

# fondasol

TERRITOIRE(S) D'EXIGENCE



ANB. I7-0004 – Pièce n° 001 – 1<sup>ère</sup> diffusion

#### AGENCE DE BREST

13 rue Maupertuis

29200 BREST

☎ 02 98 41 46 90

☎ 02 98 41 44 86

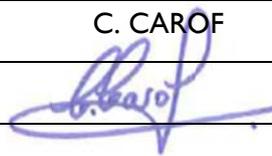
✉ [brest@fondasol.fr](mailto:brest@fondasol.fr)

🌐 [www.fondasol.fr](http://www.fondasol.fr)

**PLUGUFFAN (29) - DOMAINE DE KERGREIZ**  
**CONSTRUCTION DE LOGEMENTS**  
**Etude géotechnique G1 + G2 AVP**

## Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
				Nom, Visa	Nom, Visa
	09/02/2017	45		C. CAROF	M. FLEURY
A					
B					
C					

REV		A	B	C	REV		A	B	C	REV		A	B	C
PAGE					PAGE					PAGE				
1	X				41	X				81				
2	X				42	X				82				
3	X				43	X				83				
4	X				44	X				84				
5	X				45	X				85				
6	X				46					86				
7	X				47					87				
8	X				48					88				
9	X				49					89				
10	X				50					90				
11	X				51					91				
12	X				52					92				
13	X				53					93				
14	X				54					94				
15	X				55					95				
16	X				56					96				
17	X				57					97				
18	X				58					98				
19	X				59					99				
20	X				60					100				
21	X				61					101				
22	X				62					102				
23	X				63					103				
24	X				64					104				
25	X				65					105				
26	X				66					106				
27	X				67					107				
28	X				68					108				
29	X				69					109				
30	X				70					110				
31	X				71					111				
32	X				72					112				
33	X				73					113				
34	X				74					114				
35	X				75					115				
36	X				76					116				
37	X				77					117				
38	X				78					118				
39	X				79					119				
40	X				80					120				

<b>ETUDE GEOTECHNIQUE</b>	<b>5</b>
<b>Présentation de notre mission</b>	<b>6</b>
1 – Mission selon la norme NF P 94-500	6
2 – Programme d’investigations	7
3 – Documents à notre disposition pour cette étude	7
<b>Descriptif général du site et approche documentaire</b>	<b>8</b>
1 – Description du site	8
2 – Contexte géologique	10
3 – Enquête documentaire	10
3.1 – Inventaire des risques naturels connus	10
3.2 – Risque de pollution	12
<b>Résultats des investigations in situ</b>	<b>13</b>
1 – Résultats des sondages	13
2 – Aspects géomécaniques	14
2.1 – Résultats obtenus au pressiomètre	14
2.2 – Résultats obtenus au pénétromètre dynamique de type B	14
3 – Niveaux d’eau	15
<b>Application au projet</b>	<b>16</b>
1 – Description générale du projet	16
2 – Orientation sur le(s) choix constructif(s) envisageable(s)	16
2.1 – Rappel des contraintes du site – insertion du projet	16
2.2 – Fondations	16
2.3 – Niveau bas	17
3 – Etude de la solution de fondations superficielles selon l’EC7	18
3.1 – Modèle géotechnique	18
3.2 – Contraintes de calcul	18
3.3 – Tassements	19
3.4 – Préconisations de réalisation des fondations	19
4 – Assise des dallages sur terre-plein	19
4.1 – Dispositions constructives	20
4.2 – Contrôle	21
4.3 – Estimation des tassements	21
5 – Sujétions de conception et d’exécution	21
5.1 – Modalités des terrassements	21
5.2 – Pentes et soutènements	22
6 – Aléas identifiés	22

<b>Conditions Générales</b>	<b>24</b>
<b>Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>26</b>
<b>Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>27</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>28</b>
<b>Plan de situation</b>	<b>29</b>
<b>Plan d'implantation des sondages</b>	<b>30</b>
<b>Cartographie du potentiel radon</b>	<b>31</b>
<b>Calcul d'une fondation superficielle selon l'Eurocode 7</b>	<b>32</b>
<b>Résultats des sondages</b>	<b>34</b>

## Etude géotechnique



Le LOGIS BRETON envisage l'aménagement d'un lotissement, le Domaine de Kergreiz, sur une parcelle située rue Jacques Brel à Pluguffan (29).

L'étude géotechnique a été confiée à FONDASOL, Agence de Brest, suite à l'acceptation du devis DE.ANB.16.12.033 du 2 janvier 2017, par la commande datée du 4 janvier 2017.

### I – Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission géotechnique d'avant-projet de type G1 + G2AVP au sens de la norme NFP 94-500 dont les objectifs sont définis dans notre devis.

Le rapport comporte les éléments suivants :

#### **Etude préliminaire du site**

- enquête bibliographique et de terrain.

#### **Résultat des sondages et essais in situ**

- coupes géologiques et diagrammes des essais géotechniques, et en laboratoire,
- plan d'implantation des sondages.

#### **Analyse et synthèse du contexte géologique et géomécanique du site et de son influence sur le projet**

- Description de la géologie et établissement du modèle géologique du site,
- Analyse de la compacité des terrains,
- Niveaux de l'eau lors de nos investigations, leur influence sur le projet,
- Contexte sismique.

#### **Hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages :**

- Types de fondations,
- Contraintes de calculs ELS et ELU et estimation des tassements, pour un profil type de fondation,
- Détermination du type de niveau bas envisageable : dallage sur terre-plein ou plancher porté,
- Dans le cas d'un dallage sur terre-plein, étude de son assise (épaisseur, constitution et critères de réception de la couche de forme ; détermination des modules d'Young conformément au DTU 13.3) pour un profil type.

## Recommandations particulières pour la réalisation des travaux

- Préparation du terrain et phasage des travaux (terrassements, avoisinants, soutènements, stabilité des pentes et des talus, drainage, etc.).

Remarque : nos études ne concernent pas les projets géothermiques ; des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés (notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc.)

## 2 – Programme d'investigations

Nous avons effectué :

- 2 sondages destructifs de reconnaissance géologique pour essais pressiométriques en 64 mm de diamètre descendus à 5,0 m de profondeur, notés PR1 et PR2 ;  
2 x 3 essais pressiométriques répartis dans ces sondages ;
- 3 sondages destructifs de reconnaissance géologique descendus à 5,0 m de profondeur, notés RG3 à RG5 ;
- 5 sondages pénétrométriques poursuivis jusqu'au refus entre 1,0 m à 3,4 m de profondeur, notés PD6 à PD10.

Les sondages ont été nivelés en prenant comme repère une borne de géomètre (cf. plan d'implantation) fixée arbitrairement à la cote locale 100,00 NI (nivellement indépendant) en l'absence de plan topographique.

Les sondages ont été réalisés au moyen d'une sondeuse hydraulique de marque SOCOMAFOR ; les échantillons ont été prélevés à la tarière.

Les sondages pénétrométriques ont été effectués au moyen d'un pénétromètre dynamique de marque TECOINSA.

## 3 – Documents à notre disposition pour cette étude

Pour établir notre offre, avons disposé des documents suivants :

- un plan de situation ;
- un plan d'implantation.

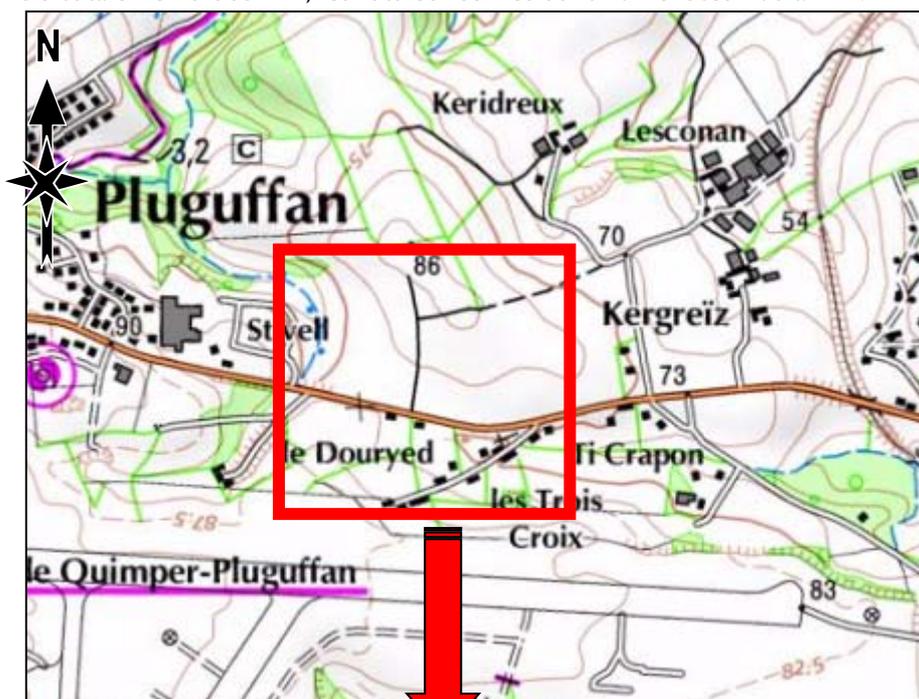
Nous avons également utilisé :

- la carte IGN du secteur ;
- les données du BRGM ;
- la carte géologique de Quimper au 1/50 000 ;
- les vues aériennes du secteur.

Les descentes de charge ainsi que les tassements absolus et différentiels admissibles ne nous ont pas été communiqués.

I – Description du site

Le projet sera implanté sur les parcelles cadastrées B n° 1470 et 1471 représentant une superficie totale de 13 385 m<sup>2</sup> ; les lots concernés sont numérotés 108 à 117.



Carte IGN et vue aérienne de la zone étudiée

Il s'agit de prairies vierges de toute construction apparente.

La topographie est globalement plane à l'échelle des projets ; l'altimétrie de nos points de sondages varie entre les cotes 102,25 NI et 103,75 NI.



*Photographies de la zone du projet*

## 2 – Contexte géologique

D'après la carte géologique de Quimper au 1/50000 et notre connaissance du secteur, le site devrait être caractérisé, sous les terrains de recouvrement (terre végétale et limons de recouvrement), par un substratum granitique plus ou moins altéré en tête sous forme d'arènes.



Extrait de la carte géologique au 1/50000 de Quimper

## 3 – Enquête documentaire

### 3.1 – Inventaire des risques naturels connus

Les risques "inondations", "séisme" et "mouvement de terrain" sont répertoriés sur la commune.

Pluguffan a fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle au titre notamment d'inondations, de coulées de boue, de la tempête et de chocs mécaniques liés à l'action des vagues.

#### Arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Tempête	15/10/1987	16/10/1987	22/10/1987	24/10/1987
Inondations et coulées de boue	20/05/1990	20/05/1990	31/08/1990	16/09/1990
Inondations et coulées de boue	22/05/1990	22/05/1990	04/12/1990	15/12/1990
Inondations et coulées de boue	17/01/1995	31/01/1995	06/02/1995	08/02/1995
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet n'est pas concerné par les risques déjà répertoriés.

- Risque mouvements de terrain

Le schéma d'aménagement de la commune ne comprend pas de plan de prévention relatif à ce type de risque naturel.

- Risque inondations / Remontées de nappe

Le schéma d'aménagement de la commune comporte plusieurs plans de prévention des risques :

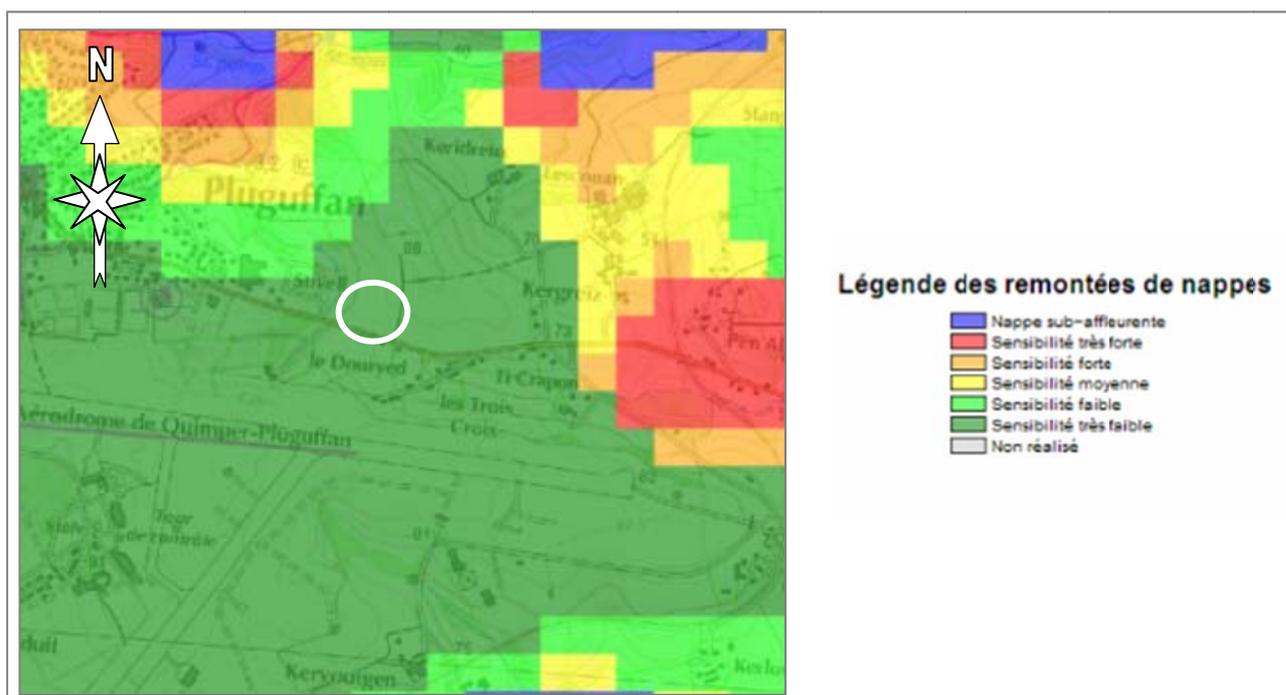
**Programmes d'actions de prévention contre les inondations - PAPI**

Nom du PAPI	Bassin de risque	Aléas	Cours d'eau	Labellisé le	Convention signée le
PAPI ODET	Pluguffan	Inondation - Par une crue à débordement lent de cours d'eau		12/07/2012	05/11/2013
PAPI ODET	Pluguffan	Inondation - Par ruissellement et coulée de boue		12/07/2012	05/11/2013

**Territoire à risque important d'inondation - TRI**

Nom du TRI	Aléas	Cours d'eau	Arrêté du préfet coordonnateur de bassin	Arrêté stratégies locales	Arrêté préfet parties prenantes	Arrêté d'approbation de la stratégie locale	Arrêté TRI national
QUIMPER LITTORAL SUD FINISTERE	Inondation - Par une crue à débordement lent de cours d'eau		26/11/2012	-	-	-	-

Une carte des remontées de nappe est disponible sur le site [www.inondationsnappes.fr](http://www.inondationsnappes.fr). Elle indique que le terrain concerné par l'étude est situé dans une zone de sensibilité très faible.



Extrait de la carte des remontées de nappe

- Risque rayonnements ionisants

Le projet est situé dans un département prioritaire pour la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants (présence potentielle de radon), il conviendra de se référer au décret n° 2002-460 du 4 avril 2002, faisant obligation pour certains ERP de réaliser des mesures de concentration en radon.

A titre informatif, la carte du potentiel radon établie par l'IRSN (source : [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr) et reprise en annexe), classe la commune en catégorie 3.

- Risque sismique

Le gouvernement a publié au journal officiel du 22 octobre 2010 deux décrets relatifs au nouveau zonage sismique national et un arrêté fixant les règles de construction parasismique telles que les règles Eurocode 8. Il s'agit des documents suivants :

- décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- décret n° 2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

Pluguffan est situé en zone de sismicité faible (zone sismique 2) suivant cette réglementation. Dans ce cas l'analyse sur la liquéfaction des sols n'est pas nécessaire.

Toutefois dans le cas de bâtiments entrant dans la catégorie d'importance III ou IV (ERP de catégories 1, 2 et 3, bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes, habitations collectives et bureaux d'une hauteur supérieure à 28 m,...) au sens de la nouvelle réglementation parasismique applicables aux bâtiments, l'Eurocode 8 doit être appliqué. Ce qui n'est pas le cas pour ce projet.

### 3.2 – Risque de pollution

L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes.

### I – Résultats des sondages

Les sondages mettent en évidence la lithologie suivante :

- 1) de **la terre végétale** marron foncé ;
- 2) des **limons argileux et argilo-graveleux** marron clair ;
- 3) des **arènes sableuses à sablo-graveleuses** gris clair et beiges ;
- 4) du **granite résistant** gris clair et beige clair et jaune.

Les épaisseurs des différents horizons sont synthétisées dans les tableaux ci-dessous.

Remarque : la description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif.

<b>Profondeur en m</b> par rapport au niveau du terrain actuel	<b>PRI</b>	<b>PR2</b>	<b>RG3</b>	<b>RG4</b>	<b>RG5</b>
Terre végétale	0 à 0,7	0 à 0,5	0 à 0,6	0 à 0,5	0 à 0,6
Limons argileux/argilo-graveleux	-	0,5 à 1,0	-	0,5 à 1,0	0,6 à 1,1
Arènes sableuses/sablo-graveleuses	0,7 à 1,3	1,0 à 2,8	-	à partir de 1,0	à partir de 1,1
Granite résistant	à partir de 1,3	à partir de 2,8	à partir de 0,6		
Fin de forage	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

<b>Nivellement NI</b>	<b>PRI</b>	<b>PR2</b>	<b>RG3</b>	<b>RG4</b>	<b>RG5</b>
Tête de sondage	103,30	102,75	103,30	103,75	103,20
Toit des limons	-	102,25	-	103,25	102,60
Toit des arènes	102,60	101,75	-	102,75	102,10
Toit du granite résistant	102,00	99,95	102,70		

## 2 – Aspects géomécaniques

### 2.1 – Résultats obtenus au pressiomètre

Les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés ont été mesurées au pressiomètre, les résultats sont les suivants, avec :

$p_l^*$  : pression limite nette

$E_M$  : module de déformation pressiométrique

- une faible compacité dans les limons argileux = limons mous selon l'Eurocode 7 (1 essai) :

$p_l^* \# 0,22 \text{ MPa}$

$E_M \# 4,6 \text{ MPa}$

- une compacité moyenne dans les arènes sableuses = sables denses selon l'Eurocode 7 (2 essais) :

$1,0 \text{ MPa} \leq p_l^* \leq 1,34 \text{ MPa}$

$15,7 \text{ MPa} \leq E_M \leq 17,3 \text{ MPa}$

- une très bonne compacité dans le granite résistant = rocher fragmenté selon l'Eurocode 7 (3 essais) :

$180,1 \text{ MPa} \leq p_l^* \leq 540,2 \text{ MPa}$

$E_M \# 5,0 \text{ MPa}$

### 2.2 – Résultats obtenus au pénétromètre dynamique de type B

Les résultats ont été mesurés au moyen d'un pénétromètre dynamique de type B, les résultats sont les suivants avec :

$q_d$  : résistance dynamique de pointe

On retiendra les seuils suivants :

- une faible compacité caractérisée par des résistances dynamiques de pointe inférieures à 2 MPa jusqu'à 0,1 m à 1,2 m de profondeur ;
- une compacité médiocre caractérisée par des résistances dynamiques de pointe comprises entre 2 MPa et 6 MPa jusqu'à 0,4 m à 1,4 m de profondeur ;
- une compacité moyenne à bonne caractérisée par des résistances dynamiques de pointe comprises entre 6 MPa et 10 MPa jusqu'à 0,8 m à 2,6 m de profondeur ;
- une très bonne compacité caractérisée par des résistances dynamiques de pointe supérieures à 10 MPa, évoluant plus ou moins rapidement vers des valeurs élevées ( $q_d > 30 \text{ MPa}$ ).

Les sondages au pénétromètre dynamique ont obtenu le refus entre 1,0 m et 3,4 m de profondeur.

### 3 – Niveaux d'eau

Lors de nos investigations, réalisées le 30 et 31 janvier 2017, aucun niveau d'eau n'a été relevé au droit des sondages réalisés.

Ceci n'exclut pas la présence de circulations d'eau au sein des terrains superficiels et d'altération à différentes profondeurs. Ces niveaux d'eau sont susceptibles de varier de façon significative en fonction des conditions climatiques et saisonnières.

Nota :

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

Pour obtenir des indications plus précises sur l'hydrogéologie, le maître de l'ouvrage devra commander à un bureau d'études spécialisé (département hydrogéologie de Fondasol par exemple) une étude spécifique comprenant notamment la réalisation d'un piézomètre et son suivi sur une période significative.

## I – Description générale du projet

Cette étude concerne l'aménagement d'un lotissement sur une parcelle située rue Jacques Brel, Domaine de Kergreiz à Pluguffan (29).

Il s'agira *a priori* de maisons individuelles de plain-pied ou de type R+I sans niveau de sous-sol.

Les maisons ne seront contiguës à aucun existant.

Le projet ne prévoit ni soutènement, ni talutage.

A ce stade d'avancement du projet, les descentes de charge apportées par l'ouvrage et la cote de niveau bas ne nous ont pas été communiquées. Nous avons supposé que le niveau bas serait établi en profil rasant par rapport à la topographie du site.

## 2 – Orientation sur le(s) choix constructif(s) envisageable(s)

### 2.1 – Rappel des contraintes du site – insertion du projet

Nous rappelons que les investigations ont mis en évidence les points suivants :

- la présence de limons de compacité faible à médiocre en tête de certains sondages ;
- la présence de sols sensibles à l'eau (les limons notamment) ;
- la forte variation de l'altimétrie du toit rocheux ;
- la méconnaissance des niveaux bas projetés pour les logements.

### 2.2 – Fondations

Compte-tenu de la nature du projet et des résultats de nos investigations, nous étudierons un mode de fondations superficielles de type semelles filantes ou isolées ancrées dans les arènes sablo-graveleuses ou le granite altéré à résistant rencontré(es) à partir de 0,6 m à 1,1 m de profondeur sous le niveau actuel du terrain.

On respectera un ancrage minimum de 30 cm dans l'horizon d'assise, ce qui pourra conduire à des approfondissements du niveau d'assise en cas de présence de poches remaniées, végétalisées ou de faible compacité. Ce sera notamment probablement le cas dans la zone associée au sondage PD10 où des compacités médiocres ont été mises en évidence jusqu'à 1,4 m de profondeur.

Les profondeurs hors gel devront être respectées (0,5 m minimum sous le niveau fini extérieur).

Le respect de ces conditions conduira à des niveaux d'assise compris entre 0,9 m et 1,4 m de profondeur minimum au droit des sondages.

## 2.3 – Niveau bas

Etant donné la nature du sol, on pourra envisager la conception du niveau bas sous la forme d'un dallage sur terre-plein sous réserve de respecter les recommandations du paragraphe 4.

Une solution de plancher porté par les fondations, avec ou sans vide-sanitaire, peut s'avérer techniquement et économiquement intéressante.

Nous rappelons que la commune est classée en catégorie 3 vis-à-vis de la concentration en radon. Des dispositions doivent donc être prises pour réduire le niveau de pollutions. Deux types d'action sont possibles (les deux types d'action sont généralement combinés) :

- celles qui visent à empêcher le radon de pénétrer à l'intérieur en assurant l'étanchéité entre le sol et le bâtiment (colmatage des fissures et des passages de canalisations à l'aide de colles silicone ou de ciment, pose d'une membrane sur une couche de gravillons recouverte d'une dalle en béton, etc.). L'efficacité de ces mesures peut être renforcée par la mise en surpression de l'espace habité ou la mise en dépression des parties basses du bâtiment (sous-sol ou vide sanitaire lorsqu'ils existent), voire du sol lui-même. en mettant en surpression l'espace intérieur ou en dépression le sol sous-jacent ;
- celles qui visent à éliminer, par dilution, le radon présent dans le bâtiment, par aération naturelle ou ventilation mécanique, améliorant ainsi le renouvellement de l'air intérieur.

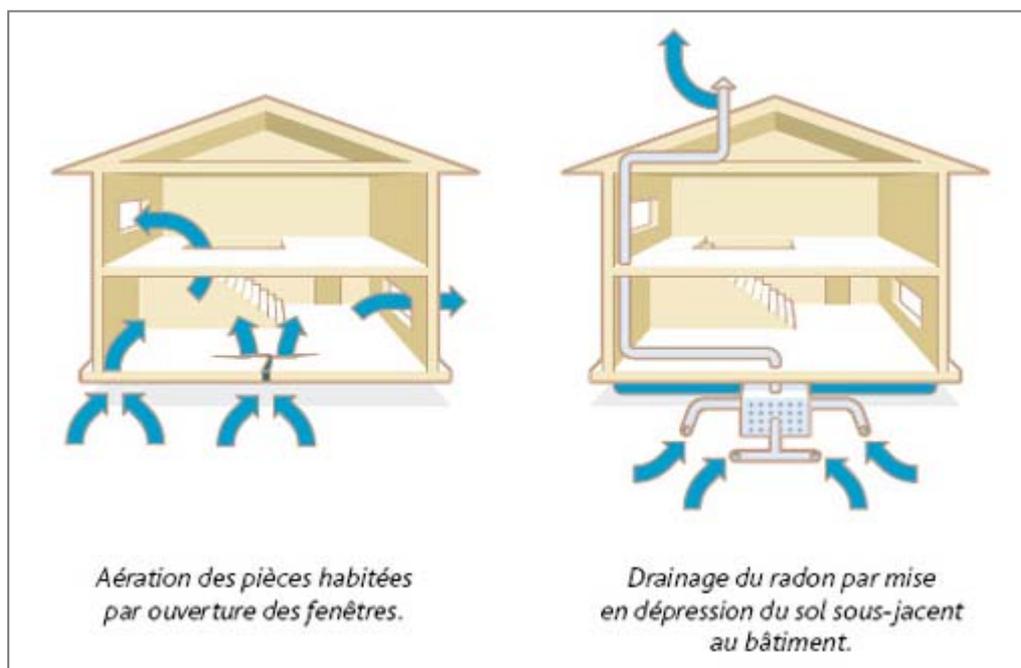


Schéma de principe de réduction de la concentration en radon (source [www.isrn.fr](http://www.isrn.fr))

### 3 – Etude de la solution de fondations superficielles selon l'EC7

Les calculs de capacité portante et de tassements des fondations superficielles dans le cadre de la présente ébauche dimensionnelle respectent les prescriptions de la norme P94-261.

#### 3.1 – Modèle géotechnique

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, nous avons retenu le modèle géotechnique suivant :

Nature du sol	Prof. de la base	PI* (MPa)	E <sub>M</sub> (MPa)	α	E <sub>s</sub> (MPa)
Terre végétale	0,5 à 0,7 m	-			
Limons argileux ou argilo-graveleux	1,0 à 1,1 m	0,22	5	1/2	10
Arènes sableuses à sablo-graveleuses	1,3 à 5,0	0,6*	10*	1/3	30
Granite résistant	Au delà	>5	>200	1/2	>400

avec : α le coefficient rhéologique du sol considéré

\* pour tenir compte des résultats des essais pénétrométriques

#### 3.2 – Contraintes de calcul

Pour une fondation superficielle filante ou isolée ancrée dans les arènes sablo-graveleuses ou le granite résistant selon les préconisations du paragraphe 2.2, la pression limite nette calculée sur une épaisseur de 1,5B sous la base de la fondation est :

$$P_{le}^* = 0,60 \text{ MPa (par corrélation avec le pénétromètre dynamique)}$$

$$k_p = 1 \text{ (pour un encastrement relatif } D_e/B > 0)$$

$$i\delta = 1 \text{ (charges supposées verticales)}$$

$$i\beta = 1 \text{ (charge éloignée de tout talus)}$$

On a alors dans ce cas, la contrainte nette évaluée à:

$$q_{net} = k_p \cdot P_{le}^* \cdot i\delta \cdot i\beta = 0,60 \text{ MPa}$$

Soient :

$$\text{Contrainte caractéristique : } q_{v;k} = \frac{q_{net}}{1,2} = 0,50 \text{ MPa}$$

$$\text{Contrainte de calcul à l'ELU : } q'_{ELU} - q_0 = q_{v;d} = \frac{q_{v;k}}{1,4} = 0,35 \text{ MPa}$$

$$\text{Contrainte de calcul à l'ELS : } q'_{ELS} - q_0 = q_{v;d} = \frac{q_{v;k}}{2,3} = 0,21 \text{ MPa}$$

Ainsi, on retiendra les contraintes de calcul suivantes, en négligeant q<sub>0</sub>:

- **q'ELU = 0,35 MPa**
- **q'ELS = 0,20 MPa**

### 3.3 – Tassements

En utilisant le modèle géotechnique défini précédemment, pour une fondation superficielle isolée (massif) de 1,0 m de largeur ou filante (semelle) de 0,5 m de largeur, descendue selon les conditions décrites précédemment, les tassements absolus et différentiels estimés par la méthode pressiométrique sous une contrainte à l'ELS quasi-permanent de 0,20 MPa seraient de l'ordre du demi-centimètre.

Ces tassements s'entendent pour des fonds de fouille homogènes et non remaniés.

En dehors de toute considération de descente de charge, la largeur des semelles filantes ne devra pas être inférieure à 0,4 m et celle des massifs à 0,6 m.

### 3.4 – Préconisations de réalisation des fondations

Le terrassement des fondations devra être exécuté à sec sous la protection éventuelle d'un blindage sur la hauteur des terrains instables et d'épuisement.

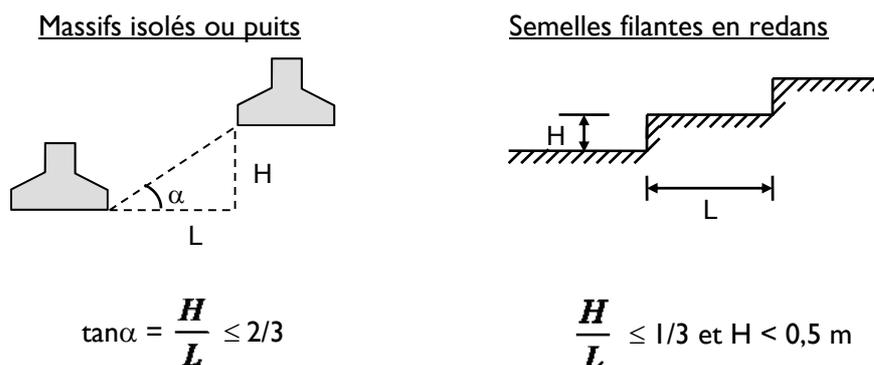
On veillera à ne pas ancrer les fondations dans des terrains remaniés par d'éventuelles opérations de démolition/reconstruction antérieures dont nous n'aurions pas eu connaissance.

L'homogénéité des fonds de fouilles sera soigneusement vérifiée et les éventuels points faibles et zones remaniées mis à jour seront purgés et remplacés par du gros béton.

Les fonds de fouilles seront bétonnés immédiatement après excavation.

Des venues d'eau en fond de fouilles pourraient nécessiter un pompage préalable au bétonnage.

Le cas échéant, les règles relatives aux fondations posées à des niveaux différents devront être respectées :



*Schéma de principe de la règle relative aux fondations posées à différents niveaux*

## 4 – Assise des dallages sur terre-plein

On pourra envisager de réaliser un dallage sur terre-plein sous réserve de respecter les recommandations ci-après.

Etant donné la destination du bâtiment, on cherchera à asseoir le dallage sur une plateforme de type PFI (EV2 > 30 MPa), avec kw > 30 MPa/m (cf. DTU 13.3).

Précisons ci-dessous les conditions d'obtention d'une telle plate-forme.

## 4.1 – Dispositions constructives

Le dallage pourra être réalisé sur terre-plein, en prévoyant :

- la purge de la terre végétale et des limons compressibles (en cas de poches remaniées, de faible compacité ou renfermant des végétaux des purges locales plus importantes pourraient être nécessaires). Le fond de fouille sera alors constitué par des limons, des arènes ou le granite altéré à résistant. Les purges devront être suffisantes pour permettre la mise en œuvre de la structure décrite ci-dessous ;
- la vérification visuelle et le compactage du fond de forme obtenu suivant son état hydrique ;
- un drainage efficace permettant d'assurer la pérennité de la portance de plate-forme ;
- la mise en œuvre d'un géotextile anticontaminant et antipoinçonnant ;
- la réalisation d'une couche de forme en bons matériaux soigneusement mis en œuvre.

Les matériaux retenus devront être conformes à la norme NFPI1-300 et en particulier répondre aux exigences suivantes : VBS < 0,1 et MDE < 45.

A titre indicatif, en période climatique favorable, la mise en œuvre d'une couche de forme de :

- 60 cm d'épaisseur constituée de 40 cm de matériaux 0/63 mm surmontés par 20 cm de matériaux 0/31,5 mm, sur géotextile, lorsque le fond de forme est constitué de limons ;
- 30 cm d'épaisseur constituée de matériaux 0/31,5 mm lorsque le fond de forme est constitué d'arènes ou de granite altéré à résistant (dans ce dernier cas et suivant l'homogénéité du fond de forme, la couche de forme pourra éventuellement être réduite à une couche de réglage suivant l'avis d'un géotechnicien).

On trouvera dans le tableau inséré ci-avant (paragraphe 3.1) les caractéristiques à retenir à long terme pour le dimensionnement du dallage conformément au DTU 13.3.

Pour l'ensemble de la zone, on s'assurera de l'homogénéité de l'arase des terrassements avant mise en œuvre des matériaux d'apport.

### **Remarques :**

- la présence d'eau en fond de forme pourra nécessiter un drainage provisoire et un pompage d'évacuation.
- la portance de la plate-forme d'assise sera directement liée au compactage qui devra être particulièrement soigné et réalisé suivant le GTR 2000. Compte tenu des passages de fondation, et probablement des réseaux à réaliser, cette solution est subordonnée à un soin particulier à apporter au recomptage de la couche de forme, notamment en rive, à proximité des fouilles de fondations et au droit des tranchées de réseaux.
- l'épaisseur de la couche de forme dépendra des conditions météorologiques au moment de sa mise en œuvre. C'est pourquoi au démarrage du chantier nous recommandons la réalisation de planches d'essais (vérifiées par essais de plaque) afin de caler et optimiser l'épaisseur de la couche de forme pour atteindre les objectifs de plateforme de type PFI.

## 4.2 – Contrôle

La plate-forme d'assise des dallages devra être contrôlée par des essais à la plaque pour vérifier la mise en œuvre des remblais et de la couche de forme.

On visera une portance de plateforme PFI ( $EV2 > 30$  MPa et  $k = EV2/EV1 < 2$ ), pour atteindre un module de Westergaard  $k_w > 30$  MPa/m conformément au DTU 13.3.

## 4.3 – Estimation des tassements

Les tassements des dallages sous une charge unitaire de  $1 \text{ t/m}^2$  (charge d'exploitation) ont été évalués par la méthode pressiométrique.

On obtient des tassements unitaires sous dallages inférieurs au centimètre.

Ces tassements s'appliqueront sous les charges uniformément réparties, appliquées par les éventuels remblais et par les charges d'exploitation.

## 5 – Sujétions de conception et d'exécution

### 5.1 – Modalités des terrassements

Les terrassements pourront être réalisés avec des engins de terrassement classiques dans les terrains mis en évidence au droit des sondages. Au sein du substratum altéré, les rendements pourront être réduits.

L'emploi d'engins puissants voire de déroctage (BRH par exemple), sera nécessaire en cas de présence de point dur ou d'affleurement du granite résistant.

Nous attirons toutefois l'attention sur les basses fréquences de vibrations générées par les BRH, hautement préjudiciables aux constructions situées à proximité. L'entreprise intégrera dans sa méthodologie des dispositions permettant d'éviter de déstabiliser les existants. D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage,...) afin d'éviter de déstabiliser les bâtiments avoisinants et situés dans la zone d'influence des travaux.

Les terrains rencontrés sont très sensibles à l'eau, leur portance peut varier pour de faibles variations de leur teneur en eau pour devenir quasiment nulle. De ce fait, les travaux de terrassement devront être réalisés en période sèche sous peine de limiter la portance et la traficabilité des plates-formes susceptibles de générer des arrêts de chantier. De plus, si les terrassements ne sont pas effectués dans de bonnes conditions, ils nécessiteront immanquablement des travaux supplémentaires afin d'obtenir une portance EV2 de 30 MPa sur la plate-forme finie.

Ainsi, les terrassements devront être interrompus dès l'arrivée de la pluie et les fonds de forme refermés au moyen d'une niveleuse et d'un compacteur avec une pente de l'ordre de 2 % orientée vers un exutoire.

Si cela n'était pas réalisé, il faudrait assainir la plate-forme en substituant l'épaisseur de la couche en état hydrique élevé, de faible portance par de la GNT mise en œuvre sur un non tissé.

La présence de blocs, maçonneries, ouvrages ou obstacles enterrés pourra engendrer des difficultés de terrassements mais devront être purgés obligatoirement afin d'éviter tout phénomène de "point dur".

## 5.2 – Pentes et soutènements

Le projet ne prévoit ni talutage, ni soutènement.

D'une façon générale, pour les déblais, il conviendra d'assurer la stabilité des pentes par des ouvrages de soutènement ou des talutages, si les contraintes d'emprise le permettent.

## 5.3 – Précautions vis-à-vis des eaux souterraines

Le projet ne prévoit pas de niveau enterré.

Mais, quoi qu'il en soit, il y a aura lieu de prévoir un drainage adapté permettant de conserver l'écoulement naturel des eaux souterraines.

En cas de vide-sanitaire, celui-ci devra être correctement drainé pour éviter les stagnations d'eau sous la maison.

## 6 – Aléas identifiés

- Présence de limons de compacité faible à médiocre en tête de certains sondages.
- Présence de sols sensibles à l'eau (les limons notamment).
- Forte variation de l'altimétrie du toit rocheux.
- Méconnaissance des niveaux bas projetés pour les logements.

Nous restons à votre disposition pour réaliser des missions complémentaires permettant de réduire ces aléas.

**Ce rapport conclut la mission G1 + G2AVP qui nous a été confiée pour cette affaire.**

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet.

L'ébauche dimensionnelle des fondations superficielles de cette étude est conforme à l'Eurocode 7.

**Selon l'enchaînement des missions au sens de la norme NF94-500 :**

- **l'élaboration du projet nécessite une mission de type G2PRO,**
- **les plans d'exécution et note de calcul doivent être établis dans le cadre d'une mission G3,**
- **et une mission G4 de suivi d'exécution des travaux doit être réalisée.**

**FONDASOL reste à la disposition du maître d'ouvrage et des autres intervenants, pour participer à toute mission d'assistance technique complémentaire pour la conception des fondations et pour contrôler la bonne adaptation des travaux mis en œuvre aux conditions géotechniques du site.**

## 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

## 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire 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).

## 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

## 4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire 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, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

## 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

## 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes.

Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

## 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire 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.

## 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

## 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire 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 inévitables 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 projet). 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 du Prestataire 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.

## 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

### 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

### 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

### 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

### 14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission. Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge, une indemnité fixée à 15% du montant en principal TTC de la créance avec un minimum de 150 euros et ce, à titre de dommages et intérêts conventionnels et forfaitaires. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

### 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

### 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences.

En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

#### Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-I du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Dans le cas où le prestataire intervient en tant que sous-traitant, si le sinistre est supérieur à 3 M€, le client traitant direct et ses assureurs renoncent à tout recours contre le Prestataire et ses assureurs.

#### Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

### 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

### 18. 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 du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

juillet 2014

## Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique 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 : Etude géotechnique préalable (G1)		<b>Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)</b>		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	<b>Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	<b>Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)</b>		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 ( <i>choix constructifs</i> )
	PRO	<b>Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	DCE/ACT	<b>Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT</b>		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	<b>Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)</b>	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)</b>	Etude 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 ( <i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i> )	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	<b>Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)</b>	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)</b>	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
<b>A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant</b>	Diagnostic	<b>Diagnostic géotechnique (G5)</b>		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

**Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante**

Février 2014

## Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

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.

### ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PRELABLE (G1)

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

#### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

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

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

#### Phase DCE / ACT

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

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

### ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

#### ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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 GEOTECHNIQUE 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 avoisnants 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.

### A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

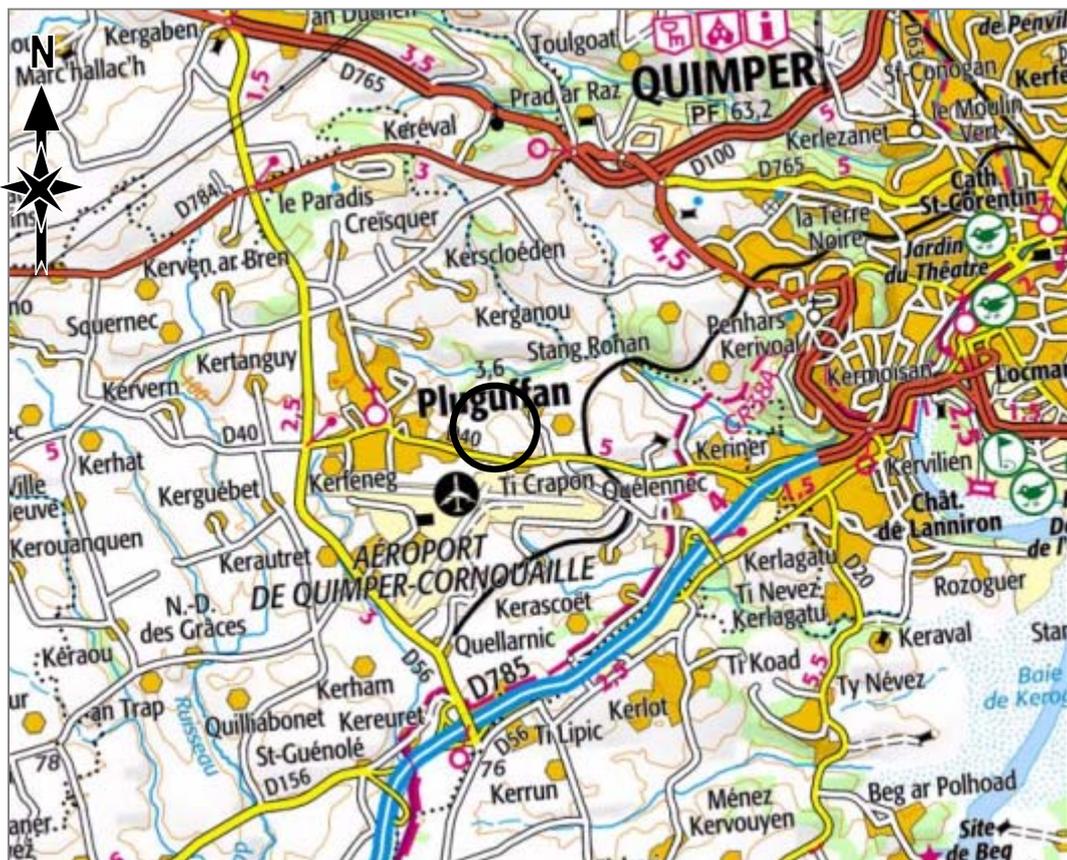
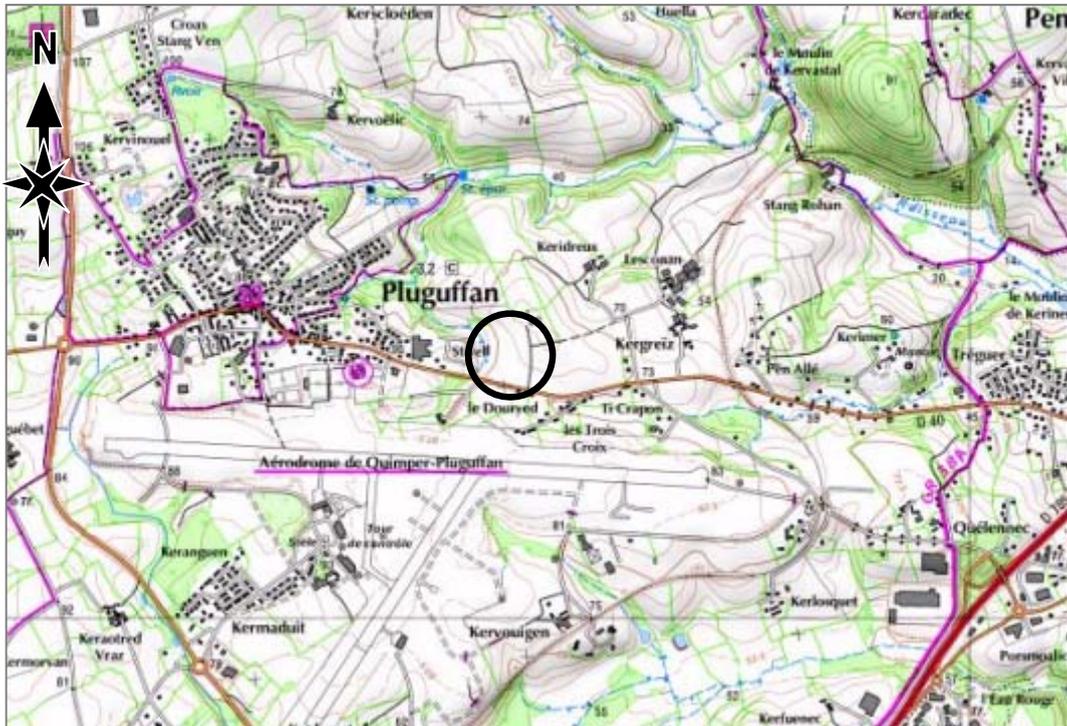
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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).

Février 2014

**Annexes**







La cartographie du potentiel du radon des formations géologiques établie par l'IRSN conduit à classer les communes en 3 catégories :

### Catégorie 1

Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires (bassin parisien, bassin aquitain) et à des formations volcaniques basaltiques (massif central, Polynésie française, Antilles...).

Dans les communes à potentiel radon de catégorie 1, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent  $100 \text{ Bq.m}^{-3}$  et moins de 2% dépassent  $400 \text{ Bq.m}^{-3}$ .

### Catégorie 2

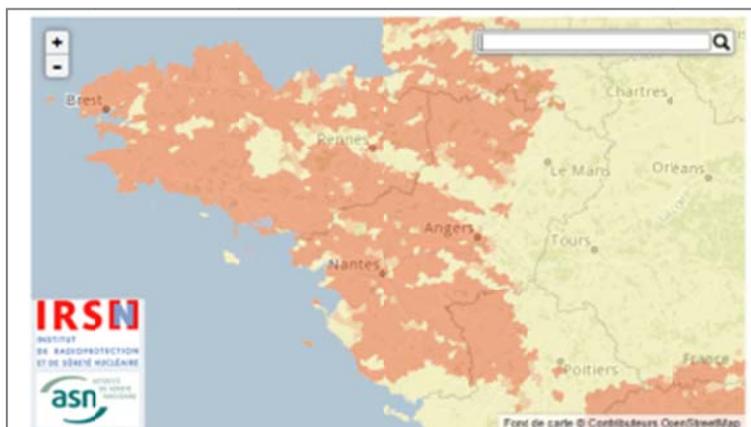
Les communes à potentiel radon de catégorie 2 sont celles localisées sur des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faibles mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments.

Les communes concernées sont notamment celles recoupées par des failles importantes ou dont le sous-sol abrite des ouvrages miniers souterrains... Ces conditions géologiques particulières peuvent localement faciliter le transport du radon depuis la roche jusqu'à la surface du sol et ainsi augmenter la probabilité de concentrations élevées dans les bâtiments.

### Catégorie 3

Les communes à potentiel radon de catégorie 3 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant des teneurs en uranium les plus élevées. Les formations concernées sont notamment celles constitutives des grands massifs granitiques français (massif armoricain, massif central, Guyane française...), certaines formations volcaniques (massif central, Polynésie française, Mayotte...) mais également certains grès et schistes noirs.

Dans les communes à potentiel radon de catégorie 3, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que dans le reste du territoire. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que plus de 40% des bâtiments de ces communes dépassent  $100 \text{ Bq.m}^{-3}$  et plus de 6% dépassent  $400 \text{ Bq.m}^{-3}$ .



Depuis 2002 et 2008, la réglementation française oblige **certains ERP** (écoles, établissements sanitaires et sociaux...) et **lieux de travail souterrains** (grottes, voies de stationnement et de circulation...), situés dans les **31 départements identifiés comme prioritaires**, à mesurer leur concentration en radon. Les mesures doivent être réalisées par des professionnels agréés, et conformément aux normes en vigueur. Et si cette valeur est supérieure à  $400 \text{ Bq/m}^3$ , à mettre en œuvre des actions de remédiation, c'est-à-dire des travaux visant à réduire la teneur en radon.

**Concernant l'habitat, un décret est en cours d'adoption**, qui devrait rendre obligatoire le dépistage chez les particuliers. Le seuil retenu est différent ( $300 \text{ Bq/m}^3$ ), sur la base des dernières recommandations internationales. Le Haut Conseil de santé publique (HCSP) a donné un avis favorable en mars 2010 au seuil de  $300 \text{ Bq/m}^3$  retenu par la DGS pour l'habitat et les lieux ouverts au public.

### I - Contrainte de calcul sous charge verticale centré

#### I.1 - Contrainte nette du terrain sous la fondation superficielle

Selon la norme NF P 94-261, la contrainte de rupture du sol nette a pour expression :

$$q_{\text{net}} = k_p \cdot P_{\text{le}}^* \cdot i\delta \cdot i\beta \quad \text{ou} \quad q_{\text{net}} = k_c \cdot q_{\text{ce}} \cdot i\delta \cdot i\beta$$

(méthode pressiométrique)                      (méthode pénétrométrique)

Avec :

- $k_p, k_c$  : facteurs de portance
- $P_{\text{le}}^*$  : pression limite nette équivalente
- $q_{\text{ce}}$  : résistance de pointe équivalente
- $i\delta$  : coefficient de réduction lié à l'inclinaison du chargement
- $i\beta$  : coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus

les valeurs de  $i\delta$  et  $i\beta$  sont données dans l'annexe D de la norme, elles sont égales à 1 pour une charge verticale et un terrain plat

#### I.2 - Contrainte caractéristique du terrain sous la fondation superficielle

La contrainte caractéristique verticale  $q_{v;k}$  est déduite de  $q_{\text{net}}$  par application d'un coefficient de modèle  $\gamma_{R;d,v}$  égal à 1,2.

$$q_{v;k} = \frac{q_{\text{net}}}{1,2}$$

#### I.3 - Contrainte de calcul

On note :

- $q_d$  : contrainte sous fondation relative aux charges de structure, poids du béton de fondation compris
- $q_0$  : contrainte verticale effective dans le sol au niveau de la base de la fondation en faisant abstraction de celle-ci

La contrainte de calcul doit vérifier :

<b>aux Etats Limites Ultimes</b>	$q_d - q_0 \leq \frac{q_{v;k}}{1,4} = q_{v;d}$
<b>aux Etats Limites de Service</b>	$q_d - q_0 \leq \frac{q_{v;k}}{2,3} = q_{v;d}$

## I.2 - Tassements par la méthode pressiométrique

Selon l'annexe H de la norme P94-261, le tassement final d'une fondation s'exprime par la relation :

$$sf = \left( \frac{\alpha_c B \lambda_c}{E_c} + \frac{2B_o}{E_d} \left( \lambda_d \frac{B}{B_o} \right)^{\alpha_d} \right) \frac{(q' - \sigma'_{v0})}{9}$$

Où :

$E_c, E_d$  : modules pressiométriques représentatifs de la couche compressible située sous la fondation ( $E_c$  : domaine sphérique,  $E_d$  : domaine déviatorique)

$\alpha_c, \alpha_d$  : coefficients rhéologiques dans les domaines sphérique et déviatorique

$\lambda_c, \lambda_d$  : coefficients de forme fonction du rapport L/B

où :        L = Longueur de semelle  
              B = Largeur de semelle

$B_o$  : largeur de référence égale à 0,6 m

$\sigma'_{v0}$  : contrainte verticale effective dans le sol au niveau de la base de la fondation avant travaux

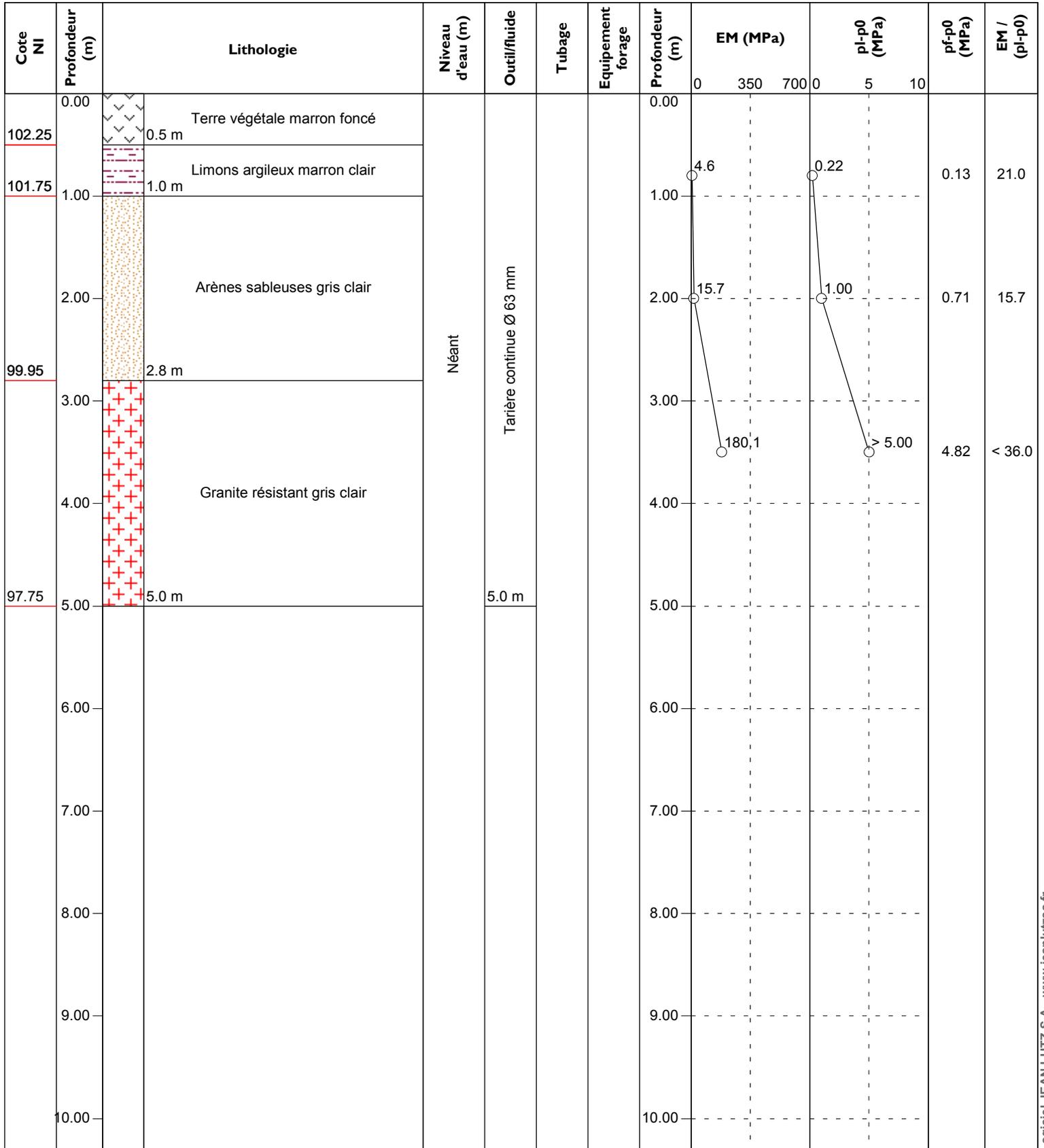
$q'$  : contrainte verticale moyenne, calculée à l'ELS quasi-permanent, appliquée au sol par la fondation

Les valeurs de calcul de  $E_c$  et  $E_d$  sont calculées conformément à l'annexe H de la norme P94-261.



## Résultats des sondages

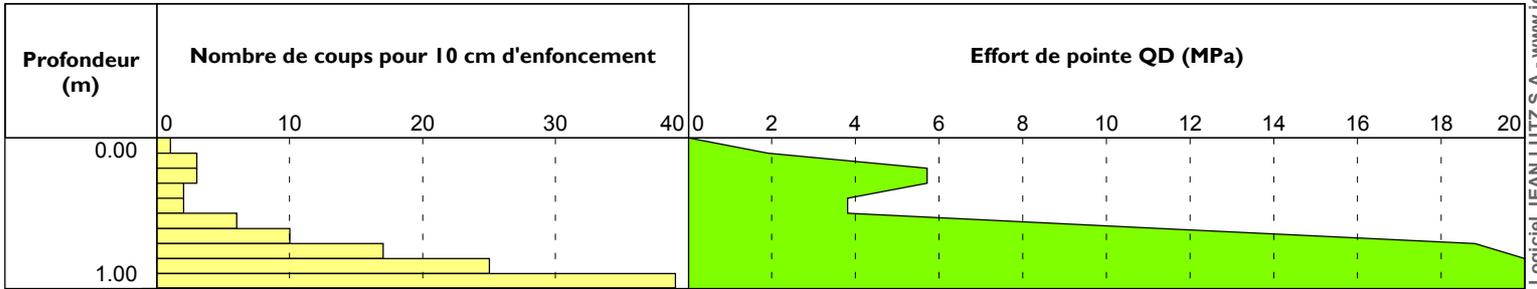
Cote NI	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Equipement forage	Profondeur (m)	EM (MPa)			pf-p0 (MPa)	EM / (pl-p0)			
								0	350	700					
102.60	0.00 - 0.7	Terre végétale marron foncé					0.00								
102.00	0.7 - 1.3	Arènes sableuses gris clair					1.00	17.3		1.34	0.91	12.9			
	1.3 - 2.0	Granite résistant gris clair	Néant	Tarière continue Ø 63 mm			2.00	280.4		> 5.00	4.82	< 56.1			
	2.0 - 3.0														
	3.0 - 4.0														
98.30	4.0 - 5.0						5.00	540.2		> 5.00	4.84	< 108.0			
	5.0 - 6.0						6.00								
	6.0 - 7.0						7.00								
	7.0 - 8.0						8.00								
	8.0 - 9.0						9.00								
	9.0 - 10.0						10.00								



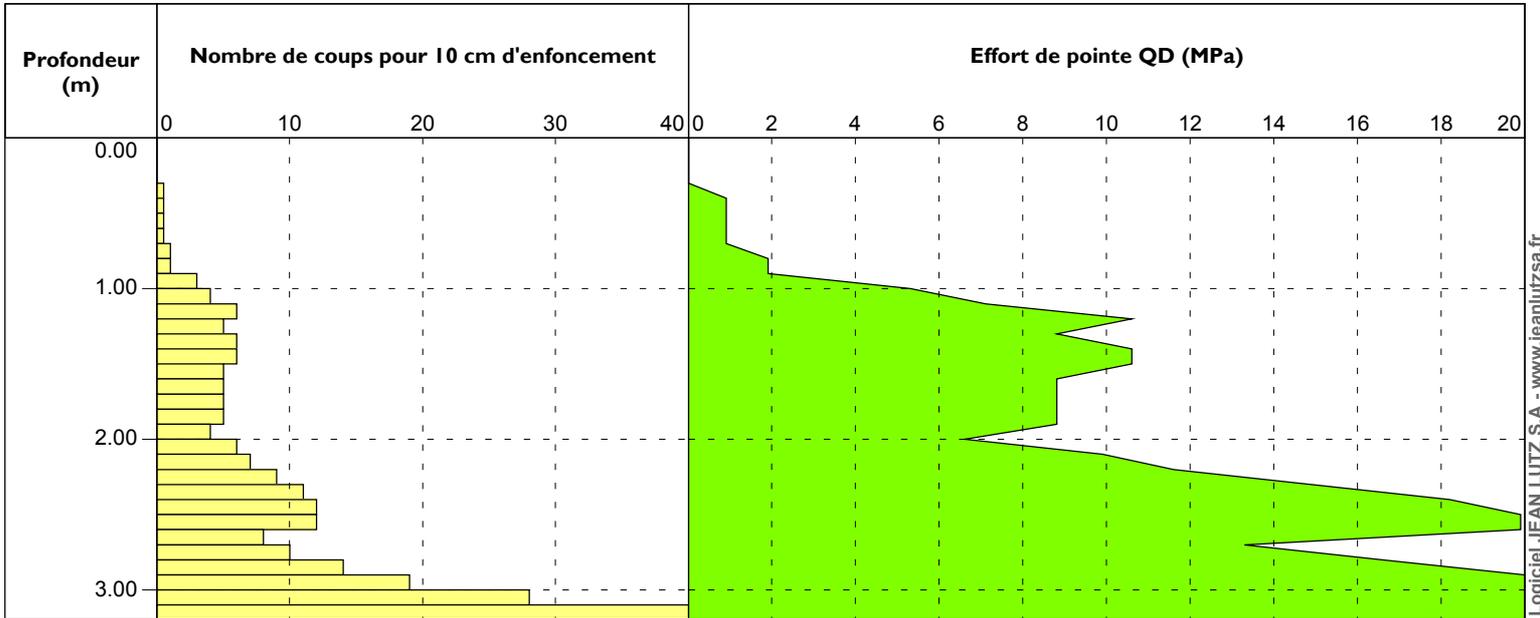
Cote NI	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outillage	Tubage	Equipement forage
102.70	0.00	Terre végétale marron foncé	Néant	Tarière continue Ø 63 mm		
	1.00					
	2.00	Granite résistant beige clair-jaune				
	3.00					
	4.00					
98.30	5.00			5.0 m		

Cote NI	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Equipement forage
103.25	0.00	Terre végétale marron foncé				
	0.5 m					
102.75	1.00	Limons argileux marron clair				
	1.0 m					
	2.00	Arènes sablo-graveleuses beiges évoluant vers le granite altéré à résistant	Neant	Tarière continue Ø 63 mm		
	3.00					
	4.00					
98.75	5.00			5.0 m		

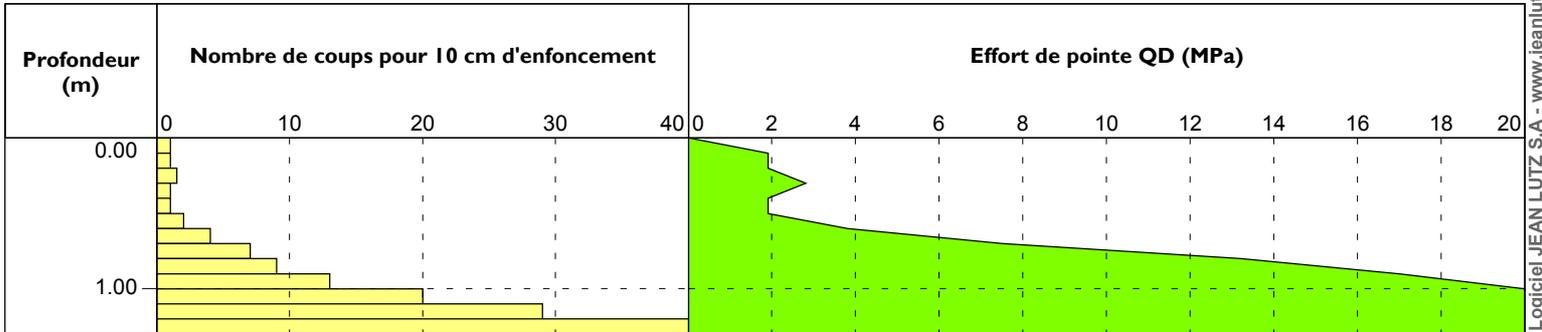
Cote NI	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Equipement forage
102.60	0.00	Terre végétale marron foncé	Néant	Tarière continue Ø 63 mm		
	0.6 m					
102.10	1.00	Limons argilo-graveleux marron clair				
	1.1 m					
	2.00	Arènes sablo-graveleuses beiges évoluant vers le granite altéré à résistant				
	3.00					
	4.00					
98.20	5.00					



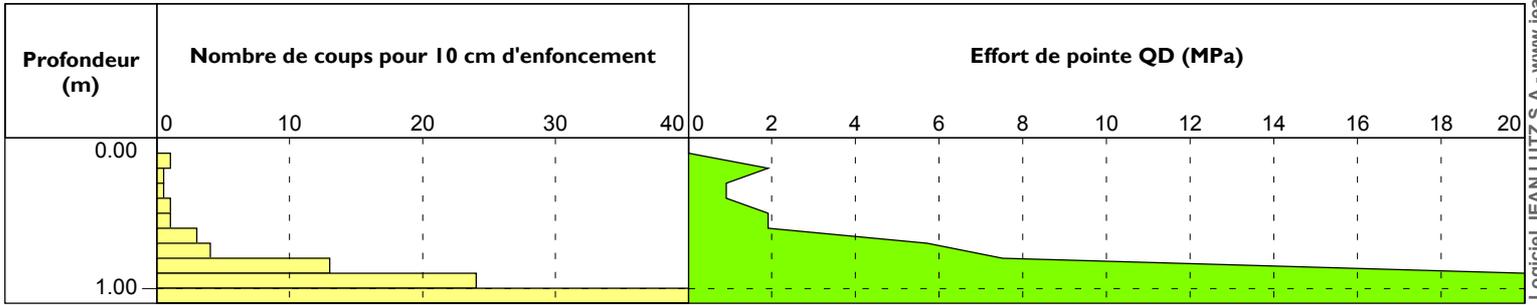
Refus du pénétromètre dynamique à 1,0 m de profondeur



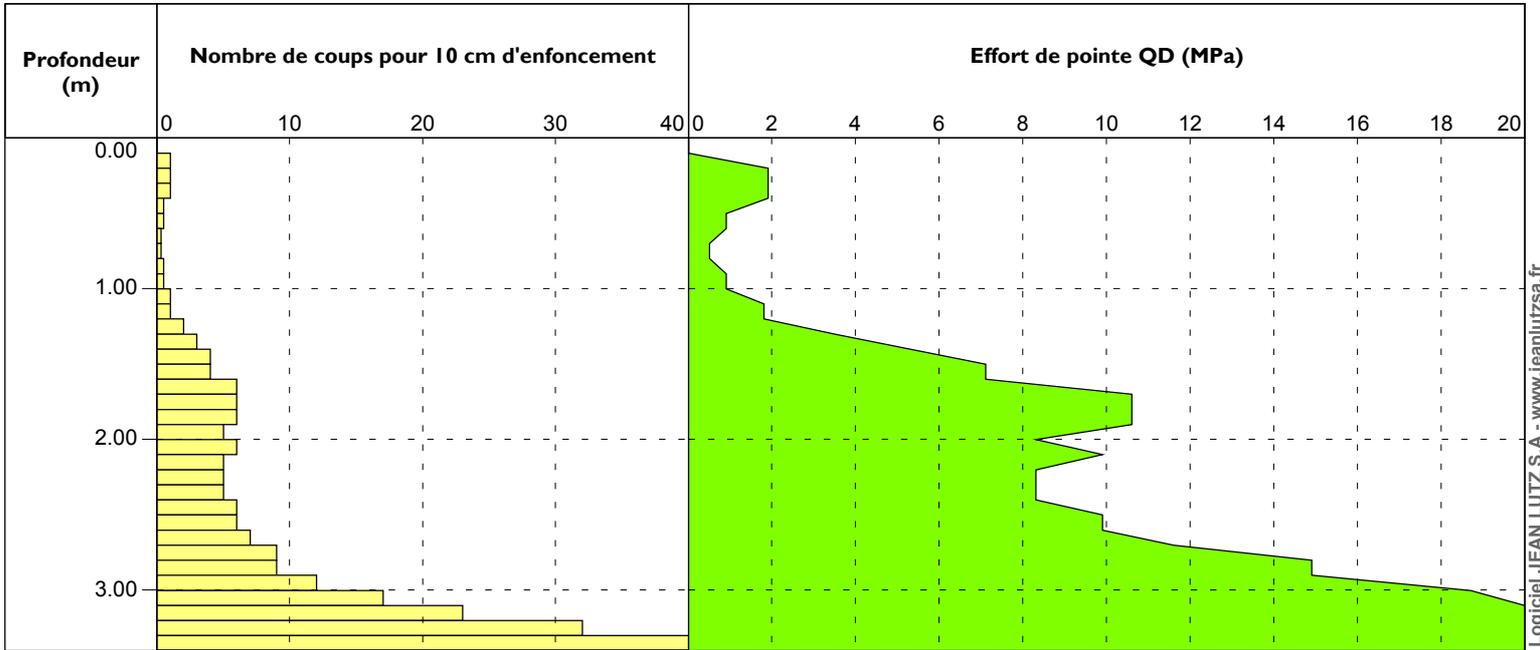
Refus du pénétromètre dynamique à 3,2 m de profondeur



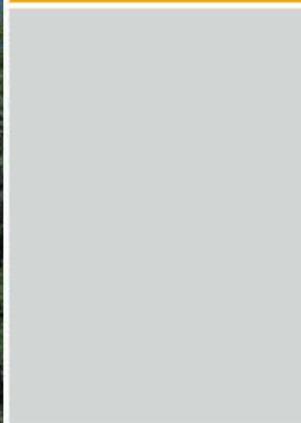
Refus du pénétromètre dynamique à 1,3 m de profondeur



Refus de pénétrömètre dynamique à 1,1 m de profondeur



Refus du pénétromètre dynamique à 3,4 m de profondeur



13 rue Maupertuis – 29200 BREST

☎ 02 98 41 46 90 – 📠 02 98 41 44 86

✉ [brest@fondasol.fr](mailto:brest@fondasol.fr)

💻 [www.fondasol.fr](http://www.fondasol.fr)

