

**fondasol**

TERRITOIRE(S) D'EXIGENCE

Marseille Tél. 04 42 03 42 00



FA.17.0188 - Pièce n° 001



**EUROMÉDITERRANÉE**

**MARSEILLE (13)**

**Groupe Scolaire RUFFI**

**Etude géotechnique G2 PRO**

# Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
				Nom, Visa	Nom, Visa
0	26/02/2018	19	1 <sup>ère</sup> diffusion	C. MARTIN	R. VALLENTIN
A					
B					
C					

REV		0	A	B	C	REV		0	A	B	C
PAGE						PAGE					
1	x					41					
2	x					42					
3	x					43					
4	x					44					
5	x					45					
6	x					46					
7	x					47					
8	x					48					
9	x					49					
10	x					50					
11	x					51					
12	x					52					
13	x					53					
14	x					54					
15	x					55					
16	x					56					
17	x					57					
18	x					58					
19	x					59					
20						60					
21						61					
22						62					
23						63					
24						64					
25						65					
26						66					
27						67					
28						68					
29						69					
30						70					
31						71					
32						72					
33						73					
34						74					
35						75					
36						76					
37						77					
38						78					
39						79					
40						80					

<b>1. Présentation de notre mission</b>	<b>4</b>
1.1 – Mission selon la norme NF P 94-500	4
1.2 – Normes et Documents de référence	4
1.3 – Documents à notre disposition pour cette étude	4
<b>2. Descriptif général du site et du projet</b>	<b>5</b>
2.1 – Description du site	5
2.2 – Enquête documentaire	6
2.3 – Description générale du projet	6
2.4 – Descentes de charges	6
<b>3. Synthèse géotechnique</b>	<b>8</b>
3.1 – Lithologie	8
3.2 – Caractéristiques mécaniques	8
3.3 – Niveaux d'eau	8
<b>4. Pré-dimensionnement des pieux</b>	<b>9</b>
4.1 – Facteur de portance pressiométrique	9
4.2 – Portance	9
4.3 – Résistance intrinsèque en compression	10
4.4 – Tassements	10
4.5 – Reprise des efforts horizontaux	11
4.6 – Exemple de ferrailage	13
<b>6. Dispositions constructives et aléas</b>	<b>14</b>
6.1 – Terrassements	14
6.2 – Fondations	14
6.4 – Niveau bas	15
6.5 – Aléas subsistants à l'issue de l'étude	15
<b>Conditions Générales</b>	<b>16</b>
<b>Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>17</b>
<b>Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>18</b>

## I. Présentation de notre mission

Il est envisagé la construction d'un groupe scolaire, entre la rue Ruffi et l'avenue Roger Salengro, à MARSEILLE (33).

L'étude de projet géotechnique a été confiée par EUROMEDITERRANEE à FONDASOL suite à l'acceptation du devis DE.FA.17.12.014.

### I.1 – Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit de la phase PRO de la mission G2 au sens de la norme NF P 94-500 (Missions Géotechniques Types – Révision Novembre 2013). Les objectifs de notre rapport sont de développer les points suivants :

- Faire la synthèse du contexte géotechnique,
- Pré-dimensionner les ouvrages géotechniques,
- Donner les recommandations particulières de conception, d'exécution et de suivi liées aux ouvrages et aux particularités du,
- Définir les éventuels aléas ou anomalies qui subsistent à l'issue de l'étude.

### I.2 – Normes et Documents de référence

Les normes françaises d'application de l'Eurocode 7 relatives au calcul géotechnique sont à appliquer. Les Eurocodes 8 sont à appliquer pour la détermination des actions sismiques.

#### Documents de référence :

- Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Justification des ouvrages géotechniques :
  - NF P 94-262 : Fondations profondes,
  - NF P 94-282 : Ouvrage de soutènement – Ecrans.
- Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme :
  - Partie I : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments,
  - Partie V : Fondations, ouvrages de soutènement et aspect géotechniques.

### I.3 – Documents à notre disposition pour cette étude

Pour la réalisation de cette mission, nous nous sommes appuyés principalement sur les documents suivants :

- Rapport de mission G2 AVP – GINGER,
- Plans APD,
- Notice descriptive,
- Mémoire explicatif,
- Descentes de charge sur les pieux.

## 2. Descriptif général du site et du projet

### 2.1 – Description du site

Le site est à Marseille, entre la rue de Ruffi et l'avenue Roger Salengro :



Il était initialement occupé par un terrain vague et des hangars. L'ensemble de la parcelle a depuis été terrassée (constructions démolies) :



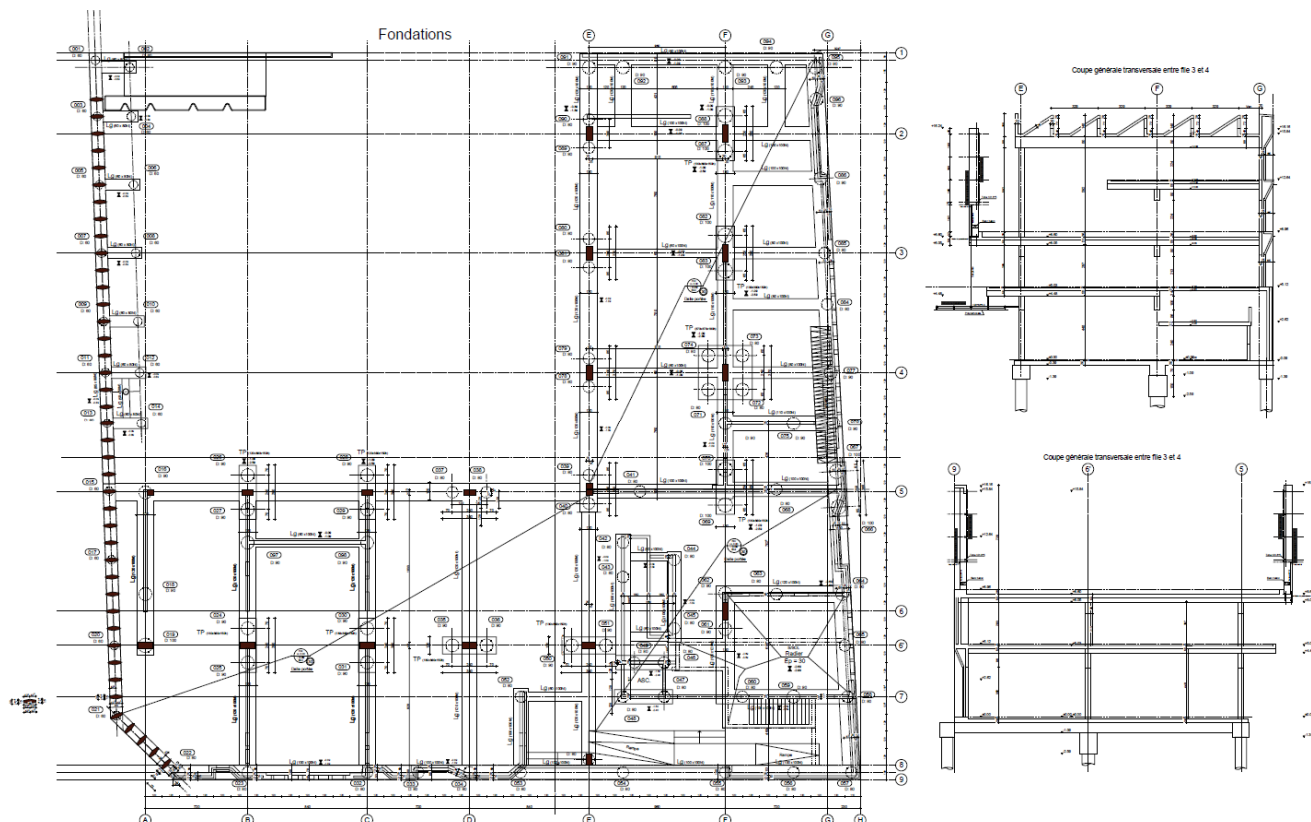
## 2.2 – Enquête documentaire

Pour rappel, l'enquête documentaire menée en G2 AVP permet de définir :

- Géologie : Alluvions récentes molles (Fz) sur substratum Stampien (g2),
- Retrait-gonflement des argiles : aléa a priori nul,
- Inondation : aléa de nappe sub-affleurante.
- Séisme : zone 2 (faible)

## 2.3 – Description générale du projet

Le projet concerne la construction d'une école maternelle en RDC et d'une école primaire en R+3.



Une solution de fondations profondes a été retenue.

## 2.4 – Descentes de charges

A partir des descentes de charge fournies, il a été retenu les pieux extrêmes dans le cadre de ce pré-dimensionnement :

- Pieux les plus chargés verticalement en situation courante ou sismique (n°70 et 83),
- Pieux les moins chargés verticalement en situation courante ou sismique (n°2 et 91),
- Pieux les plus chargés horizontalement en situation courante ou sismique (n°36 et 38),
- Pieu les moins chargé horizontalement en situation courante et sismique (n°1),
- Les pieux n°77 et 79 à la demande de l'entreprise.

Ces différents cas ont été déterminés en considérant :

- ELS =  $G + Q$
- ELU =  $1,35.G + 1,5.Q$
- Sismique 1 =  $G + 0,3.Q + Ex + 0,3.Ey + 0,3.Ez$
- Sismique 2 =  $G - (Ex + 0,3.Ey + 0,3.Ez)$

Ainsi on obtient :

Pieu	ELS		ELU		Sismique 1		Sismique 2	
	H (kN)	V (kN)	H (kN)	V (kN)	H (kN)	V (kN)	H (kN)	V (kN)
1	0	-112	0	-151	15	20	15	-244
2	0	-17	0	-23	17	-136	18	103
36	12	-2525	16	-3456	1228	-1557	1234	-2961
38	36	-1963	50	-2683	514	-1529	523	-2019
70	6	-3333	8	-4558	986	-5771	980	-240
83	12	-4251	17	-5839	574	-3976	591	-3385
91	8	-1001	11	-1361	738	-4339	725	2456
77	9	-1261	13	-1726	452	275	466	-2536
79	20	-1970	28	-2699	423	-1971	393	-1519

Ces descentes de charge sont à valider par le BET structure.

### 3. Synthèse géotechnique

#### 3.1 – Lithologie

Les sondages réalisés en G2 AVP permettent de définir la succession relativement homogène de couche suivante :

- De 0 à 2m : Remblais de blocs dans une matrice sablo-argileuse à limoneuse,
- De 2 à 22m : Alluvions graveleux à sableux dans une matrice argilo-limoneuse,
- Au-delà : Substratum Stampien composé de marnes, grès ou poudingues

#### 3.2 – Caractéristiques mécaniques

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

	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression limite nette Pl* (MPa)	Pression de fluage Pf* (MPa)	Coefficient rhéologique $\alpha$	Frottement axial unitaire $q_s$ (kPa) (*)
Remblais	11	1,3	1,0	2/3	négligé
Alluvions	5	0,7	0,5	2/3	23
Substratum	300	5,0	4,7	1/2	170

(\*) Le frottement axial considéré pour des pieux forés tubés à virolle perdue (classe I, catégorie 3) dans les alluvions et pour des pieux forés simples dans le substratum (classe I, catégorie I)

#### 3.3 – Niveaux d'eau

Lors des investigations, il a été rencontré des niveaux d'eau non stabilisé entre 4,5m et 5m de profondeur.

Sans un suivi piézométrique, les niveaux de nappe ne peuvent pas être établis, toutefois, le contexte de la zone permet de considéré en première approche une nappe courant situé à ces profondeurs (sous les niveaux bas du projet) avec de possible remonté en période défavorable.

Le PPRI place le site en zone violette pour le débordement du ruisseau des Aygalades, impliquant la réalisation d'un planché porté à minimum 45cm au-dessus du niveau de l'axe de la chaussée.



## 4. Pré-dimensionnement des pieux

Les pieux devront traverser les remblais et alluvions afin de s'ancrer dans le substratum Stampien sur au moins 3 diamètres. On prévoira un tubage dans les alluvions de faibles caractéristiques et des moyens lourds (type trépan) pour s'ancrer dans le substratum très compact.

### 4.1 – Facteur de portance pressiométrique

Le facteur de portance pressiométrique est déterminé en fonction de l'ancrage dans la couche de base des pieux et du diamètre de ces derniers. On pourra retenir dans le substratum un maximum  $k_{p,max} = 1,45$  (pour un ancrage dans cette couche de 5 diamètres). Pour un ancrage minimal de 3 diamètres, on retiendra  $k_p = 1,27$ .

### 4.2 – Portance

La capacité portante des pieux est déterminée selon la procédure « modèle de terrain » telle que décrite dans la norme NF P 94-262, en utilisant la méthode pressiométrique (annexe F de la norme).

Le pré-dimensionnement est réalisé en considérant les diamètres de pieux  $\Phi 600\text{mm}$ ,  $\Phi 800\text{mm}$  et  $\Phi 1000\text{mm}$ . Ainsi, on obtient :

Pieu	Diamètre du pieu	Longueur d'ancrage dans le substratum	Longueur totale du pieu
1	$\Phi 600$	1,8m	23,8m
2	$\Phi 600$	1,8m	23,8m
36	$\Phi 800$	2,4m	24,4m
38	$\Phi 800$	2,4m	24,4m
70	$\Phi 1000$	3,0m	25,0m
83	$\Phi 1000$	3,5m	25,5m
91	$\Phi 800$	7,0m	29,0m
77	$\Phi 600$	1,8m	23,8m
79	$\Phi 800$	2,4m	24,4m

Remarque : Dans le cas du pieu 91, la longueur est conditionnée par un effort de traction important sur le pieu en situation sismique. Pour le même diamètre, les efforts de compression sismique ne nécessitent que 3m d'ancrage (longueur totale de 25m).

Ainsi pour les différents pieux retenus, les capacités portantes et résistances à la traction sont les suivantes :

Pieu	$k_p$	Portance ELS $R_{c;cr;d}$		Portance ELU $R_{c;d}$	
		Quasi-permanent	Caractéristique	Fondamental	Accidentel
$\Phi 600 - 23,8\text{m}$	1,27	1 369 kN	1 673 kN	2 324 kN	2 556 kN
$\Phi 800 - 24,4\text{m}$	1,27	2 240 kN	2 738 kN	3 856 kN	4 242 kN
$\Phi 800 - 29,0\text{m}$	1,45	3 392 kN	4 145 kN	5 594 kN	6 153 kN
$\Phi 1000 - 25,0\text{m}$	1,27	3 320 kN	4 058 kN	5 767 kN	6 344 kN
$\Phi 1000 - 25,5\text{m}$	1,315	3 518 kN	4 300 kN	6 086 kN	6 695 kN

Pieu	Traction ELS $R_{t;cr;d}$		Traction ELU $R_{t;d}$	
	Quasi-permanent	Caractéristique	Fondamental	Accidentel
Φ 600 – 23,8m	531 kN	723 kN	812 kN	889 kN
Φ 800 - 24,4m	802 kN	1 094 kN	1 227 kN	1 344 kN
Φ 800 - 29,0m	1 527 kN	2 082 kN	2 337 kN	2 560 kN
Φ 1000 - 25,0m	1 121 kN	1 528 kN	1 715 kN	1 879 kN
Φ 1000 - 25,5m	1 219 kN	1 662 kN	1 866 kN	2 044 kN

L'ensemble de ces pieux permet de vérifier la portance sous les descentes de charge verticales du projet.

Remarque :

Les pieux isolés sous appuis seront a priori espacés de plus de 3 diamètres. Si cela n'est pas le cas, un coefficient  $C_e$  devra être déterminé pour tenir compte d'un effet de groupe.

Les frottements négatifs ne sont considérés qu'en cas de tassements des sols compressibles (sous le poids d'un remblai par exemple). Dans notre cas, la couche compressible n'étant pas sollicitée, ce phénomène ne devrait pas se produire.

### 4.3 – Résistance intrinsèque en compression

La résistance intrinsèque des pieux à la compression est estimée en considérant :

- un béton C35/45 ( $f_{ck} = 35$  MPa)
- armés toute hauteur ( $\alpha_{cc} = 1$ )
- un contrôle renforcé lors de l'exécution ( $k_3 = 1,2$ )
- $k_1 = 1,3$
- $k_2 = 1,05$

On obtient alors :

	ELS	ELU
Contrainte admissible	9,2 MPa	20,5 MPa
Effort normal de compression Φ 600	2 610 kN	5 800 kN
Effort normal de compression Φ 800	4 640 kN	10 311 kN
Effort normal de compression Φ 1000	7 250 kN	16 111 kN

Ces valeurs restent supérieures aux descentes de charge verticales considérées.

### 4.4 – Tassements

Les tassements ont été analysés à l'aide du logiciel FOXTA (module TASPIE+) en considérant un module de béton à long terme  $E = 10$  GPa.

Ce module permet de calculer le comportement d'une fondation profonde en intégrant le volume de sol qui lui est associé.

Ces calculs sont basés sur les lois de Franck et Zao, établissant les relations entre déplacement du pieu et frottement latéral, et la mobilisation de la pointe en fonction du déplacement (ces lois sont décrites dans l'annexe L de la norme NF P 94-262).

On obtient ainsi pour les dimensions de pieux précédentes sous les descentes de charge ELS :

Pieu	Tassements
2 (Φ 600)	< 1mm
77 (Φ 600)	7mm
91 (Φ 800)	3mm
36 (Φ 800)	10mm
70 (Φ 1000)	9mm
83 (Φ 1000)	12mm

Soit des tassements compris entre 0 et 1,5cm. Il conviendra de s'assurer que de tels différentiels sont acceptables par la structure.

#### 4.5 – Reprise des efforts horizontaux

Le comportement des pieux sous efforts horizontaux est soumis à des lois de mobilisation de la réaction des sols telles que décrites dans l'annexe I de la norme NF P 94-262.

On s'assurera pour le dimensionnement que :

- Les contraintes engendrées dans le sol restent inférieures à la pression de fluage du sol ( $P_f^*$ ) aux ELS et inférieures à la pression limite du sol ( $P_l^*$ ) aux ELU et ELA.
- Les déformations restent admissibles en tête de pieux.

Les efforts et déformations induites ont été obtenus par modélisation sur le module Piecoef+ du logiciel Foxta en considérant les pieux les plus sollicités horizontalement.

Il a été considéré que est des pieux dont la rotation est bloquée en tête avec :

- ELS et ELU : sollicitations de longue durée, avec un module de béton de 10 GPa,
- Sismique : sollicitations très brèves, avec un module de béton de 30 GPa.

On retiendra :

##### **Pieu 77 (Φ600) :**

- Déformations : < 1mm
- Moment maximum induit :
  - o ELS : 10 kN.m (7 kN.m si libre en tête)
  - o ELU : 14 kN.m (9 kN.m si libre en tête)
  - o Sismique : 558 kN.m (372 kN.m si libre en tête)
- Contrainte maximal dans le terrain :
  - o ELS : 7 kPa
  - o ELU : 10 kPa
  - o Sismique : 331 kPa

##### **Pieu 36 (Φ800) :**

- Déformations : < 1mm
- Moment maximum induit :
  - o ELS : 17 kN.m (11 kN.m si libre en tête)
  - o ELU : 23 kN.m (15 kN.m si libre en tête)
  - o Sismique : 1929 kN.m (1386 kN.m si libre en tête)
- Contrainte maximal dans le terrain :
  - o ELS : 8 kPa

- ELU : 10 kPa
- Sismique : 549 kPa

**Pieu 38 (Φ800) :**

- Déformations : 1mm
- Moment maximum induit :
  - ELS : 52 kN.m (33 kN.m si libre en tête)
  - ELU : 72 kN.m (46 kN.m si libre en tête)
  - Sismique : 818 kN.m (516 kN.m si libre en tête)
- Contrainte maximal dans le terrain :
  - ELS : 23 kPa
  - ELU : 32 kPa
  - Sismique : 233 kPa

**Pieu 91 (Φ800) :**

- Déformations : < 1mm
- Moment maximum induit :
  - ELS : 12 kN.m (8 kN.m si libre en tête)
  - ELU : 16 kN.m (10 kN.m si libre en tête)
  - Sismique : 1154 kN.m (728 kN.m si libre en tête)
- Contrainte maximal dans le terrain :
  - ELS : 5 kPa
  - ELU : 7 kPa
  - Sismique : 329 kPa

**Pieu 70 (Φ1000) :**

- Déformations : < 1mm
- Moment maximum induit :
  - ELS : 11 kN.m (7 kN.m si libre en tête)
  - ELU : 14 kN.m (9 kN.m si libre en tête)
  - Sismique : 1907 kN.m (1182 kN.m si libre en tête)
- Contrainte maximal dans le terrain :
  - ELS : 2 kPa
  - ELU : 3 kPa
  - Sismique : 303 kPa

**Pieu 83 (Φ1000) :**

- Déformations : < 1mm
- Moment maximum induit :
  - ELS : 21 kN.m (13 kN.m si libre en tête)
  - ELU : 30 kN.m (19 kN.m si libre en tête)
  - Sismique : 1143 kN.m (709 kN.m si libre en tête)
- Contrainte maximal dans le terrain :

- ELS : 4 kPa
- ELU : 6 kPa
- Sismique : 182 kPa

Remarque : L'effort critique de flambement minimal pour les pieux définis est de 17 500 kN >> efforts normaux sur les pieux. L'effort normal sur le pieu n'ajoute pas au moment maximum considéré et implique une déformation latérale supplémentaire inférieur au millimètre.

#### 4.6 – Exemple de ferrailage

Il conviendra de faire réaliser les vérifications structurelle sous sollicitations latérales (effort tranchant et moment de flexion) par un BET structure.

Les pieux reprendront des efforts horizontaux et seront donc armés toute hauteur. Le ferrailage devra être réalisé conformément aux dispositions constructives des Eurocodes 2 avec un enrobage minimal de 7cm.

A titre informatif, pour les pieux étudiés, on obtient les ferrailages suivants :

Pieu	Sollicitations courantes	Sollicitations sismiques
77	6 HA20 + cerces HA10 espacées de 35cm	6 HA32 + cerces HA20 espacées de 25cm
36	9 HA20 + cerces HA10 espacées de 25cm	Passage en $\Phi 900$ : 14 HA32 + cerces HA20 espacées de 15cm
38		9 HA25 + cerces HA16 espacées de 20cm
91		11 HA32 + cerces HA16 espacées de 20cm
70	12 HA20 + cerces HA10 espacées de 20cm	13 HA32 + cerces HA20 espacées de 25cm
83		12 HA20 + cerces HA14 espacées de 20cm

Remarque : Les sollicitations sismiques telles que définies impliquent des ferrailages lourds. Ce sont ces ferrailages qui doivent être retenus dans le cas d'un dimensionnement sismiques (adaptations possibles en conservant les ordres de grandeur, dans le respects des règles eurocodes).

**Attention :** Dans le cas du pieu 36, l'importance du ferrailage nécessaire implique d'augmenter la section du pieux ( $\Phi 900$  par exemple).

## 6. Dispositions constructives et aléas

### 6.1 – Terrassements

Les terrassements seront exécutés en dehors des périodes de pluie.

Les terrassements pourront se faire à l'aide d'engins de terrassements traditionnels.

Les fonds de terrassements seront fermés chaque soir avec des formes de pente permettant l'évacuation des eaux météoriques. Une plateforme en matériaux insensibles à l'eau sera mise en place pour permettre la circulation de chantier (cloutage).

Les pentes des terrassements seront de 3 (base) pour 2 (hauteur) pour l'aménagement des éventuels ouvrages enterrés. Les talus seront qui plus est protégés des intempéries par des polyanes.

### 6.2 – Fondations

Le dimensionnement des fondations et des structures sera confié à un BET structure spécialisé.

Conformément au tableau ci-dessous (NF P 94-262), pour des fondations sollicitées en traction et en compression, on veillera à réaliser un essai de conformité ou un essai de contrôle.

Tableau 8.9.2 — Essais à réaliser pour des fondations profondes sollicitées en traction ( $F_{t,d} > 0,15R_s$ )

Classe de conséquence	Catégorie géotechnique	Pieux de classe 1 à 7 hormis les pieux de catégorie 10 et 15 (Annexe A)	Micropieux ou pieux de classe 8 et pieux de catégorie 10 et 15 (Annexe A)
1	1	—	Essai de contrôle
	2	Essai de conformité	Essai de conformité
2	2	<u>ou</u> Essai de contrôle	<u>ou</u> Essai de contrôle
	3	Essai préalable dans les sols argileux ( $lp > 20$ )	Essai préalable dans les sols argileux ( $lp > 20$ )
3	3	Essai de conformité <u>et</u> Essai de contrôle	Essai de conformité <u>et</u> Essai de contrôle

La réalisation d'un essai de traction préalable poussée à la rupture est recommandée pour la précision des  $q_s$ .

Pour la réalisation des pieux, il conviendra d'utiliser un type et une puissance de matériel adaptés à la nature et à la résistance des formations à traverser pour atteindre les fiches des pieux en respectant les ancrages dans le Stampien définis précédemment.

Les paramètres de forage et d'injection seront enregistrés et contrôlés à l'avancement afin de s'assurer de l'ancrage et de l'intégrité des pieux. Dans le cadre d'un contrôle renforcé, on veillera également à ausculter l'un des pieux par transparence.

Il sera nécessaire de tuber dans les remblais et les alluvions. L'utilisation d'un trépan sera probablement nécessaire dans le Stampien compacts. Une tarière creuse est envisageable en prenant garde à la forabilité dans le Stampien.

Il conviendra de s'assurer que les vibrations émises n'engendrent pas de désordres sur les constructions voisines.

Aucun remblaiement n'est actuellement prévu sur le site. Dans le cas contraire des efforts parasites (frottements négatifs et efforts horizontaux) devront obligatoirement être pris en compte et des tassements seront à prévoir. Une étude spécifique sera nécessaire pour quantifier ces phénomènes.

## 6.4 – Niveau bas

Les niveaux bas du projet seront des dalles portées situées à minima à 45cm au-dessus du niveau de l'axe de la chaussée.

## 6.5 – Aléas subsistants à l'issue de l'étude

Les sollicitations sismiques sont dimensionnantes pour le ferraillement des pieux. Les ferraillements lourds peuvent également impliquer une nécessité d'augmentation de section des pieux (cf. le cas du pieu 36). Le dimensionnement de chaque pieu devra se faire en tenant compte de cela.

Si des parties enterrées sont envisagées pour le projet, celles-ci devront être cuvelées et dimensionnées aux sous-pressions dans le cas d'une remontée de nappe exceptionnelle à +20cm au-dessus du TN. En considérant un niveau de sous-sol descendu à 2,5m sous le niveau du TN cela représente une sous-pression de l'ordre de 30 kPa.

Il semble qu'un futur projet soit prévu avec des sous-sols en mitoyenneté du notre. Ce projet devra prévoir un mode de soutènement adapté pour ne pas décompresser les sols autour des pieux, les tassements et mouvements occasionnés risquant de créer des efforts parasites sur ces derniers. Dans le cas de création de fondations profondes, les fondations des deux projets devront être espacées d'un minimum de 3 diamètres pour ne pas interférer entre elles.

---

*Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique de projet G2 phase projet confiée à Fondasol.*

*Selon la norme NF P 94-500, elle doit être suivie de la phase d'Assistance à Contrat de Travaux limitée aux seuls ouvrages géotechniques consistant notamment en :*

- rédaction des éléments géotechniques nécessaires à l'élaboration d'un DCE (soit éléments de CCTP, BPU, et DQE),*
- assistance pour l'analyse technique des offres des entreprises.*

*Cette mission devra être suivie d'une mission d'études et de suivi géotechniques d'exécution G3 à la charge de l'entreprise. En parallèle, une mission de supervision G4 pourra être missionnée par le maître d'ouvrage*

L'acceptation de l'offre de FONDASOL implique celle des présentes conditions générales. En cas de contradiction entre certaines clauses des présentes conditions générales et des conditions particulières émises par FONDASOL, ces dernières prévalent sur les présentes conditions générales. Dans le cas d'une acceptation d'un nouveau contrat, ces conditions générales feront partie intégrante de ce contrat.

### ARTICLE I – OBJET ET NATURE DES PRESTATIONS

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis de FONDASOL. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.

Par référence à la norme NF P 94-500 des missions géotechniques, il appartient au maître de l'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser par un homme de l'art compétent toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception et à l'exécution de l'ouvrage. Les missions G1, G2, G3 et G4 doivent être réalisées successivement pour suivre les phases d'élaboration et d'exécution du projet. La mission d'investigation est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation ; elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. Les missions G5 engagent le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés.

### ARTICLE II – RECOMMANDATIONS

L'étude géotechnique repose sur les renseignements relatifs au projet communiqués et sur un nombre limité de sondages et essais qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. Les conclusions géotechniques ne peuvent 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.

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, doivent être portés à la connaissance de FONDASOL ou signalés au géotechnicien chargé de la mission G 4 de suivi géotechnique d'exécution, afin que les conséquences sur la conception géotechnique ou les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art. En cas d'incident important survenant en cours d'exécution des travaux, notamment glissement, dommages aux avoisinants ou existants, dissolution, remblais évolutifs, FONDASOL doit impérativement être avertie pour valider les conclusions géotechniques antérieures à l'événement ou les remettre en cause le cas échéant.

Les cotes des différentes formations géologiques sont données par rapport à un repère dont l'origine est définie dans le rapport géotechnique. Dans l'hypothèse où les cotes ne seraient pas rattachées au Nivellement Général de la France, il appartient aux concepteurs de les recaler dans ce référentiel avant tout remodelage du terrain étudié. Cette condition est essentielle pour la validité du rapport.

De surcroît, les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis ; une étude hydrogéologique spécifique devra être envisagée le cas échéant au stade de la conception de l'ouvrage.

Toute modification apportée au projet et à son environnement nécessite une actualisation, par une nouvelle mission, du rapport géotechnique établi à l'origine et dont la durée de validité est en tout état de cause limitée.

### ARTICLE III – AUTORISATIONS ET FORMALITES

La responsabilité de FONDASOL ne saurait être engagée en cas de dommages causés à la végétation et aux cultures ou à des ouvrages (en particulier, canalisations ou réseaux enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui ont pas été signalés préalablement à ses travaux.

Conformément à l'article 4 du décret n°91-1147 du 14 octobre 1991, modifié par Décret n°2003-425 du 7 mai 2003, il est demandé au maître d'ouvrage de bien vouloir fournir l'implantation des réseaux privés, à liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans et informations concernant la présence éventuelle de ces réseaux, qui ont du lui être transmis en réponse à la Demande de Renseignement réglementaire qu'il a du réaliser conformément au décret cité ci-avant. Ces informations sont indispensables pour procéder aux DICT, dont le délai de réponse est de 15 jours. Sans ces informations, et sans DICT, FONDASOL serait contraint de réaliser des fouilles manuelles de reconnaissance de réseaux souterrains. Certains concessionnaires facturent le repérage des réseaux sur site. Cette prestation, impossible à quantifier dans un devis préliminaire, restera à la charge du maître d'ouvrage.

En application de l'arrêté du 11 septembre 2003, le maître d'ouvrage est tenu de déclarer auprès de la préfecture tous sondages, forages, puits ou ouvrages souterrains, exécutés en vue de la recherche ou de la surveillance d'eau souterraine ou afin d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines.

### ARTICLE IV – DELAIS

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager FONDASOL.

En toute hypothèse, la responsabilité de FONDASOL est dégagée de plein droit en cas de force majeure, d'événements imprévisibles, notamment la rencontre de sols inattendus et la survenance de circonstances naturelles particulières, ainsi que toute cause non imputable au bureau d'études géotechniques du fait du maître de l'ouvrage, de constructeurs ou de tiers, modifiant les conditions d'exécution des travaux géotechniques objet de la commande ou les rendant impossibles.

### ARTICLE V – PRIX

Nos prix sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils seraient réactualisés 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 de bureau, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

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 la visite du site.

Si ces éléments s'avéraient différents en cours de travaux, notamment du fait de la présence de conditions imprévisibles au regard du contexte géologique défini à titre préliminaire dans l'offre en fonction des informations connues, le devis sera modifié.

En cas de désaccord sur les modifications à apporter aux prix unitaires ou nature des prestations, FONDASOL se réserve le droit de dénoncer le contrat sans que le client puisse demander un quelconque dédommagement ou indemnité, les prestations déjà réalisées devant être payées.

Dans l'hypothèse où FONDASOL serait dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation sera facturé aux prix suivants :

- . Travaux de sondage : 1550 euros HT / journée d'équipe
- . Travaux d'ingénierie : 850 euros HT / jour / Homme

### ARTICLE VI – RAPPORT DE LA MISSION

Le rapport géotechnique constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes, établis en deux exemplaires originaux, l'un pour le cocontractant, l'autre conservé par FONDASOL, forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage ou constructeur, notamment pour un projet différent de celui objet de l'étude géotechnique réalisée, ne saurait engager la responsabilité de FONDASOL. A défaut de clause spécifique, la remise du rapport fixe le terme de la mission.

### ARTICLE VII – RESILIATION

La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par FONDASOL au jour de la résiliation.

### ARTICLE VIII – RESPONSABILITES ET ASSURANCES

#### Répartition des risques et responsabilités autres que la responsabilité décennale soumise à obligation d'assurance

FONDASOL 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. FONDASOL 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 FONDASOL qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses.

La responsabilité globale et cumulée de FONDASOL au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée au montant des garanties délivrées par son assureur, dont le client reconnaît avoir eu connaissance, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique.

Il est expressément convenu que FONDASOL 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 ainsi que tout dommage indirect.

#### Assurance décennale obligatoire

FONDASOL 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.241-1 du Code des assurances.

Ce 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 30 M€ (à adapter au cas par cas).

Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer FONDASOL 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 un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel FONDASOL sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée à FONDASOL par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance.

A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières.

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

Les ouvrages d'un montant supérieur, tous corps d'état honoraires compris, à 30 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès de FONDASOL qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance décennale. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

**ARTICLE IX – LITIGES** Pour tous les litiges pouvant survenir entre les parties, seuls les tribunaux d'Avignon, département du siège social de FONDASOL seront compétents nonobstant toute clause contraire

DECEMBRE 2010



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

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et de leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2.

Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9 (de la norme). Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme.

L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre.

Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6 (de la norme).

**Tableau I - Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique**

Étape	Phase d'avancement du projet	Missions d'ingénierie géotechnique	Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques	Prestations d'investigations géotechniques
1	Étude préliminaire Étude d'esquisse	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant-projet (G12)	Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences	Fonction des données existantes et de l'avant-projet
2	Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)	Étude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution
Cas particulier	Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés
* NOTE	À définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante.			

**« Classification des missions types d'ingénierie géotechnique » en page suivante**

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

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

### ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

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

#### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques 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 un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

#### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisnants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

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

#### Phase Projet

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisnants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

#### Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres

### ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES

#### GÉOTECHNIQUES (G3 et G4, distinctes et simultanées)

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

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de

réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

#### Phase Étude

- Définir 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 validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

#### Phase Suivi

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

#### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

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

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

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

#### Phase Supervision du suivi d'exécution

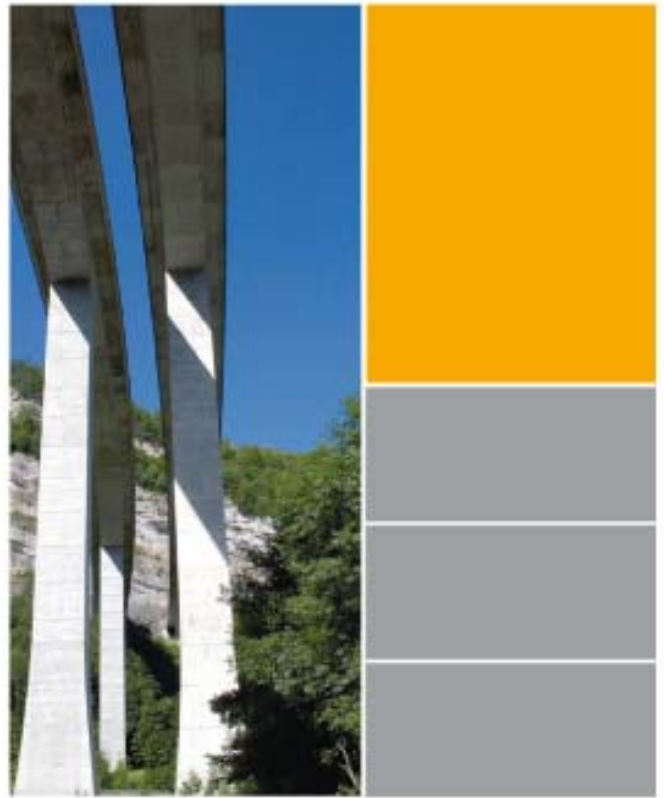
- Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisnants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

#### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- 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, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.



**fondasol**

TERRITOIRES | D'EXIGENCE

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