



**VILLE DE MARSEILLE
DGVE – DIRCE – STB EST**

MARSEILLE (13009)

Ecole Maternelle Ste Marguerite

10 Boulevard Pages

Construction Sanitaires

Etude d'avant projet géotechnique G12

Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
				Nom, Visa	Nom, Visa
	07/11/2013	25		P.FRUCHARD 	F.ROHR 
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						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							

Sommaire

Présentation de notre mission	4
1 – Mission selon la norme NF P 94-500	4
2 – Programme d’investigations	4
3 – Normes et Documents de référence	5
Descriptif général du site et approche documentaire	6
1 – Description du site	6
2 – Contexte géologique	6
3 – Enquête documentaire sur les risques de la commune	7
4 – Zonage sismique	8
5 – Documents à notre disposition pour cette étude	8
Résultats des investigations in situ	9
1 – Résultats des sondages	9
2 – Aspect géomécanique	9
3 – Niveaux d’eau	10
4 – Classe des sols vis-à-vis du risque sismique	10
5 – Reconnaissances de fondation	10
Application au projet	11
1 – Description générale du projet	11
2 – Caractéristiques des fondations	11
3 – Etude des fondations sur massifs	11
4 – Sujétion de Conception et de Réalisation	12
5 – Aléas subsistant à l’issue de l’étude	13
Conditions Générales	14
Enchaînement des missions types d’ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)	16
Missions types d’ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)	17
ANNEXES	18
Plan de situation	19
Coupes des sondages	21
Calcul d’une fondation superficielle selon le DTU 13-12	23

Présentation de notre mission

La ville de MARSEILLE envisage de construire de nouveaux sanitaires au sein de l'Ecole Maternelle Sainte Marguerite, située 10 Boulevard Pages dans le neuvième arrondissement de l'agglomération.

L'étude géotechnique d'avant-projet a été confiée à FONDASOL, suite à l'acceptation du devis DE.EMA.13.10.052.

I – Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission de type G12 au sens de la norme NFP 94-500 (Missions Géotechniques Types – Révision Décembre 2006).

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

- Définir le contexte géotechnique et les niveaux d'eau du site,
- Décrire le mode de fondation de l'existant,
- Analyser les modes de fondation du projet (type, niveau d'assise, contraintes admissibles sous radier),
- Préciser comment prendre en compte, au niveau conception puis en phase travaux, les interactions avec les fondations du bâtiment existant,
- Donner les recommandations particulières de conception et d'exécution liées à la géotechnique du site,
- Définir les éventuels aléas ou anomalies qui subsistent à l'issue de l'étude.

2 – Programme d'investigations

Il a été réalisé :

- Deux sondages destructifs (SP1 et SP2) au taillant Ø 64 mm, descendus à 6 et 9 m de profondeur avec 5 et 8 essais pressiométriques repartis le long des sondages, afin de déterminer les caractéristiques mécaniques des formations rencontrées,
- Un sondage au carottier battu (SC3) descendu à 3.0 m de profondeur avec prélèvement d'échantillons de sol afin d'identifier visuellement les remblais de surface,
- Deux reconnaissances de fondation sur les bâtiments existants.

Un plan de situation, un plan d'implantation des sondages et les coupes lithologiques des sondages figurent en annexe.

3 – Normes et Documents de référence

Les normes françaises d'application de l'Eurocode 7 relatives au calcul géotechnique 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, 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 (NF P94-261) pour les fondations superficielles.

Pour effectuer une ébauche dimensionnelle des fondations superficielles, nous avons 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 des fondations superficielles, 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.

Descriptif général du site et approche documentaire

I – Description du site



Le projet sera construit dans l'enceinte de l'école maternelle Sainte Marguerite située 10 boulevard Pagès dans le neuvième arrondissement de MARSEILLE.

Le nouveau bâtiment aura pour emprise :

- * pour partie dans une cour située derrière le bâtiment sanitaires existant (qui sera démolie)
- * pour partie au droit du bâtiment sanitaires existant
- * pour partie dans la cour d'école située derrière le bâtiment sanitaires existant

Les investigations ont été menées uniquement depuis la cour située derrière le bâtiment sanitaires existant.

Le site est sensiblement plat.

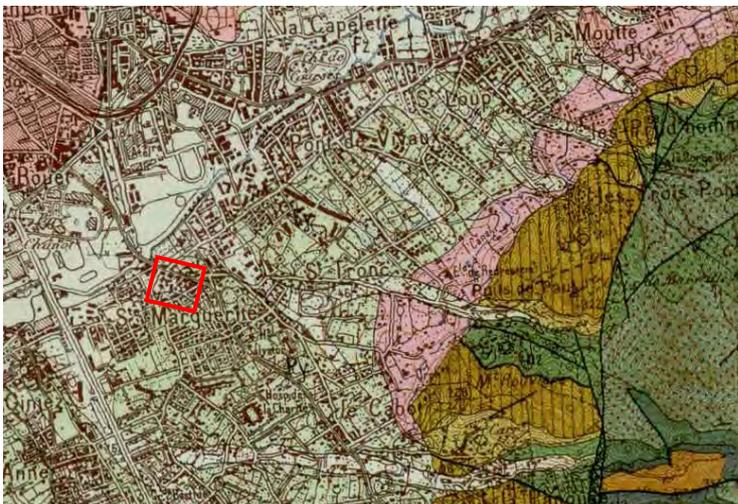


2 – Contexte géologique

D'après la carte géologique au 1/50.00 ème feuille AUBAGNE MARSEILLE, le site étudié se trouve dans le bassin de Marseille comblé par les formations limniques (marnes, argiles) et détritiques (grès, sables, poudingues) datant de l'Oligocène. Ces formations très hétérogènes sont caractérisées par une grande variabilité latérale et verticale (dépôt en lentilles) et par une succession de formations marneuses (à passes calcaires), argileuses, gréseuses et conglomératiques.

Le substratum peut être composé de poudingue désagrégé sous forme de sables et galets sans ciment. Ces faciès sans cohésion se retrouvent dans la frange altérée de couverture, mais également au sein de la formation.

La zone d'étude est recouverte des limons, sables et graviers correspondant aux formations alluvionnaires de l'Huveaune et de cônes torrentiels würmiens.



3 – Enquête documentaire sur les risques de la commune

Selon le site Prim.net, la commune de MARSEILLE est classée à risque vis-à-vis des :

- inondation (par submersion marine ou crue, débordement d'un cours d'eau)
- mouvement de terrain, tassements différentiels
- mouvement de terrain, éboulement chutes de pierres et blocs
- mouvement de terrain, effondrement

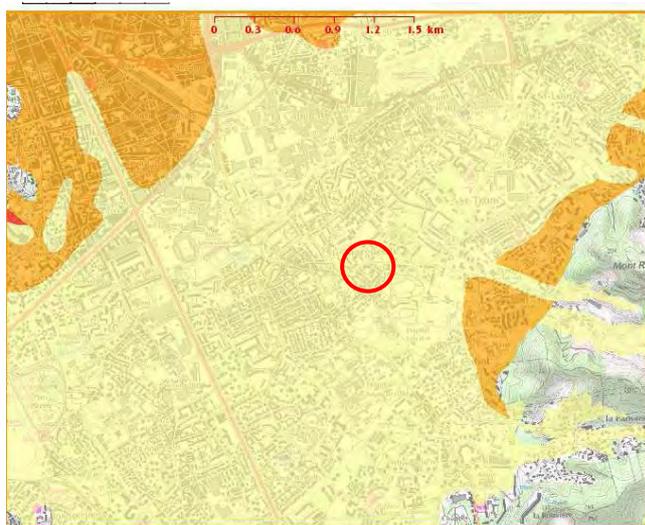
A la date de la rédaction du rapport, la commune dispose :

- d'un PPRn inondation par ruissellement et coulée de boue
- d'un PPRn mouvement de terrain, tassements différentiels
- d'un PPRn mouvement de terrain, affaissement
- d'un PPRn mouvement de terrain, effondrement

Des arrêtés de catastrophe naturelle concernant les mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse ont été publiés au JO sur les années 1989 à 1993, 1998, 2002, 2004 à 2008.

Des arrêtés de catastrophe naturelle concernant les inondations et coulées de boue ont été publiés au JO sur les années 1986 à 1989, 1991 à 1993, 1995 à 2000, 2003, 2004, 2008, 2009 et 2013.

Des arrêtés de catastrophe naturelle concernant les éboulements, glissements et affaissements de terrain ont été publiés au JO pour l'année 1994.

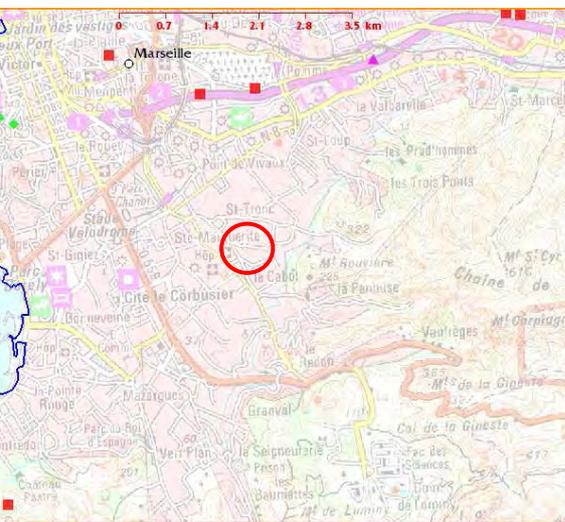


- Couches et légendes de la carte**
- Préfectures et sous-préfectures
 - Limites de départements
 - Limites de communes (*)
 - Argiles non renseignés
 - Argiles
 - Orthophotographies (*)
 - Carte IGN
 - Carte géologique BRGM (*)
 - Ombrage topographique (MNT)

* Couche ayant un seuil de visibilité

- Légende des argiles**
- Argiles
 - Aléa fort
 - Aléa moyen
 - Aléa faible
 - Aléa à priori nul

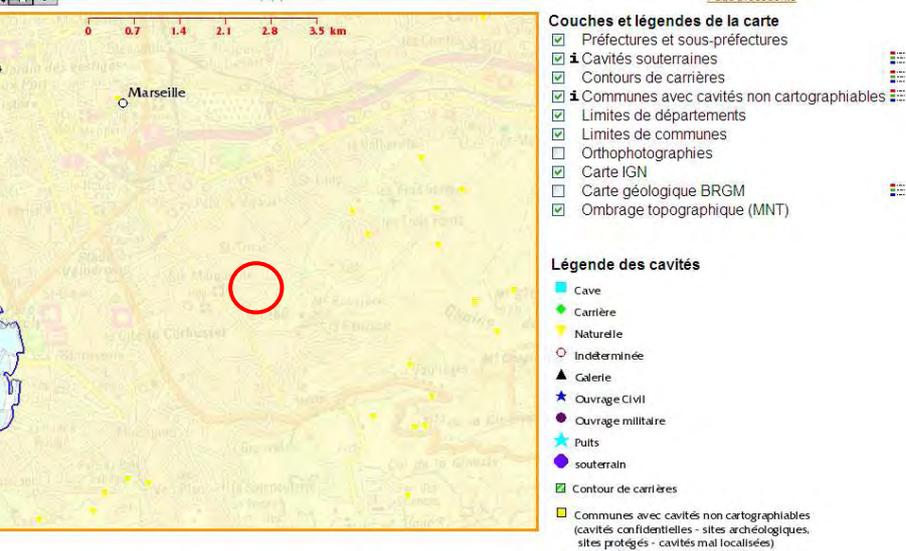
La parcelle se situe en aléa faible à toute proximité d'une zone d'aléa moyen vis-à-vis du risque de gonflement retrait des argiles.



- Couches et légendes de la carte**
- Préfectures et sous-préfectures
 - Mouvements de terrain
 - Limites de départements
 - Limites de communes
 - Communes avec mouvements non cartographiés
 - Orthophotographies
 - Carte IGN
 - Carte géologique BRGM
 - Ombrage topographique (MNT)

- Légende des mouvements de terrains**
- Glissement
 - Eboulement
 - Coulée
 - Effondrement
 - Erosion de berges
 - Communes avec mouvements non localisés

Il n'y a pas de zone significative de glissement, chute, éboulement, effondrement, coulée, érosion de berge à proximité du site étudié.



Concernant le risque « cavité souterraine », ces anomalies ne sont pas répertoriées de façon exhaustive sur la commune de MARSEILLE (toute la commune doit être considérée à risque).

4 – Zonage sismique

D'après le décret du 22 Octobre 2010 applicable depuis le 1er Mai 2011, la commune de MARSEILLE est classée en zone de risque sismique 2.

5 – Documents à notre disposition pour cette étude

Nous ne disposons pour cette étude d'un cahier de plans provisoire daté du 24/09/2013.

Résultats des investigations in situ

I – Résultats des sondages

Les sondages ont permis de reconnaître un site constitué depuis la surface du sol par :

- une couverture de remblais sablo-graveleux, limoneux, à débris de briques et mâchefer d'une épaisseur très variable de 0,3 à 2,8 m d'épaisseur,
- des limons sablo-graveleux à sable limoneux graveleux reconnus jusqu'à 1,0 à 3,0 m de profondeur,
- des graviers sableux à sablo-argileux, reconnus jusqu'à 2,6 à 3,3 m de profondeur,
- au-delà et jusqu'à la base de nos sondages à 9 m pour le plus profond : des marnes argileuses à bancs argilo-sableux.

A noter en SC3 à la base du sondage de 2,6 à 3,0 m : des argiles qui recouvrent certainement les marnes argilo-sableuses.

Les remblais reconnus uniquement en SPI pourraient correspondre à un remplissage ponctuel d'une zone où un ouvrage enterré aurait été purgé.

2 – Aspect géomécanique

Les caractéristiques mécaniques du site ont été mesurées à partir d'essais pressiométriques.

Ils ont permis de noter :

- Dans les remblais, une résistance mécanique médiocre à moyenne, avec (3 mesures) :
 - Module pressiométrique : $1.5 \leq E_M \leq 9.7 \text{ MPa}$
 - Pression limite nette : $0.20 \leq p_l - p_o \leq 0.85 \text{ MPa}$
- Dans les limons sablo-graveleux à sable limoneux graveleux, une bonne résistance mécanique, avec (1 mesure) :
 - Module pressiométrique : $E_M = 19.7 \text{ MPa}$
 - Pression limite nette : $p_l - p_o = 1.16 \text{ MPa}$
- Dans les graviers sableux, une résistance mécanique élevée, avec (1 mesure) :
 - Module pressiométrique : $E_M = 85.7 \text{ MPa}$
 - Pression limite nette : $p_l - p_o = 5.36 \text{ MPa}$
- Dans les marnes argileuses à bancs argilo-sableux, une bonne résistance mécanique, avec (8 mesures) :
 - Module pressiométrique : $20.6 \leq E_M \leq 61.2 \text{ MPa}$
 - Pression limite nette : $1.21 \leq p_l - p_o \leq 3.01 \text{ MPa}$

3 – Niveaux d'eau

Il a été constaté une venue d'eau à la réalisation du sondage SP2 vers 6,2 m de profondeur en Octobre 2013.

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

4 – Classe des sols vis-à-vis du risque sismique

A) PS 92

Au sens des règles parasismiques PS92 :

- Les remblais sont de catégorie c à b.
- Les limons et graviers sont de catégorie b.
- Les marnes argilo sableuses sont de catégorie a.

B) EUROCODE 8

Nous avons noté que la commune de Marseille est classée en zone de risque sismique 2 selon le décret du 22 octobre 2010. Au sens de l'EUROCODE 8, les sols du site sont de classe A.

C) RISQUE DE LIQUEFACTION

En zone sismique 2 (faible sismicité), le critère de liquéfaction des sols sous sollicitations sismiques n'est pas à étudier.

5 – Reconnaissances de fondation

Il a été réalisé deux reconnaissances de fondations.

La première, contre l'école en R+1 contre laquelle le projet vient s'adosser, a été abandonnée suite à la mise à jour d'une dalle béton. Elle n'a pu être poursuivie par sondages inclinés compte tenu de la présence de réseaux de chauffage et de la présence d'un escalier limitant l'accès de la machine.



Une seconde reconnaissance a été réalisée contre le bâtiment sanitaires en RDC qui sera démolie. On a reconnu un soubassement en pierres maçonneries reposant sur une semelle filante dont l'arase supérieure est située à 70 cm de profondeur. On a noté un débord de 10 cm.

Application au projet

1 – Description générale du projet

Il est prévu la construction d'un bâtiment en R+1 contre l'école en R+1, après démolition du bâtiment sanitaires en RDC existant.

2 – Caractéristiques des fondations

Compte tenu de la présence de remblais sur une épaisseur importante (2,8 m au droit du sondage SP1), le bâtiment sera fondé sur massifs isolés ancrés de 20 cm dans le terrain naturel.

Afin de garantir une assise homogène en nature et en résistance, on s'ancrera de 20 cm dans les graviers sableux à sablo-argileux reconnus en SP1 à partir de 1,3 m de profondeur, en SP2 à partir de 3,0 m et 1,0 m en SC3.

Au droit des différents appuis, même si l'épaisseur de remblais est faible, ou si le niveau des graviers sableux à sablo-argileux venait à remonter, on respectera toutefois une profondeur minimale de 1 m par rapport au niveau du terrain fini.

L'assise pourra être approfondie au droit du bâtiment sanitaires qui sera démoli si les purges des fondations existantes venaient à remanier les terrains sur une profondeur supérieure à 1 m.

Nous n'avons pas reconnu le niveau de fondation de l'école en R+1. Les massifs seront assis à la même hauteur que cet existant, jamais plus haut. Dans le cas où la présence de remblais nécessiterait l'approfondissement d'un massif plus bas que l'assise des fondations de cet existant, alors un béton de blocage devra être mis en œuvre pour éviter de déstabiliser cet existant.

3 – Etude des fondations sur massifs

La valeur retenue comme contrainte de calcul doit satisfaire aux conditions suivantes :

- condition de mobilisation de la capacité portante
- condition de tassements

Les calculs seront effectués selon les méthodes préconisées par le DTU 13.12.

A) CONDITION DE MOBILISATION DE LA CAPACITE PORTANTE

Pour un massif isolé ancré de 20 cm dans les graviers sableux à sablo-argileux, et assis à 1 m minimum par rapport au niveau du terrain fini, on peut retenir :

$$p_l - p_o \# 1.2 \text{ MPa} \quad k_p = 0.80 \quad q_o \text{ négligé}$$

Soit une contrainte de rupture du sol q_u pressio # 0.97 MPa

Les contraintes admissibles seront donc les suivantes :

- aux ELS $q_{ELS} = 0.32 \text{ MPa}$

- aux ELU $q_{ELU} = 0.48 \text{ MPa}$

Ces contraintes admissibles s'entendent pour un fond de fouille non remanié, parfaitement curé, sur un terrain non altéré par une venue d'eau. Tout remblai évolutif, tout terrain remanié, passe lâche de limon, sable, graviers ou d'argile, sera purgé entraînant un approfondissement du niveau du massif engendrant des surcoûts sur les postes terrassement et consommation béton.

En cas de charges inclinées, il conviendra d'affecter le coefficient $i\delta$ à ces contraintes.

B) TASSEMENTS

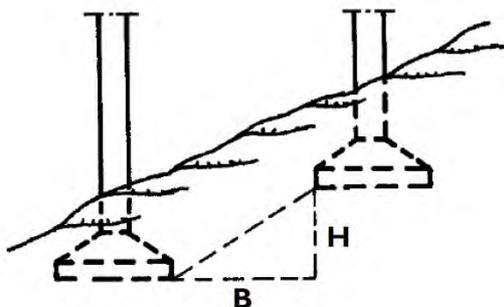
A titre d'exemple, pour un massif isolé de 80 cm x 80 cm ancré de 20 cm dans les graviers sableux à sablo-argileux, et assis à 1 m minimum par rapport au niveau du terrain fini, exerçant une contrainte de 0,3 MPa, les tassements absolus et différentiels seront inférieurs au demi centimètre, hors remaniement éventuel du fond de fouille.

4 – Sujétion de Conception et de Réalisation

A) CONCEPTION

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

On tiendra compte de la présence des fondations de l'école en R+I puisque le nouveau bâtiment sera adossé à cet existant.



Il conviendra de respecter la règle 2.42 du DTU 13.12 relative aux fondations posées à des niveaux différents en zone sismique 2 (EUROCODE 8) :

Pente maximale : 2 de base pour 1 de hauteur

$$\frac{H}{B} \leq \frac{1}{2}$$

Un joint sera mis en œuvre entre l'école en R+I et le projet.

B) REALISATION

Il n'a pas été reconnu de venue d'eau au sondage dans les terrains jusqu'à 3 m de profondeur, où seront assis les massifs. Toutefois, des circulations sont possibles dans ces formations (en particulier au sein des remblais). On prévoira la mise en place d'un pompage pour éviter l'altération du fond de fouille au contact de l'eau.

Il est essentiel de veiller à ne pas remanier l'horizon portant et un contrôle strict de qualité du fond de fouille devra être effectué.

On veillera à garantir la stabilité des existants durant toute la phase des travaux.

Les terrassements seront menés à l'aide de moyens classiques dans les terrains de couverture.

Il conviendra, lors des terrassements, de ne pas déstabiliser le bâtiment existant.

5 – Aléas subsistant à l'issue de l'étude

Compte tenu des contraintes d'accès et de la disposition de l'emprise du futur projet, les sondages sont tous réalisés sur la partie Sud du projet. Si des ouvrages existants ou une hétérogénéité ponctuelle venaient à être découverts à l'ouverture de la fouille, l'assise pourrait être approfondie, entraînant des plus-values en terrassement et en gros béton.

Nous rappelons qu'une reconnaissance des fondations de l'école en R+I sera nécessaire préalablement à la réalisation des travaux.

En cas de classement de la parcelle au Plan de Prévention des Risques de la commune, il faut respecter les dispositions constructives énoncées dans le document disponible en mairie.

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

Ce présent rapport conclut la mission G12 qui nous a été confiée.

Selon la norme NF P 94-500, elle doit être suivie d'une mission d'étude géotechnique de projet G2 visant notamment à reprendre les points qui demanderaient une analyse spécifique, par exemple :

- *préciser les hétérogénéités, les anomalies,*
- *définir la géométrie des ouvrages géotechniques*
- *fixer tous les paramètres du sol et d'interactions sol-structure permettant la justification pour le calcul des ouvrages*

FONDASOL est à la disposition de tous les intervenants dans cette affaire pour réaliser cette mission d'étude de projet G2.

Conditions Générales

1. Avertissement, préambule

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

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

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

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

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

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

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

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

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

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

4. Plans et documents contractuels

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

5. Limites d'engagement sur les délais

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

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

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

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au

Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

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

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

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

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

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

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

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

15. Résiliation anticipée

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

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

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

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

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

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

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

17. Cessibilité de contrat

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

18. Litiges

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

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 1 - 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 PRELABLES (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'avoisants 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 avoisinants).

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 avoisinants) 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 avoisinants 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.

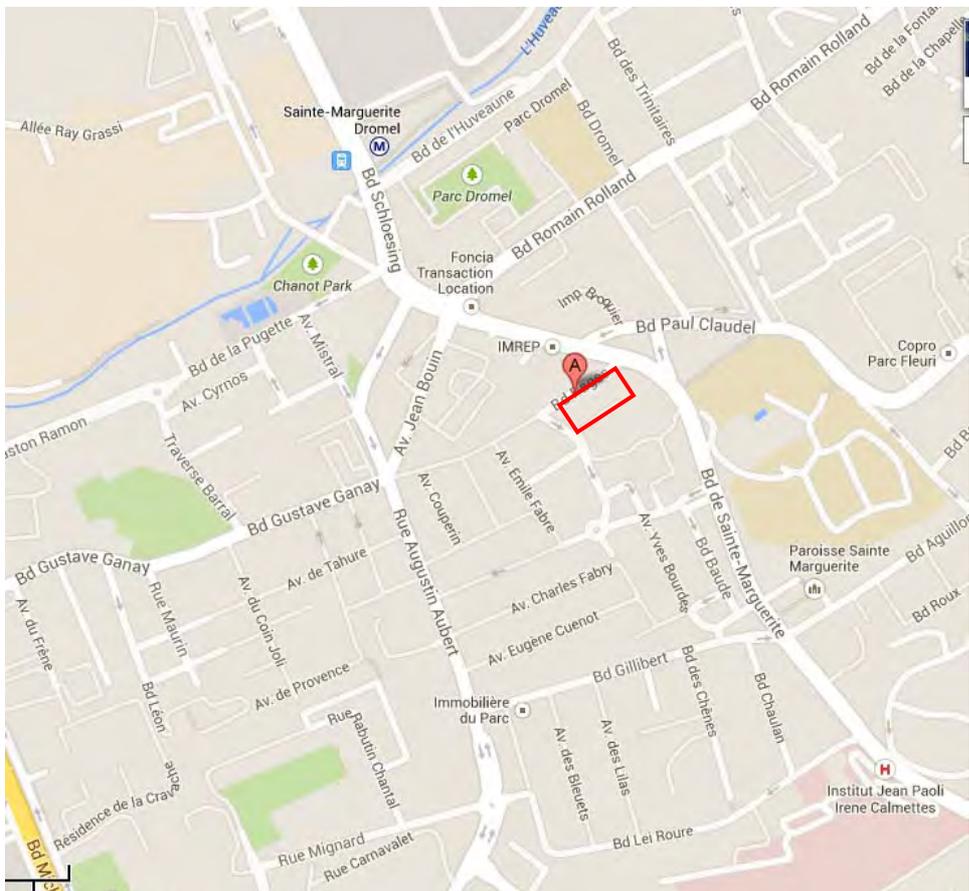
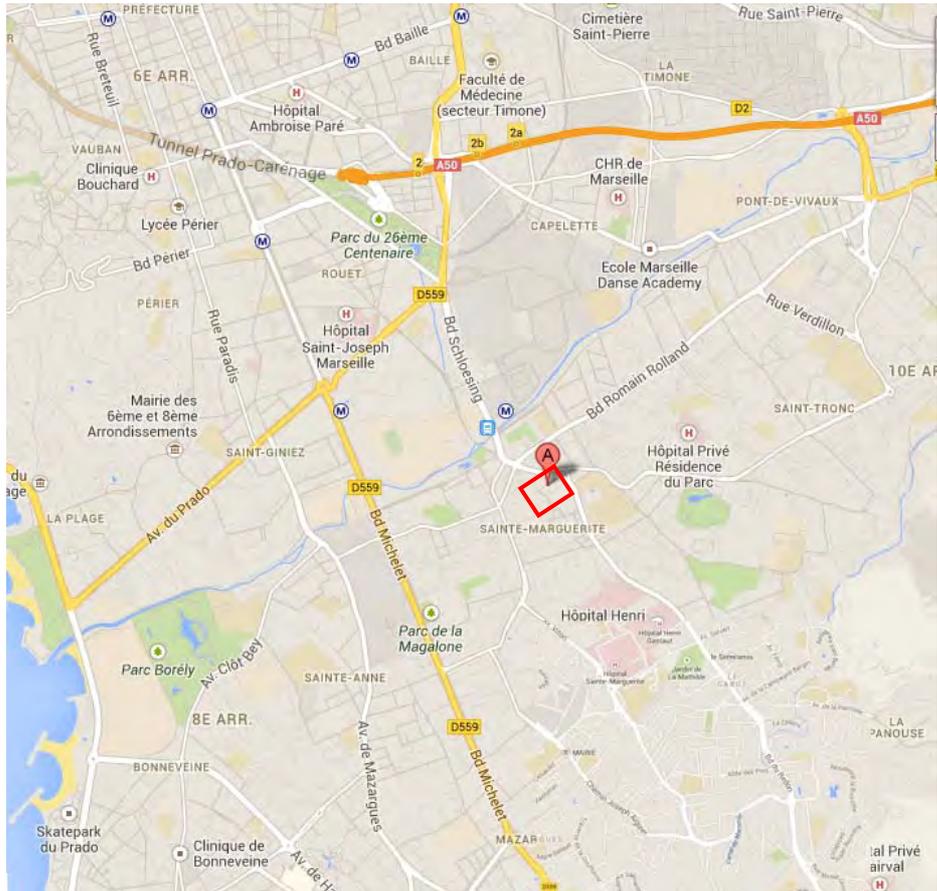
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre)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



Plan de situation



● Sondage pressiométrique

■ Sondage carotté

Implantation des sondages



Coupes des sondages

	SANITAIRES ECOLE STE MARGUERITE MARSEILLE	(Contrat EMA.13.0261)
	Date : 29/10/2013	Profondeur : 0.00 - 6.00 m

Forage : SP1

EXGTE 2.30/GTE

Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	EM (MPa)			pl-p0 (MPa)	pf-p0 (MPa)	EM / (pl-p0)
					0	100	200	0	5	
0.30 m	R R Remblai de calcaire sableux									
1.30 m	Sable limoneux marron à brun graveleux			Ø 68/83 mm	19.7			1.16	0.90	16.9
2.60 m	Graviers sableux			2.55 m	85.7			5.36	3.69	16.0
3.40 m	Marne argileuse marron clair à beige, plastique				22.8			1.51	1.05	15.1
6.00 m	Marne argileuse à argilo-sableuse beige légèrement jaunâtre	Néant	Taillant Ø 64 mm + air		27.7			1.99	1.44	13.9
					37.2			1.72	1.26	21.7

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



**SANITAIRES ECOLE STE MARGUERITE
MARSEILLE**

Date : 28/10/2013

Profondeur : 0.00 - 9.00 m

Forage : SP2

EXGTE 2.30/GTE

Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	EM (MPa)			pl-p0 (MPa)		EM / (pl-p0)
					0	100	200	0	10	
0.10 m										
1.00 m	Remblai sablo-graveleux Remblai limoneux marron à brun graveleux			Ø 68/83 mm	7.3			0.85	0.57	8.6
2.80 m	Remblai de limon sableux, sable brun, débris de briques, machefer				1.5			0.20	0.13	7.7
3.00 m					9.7			0.41	0.28	23.6
3.30 m	Limon graveleux marron									
4.00 m	Graviers calcaires ou blocs calcaires sableux blanchâtres Marne argileuse marron clair à beige, très plastique			3.10 m	20.6			1.21	0.88	17.1
5.50 m	Marne argileuse plastique marron clair à beige				28.2			2.01	1.45	14.0
6.10 m	Marne bariolée beige à grisâtre semi-compacte	6.20 m			55.6			2.90	2.08	19.2
6.50 m	Marne argileuse beige jaunâtre									
	Alternance de bancs décimétriques de marne sableuse à marne argilo-sableuse, semi-plastique, beige à jaunâtre	Fin forage			39.8			2.14	1.67	18.6
9.00 m					61.2			3.01	2.10	20.3

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



**SANITAIRES ECOLE STE MARGUERITE
MARSEILLE**

Date : 28/10/2013

Profondeur : 0.00 - 3.00 m

Sondage : SC3

EXGTE 2.30/GTE

Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Equipement forage	Echantillons	
0.30 m	Remblai gravelo-sableux	Néant	Ø 68/83 mm			0.30 m	
1.00 m	Limon graveleux à sablo-graveleux marron					Echantillons remaniés	
	Graviers limoneux à sablo-argileux beiges à limon sablo-argileux beige très graveleux					1.50 m	Echantillons remaniés
2.60 m						Echantillons remaniés	
3.00 m	Argile beige à grisâtre veinée blanchâtre plastique					2.60 m	Echantillons remaniés

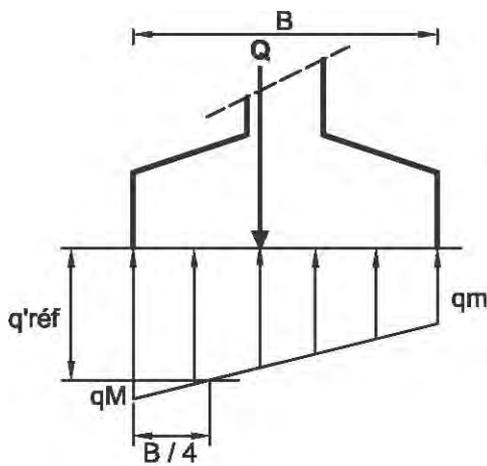
Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

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

I – Contrainte de référence

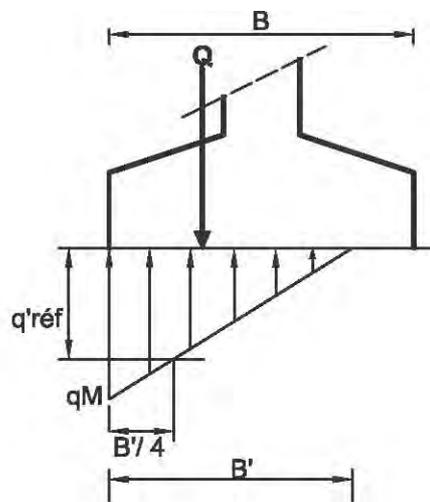
La justification des fondations vis à vis de certains états limites est menée à partir d'une contrainte conventionnelle de référence notée $q'_{réf}$.

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 :



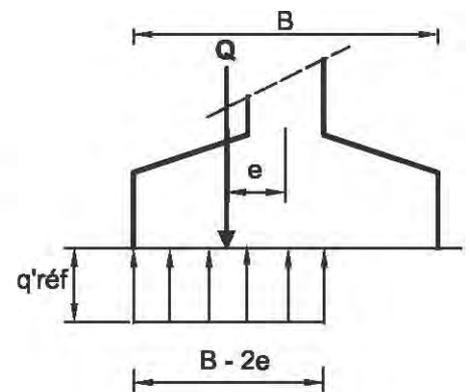
$$q'_{réf} = \frac{3q_M + q_m}{4}$$

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 approchée 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
- γD : 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)

α_c, α_d : coefficients rhéologiques

λ_c, λ_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 :

$$k_i = 2 k_v$$