



# RAPPORT

## Étude Géotechnique de Conception Phase Avant-Projet (G2 AVP)

[Redacted text block]

Référence : 2022/06279/ORLNS				Mission G2 Phase AVP		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + annexes			
0	18/11/22	Première émission	150	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
A						
B						
C						

**Nb** : l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents

[Redacted text block]

[Redacted text block]

# SOMMAIRE

<b>1. CADRE D'INTERVENTION .....</b>	<b>4</b>
1.1 INTERVENANTS .....	4
1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES .....	4
1.3 MISSION .....	6
1.4 REMARQUES .....	6
<b>2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE .....</b>	<b>7</b>
2.1 LE SITE .....	7
2.1.1 Historique du site .....	7
2.1.2 Etat actuel .....	8
2.2 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE .....	9
2.3 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES .....	10
<b>3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE .....</b>	<b>11</b>
3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS .....	11
3.2 ESSAIS EN LABORATOIRE .....	15
3.3 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES .....	15
3.4 DONNEES SISMIQUES – RISQUE DE LIQUEFACTION .....	16
3.4.1 Accélération de référence au rocher et de calcul .....	16
3.4.2 Classe de sol .....	16
3.4.3 Risque de liquéfaction .....	16
3.5 HYDROGÉOLOGIE .....	17
3.6 POLLUTION .....	18
<b>4. TERRASSEMENTS .....</b>	<b>19</b>
4.1 PROJET ENVISAGÉ .....	19
4.2 CONTRAINTES DU SITE .....	19
4.3 EXTRACTION .....	19
4.4 STABILITE DES TALUS ET DES AVOISINANTS – TERRASSEMENT EN PLEINE FOUILLE .....	20
4.5 SUJETIONS D'EXECUTION .....	20
4.6 MISE HORS D'EAU .....	20
4.6.1 Phase provisoire .....	20
4.6.2 Phase définitive .....	20
<b>5. ETUDE DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES .....</b>	<b>22</b>
5.1 FONDATIONS PROFONDES ( ██████████ – FONDATIONS PROFONDES) .....	22
5.1.1 Choix de la méthode de calcul .....	22

5.1.2	Exemple de prédimensionnement de pieu – au droit de SP29 .....	23
5.1.3	Effet de groupe .....	24
5.1.4	Tassements .....	24
5.1.5	Sujétions d'exécution .....	24
5.1.6	Contrôles .....	25
<b>5.2</b>	<b>FONDATION DU BASSIN ENTERRE PAR RADIER .....</b>	<b>25</b>
5.2.1	Principe de Fondation – Niveaux d'assise .....	25
5.2.2	Contrainte limites de calcul.....	25
5.2.3	Tassements .....	25
5.2.4	Conception en phase projet.....	26
5.2.5	Dispositions constructives .....	26
5.2.6	Sujétions d'exécution .....	26
<b>5.3</b>	<b>DALLES PORTEES – [REDACTED] .....</b>	<b>26</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET .....</b>	<b>27</b>
	<b>CONDITIONS GENERALES.....</b>	<b>28</b>
	<b>ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....</b>	<b>31</b>
	<b>TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....</b>	<b>32</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>34</b>
	<b>ANNEXE 1 – PLAN DE SITUATION .....</b>	<b>35</b>
	<b>ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION .....</b>	<b>37</b>
	<b>ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS .....</b>	<b>39</b>

## 1. CADRE D'INTERVENTION

### 1.1 INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de [REDACTED], Géotec a réalisé la présente étude sur le site suivant : [REDACTED]

Les autres intervenants connus au moment de l'étude sont les suivants :

- Géomètre : [REDACTED] ;
- Bureau d'Etude Technique : [REDACTED].

### 1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GÉOTEC :

Document	Émetteur	Référence	Date	Échelle	Cote altimétrique	Remarques
Plan des réseaux existants	[REDACTED]	-	10/08/22	-	Oui	NGF
Plan des existants			01/09/22	-	Non	NGF
Plan d'implantation du bassin			29/07/22	1/100		
Plan d'implantation du bâtiment GX			01/09/22	-		
Plan topographique		18087-T01	15/03/22	1/250	Oui	NGF

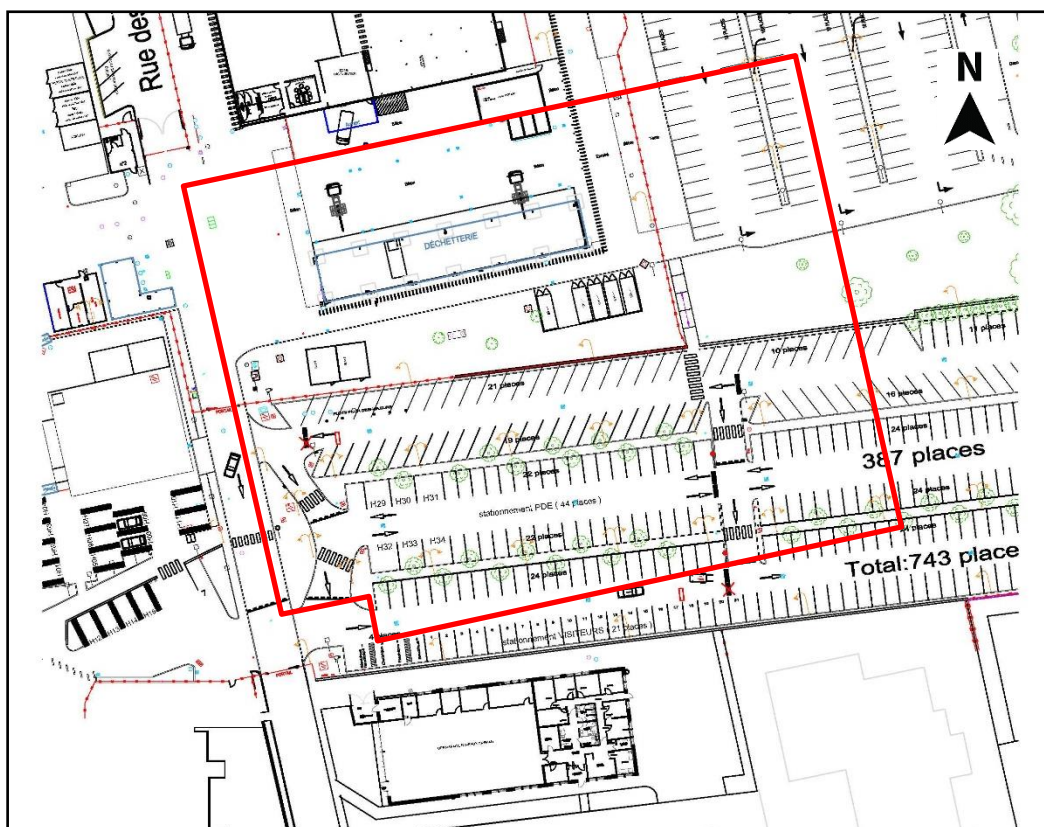
Le projet consiste en la construction :

- d'un [REDACTED]. Son emprise au sol est de 7 700 m<sup>2</sup> environ ;
- d'un bassin enterré dont la profondeur ne nous a pas été transmise. Son emprise au sol est de 1 000 m<sup>2</sup> environ.

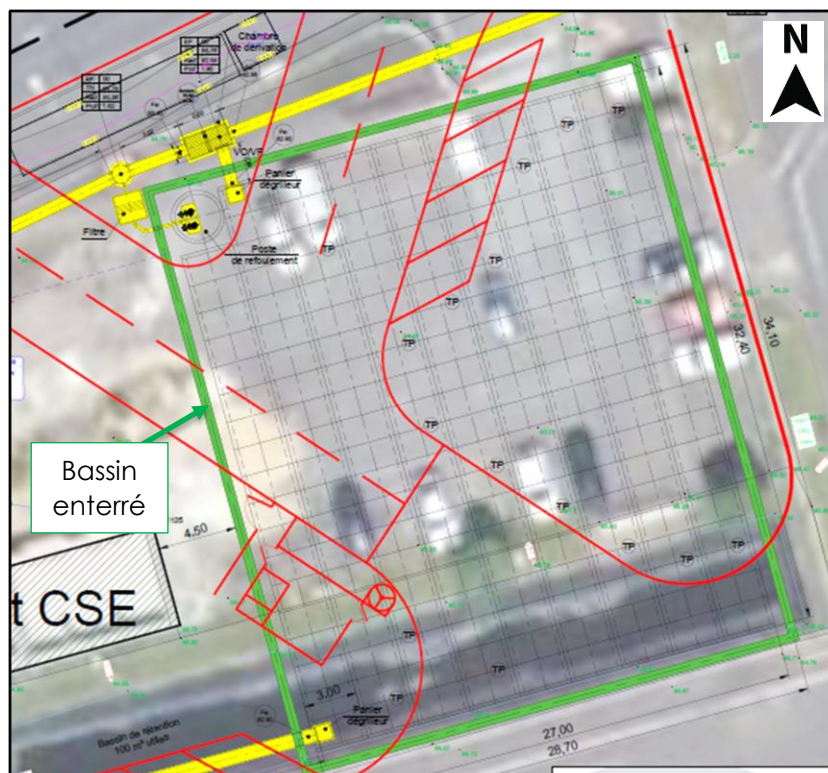
En l'absence d'éléments précis, nous supposons que :

- le niveau fini du RdC du [REDACTED] se situera à la cote + 96.55 m NGF (cote moyenne du Terrain Actuel, noté **TA** dans tout le rapport, au droit de nos sondages). En outre, nous supposons que le niveau extérieur fini se situera à la même cote que le niveau du RdC.
- le niveau fini du bassin enterré se situera à - 3.0 m/TA, soit à la cote + 91.85 m NGF.

Pour le [REDACTED], aucune vibration ou tassement n'est toléré. Il est donc prévu à ce stade du projet un mode de fondation par pieux, avec deux pieux par poteau.



Emprise du [REDACTED]



Emprise du bassin enterré



D'après les éléments transmis, les charges ELS attendues pour le [REDACTED] seront limitées à 3 000 à 3 500 kN / poteau ( $\approx 300$  à  $350$  t).

En l'absence d'éléments précis :

- les charges ELS transmises par les dallages du bâtiment GX sont supposées être limitées à  $10 \text{ kN} / \text{m}^2$  ( $\approx 1 \text{ t/m}^2$ ) ;
- les charges ELS transmises par le bassin enterré sont supposées être limitées à  $30 \text{ kN/m}^2$  ( $\approx 3 \text{ t/m}^2$ ).

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures ou l'entreprise, et transmises à GÉOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse.

### 1.3 MISSION

Conformément à son offre [REDACTED], GÉOTEC a reçu une mission de conception géotechnique phase Avant-Projet (G2 AVP).

Il est rappelé que la phase Avant-Projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases Projet et DCE/ACT puis par des missions G3 (étude et suivi d'exécution réalisés par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (supervision géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GÉOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 PRO, DCE/ACT et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « Conditions générales » données en fin de rapport.

### 1.4 REMARQUES

Toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- NPHE : niveau des plus hautes eaux
- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais)
- RdC : rez-de-chaussée
- TA : terrain actuel
- TF : terrain extérieur fini
- VS : vide sanitaire
- $E_M$  : module pressiométrique
- $Pl^*$  : pression limite
- NGF : nivellement général de la France défini selon l'IGN69

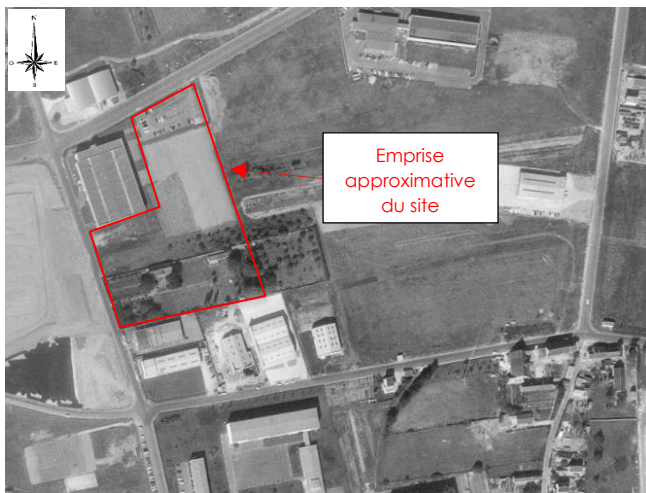
## 2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

### 2.1 LE SITE

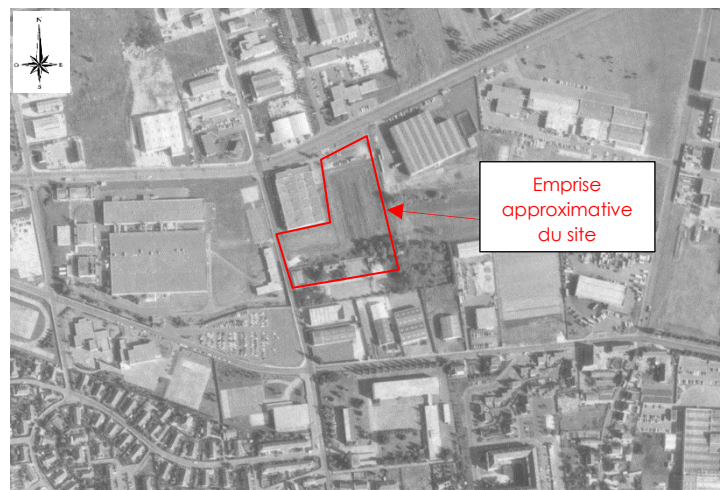
#### 2.1.1 Historique du site

D'après les photographies aériennes consultées sur le site « remonterletemps.ign.fr » :

- le site a été occupé par des champs, un parking au Nord et des pavillons jusqu'au début des années 80 ;
- la partie Sud du site a ensuite été utilisée comme casse automobile dans la fin des années 80 jusqu'à la fin des années 90 puis occupée par les parkings de [REDACTED] à partir des années 2000.



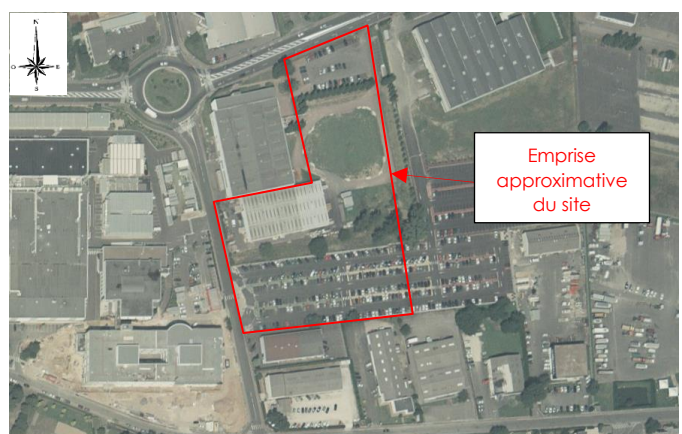
Vue aérienne de 1972 du site – sans échelle –  
source Géoportail



Vue aérienne de 1981 du site – sans échelle –  
source Géoportail



Vue aérienne de 1997 du site – sans échelle –  
source Géoportail



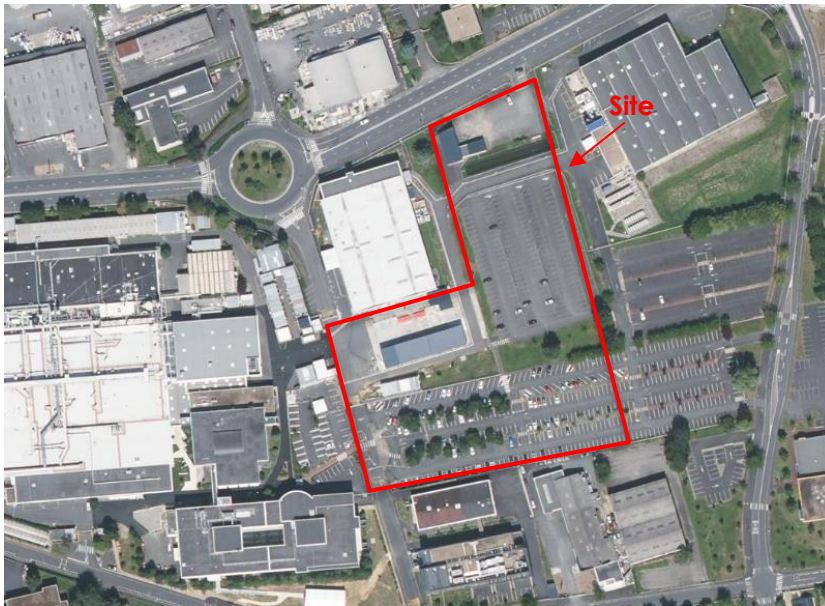
Vue aérienne de 2001 du site – sans échelle –  
source Géoportail

D'après les informations transmises, un diagnostic pollution a été réalisé (non transmis à GEOTEC). On s'y réfèrera.

### 2.1.2 Etat actuel

Le terrain étudié se trouve au Nord du centre-ville de TOURS (37), dans un contexte de plateau. Il est délimité par :

- l'avenue du Danemark au Nord ;
- un bâtiment industriel et des parkings à l'Est ;
- des bâtiments industriels à l'Ouest et au Sud.



*Vue aérienne du site (non actualisée)*

C'est actuellement un terrain occupé par des parkings en enrobé, par le bâtiment de la déchetterie du site, par une dalle béton ou localement enherbé.

Le terrain présente une pente de l'ordre de 1.5 % vers le Sud.

Son altitude actuelle est comprise entre les cotes NGF + 94.65 m et + 97.15 m au droit de nos sondages le jour de la reconnaissance.



## 2.2 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance définie par GÉOTEC a consisté en l'exécution de :

- **10 sondages pressiométriques** (SP3, SP4, SP10, SP12, SP20, SP22, SP28, SP29, SP30 et SP32) réalisés en diamètre 63, 64 ou 66 mm. La sondeuse utilisée est de marque GÉOTEC type TB 175.

Ces sondages ont atteint une profondeur comprise entre 18.32 et 25.74 m par rapport au TA et ont permis d'effectuer des enregistrements de paramètres.

Les enregistrements ont consisté en :

- la vitesse d'avancement (m/h),
- la pression sur l'outil (bars),
- la pression d'injection (bars),
- le couple de rotation (bars).

Les essais pressiométriques ont été répartis selon un intervalle moyen de 1.5 m.

- **10 sondages destructifs** (SD13, SD15, SD17, SD18, SD24, SD25, SD27, SD31, SD33 et SD33bis) réalisés en diamètre 90 mm. La sondeuse utilisée est de marque GÉOTEC type TB 175.

Ces sondages, qui ont atteint une profondeur comprise entre 8.95 m et 25.74 m, par rapport au TA ont permis d'effectuer des enregistrements de paramètres.

Les enregistrements ont consisté en :

- la vitesse d'avancement (m/h),
- la pression sur l'outil (bars),
- la pression d'injection (bars),
- le couple de rotation (bars).

- **5 sondages carottés** (SC1, SC2, SC16, SC19 et SC23) réalisés en diamètre 95, 101, 114 ou 116 mm. La sondeuse utilisée est de marque GÉOTEC type TB 175.

Ces sondages ont atteint une profondeur de 10.0 m et 20.0 m par rapport au TA. Ils ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de prélever des échantillons intacts pour analyses en laboratoire.

- **3 piézomètres** de 17 m à 20 m équipent le site. Ils ont été mis en place dans les sondages précédents (SC16, SC19 et SC23). Ils sont coiffés en tête d'une protection métallique cadenassée.

GÉOTEC n'a pas été missionné pour le suivi piézométrique (nous rappelons néanmoins l'intérêt d'un tel suivi).

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. Un suivi des piézomètres installés sur le site peut être commandé par le maître de l'ouvrage et une étude hydrogéologique pourra être confiée le cas échéant à un bureau d'études spécialisé.

- **6 essais au pénétromètre dynamique** (P19, P21, P23, P24, P25 et P26) poussés au refus observé entre 2.8 m et 5.0 m/TA. Ils ont été réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique de type B.

Ces essais ont permis de mesurer en continu la résistance mécanique de chaque horizon traversé. Cette résistance s'interprète en termes d'homogénéité et de portance du sol.

- **des analyses de laboratoire** sont en cours de réalisation sur des échantillons prélevés dans les sondages précédents. Le rapport sera complété à réception des résultats.

## 2.3 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Les sondages et essais ont été nivelés à l'aide d'un GPS de précision.

### 3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique de « TOURS » au 1/50 000<sup>ème</sup> et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- des remblais ;
- le substratum marno-calcaire de Touraine.

#### 3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence les formations suivantes :

Bassin enterré (sondages SC1, SC2, SP3 et SP4) :

- **de l'enrobé ou des remblais constitués de cailloux gris**, identifiés dans tous les sondages sur 14 cm à 21 cm d'épaisseur environ.
- **une argile marron, brune localement à cailloutis calcaires**, identifiée dans tous les sondages jusqu'à une profondeur variant entre 1.24 m et 2.00 m/TA (soit sur une épaisseur de 1.03 m à 1.80 m). On peut a priori attribuer cet horizon à un faciès d'altération du substratum marno-calcaire de Touraine.

Ses caractéristiques mécaniques sont très faibles :

$$\begin{array}{lll} 0.17 \text{ MPa} \leq & p_l^* & \leq 0.37 \text{ MPa} \\ 1.0 \text{ MPa} \leq & E_M & \leq 3.0 \text{ MPa} \end{array}$$

- **une alternance entre des marnes plus ou moins argileuses beiges, grises, orangées, blanchâtres, des argiles plus ou moins marneuses gris-verdâtre, beiges, verdâtres à cailloutis calcaires, un marno-calcaire blanchâtre, beige, beige-grisâtre et un calcaire blanchâtre**, identifiée dans tous les sondages jusqu'à une profondeur variant entre 8.00 m et 18.32 m/TA, profondeurs d'arrêt ou de perte d'injection des sondages (soit sur une épaisseur apparente de 6.00 m à 16.52 m). On peut a priori attribuer cet horizon au substratum marno-calcaire de Touraine.

Ses caractéristiques mécaniques sont hétérogènes, médiocres à bonnes :

$$\begin{array}{lll} 0.54 \text{ MPa} \leq & p_l^* & \leq 3.80 \text{ MPa} \\ 8.6 \text{ MPa} \leq & E_M & \leq 38.8 \text{ MPa} \end{array}$$

Bâtiment GX (ensemble des sondages excepté SC1, SC2, SP3 et SP4) :

- **de la terre végétale et arable**, identifiée uniquement dans le sondage SP22 sur 20 cm d'épaisseur environ.
- **de l'enrobé**, identifié dans les sondages SP10, SP12, SD13, SC16/Pz, SC19/Pz, SC23/Pz, SD24, SD25, SD27, SP28, SP29, SP30, SD31, SP32, SD33 et SD33bis sur 4 cm à 20 cm d'épaisseur environ.
- **des remblais argileux noirs, sableux marrons, beiges à cailloutis et cailloux ou constitués de silex et cailloux et ciment**, identifiés dans les sondages SC19/Pz, SP20, SC23/Pz, SD24, SD27, SP28, SP29, SP30, SD31, SD33 et SD33bis jusqu'à une profondeur variant entre 0.11 m et 3.00 m/TA (soit sur une épaisseur de 0.07 m à 2.96 m). La présence de surprofondeurs de remblais (ainsi que de vestiges de construction) n'est pas exclue entre les sondages.

Ses caractéristiques mécaniques n'ont pas été mesurées.

- **une argile marron, grise localement à cailloutis calcaires**, identifiée dans tous les sondages excepté SD18 (perte d'injection observée à partir de 0.0 m/TA) jusqu'à une profondeur variant entre 1.80 m et 4.40 m/TA (soit sur une épaisseur de 1.6 m à 4.3 m). On peut a priori attribuer cet horizon à un faciès d'altération du substratum marno-calcaire de Touraine.

Ses caractéristiques mécaniques sont hétérogènes, faibles à bonnes :

$$\begin{array}{lcl} 0.43 \text{ MPa} \leq & p_l^* & \leq 1.0 \text{ MPa} \\ 4.0 \text{ MPa} \leq & E_M & \leq 15.8 \text{ MPa} \end{array}$$

- **une alternance entre des marnes plus ou moins argileuses beiges, grises, orangées, blanchâtres, verdâtres, des argiles plus ou moins marneuses beiges, grises, marron-orangées à cailloutis calcaires, un marno-calcaire blanchâtre, beige, beige-grisâtre et un calcaire blanchâtre**, identifiée dans tous les sondages jusqu'à une profondeur variant entre 8.95 m et 25.74 m/TA, profondeurs d'arrêt ou de refus des sondages (soit sur une épaisseur apparente de 5.55 m à 23.42 m). On peut a priori attribuer cet horizon au substratum marno-calcaire de Touraine.

Ses caractéristiques mécaniques sont hétérogènes, localement très faibles mais globalement satisfaisantes à très bonnes :

$$\begin{array}{lcl} 0.6 \text{ MPa} \leq & p_l^* & \geq 5.0 \text{ MPa} \\ 3.4 \text{ MPa} \leq & E_M & \leq 528.5 \text{ MPa} \end{array}$$

Les essais pénétrométriques réalisés mettent en évidence les horizons suivants :

Sondage	Profondeur sommet et base (m)	Caractéristiques mécaniques
P19	0.0 m – 0.6 m	Bonnes : $3 \text{ MPa} \leq R_d \leq 24 \text{ MPa}$
	0.6 m – 2.6 m	Faibles : $0.75 \text{ MPa} \leq R_d \leq 2.5 \text{ MPa}$
	2.6 m – 2.8 m (profondeur de refus)	Bonnes : refus de l'essai à 2.8 m/TA
P21	0.0 m à 5.0 m (profondeur de refus)	Bonnes : $3.5 \text{ MPa} \leq R_d \leq 15 \text{ MPa}$
P23	0.0 m – 1.2 m	Bonnes : $3 \text{ MPa} \leq R_d \leq 35 \text{ MPa}$
	1.2 m – 2.6 m	Faibles : $1.5 \text{ MPa} \leq R_d \leq 3 \text{ MPa}$
	2.6 m – 3.8 m (profondeur de refus)	Bonnes : $4 \text{ MPa} \leq R_d \leq 12 \text{ MPa}$
P24	0.0 m – 1.2 m	Bonnes : $4 \text{ MPa} \leq R_d \leq 60 \text{ MPa}$
	1.2 m – 3.2 m	Satisfaisantes à localement bonnes : $3 \text{ MPa} \leq R_d \leq 8 \text{ MPa}$
	3.2 - 4.4 m (profondeur de refus)	Bonnes : $7 \text{ MPa} \leq R_d \leq 50 \text{ MPa}$
P25	0.0 m – 0.8 m	Bonnes : $18 \text{ MPa} \leq R_d \leq 25 \text{ MPa}$
	0.8 m – 3.6 m	Médiocres à localement bonnes : $2.2 \text{ MPa} \leq R_d \leq 8 \text{ MPa}$
	3.6 m – 4.8 m (profondeur de refus)	Bonnes : $9 \text{ MPa} \leq R_d \leq 18 \text{ MPa}$
P26	0.0 m – 3.0	Bonnes : $7 \text{ MPa} \leq R_d \leq 35 \text{ MPa}$
	3.0 m – 4.0 m	Faibles : $1.2 \text{ MPa} \leq R_d \leq 3 \text{ MPa}$
	4.0 m – 4.8 m (profondeur de refus)	Bonnes : $3 \text{ MPa} \leq R_d \leq 30 \text{ MPa}$ .



La stratigraphie relevée au droit de chaque sondage est résumée dans le tableau suivant :

Bassin enterré :

	SC1		SC2		SP3 <sup>(1)</sup>		SP4 <sup>(1)</sup>	
	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)
<b>Remblais</b>	0.00	95.00	0.00	94.75	0.00	95.00	0.00	94.65
<b>Argile</b>	0.14	94.86	0.21	94.54	0.20	94.80	0.20	94.45
<b>Marne / Marno- calcaire et calcaire</b>	1.79	93.21	1.24	93.51	2.00	93.00	1.80	92.85
	≥ 10.00	≤ 85.00	≥ 10.00	≤ 84.75	≥ 8.00 <sup>(2)</sup>	≤ 87.00	≥ 18.32	≤ 76.33

<sup>(1)</sup> coupe établie par interprétation des essais pressiométriques et des enregistrements des paramètres de forage. Compte tenu de la méthode de forage destructive, les limites entre chaque faciès ne peuvent pas être identifiées de façon précise.

<sup>(2)</sup> profondeur de perte d'injection

■ :

	SP10 <sup>(1)</sup>		SP12 <sup>(1)</sup>		SD13 <sup>(2)</sup>		SD15 <sup>(2)</sup>		SC16/PZ	
	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)
<b>Remblais</b>	0.00	95.70	0.00	95.90	0.00	95.90	0.00	96.00	0.00	96.20
<b>Argile</b>	0.20	95.50	0.20	95.70	0.20	95.70	-	-	0.11	96.09
<b>Marne / Marno- calcaire et calcaire</b>	2.50	93.20	2.00	93.90	3.40	92.50	4.30	91.70	3.36	92.84
	≥ 25.17	≤ 70.53	≥ 25.42	≤ 70.48	≥ 25.74	≤ 70.16	≥ 25.32	≤ 70.68	≥ 20.00	≤ 76.20

	SD17 <sup>(2)</sup>		SD18 <sup>(2)</sup>		SC19/Pz		SP20 <sup>(1)</sup>		SP22 <sup>(1)</sup>	
	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)
<b>Terre végétale et arable</b>	0.00	96.00	0.00	96.90	0.00	96.95	0.00	96.90	0.00	97.05
<b>Remblais</b>	-	-	Perte d'injection de 0.0 m à 8.0 m/TA		-	-	-	-	0.20	96.85
<b>Argile</b>	-	-			3.00	93.95	0.60	96.30	-	-
<b>Marne / Marno-calcaire et calcaire</b>	2.80	93.20			4.00	92.95	4.30	92.60	1.80	95.25
	≥ 25.05	≤ 70.95	≥ 25.31	≤ 71.59	≥ 20.00	≤ 76.95	≥ 25.08	≤ 71.82	≥ 25.45	≤ 71.60

	SC23/Pz/P23		SD24/P24 <sup>(2)</sup>		SD25/P25 <sup>(2)</sup>		SD27 <sup>(2)</sup>		SP28 <sup>(1)</sup>	
	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)
<b>Remblais</b>	0.00	97.00	0.00	97.00	0.00	97.05	0.00	97.05	0.00	97.15
<b>Argile</b>	0.55	96.45	1.40	95.60	0.20	96.85	0.60	96.45	0.50	96.65
<b>Marne / Marno-calcaire et calcaire</b>	4.00	93.00	3.40	93.60	3.80	93.25	4.00	93.05	3.60	93.55
	≥ 20.00	≤ 77.00	≥ 25.39	≤ 71.61	≥ 25.28	≤ 71.77	≥ 17.52	≤ 79.53	≥ 25.51	≤ 71.64

	SP29 <sup>(1)</sup>		SP30 <sup>(1)</sup>		SD31 <sup>(2)</sup>		SP32 <sup>(1)</sup>		SD33 <sup>(2)</sup> et SD33 bis <sup>(2)</sup>	
	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)	Prof/TA (m)	Cote NGF (m)
<b>Remblais</b>	0.00	97.10	0.00	97.00	0.00	97.00	0.00	96.20	0.00	96.20
<b>Argile</b>	0.60	96.50	0.70	96.30	0.70	96.30	0.10	96.10	0.30/0.60	95.90/95.60
<b>Marne / Marno-calcaire et calcaire</b>	3.50	93.60	4.40	92.60	4.00	93.00	3.20	93.00	3.40/3.50	92.80/92.70
	≥ 26.01	≤ 71.09	≥ 25.22	≤ 71.78	≥ 25.44	≤ 71.56	≥ 25.31	≤ 70.89	≥ 8.95 / 9.38	≤ 87.25 / 86.82
									Refus sur banc très compact	

(1) coupe établie par interprétation des essais pressiométriques et des enregistrements des paramètres de forage. Compte tenu de la méthode de forage destructive, les limites entre chaque faciès ne peuvent pas être identifiées de façon précise.

(2) coupe établie par interprétation des enregistrements des paramètres de forage. Compte tenu de la méthode de forage destructive, les limites entre chaque faciès ne peuvent pas être identifiées de façon précise.

Nota : Ce tableau n'implique en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie entre sondages. En particulier, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés de sondages.

### 3.2 ESSAIS EN LABORATOIRE

Des **analyses de laboratoire** sont en cours de réalisation. Le rapport sera complété à réception des résultats.

### 3.3 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La consultation du site de prévention des risques majeurs (Georisques.gouv) a permis d'identifier un certain nombre de risques que peut présenter le site étudié.

D'après la base de données du BRGM, le terrain est classé en aléa fort vis-à-vis du risque de retrait-gonflement.

La commune de TOURS (37) a fait l'objet de 24 arrêtés de catastrophe naturelle :

Inondations et/ou Coulées de Boue : 7				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0400220A	08/12/2003	10/12/2003	11/05/2004	23/05/2004
INTE1630434A	04/06/2016	06/06/2016	26/10/2016	07/12/2016
INTE8800166A	07/05/1988	07/05/1988	02/08/1988	13/08/1988
INTE9300602A	30/06/1993	30/06/1993	26/10/1993	03/12/1993
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
NOR19831005	16/07/1983	26/07/1983	05/10/1983	08/10/1983
NOR19831115	21/06/1983	21/06/1983	15/11/1983	18/11/1983

Sécheresse : 12				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE1228647A	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012
INTE1917051A	01/10/2018	31/12/2018	18/06/2019	17/07/2019
INTE2023940A	01/07/2019	30/09/2019	15/09/2020	25/10/2020
INTE9100354A	01/03/1990	30/11/1990	12/08/1991	30/08/1991
INTE9300001A	01/12/1990	31/12/1991	25/01/1993	07/02/1993
INTE9400220A	01/01/1992	30/04/1993	27/05/1994	10/06/1994
INTE9600137A	01/06/1995	30/09/1995	03/04/1996	17/04/1996
INTE9700056A	01/10/1995	31/08/1996	11/02/1997	23/02/1997
INTE9800231A	01/09/1996	31/10/1997	12/06/1998	01/07/1998
INTE9900124A	01/11/1997	30/09/1998	19/03/1999	03/04/1999
IOCE0804637A	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008	22/02/2008
MDIE900017A	01/06/1989	31/12/1989	04/12/1990	15/12/1990

Mouvement de Terrain : 5				
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE1319721A	02/02/2013	05/02/2013	29/07/2013	02/08/2013
INTE9800404A	24/04/1998	24/04/1998	22/10/1998	13/11/1998
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
NOR19831115	21/06/1983	21/06/1983	15/11/1983	18/11/1983
NOR19850626	29/01/1985	29/01/1985	26/06/1985	10/07/1985

Le terrain se situe en zone d'aléa faible (2) selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques, applicable au 1er mai 2011.

Le substratum marno-calcaire sous-jacent est sujet à la karstification. Il est toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer des cavités vides ou remplies de sédiments divers qui n'auraient pas été mises en évidence par les sondages. Notons que le secteur n'est pas, à notre connaissance, réputé à risque vis à vis de ce phénomène dans un rayon de 500 m autour du site étudié.

Le toit du substratum correspond à une surface d'érosion. Par conséquent, il sera toujours possible de rencontrer des sur-profondeurs ou des remontées du toit du substratum plus importantes que celles observées dans nos sondages.

Par ailleurs, rappelons que des remblais ont été observés dans les sondages, et que la présence de surprofondeurs de ceux-ci (ainsi que de vestiges ou anciens ouvrages enterrés éventuels) n'est pas exclue entre les sondages.

### 3.4 DONNEES SISMIQUES – RISQUE DE LIQUEFACTION

Les analyses sont menées suivant l'EC8 et les recommandations de l'AFPS.

Selon les informations transmises par le maître d'ouvrage, le bâtiment projeté est de catégorie d'importance III.

#### 3.4.1 Accélération de référence au rocher et de calcul

Selon l'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », l'accélération maximale de référence au niveau d'un sol rocheux, dénommée  $a_{gr}$ , vaut **0.7 m/s<sup>2</sup>** en zone de sismicité 2.

L'accélération horizontale de calcul au niveau d'un sol de type rocheux (classe A au sens de la norme NF EN 1998-1 septembre 2005 dite EC8-1),  $a_g$ , est égale à  $a_{gr}$  multipliée par le coefficient d'importance  $\gamma_i$  du bâtiment soit  **$a_g = \gamma_i \cdot a_{gr}$ , soit  $a_g = 1.2 \times 0.7 \text{ m/s}^2 = 0.84 \text{ m/s}^2$ .**

#### 3.4.2 Classe de sol

Selon l'article 3.1.2 « Identification des classes de sol » de l'EC8-1, l'identification des classes de sols nécessite la détermination de la vitesse des ondes de cisaillement sur les 30 mètres supérieurs, ou des mesures de l'indice de pénétration  $N_{SPT}$ . En l'absence de telles mesures, en première approche à partir de corrélation avec les essais réalisés et selon notre connaissance du contexte local, on pourra retenir :

Classe du sol = A dans le marno-calcaire et calcaire, valeur du paramètre du sol correspondant  $S = 1.0$ .

Pour valider ou optimiser la classe de sol, il conviendrait de réaliser des investigations géophysiques (essais Cross Hole par exemple) ou géotechniques spécifiques (essais SPT ou CPT) jusqu'à 30 m de profondeur selon les exigences de l'EC8.

#### 3.4.3 Risque de liquéfaction

Compte-tenu de leur granulométrie et de leur compacité (et en l'absence de sols saturés lâches), les terrains ne sont pas suspects de liquéfaction.



### 3.5 HYDROGÉOLOGIE

Lors de notre campagne de reconnaissance (septembre et octobre 2022), nous avons observé les niveaux d'eau suivants dans les sondages :

██████████ :

Sondage	SP10	SP12	SD13	SD15	SC16/PZ	SD17
Cote NGF Tête de sondage (m)	95.70	95.90	95.90	96.00	96.20	96.00
Prof niveau d'eau en fin de forage (m)	6.10 <sup>(1)</sup>	7.60 <sup>(1)</sup>	8.00 <sup>(1)</sup>	4.00 <sup>(1)</sup>	7.30 <sup>(2)</sup>	8.80 <sup>(1)</sup>
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage (m)	89.60	88.30	87.90	92.00	88.90	87.20

Sondage	SC19/Pz	SP20	SP22	SC23/Pz	SD24
Cote NGF Tête de sondage (m)	96.95	96.90	97.05	97.00	97.00
Prof niveau d'eau en fin de forage (m)	4.60 <sup>(2)</sup>	8.00 <sup>(1)</sup>	4.60 <sup>(1)</sup>	8.90 <sup>(2)</sup>	4.40 <sup>(1)</sup>
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage (m)	92.35	88.90	92.45	88.10	92.60

Sondage	SD25	SD27	SP28	SP29	SP30
Cote NGF Tête de sondage (m)	97.05	97.05	97.15	97.10	97.00
Prof niveau d'eau en fin de forage (m)	8.40 <sup>(1)</sup>	0.00 <sup>(1)</sup>	8.20 <sup>(1)</sup>	7.80 <sup>(1)</sup>	5.70 <sup>(1)</sup>
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage (m)	88.65	97.05	88.95	89.30	91.30

Sondage	SP32	SD33	SD33 bis
Cote NGF Tête de sondage (m)	96.20	96.20	96.20
Prof niveau d'eau en fin de forage (m)	4.90 <sup>(1)</sup>	0.0 <sup>(1)</sup>	7.00 <sup>(1)</sup>
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage (m)	91.30	96.20	89.20

Bassin enterré :

Sondage	SP3	SP4
Cote NGF Tête de sondage (m)	95.00	94.65
Venue d'eau en cours de forage prof. (m)	4.00	-
Prof niveau d'eau en fin de forage (m)	-	1.60
Cote NGF du niveau d'eau en cours de forage (m)	91.00	-
Cote NGF du niveau d'eau en fin de forage (m)	-	93.05 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> les forages ayant été réalisés avec injection de fluide, ces niveaux sont à considérer avec la plus grande précaution.

<sup>(2)</sup> les niveaux d'eau ont été relevés dans les piézomètres.

Le relevé piézométrique réalisé le 24 novembre 2021 à permis de relever les niveaux d'eau suivants :

Sondage	SC16/PZ	SC19/Pz
Cote NGF Tête de sondage (m)	96.20	96.95
Prof niveau d'eau (m)	7.31	6.53
Cote NGF du niveau d'eau (m)	88.89	90.42

Pour le sondage SC23/Pz, la mesure n'a pas pu être réalisée du fait de la présence d'une voiture sur le sondage.

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

Des circulations d'eau superficielles peuvent également se produire en période pluvieuse.

Il appartient aux responsables du projet de se faire communiquer par les services compétents (DREAL, PPRI, ...) le niveau des plus hautes eaux au droit du site afin de vérifier si le terrain étudié est ou non inondable.

### 3.6 POLLUTION

**Lors de notre intervention, nous avons détecté une odeur d'hydrocarbure dans le sondage SD24 entre 0.2 m et 1.4 m/TA. Cette pollution, certainement liée à l'occupation historique du site (ancienne casse automobile) est connue par le client et fait l'objet d'une étude spécifique.**

La recherche de polluant n'est pas l'objet d'une mission géotechnique en général ni de notre mission en particulier.

Lors de travaux de démolition des ouvrages existants et de terrassement, dès lors que les terres sont excavées, ces dernières peuvent prendre le statut de déchet. Leur valorisation sur site et/ou leur élimination en dehors du site doit donc répondre aux réglementations « déchets », conformément à la loi AGEC et son décret d'application du 1er avril 2021 relatif à la sortie du statut de déchet ainsi qu'à l'arrêté du 4 juin 2021 fixant les critères du statut de déchet pour les terres excavées et sédiment.

Suite à cette évolution réglementaire, les terres excavées doivent faire l'objet d'une caractérisation selon une procédure normée et d'un enregistrement au sein d'un registre national assurant une traçabilité de l'opération de gestion de terres terrassées.

En cas d'évacuation en centre de stockage celui-ci doit valider l'acceptation des terres après réception d'une Demande d'Acception Préalable (DAP) généralement portée par le terrassier ou l'entreprise générale (au nom du Maître d'Ouvrage). La DAP doit intégrer des analyses chimiques en laboratoire sur les terres à excaver.

GÉOTEC reste à la disposition des intervenants pour les accompagner dans la gestion de leurs terres dans leur projet d'aménagement depuis les études préliminaires afin d'anticiper des surcoûts éventuels, de proposer des solutions de gestion d'optimisation jusqu'à l'élaboration du plan de terrassement pour la phase opérationnelle.

## 4. TERRASSEMENTS

### 4.1 PROJET ENVISAGÉ

Le projet consiste en la construction :

- d'un [REDACTED] de type R+3 sans sous-sol à tolérance vibration et tassement nulle. Son emprise au sol est de 7 700 m<sup>2</sup> environ ;
- d'un bassin enterré dont la profondeur ne nous a pas été transmise. Son emprise au sol est de 1 000 m<sup>2</sup> environ.

En l'absence d'éléments précis, nous supposons que :

- le niveau fini du RdC du [REDACTED] se situera à la cote + 96.55 m NGF (cote moyenne du Terrain Actuel, noté **TA** dans tout le rapport, au droit de nos sondages). En outre, nous supposons que le niveau extérieur fini se situera à la même cote que le niveau du RdC.
- le niveau fini du bassin se situera à - 3.0 m/TA, soit à la cote + 91.85 m NGF.

### 4.2 CONTRAINTES DU SITE

Le mode d'exécution des terrassements dépendra étroitement des conditions environnementales, en particulier :

- De la présence de voirie circulée ou non à plus ou moins grande distance de la fouille et des possibilités de neutralisation partielle ou totale de celles-ci ;
- De l'espace libre disponible pour envisager éventuellement une solution par talutage.

Mais de nombreux autres facteurs peuvent être déterminants pour le choix du mode d'exécution des terrassements (présence de réseaux sous chaussée, d'anciens ouvrages enterrés, etc.).

Selon nos hypothèses, le niveau fini du bassin enterré se situera à la cote + 91.85 m NGF, ce qui nécessite des terrassements en déblai de 3.0 m maximum. **Les excavations se situant à proximité de voiries et du bâtiment CSE, les terrassements seront donc réalisés à l'abri d'un soutènement.**

### 4.3 EXTRACTION

Dans les sols meubles (remblais, argile, marne) les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet.

Dans les formations compactes (marno-calcaire, calcaire, blocs et vestiges éventuels), les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (BRH, ripper par exemple).

Les travaux de démolition des ouvrages existants et de dévoiement des réseaux existants devront être réalisés avec le plus grand soin. En effet, il faut :

- minimiser les remaniements et les affouillements lors de l'extraction des infrastructures ;
- vérifier que tous les éléments d'infrastructure soient évacués pour éviter les points durs ;
- combler toutes les dépressions et tranchées avec un matériau compacté par couches minces selon les règles de l'art.

Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants. Si nécessaire, une étude de vibrations sera menée.

## 4.4 STABILITE DES TALUS ET DES AVOISINANTS – TERRASSEMENT EN PLEINE FOUILLE

Pour le [REDACTED], en dehors du terrassement des fondations, il n'est pas prévu de terrassement particulier.

Pour le bassin enterré, les excavations se situant à proximité immédiate de voiries et du bâtiment CSE un mode de terrassement par talutage n'est pas envisageable. **On prévoira un ouvrage de soutènement.**

En phase définitive, les murs et voiles adossés au terrain du bassin enterré seront calculés en soutènement. Pour le calcul des efforts de poussée/butée à prendre en compte, on pourra en première approche retenir les paramètres suivants pour des sols en place :

Couches	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	C' (kPa)	$\phi'$ (°)
Remblais	18	0	20
Argile	19	15	15
Marne	20	20	20

## 4.5 SUJETIONS D'EXECUTION

Les règles de l'art seront respectées et notamment :

- Drainage permanent de la plate-forme (gravitaire, tranchées, pompage ...) ;
- Si malgré ces précautions, le drainage n'est pas suffisant, on devra prendre les dispositions suivantes : cloutage, géotextile, traitement au liant hydraulique ...

## 4.6 MISE HORS D'EAU

### 4.6.1 Phase provisoire

Lors de notre intervention (septembre et octobre 2022), nous avons observé des niveaux d'eau dans les sondages entre 0.0 m et 8.8 m/TA.

Néanmoins, nous rappelons que les forages ayant été réalisés avec injection de fluide (hormis SP3 jusqu'à 8.0 m/TA), ces niveaux sont à considérer avec la plus grande précaution.

En fonction de la cote du projet et de la date de réalisation des terrassements des arrivées d'eau sont possibles. Un pompage provisoire pourra être nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher la fouille des terrassements généraux.

### 4.6.2 Phase définitive

Le niveau d'eau dans le sol est toujours susceptible de remonter en période pluvieuse.

Il appartiendra aux concepteurs de mener les enquêtes nécessaires auprès des services compétents (DDE, DDA, PPRI... ..) afin de déterminer le niveau des plus hautes eaux connues dans le secteur.



Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Nous avons relevé au droit de SP3 un niveau d'eau en cours de foration à la tarière à 4.0 m/TA. Au stade actuel des études, des dispositifs de protection du bassin enterré sont à prévoir.

Le système de protection du niveau enterré sera défini en fonction du degré de protection souhaité par le Maître d'ouvrage, des débits d'exhaure et des dispositions du PPRI s'il existe : cuvelage étanche, structure relativement étanche ...

**Pour les modalités d'exécution des structures étanches ou relativement étanches, on se reportera au DTU 14.1. L'ouvrage et la dalle inférieure seront conçus de manière à reprendre la sous-pression.**

Dans tous les cas, l'incidence hydraulique du projet devra être prise en compte vis à vis des avoisinants.

## 5. ETUDE DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

### 5.1 FONDATIONS PROFONDES ( [REDACTED] – FONDATIONS PROFONDES)

Pour le [REDACTED], compte tenu des caractéristiques mécaniques des terrains de surface et du fait qu'aucune vibration ou tassement n'est toléré, toute solution de fondation superficielle doit être écartée.

Le principe de fondation consistera à reporter les charges par l'intermédiaire de fondation par pieux ancrés dans les marnes, le marno-calcaire ou le calcaire compact de 3 diamètres minimum pour garantir un ancrage suffisant dans ce faciès.

Selon les éléments qui nous ont été transmis, Il est prévu à ce stade du projet deux pieux par poteau.

#### 5.1.1 Choix de la méthode de calcul

Nous utiliserons ci-après la procédure « modèle de terrain » qui consiste à déduire d'un modèle géotechnique du site les valeurs caractéristiques de la résistance de pointe et du frottement axial unitaire dans les différentes couches de sol.

Selon la norme NFP 94-262 (Eurocodes 7 – Fondations profondes), il convient de vérifier que :

- La valeur de calcul à l'ELS de la charge axiale  $F_d$  transmise par un pieu est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la charge de fluage de compression  $R$  tel que :

$$F_d \leq R_{c;d}$$

- La valeur de calcul à l'ELU de la charge de compression axiale  $F_{c;d}$  est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la portance  $R_{c;d}$  tel que :

$$F_{c;d} \leq R_{c;d}$$

Selon les termes de la NFP94-262, les charges admissibles en compression sont données par les formules :

$$R = \Gamma_1.R_s + \Gamma_2.R_b$$

Avec

- $R = R_{c;d}$  à l'ELS ou  $R = R_{c;d}$  à l'ELU
- $R_b$  : résistance limite de pointe, avec  $R_b = A \cdot k_p \cdot p_{le}^*$
- $R_s$  : résistance limite en frottement latéral, avec  $R_s = \pi D \sum h_i \cdot q_{si}$

Où :

- $A$  est la section du pieu et  $D$  son diamètre
- $k_p$  le facteur de portance,  $p_{le}$  la pression limite nette équivalente
- $q_{si}$  le frottement latéral limite dans la couche  $i$  d'épaisseur  $h_i$

Les coefficients de sécurité globaux ( $\Gamma_1$  et  $\Gamma_2$ ) retenus en compression sont les suivants pour la méthode pressiométrique.

Tarière creuse

	ELS qp	ELS caract	ELU dt /sismique	ELU accid
Latéral ( $\Gamma_1$ )	0,503	0,615	0,719	0,791
Pointe ( $\Gamma_2$ )	0,359	0,439	0,719	0,791

Les coefficients de sécurité globaux retenus en traction sont les suivants pour la méthode pressiométrique.

Tarière creuse

	ELS qp	ELS caract	ELU dt /sismique	ELU accid
Latéral ( $\Gamma_1$ )	0,339	0,416	0,486	0,534
Pointe ( $\Gamma_2$ )	-	-	-	-

### 5.1.2 Exemple de prédimensionnement de pieu – au droit de SP29

Pour un pieu réalisé à la tarière creuse (classe 2, catégorie 6), on retiendra pour le prédimensionnement les paramètres géotechniques suivants :

Type de sol	Epaisseur au droit de SP29 (m)	pl* retenue au droit de SP29 (MPa)	Courbe $f_{sol}$	$q_s$ retenu (kPa)	$k_p$ max (kPa)
Terrain neutralisé	0.8	-	-	0	-
Argile	2.7	0.7	Q1	57	1.3
Marne	16.5	1.5	Q4	145	1.6
Marno-calcaire	6.0	2.2	Q4	155	1.6

Remarque : Ces valeurs sont données à titre d'exemple au droit du sondage SP29, sondage le plus défavorable.

**Lors de la phase Projet de la mission G2, le dimensionnement sera détaillé/précisé en réalisant des zonages en fonction des caractéristiques mécaniques de tous les sondages réalisés au droit du bâtiment et des caractéristiques du projet.**

Le prédimensionnement ci-après est réalisé :

- à l'ELS quasi-permanent et à l'ELU durables et transitoires,
- avec la méthode pressiométrique au droit du sondage SP29,
- selon le « modèle de terrain »,
- pour des efforts verticaux de compression,
- en considérant une neutralisation de 0.8 m sous la tête de pieu.

Remarque : Le dimensionnement des pieux devra également prendre en compte notamment le frottement négatif, les efforts horizontaux, les moments, les efforts de traction et les contraintes de sismicité.

On obtient au droit de SP29, pour un pieu Ø 620 mm ou 720 mm ancré de 3 diamètres dans les marnes, le marno-calcaire ou le calcaire compact :

Sondage de référence	Diamètre du pieu	Longueur du pieu	Charge $R_{c;d}$ ELS qp	Charge $R_{c;d}$ ELU dt
	(mm)		kN	(kN)
SP29	620	14 m (3Ø d'ancrage dans le substratum sain)	1903.3	2868.4
	720		2259.1	3428.6

### 5.1.3 Effet de groupe

Selon les éléments qui nous ont été transmis, Il est prévu à ce stade du projet de réaliser deux pieux par poteau. La présence de pieux très proches les uns des autres induit une interaction entre ces éléments.

Cette interaction impacte :

- Le comportement transversal
- L'état limite de mobilisation globale du sol
- Le frottement négatif

L'effet de groupe sera calculé en phase G2 PRO sur la base de la NFP94-262 annexes H, I et J.

### 5.1.4 Tassements

Sous réserve d'une exécution soignée des pieux et du respect des hypothèses précitées, les tassements théoriques absolus seront très faibles.

### 5.1.5 Sujétions d'exécution

Les pieux seront réalisés selon les Règles de l'Art par une entreprise spécialisée et qualifiée en fondations profondes, conformément aux normes européennes d'exécution des pieux.

Pour traverser tous les terrains de forte consistance (marno-calcaire, calcaire avec bancs très raides (refus du sondage SD33 et SD33bis à 8.95/9.38 m/TA)) et atteindre l'ancrage nécessaire, l'entreprise devra mettre en œuvre le matériel adapté, ce qui pourra conduire à l'utilisation du trépan, de carottage ou à modifier le choix du type de pieu et / ou sa mise en œuvre. Ces moyens seront tels qu'ils ne provoquent pas de désordres aux avoisinants (voiries, réseaux, bâtiments ...).

Le type de pieux et la mise en œuvre devront prendre en compte :

- La compacité du substratum,
- La présence de remblais et de pollution éventuelle,
- Les variations du toit du sol d'ancrage (remontée ou approfondissement),
- La perméabilité des terrains.



Le béton utilisé devra être conforme à la NF EN 206 et tenir compte :

- De l'agressivité des sols présents (des analyses de l'agressivité des sols sont en cours de réalisation) ;
- Des polluants existants (étude en cours de réalisation par le Maître d'Ouvrage) ;
- Une classe d'exposition XC2 minimum (forage sous eau) ;
- des exigences relatives à la NF EN 206 et notamment une consistance de type S4 ou S5 (bétonnage en conditions immergées) et une teneur en liant de 375 kg/m<sup>3</sup> minimum.
  - La contrainte dans le béton sera limitée conformément à l'EC7, sur la base d'un béton C25/30.

#### **5.1.6 Contrôles**

Nous recommandons de réaliser à minima les contrôles suivants :

- Pieux en contrôle renforcé : 1 essai d'impédance pour 4 pieux réalisés ou 1 essai par transparence pour 6 pieux réalisés, conformément à la norme NF P 94-262 ;
- Pieux courants : 1 essai d'impédance pour 10 pieux réalisés.
- Contrôles de la qualité du béton, ...

## **5.2 FONDATION DU BASSIN ENTERRE PAR RADIER**

### **5.2.1 Principe de Fondation – Niveaux d'assise**

Compte tenu de la nature de l'ouvrage, sa fondation sera constituée par un radier porteur rigide et descendu, selon nos hypothèses, à la profondeur minimale de 3.0 m/TA (cote + 91.85 m NGF) ; sollicitant les marnes par l'intermédiaire d'une couche de forme (ou couche de réglage ou béton de propreté) à condition que la structure permette une bonne répartition des charges.

### **5.2.2 Contrainte limites de calcul**

Compte tenu des éléments du projet connus (hypothèses formulées au § 1.2 ....), la contrainte moyenne développée par le radier sera d'environ :

$$q = 0.03 \text{ MPa ( 30 kPa) à l'ELS qp}$$

Cette contrainte moyenne correspond à un coefficient de sécurité vis-à-vis de la rupture de :

$$F > 2,76$$

### **5.2.3 Tassements**

La contrainte moyenne globale développée par le radier, selon nos hypothèses, sera bien inférieure à la contrainte initiale avant décaissement. Les tassements seront donc négligeables.

#### 5.2.4 Conception en phase projet

Lors des études de projet, il conviendra de s'assurer que les concentrations de contraintes (refends, appuis isolés ...) conduisent à des déformations admissibles pour la structure, ce qui pourra nécessiter un calcul itératif intégrant les charges, leur répartition, la géométrie du radier et le comportement du sol.

Ces calculs itératifs permettront de définir les modules  $k_v$  en fonction des concentrations de charge et du modèle géotechnique retenu.

#### 5.2.5 Dispositions constructives

Nous avons relevé au droit de SP3 un niveau d'eau en cours de foration à la tarière à 4.0 m/TA. **Le radier devra donc être dimensionné vis-à-vis des sous-pressions hydrostatiques en fonction du niveau d'eau maximal retenu par les concepteurs du projet et le maître d'ouvrage.**

Dans tous les cas, des joints de désolidarisation seront créés entre les parties différemment chargées de l'ouvrage.

#### 5.2.6 Sujétions d'exécution

Le radier sera mis en place après décaissement jusqu'au niveau du fond de forme et après la mise en œuvre d'une couche de forme d'une épaisseur minimale de 50 cm ou d'un béton de propreté.

Après mise à niveau du fond de forme, celui-ci sera reconditionné. Son compactage sera adapté à la nature du sol et aux conditions climatiques au moment des travaux. Ceux-ci devront être réalisés dans de bonnes conditions météorologiques.

On veillera également à purger toute poche de moindre consistance ou de remblai impropre détectée lors des terrassements.

Le béton de propreté du radier sera coulé sur la couche de forme propre bien graduée compactée.

Le béton utilisé devra tenir compte de l'agressivité des sols présents et de la nappe.

### 5.3 DALLES PORTEES – [REDACTED]

Pour le [REDACTED], compte tenu du caractère gonflant et de la qualité médiocre du sol support et de la présence de remblais potentiellement pollués, on prévoira la réalisation d'un plancher porté sur vide technique ou sanitaire qui pourra notamment être obtenu à l'aide d'un coffrage de type biodégradable (y compris au droit des éventuelles longrines).

Dans le cadre de vide sanitaire, il conviendra de veiller à prévoir une ventilation efficace.

Cette solution a d'ores et déjà été retenue par les concepteurs du projet.

## 6. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la phase Avant-Projet de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2 AVP confiée à GÉOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des résultats des investigations et des données connues du projet, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique du site (*stratigraphie, hydrogéologie, etc...*) et le projet (calage altimétrique, descentes de charge), notamment :

- les cotes finies des ouvrages projetés,
- les descentes de charge des ouvrages envisagés,
- la présence de remblais anthropiques potentiellement pollués et de fondations existantes pouvant nécessiter l'emploi d'un matériel spécifique,
- l'étendue de la zone de pollution observée,
- les circulations d'eau superficielle en période pluvieuse, difficilement quantifiables,
- les contraintes mitoyennes environnementales (ouvrages existants, réseaux...).

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2 PRO à G4) devra suivre la présente étude.

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

## CONDITIONS GENERALES

### 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, 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'article 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 dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

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

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

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

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

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

### 7. Implantation, nivellement des sondages

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

## 8. Hydrogéologie

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 sur-cotation 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 sur-cotation 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 d'ingénierie géotechnique

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

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

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) <b>Phase Etude de Site (ES)</b>		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) <b>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase Avant-projet (AVP)</b>		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) <b>Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase DCE/ACT</b>		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)</b>	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels ( <i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i> )	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)</b>	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

## Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

### ETAPE 1 : ETUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

#### Phase Étude de Site (ES)

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

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

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

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

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

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

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

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

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

#### Phase DCE / ACT

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

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

### ETAPE 3 : ETUDES GÉOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

#### Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

#### Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

#### **SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

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

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

#### **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. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3)

# ANNEXES

## Annexe 1 – Plan de situation