



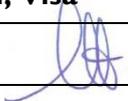
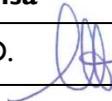
**CROUSTIFRANCE S.A.**

**MR. I2-0287 – Pièce n° 001**

**REIMS (51)  
Bâtiment Expéditions -18°C  
Site Vandemoortele  
Rue des Macéliers  
Etude géotechnique G12**

## Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
				Nom, Visa	Nom, Visa
	11/12/2012	27		C. HAON 	J. BRUDER PO. 
A					
B					
C					

PAGE	REV		A	B	C		PAGE	REV		A	B	C	
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	X					60							
21	X					61							
22	X					62							
23	X					63							
24	X					64							
25	X					65							
26	X					66							
27	X					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>Présentation de notre mission</b>	<b>5</b>
1 – Mission selon la norme NF P94-500	5
2 – Programme d'investigations	6
3 – Nivellement des sondages	6
4 – Méthodologie des sondages	6
5 – Essais pressiométriques	6
<b>Descriptif général du site et approche documentaire</b>	<b>7</b>
1 – Description du site	7
2 – Contexte géologique	7
3 – Enquête documentaire	7
4 – Zonage sismique	8
5 – Documents à notre disposition pour cette étude	8
<b>Résultats des investigations in situ</b>	<b>9</b>
1 – Aspects géologiques	9
2 – Aspects géomécaniques	9
3 – Niveau d'eau	9
<b>Application au projet</b>	<b>11</b>
1 – Description générale du projet	11
2 – Fondation envisageable	11
2.1 – Niveau d'assise	11
2.2 – Capacité portante à la base des massifs isolés	12
2.3 – Estimation des tassements	12
2.4 – Recommandations de réalisation	13
<b>Conditions Générales</b>	<b>15</b>
<b>Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>16</b>
<b>Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>17</b>

<b>ANNEXES</b>	<b>18</b>
<b>Calcul d'une fondation superficielle selon le DTU 13-12</b>	<b>19</b>
<b>Plan de situation</b>	<b>22</b>
<b>Plan d'implantation des sondages</b>	<b>23</b>
<b>Coupes des sondages</b>	<b>25</b>

## Présentation de notre mission

La société **CROUSTIFRANCE S.A.**, assistée du cabinet **SNC LAVALIN AGRO**, envisage la construction d'un bâtiment Expéditions -18°C sur le site Vandemoortele, rue des Macécliers à REIMS (51).

L'étude géotechnique a été confiée à FONDASOL, Agence de Reims, suite à l'acceptation du devis DE.MR.12.12.013 du 5 décembre 2012 par la commande n° 21-01-2012-12AT datée du 14 décembre 2012.

### I – Mission selon la norme NF P94-500

Il s'agit d'une mission de type G12 au sens de la norme NF P94-500 (Missions Géotechniques Types – Révision Décembre 2006).

Les objectifs de notre rapport sont de développer les points suivants :

- Réaliser une enquête bibliographique et de terrain sur le site du projet.
- Réaliser des investigations géotechniques à l'avancement.
- Rédiger le rapport d'étude géotechnique qui comprend :
  - les résultats des sondages et essais in situ (plan, coupes, diagrammes),
  - le relevé ponctuel des niveaux d'eau dans le sol en fin de chantier,
  - l'analyse et la synthèse du contexte géologique, hydrogéologique et géomécanique du site d'étude,
  - l'analyse et la synthèse des contraintes de préexistence,
  - les hypothèses géotechniques et paramètres de sol à prendre en compte pour le dimensionnement et la justification des ouvrages géotechniques envisageables,
  - les recommandations générales pour la réalisation des travaux (phasage, terrassements généraux, existants).

Les normes françaises d'application de l'Eurocode 7 relatives au calcul géotechnique des fondations superficielles, des murs de soutènement, et des ouvrages en terre ne sont pas disponibles à la date de rédaction de ce rapport. Seules sont parues les normes NF P94-270 pour les remblais renforcés et les massifs en sol cloué, NF P94-282 pour les écrans de soutènement, et NF P94-262 pour les fondations profondes.

Pour effectuer une ébauche dimensionnelle des fondations superficielles, nous avons donc retenu les approches décrites par la norme française en vigueur, soit le DTU 13-12 (NF P11-711).

Cependant, il y aura lieu, pour les études de projet, de considérer les approches préconisées par les règles générales de l'Eurocode 7 (NF P94-251-1), son annexe nationale (NF P94-251-1/NA), ainsi que la norme française d'application de l'Eurocode 7 si elle est publiée d'ici-là.

## 2 – Programme d'investigations

Selon les termes de notre devis, nous avons effectué in situ :

- 2 sondages de reconnaissance géologique avec essais pressiométriques (notés SPA et SPB) descendus à 6,0 m de profondeur sous le niveau du terrain actuel.

Les sondages ont été implantés suivant le plan fourni en annexe.

## 3 – Nivellement des sondages

Les sondages ont été repérés en altitude par rapport à un tampon existant situé en bordure du projet et coté à 101,53 (voir plan d'implantation des sondages joint en annexe).

Il vient alors :

- SPA : 101,50,
- SPB : 102,00.

## 4 – Méthodologie des sondages

Les sondages ont été réalisés en destructif, à la tarière continue de 63 mm de diamètre.

Les coupes ont été établies à partir de prélèvements d'échantillons remaniés. On trouvera, en annexe, les coupes des sondages.

## 5 – Essais pressiométriques

Les essais pressiométriques (norme NF P94-110 de juillet 1991) ont été réalisés au moyen d'une sonde standard de  $\varnothing$  60 mm et d'une sonde de  $\varnothing$  44 mm à tube fendu, placée à l'intérieur d'un tube lanterné.

Rappel des notations :

pf : pression de fluage (en MPa)

pl : pression limite (en MPa)

EM : module de déformation pressiométrique (module déviatorique)

On trouvera, en annexe, les résultats des essais pressiométriques.

## Descriptif général du site et approche documentaire

### I – Description du site

Le terrain étudié se trouve sur le site Vandemoortele, en bordure de la rue des Macécliers, au Sud-Est de la commune de REIMS (voir plan de situation inséré en annexe).

La zone d'étude, relativement plane, est un espace vert bordant l'usine actuelle en partie Nord, avec quelques arbres et arbustes.



Vues sur le site

### 2 – Contexte géologique

Le contexte géologique mentionné sur la carte au 1/50000<sup>ème</sup> de REIMS est celui de la craie blanche du Campanien inférieur.

### 3 – Enquête documentaire

D'après nos enquêtes documentaires, la commune de REIMS est concernée par un plan de prévention des risques (PPR) relatif aux mouvements de terrain (par effondrement).

De plus, treize arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle concernant des inondations, des coulées de boue ainsi que des mouvements de terrain ont été pris entre 1992 et 2007.

La carte des remontées de nappe (par crues, inondations, ruissellements, débordements, remontées...), établie par le BRGM, indique que le secteur du projet se trouve dans une zone de sensibilité faible.

La carte des mouvements de terrain (par glissement, chute, éboulement, effondrement, coulée ...), établie par le BRGM, n'indique pas de mouvement de terrain dans le secteur du projet.

Lors de l'étude de projet, il conviendra de réaliser une analyse physico chimique de l'eau et des sols en contact avec les parties d'ouvrage enterrées (fondations, murs enterrés, ...) afin de déterminer le niveau d'agressivité de l'environnement.

#### 4 – Zonage sismique

La commune de REIMS se situe dans un canton classé en zone de sismicité I (sismicité très faible) selon les décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 (journal officiel du 24 octobre 2010).

#### 5 – Documents à notre disposition pour cette étude

Pour remplir notre mission, nous avons disposé des éléments suivants :

- Plan de masse du bâtiment Expéditions -18°C sous format PDF,
- Plans des niveaux vide-sanitaire, rez-de-chaussée, combles et toiture sous format PDF.

### I – Aspects géologiques

Les coupes des différents sondages pressiométriques SPA et SPB sont fournies en annexe.

Schématiquement, nous avons rencontré :

- de la **terre végétale et/ou des limons** bruns,
- des **remblais limono-crayeux** brun-gris,
- de la **craie** blanchâtre avec quelques veines limoneuses brun-gris (remblais ?) en SPB,
- de la **craie** blanchâtre.

Le tableau suivant synthétise la position de la base des différentes couches reconnues au droit des différents sondages (SPA et SPB).

Lithologie Sondages	Terre végétale / limon bruns	Remblai limono-crayeux brun-gris / limon crayeux brun-gris	Craie
	Rencontrés jusque (profondeur en m / TN actuel)		
SPA	0,3	0,6	6,0 (base du sondage)
SPB	/	0,6	6,0 (base du sondage)

### 2 – Aspects géomécaniques

Mesurées à l'aide d'essais pressiométriques, les caractéristiques mécaniques des terrains rencontrés sont :

- **bonnes** dans la craie blanchâtre avec quelques veines limoneuses brun-gris (SPB), avec des pressions-limites nettes (pl-po) comprises entre 1,64 MPa et 1,92 MPa,
- **bonnes à excellentes** dans la craie blanchâtre puisque les pressions-limites nettes (pl-po) s'étagent entre 1,87 MPa et plus de 7,5 MPa.

### 3 – Niveau d'eau

Lors de notre intervention (décembre 2012), nous n'avons pas rencontré d'arrivée d'eau au droit des sondages SPA et SPB arrêtés à 6,0 m de profondeur par rapport au niveau du TN actuel.

Il faut cependant noter que des venues d'eau à la circulation anarchique pourront se produire dans les formations rencontrées, notamment après une période pluvieuse.

Notre intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne nous permet pas de fournir des informations hydrologiques suffisantes, dans la mesure où les arrivées d'eau mentionnées dans le rapport d'étude correspondent nécessairement à celles relevées à un moment donné, sans possibilité d'apprécier les variations inéluctables des nappes et circulations d'eau qui dépendent notamment des conditions météorologiques.

Pour obtenir des indications plus précises, la pose de plusieurs piézomètres ainsi qu'un suivi piézométrique peuvent être commandés par le maître d'ouvrage et une étude hydrogéologique pourra être confiée le cas échéant à un bureau d'études spécialisé.

## I – Description générale du projet

Dans le cadre du projet d'extension de l'unité de fabrication de Donuts sur le site VANDEMOORTELE, rue des Macéliers à REIMS, il est prévu la construction d'un bâtiment Expéditions -18°C.

Il s'agira d'un bâtiment de type R + combles sur vide sanitaire, de dimensions 25 m x 16 m environ.

Le niveau  $\pm 0,00$  est projeté à la cote 102,46 NGF et le niveau fini des terrassements à la cote 100,66 NGF.

Le projet viendra en mitoyenneté de l'usine actuelle.

## 2 – Fondation envisageable

Compte tenu de la nature des terrains rencontrés et des caractéristiques du projet, le futur bâtiment pourra être fondé superficiellement, sur massifs isolés.

### 2.1 – Niveau d'assise

Les fondations seront descendues d'au moins 0,8 m sous le niveau du TN actuel et seront ancrées d'au moins 0,3 m dans la craie blanchâtre et naturellement en place.

De plus, on descendra constructivement d'au moins 0,6 m sous le niveau terrassement fini.

D'où, au droit des sondages, les niveaux d'assise suivants :

- SPA : 1,45 m sous le niveau du TN actuel – cote NGF 100,05,
- SPB : 1,95 m sous le niveau du TN actuel – cote NGF 100,05.

Par ailleurs, on respectera une garde au gel d'au moins 0,8 m par rapport au niveau fini aménagé extérieur.

Au droit du bâtiment mitoyen, les nouvelles fondations devront être descendues au minimum au même niveau que celui des fondations existantes, tout en respectant l'encagement d'au moins 0,3 m dans la craie en place.

## 2.2 – Capacité portante à la base des massifs isolés

On utilisera la relation pressiométrique habituelle :

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

Avec :

$$\begin{aligned} Kp &= 0,9 \\ p_l - p_o &= 1,64 \text{ MPa} \\ q'o &= \text{négligeable} \\ i\delta\beta &= 1 \text{ (charge verticale centrée)} \end{aligned}$$

Les contraintes de calcul sont alors :

➤ Pour la justification à l'ELS :  $\gamma q = 3$  d'où

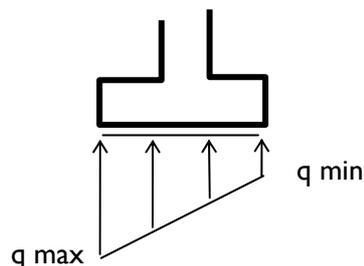
$$q'_{ELS} \cong 0,5 \text{ MPa}$$

➤ Pour la justification à l'ELU :  $\gamma q = 2$  d'où

$$q'_{ELU} \cong 0,75 \text{ MPa}$$

En cas de contrainte non uniforme sous la fondation, on considérera la contrainte de référence  $q'_{ref}$  définie par la relation suivante, que l'on comparera à  $q'_{ELS}$  et  $q'_{ELU}$  :

$$q'_{ref} = \frac{3q_{max} + q_{min}}{4}$$



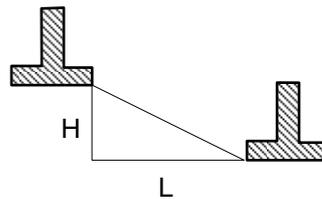
## 2.3 – Estimation des tassements

Estimés par la méthode pressiométrique, les tassements absolus d'une d'un massif isolé de 1,0 m de coté, sous une contrainte effective limitée à 0,3 MPa aux ELS, seraient de l'ordre de quelques millimètres au droit des sondages, d'où des tassements différentiels du même ordre de grandeur.

Il appartiendra au bureau d'études structure de vérifier si ces tassements sont compatibles avec le projet et de rigidifier la future construction en conséquence si nécessaire.

## 2.4 – Recommandations de réalisation

- On procédera à une vérification soignée des fonds de fouille et on purgera toute poche de remblais, de limons bruns ou bien de sols douteux et/ou remaniés ainsi que les éventuelles souches d'arbres que l'on pourrait encore rencontrer au niveau d'assise retenu pour les fondations.
- Le bétonnage s'effectuera aussitôt après les terrassements et en pleine fouille afin de limiter l'altération du fond de fouille.
- En cas de venues d'eau, on les évacuera aussitôt par pompage.
- Les éventuelles différences de niveau entre les fondations devront être reprises par redans successifs tels que  $H/L \leq 2/3$  et en partant du point le plus bas (DTU 13.12).



- Prévoir un blindage des fouilles si nécessaire.
- Prévoir le matériel adapté pour atteindre les cotes requises, en cas de rencontre de blocs ou de vestiges d'ouvrages enterrés notamment.
- Par ailleurs, on devra prévoir, avant tous travaux de terrassement à proximité ou non des fondations des existants, toutes les précautions nécessaires afin d'interdire tout mouvement des existants (bâtiments, voiries, réseaux...), aussi bien en phase provisoire qu'en phase définitive.
- Prévoir un joint de rupture entre le projet et l'existant.
- Nous attirons votre attention sur le caractère gélif de la craie ; à prendre en compte dans les dispositifs constructives du projet au vue de leur destination (chambres froides, etc...).

---

Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique d'avant projet G12 confiée à FONDASOL.

Selon la norme NF P94-500, elle doit être suivie d'une mission d'étude géotechnique de projet G2 visant notamment à :

- traiter les aléas importants identifiés pour le projet,
- reprendre les points qui demandent une analyse spécifique, par exemple (liste non exhaustive) :
  - préciser les hétérogénéités, les anomalies (remblais, etc.),
  - définir la géométrie des ouvrages géotechniques, fondations, notamment, ...,
  - fixer tous les paramètres du sol et d'interactions sol-structure permettant la justification par le calcul des ouvrages,

- évaluer les tassements et les déplacements prévisibles des ouvrages,
- préciser les sujétions de réalisation, notamment le phasage des travaux, le suivi spécifique avec des mesures prédéfinies et des valeurs seuils associées ainsi que des adaptations possibles à mettre en œuvre en phase d'exécution ...

Ces points pourront nécessiter un programme d'investigations complémentaires.

FONDASOL est bien entendu à la disposition de tous les intervenants dans cette affaire pour réaliser cette mission de projet G2.

## Conditions Générales

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'investigations 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 inhérentes 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 G4 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 recalculer 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, la 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 dû lui être transmis en réponse à la Demande de Renseignement réglementaire qu'il a dû 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 ET FIN DE LA MISSION

Le rapport géotechnique 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 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. Sans remarque de la part du client sous un mois, la mission est réputée acceptée sans réserve par le client.

### 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

JUIN 2011

## 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 Étude.
- 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.

## Annexes

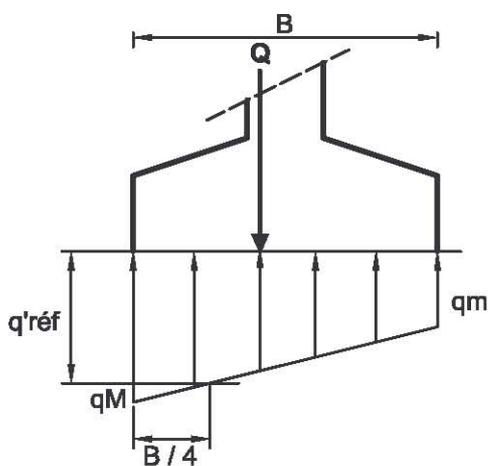


# Calcul d'une fondation superficielle selon le DTU 13-12

## I – Contrainte de référence

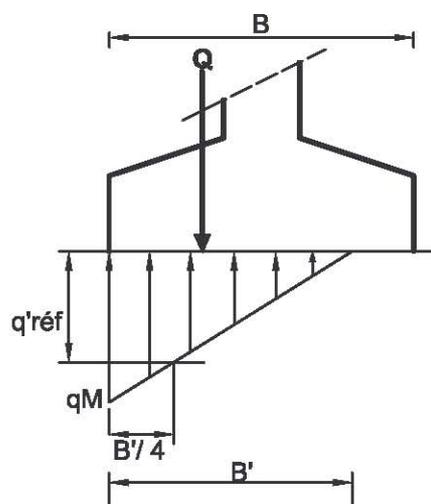
La justification des fondations vis à vis de certains états limites est menée à partir d'une contrainte conventionnelle de référence notée  $q'_{réf}$ .

Selon le DTU 13-12 de Mars 1988 relatif aux règles pour le calcul des fondations superficielles, la contrainte issue de la résultante est déterminée comme indiqué ci-dessous :



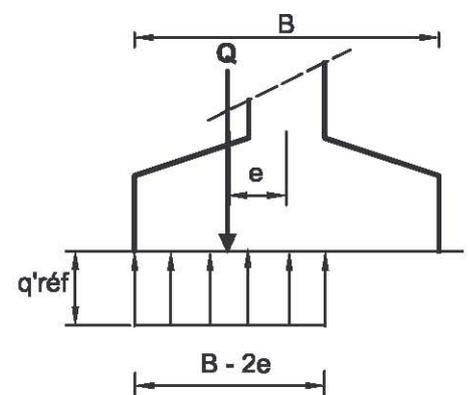
$$q'_{réf} = \frac{3q_M + q_m}{4}$$

SEMELLE ENTIÈREMENT  
COMPRIMÉE



$$q'_{réf} = \frac{3q_M}{4}$$

SEMELLE PARTIELLEMENT  
COMPRIMÉE



$$q'_{réf} = \frac{Q}{B - 2e}$$

MODELE DE MEYERHOF

Cette contrainte issue de la résultante est comparée à la contrainte de calcul.

La contrainte de calcul  $q'_{ELU}$  est la plus petite des 2 valeurs,  $q_u/2$  et de celle qui dispense de tenir compte des tassements différentiels dans la structure.

La contrainte de calcul ne doit pas être confondue avec la « contrainte admissible » du BA68 qui doit être rapprochée d'une contrainte en limite de service.

## 2 – Contrainte de calcul

### 2.1 - Contrainte ultime sous charge verticale centrée

Selon le DTU 13-12, la contrainte ultime sous charge verticale centrée a pour expression :

$$q_u = k_p \cdot P_{le}^* + \gamma D \quad \text{ou} \quad q_u = k_c \cdot q_{ce} + \gamma D$$

(théorie pressiométrique)                      (théorie pénétrométrique)

Avec :

- $k_p, k_c$  : coefficients de portance
- $P_{le}^*$  : pression limite nette équivalente
- $q_{ce}$  : résistance de pointe équivalente
- $\gamma D$  : contrainte verticale effective dans le sol au niveau de la base de la fondation en faisant abstraction de celle-ci.

### 2.2 - Contrainte de calcul à l'Etat Limite Ultime

La contrainte issue de la résultante doit vérifier :

$$P \leq 0,5 (q_u - \gamma \cdot D) \cdot i\delta + \gamma D = q_{ELU}$$

Où :

$i\delta$  est le coefficient minorateur tenant compte de l'inclinaison de la résultante, de la nature du sol et de l'encastrement de la fondation.

### 2.3 - Contrainte admissible, contrainte de calcul à l'Etat Limite de Service

La contrainte issue de la résultante doit vérifier :

$$P \leq 0,33 (q_u - \gamma \cdot D) \cdot i\delta + \gamma D = q_{adm}$$

Elle est assimilable à une contrainte de calcul à l'Etat Limite de Service  $q_{ELS}$ .

### 3 – Tassements – Modules de réaction verticale

#### 3.1 - Tassements

Dans le cas d'un sol homogène, le tassement final d'une fondation s'exprime par la relation :

$$S = \left( \frac{\alpha_c B \lambda_c}{E_c} + \frac{2B_o}{E_d} \left( \lambda_d \frac{B}{B_o} \right)^{\alpha_d} \right) \frac{(q - \gamma \cdot D)}{9}$$

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
- $\lambda_c, \lambda_d$  : coefficients de forme fonction du rapport  $L/B$ 
  - où :  $L$  = Longueur de semelle
  - $B$  = Largeur de semelle
- $B_o$  : largeur de référence égale à 0.60 m
- $\gamma \cdot D$  : contrainte verticale effective dans le sol au niveau de la base de la fondation avant travaux
- $q$  : contrainte verticale moyenne, calculée à l'Etat Limite de Service, appliquée au sol par la fondation

#### 3.2 - Modules de réaction

Ils sont utilisés pour évaluer les déformations au niveau d'une fondation rigide. Ils s'intègrent dans les modèles de calcul simplifié consistant à admettre que, sous une fondation superficielle, la relation liant en tout point le déplacement vertical  $y$  de la semelle et la pression  $p$  exercée par le sol en réaction est de la forme :

$$p = k_v \cdot y$$

Connaissant le tassement  $s$  de la fondation sous l'effet d'une pression uniforme  $q$ , la valeur de  $k_v$  est donnée par :

$$k_v = \frac{q}{s}$$

Pour une sollicitation de courte durée d'application, on retiendra :

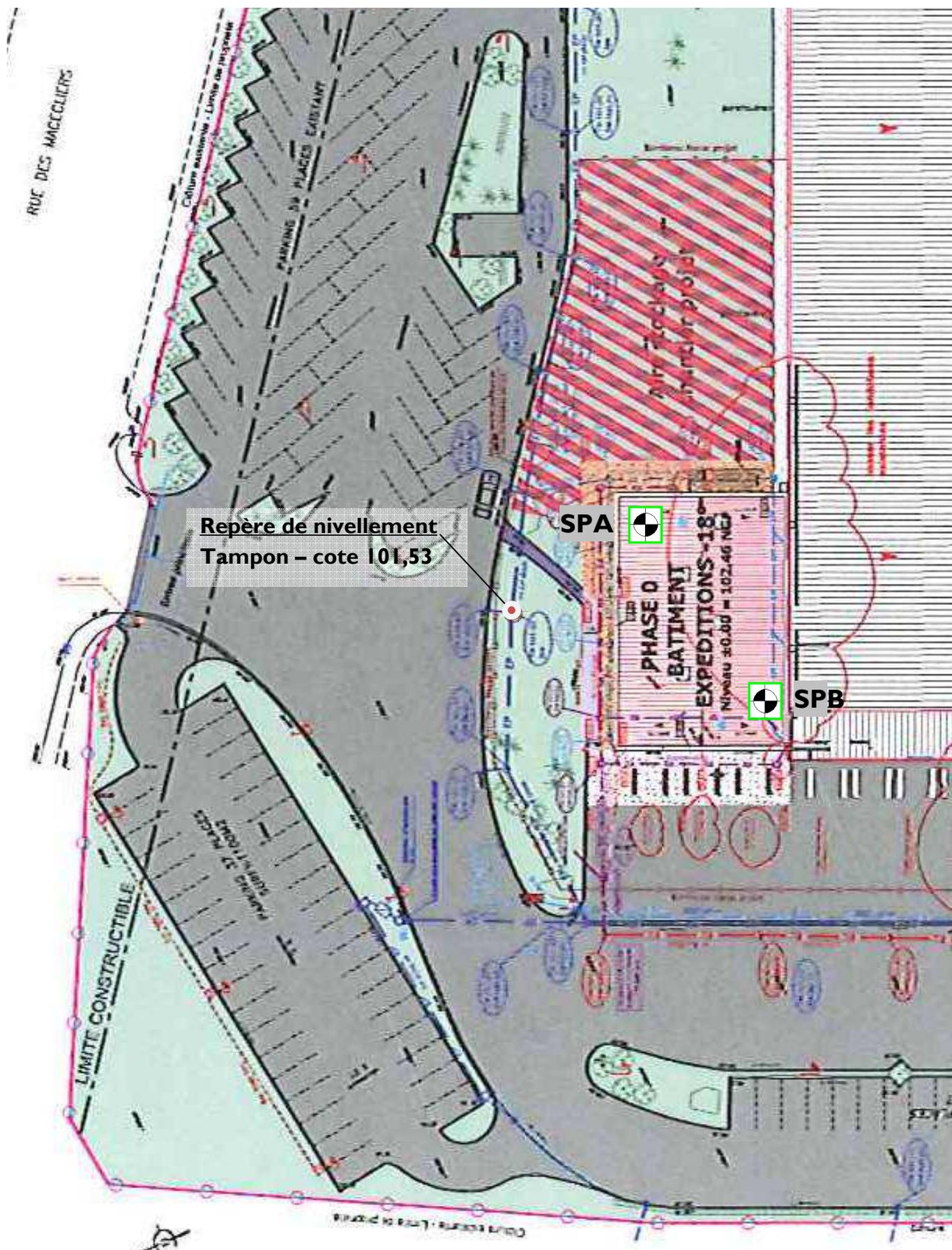
$$k_i = 2 k_v$$

## Plan de situation





## Plan d'implantation des sondages





## Coupes des sondages

