

RECTORAT de NANCY-METZ

Extension de l'UFR STAPS de Nancy-Vandoeuvre

Étude géotechnique

FTQ.232-A																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">N° AFFAIRE</td> <td style="width: 10%;">CENTRE M N</td> <td style="width: 10%;">ANNÉE 0 4</td> <td style="width: 20%;">N° D'ORDRE 1 3 3</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">E</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>07-07-04</td> <td>E. JANDEL</td> <td>B. VUILLAUME</td> </tr> <tr> <td>INDICE</td> <td>DATE</td> <td>NOM ÉTABLI PAR</td> <td>VISA VÉRIFIÉ PAR</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	N° AFFAIRE	CENTRE M N	ANNÉE 0 4	N° D'ORDRE 1 3 3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">E</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>07-07-04</td> <td>E. JANDEL</td> <td>B. VUILLAUME</td> </tr> <tr> <td>INDICE</td> <td>DATE</td> <td>NOM ÉTABLI PAR</td> <td>VISA VÉRIFIÉ PAR</td> </tr> </table>				E				D				C				B				A	07-07-04	E. JANDEL	B. VUILLAUME	INDICE	DATE	NOM ÉTABLI PAR	VISA VÉRIFIÉ PAR	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">PIÈCE N° 001/001</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PREMIÈRE DIFFUSION</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MODIFICATIONS - OBSERVATIONS</td> </tr> </table>	PIÈCE N° 001/001	PREMIÈRE DIFFUSION	MODIFICATIONS - OBSERVATIONS
N° AFFAIRE	CENTRE M N	ANNÉE 0 4	N° D'ORDRE 1 3 3																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">E</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>07-07-04</td> <td>E. JANDEL</td> <td>B. VUILLAUME</td> </tr> <tr> <td>INDICE</td> <td>DATE</td> <td>NOM ÉTABLI PAR</td> <td>VISA VÉRIFIÉ PAR</td> </tr> </table>				E				D				C				B				A	07-07-04	E. JANDEL	B. VUILLAUME	INDICE	DATE	NOM ÉTABLI PAR	VISA VÉRIFIÉ PAR									
E																																				
D																																				
C																																				
B																																				
A	07-07-04	E. JANDEL	B. VUILLAUME																																	
INDICE	DATE	NOM ÉTABLI PAR	VISA VÉRIFIÉ PAR																																	
PIÈCE N° 001/001																																				
PREMIÈRE DIFFUSION																																				
MODIFICATIONS - OBSERVATIONS																																				

DIRECTION REGIONALE :

FONDASOL Technique
 BP 60 - 67038 STRASBOURG CEDEX 2
 1, rue Evariste Galois - 67201 ECKBOLSHEIM
 Tél. 03 88 76 00 36 - Fax 03 88 78 78 04
 E-mail : strasbourg@fondasol.fr

Agences FONDASOL Technique :

METZ : 1, rue des Couteliers - 57070 METZ - Tél. 03 87 74 96 77 - Fax 03 87 76 95 10 - E-mail : metz@fondasol.fr
 MONTBELIARD : 1, rue Charles Surleau - 25200 MONTBELIARD - Tél. 03 81 91 77 92 - Fax 03 81 91 77 93 - E-mail : montbeliard@fondasol.fr
 NANCY : BP 1053 - 54522 LAXOU - Tél. 03 83 98 34 00 - Fax 03 83 98 33 77 - E-mail : nancy@fondasol.fr
 REIMS : 34, rue Baussonnet - 51100 REIMS - Tél. 03 26 82 13 00 - Fax 03 26 82 40 03 - E-mail : reims@fondasol.fr

Laboratoire :

METZ : 1, rue des Couteliers - 57070 METZ - Tél. 03 87 74 96 77 - Fax 03 87 76 95 10 - E-mail : metz@fondasol.fr

DIRECTION FONDASOL Technique :

BP 767 - 84035 AVIGNON CEDEX 3 - Tél. 04 90 31 23 96 - Fax 04 90 32 59 83 - <http://www.fondasol.fr>
 S.A. au capital de 975 673,71 Euros - SIRET 582 621 561 00098 - 582 621 561 RCS VERSAILLES - N° TVA : FR 84 582621561 - APE 7420C

- FEUILLE DE MISE A JOUR -

FTQ.233-A

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

S O M M A I R E

Page

I - INTERPRÉTATION	5
1°) - <u>CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU SITE</u>	5
1.1) - <u>Analyse géologique</u>	5
1.2) - <u>Analyse hydrologique</u>	6
1.3) - <u>Analyse géotechnique</u>	6
1.4) - <u>Sondage de reconnaissance des fondations du bâtiment administratif (R1)</u>	7
2°) - <u>CARACTERISTIQUES DU PROJET</u>	7
3°) - <u>ANALYSE DES RESULTATS DE L'HYPOTHESE 1 (SP1.1 ET SP2.1)</u>	7
3.1) - <u>Conception</u>	7
3.2) - <u>Fondations sur pieux</u>	8
3.3) - <u>Fondations sur puits</u>	10
4°) - <u>ANALYSE DES RESULTATS DE L'HYPOTHESE 2 (SP1.2 ET SP2.2)</u>	12
4.1) - <u>Conception et niveau d'assise</u>	12
4.2) - <u>Capacité portante aux ELS en tête de béton de rattrapage</u>	12
4.3) - <u>Estimation des tassements</u>	13
4.4) - <u>Recommandations de réalisation</u>	13
5°) - <u>DALLE BASSE</u>	13
6°) - <u>DRAINAGE</u>	14
7°) - <u>VOIRIES</u>	15
II - CONCLUSION	20
ANNEXES	
Contrainte de calcul	22
Plan d'implantation des sondages	25
Coupes géologiques des sondages	27

Le Rectorat de Nancy-Metz a bien voulu nous confier une étude géotechnique dans le cadre de l'extension de l'UFR STAPS de Nancy-Vandoeuvre.

En conséquence, nous avons effectué, conformément à notre devis référencé MN.04.04.49 :

- ❖ 4 sondages de reconnaissance géologique (SP1.1, SP2.1, SP1.2, SP2.2) descendus entre 5 et 16 m de profondeur sous le niveau du terrain actuel, avec réalisation d'essais pressiométriques.
- ❖ 1 sondage de reconnaissance (R1) du niveau d'assise des fondations existantes.

Ces sondages ont été implantés suivant le plan joint.

Le nivellement des points de sondage a été effectué en prenant comme référence $\pm 100,00$, ne niveau fini RDC surélevé du bâtiment administratif de couleur rose

Cette mission est de type G0 pour les sondages et G12 pour l'étude, conformément à la norme NF P 94-500 jointe ci-après.

Des échantillons représentatifs des différentes couches traversées ont été prélevés au fur et à mesure de l'avancement et la résistance mécanique du sol en place a été mesurée au moyen d'essais pressiométriques MENARD (Norme NF-P 94-110).

On trouvera, sur les graphiques ci-joints, les résultats de la reconnaissance de sol et des essais et, ci-après, leur interprétation pour l'étude géotechnique.

I - INTERPRETATION

1°) - CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

Le terrain concerné présente une pente importante en partie haute puis devient sensiblement plat.

1.1) - Analyse géologique

Les sondages ont mis en évidence :

➤ Hypothèse 1 (SP1.1 et SP2.1)

- Des remblais sur une épaisseur totale comprise entre 0,8 m en SP1.1 (structure de chaussée) et 4,7 m en SP2.1 où ceux-ci sont argileux en tête puis sablo-graveleux rosés ensuite.

Nous sommes surpris de constater une épaisseur aussi importante de remblais : il peut s'agir de remblais situés autour d'une canalisation enterrée par exemple.

- Des limons et argiles de faibles capacité rencontrés uniquement en SP1.1 sur 1,7 m.
- Des argiles brunes avec blocs calcaires compactes sur une épaisseur totale de 1,7 m.
- Enfin le substratum marneux rencontré à partir des profondeurs suivantes :

4,2 m en SP1.1

4,7 m en SP2.1

Celui-ci est très altéré en tête du sondage SP1.1 et sa capacité devient bonne à partir de 7 m environ en SP2.1.

Il a été reconnu jusqu'à la base du forage.

➤ Hypothèse 2 (SP1.2 et SP2.2)

- des remblais sur 0,6 à 0,7 m au droit des 2 sondages.
- Des limons et argiles gris vert de faible capacité rencontré uniquement en SP2.2 sur 1,1 m.
- De l'argile marneuse et des argiles banchés de capacité médiocre jusqu'à plus de 2,5 m de profondeur .
- De l'argile marneuse puis des marnes beige-gris puis grise qui deviennent moyennement compactes à partir de 3 m de profondeur et qui ont été reconnues jusqu'à la base du forage.

1.2) - Analyse hydrologique**➤ Hypothèse 1 (SP1.1 et SP2.1)**

Nous avons constaté une petite arrivée d'eau en SP2.1 à 4 m de profondeur dans les remblais sablo-graveleux.

En SP1.1, nous avons constaté en fin de chantier un niveau d'eau à 3,8 m dans les argiles brunes avec blocs calcaires.

➤ Hypothèse 2 (SP1.2 et SP2.2)

Nous n'avons pas constaté de circulations d'eau. Cependant, il ne faut pas oublier que notre intervention s'est déroulée en juin pendant une période sèche.

1.3) - Analyse géotechnique

Les caractéristiques mécaniques mesurées à l'aide d'essais pressiométriques sont :

➤ Hypothèse 1 (SP1.1 et SP2.1)

- **Faibles à moyennes** dans les remblais dont l'épaisseur totale varie entre 0,8 m et 4,7 m (pl comprise entre 0,26 et 1,11 MPa).
- **Moyennes** dans les argiles brunes avec blocs calcaires (pl = 0,93 MPa)
- **Médiocres** en tête de marne (pl = 0,38 MPa)
- **Moyennes à très bonnes** dans les marnes à partir de 6 m de profondeur (pl = de 0,94 à 4,48 MPa).

➤ Hypothèse 2 (SP1.2 et SP2.2)

- **Médiocres** jusqu'à 2 m sous le TN actuel (pl variant entre 0,46 et 0,63 MPa)
- **Bonnes à excellentes** à partir de 3 m sous le TN actuel dans l'argile marneuse et les marnes (pl comprise entre 0,78 et 7 MPa).

1.4) - Sondage de reconnaissance des fondations du bâtiment administratif (R1)

Celui-ci a rencontré un béton s'arrêtant à 2,6 m de profondeur (cote 96,5).

En revanche, le second sondage réalisé à proximité a rencontré une longrine ou un massif s'arrêtant à 0,8 m de profondeur.

En conclusion, le bâtiment existant est fondé :

- soit sur pieux descendus dans les marnes.
- soit sur puits dont le débord est faible et qui sont arrêtés à 2,6 m.

2°) - CARACTERISTIQUES DU PROJET

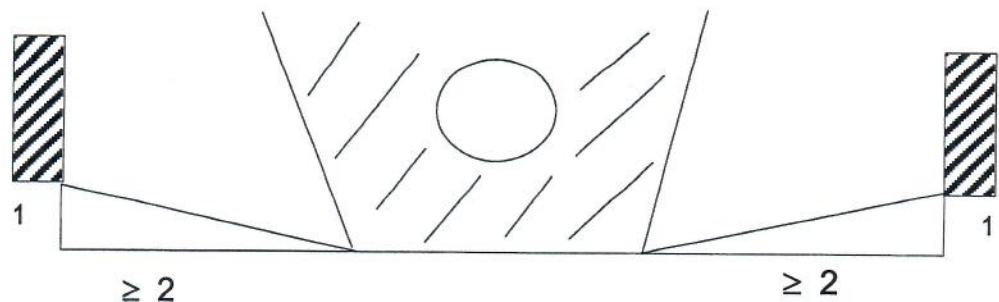
Il est prévu de réaliser une extension qui pourrait être implantée à 2 endroits (hypothèse 1 et 2) sur le site de l'UFR STPAS de Vandoeuvre.

Nous considérons que le niveau fini dalle basse sera également à la cote 100.00.

3°) - ANALYSE DES RESULTATS DE L'HYPOTHESE 1 (SP1.1 ET SP2.1)**3.1) - Conception**

2 types de fondations sont envisageables :

- soit des pieux forés encagés de 6 à 8 m dans les marnes.
- Soit des puits courts légèrement encagés dans les argiles brunes avec blocs calcaires. Cependant, si cette solution est développée, il sera indispensable de définir l'emprise de la zone des remblais associée à SP2.1. : si l'emprise de cette zone est limitée, on pourra réaliser un pontage :



ou l'on devra descendre en tête de marne peu altérée (5,5 m en SP2.1) et s'assurer que le tassement différentiel entre les puits descendus en tête de marne non altérée et ceux arrêtés dans les argiles brunes avec blocs calcaires reste acceptable pour la superstructure.

Nous allons développer ci-après ces 2 types de fondations.

3.2) - Fondations sur pieux

3.2.1 Types de pieux

On utilisera de préférence des pieux forés qui seront provisoirement **tubés** jusqu'aux marnes compactes (jusqu'à 7 m environ en SP2.1).

On pourra utiliser des pieux à la tanière creuse sous réserve que le couple soit suffisant afin de pouvoir traverser d'éventuels bancs calcaires ou zones indurées.

Les pieux seront armés sur toute hauteur s'ils sont soumis à des efforts d'arrachement et au moins sur les 6 premiers mètres s'ils sont soumis à des efforts horizontaux mais en étant toujours comprimés.

3.2.2 Longueur de fiche

Les pieux seront ancrés de 6 à 8 m dans les marnes grises soit une largeur de fiche variant entre 10,7 et 12,7 en SP2.1 par rapport au TN actuel.

3.2.3 Capacité portante

a. terme de pointe à la rupture

- pieux encagés de 6 m dans les marnes :

$$p_l - p_o = \sqrt{3,46 \times 2,6} = 3 \text{ MPa}$$

$$k_p = 1,6$$

$$q_{p'u} = k_p (p_l - p_o) = 4,8 \text{ MPa}$$

Diamètres des pieux	$Q_{p'u}$ (kN)
50 cm	940
60 cm	1 350
70 cm	1 840

- pieux encagés de 8 m dans les marnes :

$$p_l - p_o = \sqrt{2,36 \times 2,64} = 3,4 \text{ MPa}$$

$$k_p = 1,6$$

$$q_{p'u} = k_p (p_l - p_o) = 5,4 \text{ MPa}$$

Diamètres des pieux	$Q_{p'u} \text{ (kN)}$
50 cm	1 050
60 cm	1 520
70 cm	2 070

b. Terme de frottement latéral à la rupture

- de 0 à 4,7 m (zone neutralisée) : $q_{s1} = 0 \text{ kPa}$
- de 4,7 à 7,2 m (marne altérée) : $q_{s2} = 50 \text{ kPa}$
- $\geq 7,2 \text{ m}$ (marne moyennement compacte) : $q_{s3} = 150 \text{ kPa}$

c. Tableaux récapitulatifs

c.1). pieux encagés de 8 m dans les marnes (l = 12,7 m en SP2.1)

Diamètres	Q_U (kN)	Q'_{ELS} (kN)	Q'_{ELU} (kN)
50 cm	2 500	1 100	1 650
60 cm	3 300	1 400	2 100
70 cm	4 150	1 700	2 500

$$Q_U = Q_{p'u} + Q_{s'u}$$

$$Q'_{ELS} = \frac{Q_{p'u}}{3} + \frac{Q_{s'u}}{2}$$

$$Q'_{ELU} = 1,5 Q'_{ELS}$$

c.2). pieux encagés de 6 m dans les marnes (l = 10,7 m en SP2.1)

Diamètres	Q_u (kN)	Q'_{ELS} (kN)	Q'_{ELU} (kN)
50 cm	1 950	800	1 200
60 cm	2 570	1 060	1 590
70 cm	3 270	1 330	2 000

$$Q_u = Q_{p,u} + Q_{s,u}$$

$$Q'_{ELS} = \frac{Q_{p'u}}{3} + \frac{Q_{s'u}}{2}$$

$$Q'_{ELU} = 1,5 Q'_{ELS}$$

Si l'on souhaite disposer d'une capacité portante aux ELS de 5 MPa (capacité portante intrinsèque du béton du pieux), il faudra respecter les encagements suivants dans les marnes :

Diamètres	Q'_{ELS} (kN)	Encagements dans les marnes	L / TN actuel en SP2.1
50 cm	1 000	7,5 m	12,2 m
60 cm	1 400	8 m	12,7 m

d. Recommandations de réalisations

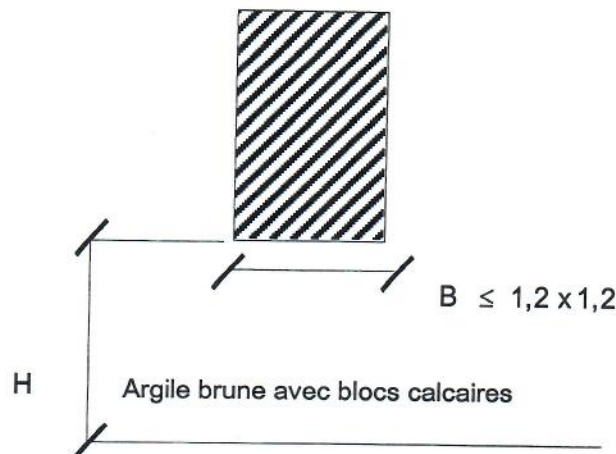
- En cas de rencontre de blocs ou bancs calcaires, on utilisera la tarière rocher ou le carottage
- Vérification soignée de l'encagement demandé dans les marnes
- Curage soigné de la base puis bétonnage aussitôt après à l'aide d'un tube plongeur.

3.3) - Fondations sur puits**3.3.1. Niveau d'assise :**

On respectera un encagement de 0,5 m dans les argiles brunes avec blocs calcaires d'où un niveau d'assise à 3 m en SP1.1.

3.3.2. Capacité portante aux ELS en tête de béton de rattrapage

On aurait ici en vérifiant la condition de non-poinçonnement avec : $B \times B = 1,2 \times 1,2 \text{ m}$



tête de marne altérée

$$p_l - p_o = \frac{0,38 + \overbrace{1,5 \times 0,38}^{0,88 \text{ limité à } 1,5 \times 0,38}}{2} = 0,47 \text{ MPa}$$

$$Q'_{ELS} = \frac{k_p}{S} (p_l - p_o) \left(\frac{1}{1 - 0,3 \frac{H}{B}} \right)^2 + \gamma D$$

$$Q'_{ELS} = \frac{0,9}{3} \times 0,47 \times 2 + 0,02$$

$$Q'_{ELS} = 0,30 \text{ MPa}$$

Soit pour un massif d'emprise au sol $1,2 \times 1,2$:

$$Q'_{ELS} = 400 \text{ kN}$$

3.3.3. Estimation des tassements

Si l'on considère un puits court sollicité aux ELS par une charge de 400 kN en tête, le tassement estimé par la méthode pressiométrique serait de l'ordre de 1,2 cm.

Cette valeur est importante mais reste acceptable si l'on rigidifie correctement le bâtiment. (longrines de forte inertie avec continuité des armatures longitudinales supérieures et inférieures).

3.3.4. Recommandations de réalisation

- Vérification soignée des fonds de fouille afin de s'assurer que l'on repose bien sur des argiles brunes avec blocs calcaires moyennement compacts.
- En cas de venues d'eau, prévoir aussitôt leur évacuation par pompage.
- Le bétonnage s'effectuera en prenant toutes les précautions afin d'éviter la ségrégation du béton (goulotte descendue au fond par exemple).
- Le rattrapage entre les différents niveaux d'assise se fera par redans, tel que : $H/L \leq 2/3$
- On prendra toutes les précautions afin de ne pas déstabiliser les constructions existantes tant en phase provisoire que définitive.

4°) – ANALYSE DES RESULTATS DE L'HYPOTHESE 2 (SP1.2 ET SP2.2)**4.1) - Conception et niveau d'assise**

Du fait de la capacité médiocre des sols sur les 2 premiers mètres, nous recommandons de caler le niveau RDC (ou sous-sol semi enterré) à la cote 100.00. Ce choix permettra de plus d'avoir un accès de niveau pour les 3 bâtiments. De ce fait, le bâtiment sera fondé sur massifs isolés et semelles filantes

On descendra donc à au moins 3 m sous le TN actuel tout en étant constructivement à au moins 1 m sous le niveau fini dalle basse. De plus, on s'assurera d'une protection d'au moins 1 m par rapport au niveau extérieur fini aménagé.

Dans ces conditions, le niveau d'assise par rapport au niveau fini dalle basse sera à 3 m en SP2.2. et constructivement environ à 1 m en SP1.2.

4.2) - Capacité portante aux ELS en tête de béton de rattrapage.

On aurait ici en considérant les résultats du sondage SP2.2. avec :

$$p_l - p_o = \frac{0,76 + 0,96}{2} = 0,86 \text{ MPa}$$

$$k_p = 0,9$$

$$S = 3$$

$$\gamma_D = 0,02 \text{ MPa}$$

$$\text{soit } q'_{ELS} = \frac{k_p}{S} (p_l - p_o) + \gamma_D$$

$$q'_{ELS} = 0,3 \text{ MPa}$$

4.3) - Estimation des tassements

Si l'on considère un massif d'emprise au sol 1,2 x 1,2 m sollicité par une charge de 400 kN aux ELS, le tassement estimé par la méthode pressiométrique serait de l'ordre de 0,5 cm au droit des deux sondages. Ces valeurs restent acceptables.

4.4) - Recommandations de réalisation

- Vérification soignée de la capacité du sol d'assise.
- En cas de venues d'eau, prévoir aussitôt évacuation par pompage.
- Le bétonnage s'effectuera aussitôt après les afin de limiter la décompression du fond de fouille et son altération en cas de venues d'eau.

5°) - DALLE BASSE

➤ Hypothèse 1 (SP1.1 et SP2.1)

Nous recommandons de réaliser un vide sanitaire compte tenu de la différence d'altitude entre le TN actuel ($\approx 99,2$) et le niveau fini dalle (100.0).

➤ Hypothèse 2 (SP1.2 et SP2.2)

On pourra réaliser un dallage aux conditions suivantes :

- Purge des remblais et de la terre végétale
- Mise en place d'un anticontaminant
- Couche de forme constituée de bas en haut par :
 - au moins 40 cm de D3 (0/100 maxi)
 - couche de finition sur 20 cm en D2 (0/31⁵)
- L'épaisseur de la couche en D3 devra permettre d'atteindre en partie supérieure :

$$\left\{ \begin{array}{l} EV2 \geq 50 \text{ MPa} \\ k = \frac{EV2}{EV1} \leq 2 \\ kw \geq 50 \text{ MPa/m} \end{array} \right.$$

Bien entendu, il faudra réaliser une zone test au début du chantier car les sols fins sont sensibles aux fluctuations de teneur en eau.

Les essais à la plaque devront être réalisés par FONDASOL.

Nota : Nous rappelons que les critères définis ci-dessus sont à considérer en tant qu'obligation de résultats et qu'il appartient à l'entreprise de mettre en œuvre des matériaux et épaisseurs adaptés afin de les respecter.

6°) – DRAINAGE

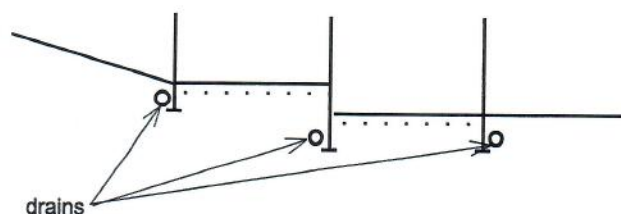
➤ Hypothèse 1 (SP1.1 et SP2.1)

Si le bâtiment est entouré de surfaces étanches (parkings), il ne sera pas indispensable de réaliser un drainage périphérique.

➤ Hypothèse 2 (SP1.2 et SP2.2)

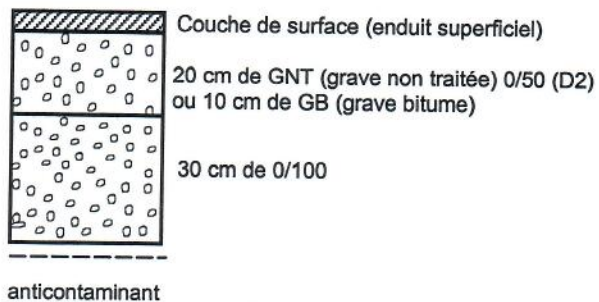
Le drainage sera indispensable et devra descendre sous la base de la couche de forme.

En cas de décrochement, prévoir plusieurs niveaux de drains.

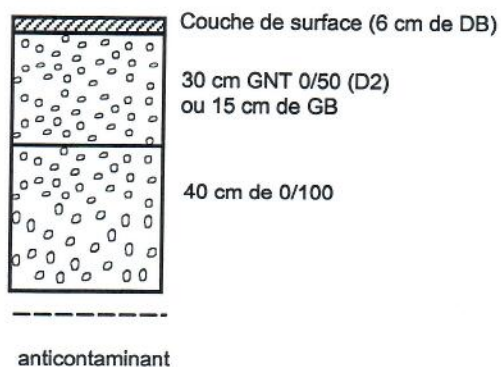


7°) – VOIRIES

▪ Véhicules légers :



▪ Poids lourds :



CONDITIONS GENERALES

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 de type G0 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

Toutes les formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les terrains et chantiers pour effectuer les travaux de reconnaissance de sol sont à la charge du cocontractant de FONDASOL.

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.

Mars 2004

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 travaux de reconnaissances, et l'indice Ingénierie ING pour les missions d'études et de maîtrise d'œuvre paraissant au Moniteur des Travaux Publics, 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

Indépendamment des obligations contractuelles découlant de la convention signée entre les parties, FONDASOL est soumis aux responsabilités découlant du droit commun et de la garantie légale édictée par les articles 1792 et suivants et 2270 du Code civil.

FONDASOL a souscrit les contrats d'assurance la garantissant contre les conséquences pécuniaires de ces différentes responsabilités. Ainsi, **FONDASOL bénéficie d'un contrat d'assurance professionnelle BTP ingénierie, économie de la construction pour toutes les missions géotechniques définies par la norme NFP 94-500, les ouvrages d'un montant supérieur à 20 Millions d'euros H.T. doivent faire l'objet d'une déclaration auprès de FONDASOL qui en référera à son assureur ; à défaut, il serait fait application d'une règle proportionnelle. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante seront supportées par le maître d'ouvrage.**

ARTICLE IX - LITIGES

Pour tous les litiges pouvant survenir entre les parties, seuls les tribunaux de Versailles, département du siège social de FONDASOL seront compétents nonobstant toute clause contraire.

Mars 2004

CLASSIFICATION DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES TYPES (Norme NF P 94-500)

▣ L'enchaînement des missions géotechniques suit les phases d'élaboration du projet.

Les missions G 1, G 2, G 3, G 4 doivent être réalisées successivement.

▣ Une mission géotechnique ne peut contenir qu'une partie d'une mission géotechnique type qu'après accord explicite entre le client et le géotechnicien.

G 0 EXÉCUTION DE SONDAGES, ESSAIS ET MESURES GÉOTECHNIQUES

- Exécuter les sondages, essais et mesures en place ou en laboratoire selon un programme défini dans les missions de type G 1 à G 5 ;

- Fournir un compte rendu factuel donnant la coupe des sondages, les procès-verbaux d'essais et les résultats des mesures.

Cette mission d'exécution exclut toute activité d'étude ou de conseil ainsi que toute forme d'interprétation.

G 1 ÉTUDE DE FAISABILITÉ GÉOTECHNIQUE

Ces missions G 1 excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages qui entre dans le cadre exclusif d'une mission d'étude de projet géotechnique G 2.

G 11 Étude préliminaire de faisabilité géotechnique

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et préciser l'existence d'avoisinants ;
- Définir si nécessaire une mission G 0 préliminaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Fournir un rapport d'étude préliminaire de faisabilité géotechnique avec certains principes généraux d'adaptation de l'ouvrage au terrain, mais sans aucun élément de prédimensionnement.

Cette mission G 11 doit être suivie d'une mission G 12 pour définir les hypothèses géotechniques nécessaires à l'établissement du projet.

G 12 Étude de faisabilité des ouvrages géotechniques (après une mission G 11)

- Phase 1**
- Définir une mission G 0 détaillée, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
 - Fournir un rapport d'étude géotechnique donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour la justification du projet, et les principes généraux de construction des ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, risque de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).
- Phase 2**
- Présenter des exemples de prédimensionnement de quelques ouvrages géotechniques types envisagés (notamment : soutènements, fondations, amélioration des sols).

Cette étude sera reprise et détaillée lors de l'étude de projet géotechnique (mission G 2).

G 2 ÉTUDE DE PROJET GÉOTECHNIQUE

Cette étude spécifique doit être prévue et intégrée dans le cadre de la mission de maîtrise d'oeuvre.

- Phase 1**
- Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
 - Fournir les notes techniques donnant les méthodes d'exécution retenues pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, fondations, dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisinants), avec certaines notes de calcul de dimensionnement, une estimation des quantités, délais et coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques.
- Phase 2**
- 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.

G 3 ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION

- Définir si nécessaire une mission G 0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasage, suivi, contrôle).

Pour la maîtrise des incertitudes et aléas géotechniques en cours d'exécution, les missions G 2 et G 3 doivent être suivies d'une mission de suivi géotechnique d'exécution G 4.

G 4 SUIVI GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION

- Suivre et adapter si nécessaire l'exécution des ouvrages géotechniques, avec définition d'un programme d'auscultation et des valeurs seuils correspondantes, analyse et synthèse périodique des résultats des mesures ;
- Définir si nécessaire une mission G 0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

G 5 DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE

L'objet d'une mission G 5 est strictement limitatif : il ne porte pas sur la totalité du projet ou de l'ouvrage.

G 51 Avant, pendant ou après construction d'un ouvrage sans sinistre

- Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Étudier de façon approfondie un élément géotechnique spécifique (notamment soutènement, rabattement etc...) sur la base des données géotechniques fournies par une mission G 12, G 2 ou G 3, et validées dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans les autres domaines géotechniques de l'ouvrage ;

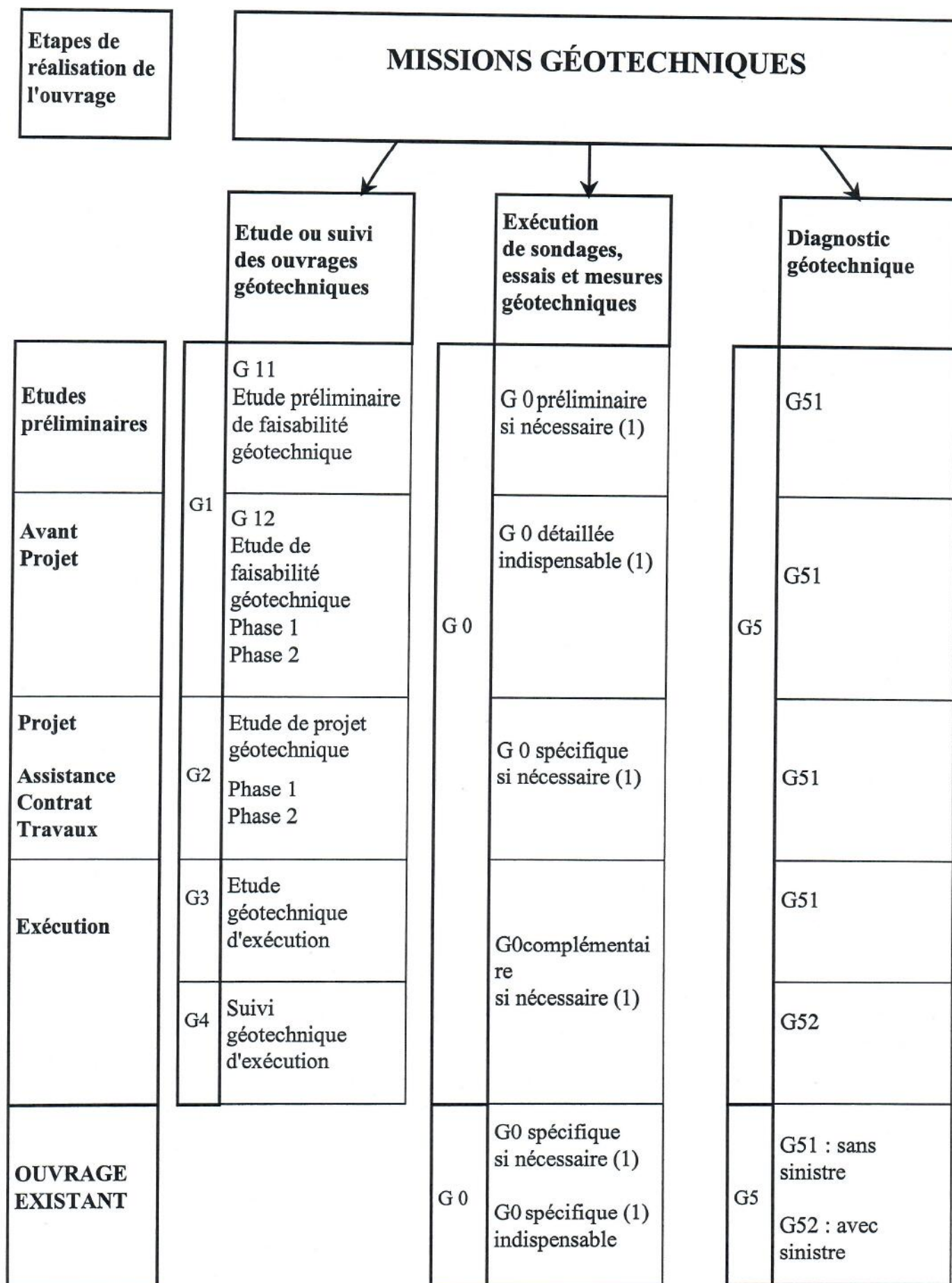
G 52 Sur un ouvrage avec sinistre

- Définir une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
 - Rechercher les causes géotechniques du sinistre constaté, donner une première approche des remèdes envisageables.
- Une étude de projet géotechnique G 2 doit être réalisée ultérieurement.*

Voir le schéma d'enchaînement des missions géotechniques en page suivante

Mars 2004

SCHEMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES (Norme NF P 94-500)



(1) : à définir par le géotechnicien chargé de la mission

Mars 2004

II - CONCLUSION

Les études géotechniques sur les 2 hypothèses mettent en évidence les faits suivants :

- économiquement, l'hypothèse 2 est préférable dans la mesure où elle permet de réaliser des fondations superficielles sur massifs isolés et/ou semelles filantes : celles-ci seront descendues à au moins 3 m sous le TN actuel dans les argiles marneuses ou marnes beige-grise à brun-gris tout en descendant constructivement vers 1 m sous le niveau fini dalle basse à la cote 100.00 et en vérifiant la protection vis à vis des risques de dessiccation (1 m minimum sous le niveau fini extérieur aménagé).

Dans ces conditions, la capacité portante aux ELS est de 0,3 MPa pour un niveau d'assise par rapport au niveau fini dalle basse cote 100.00 à 1 m en SP1.2. et 3 m en SP2.2.

On réalisera un dallage ainsi qu'un drainage périphérique.

- l'hypothèse 1 a mis en évidence des remblais en SP2.1 jusqu'à 4,7 m : il pourrait s'agir d'une canalisation enterrée.

En avant projet, on retiendra par conséquent un mode de fondations profondes (pieux forés tubés) qui descendront par rapport au TN actuel entre 10,7 et 12,7 m en SP2.1. (encagement de 6 à 8 m dans les marnes grises)

Si l'emprise de la zone remblayée en SP2.1. est limitée, on pourrait envisager un mode de fondations sur puits encagés de 0,5 m dans les argiles brunes avec blocs calcaires (niveau d'assise à 3 m en SP1.1.) avec une capacité portante aux ELS de 0,3 MPa en tête de béton de rattrapage.

Nous recommandons la réalisation d'un vide sanitaire afin d'atteindre la cote 100.

Nous restons à la disposition du Rectorat de Nancy-Metz et des différents intervenants pour participer à l'élaboration du projet et à la vérification de la bonne adaptation des travaux mis en œuvre aux conditions de sols.

E. JANDEL

B. VUILLAUME

**A
N
N
E
X
E
S**

CONTRAINTE DE CALCUL

I - DÉFINITION

La contrainte de calcul est définie par la relation :

$$q' = \frac{K_p}{\gamma q} (p_l - p_o) \times i \delta \beta + q'_o$$

où

- q'_u est la contrainte effective de rupture du sol sous charge verticale centrée, en supposant le sol horizontal
- q'_o est la contrainte effective verticale après travaux au niveau de la base de la fondation en faisant abstraction de celle-ci
- $i \delta \beta$ est le coefficient minorateur tenant compte de l'inclinaison de la charge et de la géométrie du sol de fondation
- γq est un coefficient des états limites pour lesquels la fondation doit être justifiée

II - DÉTERMINATION DE LA CONTRAINTE LIMITE ULTIME

La contrainte limite de rupture q'_u ou contrainte ultime est donnée par la relation

$$q'_u - q'_o = K_p \cdot p_{le}^*$$

où

- K_p est le coefficient de portance définissant le rapport des contraintes verticales aux contraintes horizontales. Ce coefficient dépend de la nature du terrain, de la forme de la fondation et de son encastrement relatif $\frac{h_e}{R}$
- p_{le}^* est la pression limite nette équivalente

La pression limite nette étant déduite de la pression limite brute p_l par la relation

$$p_l^* = p_l - p_o$$

avec

$$p_o = u + \sigma'_{vo} \cdot k_o$$

- σ'_{vo} est la contrainte verticale effective dans le sol au niveau de l'essai
- u est la pression interstielle à ce même niveau
- k_o est le coefficient de poussée des terres au repos (en général voisin de 0.5)

III - CONTRAINTE DE CALCUL

Les contraintes de calcul permettant de justifier la fondation aux états limites sont alors établies en considérant

pour la justification aux ELS

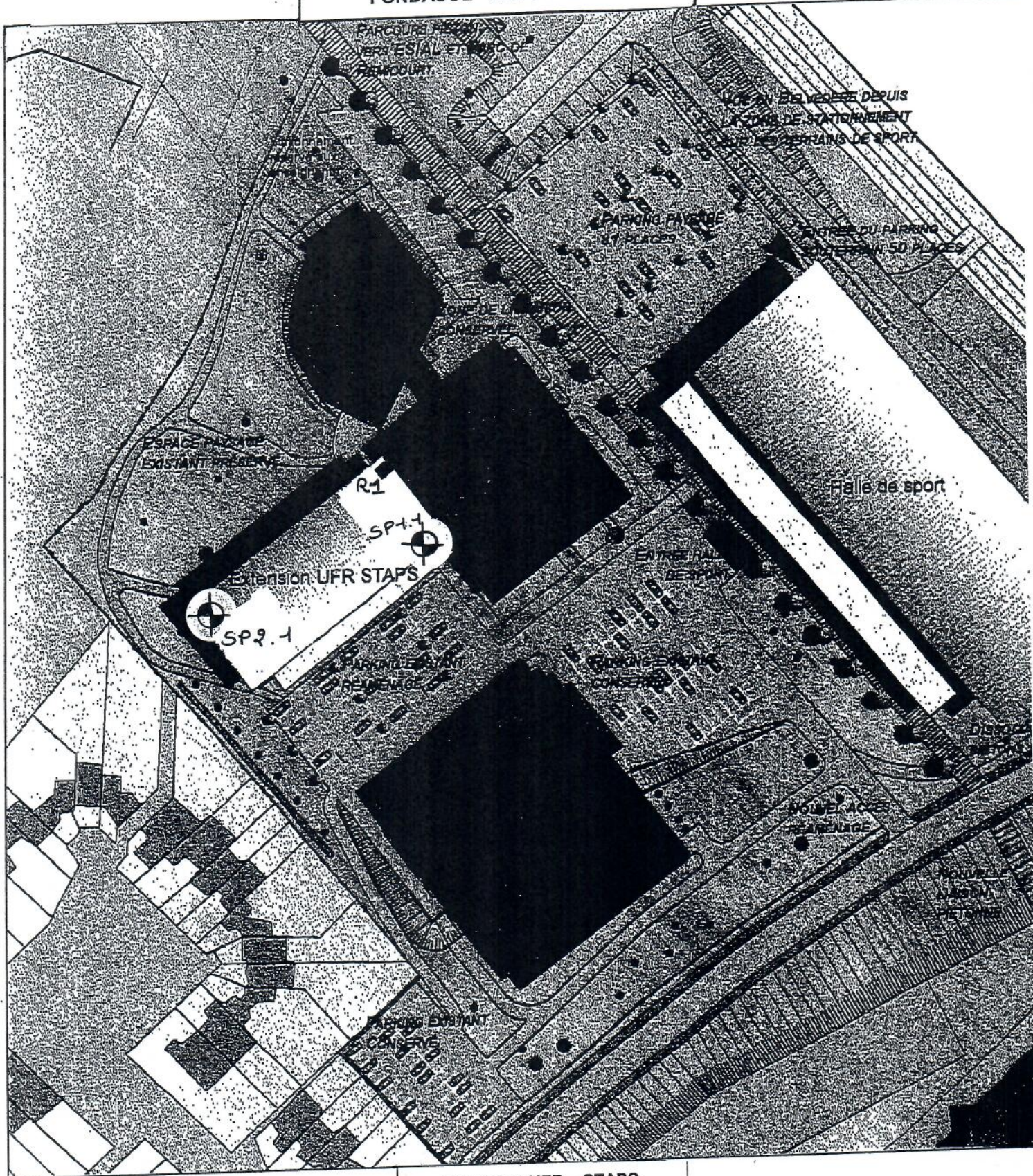
$$\gamma_q = 3$$

pour la justification aux ELU

$$\gamma_q = 2$$



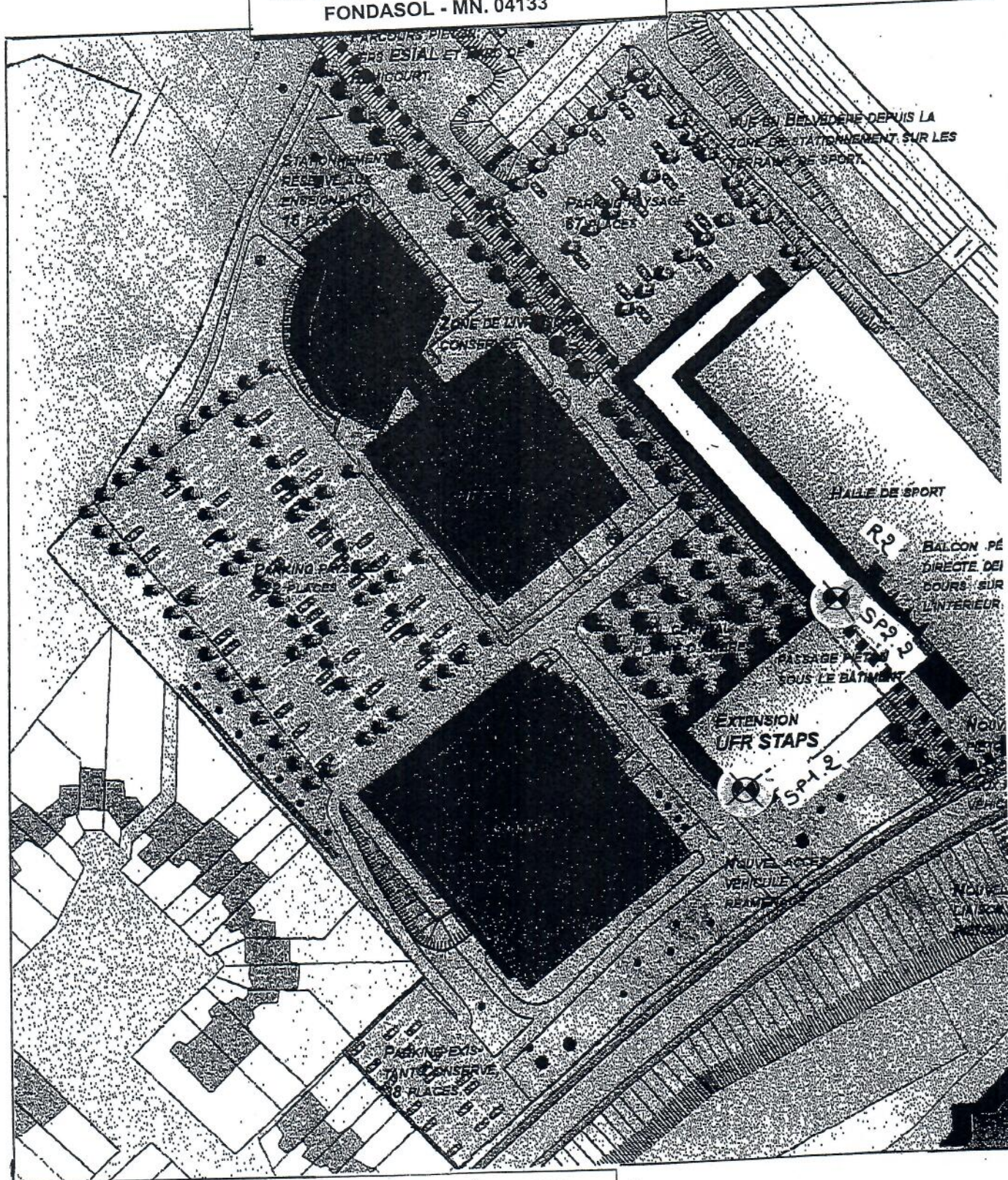
IMPLANTATION DES SONDAGES FONDASOL - MN. 04133



Extension UFR – STAPS

Hypothèse 1

IMPLANTATION DES SONDAGES FONDASOL - MN. 04133



Extension UFR – STAPS
Hypothèse 2

FONDASOL MN.04/133

VANDOEUVRE - extension UFR STAPS

Sondage : SP1.1

Date: 01/06/04

Inclinaison°: 0.

Fichier: SP1.1

COTES	PROFONDEUR	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHELLE DES PROFONDEURS	E_m (MPa)	Pf (MPa)	Pl (MPa)	Po (MPa)	Pl-Po (MPa)
							Ech.: 1/10				
99.10	0.					0					
99.06	0.04	Couche de surface									
		Remblai de laitier									
98.50	0.60										
98.30	0.80	Remblais calcaire									
		Limon verdâtre mou									
97.40	1.70										
		Argile brun beige									
96.60	2.50										
		Argile brune avec blocs calcaires									
94.90	4.20										
		Tête de marne grise altérée									
94.10	5.00										
		Marne grise									
91.10	8.00										

100,00

Carottier vibro-foncé

Ø 68/83 mm

Taillant

$q_{EUS} = 0,3 \text{ MPa}$
en tête de béton de remplissage

Hypothèse 1

Rev.: 1.47

FONDASOL MN.04/133

VANDOEUVRE - extension UFR STAPS

Sondage : SP2.1

Date: 01/06/04

Inclinaison°: 0.

Fichier: SP2.1

COTES	PROFONDEUR	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHELLE DES PROFONDEURS	E_m (MPa)	Pf (MPa)	P1 (MPa)	Po (MPa)	P1-Po (MPa)
							Ech.: 1/10				
99.40	0.					0	10 20 30 40 50 60				
		Remblai argileux	R			1	2.9	0.20	0.33	0.01	0.32
98.00	1.40		R			2	11.0	0.61	1.11	0.02	1.09
		Remblais sablo-graveleux roses	R			3	3.9	0.15	0.55	0.03	0.52
			R			4	13.1	0.62	0.68	0.04	0.64
94.70	4.70		R			5					
94.20	5.20	Tête de marne grise altérée		5.2	5.6	6	34.0	0.41	1.34	0.05	1.29
						7					
						8	53.4	1.59	1.99	0.07	1.92
						9	43.6	2.00	2.67	0.08	2.59
						10					
		Marne grise		Taillant		11	109.	2.82	3.55	0.09	3.46
						12	86.4	2.05	2.75	0.11	2.64
						13	153.	3.59	4.48	0.12	4.36
						14					
						15	146.	2.53	3.05	0.13	2.92
83.40	16.00					16					

Petite arrivée d'eau à 4 m

FONDASOL MN.04/133

VANDOEUVRE - extension UFR STAPS

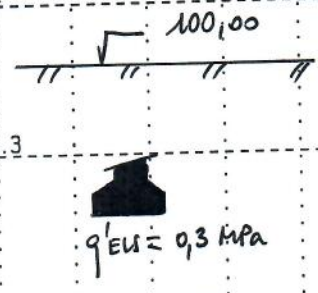
Sondage : SP1.2

Date: 01/06/04

Inclinaison°: 0.

Fichier: SP12

COTES	PROFONDEUR	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHELLE DES PROFONDEURS	E_m (MPa)	Pf (MPa)	P1 (MPa)	Po (MPa)	P1-Po (MPa)
							Ech.: 1/10				
102.40	0.	Terre végétale				0	10 20 30 40 50 60				
102.20	0.20	Remblais argileux									
101.80	0.60										
		Argile bariolée beige grise		Carottier vibro-foncé	Ø 68/83 mm	1	5.9	0.39	0.51	0.01	0.50
						2	14.2	0.34	0.93	0.02	0.91
99.70	2.70		Pas d'eau rencontré	2.7	2.6	3	16.3	0.36	1.26	0.03	1.23
		Marne altérée beige grise				4					
						5	17.1	0.94	1.20	0.04	1.16
97.40	5.00										



Hypothèse 2

Rev.: 1.47

FONDASOL MN.04/133

VANDOEUVRE - extension UFR STAPS

Sondage : SP2.2

Date: 01/06/04

Inclinaison°: 0.

Fichier: SP22

COTES	PROFONDEUR	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	EAU	OUTIL	TUBAGE	ECHELLE DES PROFONDEURS	E_m (MPa)	Pf (MPa)	Pl (MPa)	Po (MPa)	Pl-Po (MPa)
							Ech.: 1/10				
100.00	0.	Remblai argileux	R			0	100,00				
99.30	0.70	Limon verdâtre gris				1	4.0	0.48	0.63	0.01	0.62
98.70	1.30	Argile gris vert				2	5.9	0.34	0.46	0.02	0.44
98.20	1.80	Argile marneuse vert jaune				3	10.7	0.60	0.78	0.03	0.75
97.30	2.70	Argile marneuse brune grise				4	9.7	0.72	1.00	0.04	0.96
94.40	5.60	Marne grise altérée				6	24.1	1.52	1.89	0.05	1.84
93.50	6.50	Marne grise				7	63.8	2.35	3.17	0.07	3.10
						8					
						9	95.3	2.38	>3.1	0.08	>3.1
						10	123	3.99	>6.0	0.09	>6.0
						11					
						12	235	4.02	>6.0	0.11	>6.0
						13	109	4.06	7.05	0.12	6.93
						14					
						15	202	4.05	>6.0	0.13	>6.0
84.00	16.00					16					