façon très importante en fonction de l'hydrométrie. Ces sols présentent donc une forte sensibilité à la présence d'eau.

## E. Historique du site

D'après les photographies aériennes réalisées à différentes périodes :

Photographie aérienne de 2003 :



Photographie aérienne de 2005 :



Photographie aérienne de 2014 :



Photographie aérienne de 2023 :



☐ Présence possible de remblais sur des épaisseurs variables liés aux différents aménagements du site

☒ Présence de nombreux réseaux enterrés

## F. Météo le jour de notre intervention



### III. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

Nature du projet :	Zone couverte / Zone de contrôle
Forme :	Plein pied
Type :	<input type="checkbox"/> Construction neuve <input checked="" type="checkbox"/> Extension <input type="checkbox"/> Surélévations
Type de matériaux de la construction :	<input type="checkbox"/> Parpaing <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Brique <input checked="" type="checkbox"/> Métal <input type="checkbox"/> Autre
Emprise au sol du projet :	≈227 m <sup>2</sup>
Vide Sanitaire :	<input type="checkbox"/> Hors-sol <input type="checkbox"/> Semi-enterré <input type="checkbox"/> Enterré <input checked="" type="checkbox"/> Sans : Voirie <input type="checkbox"/> Non renseigné
Classe du bâtiment :	Catégorie d'importance II
Description parcelle étudiée :	<input type="checkbox"/> Parcelles vierges <input type="checkbox"/> Présence de constructions ou vestiges sur l'emprise au sol du projet <input checked="" type="checkbox"/> Présence d'une construction mitoyenne <input type="checkbox"/> Présence de puits ou forages
Documents fournis :	<input checked="" type="checkbox"/> Plan de situation <input checked="" type="checkbox"/> Plan de cadastral <input type="checkbox"/> Plan de division <input type="checkbox"/> Plan du lotissement <input type="checkbox"/> Plan topographique <input checked="" type="checkbox"/> Plan de masse <input checked="" type="checkbox"/> Plan intérieur <input type="checkbox"/> Plan de coupe <input type="checkbox"/> Plan de façade <input type="checkbox"/> Autre
Implantation du projet :	<input type="checkbox"/> Implantation faite par le client <input checked="" type="checkbox"/> Implantation faite par BETB * <i>* L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne d'investigation</i>

## IV. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

### A. Niveau d'eau

Lors de notre intervention, au droit des sondages aux profondeurs atteint :

- ☒ Aucune venue d'eau n'a été relevée  
☐ Une venue d'eau a été relevée sur le sondage PD1 à une profondeur de ...m/TN  
☐ Plusieurs venues d'eau ont été relevée sur les sondages

Toutefois, les constatations faites ici sont ponctuelles dans le temps et l'espace. Elle ne détermine en rien de la présence d'une éventuelle nappe ou d'une circulation d'eau au gré des saisons.

### B. Sondage tarière

Nous avons réalisé un sondage à la tarière. La coupe géologique du sondage est décrite en annexe

### C. Sondages pénétrométriques

Nous avons réalisé 4 sondages au pénétromètre :

- ☐ Dynamique léger (mouton 8-10kg, norme AFNOR).  
☒ Dynamique lourd (mouton 63,5kg, norme AFNOR).

### A. Analyse laboratoire

- ☒ Atterberg    ☐ VBS    ☒ Teneur en eau    ☐ CACO3    ☒ simplifié GTR (w, gr 5 tamis, IP)

### B. Classe du sol (Eurocode 8)

D'après l'Eurocode 8, les sols sont, à priori, de classe :

- ☒ Classe A  
☐ Classe B  
☐ Classe C  
☐ Classe D  
☐ Classe E  
☐ Classe S1  
☐ Classe S2

NOTE 16 - Description des classes de sol Eurocode 8

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres mécaniques				
		$v_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (coups/30cm)	$c_u$ (kPa)	$q_c$ (MPa)	$p_l$ (MPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant	> 800	-	-	35	> 5
B	Dépôts raides de sables, de graviers ou d'argiles surconsolidées, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360-800	> 50	> 250	> 20 (sable) > 4 (argile)	> 2 (sable) > 1,5 (argile)
C	Dépôts profonds de sables de densité moyenne, de graviers ou d'argiles moyennement raides ayant des épaisseurs de quelques dizaines à quelques centaines de mètre	180-360	15-50	70-250	de 6 à 20 (sable) de 1 à 4 (argile)	de 0,7 à 2 (sable) de 0,25 à 1,5 (argile)
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sol fin	< 180	< 15	< 70	< 6 (sable) < 1 (argile)	< 0,7 (sable) < 0,25 (argile)
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs $v_s$ de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $v_s > 800$ m/s					
S1	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé ( $IP > 40$ ) et une teneur en eau importante	< 100		10-20	< 0,8 (argile)	< 0,2 (argile)
S2	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S1					

$v_{s,30}$  : vitesse moyenne des ondes de cisaillement mesurée sur les 30 premiers mètres de terrain

$N_{SPT}$  : nombre de coups mesuré au SPT (Standard penetration test) pour enfoncer le carottier de 30 cm

$c_u$  : cohésion non drainée mesurée sur site au moyen d'un scissomètre de chantier ou en laboratoire

$q_c$  : résistance de pointe mesurée lors d'un essai pénétrométrique

$p_l$  : pression limite mesurée lors d'un essai pressiométrique de type Ménard

## V. RÉSULTAT LABORATOIRE

Les résultats laboratoire sont visibles en annexe.

### Analyse Laboratoire

#### Limite de Plasticité (Wp = 25 %)

Teneur en eau à laquelle un sol passe de l'état plastique à l'état semi-solide.

#### Interprétation :

Un Wp de 25 % indique que le sol commence à perdre sa plasticité lorsqu'il contient environ 25 % d'eau. En dessous de cette teneur, il devient plus rigide et cassant.

#### Limite de Liquidité (Wl = 49 %)

Teneur en eau à laquelle un sol passe de l'état plastique à l'état liquide.

#### Interprétation :

Un Wl de 49 % signifie que le sol devient fluide lorsqu'il contient près de la moitié de son poids en eau. Cette valeur est typique des sols très argileux.

#### Indice de Plasticité (IP = 24)

Différence entre la limite de liquidité et la limite de plasticité :  $IP = Wl - Wp$

#### Interprétation :

Un indice de plasticité de 24 est élevé, traduisant un sol **très plastique**, probablement riche en argile. Ces sols sont sensibles aux variations hydriques, avec des risques de retrait-gonflement.

#### Teneur en Eau Naturelle (Wn = 5,8 %)

Teneur en eau mesurée dans l'état naturel du sol.

#### Interprétation :

La valeur de Wn est largement inférieure à Wp, indiquant que le sol est **très sec**, rigide, et probablement cassant dans son état actuel.

#### Indice de Consistance (Ic = 1,8)

$Ic = (Wl - Wn) / IP = (49 - 5,8) / 24 \approx 1,8$

#### Interprétation :

Un Ic de 1,8 signifie que le sol est **à l'état semi-solide**.

- $Ic > 1$  : état semi-solide (sec, rigide)
- $0 < Ic < 1$  : état plastique
- $Ic < 0$  : état liquide



## Analyse Granulométrique

Diamètre (mm)	50	20	5	2	0,08	0,063
% Tamisats cumulés	100%	67%	48%	44%	35%	35%

### Interprétation :

Le sol est une **grave argilo-sableuse**, avec un  $D_{\max}$  de 50 mm, contenant des fines en proportion significative (35 % < 0,08 mm).

Présence de débris végétaux et d'enrobés. Le sol réagit au HCl → présence probable de **carbonate de calcium** (sol calcaire).

## Analyse Globale

### Type GTR : A2ts

- Le sol contient beaucoup de fines, mais aussi des éléments grossiers (grave).
- Il est **très plastique** (IP = 24), mais **très sec** (Wn = 5,8 %), ce qui le rend rigide et difficilement travaillable à l'état naturel.
- La **réaction au HCl** suggère une nature **carbonatée** (sol calcaire), ce qui peut influencer le choix des traitements.
- **Présence de matériaux hétérogènes** : débris d'enrobés, végétaux, gravier.

### Classification GTR : A2ts

**A2** : Sol fin contenant des particules grossières (type grave fine ou grave argilo-sableuse), mais à dominante limono-argileuse.

**ts** = *teneur en éléments fins élevée + présence de matériaux solides et organiques (débris, végétaux).*

Ce sol n'est pas hydromorphe (contrairement à A2th), mais reste sensible à l'humidité et difficile à compacter sans traitement.

## Préconisation

### Utilisation en terrassement :

- Sol classé comme **peu portant** dans l'état naturel, difficilement compactable.
- Nécessite un **criblage** pour éliminer les gros débris (>50 mm) et/ou un **traitement mécanique et chimique** avant mise en œuvre.

### Traitement recommandé :

- **Épandage de chaux vive** (si le sol est argileux) pour réduire la plasticité et favoriser le séchage.
- **Ajout de ciment** pour améliorer la portance si des performances mécaniques élevées sont requises.
- Si possible, éviter l'utilisation de ce matériau en couche de forme ou en remblai **non traité** sous zones sensibles (voiries, fondations).

## VI. MODE DE FONDATIONS

### SOLUTION AUVENT : FONDATIONS SUPERFICIELLES

Les différentes investigations géotechniques obtenus, donnent ici les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet.

Dans tous les cas, les fondations devront être descendues en tous points de manière homogène dans les horizons d'ancrage au-delà de tout remblai éventuel.

Système de fondation : *Semelles filantes de 0.5m de largeur\*minimum*  
*Semelles isolées de 1.44m<sup>2</sup> de surface minimum (1.2m x 1.2m de largeur\*)*

*\* la largeur des fondations est estimée, elle sera en fonction des descentes de charges. Nous vous recommandons de réaliser une étude de structure pour dimensionner les fondations.*

Profondeurs d'ancrage : (Voir ANNEXE page 43)

Secteur	Profondeur bon sol		Résistance de pointe (qd) à la base des fondations (MPa)
	Terrain Actuel (TA)	Terrain Fini (TF)	
PD1	1.00 mètre /TA	1.00 mètre /TF	>11 MPa
PD2	1.00 mètre /TA	1.00 mètre /TF	>11 MPa
PD3	1.00 mètre /TA	1.00 mètre /TF	>11 MPa
PD4	1.00 mètre /TA	1.00 mètre /TF	>11 MPa

Horizon d'ancrage :

<input type="checkbox"/> Moyennement lâche (2.5<qd<8.0)	<input checked="" type="checkbox"/> Dense (8.0<qd<15.0)	<input checked="" type="checkbox"/> Très dense (qd>15.0)
--	--	---

Profondeurs hors gel à respecter : 1.0m par rapport à la plateforme extérieure finie

Hors front de dessiccation à respecter : 0.8m par rapport à la plateforme extérieure finie

Contraintes de calcul à prendre en compte au stade de l'avant-projet :

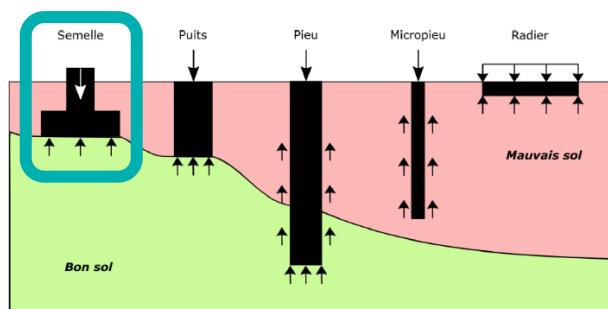
Contrainte admissible à l'ELS,  $q_{ELS} = 0.524 \text{ MPa (5.24 bar)}$

Contrainte admissible à l'ELU,  $q_{ELU} = 0.786 \text{ MPa (7.86 bar)}$

Soubassement : Rigidifié par bancher / Agglo à bancher

Une estimation des tassements subis par le sol pour les fondations préconisées a été effectuée. Il en ressort que les tassements engendrés par le projet devraient être inférieurs à 1 cm.

#### SOLUTION PROJET



## SOLUTION VOIRIE

### Analyse du sol d'assise

#### Classement GTR

- **Classe** : A2ts (grave argilo-sableuse peu plastique)
- **Nature** : Grave sableuse argileuse, avec éléments fins et débris
- **Remarques** :
  - o Le sol réagit au HCl → présence de calcaire → bonne aptitude au traitement à la chaux
  - o  $D_{max} = 50 \text{ mm}$  → compatible avec les techniques classiques de terrassement
  - o Débris végétaux et d'enrobés → à cribler/épurer si présence excessive
  - o Sol assez plastique ( $IP = 24$ ) mais **consistant** ( $I_c = 1.8$ )
  - o Teneur en eau naturelle ( $W_n = 5.8\%$ ) <  $W_p$  → état **favorable pour le terrassement**

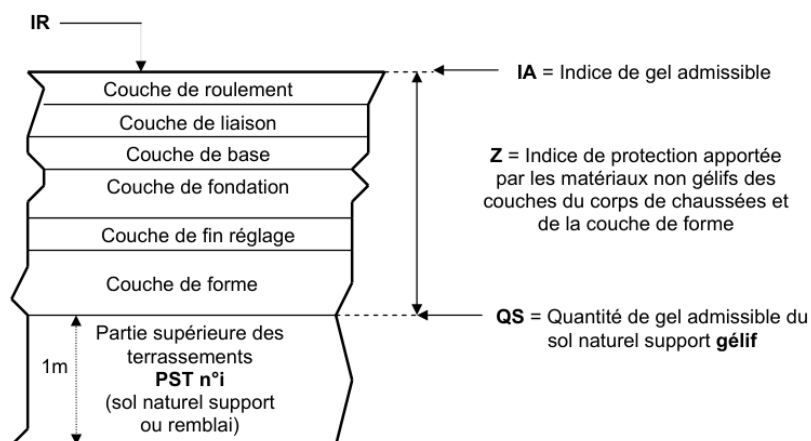
#### Granulométrie

- % de fines (0.08 mm) = 35% → sol fin, peut être sensible à l'eau
- La courbe granulométrique est discontinue (forte cassure entre 2 mm et 0.08 mm)
- Le VBS (non fourni ici, mais précédemment 0.78 g/100g) est modéré → argilosité faible à modérée

### Conclusion géotechnique

- Sol **apte au terrassement et au traitement**, moyennement plastique, cohérent
- Traitement recommandé pour stabiliser la portance et limiter l'effet de l'eau
- **Traitement à la chaux vive ou chaux-ciment** efficace pour ce type de sol

### Structure de chaussée recommandée



SCHEMATISATION DE LA LOCALISATION DES INDICES SUR UNE  
STRUCTURE DE CHAUSSEE NEUVE

**Contexte :** Voirie sous auvent douanier (trafic léger + camping-cars), classe **T5**, durée de service **20 ans**

**Type de structure : Chaussée souple avec forme traitée**

Couche	Matériau / Solution	Épaisseur
Couche de roulement	Béton bitumineux BBSG 0/10 ou BBDr 0/10	4 à 5 cm
Couche de liaison	Grave bitume 0/14	6 à 8 cm
Couche de base	Grave non traitée (GNT B 0/31.5)	20 cm
Couche de fondation	Grave non traitée (GNT C 0/63)	20 cm
Forme de chaussée	Sol en place <b>traité à la chaux</b> (3 à 4%)	25 à 30 cm
Remarques	Compacté à 95% Proctor normal ou 95% OPN	

**Ou**

Couche	Matériau	Épaisseur
Couche de roulement	BBSG 0/10 (ou BBDr 0/10 meilleure durabilité)	4 à 5 cm
Couche de liaison	Grave bitume 0/14 ou béton bitumineux à module élevé	6 à 8 cm
Couche de base	GNT B 0/31.5 (bon compactage)	20 cm
Forme de chaussée	Sol traité à la chaux (3.5 à 4%)	25 à 30 cm

Si la portance est insuffisante après traitement (CBR < 30 ou EV2 < 60 MPa), prévoir :

- un **géotextile anti-contaminant** sous GNT
- ou une **couche supplémentaire en GNT**

---

**Préconisations de mise en œuvre**

1. **Criblage et préparation du sol** : éliminer débris végétaux et enrobés > 5 cm
2. **Traitement du sol** :
  - Apport de **3 à 4% de chaux vive** (selon essais de laboratoire)
  - Incorporation et malaxage homogène, contrôle de l'humidité
  - Compactage à l'OPN ≥ 95%
3. **Mise en œuvre des couches granulaires** :
  - GNT compactée par passes successives
  - Contrôle de densité et de portance à chaque étape
4. **Enrobés bitumineux** :
  - Appliqués sur support propre et sec
  - Joints traités et scellés

**Structure de voirie sans traitement de sol :**

Couche	Matériau	Épaisseur
Couche de roulement	Béton bitumineux semi-grenu BBSG 0/10	4 à 5 cm
Couche de liaison	Grave bitume 0/14 ou BBME 0/14	6 à 8 cm
Couche de base	GNT B 0/31.5 (compactée à 95% OPN)	25 cm
Couche de fondation	GNT C 0/63 ou 0/80	25 à 30 cm
Couche de forme	Sol en place scarifié, compacté, protégé par un géotextile anti-contaminant	

**1. Géotextile anti-contaminant entre le sol en place et la GNT C :**

- Empêche la migration des fines vers les couches supérieures
- Stabilise le fond de forme
- Incontournable sans traitement si le sol est fin et plastique

**2. Portance minimale exigée du sol d'assise :**

- $EV2 \geq 60$  MPa après compactage
- Sinon, surépaisseur de fondation ou apport de matériaux extérieurs

**3. Travaux à réaliser par temps sec, avec drainage périphérique si zone en creux**

Le traitement à la chaux peut être évité, mais cela implique un surdimensionnement des couches granulaires et la mise en place d'un géotextile. La solution est plus coûteuse en matériaux et transport, mais évite la contrainte de traitement chimique et le besoin de stabilisation par malaxage.



**Terrassement :**

D'après les éléments que nous disposons à ce stade de l'étude, les terrassements de masse en période sèche, pourront être réalisés au moyen d'engins mécaniques **spécifiques** (pelle puissante, brise roche, etc.) pourront s'avérer nécessaire pour des terrassements au sein de ces terrains compacts.

Il n'est pas conseillé de terrasser les fouilles au-delà des profondeurs données ci-dessus sous peine de rendre caduques nos prescriptions.

Lors de la mise en œuvre du fond de fouille, toutes poches ou lentilles plus compressibles que le terrain environnant, ainsi que tous points durs pouvant provoquer des désordres sur les fondations devront être purgés afin d'obtenir un sol d'assise d'homogénéité satisfaisante. La substitution sera constituée d'une grave non traitée soigneusement compactée ou d'un gros béton.

En cas d'arrivées d'eau à l'ouverture des fouilles, il conviendra de les assécher par un dispositif adapté à leur importance et à la nature des terrains (drainage, pompage par exemple...).

L'assise des fondations pouvant être plus ou moins profonde selon les sondages, il est alors nécessaire de réaliser des redans bien verticaux.

Dans tous les cas, les profondeurs d'assise des fondations sont données à titre indicatif au droit des sondages et par rapport au terrain actuel. Il conviendra de les corriger par rapport au niveau  $\pm 0,00$  du projet. Des approfondissements pourront s'avérer nécessaires localement en raison de l'épaisseur variable des terrains de recouvrement et de l'hétérogénéité des caractéristiques mécaniques des terrains d'assise en cas de variations latérales des faciès d'assise.

La présence éventuelle de niveaux de fondations différents nécessitera de respecter une pente maximale de 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de semelles voisines (DTU 13.12, article 2,42)

**Plancher bas du projet :**

Compte-tenu de l'argilosité du sol superficiel et de la géométrie de la future construction, pour le plancher bas, il pourra être envisagé la réalisation d'une voirie.

**Recommandation pour les fondations proposées :**

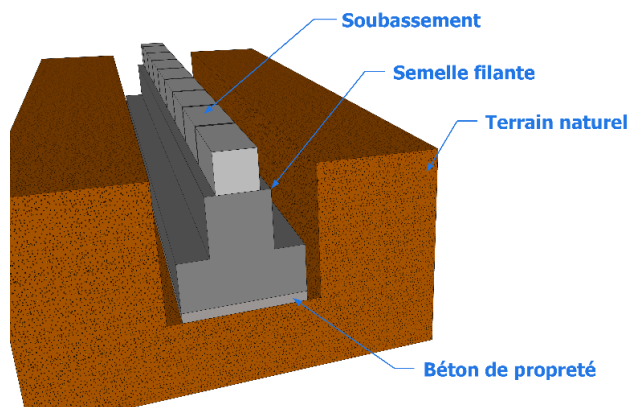
Dans le cadre de la mise en œuvre de ces techniques de fondations proposées, on ne peut exclure l'apparition de tassements absolus et tassements différentiels. Ils seront fonction du mode de réalisation des plateformes, du type de charges, de leur répartition et des dispositions constructives mises en œuvre, et ne peuvent être quantifiés dans le cadre de cette étude en raison de l'hétérogénéité en compacité et en épaisseur des terrains. Ils demeureront cependant faibles, sous réserve du respect des préconisations énoncées ci-avant, mais devront faire l'objet d'une étude spécifique préalable après réalisation de sondages complémentaires.

**Nous restons à la disposition du Maître d'ouvrage et de son Maître d'œuvre pour tout renseignement complémentaire et pour réaliser les missions géotechniques accompagnant l'évolution du projet telles qu'elles sont définies par la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013.**

## VII. SUGGESTION POUR RÉALISER VOS FONDATIONS

### Semelles filantes

Cette suggestion est uniquement de l'ordre informatif et généraliste. Elle n'est en aucun cas le mode opératoire de la réalisation de vos fondations.

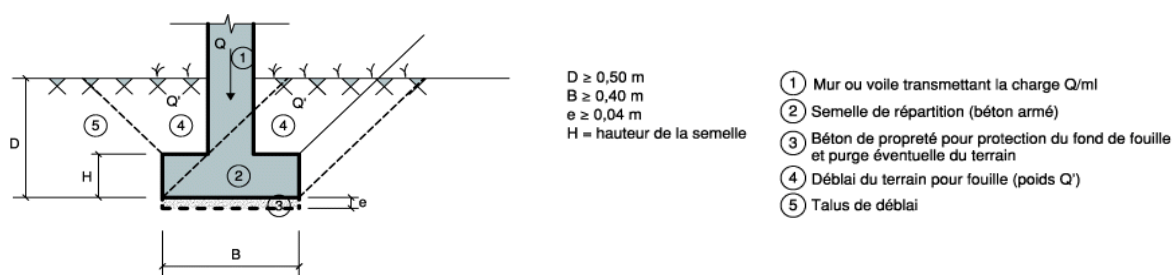


Les sols dans notre région sont souvent hétérogènes donc instables. Il est donc très important de mettre en œuvre vos fondations dans le respect des DTU concernés.

La profondeur et la largeur du terrassement des fondations doivent être réalisées par rapport aux indications fournies dans votre étude G2AVP.

Toutefois nous conseillons vivement un contrôle par nos soins de la qualité des fonds de fouille avant coulage du béton dans le cadre d'une mission G4

Réalisations des fondations de types superficielles avec semelles filantes :

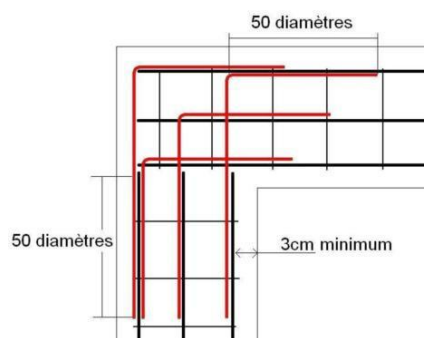
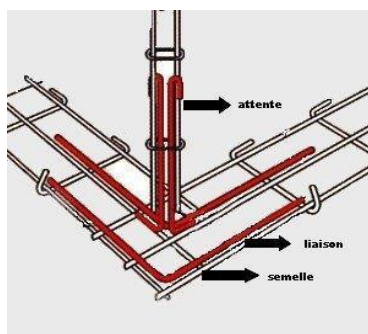


- 1- Décapage de la terre végétale de l'enveloppe extérieure du bâtiment.
- 2- Pose des chaises
- 3- Réalisation des fouilles (pour la profondeur, voir les préconisations stipulées dans votre étude de Sol)
- 4- Nettoyage du fond de fouille indispensable, vérifier l'absence d'eau. Purger si nécessaire
- 5- Coulage du béton de propreté (dit béton maigre) d'un dosage de 150 à 200 kg/m<sup>3</sup>.

Cette phase est indispensable pour obtenir une surface de travail propre et plane et protéger les armatures. Sa hauteur doit être de 4 cm. Sa mise en œuvre doit se faire à une température minimum de 5°.

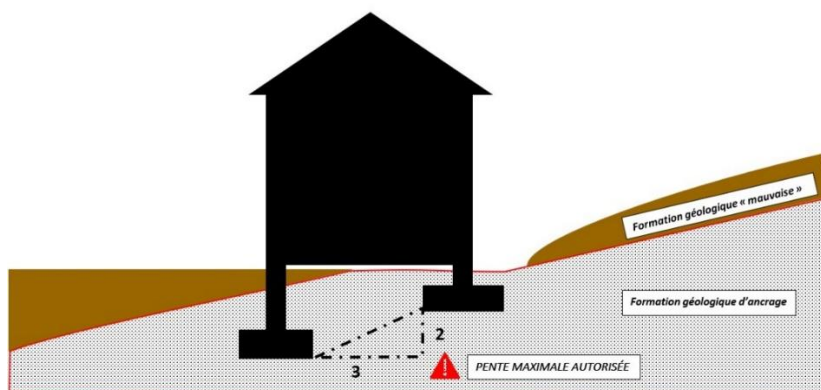
- 6- Pose des armatures métalliques sur cales d'une hauteur de 4 cm. La continuité mécanique des armatures est très importante, surtout dans les angles. Il est donc impératif de les ligaturer comme stipulé dans les DTU. Les équerres doivent être posées comme sur le schéma ci-dessous pour contrer la poussée au vide.

**Penser aux réservations et aux attentes verticales !**



- 7- Coulage du béton de fondation d'un dosage de 350 kg/m<sup>3</sup> pour une réalisation à sec et ce, sur une épaisseur minimale de 15 cm. En général, cette hauteur doit être la largeur des fondations divisée par 2.
- 8- Réalisation du mur de fondation en agglo

**En cas de terrain en pente, il est préférable de réaliser des fondations en Redan !**



#### Préconisations vis-à-vis du retrait et gonflement des argiles :

La parcelle étant située en zone d'aléa faible vis-à-vis du retrait/gonflement des terrains, on prendra les précautions suivantes afin de se prémunir des tassements différentiels provoqués par les cycles de retrait/gonflement dans ce type de sol :

- Créations de surfaces étanches autour de la maison (trottoirs, terrasses...), suffisamment large pour éviter des infiltrations d'eau au niveau des fondations
- Homogénéiser l'encastrement des fondations et les contraintes transmises au sol
- Eviter tout épandage d'eau à proximité de la maison.

Aucun arbre ne doit se situer à une distance de la maison inférieure à sa hauteur prévisible à maturité. Dans le cas contraire, on mettra en place des écrans antiracines.

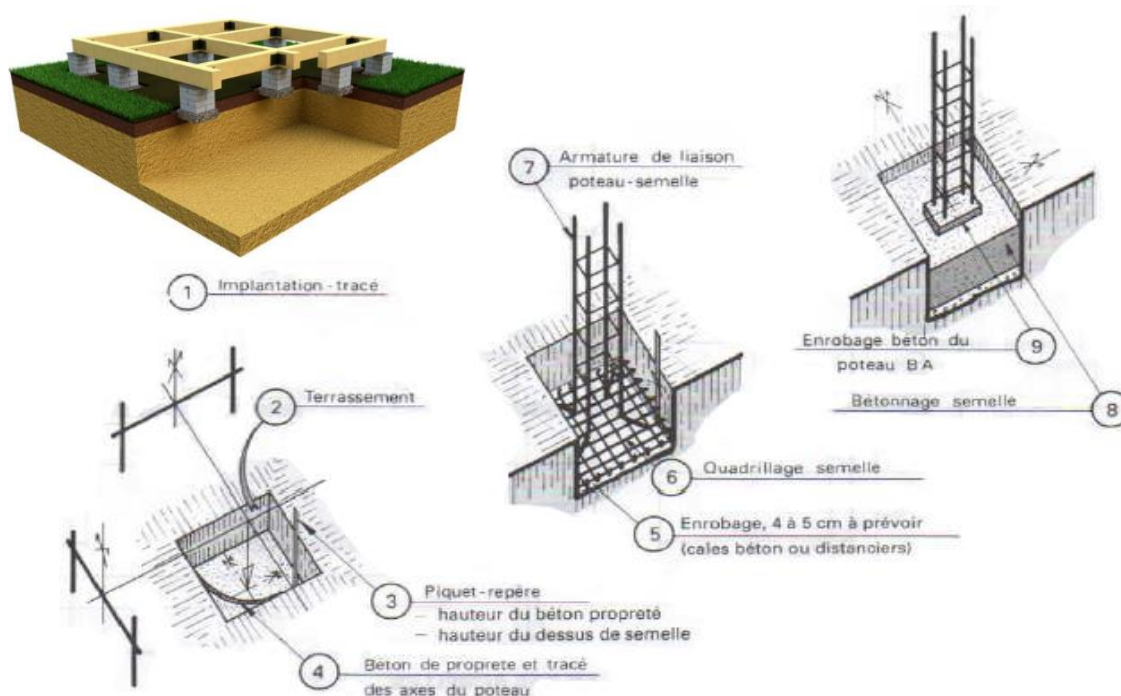
## Semelles isolées

Cette suggestion est uniquement de l'ordre informatif et généraliste. Elle n'est en aucun cas le mode opératoire de la réalisation de vos fondations.

Les sols dans notre région sont souvent hétérogènes donc instables. Il est donc très important de mettre en œuvre vos fondations dans le respect des DTU concernés.

La profondeur et la largeur du terrassement des fondations doivent être réalisées par rapport aux indications fournies dans votre étude G2AVP.

Toutefois nous conseillons vivement un contrôle par nos soins de la qualité des fonds de fouille avant coulage du béton dans le cadre d'une mission G4



### 1. Réalisation du fond de fouille

- **Délimiter la surface** de fondation.
- **Déterminer la profondeur** d'excavation.
- **Terrasser** à la pelle (manuelle ou mécanique).
- **Curer le fond de fouille** et l'assécher si nécessaire.
- Couler une fine couche de **béton de propreté** dosé à  $1500 \text{ kg/m}^3$ .
- Le temps de séchage du béton de propreté est très court : vous pourrez dès le lendemain continuer la préparation de vos fondations.

### 2. Coffrage éventuel

Il est possible de réaliser une semelle en **pleine fouille** lorsque la profondeur n'est pas trop importante et que les parois sont stables.

Dans le cas contraire, il faut **réaliser un coffrage** à l'aide de bastinges et de planches en bois.

### 3. Ferrailage

Le calcul du ferrailage d'une semelle isolée doit être réalisé par un bureau d'études spécialisé.



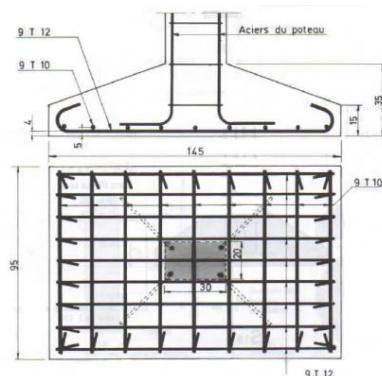
Les semelles isolées peuvent être **armées ou non armées** suivant les cas.

Les semelles isolées armées sont généralement renforcées par **deux nappes d'aciers orthogonaux** protégées de l'oxydation par une épaisseur d'enrobage de 4 à 5cm.

Un **béton maigre de propreté** en fond de fouille facilite l'implantation et l'enrobage régulier des armatures.

Dans tous les cas des **aciers d'ancrages** doivent être mis en place pour assurer la liaison du poteau avec la semelle.

- Respectez les **enrobages** (3cm minimum) à l'aide de **cales d'armatures**.
- Respectez les **recouvrements** indiqués et liez les armatures concernées avec du **fil de fer** à ligaturer. Le recouvrement minimum est de 50 fois le diamètre du fer à béton.
- Pour le **chainage vertical**, ligaturez à l'aide de fils de fer les équerres de façon à ce que la partie verticale forme un angle droit avec la face inférieure de la semelle.



#### 4. Commande du béton prêt à l'emploi et coulage fondation

1. **Calcul du volume de béton** nécessaire.
2. **Commandez votre béton prêt à l'emploi.** (Dosage 2400 kg/m<sup>3</sup> à 2500 kg/m<sup>3</sup>)
3. **Réceptionnez votre livraison de béton** avant de commencer à couler le béton.
4. **Coulage du béton** tout en contrôlant le bon enrobage des aciers. Vibrez le béton, à l'aide d'une aiguille vibrante.
5. **Niveler.**
6. **Talocher et lisser** la surface.

Laisser sécher le béton 24 heures au minimum avant de décoffrer.

#### Préconisations vis-à-vis du retrait et gonflement des argiles :

La parcelle étant située en zone d'aléa faible vis-à-vis du retrait/gonflement des terrains, on prendra les précautions suivantes afin de se prémunir des tassements différentiels provoqués par les cycles de retrait/gonflement dans ce type de sol :

- Créations de surfaces étanches autour de la maison (trottoirs, terrasses...), suffisamment large pour éviter des infiltrations d'eau au niveau des fondations
- Homogénéiser l'encastrement des fondations et les contraintes transmises au sol
- Eviter tout épandage d'eau à proximité de la maison.

Aucun arbre ne doit se situer à une distance de la maison inférieure à sa hauteur prévisible à maturité. Dans le cas contraire, on mettra en place des écrans antiracines.

## Traitement à la chaux/ciment

Le traitement à la chaux ou au ciment est utilisé pour améliorer les caractéristiques d'un sol d'assise de fondation afin de stabiliser les sols meubles ou peu portants. Voici un aperçu des pratiques, réglementations, et normes associées à cette méthode.

### **Objectifs du traitement à la chaux/ciment**

1. **Amélioration de la portance** : Augmentation de la résistance mécanique du sol.
2. **Réduction de la compressibilité** : Limitation des tassements différentiels.
3. **Imperméabilisation** : Diminution de la sensibilité à l'eau et de l'humidité du sol.
4. **Stabilisation chimique** : Réduction des gonflements ou retrait des argiles.

### **Réglementation et normes associées**

#### **Normes européennes et françaises**

##### ***EN 14227*** (Parties spécifiques) :

- Norme européenne pour les matériaux traités à la chaux et/ou au ciment pour les couches de chaussées et ouvrages en terre.
- Ces normes couvrent les spécifications des sols traités, les méthodes de mise en œuvre et les contrôles qualité.

##### ***NF P 94-100*** :

- Règles de reconnaissance et de classification des sols pour les fondations.
- Inclut les recommandations pour évaluer les sols avant et après traitement.

##### ***NF P 98-086*** :

- Traitement des sols à la chaux et/ou au ciment pour les terrassements et couches de forme.
- Précise les dosages, la méthodologie de mise en œuvre et les essais à réaliser.

#### **Codes et recommandations techniques**

##### ***Eurocode 7*** : Calcul géotechnique.

- Recommandations pour concevoir et vérifier les ouvrages sur sols traités.
- Approche fondée sur des paramètres de portance, de résistance et de stabilité.

##### ***Fascicule 62 du CCTG (Cahier des Clauses Techniques Générales)*** :

- Prescrit les conditions d'utilisation des sols traités pour les ouvrages publics en France.
- Exige des études géotechniques préalables pour déterminer la faisabilité du traitement.

##### ***Guide SETRA-LCPC (2000)*** :

- Techniques de traitement des sols à la chaux et au ciment, incluant les dosages et les méthodes de contrôle.

## **Processus de mise en œuvre**

### **Étude géotechnique préalable :**

- Identification du type de sol (argileux, sableux, limoneux, etc.).
- Évaluation de la teneur en humidité naturelle et du pH du sol.

### **Dosage des liants :**

- Généralement entre 3% et 6% de chaux ou de ciment en masse par rapport au sol sec, selon les résultats des essais en laboratoire.

### **Préparation du sol :**

- Décompactage et mise à niveau du sol.
- Apport et mélange homogène du liant (chaux ou ciment).

### **Compactage :**

- Compactage immédiat après traitement pour atteindre la densité optimale.

### **Contrôles post-traitement :**

- Essais Proctor et CBR pour vérifier la densité et la portance.
- Suivi des propriétés mécaniques sur site.

## **Critères de performance**

- **Portance minimale** : Résistance à la pénétration  $Q_d > 2$  MPa après traitement.
- **Limitation des gonflements** : Réduction du potentiel de gonflement des argiles à moins de 2%.
- **Homogénéité** : Mélange uniforme sans zones non traitées.
- **Risques et limites**

**Incompatibilité chimique** : Certains sols peuvent nécessiter des dosages spécifiques ou des mélanges de liants pour éviter les réactions indésirables (sulfates).

**Sensibilité à l'eau** : Un traitement mal exécuté peut conduire à une dégradation rapide en cas d'exposition à l'humidité prolongée.

**Consolidation lente** : Le temps de prise du ciment ou de la chaux peut limiter l'avancement des travaux.

## **Conclusion**

Le traitement à la chaux ou au ciment d'un sol d'assise est une solution efficace pour stabiliser un sol faible, mais il doit être soigneusement planifié et exécuté conformément aux normes en vigueur, notamment **NF P 98-086**, **Eurocode 7**, et les recommandations spécifiques des guides techniques.

## VIII. PROTECTION DES PARTIES ENTERRÉES CONTRE LES VENUES D'EAU

Pour les murs enterrés, ils peuvent être intéressés par la nappe superficielle d'imbibition développée dans les sols de recouvrement. Des venues d'eau sont aussi possibles dans les argiles sous-jacentes.

Les murs enterrés devront être dimensionnés au soutènement. **Un système de drainage devra être mis en place à l'arrière des murs enterrés**, au moment du comblement des fouilles, et les eaux collectées devront être rejetées dans un **exutoire gravitaire (selon DTU 20-1)**. Par ailleurs, l'extrado des murs enterrés sera revêtu d'un enduit hydrofuge type enduit bitumineux jusqu'à +50 cm par rapport au niveau du terrain fini, afin d'éviter toutes remontées d'humidité.

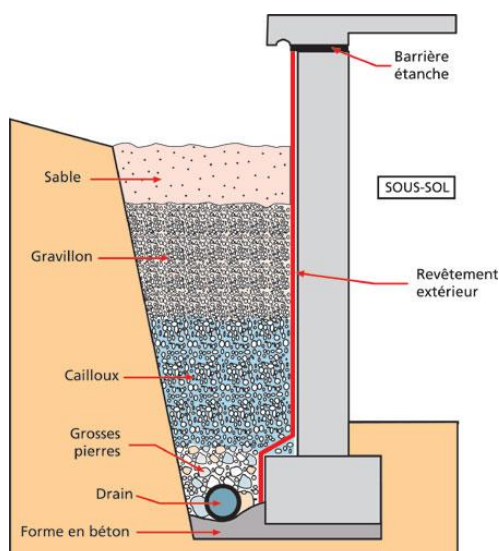
Une nappe de protection type Delta®-Ms devra être maintenue en place contre les murs de soubassement. Cette nappe devra être correctement fixée en tête jusqu'au TA final.

Les drainages seront raccordés à une évacuation adaptée (gravitaire ou pompe de relevage) et rejetés en aval hydraulique des constructions, sous réserve d'avoir les autorisations des services compétents.

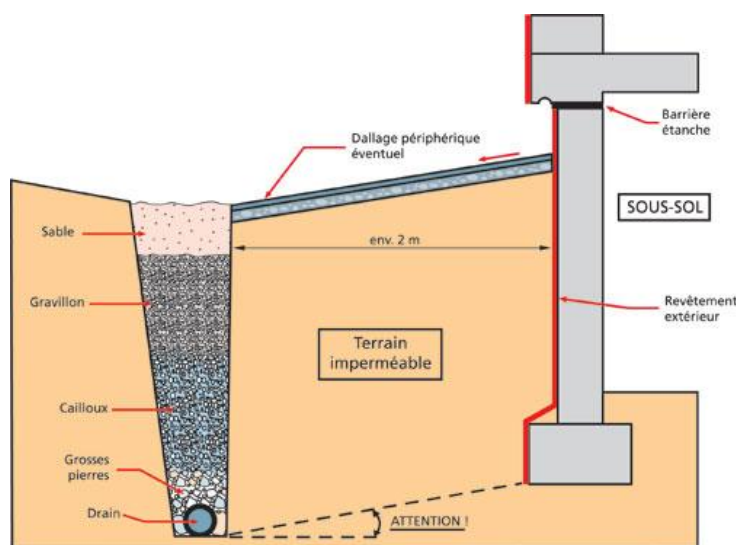
Lors de l'ouverture de la plate-forme du sous-sol, en cas de venue d'eau ou de présence de poche sableuse, il faudra prévoir un système d'assèchement/drainage du fond de fouille – pompage des eaux.

### Le drainage traditionnel par matériaux granulaire

Drainage périphérique au contact de la fondation



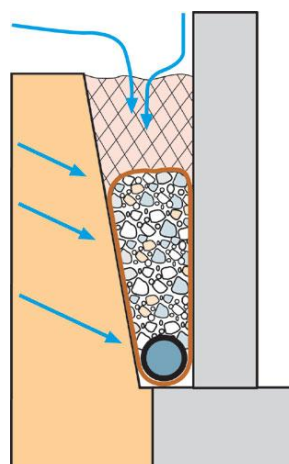
Drainage éloigné des murs extérieurs



Le drainage par géosynthétique rempli de cailloux (Utilisation du non tissé synthétique)



Drainage agricole interdit



## **IX. DISPOSITIONS PARTICULIÈRES**

### **A. Généralités**

Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique d'avant-projet G2AVP confiée à BETB. Selon la norme NF P 94-500, elle doit être suivie d'une mission d'étude géotechnique de projet G2PRO visant notamment à reprendre et/ou préciser les points qui demandent une analyse spécifique, par exemple (liste non exhaustive) :

Dimensionnement des fondations en fonction des descentes de charges réelles et de la position définitive de la maison,

Optimiser et justifier les choix constructifs, définir le phasage des travaux et les dispositions particulières,

Définition des modalités et du programme de suivi des travaux géotechniques à mener par un géotechnicien dûment mandaté, dans le cadre d'une mission de supervision géotechnique de type G4.

Ces points pourront nécessiter un programme d'investigation complémentaire. Selon l'enchaînement des missions au sens de la norme NFP 94-500, après la mission G2PRO, les études géotechniques d'exécution doivent être établies dans le cadre d'une mission G3 et une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution des travaux doit être réalisée.

BETB est à la disposition de tous les intervenants pour réaliser toutes ou parties de ces missions.

### **B. Constructions mitoyennes ou raccordement avec existant**

Il sera nécessaire de désolidariser totalement le projet de l'existant par la mise en place de joint de dilatation disposé sur toute la hauteur du projet, entre structures existantes et structures créées.

La réalisation des fondations devra être adaptée afin de ne pas créer de perturbation sur les structures existantes en cours de chantier.

En aucun cas les travaux ne devront conduire à la déstabilisation des structures existantes. Il y aura donc lieu de prendre toutes les dispositions nécessaires à ce projet.

### **C. Réseaux/Bassin pluviales**

Il sera nécessaire de s'assurer de la neutralisation et du dévoiement de réseaux enterrés en dehors du projet de construction.

Nous considérons que pour tous ouvrages d'infiltrations proches de la construction seront faits dans les règles de l'art, pour éviter son débordement sur la parcelle et pour éviter toute infiltration dirigée vers le projet. Afin d'éviter tout risque d'inondation, d'infiltration dans les murs et de déstabilisation des fondations.

### **D. Joints de dilatations**

Le joint de dilatation a pour rôle d'éviter que le béton ne fissure sous l'effet des variations de température et peut engendrer des déformations non négligeables au niveau de la structure. Leur distance est donnée par le DTU 20.1.

La mise en place de joint de dilatation, lorsqu'une construction existante est mitoyenne au projet, sera impératif (entre la partie existante et la partie à créer). Également pour des parties différemment chargées du projet (exemples : garage, R+2, R+1, RDC, sous-sol, terrasse...) ou pour des blocs distincts (décrochés importants, garages accolés, ailes distinctes, forme en L ou en V, etc., ...).



## E. Soutènement et Talutages

La principale sujétion des terrassements réside dans la stabilité des talus (et fouilles) en déblai et/ou existants qu'il conviendra d'assurer en périphérie de ce projet, tant en phase travaux qu'au stade définitif, par l'intermédiaire d'ouvrages de soutènement ou de talutages si les contraintes d'emprise le permettent.

Si tel est le cas, et à titre informatif, les talus en phase provisoire pourront être réglés à 3/2 (H/V) au sein des terrains meubles, 3/1 (H/V) en terrain moyennement compact, 1/1 (H/V) en terrain compact et 1/4 (H/V) en terrain rocheux et seront protégés contre l'érosion due au ruissellement par une couverture et un système de drainage.

Il est interdit en amont et aval : la circulation, le stockage de matériaux et le stationnement jusqu'à la réalisation des confortements.

Dans le cas où un talutage ne serait pas envisageable, il faudrait s'orienter vers un système de soutènement provisoire des terrains par des solutions de type berlinoise, palplanches, avec ou sans butonnage.

La définition des pentes définitives (à long terme) pourrait être précisée en s'appuyant sur des valeurs de caractéristiques mécaniques intrinsèques (cohésion, angle de frottement, poids volumique) déterminées par des essais de cisaillement rectiligne si nécessaire (dans le cadre d'une mission G2 PRO par exemple).

## F. Drainage et évacuation des eaux

La protection de l'ouvrage contre toutes les eaux permet de limiter la variation du taux d'hygrométrie annuel à proximité immédiate des fondations.

### *En phase travaux*

Les travaux devront être entrepris en période sèche et hors périodes pluvieuses (à adapter en fonction des conditions climatiques et hydrogéologiques). Il conviendra d'assurer le parfait drainage gravitaire des plateformes afin d'éviter les stagnations d'eau qui pourraient l'altérer. Des risques d'ennoiment des points bas par des venues d'eau pourront contraindre les travaux et nécessiter du pompage. Le mieux reste évidemment d'éviter tout point bas non drainé gravitairement. Ces aspects sont d'ailleurs aussi valables en phase d'exploitation.

### *Au stade d'exploitation*

Il sera nécessaire de mettre en œuvre :

- un drainage soigné des zones enterrées ;
- des techniques permettant de couper les remontées capillaires ;
- un drainage périphérique (sur débord de semelle ou radier) permanent avec un exutoire gravitaire. L'ensemble des eaux collectées sera rejeté vers le réseau EP. Nous rappelons que le drain agricole en PVC souple est inadapté au drainage des bâtiments.

L'exutoire en cas d'infiltration dans le sol sera implanté le plus éloigné possible des bâtiments de manière à ne pas engendrer de désordres sur les ouvrages alentour.

Il faudra assurer une bonne étanchéité des parties enterrées des murs du bâtiment avec un revêtement adapté et les dispositions usuelles (enduit bitumineux, delta MS...).

## G. Plantations

Aucun arbre ou plus généralement tout végétal à prolifération de racines importante ou non, ne sera planté à proximité des ouvrages compte-tenu de la sensibilité des sols aux variations hydriques.

Dans tous les cas, selon le type d'espèce à planter ou conserver, la distance minimale à respecter est de 6 à 10 m. Nous rappelons que dans les cas les plus défavorables, le domaine d'influence des arbres peut atteindre 1 à 1,5 fois leur hauteur à l'âge adulte. Si ces dispositions ne peuvent être respectées (y compris avec les parcelles avoisinantes), des écrans anti-racines seront nécessaires.

## H. Construction en zone parasismique

Pour la construction en zone parasismique, les exigences et normes sont plus strictes en raison du risque de séismes. Voici les principales normes et considérations à prendre en compte :

### **Eurocode 8 (EN 1998)**

Cette norme européenne est fondamentale pour la conception des structures résistantes aux séismes. Elle fournit des règles spécifiques pour le calcul et la conception en fonction de la sismicité de la zone.

### **Norme NF P 06-013**

Elle spécifie les règles de conception des structures en béton armé, en acier et en maçonnerie face à des actions sismiques.

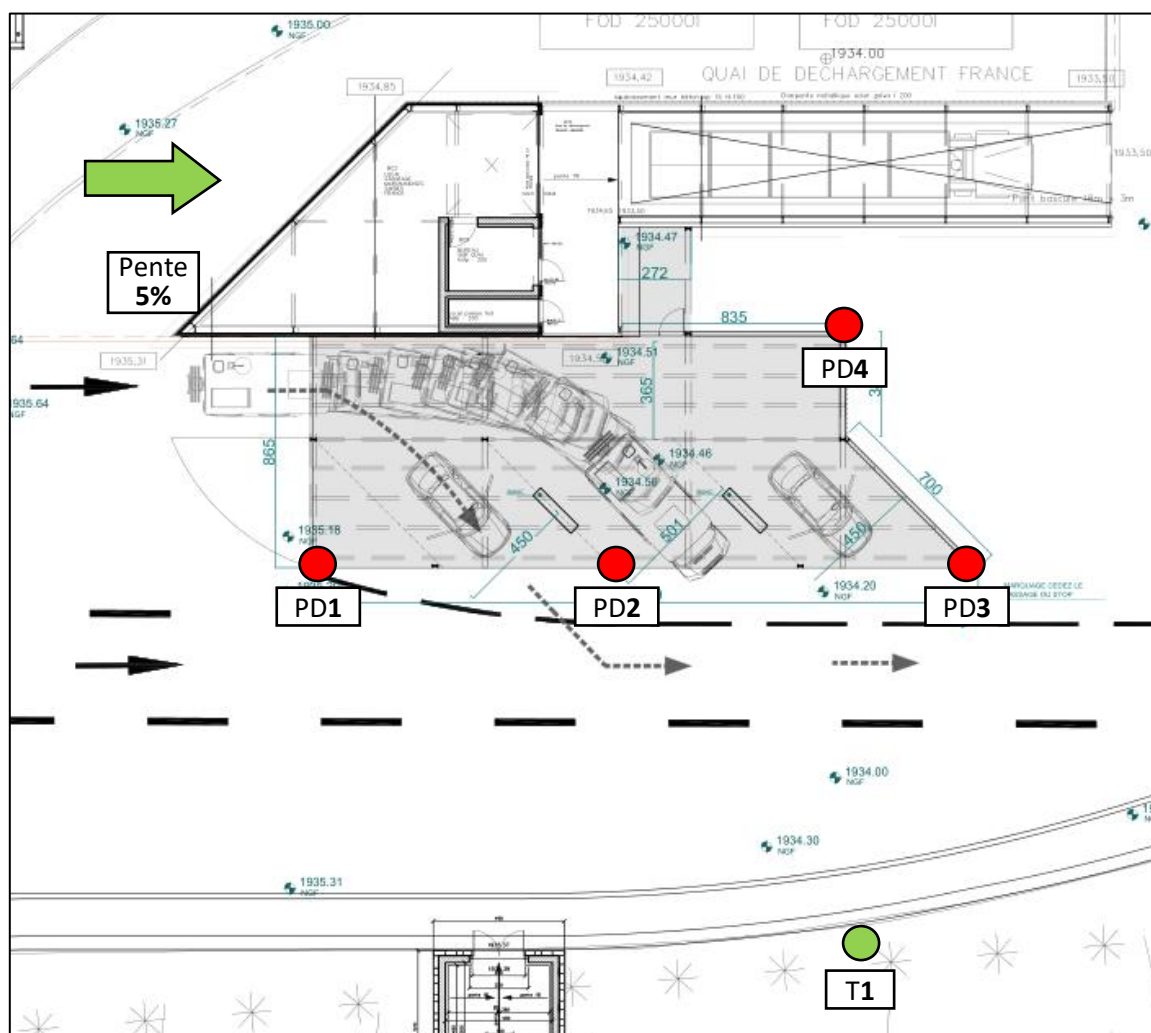
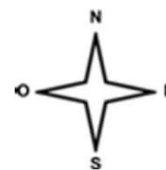
### **Règlement de construction parasismique (RPS)**

En France, les règlements de construction incluent des exigences spécifiques pour les bâtiments en zones à risque. Le RPS prévoit des règles précises pour les structures en fonction de leur classe sismique.

## X. PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Implantation des sondages :

● Pénétrromètre dynamique lourd ● Tarière







### ATTESTATION DE VOTRE PROJET

Nom du maître d'ouvrage : ..... Ministère Economiques et Financiers - BIMO .....

Adresse du projet : ..... RN 22 - 66760 PORTA .....

..... Bureau Douanes Françaises BCNJ .....

Section cadastrale : ..... Numéro de parcelle : 565 .....

Dans le cadre de votre étude, merci de nous transmettre les informations suivantes :

Type de matériaux pour la construction :

☐ Bois ☐ Brique ☐ Parpaing ☒ Métal  
☐ Autre : Béton .....

Type de fondation souhaité :

☒ Semelles filantes ☐ Puits ☐ Pieux ☐ Micropieux ☐ Radier ☐ Hérisson  
Ou semelles isolées

Présence d'un sous-sol :

☐ Oui : ☐ Total ☐ Partiel

Enterré de ..... m dans le sol (dallage et vide sanitaire compris)

☒ Non

Présence d'un vide sanitaire :

☐ Oui : ☐ Enterré ☐ Semi enterré ☐ Hors sol

Enterré de ..... m dans le sol.

☒ Non : ☐ Dallage sur terre-plein ☐ Radier

S'agissant d'un auvent métallique routier, sous l'ouvrage nous aurions que du VRD avec un complexe de voirie légère

Date : 24/03/25 .....

Nom : Isabel GONZALEZ .....

Signature :



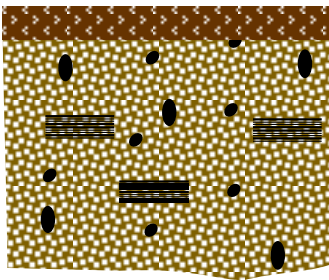

## XII. PHOTOS DU SITE









## XIII. RÉSULTATS DES SONDAGES

### SONDAGE TARIÈRE

Profondeur Z (m)	Tarière 1	Coupe géologique
0,1	Terre végétale	
0,2	Sable graveleux	
0,3	limono-argileux	
0,4	marron à	
0,5	cailloutis et	
0,6	galets schisteux	
0,7		
0,8	Arret du sondage	
0,9		
1		
1,1		
1,2		
1,3		
1,4		
1,5		
1,6		
1,7		
1,8		
1,9		
2		

#### Légende :

-  Terre végétale
-  Sable graveleux-limoneux
-  Cailloutis & Galets
-  Schistes



Tarière 1



Tarière 1

## Résultats laboratoire

<b>Identification GTR</b> selon les normes <b>NF P 11-300</b>																									
			<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><b>PV</b></td> <td style="padding: 2px 5px;">113109</td> </tr> </table>	<b>PV</b>	113109																				
<b>PV</b>	113109																								
<b>Site de prélèvement</b>	<b>Porta</b>	<b>Société</b>	<b>BETB</b>																						
N° de Sondage	sac	Vos références dossier	25000142																						
Profondeur (m)	nc	Nos références dossier	S25-12565																						
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	10/04/2025																						
Prélèvement effectué par	BETB	Date de réalisation de l'essai	11/04/2025																						
Condition de conservation	sac	Opérateur:	DES																						
<b>Description visuelle de l'échantillon :</b> Grave argilo-sableuse brune sèche, débris d'enrobés, débris végétaux - Dmax : 50 mm - Réagit au HCl  Classe GTR déterminée : <b>A2ts</b>																									
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div> <b>Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:</b> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; background-color: #f0f0f0;">105</div> </div> <p>Les résultats suivants s'appliquent à la détermination de la teneur en eau pondérale effectuée à partir d'un échantillon intact, remanié ou reconstitué, de tous sols et de tous les matériaux cités de la NF P 11-300.</p> <p>La teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <math>W_N = </math> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; background-color: #f0f0f0;">5,8%</div> </div> <p>La limite de liquidité et la limite de plasticité d'Atterberg s'appliquent aux éléments passants au travers d'un tamis de dimension nominale d'ouverture 0,400 mm.</p> <p>Les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>Limite de Plasticité <math>W_p</math></i></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; background-color: #f0f0f0;">25%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>Limite de Liquidité <math>W_L</math></i></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; background-color: #f0f0f0;">49%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>Indice de Plasticité <math>IP</math></i></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; background-color: #f0f0f0;">24</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>Indice de Consistance <math>I_c</math></i></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; background-color: #f0f0f0;">1,80</td> </tr> </table> <p>Ce présent document s'applique à la description des sols en vue de leur classification, à la détermination des classes granulométriques et à la vérification des classes granulométriques imposées.</p> <p>L'essai contribue à apprécier les qualités drainantes et la sensibilité à l'eau de leurs matériaux ainsi que leurs aptitudes au compactage.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>Diamètre du Tamis en mm</b></td> <td style="padding: 5px;">50</td> <td style="padding: 5px;">20</td> <td style="padding: 5px;">5</td> <td style="padding: 5px;">2</td> <td style="padding: 5px;">0,08</td> <td style="padding: 5px;">0,063</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>% Tamisats Cumulés</b></td> <td style="padding: 5px;">100%</td> <td style="padding: 5px;">67%</td> <td style="padding: 5px;">48%</td> <td style="padding: 5px;">44%</td> <td style="padding: 5px;">35%</td> <td style="padding: 5px;">35%</td> </tr> </table>				<i>Limite de Plasticité <math>W_p</math></i>	25%	<i>Limite de Liquidité <math>W_L</math></i>	49%	<i>Indice de Plasticité <math>IP</math></i>	24	<i>Indice de Consistance <math>I_c</math></i>	1,80	<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08	0,063	<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	67%	48%	44%	35%	35%
<i>Limite de Plasticité <math>W_p</math></i>	25%																								
<i>Limite de Liquidité <math>W_L</math></i>	49%																								
<i>Indice de Plasticité <math>IP</math></i>	24																								
<i>Indice de Consistance <math>I_c</math></i>	1,80																								
<b>Diamètre du Tamis en mm</b>	50	20	5	2	0,08	0,063																			
<b>% Tamisats Cumulés</b>	100%	67%	48%	44%	35%	35%																			
<p><small>Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.</small></p> <p><i>Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :</i> <span style="float: right;">28-avr.-25</span></p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>Agathe JAKOVJEVIC</b>  Responsable des essais  de Classification des Sols </div>																									

## Détermination des références de compactage d'un matériau

selon la norme

NF P 94-093 et NF P 94-078

Indice de portance immédiat

PV 113110

Site de prélèvement	Porta	Société	BETB
N° de Sondage	sac	Vos références dossier	25000142
Profondeur (m)	nc	Nos références dossier	S25-12565
Date du prélèvement	nc	Date de réception du dossier	10/04/2025
Prélèvement effectué par	BETB	Date de réalisation de l'essai	14/04/2025
Condition de conservation	Sac	Opérateur:	SAB

## Observation de prélèvements / Réceptions

Grave argilo-sableuse brune sèche, débris d'enrobés, débris végétaux - Dmax : 50 mm - Réagit au HCl

Température d'étuvage de la prise d'essai en °C:

105

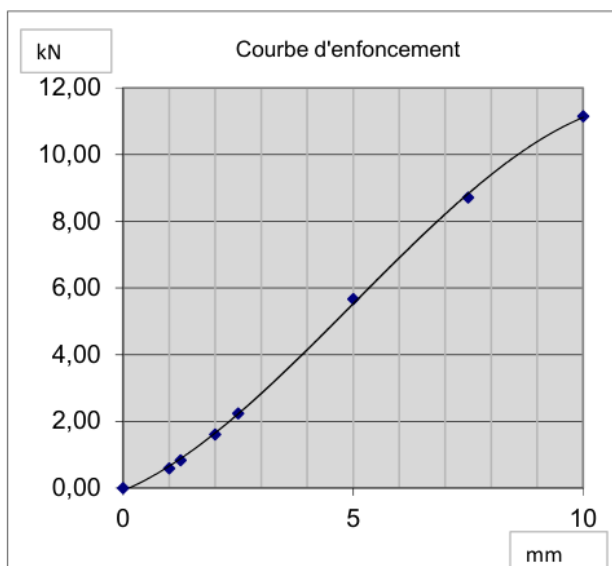
Ps = 2,70 t/m<sup>3</sup>☒ Estimé☐ Mesuré

% de D&gt;20 mm

33%

T.N
Pd: 2,03 g/cm <sup>3</sup>
w% : 5,8%
IPI: 28

Après rectification
Pd: 2,04 g/cm <sup>3</sup>
w% : 5,8%



## Observation pendant la réalisation de l'essai:

Nota: Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente.

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

28-avr.-25

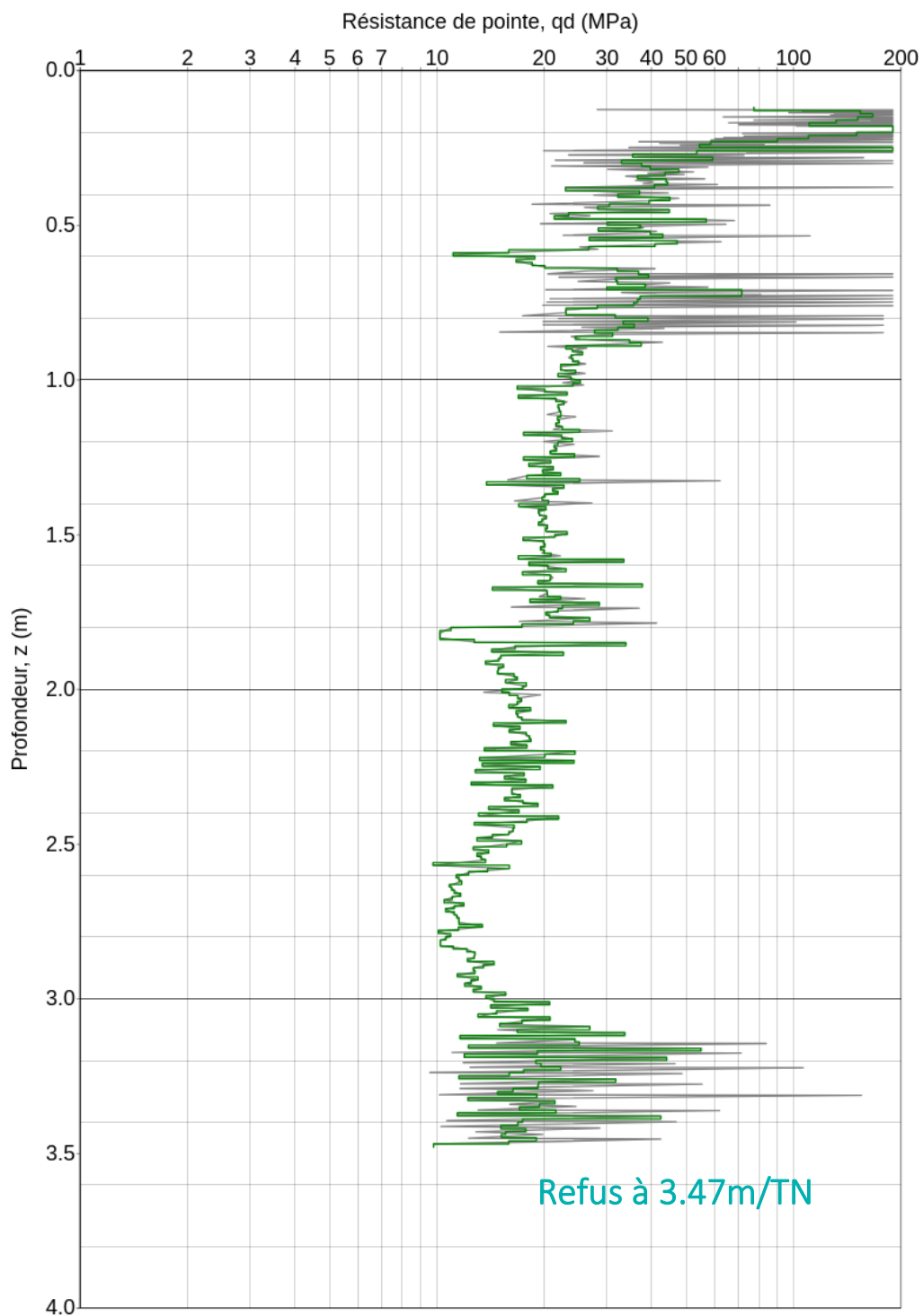
Agathe JAKOVljevic  
Responsable des essais  
de Classification des Sols

# SONDAGE AU PÉNÉTROMÈTRE DYNAMIQUE LOURD

Poids du mouton : 63,5kg

SONDAGE N° PD1

Référence dossier	25000142	Date d'intervention	02/04/2025
Chantier	MINISTERE DE L'ECONOMIE	Lieu d'intervention	66760 PORTA



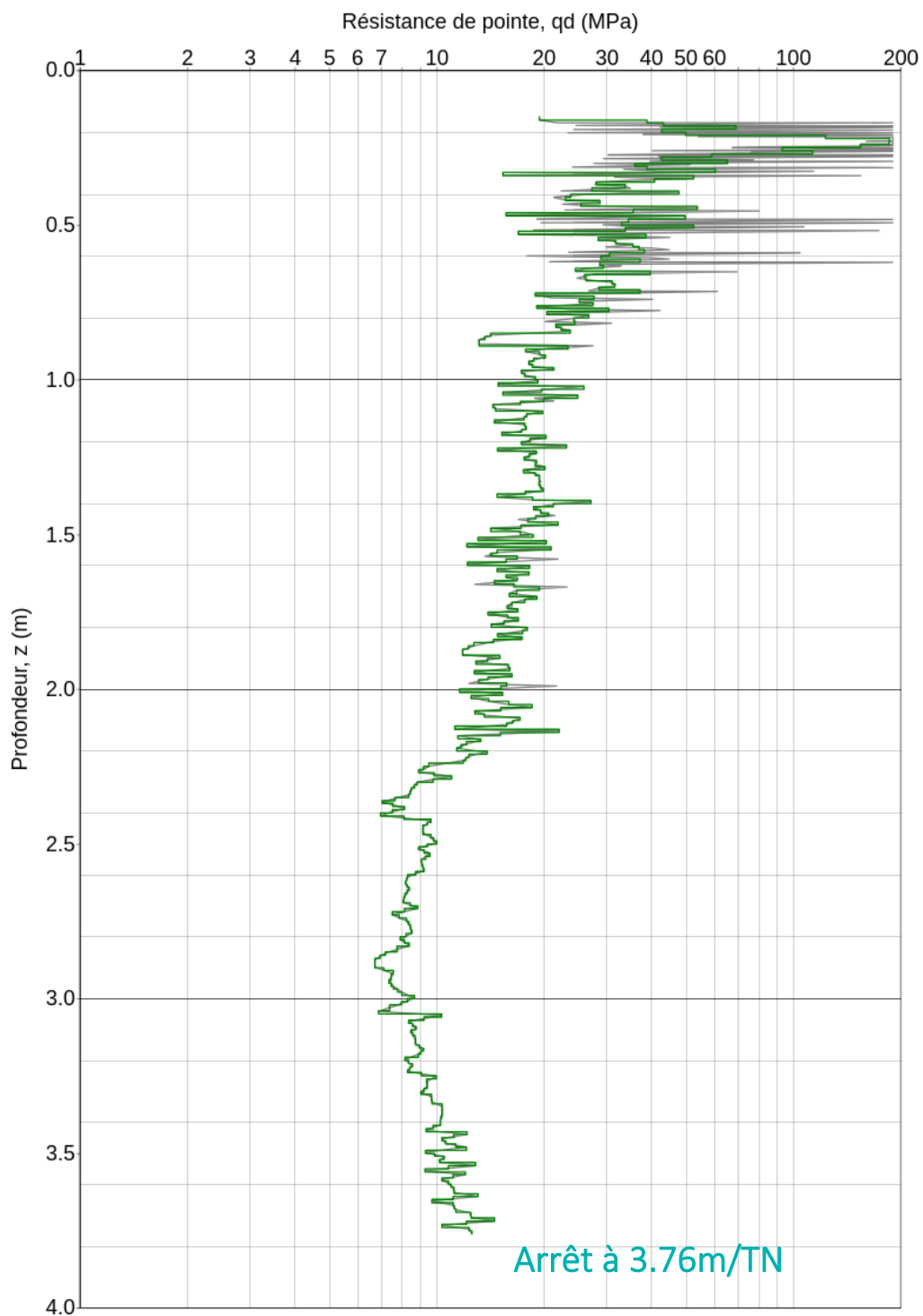


# SONDAGE AU PÉNÉTROMÈTRE DYNAMIQUE LOURD

Poids du mouton : 63,5kg

SONDAGE N° PD2

Référence dossier	25000142	Date d'intervention	02/04/2025
Chantier	MINISTERE DE L'ECONOMIE	Lieu d'intervention	66760 PORTA

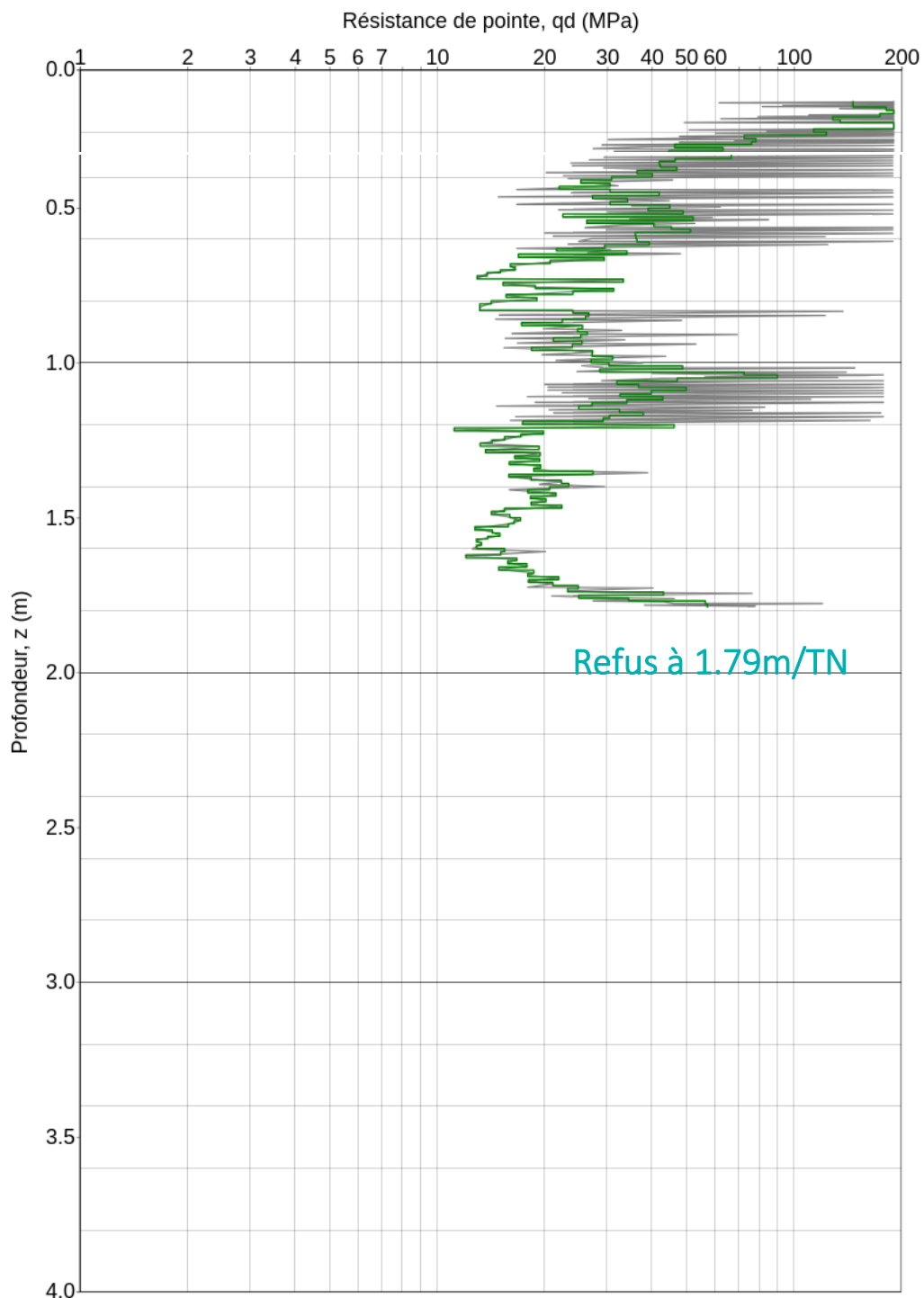


# SONDAGE AU PÉNÉTROMÈTRE DYNAMIQUE LOURD

Poids du mouton : 63,5kg

SONDAGE N° PD3

Référence dossier	25000142	Date d'intervention	02/04/2025
Chantier	MINISTERE DE L'ECONOMIE	Lieu d'intervention	66760 PORTA



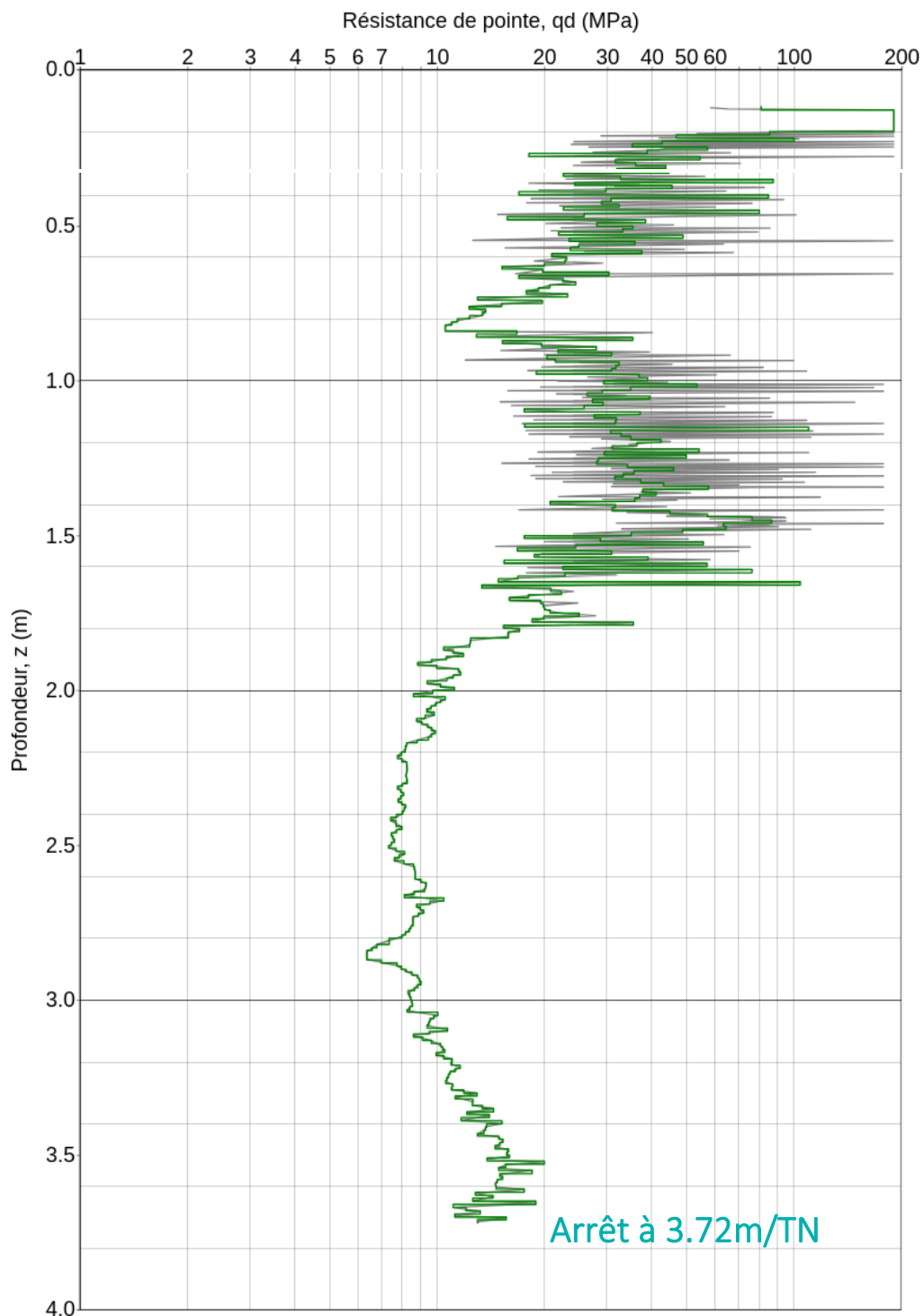


# SONDAGE AU PÉNÉTROMÈTRE DYNAMIQUE LOURD

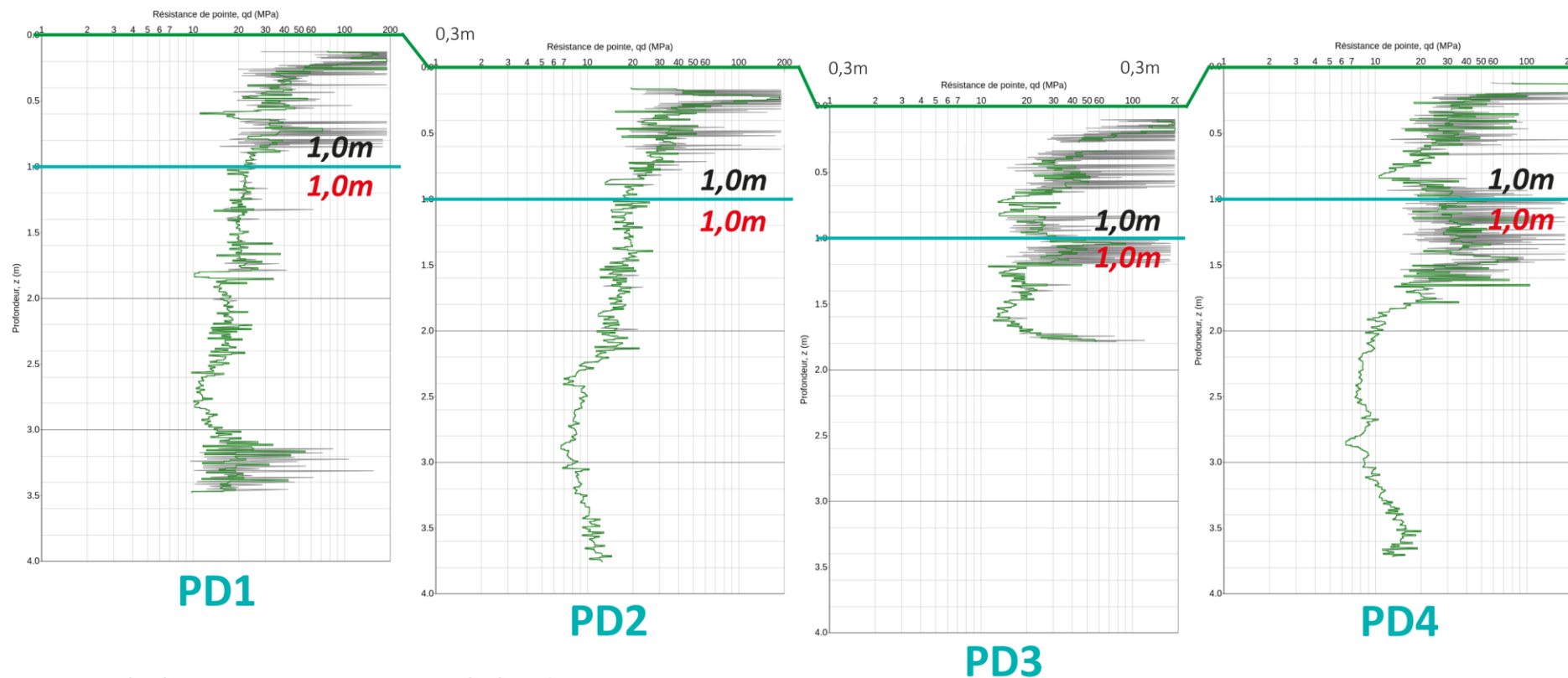
Poids du mouton : 63,5kg

SONDAGE N° PD4

Référence dossier	25000142	Date d'intervention	02/04/2025
Chantier	MINISTERE DE L'ECONOMIE	Lieu d'intervention	66760 PORTA



## MISE À NIVEAU DES SONDAGES



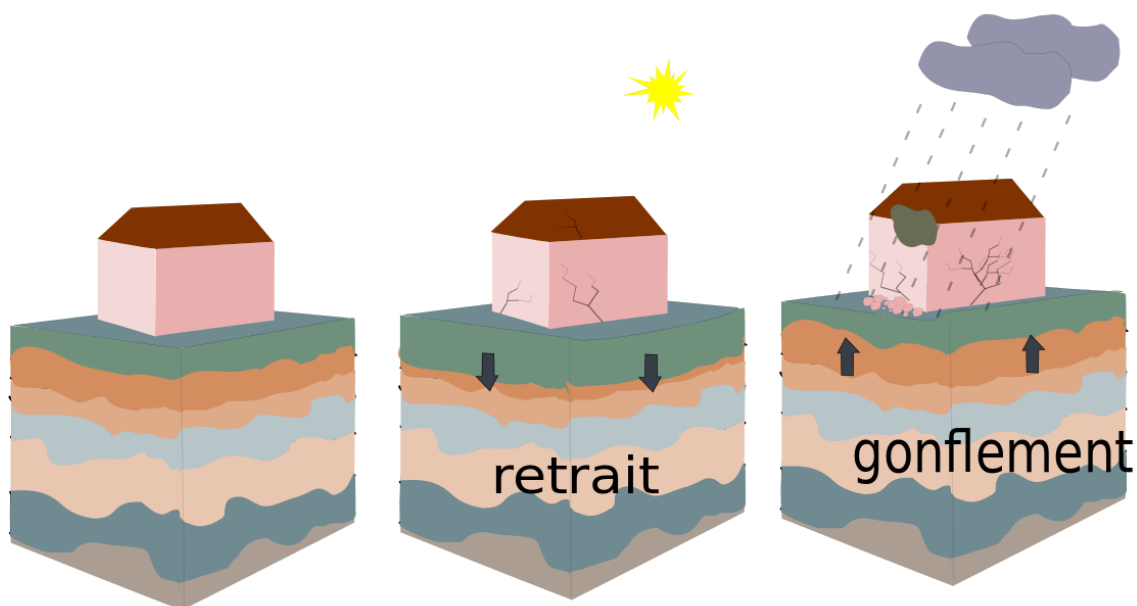
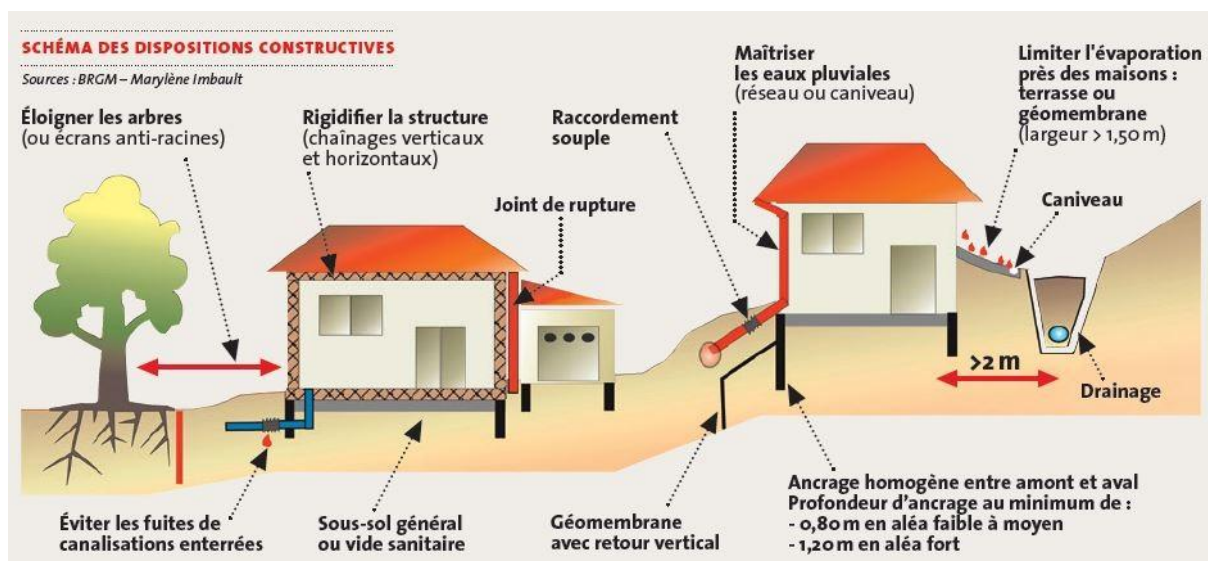
Terrain Naturel (TN) avant travaux = Terrain Fini (TF) après terrassement

Niveau d'ancrage des fondations superficielles type SEMELLE FILANTE

Profondeur minimale des fondations par apport au TN

Profondeur minimale des fondations par apport au TF

## PREVENTION DU RISQUE DE RETRAIT/GONFLEMENT DES ARGILES



## XIV. CONDITIONS GENERALES

### Cadre de la mission

Par référence à la Classification des Missions Géotechniques types (Tableau 1 de la norme NF P 94-500), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions géotechniques suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions G1, G2, G3, G4 sont réalisées dans l'ordre successif ;
- une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante
- une mission type G0 engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- une mission type G1 à G5 n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- une mission type G1 ou G5 exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques ;
- une mission type G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

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

### Déclarations obligatoires à la charge du client (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité de BETB ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission. Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT).

Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client. Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

### Plans et documents contractuels

BETB réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, BETB est exonéré de toute responsabilité

### Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, BETB est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) 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 essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient

qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

### **Rapport de la mission**

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

### **Recommandations, aléas et écart**

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, BETB a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 - phase PRO. Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance de BETB ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

### **Litiges**

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social de BETB, sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

## XV. LEXIQUE

### Topographie :

Représentation des formes et détails visibles sur le terrain, qu'ils soient naturels (notamment le relief et l'hydrographie) ou artificiels (comme les bâtiments, les routes, etc.).

### Géologie :

Description des différentes matières composant le sol.

### Classe de sol :

Risque de liquéfaction des sols en cas de séisme. La liquéfaction du sol est **un phénomène sismique géologique, généralement brutal et temporaire, par lequel un sol saturé en eau perd une partie ou la totalité de sa portance, causant ainsi l'enfoncement et l'effondrement des constructions**

### Horizon d'ancrage

Nature du sol rencontrée à la profondeur du fonds de fouille.

### Hors gel :

Profondeur **minimale** à laquelle il faut implanter les **fondations** pour que celles-ci ne soient pas sujettes aux attaques causées par le **cycle de gel-dégel**.

### Hors front de dessiccation :

Profondeur **minimale** à laquelle il faut implanter les **fondations** pour que celles-ci ne soient pas sujettes aux attaques causées par la perte d'eau dans le sol (retrait et gonflement des argiles).

### Sondages pénétrométriques :

Les sondages pénétrométriques sont des essais dits "aveugles". Ils permettent de mesurer en continu la résistance du sol par une méthode de battage.

### Sondages à la tarière :

Consiste à visser dans le sol (pression et rotation) une hélice pour échantillonner le sol retenu entre les spires ou arêtes. Il permet d'avoir une vision très synthétique des types de sols.

### Sondages pressiométrique :

L'essai pressiométrique est un **essai de force portante** particulier effectué dans un forage, il permet un calcul précis de la force portante du sol et des tassements sous fondation. Par l'intermédiaire d'une sonde dilatable, on applique sur la paroi du forage, une pression croissante jusqu'à la rupture du terrain.

### Drainage :

Technique de construction qui consiste à **protéger les bâtiments de l'humidité**

### Descente de charge :

Répartition et les cheminements des **charges** sur l'ensemble des éléments porteurs de la structure depuis le haut jusqu'aux fondations.



## EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 (Novembre 2013)

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>

*BETB VOUS REMERCIE DE VOTRE CONFIANCE*



**BETB**  
Bureau d'études  
Techniques du Bâtiment



[www.betb09.fr](http://www.betb09.fr)

**BETB SIEGE**

29,rue du 8 Mai 1945  
09100 LA TOUR DU CRIEU  
05.61.68.63.55  
[info@betb09.fr](mailto:info@betb09.fr)

**BETB AGENCE PACA**

Centre d'Affaire AM BUSINESS  
856 chemin de la fontaine de Ricaud  
83136 ROCBARON  
06.51.25.31.67  
[paca@betb09.fr](mailto:paca@betb09.fr)