



fondasol

ARCUEIL (94)
Étude géotechnique G2 PRO complémentaire

Rapport n° PR.77GT.24.0112 - 001 – indice A - 22/10/2024

DIRIF – DRIEAT - MTECT

Bassin d'assainissement du viaduc d'Arcueil – A6a

AGENCE DE CESSON (77)



54 rue de la fontaine
ZAE de la fontaine
77240 CESSON

☎ 01-64-10-72-50

✉ cesson@fondasol.fr

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages *	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	04/10/2024	43*	1 ^{ère} diffusion	M. ZERHOUNI	A. FINIASZ
A	22/10/2024	48*	Etude d'un profil de terrassement provisoire jusqu'au pied du bassin + corrections de forme + optimisation radier	M. ZERHOUNI C. ANSALDI	A. FINIASZ
B					p/o. 
C					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X	X			41	X	X			81				
2	X	X			42	X	X			82				
3	X	X			43	X	X			83				
4	X	X			44		X			84				
5	X	X			45		X			85				
6	X	X			46		X			86				
7	X	X			47		X			87				
8	X				48		X			88				
9	X				49					89				
10	X				50					90				
11	X				51					91				
12	X				52					92				
13	X				53					93				
14	X				54					94				
15	X				55					95				
16	X				56					96				
17	X				57					97				
18	X	X			58					98				
19	X				59					99				
20	X				60					100				
21	X				61					101				
22	X				62					102				
23	X	X			63					103				
24	X				64					104				
25	X				65					105				
26	X				66					106				
27	X	X			67					107				
28	X				68					108				
29	X	X			69					109				
30	X				70					110				
31	X				71					111				
32	X	X			72					112				
33	X	X			73					113				
34	X				74					114				
35	X				75					115				
36	X				76					116				
37	X				77					117				
38	X	X			78					118				
39	X	X			79					119				
40	X	X			80					120				

* nombre de pages hors annexes. Les annexes sont paginées séparément.

SOMMAIRE

A. Présentation de notre mission	5
A.1. Eléments du contrat	5
A.2. Mission selon la norme NF P94-500	5
A.3. Prestations conjointes réalisées par FONDASOL pour le projet	6
A.4. Documents à notre disposition pour cette étude	6
A.5. Description du projet	8
B. Caractéristiques générales du site	11
B.1. Investigations Géotechniques réalisées	11
B.2. Description générale du site et de son environnement (Rappels)	11
B.3. Résultats de l'enquête documentaire	16
C. Résultats des investigations	26
C.1. Lithologie	26
C.2. Données géomécaniques	27
C.3. Données hydrogéologiques	27
D. Principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques	28
D.1. Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques majeurs	28
D.2. Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)	28
D.3. Niveau bas du bassin en béton armé	28
D.4. Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet	29
D.5. Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines	29
E. Etude des terrassements et soutènements	31
E.1. Stabilité générale du site et des terrassements	31
E.2. Hypothèses pour la justification de la stabilité	31
E.3. Etude de la faisabilité d'un Terrassement en déblai sans soutènement pour les travaux – Option 1	32
E.4. Etude de la faisabilité d'un ouvrage de soutènement provisoire de type berlinoise pour les travaux – Option 2	33
E.5. Etude de la faisabilité d'un Terrassement en déblai sans soutènement pour les travaux – Option 3 : talutage jusqu'au pied du bassin	38
E.6. Terrassement définitif – stabilité des talus définitifs	40
E.7. Conditions générales de terrassements	40
E.8. Conclusions	40
F. Étude de la fondation du bassin par radier général	42
F.1. Niveau d'assise du radier	42
F.2. Modèle et hypothèses géotechniques – Ebauche dimensionnelle	42
F.3. Première approche d'optimisation des épaisseurs des structures	43

F.4.	Première approche des dispositions constructives et des sujétions d'exécution	46
G.	protection contre les venues d'eau	47
G.1.	Gestion des eaux de pluie et de ruissellement et protection vis-à-vis des eaux de circulations	47
G.2.	Protection en phase provisoire chantier	47
H.	Suites à donner	48

ANNEXES

- 1. Conditions Générales de service – 3 pages**
- 2. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NF P94-500) – 1 page**
- 3. Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500) – 1 page**
- 4. Stabilité du talus sans soutènement selon Option 1 – Méthode de Taylor Biarez - 1 page**
- 5. Stabilité de la paroi de soutènement provisoire – Option 2 - 7 pages**
- 6. Stabilité du talus sans soutènement selon Option 3 – Méthode de Taylor Biarez - 1 page**

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

A.1. Eléments du contrat

Projet : Bassin d'assainissement du viaduc d'Arcueil (94)

Maître d'Ouvrage : DiRIF, DRIEAT et MTECT

Devis : SQ.77GT.24.07.025 ind A du 29/05/2024 et devis complémentaire Devis n° SQ.77GT.24.07.025 Ind A V3 – 1ère diffusion – 22/10/2024

Commande : Bon pour accord du 29/07/2024 par Mme VIALA

A.2. Mission selon la norme NF P94-500

Etude géotechnique G2 PRO complémentaire, selon la norme NF P94-500 Missions d'Ingénierie Géotechnique Types, de 2013, en vue de la construction d'un bassin (Bassin du viaduc d'Arcueil) à réaliser dans le cadre de la mise aux normes de l'assainissement de l'A6a à ARCUEIL (94).

Cette étude complémentaire vient compléter et adapter l'étude G2PRO initiale qui a fait l'objet de notre Rapport n° PR.77GT.23.0089-001 ind.A du 31/10/2023.

En effet, lors de cette première étude initiale, le type de bassin envisagé et objet de cette étude G2PRO initiale était un bassin réalisé en terrassement et revêtu d'un dispositif d'étanchéité par géosynthétiques (géomembrane). Suite aux évolutions du projet, le type de bassin a été transformé en bassin rectangulaire en béton armé. Sur la base des éléments du dossier DCE établi en juillet 2024 pour le projet, le bassin en béton armé fait environ 36m de long et 19 m de large et une hauteur de 2.20m environ par rapport à la base du radier. Il sera implanté le long de l'autoroute A6a, du côté ouest, à une distance proche d'environ 8,4m par rapport aux fondations de l'écran acoustique bordant l'autoroute.

Dans la zone du bassin, la cote moyenne de la chaussée de l'autoroute est à environ 55.2 mNGF, alors que la cote du fond du bassin est à 50.6 mNGF, soit une dénivelée de 4.6m environ.

L'objet de cette étude G2 PRO complémentaire est de tenir compte de ces nouveaux éléments et de l'évolution du projet afin d'étudier et d'adapter les nouvelles conditions de conception et de justification des ouvrages géotechniques pour l'exécution du projet de bassin.

Le présent rapport complémentaire vient compléter l'étude G2PRO initiale objet du Rapport n° PR.77GT.23.0089-001 ind.A du 31/10/2023, dont il est indissociable et supposé connu du lecteur.

Le présent indice A du rapport intègre également l'étude d'un profil de terrassement provisoire selon la coupe B-B, avec un talutage à 3H/2V s'étendant entre le haut des massifs de fondation de l'écran acoustique, jusqu'au fond de fouille des travaux correspondant au pied du bassin du côté Est. Il comporte aussi l'étude d'optimisation de l'épaisseur des murs et du radier du bassin.

Objectifs de l'étude :

- La présentation des principales modifications apportées par rapport au projet initialement étudié,
- Le rappel du contexte géotechnique et hydrogéologique du site,
- Les principes d'adaptation au site,

- La description des principes constructifs envisageables des ouvrages géotechniques pour la construction du bassin (fondation du bassin, terrassements, soutènement provisoire), sur la base des éléments fournis au DCE de juillet 2024 et sur la base du nouveau profil de terrassement provisoire (coupe B-B) transmis à FONDASOL le 09/10/2024,
- Hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages : définition de valeurs caractéristiques des paramètres par ouvrage géotechnique,
- Un prédimensionnement des principaux ouvrages géotechniques,
- L'approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG), et des Interactions avec les ouvrages existants,
- Principes de la méthode observationnelle, ou des dispositifs de contrôle à envisager pendant les travaux.



Notre mission ne comprend pas, notamment :

- L'étude et la modélisation géotechnique par éléments finis du projet et de ses interactions avec les ouvrages avoisinants (autoroute, réseaux, écrans acoustiques, etc...)
- L'ébauche dimensionnelle de structures de chaussées éventuelles,
- L'étude d'ouvrages d'assainissement ou de gestion des eaux pluviales ou de ruissellement, autres que le bassin,

Remarques importantes :

- Nos études géotechniques ne concernent pas les projets géothermiques ; des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés (notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc.).

A.3. Prestations conjointes réalisées par FONDASOL pour le projet

	Prestation(s)	Pièce(s)
 ENVIRONNEMENT	Caractérisation de la qualité chimique des sols, des terres à excaver et des eaux souterraines	PR.77GT.23.0089-95EN
 PRODETIS	Etude d'optimisation de l'épaisseur du radier et des murs du bassin	Devis n° SQ.77GT.24.07.025 Ind A V3 – 1ère diffusion – 22/10/2024

A.4. Documents à notre disposition pour cette étude

A.4.1. Documents préalables

Les données d'entrée de la présente étude, qui nous ont été diffusées au moment de l'appel d'offre et à ce stade de l'étude, sont issues des documents suivants :

N°	Document	Émetteur	Référence	Ind	Date Emission
[1]	Cahier des charges de la consultation	Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires	CCP_A6a_Arcueil_geotech_V2	-	-
[2]	Coupe des bassins	CEREMA	-	-	Aout 2016
[3]	Plan du bassin	-	-	-	-
[4]	Plan topographique	COGERAT	21030	-	11/07/2019
[5]	Plan topographique	GEOFIT	MG223040	-	22/05/2023
[6]	Etude géotechnique G2PRO initiale	FONDASOL	Rapport n° PR.77GT.23.0089-001ind.A	A	31/10/2023
[7]	Vue en plan du projet - DCE	Direction des Routes d'île de France	2.2 du DCE	-	Juillet 2024
[8]	Coupes en travers du Bassin	Direction des Routes d'île de France	2.3.1 et 2.3.2 du DCE	-	Juillet 2024
[9]	Ecran acoustique	Direction des Routes d'île de France	2.5 du DCE	-	Juillet 2024
[10]	Plan des réseaux	Direction des Routes d'île de France	2.6 du DCE	-	Juillet 2024
[11]	Plan d'exploitation et installation sous chantier	Direction des Routes d'île de France	2.7 du DCE	-	Juillet 2024
[12]	Cahier des Clauses Techniques Particulières CCTP	Direction des Routes d'île de France	1.3 du DCE	-	Juillet 2024
[13]	Descente de charges – Fondations Ecran acoustique	Direction des Routes d'île de France	Fichier PDF	-	Reçu le 09/08/2024
[14]	Coupe BB – Pente en phase travaux (v. octobre 2024)	Direction des Routes d'île de France	Fichier PDF	-	Reçu le 09/10/2024

A.4.2. Autres sources d'information

Notre étude s'est également basée sur les sources d'information suivantes :

- La carte IGN du secteur,
- Les données du BRGM,
- La carte géologique du secteur,
- Les vues aériennes du secteur disponibles sur remonterletemps.ign.fr,
- Les données d'archives SOLSCORE de Fondasol,

A.4.3. Données manquantes

Les éléments suivants ne nous ont pas été fournis :

- Seuils de déformation admissibles par les ouvrages existants ou avoisinants,
-

A.5. Description du projet

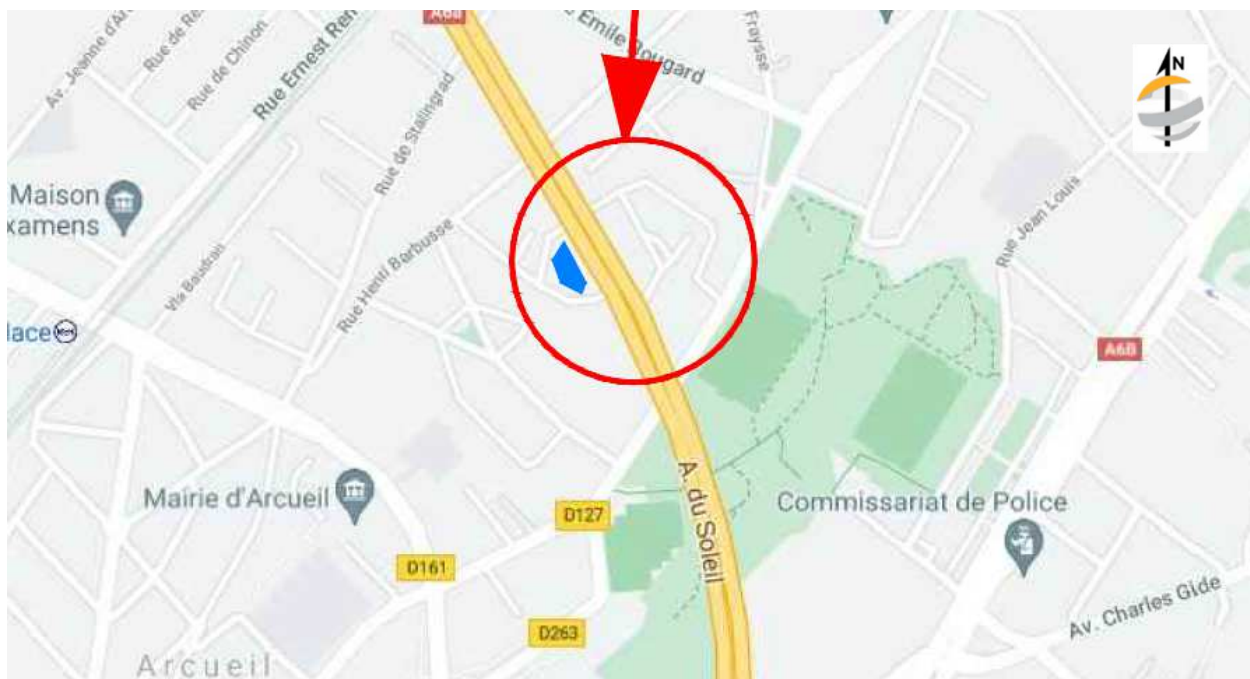
A.5.1. Caractéristiques générales du projet et des ouvrages

Sur la base des éléments du DCE de juillet 2024, le projet prévoit la réalisation d'un bassin de rétention au niveau d'une bretelle de service de l'A6a. Ce bassin fait partie du projet de mise aux normes de l'assainissement de l'autoroute A6a.

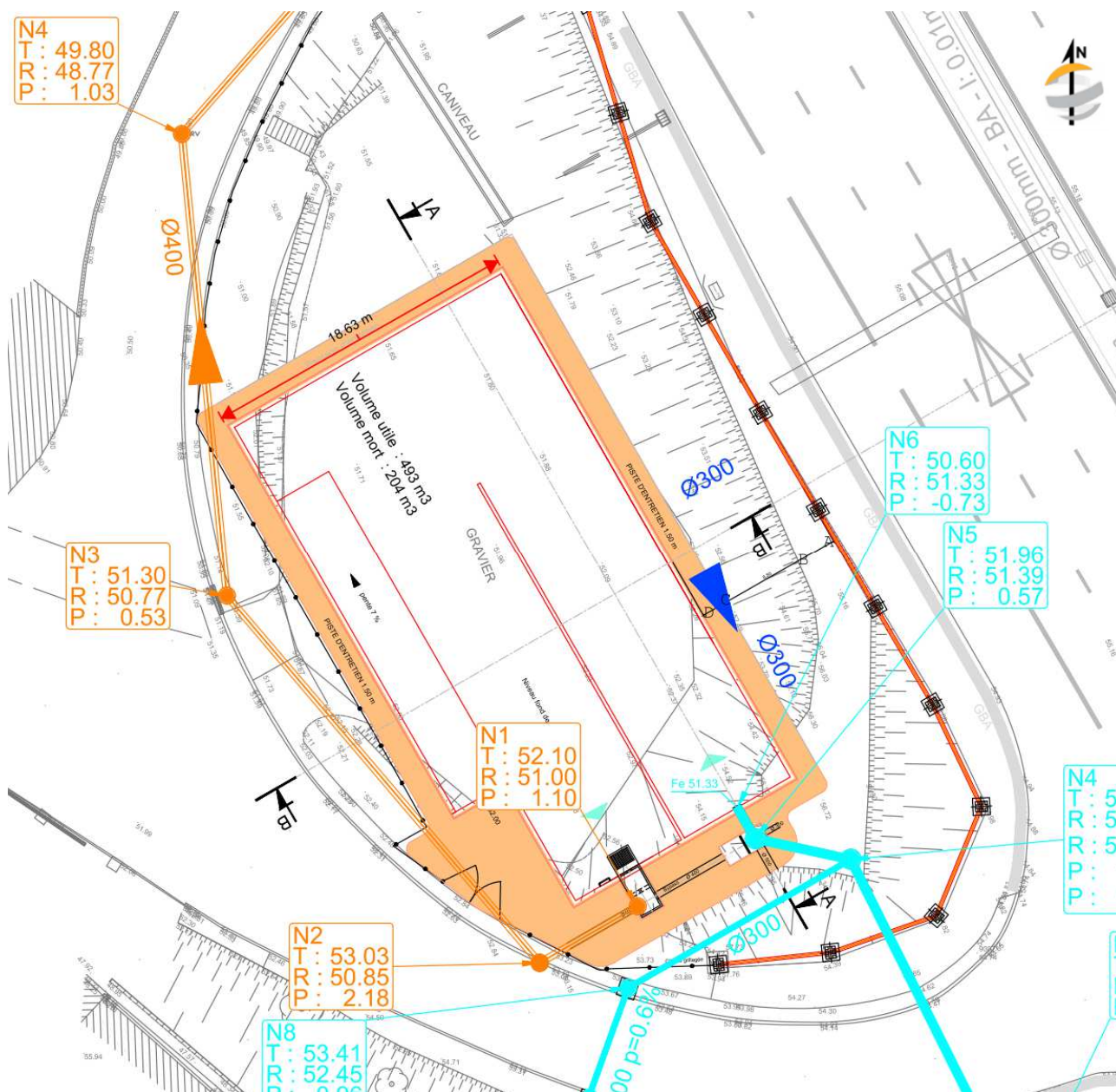
Les caractéristiques du bassin projeté (voir plan masse et coupes ci-après) qui nous ont été communiquées sont les suivantes :

- Bassin en béton armé (voiles et radier) de forme rectangulaire, de 35,6m de long et de 18,6m de large ;
- Cote du Fond de bassin (haut de radier) : 50.6 m NGF
- Radier en béton armé d'épaisseur prévisionnelle de 40cm, sur béton de propreté et couche de forme
- Hauteur des voiles du bassin : 2,0m avec une cote en arase supérieure de 52.2 m NGF
- Niveau du sol fini en périphérie du bassin (piste d'entretien) : environ 52.0 m NGF
- Distance entre le bassin et l'écran acoustique de l'autoroute A6a : environ 8.8m

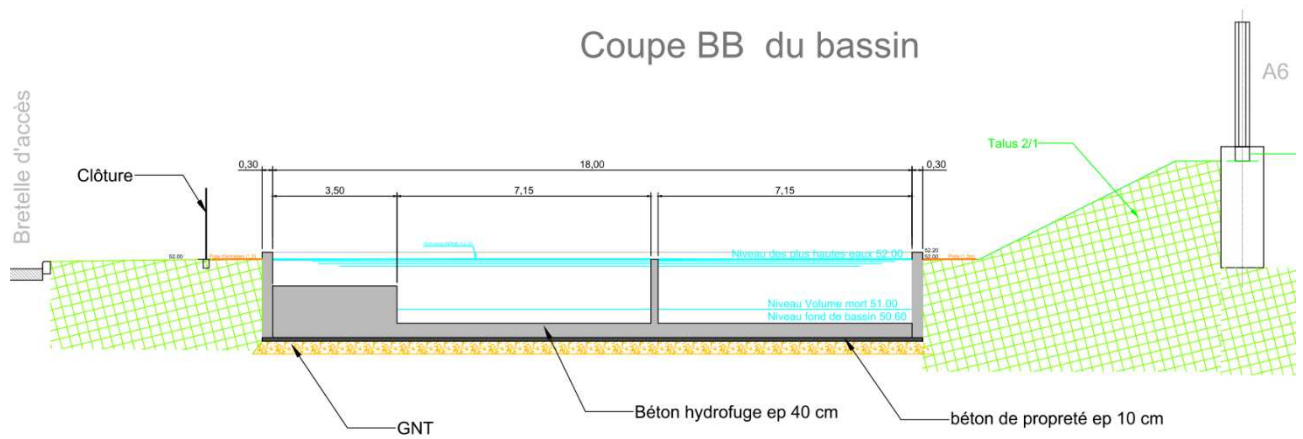
Le bassin sera implanté au pied d'un talus montant vers l'autoroute A6a. L'altimétrie de l'autoroute A6a à cet endroit est de 55.2 m NGF environ, soit une dénivelée par rapport au fond de bassin (50.6 mNGF) de 4.6m.



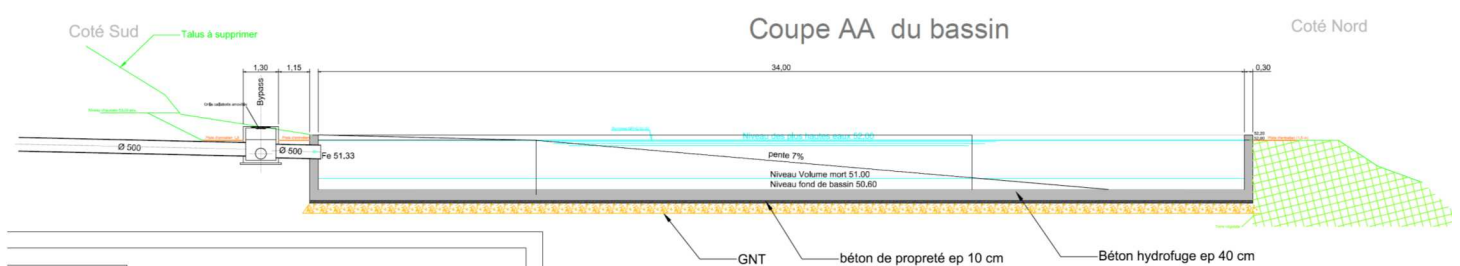
Plan de situation du projet de bassin



Vue en plan du bassin et de l'écran acoustique en bordure de l'A6a (DCE 07/2024)



Coupe Transversale BB du bassin et écran acoustique-profil final (DCE 07/2024)



Coupe longitudinale AA du bassin-profil final (DCE 07/2024)

A.5.2. Catégorie géotechnique et de durée d'utilisation du projet des ouvrages

Nous avons considéré, conformément à l'Eurocode 0 et à l'Eurocode 7, et aux indications du CCTP, les hypothèses suivantes :

- Catégorie géotechnique du projet : 2
- Classe de conséquence des ouvrages : CC2
- Catégorie de durée d'utilisation des ouvrages définitifs : 5 (100 ans).

B. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

B.1. Investigations Géotechniques réalisées

Des investigations et reconnaissances géotechniques et hydrogéologiques, avec essais in-situ et en laboratoire ont été réalisées par FONDASOL dans le cadre de ce projet.

On se référera au rapport d'étude G2 PRO, ref. PR.77GT.23.0089-001 ind.A du 31/10/2023 (doc [6]) pour obtenir le détail et les résultats de ces investigations et les coupes et résultats des essais réalisés.

B.2. Description générale du site et de son environnement (Rappels)

B.2.1. Situation et topographie

Le site d'étude se trouve dans une emprise privée au pied de l'autoroute A6a. L'autoroute à l'est du projet passe à la cote 55.2 m NGF d'après Géoportail. D'après le plan topographique de l'existant qui nous a été diffusé [4], la largeur du talus boisé qui sépare la zone du projet de l'autoroute est de 6.8m. La pente du talus qui peut être déduite de ces mesures est de l'ordre de 45%.

Le projet est également bordé par une voie qui passe dans un tunnel sous l'A6a. Cette voie est en contrebas de la zone du projet, elle se place environ à la cote 49.5 m NGF au plus bas. Ce tunnel ne sera pas impacté par le bassin.

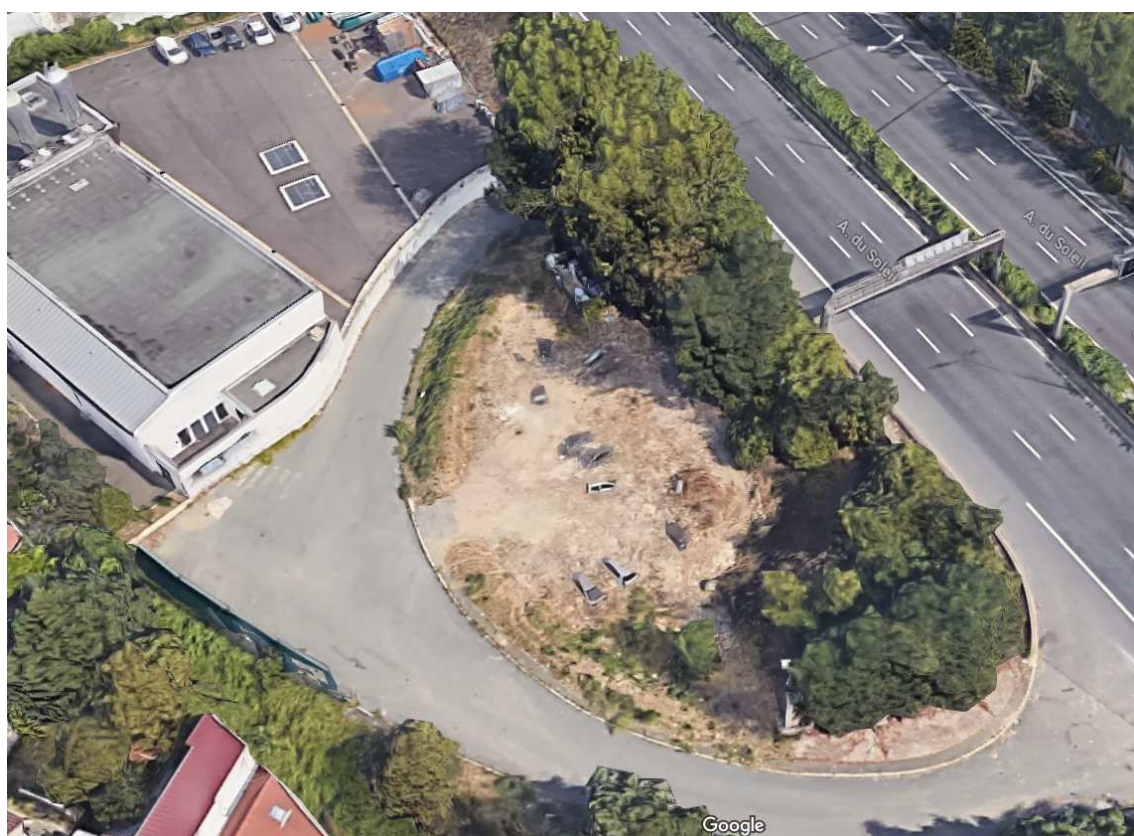


Vue 3D de la zone (Google)





Vue aérienne de la zone (Géoportail)



Vue 3D de la zone du projet (Google)

B.2.2. Le site et son environnement

Lors de notre intervention, le terrain était une friche couverte d'une faible végétation. Des tas de gravats étaient présents sur site.



Vues du site (visite du 17/07/2023)

Sur le plan topographique, on observe un mouvement de terres (tas en remblai) au sud de l'emprise du bassin qui culmine à 56.7 m NGF et qui sera terrassé préalablement aux travaux (voir plan ci-après).

Les photos ci-dessous montrent le dénivelé entre la zone du projet, en haut de l'escalier (environ 51.3 m NGF), et le tunnel qui passe sous l'A6 (environ 49.5 m NGF).



Vues du site (visite du 17/07/2023)

B.2.3. Le talus vers l'A6

Nos différentes visites sur site et notre analyse des photographies anciennes (voir chapitre B.2.4) nous porte à croire que le talus avait une pente initiale régulière. Un remodelage du talus s'est fait depuis l'époque de l'édification du talus : apparemment un dernier remodelage a ensuite été réalisé en 2014 alors que la zone du projet avait été utilisée pour implanter des bâtiments provisoires.

Les photos ci-dessous datées du 22/09/2023 donnent un aperçu de la pente actuelle du talus. Cette dernière semble bien plus raide que celle du talus initial. Il n'y a pas a priori de signe visible d'instabilités.



Vues du talus et de l'écran acoustique le 22/09/2023

Au sommet du talus se tient un écran anti-bruit constitué de poteaux en bétons espacés d'un entraxe de 6.6m (cf. doc [6]). L'écran est constitué de panneaux en béton (a priori).

D'après les éléments qui nous ont été communiqués, les poteaux sont fondés sur des massifs en béton de 1.2m x 1.2m de section et de 2.7m à 3m de hauteur.

B.3. Résultats de l'enquête documentaire

B.3.1. Contexte géologique général

D'après la carte géologique de Paris Est au 1/25000 et sa notice associée, les terrains du site seraient constitués, de haut en bas, par :

- Remblais
- Formation de l'Yprésien



Extrait de la carte géologique de PARIS au 1/25000 (source : BRGM ©)

B.3.2. Contexte hydrogéologique

D'après la carte hydrogéologique de Paris au 1/50000, datant de 1970, le niveau de la nappe phréatique dans le secteur se place entre les cotes 40 et 45 m NGF.

Cette nappe peut connaître des variations au cours de l'année et également des variations exceptionnelles au cours d'épisodes de remontée de nappe.

Des rétentions d'eau sont également attendues dans les terrains superficiels.

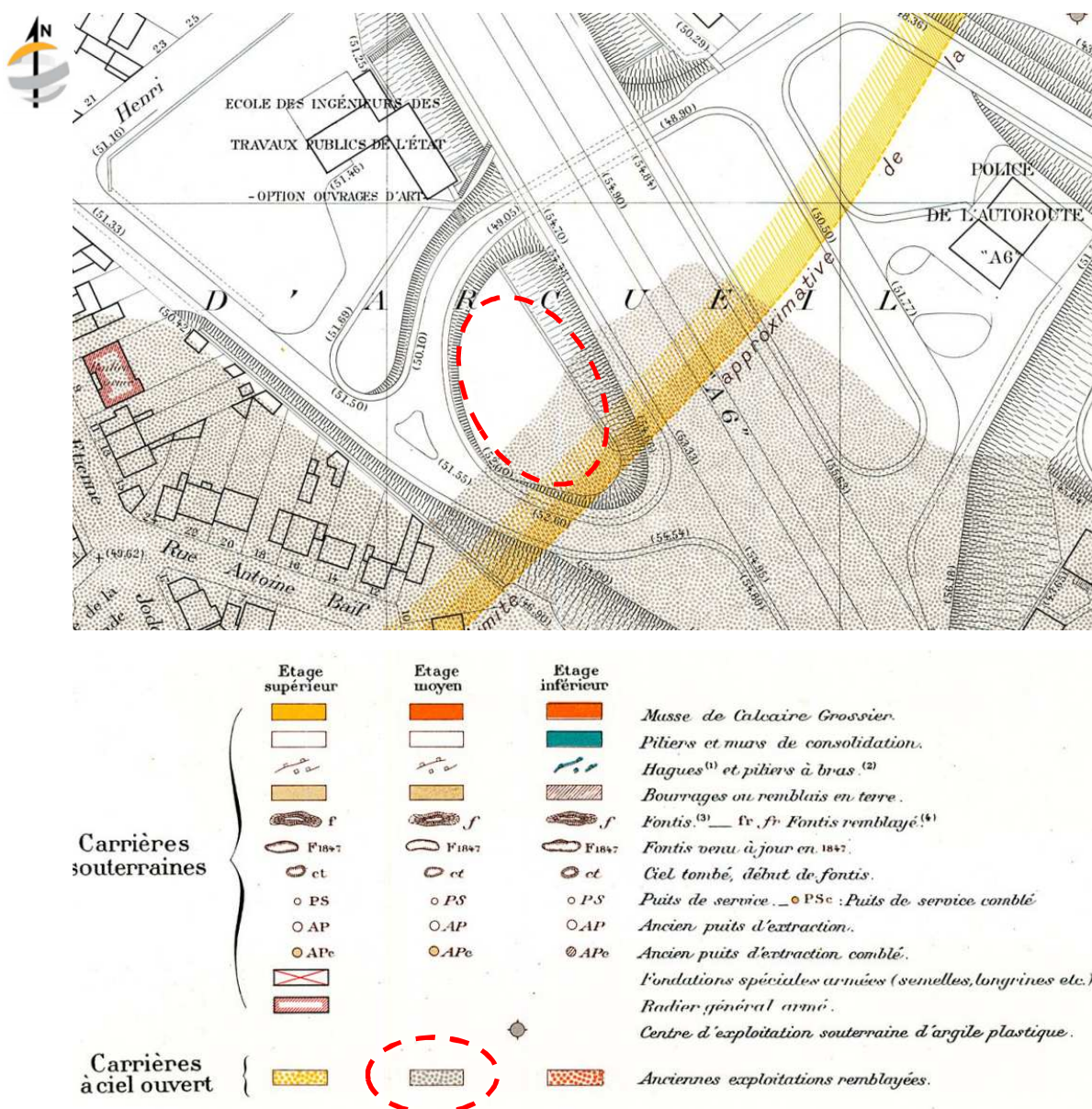
B.3.3. Risques naturels connus

B.3.3.1. Synthèse des risques recensés

Risque	Aléa / sensibilité	Document réglementaire et date de prescription
Inondations	Terrain situé hors zone inondation	-
Remontées de nappe	Terrain situé en zone potentiellement sujette aux débordements de nappe Toutefois la nappe est attendue à plus de 10m de profondeur/TN	Infoterre
Retrait-gonflement des sols argileux	Aléa fort	Arrêté du 22 juillet 2020
Cavités	Présence de carrières à ciel ouvert dans le Calcaire Grossier au droit et à proximité du site	Carte 26-57 de l'IGC
Mouvement de terrain	Inconnu dans la zone du projet	Géorisques
Risque sismique	Zone de sismicité très faible	Décret n°2010-1254 Décret n°2010-1255 Arrêté du 22/10/10 modifié par l'arrêté du 19/07/11 et par celui du 15/09/14

B.3.3.2. Carrières à ciel ouvert

D'après la carte 26-57 de l'IGC, la zone du projet est concernée par une ancienne exploitation à ciel ouvert dans l'étage moyen du Calcaire Grossier.



Extrait de la carte 27-56 de l'IGC et sa légende

Cette exploitation est visible sur les photographies aériennes historiques du site (voir chapitre B.3.4).

B.3.3.3. Remontée de nappe

Le site est placé en zone sujette aux inondations et remontées de nappe. Cette classification est due à la proximité d'une zone d'alluvions (Alluvions de la Bièvre). Cependant les informations collectées sur la nappe permettent de limiter cet aléa :

- La carte hydrogéologique de Delesse de 1862 place la nappe à la cote 40 m NGF
- La carte hydrogéologique du BRGM de 1970 place la nappe entre les cotes 40 et 45 m NGF
- Le niveau du fond de la vallée de la Bièvre se place à la cote 41.5 m NGF environ.

Le niveau du TN du projet étant à la cote 51.5-52.0 m NGF, on peut écarter le risque d'inondation par remontée de nappe. Toutefois, des dispositions de drainage seront nécessaires afin d'éviter toute accumulation d'eau de ruissellement autour et sous le futur bassin.

B.3.3.4. Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle publiés pour la commune

Code National CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le journal officiel du	Risque	Commune
INTE8700362A	24/08/1987	25/08/1987	03/11/1987	11/11/1987	Inondations et/ou Coulées de Boue	ARCUEIL
EOA8800084A	23/07/1988	23/07/1988	19/10/1988	03/11/1988	Inondations et/ou Coulées de Boue	ARCUEIL
INTE9200495A	01/06/1989	31/12/1991	06/11/1992	18/11/1992	Sécheresse	ARCUEIL
INTE9400220A	01/01/1992	31/08/1993	27/05/1994	10/06/1994	Sécheresse	ARCUEIL
INTE9400502A	18/07/1994	19/07/1994	28/10/1994	20/11/1994	Inondations et/ou Coulées de Boue	ARCUEIL
INTE9500497A	02/07/1995	02/07/1995	28/09/1995	15/10/1995	Inondations et/ou Coulées de Boue	ARCUEIL
INTE9700555A	29/06/1997	30/06/1997	17/12/1997	30/12/1997	Inondations et/ou Coulées de Boue	ARCUEIL
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Inondations et/ou Coulées de Boue	ARCUEIL
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Mouvement de Terrain	ARCUEIL
INTE0100460A	06/07/2001	07/07/2001	06/08/2001	11/08/2001	Inondations et/ou Coulées de Boue	ARCUEIL
INTE1734728A	09/07/2017	09/07/2017	31/01/2018	01/02/2018	Inondations et/ou Coulées de Boue	ARCUEIL
INTE1824833A	30/05/2016	02/06/2016	17/09/2018	20/10/2018	Mouvement de Terrain	ARCUEIL
INTE1920338A	01/10/2018	31/12/2018	16/07/2019	09/08/2019	Sécheresse	ARCUEIL
INTE2137451A	01/07/2020	30/09/2020	21/12/2021	14/01/2022	Sécheresse	ARCUEIL

Liste des arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle (source : Georisques)

B.3.4. Eléments d'historique et autres risques

L'analyse des photographies aériennes et historiques révèle la présence d'anciennes exploitations à ciel ouvert au droit du site et à proximité.



Vue aérienne de la zone en 1925 (remonter le temps)



Vue aérienne de la zone en 1950 (remonter le temps)



Vue aérienne de la zone en 1954 (remonter le temps)

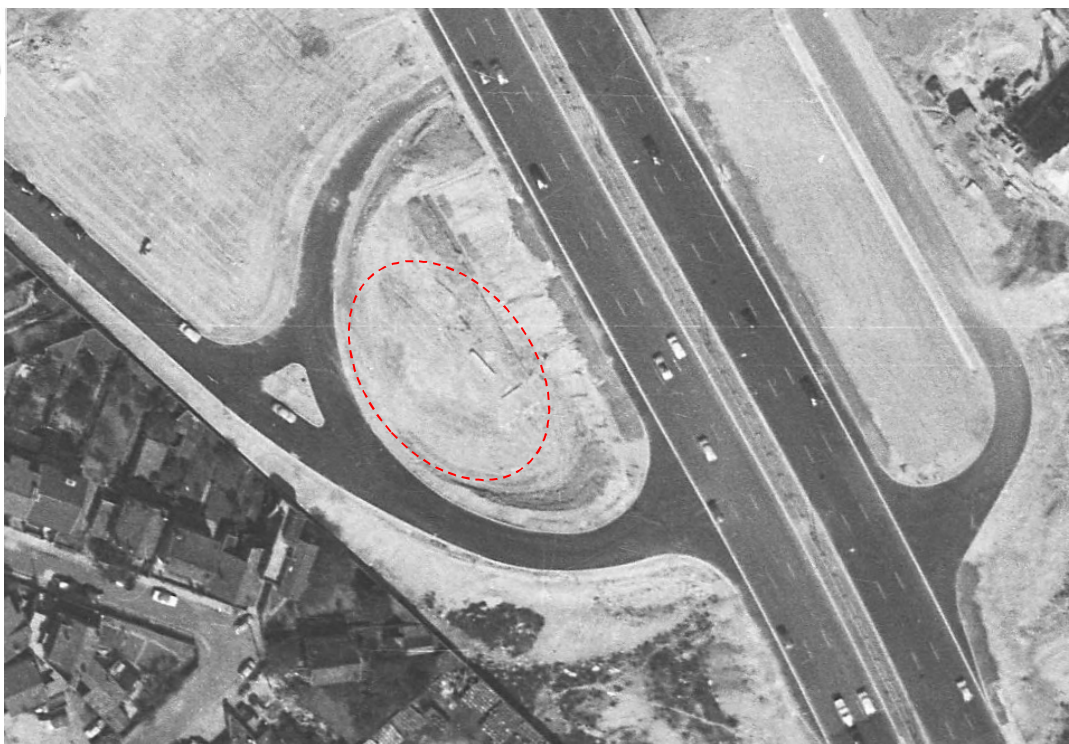
En 1956 commence la construction de l'autoroute A6a. Dans la zone, les photographies aériennes anciennes montrent qu'un remblai commence à être édifié.



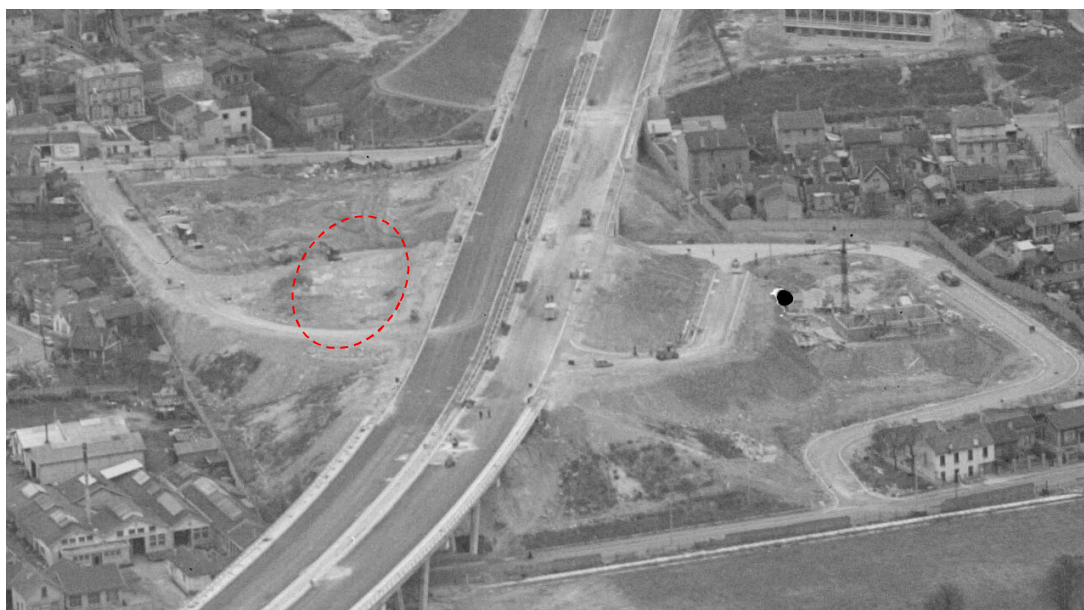
Vue aérienne de la zone en 1956 (remonter le temps)



Vue aérienne de la zone en 1957 (remonter le temps)



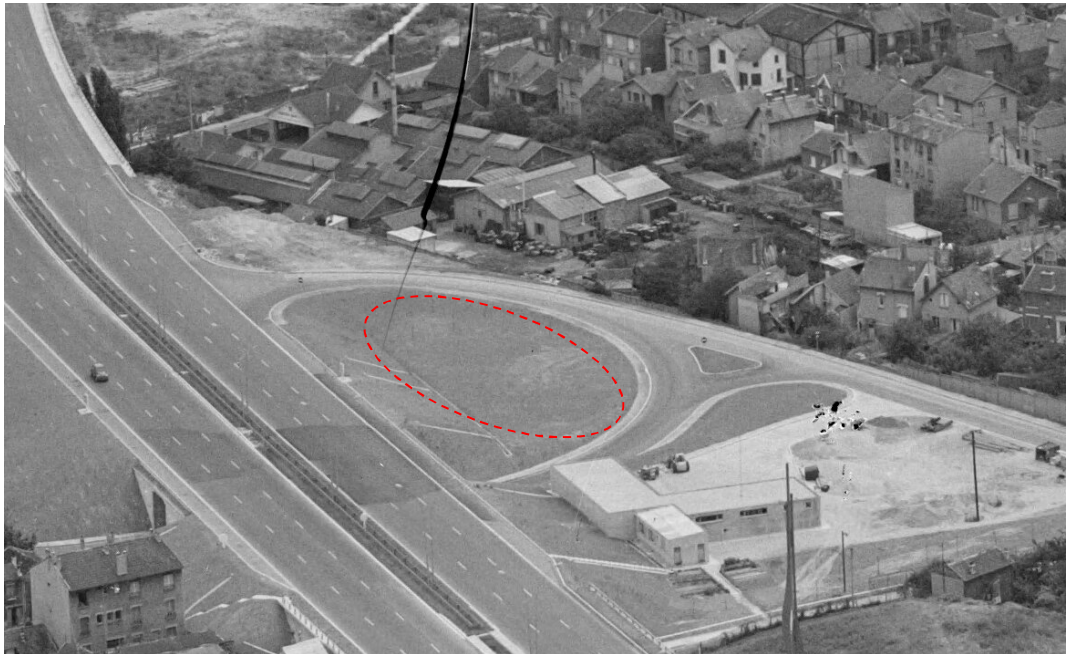
Vue aérienne de la zone en 1960 (remonter le temps)



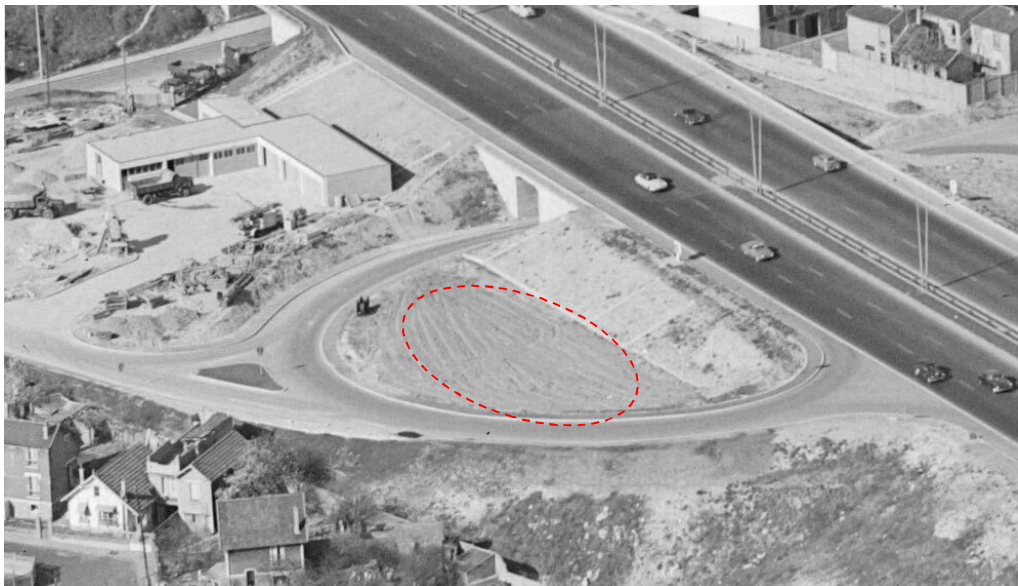
Vue aérienne de la zone en 1960 (remonter le temps)

En 1961 la construction de l'autoroute est terminée. On distingue la zone du projet et le talus vers l'autoroute qui n'était pas végétalisé à l'époque.

On observe à l'époque la présence de cunettes dans la pente du talus et la présence d'une cunette en pied de talus (photo de 1964). A cette époque l'écran acoustique n'existait pas.



Vue aérienne de la zone en 1961 (remonter le temps)

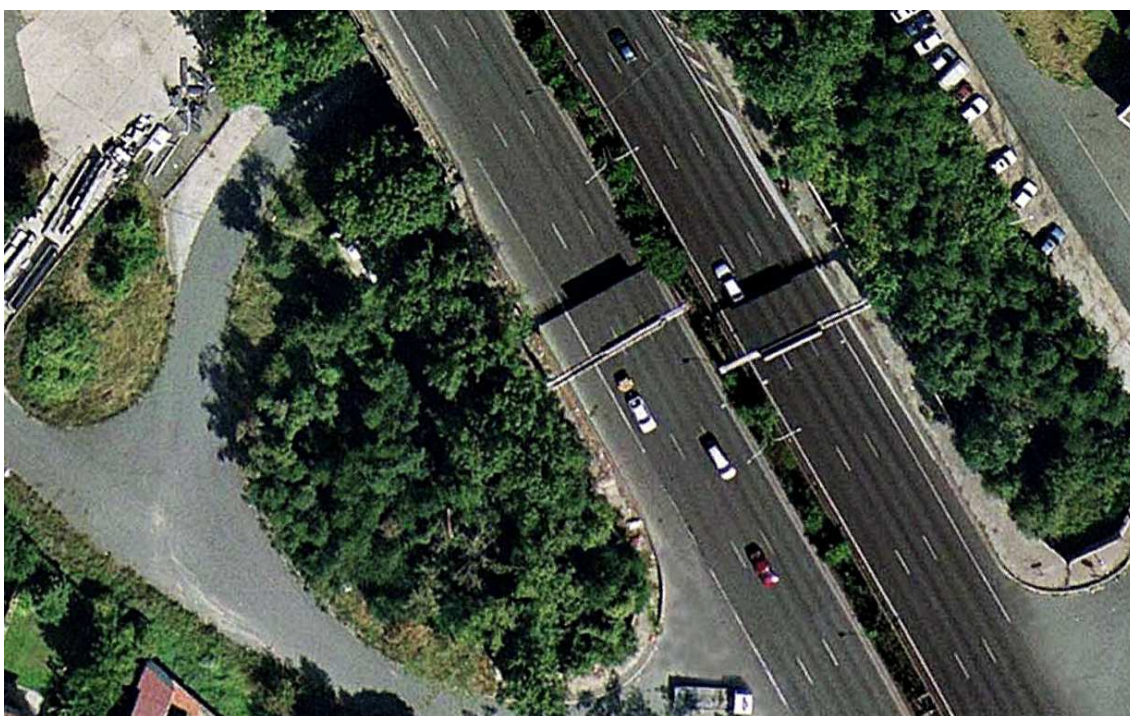


Vue aérienne de la zone en 1961 (remonter le temps)



Vue aérienne de la zone en 1964 (remonter le temps)

Plus tard, entre 2000 et 2003, un local technique est construit à l'extrémité nord de la zone du projet.



Vue aérienne de la zone en 2004 (Google Earth)

En 2014 on observe que la zone a été terrassée largement et apparemment recouverte de matériaux graveleux. C'était apparemment pour accueillir une base vie de chantier.

Il est possible vu la photo ci-dessous, que ces terrassements aient entaillé le talus de l'A6. Dans tous les cas le plan topographique actuel ne révèle pas d'irrégularité dans le talus qui pourrait ressembler à une entaille dans le talus :



Vue aérienne de la zone en 2014 (Google street view)



Vue aérienne de la zone en 2015 (Google street view)

C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

Ce chapitre ne présente qu'une synthèse des principaux résultats des reconnaissances géotechniques réalisées dans le cadre du projet.

Pour plus de détails, on se référera au rapport d'étude G2 PRO initial, ref. PR.77GT.23.0089-001ind.A établi par FONDASOL (doc [6]).

C.1. Lithologie

Les sondages ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

- **Formation 1 : les Remblais sablo graveleux** issus de l'aménagement de l'autoroute.

Ces terrains sont constitués de sable graveleux de couleur beige. La base de ces remblais est rencontrée aux profondeurs suivantes :

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	SP4	SD3
Prof (m/TN)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.8	3.0
Cote (m NGF)	48.6	49.0	49.5	49.5	49.9	48.6	49.0	48.8

Ces matériaux d'origine anthropique peuvent être très hétérogènes et d'épaisseurs variables. En particulier, ils peuvent contenir des éléments de toute nature et de toute taille (blocs, débris de démolition, éléments évolutifs). Par ailleurs, leur hétérogénéité favorise l'apparition d'écoulements d'eau, lesquels peuvent provoquer leur remaniement (apparition de tassements, entraînement des fines,...).

- **Formation 2 : Argiles graveleuses de couleur beige (ponctuellement noir en S4).**

Cette formation peut être issue de remblais de comblement d'une ancienne carrière à ciel ouvert ou de terrains laissés en place après l'exploitation à ciel ouvert. La base de cette formation a été retrouvée vers 5.6 à 5.9m de profondeur par rapport au TN au droit des sondages SP4, SD3 et S5 (entre 45.9 m NGF et 47.9 m NGF). Du fait de la nature anthropique de ces terrains leur épaisseur peut fortement varier.

Ces matériaux d'origine anthropique peuvent être très hétérogènes et d'épaisseurs variables. En particulier, ils peuvent contenir des éléments de toute nature et de toute taille (blocs, débris de démolition, éléments évolutifs). Par ailleurs, leur hétérogénéité favorise l'apparition d'écoulements d'eau, lesquels peuvent provoquer leur remaniement (apparition de tassements, entraînement des fines,...).

- **Formation 3 : Sables argileux de couleur beige**

Cette formation peut correspondre à la base de la formation du Lutétien ou à la formation de l'Yprésien. Elle est mise en évidence jusqu'à la base de notre sondage le plus profond SD3, 10 m/TN (41.8 m NGF).

Nota : La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. En outre, elle ne permet pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers (blocs, ...).

Il est rappelé que l'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes.

On pourra se reporter au rapport de diagnostic pollution des sols réalisé par FONDASOL et disponible dans le dossier DCE.

C.2. Données géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées in situ à partir des essais pressiométriques. Elles sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

		Essais pressiométriques								
N°	Formation	Pression limite nette p _{LM} * (MPa)				Module pressiométrique E _M (MPa)				Nb valeurs
		Min	Max	Moyenne (*)	Ecart- type	Min	Max	Moyenne (*)	Ecart- type	
1	Remblais sablo- graveleux	1.74	2.87	-	-	15.9	144	-	-	2
2	Argile graveleuse	0.32	0.80	0.63	0.27	2.9	5.7	-	-	3
3	Sable beige	0.37	0.94	-	-	3.2	9.0	-	-	2

(*) Moyenne arithmétique

Les caractéristiques mécaniques des sols à court terme ont également été mesurées in situ à partir des essais phicométriques (norme NF XP P94-120). Les résultats sont présentés ci-dessous :

N°	Formation	Sondage	Profondeur (m/TN)	Cote (m NGF)	Cohésion in situ c_i (kPa)	Angle de frottement in situ ϕ_i (°)
1	Remblais sablo-graveleux	Phico-1	1.5	50.1	0	36
		Phico-2	1.5	52.3	0	41
		Phico-2	3.5	50.8	24	34
2	Argile graveleuse	Phico-1	3.5	48.1	30	31

C.3. Données hydrogéologiques

Lors de notre intervention, un niveau d'eau ou de boue de forage a été rencontré à 3.28 m/TN (48.52 m NGF) au droit du sondage SD3. Il s'agit d'un niveau non stabilisé mesuré le 25/07/2023.

Une autre mesure a été réalisée le 22/09/2023, le niveau d'eau a été mesuré à la profondeur de 9.53 m/TN, soit 42.27 m NGF. Ce niveau correspond au niveau auquel on peut s'attendre dans le secteur d'après la carte hydrogéologique du BRGM de 1970. En effet, le niveau de nappe phréatique est attendu entre les cotes 40 et 45 m NGF.

L'intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de la présente étude ne 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.

D. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

D.1. Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques majeurs

Des contraintes spécifiques liées au projet et au site ont été mises en évidence :

- Le site est constitué de remblais : avec un niveau de remblais de remplissage de carrière à ciel ouvert, hétérogènes en nature et en caractéristiques mécaniques et un niveau de remblais liés à l'aménagement de l'autoroute A6a.
- La présence d'un talus de plus de 3m de hauteur, penté à 45%, en contrehaut de l'emprise du projet. Un écran acoustique anti-bruit se tient au sommet de ce talus. Le système de fondation de ce mur est constitué de massifs isolés en béton de 1.2m x 1.2m descendus à 2.7m à 3.0m de profondeur, sous chaque poteau de l'écran. Ces poteaux sont espacés tous les 6.6m.
- Compte-tenu de la configuration du site et du projet, la stabilité générale du site pendant les travaux devra être analysée. Cette analyse est présentée ci-après au chapitre E.
- La présence possible de la nappe reconnue vers la cote 42.3 m NGF en date du 22/09/2023.

D.2. Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

La ZIG est le volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain, et l'environnement. La forme et l'extension de cette zone d'influence géotechnique sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain.

Au stade actuel, il s'agit d'une délimitation en première approche, dans le but notamment de définir si des ouvrages existants à proximité du projet peuvent être impactés ou en interaction avec ce dernier.

La Zone d'Influence Géotechnique englobe le talus surmontant l'emprise des travaux, l'écran acoustique et ses fondations, les voiries qui entourent le projet et l'autoroute A6a qui passe en amont de l'emprise des travaux, les réseaux présents.

D.3. Niveau bas du bassin en béton armé

La cote du fond du bassin est prévue à la cote 50.6 m NGF. Compte tenu de l'épaisseur prévisionnelle du radier du bassin (< 40 cm) et de celle de sa couche de forme, un terrassement en déblai de l'emprise du bassin jusqu'à la cote 49.5 m NGF environ sera à réaliser.

D'après les sondages qui ont été réalisés au droit du projet, cette cote correspond sensiblement à la cote de la base des remblais graveleux qui ont été mis en place lors de l'aménagement de l'autoroute. Sous ces remblais se trouvent des terrains plus argileux, possiblement des remblais, et de qualité mécanique médiocre à moyenne.

Pour un niveau du sol actuel à 52.0 m NGF environ, les terrassements en déblai pour atteindre le fond de fouille du bassin concerneront les 2.5 premiers mètres de sol. Le poids des terres excavées sera supérieur au poids de l'ouvrage et du volume d'eau maximum stocké. Ainsi les tassements des sols sous le radier devraient être faibles.

Le niveau de la nappe permanente attendu au droit du projet est plus profond que le fond de fouille du projet, il n'y a donc pas à craindre de phénomène de remontée de nappe. En revanche

on peut s'attendre à des arrivées d'eau latérales dans les remblais graveleux de l'autoroute. Le bassin devra être muni d'un système de drainage périphérique, afin d'éviter une accumulation d'eau sous et autour du bassin qui provoquerait un soulèvement par poussée d'Archimède du radier du bassin (UPL), notamment en situation de bassin vide.

Tous les calculs et prédimensionnements sont faits en considérant un drainage efficace et une absence de poussées d'eau extérieures sur les parois et radier du bassin.

D.4. Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet

D.4.1. Déboisement et/ou démolition et/ou fouilles archéologique et/ou création d'accès....

Les travaux de déboisement ou d'éventuelles démolitions préalables, impacteront le projet ; notamment en ce qui concerne la traficabilité, l'assise des plateformes, les problématiques de rétention d'eau,...

En cas de dessouchage, il faudra relever l'implantation des arbres dont le dessouchage remaniera les sols superficiels sur des profondeurs sub-métriques au moins, et dont il faudra tenir compte pour la conception et l'exécution de l'assise du radier et des fondations des ouvrages annexes.

Il conviendra de s'assurer de la bonne conduite des opérations de démolition qui doivent comprendre au minimum :

- Démolition et purge des structures existantes enterrées (fondations, dallages, ouvrages enterrés, réseaux, ...) ;
- Relevé minutieux, par un géomètre, de la localisation, profondeur et géométrie des structures enterrées ;
- le comblement des purges en utilisant un matériau granulaire insensible à l'eau, mis en œuvre et compacté selon les recommandations du guide GTR.

En fonction des éléments ci-avant, des adaptations des ouvrages géotechniques du projet pourront être nécessaires (purges, substitutions, comblement de fouilles, choix des techniques, assise des fondations...).

D.4.2. Déblais, remblais, soutènements

Le niveau fini du projet et la pente du terrain conduisent à prévoir la mise en œuvre :

- De remblais techniques pour atteindre le niveau de 52.0 m NGF présenté dans la coupe de principe du CEREMA [2],
- De déblais pour insérer le bassin et atteindre la cote 49.5 m NGF du fond de fouille et l'assise du radier bassin,

D.5. Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines

Des niveaux d'eau souterraine ont été relevés sur la profondeur des sondages, vers 9.5 m de profondeur par rapport au niveau du TN (42.3 m NGF) (fin de période estivale, le 22/09/2023).

Nota : quelles que soient les dispositions de gestion des eaux mises en œuvre, il conviendra de vérifier que ces dispositions respectent la réglementation en vigueur (exemple : loi sur l'eau).

D.5.1. Drainage de la plate-forme, épuisement des fouilles, en phase travaux

La fouille du projet ne recoupera pas la nappe. Des dispositions de drainage de la fouille sont néanmoins à prévoir, pour la gestion des eaux météoriques notamment et des eaux d'infiltrations (réalisation d'un matelas granulaire, de formes de pentes, de fossés, ...).

D.5.2. Dispositions pour les parties enterrées en phase service

Compte-tenu des niveaux de nappe ponctuels mesurés lors de la présente étude et de notre connaissance du contexte hydrogéologique, une remontée de la nappe au-dessus de la base du bassin apparaît comme peu probable. Toutefois, compte tenu de la possibilité d'infiltration des eaux et des ruissellements toujours possibles, un dispositif de protection et de drainage adapté doit être envisagé. Ce dispositif devra être conforme aux dispositions et documents réglementaires en vigueur en la matière.

E. ETUDE DES TERRASSEMENTS ET SOUTÈNEMENTS

E.1. Stabilité générale du site et des terrassements

Lors de la visite de terrain, il n'a pas été relevé d'indices d'instabilité dans le talus de l'autoroute ni sur le talus A6. Toutefois, le projet de bassin se plaçant au pied du talus de l'autoroute, il est nécessaire de procéder à une vérification de la stabilité générale du site et des terrassements à réaliser en vue de l'insertion du projet et pendant toutes les phases du chantier.

E.2. Hypothèses pour la justification de la stabilité

E.2.1. Hypothèses géotechniques

On retiendra comme hypothèse que le remblai de l'autoroute A6, au-dessus de la cote 52 m NGF, non directement reconnu par nos sondages, est constitué des mêmes terrains que ceux que nos sondages ont reconnus et que nous avons identifiés comme la formation 1.

On retiendra pour caractéristiques mécaniques de cisaillement à long terme (φ' et c') et pour la phase travaux (φ_T et c_T) des formations, les valeurs suivantes :

N°	Formation	Phase travaux		Phase définitive		Base de la formation (m NGF)
		φ_T (°)	c_T (kPa)	φ' (°)	c' (kPa)	
1	Remblais graveleux	35	2	35	0	49.0
2	Argile graveleuse	30	10	30	10	46.0
3	Sable argileux	30	1	30	1	-

Les caractéristiques de cisaillement effectives à long terme (phase définitive) ont été déduites des essais de cisaillement au phicomètre réalisés en tenant compte des corrélations établies par G. PHILIPPONNAT et M. ZERHOUNI et publiées dans l'ouvrage « Fondations et ouvrages en terre », Editions EYROLLES, 2019.

Les caractéristiques de cisaillement pour la phase travaux correspondent à une estimation prudente, établie à partir de la nature plus ou moins argileuse ou sableuse des sols et en tenant compte des caractéristiques de type court terme mesurées au phicomètre.

E.2.2. Hypothèses hydrogéologiques

Compte tenu de l'absence de nappe à faible profondeur et des dispositions de drainage à mettre en œuvre aussi bien pendant la phase travaux qu'en phase définitive, on admettra en hypothèse qu'aucune poussée ou sous pression hydraulique externe ne s'exercera sur le bassin ou sur les soutènements provisoires.

E.2.3. Surcharges

Les surcharges retenues pour la modélisation des terrassements et soutènements, sont essentiellement celles dues à la présence des fondations de l'écran acoustique, situé à proximité. Le système de fondation de ce mur est constitué d'un massif isolé en béton de 1.2m x 1.2m descendu à 2.7m à 3.0m de profondeur, sous chaque poteau de l'écran. Les poteaux le long du l'écran sont espacés tous les 6.6m.

La descente de charges ELS sur ces fondations, telle qu'elle ressort du document [13], vaut 116 kN (11,6 t). En admettant que le poids propre du massif est compensé par le poids du volume de terres occupé par le massif et pour une section de 1.2m x 1.2m, la surcharge nette évaluée à la base de la fondation, située vers la cote 52.0 m NGF, est estimée à :

$$116 \text{ kN} / (1.2\text{m} \times 1.2\text{m}), \text{ soit } 81 \text{ kN/m}^2$$

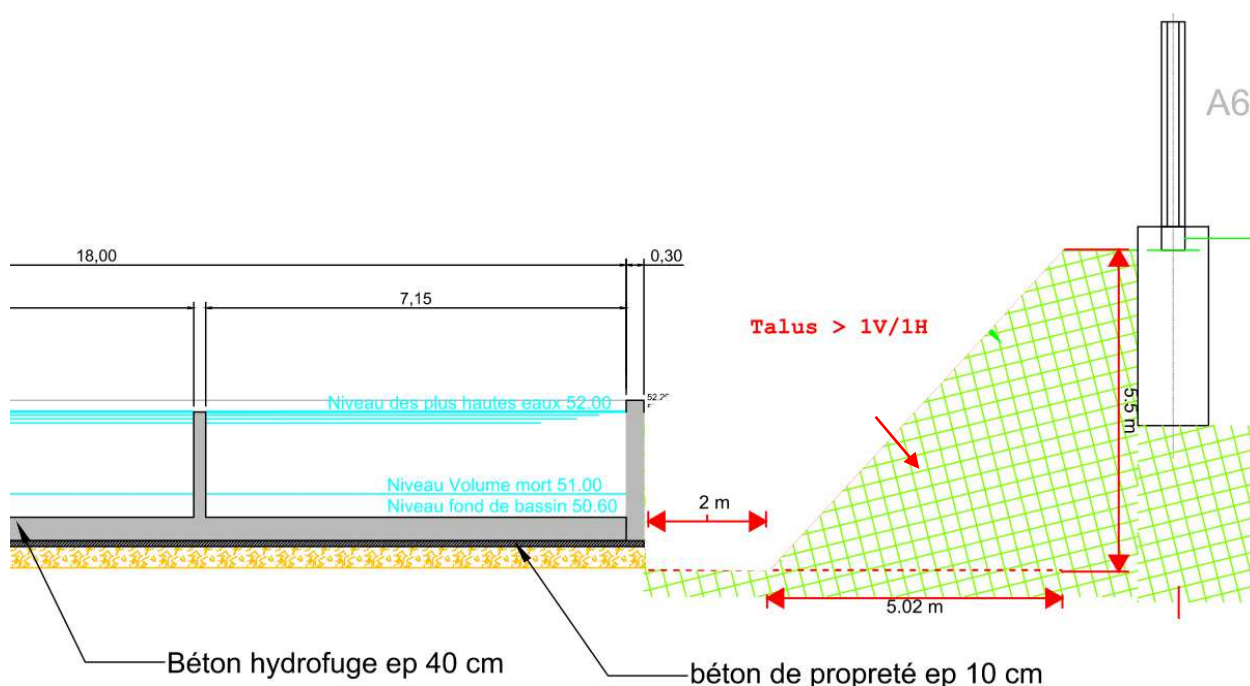
Compte tenu de la distance relativement importante entre le terrassement et la chaussée circulée de l'autoroute, nous supposons que l'effet des surcharges routières sur le terrassement est négligeable.

E.3. Etude de la faisabilité d'un Terrassement en déblai sans soutènement pour les travaux – Option I

E.3.1. Hypothèses géométriques – Option I avec aménagement d'une emprise de travail autour du bassin

Sur la base des éléments du DCE et des caractéristiques du projet (vue en plan et coupes), le profil le plus critique pour les travaux et pour la réalisation de l'ouvrage correspond à la coupe en travers BB de l'ouvrage, du côté autoroute A6a.

Compte tenu de la distance entre la fouille et l'écran acoustique de l'autoroute et de la dénivelée entre la plateforme autoroutière et le fond de fouille des terrassements à réaliser et afin de laisser une emprise de travail pour le chantier d'au moins 2m autour du bassin, il apparaît qu'un terrassement d'une hauteur de l'ordre de 5.5m sur une distance de 5.0 m est nécessaire (voir schéma ci-après) pour permettre la création de la fouille et la réalisation du génie civil du bassin.



Option I : Profil en travers, en cas d'un terrassement en talutage jusqu'au fond de fouille, avec emprise de travail

La faisabilité et la stabilité de cette géométrie de terrassement qui conduit à adopter une pente de talus proche ou supérieure de IV/IH, nécessite d'être préalablement étudiée.

E.3.2. Vérification de la stabilité du talus selon l'option I- Coefficient de sécurité

On utilisera pour cette vérification, la méthode de Taylor-Biarez qui permet de déterminer le coefficient de sécurité global de stabilité du terrassement en déblai selon la géométrie décrite ci-avant, avec un talus dressé à IV/IH.

En situation provisoire de travaux, le coefficient de sécurité généralement admis doit être supérieur à 1.30.

Le détail du calcul est donné en annexe 4.

L'analyse de stabilité de talus ainsi réalisée conduit à un coefficient de sécurité de :

$$F_s = 1.02 \ll 1.30 \text{ (Stabilité non vérifiée)}$$

Cette valeur est très inférieure au coefficient de sécurité minimal admissible et montre que la stabilité d'un terrassement en déblai, avec l'aménagement d'une emprise de travail autour du bassin (option I) **n'est pas assurée** sans soutènement pour les travaux.

Il est donc nécessaire d'envisager a priori l'une des options suivantes :

- Option 2 : Si l'on veut permettre et conserver l'aménagement d'une emprise de travail autour du bassin d'au moins 2m de large, il convient de réaliser un ouvrage de soutènement provisoire, afin d'assurer la stabilité des terrassements et des ouvrages existant en amont des travaux (écran acoustique, A6a...). La faisabilité de cette solution est étudiée ci-après au chapitre E.4.
- Option 3 : Réaliser le talutage provisoire sans soutènement, mais en réduisant la pente de talutage à une valeur acceptable et stable pour le talus. Cette configuration qui conduira à étendre le pied de talus jusqu'au bord du bassin, ne permettra pas l'aménagement d'une emprise de travail autour du bassin. La stabilité de cette option 3, sera étudiée au chapitre E.5, selon le profil de terrassement provisoire de la coupe BB qui nous a été transmise en octobre 2024 (doc. [14]).

E.4. Etude de la faisabilité d'un ouvrage de soutènement provisoire de type berlinoise pour les travaux – Option 2

E.4.1. Hypothèses géométriques – Option 2

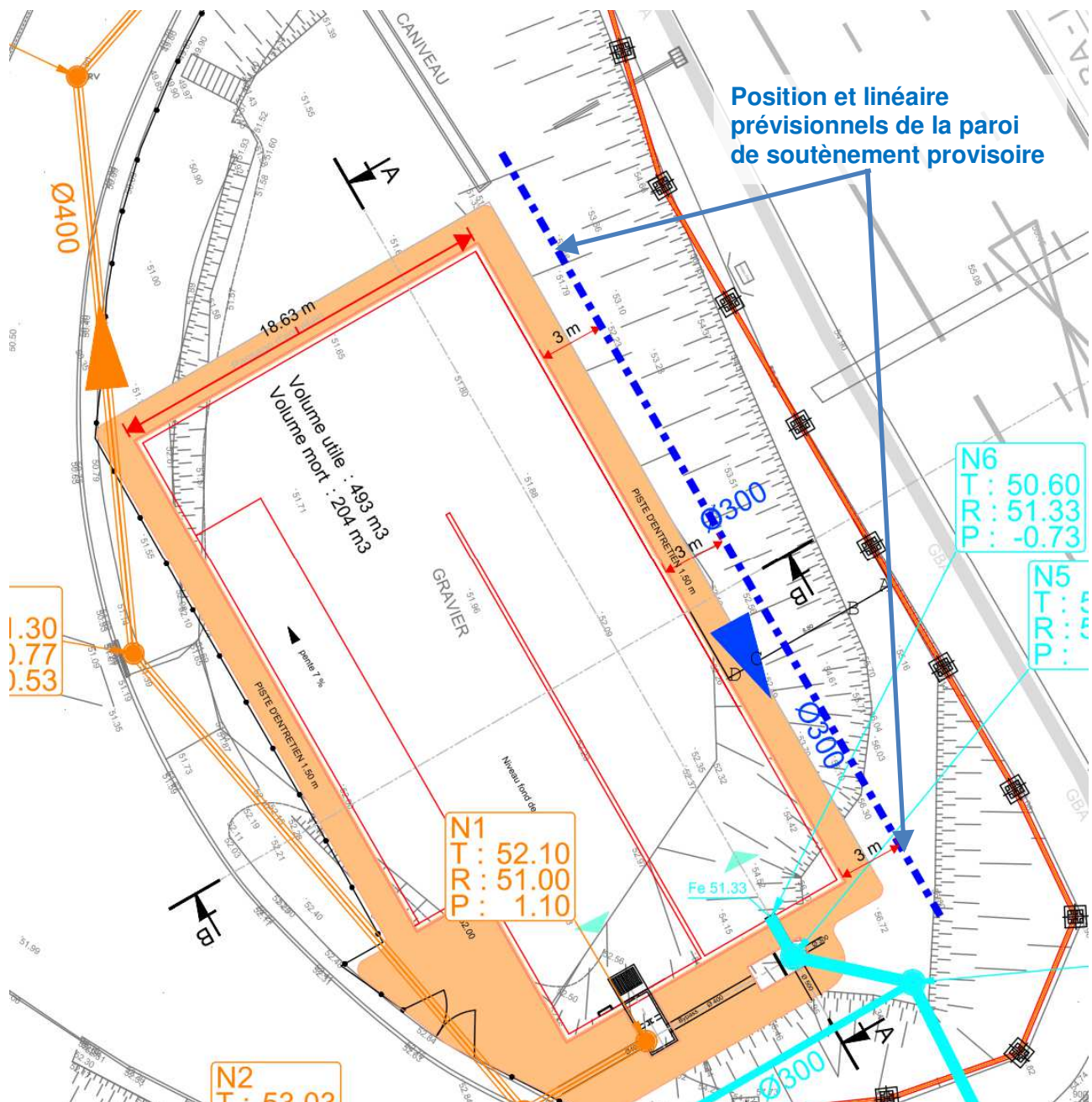
Au stade de l'étude et selon les conditions de chantier (accessibilité des travaux, ouvrages avoisinants, ...), il est a priori possible d'envisager la réalisation d'une paroi de soutènement provisoire de type paroi berlinoise avec la mise en place de profilés métalliques et d'un blindage bois.

La faisabilité et la justification de cette solution de soutènement est étudiée ci-après.

Sur la base des éléments du DCE et des caractéristiques du projet (vue en plan et coupes), le profil le plus critique pour les travaux et pour la réalisation de l'ouvrage correspond à la coupe en travers BB de l'ouvrage, du côté autoroute A6a.

Compte tenu de la distance entre la fouille et l'écran acoustique de l'autoroute, de la dénivellée entre la plateforme autoroutière et le fond de fouille des terrassements à réaliser et afin de laisser une emprise de travail pour le chantier de 3m au moins autour du bassin, une paroi de soutènement berlinoise d'une hauteur hors sol de l'ordre de 3m pourra être créée selon le schéma ci-après pour permettre la création de la fouille et la réalisation du génie civil du bassin.

Le linéaire de cet ouvrage de soutènement provisoire est d'environ 40m (voir vue en plan ci-après).



Option 2 : Position et linéaire prévisionnels de la paroi de soutènement provisoire placée entre la fouille du bassin et l'écran acoustique

E.4.3. Principes de calcul

Nous avons utilisé le logiciel K-REA pour vérifier la stabilité du soutènement en phase provisoire. Nous avons considéré l'approche de calcul 2 en utilisant l'ensemble des facteurs partiels A1 « + » M1 « + » R2.

Les actions de poussée et de butée sont déterminées à partir des coefficients de poussée et de butée données par Kérisel et Absi, en considérant $\delta_a = 1/3$ en poussée et $\delta_p = -2/3$ en butée.

Pour tenir compte de la discontinuité de l'écran, une poussée réduite est prise en compte conformément à la norme NF P94-282.

Aucune poussée ou sous pression hydraulique externe n'est supposée s'exercer sur le soutènement provisoire (voir § E.2.2).

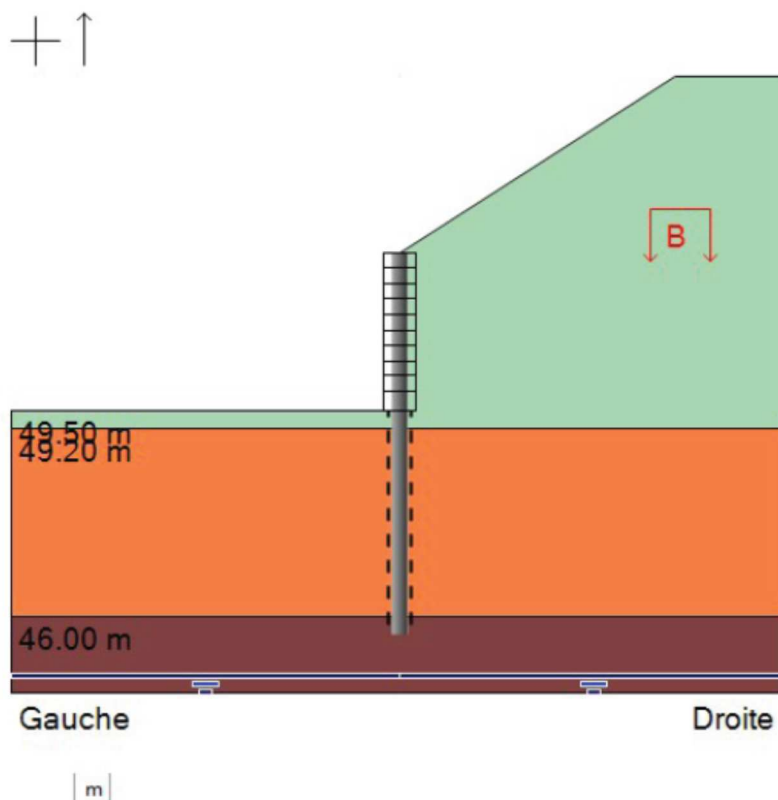
Pour modéliser les charges liées à la présence de l'écran acoustique située en amont de la paroi, il a été considéré une surcharge de Boussinesq de 81 kN/m^2 à la cote 52 NGF.

E.4.4. Résultats des calculs

Les hypothèses et les résultats détaillés des calculs K-REA sont fournis en annexe 5.

Les principaux résultats obtenus sont résumés dans le schéma et les tableaux ci-dessous :

P1 : Phase transitoire



Profil du schéma de calcul de la paroi de soutènement – Option 2

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
P1	MEL	-63.44	50.79	OK	-8.20	-
Extrema	-	-63.44	50.79	-	-	-

Synthèse des résultats du calcul de la paroi de soutènement provisoire

Les calculs ont été effectués en considérant une paroi en console (MEL). La vérification de la stabilité en butée et de la fiche de l'écran selon le profil considéré vis-à-vis du défaut de butée est assurée.

Une analyse en mode MISS conduit à une déformée maximale de la paroi de l'ordre de 3cm.

Il y a lieu de s'assurer de la compatibilité des déformations de l'écran ainsi estimées, vis-à-vis des structures avoisinant le projet (réseaux souterrains, ...). Nous rappelons toutefois que les calculs de déplacements ne donnent qu'une valeur approchée de la valeur réelle. Un suivi des déplacements en phase travaux sera nécessaire afin de déclencher les dispositions adéquates si les déplacements mesurés dépassent les valeurs calculées et/ou les valeurs acceptables.

E.4.5. Suite à donner

L'entreprise en charge de la réalisation de la paroi de soutènement devra justifier son dimensionnement en phase travaux par une note de calculs (mission G3). Cette justification devra être validée par un géotechnicien dans le cadre d'une mission G4.

Le phasage devra être soigneusement étudié avec le gros œuvre pour tenir compte des réservations et emprises nécessaires pour permettre les travaux et la réalisation du chantier de génie civil. Il faudra notamment tenir compte :

- Des éventuelles surcharges (stockage de matériaux ou de matériels, circulation d'engins,...).
- De la présence de réseaux existants à proximité des soutènements.
- Du stockage des déblais,
- Des conditions d'accessibilité

E.4.6. Réalisation des écrans de soutènement

Généralités :

La méthodologie d'exécution est de la responsabilité de l'entreprise. Elle devra notamment permettre d'atteindre les profondeurs requises et garantir l'absence de désordres dans les infrastructures et/ou ouvrages existants.

Particularités concernant la mise en œuvre d'un écran de soutènement discontinu :

Les terrassements s'effectueront de manière soignée. Le blindage sera mis en œuvre à l'avancement, au fur et à mesure des terrassements. Les hauteurs de passe ne devront pas excéder 1,5 m.

A la rencontre de surépaisseurs de remblais (matériau présentant une faible cohésion d'imbrication à court terme) il conviendra de porter une attention particulière à la pose du blindage. Il faudra notamment terrasser par passes de hauteur réduite et mettre rapidement en œuvre le blindage afin d'éviter toute décompression des sols à l'arrière de l'écran.

E.4.7. Surveillance, suivi et contrôle des travaux

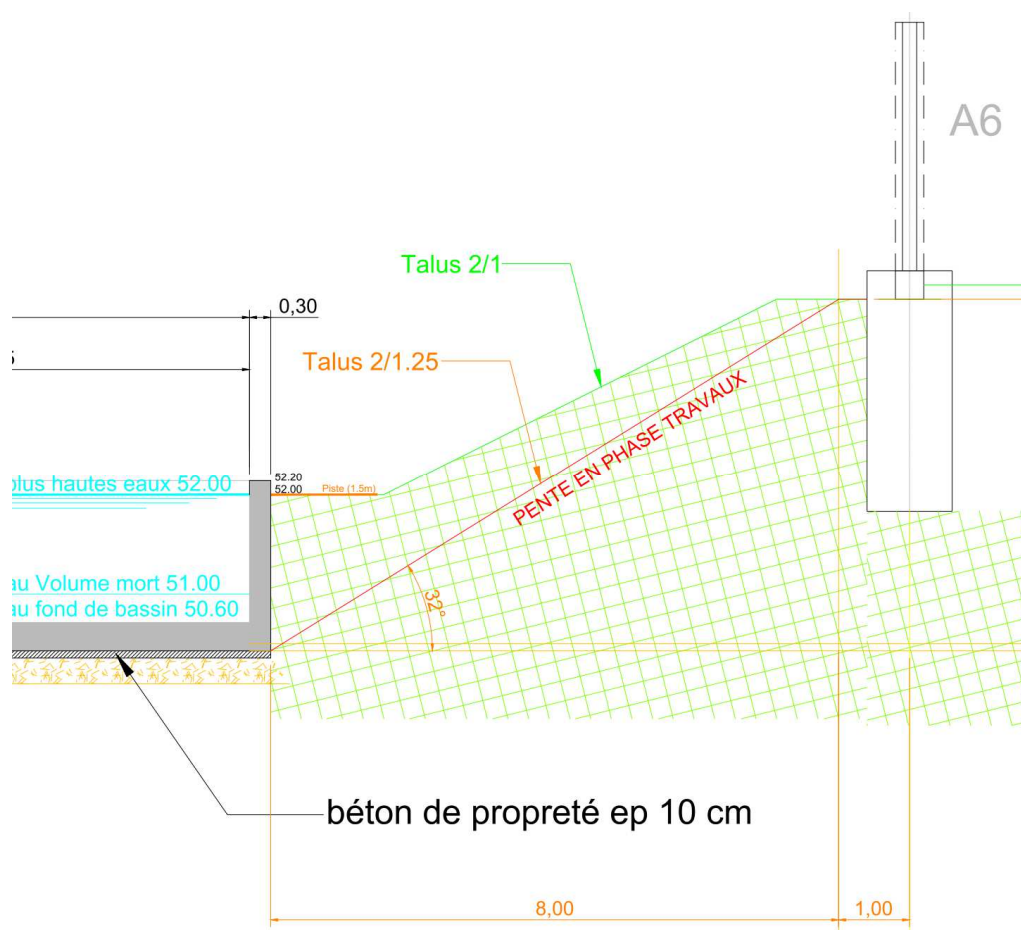
On prévoira la mise en œuvre d'un suivi des déplacements pendant les travaux tel que défini dans le tableau I 7.3 de la norme NF P94-282 (évaluation des mouvements du soutènement basés sur la mesure de quelques points (mesures topographiques par exemple)).

On définira en phase EXE un seuil d'alerte au-delà duquel un renforcement des mesures de surveillance est prévu et un seuil d'intervention au-delà duquel un plan d'action est mis en œuvre (dispositions constructives complémentaires à prévoir à l'avance : par exemple : liernes horizontales continues permettant de solidariser plusieurs profilés, avec système de butonnage additionnel le cas échéant,).

E.5. Etude de la faisabilité d'un Terrassement en déblai sans soutènement pour les travaux – Option 3 : talutage jusqu'au pied du bassin

E.5.1. Hypothèses géométriques – Option sans aménagement d'une emprise de travail autour du bassin

Cette option est étudiée sur la base du profil de terrassement provisoire de la coupe BB qui nous a été transmise en octobre 2024 (doc. [14]). Elle consiste à réaliser le talutage provisoire sans soutènement, mais en réduisant la pente de talutage à une valeur acceptable et stable pour le talus (voir schéma ci-après). Cette configuration qui conduira à étendre le pied de talus jusqu'au bord du bassin, ne permettra pas l'aménagement d'une emprise de travail autour du bassin.



Option 3 : Profil en travers, en cas d'un terrassement en talutage jusqu'au fond de fouille, sans aménagement d'une emprise de travail

Compte tenu de la distance entre la fouille du bassin et l'écran acoustique de l'autoroute, et de la dénivelée entre la plateforme autoroutière et le fond de fouille des terrassements à réaliser jusqu'au pied du bassin, il apparaît qu'un terrassement d'une hauteur de l'ordre de 5.0m à 5.5m sur une distance de 8.0 m est nécessaire ; ce qui conduit à une pente de talutage en phase provisoire de 32 à 35° sur l'horizontale (env. 3H/2V).

Dans cette configuration, l'aménagement d'une emprise de travail autour du bassin n'apparaît pas possible.

E.5.1. Vérification de la stabilité du talus selon l'option 3- Coefficient de sécurité

On utilisera pour cette vérification, la méthode de Taylor-Biarez qui permet de déterminer le coefficient de sécurité global de stabilité du terrassement en déblai selon la géométrie décrite ci-avant, avec un talus dressé à 2V/3H.

En situation provisoire de travaux, le coefficient de sécurité généralement admis doit être supérieur à 1.30.

Le détail du calcul est donné en annexe 6.

L'analyse de stabilité de talus ainsi réalisée conduit à un coefficient de sécurité de :

$$F_s = 1.37 > 1.30 \text{ (Stabilité vérifiée)}$$

Cette valeur du coefficient de sécurité montre que la stabilité provisoire d'un terrassement en déblai, avec un talus à 2V/3H qui s'étend jusqu'au bord du bassin, selon le schéma de l'option 3, **est assurée**.

E.6. Terrassement définitif – stabilité des talus définitifs

E.6.1. Hypothèses géométriques

Sur la base des éléments du DCE et des caractéristiques du projet (vue en plan et coupes), le profil de terrassement final qui sera adopté entre le bassin et son environnement est prévu avec une pente de talus à IV/2H.

Ce profil de terrassement a déjà été étudié lors de l'étude G2 PRO initiale (cf. doc [6]).

La stabilité calculée, selon l'Eurocode 7, pour ce profil avait conduit à un coefficient de surdimensionnement satisfaisant de :

$$F_s = 1.20 > 1.0 \text{ (Stabilité à IV/2H vérifiée)}$$

Une telle pente de talus pourra donc être adoptée pour assurer la stabilité à long terme des terrassements, conformément aux conclusions et prescriptions de l'étude G2 PRO initiale.

E.7. Conditions générales de terrassements

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage, ...) afin d'assurer l'assainissement et la portance des plateformes et d'éviter de générer des désordres dans les avoisinants pouvant être influencés par les travaux.

Des difficultés de circulation des engins de chantier sont à prévoir en période de pluie notamment. Une amélioration de la plate-forme par la réalisation d'une couche (de forme) granulaire pourra être nécessaire à la traficabilité.

Les terrassements seront exécutés en dehors des périodes de pluie et en dehors des périodes de hautes eaux.

Les terrassements pourront être majoritairement réalisés à la pelle mécanique.

Des dispositions devront être prises pour empêcher la dégradation des faces des talus sous l'action du ruissellement des eaux et/ou de dépôts éoliens. A cet effet, on pourra prévoir par exemple une végétalisation rapide, efficace et pérenne et/ou la mise en place de masques granulaires.

La rencontre d'éléments rocheux et de vestiges, pourront nécessiter ponctuellement l'emploi de moyens de déroctage (BRH, ...).

En cas d'évacuation de matériaux hors du site, il conviendra de se référer à l'étude de caractérisation des terres, ref. PR.77GT.23.0089-95EN établie par FONDASOL.

E.8. Conclusions

Compte tenu des hypothèses et géométries considérées ci-avant (profil BB), l'insertion du bassin envisagé par le projet nécessite la réalisation de l'une des options suivantes selon le cas envisagé :

- Option 2 : Si l'on veut permettre et conserver l'aménagement d'une emprise de travail autour du bassin d'au moins 2m de large, il convient de réaliser un ouvrage de soutènement provisoire, afin d'assurer la stabilité des terrassements et des ouvrages existant en amont des travaux (écran acoustique, A6a...). Cette paroi de soutènement placée entre l'autoroute A6a et la fouille du bassin à construire, pourra consister par exemple en un écran de type paroi berlinoise constituée de profilés HEB 200 espacés de 1.20m et d'un blindage bois. (voir chapitre E.4).

- Option 3 : Réaliser un talutage provisoire sans soutènement, mais en réduisant la pente de talutage à une valeur n'excédant pas $2V/3H$, stable pour le talus. Cette configuration qui conduira à étendre le pied de talus jusqu'au bord du bassin, ne permettra pas l'aménagement d'une emprise de travail autour du bassin. La stabilité de cette option 3, en phase provisoire a été vérifiée (voir chapitre E.5).

En situation définitive, une fois le Génie civil du bassin réalisé et sa périphérie comblée, les terrassements autour du bassin pourront être dressés avec une pente de talus de $1V/2H$.

Rappelons que les faisabilités et modélisations étudiées ici ne sont valables qu'en l'absence d'eau dans le talus. Une bonne gestion du système de drainage est donc nécessaire (voir chapitre G).

F. ÉTUDE DE LA FONDATION DU BASSIN PAR RADIER GENERAL

F.1. Niveau d'assise du radier

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, on pourra fonder le bassin sur un radier général en béton armé assis par l'intermédiaire d'une couche de forme, dans les remblais graveleux à partir de la cote 49.2 m NGF.

F.2. Modèle et hypothèses géotechniques – Ebauche dimensionnelle

Le modèle géotechnique et l'ébauche dimensionnelle présentés ci-après sont établis vis-à-vis des sollicitations statiques.

F.2.1. Contraintes de calcul pour la fondation par radier

Les calculs de capacité portante du radier dans le cadre de la présente ébauche dimensionnelle respectent les prescriptions de la norme NF P94-261. Les contraintes de calcul et les tassements associés s'entendent pour une assise et des fonds de fouilles sains et non remaniés.

A ce stade de l'étude, pour un radier établi à la cote 49.2 m NGF dans la formation I, après terrassement de 2.4 m de sol, il est possible de retenir les contraintes de calculs suivantes :

$$q'_{ELS} \leq 0.13 \quad (\text{en MPa})$$

$$q'_{ELU} \leq 0.19 \quad (\text{en MPa})$$

F.2.2. Première approche des tassements et coefficient de réaction verticale

A priori les tassements attendus sont nuls ou quasi nuls ($< 5\text{mm}$), compte tenu de la surconsolidation du terrain. En effet le poids du bassin en charge reste inférieur au poids des terres qui aura été excavé pour mettre en place le bassin.

Le coefficient de réaction verticale à prendre en compte pour l'étude du radier peut être estimé à :

$$K_v = 5 \text{ MPa/m}$$

F.3. Première approche d'optimisation des épaisseurs des structures

F.3.1. Voiles du bassin

Nous évaluons en première approche l'équarrissage minimal pour les voiles en béton armé du bassin.

Les caractéristiques du bassin projeté (voir plan masse et coupes ci-après) qui nous ont été communiquées sont les suivantes :

- Bassin en béton armé (voiles et radier) de forme rectangulaire, de 35,6m de long et de 18,6m de large ;
- Cote du Fond de bassin (arase supérieure du radier) : 50.6 m NGF
- Niveau du sol fini en périphérie du bassin (piste d'entretien) : environ 52.0 m NGF

Nous retenons dans cette approche les cas de charges suivants :

- La poussée des terres au repos + surcharge de 10 kN/m² sur la piste.

Aucune poussée ou sous pression hydraulique externe n'est supposée s'exercer sur la structure (voir § E.2.2).

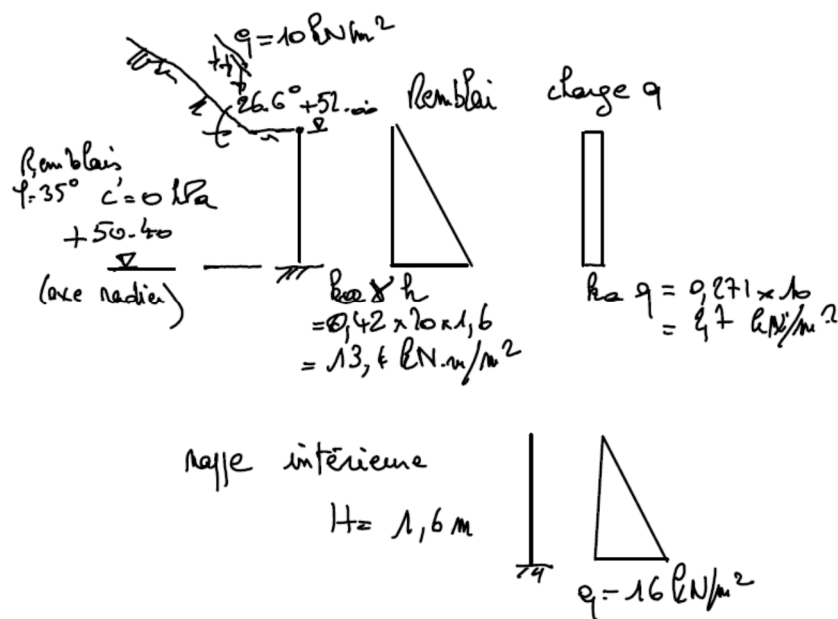
- La pression de l'eau à l'intérieur du bassin.

Les caractéristiques du béton retenues dans cette approche sont : C30/37-XC2 (valeur minimale).

Les caractéristiques de calculs retenues pour le remblai sont : $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ - $\phi' = 35^\circ$ - $c' = 0$

La coupe de calculs défavorable se trouve au droit du talus vers l'autoroute : talus $\beta = 26.6^\circ$

La figure ci-après illustre les 2 configurations de calculs :



Le voile est encastré dans le radier, il n'y a donc pas de vérification à faire pour le glissement, renversement et le poinçonnement du sol.

Nous vérifions uniquement la résistance structurale à l'encastrement voile-radier. Le cas dimensionnant est celui des poussées extérieures :

$$\text{ELU Med} = 1.35 \times 13.4 \times 1.6^2/6 + 1.5 \times 2.7 \times 1.6^2/2 = 12.9 \text{ kN.m/ml}$$

$$\text{ELS Med} = 13.4 \times 1.6^2/6 + 2.7 \times 1.6^2/2 = 9.2 \text{ kN.m/ml}$$

Voile e = 25 cm – ratio 90 kg/m³

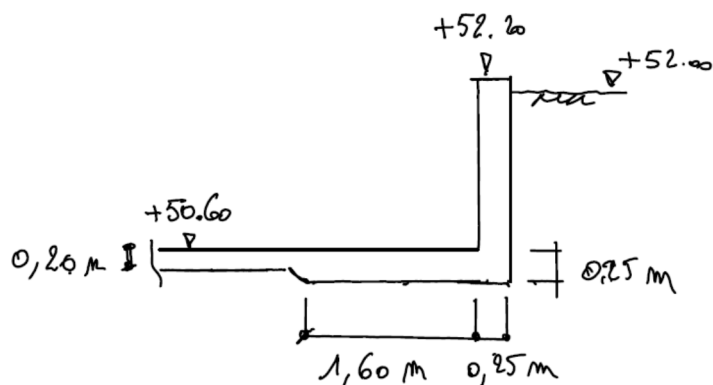
0) Données		
Données sur les matériaux	fck (MPa)	30
	γ _b	1.5
	φ _{infini} (fluage)	2.0
	f _{yk} (MPa)	500
	γ _s	1.15
	Classe d'exposition (X0, XC, XD, XS, XF, XA)	XC
Données sur la section	b (m)	1.00
	h (m)	0.25
	d (m)	0.18
	d' (m)	0.07
	c (m)	0.050
Données sur les sollicitations	Med _u (kN.m)	13
	Med _{cara} (kN.m)	9
	Med _{qp} (kN/m)	9
Choix du tableau de résolution	fcd (MPa)	20.0
	μ _d	0.020
	μ _{lim}	0.371
	Aciers comprimés ?	NON
	Choix du tableau	1
1) Calcul de la section d'aciers		
Pas besoin d'aciers comprimés (toutes classes d'expo)		Tableau n° 1
Coefficient α	0.025	Calcul uniquement ELU
Détermination du pivot	Pivot B	
Allongement des aciers ζ _s (p1000)	134.7	
Contrainte des aciers σ _{s,u} (MPa)	435	
Bras de levier z (m)	0.178	
Section d'aciers tendus A _s (cm²)	1.7	Conclusion
Ferrailage mini de flexion A _{s,min} (cm²)	2.71	-
Choix A _{s,réel} (cm²)	3.9	A remplir
Choix A _{sc,réel} (cm²)	0.00	
Espacement armatures tendues (m)	0.15	
2) Vérification des contraintes à l'ELS		
E _{cm} (Mpa)	32837	section eq.
E _{ceff} (MPa)	10946	
Coefficient d'équivalence ELS "n"	18.3	
Position axe neutre y (m)	0.044	
Inertie équivalente / axe neutre (m⁴)	0.000159	
σ _{c,cara} (MPa)	2.5	ELS cara
σ _{c,cara} < 0.6*fck ? (pour classes XD,XS,XF,XA)	-	
σ _{s,cara} (MPa)	141.3	
σ _{s,cara} < 0.8*f _{yk} ?	OUI	ELS qp
σ _{c,qp} (MPa)	2.5	
σ _{c,qp} < 0.45*fck ?	Oui -> Fluage linéaire	
σ _{s,qp} (MPa)	141.3	
3) Maîtrise de la fissuration		
kc (0,4 en flexion simple et 1 en traction pure)	0.4	Ferrailage mini fissuration
k	1.0	
f _{cteff} (MPa)	2.90	
Act (demi section en flexion simple) (m²)	0.13	
σ _s =f _{yk} (MPa) (selon AN)	500	
A _{s,min} (cm²)	2.9	Calcul Eps,sm-Eps,cm
σ _{s,qp} (MPa)	141.3	
α _e	6.09	
kt (0,4 si charge longue durée et 0,6 si courte durée)	0.4	
h _{ceff} (m)	0.07	
A _{ceff} (m²)	0.07	Calcul Sr,max
ρ _{p,eff}	0.0056	
Eps,sm-Eps,cm	4.240E-04	
(Eps,sm-Eps,cm) _{min}	4.240E-04	
k1 (0,8 si barre HA et 1,6 si lisse)	0.800	
k2 (0,5 pour la flexion et 1 pour la traction pure)	0.500	Calcul w,k
k3	2.142	
k4	0.425	
φ _{éq} (mm)	7.0	
5(c+φ _{éq} /2) (m)	0.27	
Sr,max (mm)	319.6	
w,k (mm)	0.14	Calcul w,k
w,max (mm)	0.20	
Ouverture fissures respectée ?	OUI	Conclusion

F.3.2. Radier du bassin

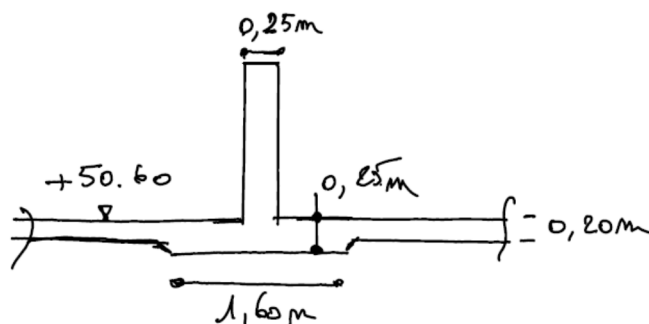
Les seules contraintes sont amenées par l'équilibre des voiles.

On retiendra donc les configurations structurelles suivantes pour le radier du bassin, avec une épaisseur minimale de 20 cm – ratio 100 kg/m³ :

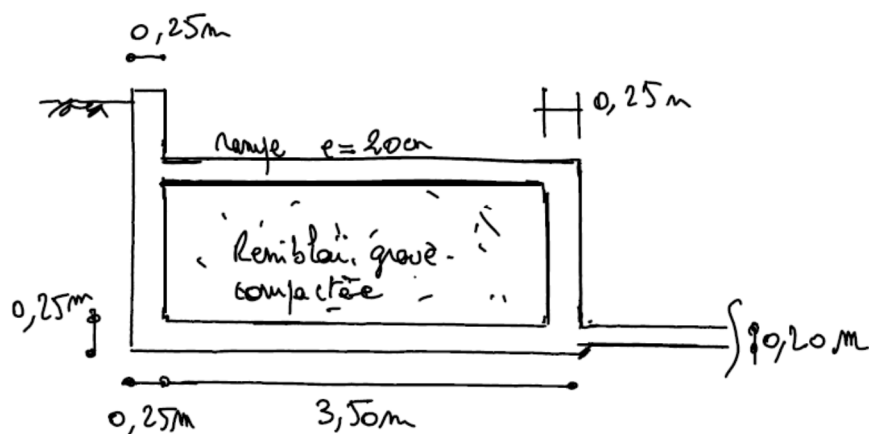
Cas courant



Au droit des voiles centraux



Au droit de la rampe



F.4. Première approche des dispositions constructives et des sujétions d'exécution

F.4.1. Béton de fondation

Le béton des fondations devra être résistant aux éventuelles agressions chimiques du milieu encaissant. La caractérisation de l'agressivité potentielle du milieu (sol, eau) nécessite des analyses spécifiques à réaliser avant l'exécution des travaux.

Toutes les dispositions nécessaires devront être prises afin de maîtriser les effets du retrait lors du coulage du radier et des voiles.

F.4.2. Assise du radier

Il y aura lieu de prévoir :

- Des purges locales en cas de présence de poches hétérogènes, remaniées ou de faible compacité ;
- La vérification visuelle et le compactage du fond de forme obtenu suivant sa nature et son état hydrique ;
- Si la traficabilité des sols est mauvaise au niveau du radier lors des terrassements, une purge complémentaire des terrains mous et la mise en œuvre d'une couche de forme granulaire de l'ordre de 15 cm minimum soigneusement compactée, associée éventuellement au cloutage du fond de forme avec des matériaux granulaires anguleux de granulométrie 100/200 mm par exemple.
- Si les terrains en fond de fouille sont portants, a minima la mise en œuvre d'un béton de propreté afin de protéger le fond de fouille avant coulage du radier.

Lors de l'exécution, les travaux et adaptations éventuelles et la réception du fond de fouille sont à réaliser dans le cadre de la mission G3. Ils devront être supervisés par une mission de supervision géotechnique d'exécution G4.

G. PROTECTION CONTRE LES VENUES D'EAU

G.1. Gestion des eaux de pluie et de ruissellement et protection vis-à-vis des eaux de circulations

Il y a lieu de prévoir un dispositif de drainage périphérique pour évacuer les eaux de ruissellement et de circulations dans le sol, afin de se prémunir de l'effet piscine. Un dispositif de relevage et d'évacuation de ces eaux est à prévoir.

On mettra en place des drains sur la périphérie du bassin. Il faut leur donner une pente régulière vers un exutoire.

Ces drains doivent être constitués d'un tube PVC crépiné sur la partie supérieure avec cunette de fond, entouré d'un massif filtrant, le tout enrobé dans une enveloppe géosynthétique anti-contaminante.

Ces recommandations sont des principes généraux. Une étude spécifique de gestion des eaux de ruissellement doit être menée pour éviter les surpressions sur les parois du bassin.

G.2. Protection en phase provisoire chantier

Selon le niveau des éventuelles arrivées d'eau en fond de fouille au moment du chantier, des dispositions particulières pourraient s'avérer nécessaires.

Il y a lieu de prévoir un dispositif de drainage périphérique pour évacuer les eaux de ruissellement et de circulations dans le sol, afin de se prémunir de l'effet piscine. Un dispositif de relevage et d'évacuation de ces eaux est à prévoir.

H. SUITES A DONNER

Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique de conception G2 PRO complémentaire confiée à Fondasol.

Conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique de la norme NF P94-500, elle doit être complétée par une phase DCE/ACT visant notamment à vérifier avant l'envoi du DCE aux entreprises, que les préconisations de l'étude G2 sont bien prises en compte dans les paragraphes du CCTP relatifs aux ouvrages géotechniques.

Il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.

FONDASOL est à la disposition du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre pour réaliser les missions d'étude G2 phases DCE/ACT et la mission G4.



ANNEXES

I. CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

- 3 PAGES

1. Formation du Contrat

Toute commande par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve des présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. À ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

2. Entrée en vigueur

Le Contrat n'entrera en vigueur qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu au Contrat ou suivant les conditions particulières du devis, ou, le cas échéant, de l'accusé de réception de commande et/ou de réception de paiement émis par le Prestataire. Sauf disposition contraire des conditions particulières du devis, les délais d'exécution par le Prestataire de ses obligations au titre du Contrat commencent quinze (15) jours ouvrés après la date d'entrée en vigueur du Contrat.

3. Prix

Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois 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 le dernier indice publié à la date d'émission du devis.

Les prix mentionnés dans le Contrat ou le devis ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.

Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix indiqués dans le devis ou spécifiés dans le Contrat du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profonds, mètres linéaires, nombre d'essais, etc.) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

4. Obligations générales du Client

4.1 Le terme « Prestations » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire comme étant comprises dans le devis à la charge du Prestataire. Toute prestation non comprise dans les Prestations, ou dont le prix unitaire n'est pas indiqué au Contrat, fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.

4.2 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 l'investigation 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, d'ingénierie ou de conseil, ce que le Client reconnaît et accepte expressément.

La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés expressément par écrit.

4.3 Sauf disposition contraire expresse du devis, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect du délai d'exécution du Contrat, tous les permis et autorisations d'importation nécessaires pour l'importation des matériels et équipements et l'exécution des Prestations dans le pays où les matériels et équipements doivent être livrés et où les Prestations doivent être exécutées. En plus de ce qui précède et sauf à ce que l'une ou plusieurs des obligations suivantes soient expressément et spécifiquement intégrées aux Prestations et au bordereau de prix, le Client devra également, notamment, sans que cela ne soit exhaustif :

- Payer au Prestataire les Prestations conformément aux conditions du Contrat ;
- Communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, tout élément qui lui paraîtrait de nature à compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être pris en compte par le Prestataire ;
- Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment, mais pas seulement, les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire conformément au devis et à défaut dans un délai de deux jours au plus ;

- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir eau et électricité, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat, sauf accord spécifique contraire dans le Contrat. Si le Personnel du Client est tenu d'exécuter un travail lié au Contrat incluant, mais sans s'y limiter, l'assemblage ou l'installation d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le droit exclusif de diriger et de superviser le travail quotidien de son personnel. Dans ce cas, le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client ;

- fournir, conformément aux articles R.554-I et suivants du même chapitre du code de l'environnement, 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 déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (le délai de réponse, est de 7 à 15 jours selon les cas, hors jours fériés) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique 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.

- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, sans que cela ne soit exhaustif, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

4.4 La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en aucun cas pour quelque dommage que ce soit à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à l'émission du dernier devis et intégrés au Contrat.

5. Obligations générales du Prestataire

Le Prestataire devra :

- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, toujours dans le respect des spécifications techniques et du calendrier convenus entre les Parties par écrit ;
- Respecter toutes les règles internes et les règles de sécurité raisonnables qui sont communiquées par le Client par écrit et qui sont applicables dans les endroits où les Prestations doivent être exécutées par le Prestataire ;
- S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;
- Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;
- Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue et expressément agréée dans le devis et dans ce cas la solidarité ne s'exerce que sur la durée de réalisation sur site du Client du Contrat.

En cas d'intervention du Prestataire sur site du Client, si des éléments de terrain diffèrent des informations préalables fournies par le Client, le Prestataire peut à tout moment décider que la protection de son personnel n'est pas assurée ou adéquate et suspendre ses Prestations jusqu'à ce que les mesures adéquates soient mises en œuvre pour assurer la protection du personnel, par exemple si des traces de pollution sont découvertes ou révélées. Une telle suspension sera considérée comme un Imprévu, tel que défini à l'article 14 ci-dessous.

6. Délais de réalisation

À défaut d'engagement précis, ferme et expresse du Prestataire dans le devis sur une date finale de réalisation ou une durée de réalisation fixe et non soumise à variations, les délais d'intervention et d'exécution données dans le devis sont purement indicatifs et, notamment du fait de la nature de l'activité du Prestataire, dépendante des interventions du Client ou de tiers, ne sauraient en aucun cas engager le Prestataire. Les délais de réalisation sont soumis aux ajustements tels qu'indiqués au Contrat. À défaut d'accord exprès spécifique contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard. Nonobstant toute clause contraire, les pénalités de retard, si elles sont prévues, sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé pour le Contrat de 5% du montant total HT du Contrat.

- Le Prestataire réalise le Contrat sur la base des informations communiquées par le Client. Ce dernier est seul responsable de l'exactitude et de la complétude de ces données et transmettra au Prestataire toute information nécessaire à la réalisation des Prestations. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude de ces données ou d'absence d'accès au(x) site(s) d'intervention, quelles que soient les hypothèses que le Prestataire a pu prendre, notamment en cas d'absence de données ou d'accès, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

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

À l'exception d'un accord contraire dans les conditions spécifiques du devis ou dans les cas d'obligations législatives ou réglementaires non transférable par convention à la charge du Prestataire, toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer sur les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client. Le Client doit 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. Le Client doit également fournir tous les documents et informations relatifs aux dangers et aux risques de toute nature, notamment sans que cela ne soit exhaustif, ceux cachés, liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à l'histoire du site et à la

pollution des sols, sous-sols et des nappes. Le Client communiquera les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement. Il assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site. Le Client sera responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel, consécutif ou non consécutif, résultant des événements mentionnés au présent paragraphe et qui n'aurait pas été mentionné au Prestataire.

Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.

Les forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et/ou les réparations font partie des Prestations, et n'est en aucun cas tenu d'indemniser le Client ou les tiers pour lesdits dommages inhérents à la réalisation des Prestations.

8. Implantation, nivellement des sondages

À l'exception des cas où l'implantation des sondages fait partie des Prestations à réaliser par le Prestataire, ce dernier est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation et est tenu indemne des conséquences liées à la décision d'implantation, tels que notamment, sans que cela ne soit exhaustif, le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage. Les Prestations ne comprennent 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.

9. Hydrogéologie - Géotechnique

9.1 Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. 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 et Prestations. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9.2 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 et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. 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 à titre d'exemple 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.

9.3 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 Prestations 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. Pollution - dépollution

Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maîtrise d'œuvre ou la maîtrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaires au transport, au traitements et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.

Sauf s'il s'agit de l'objet des Prestations tel que précisé au devis, notre devis est réalisé sur la base d'un site sur lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs. Les missions d'assistance à maîtrise d'œuvre ou de maîtrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

11. Rapport de mission, réception des Prestations par le Client

Sauf disposition contraire du Contrat et sous réserve des présentes conditions générales, la remise du dernier document à fournir dans le cadre des Prestations marque la fin de la réalisation des Prestations. La fin de la réalisation des Prestations sur site du Client est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site. L'approbation du dernier document fourni dans le cadre des Prestations doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans ce délai, le document sera considéré comme approuvé. L'émission de commentaires ne vaut pas rejet et n'interrompt pas le délai d'approbation. Le Prestataire répondra aux commentaires dans les dix (10) jours de leur réception. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans les cinq (5) jours de la réception des réponses aux commentaires ou du document modifié, le document sera considéré comme approuvé. Si le Client refuse le document et que le document n'est toujours pas approuvé deux (2) mois après sa remise initiale, les Parties pourront mettre en œuvre le processus de règlement des litiges tel que défini au Contrat. À défaut de mise en œuvre de ce processus, le rapport sera considéré comme approuvé définitivement trois mois après la date de sa remise initiale au Client.

12. Réserve de propriété, confidentialité

Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire dans le cadre des Prestations ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable exprès du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat ou pour le compte de tiers, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

13. Propriété Intellectuelle

Si dans le cadre du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant. Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les

résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat. Le Prestataire concède au Client, sous réserve qu'il remplisse ses obligations au titre du Contrat, un droit non exclusif de reproduction des documents remis dans le cadre des Prestations pour la seule utilisation des besoins de l'exploitation, la maintenance et l'entretien du site Client concerné.

En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire dans le cadre des Prestations, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : « source originelle : Groupe Fondasol – date du document : JJ/MM/AAAA » sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

14. Modifications du contenu des Prestations 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 du devis. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours de la réalisation des Prestations (l'ensemble désigné par les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la réception de la proposition d'avenant ou de modification des Prestations, ledit avenant ou modification des Prestations devient pleinement effectif et le Prestataire est donc rémunéré du prix de cet avenant ou de cette modification des Prestations, en sus. En cas de refus écrit exprès du Client, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution des Prestations jusqu'à confirmation écrite expresse du Client des modalités pour traiter de ces Imprévus et accord des deux Parties sur lesdites modalités. Les Prestations réalisées à cette date sont facturées et rémunérées intégralement, sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Le temps d'immobilisation du personnel du Prestataire est rémunéré selon le prix unitaire indiqué dans le bordereau de prix du devis. Dans l'hypothèse où le Prestataire notifie qu'il est dans l'impossibilité d'accepter les modalités de traitement des Imprévus telles que demandées par le Client, ce dernier aura le droit de résilier le Contrat selon les termes prévus à l'article 19.2 (Résiliation).

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

Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations telle que définie au Contrat. Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou conseil desdits maître d'ouvrage, constructeur ou maître d'œuvre pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet, au site, à l'ouvrage et/ou à son environnement non révélé expressément au Prestataire lors de la réalisation des Prestations ou dont il lui a été demandé de ne pas tenir compte, rend le rapport caduc, dégage la responsabilité du Prestataire et engage celle du Client. Le Client doit faire actualiser le dernier rapport émis dans le cadre du Contrat en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après remise dudit rapport. 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.

16. Force Majeure

Le Prestataire ne sera pas responsable, de quelque manière que ce soit, de la non-exécution ou du retard d'exécution de ses obligations à la suite d'un événement de Force majeure. La Force majeure sera définie comme un événement qui empêche l'exécution totale ou partielle du Contrat et qui ne peut être surmonté en dépit des efforts raisonnables de la part de la Partie affectée, qui lui est extérieure. La Force Majeure inclura, notamment les événements suivants: catastrophes naturelles ou climatiques, pénurie de main d'œuvre qualifiée ou de matières premières, incidents majeurs affectant la production des agents ou sous-traitants du Prestataire, actes de guerre, de terrorisme, sabotages, embargos, insurrections, émeutes ou atteintes à l'ordre public.

Tout événement de Force Majeure sera notifié par écrit à l'autre Partie dès que raisonnablement possible. Si l'événement de Force Majeure se poursuit pendant plus de deux (2) mois et que les Parties ne se sont pas mises d'accord sur les conditions de poursuite du Contrat, l'une ou l'autre des Parties aura le droit de résilier le Contrat, sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours adressé à l'autre Partie, auquel cas la stipulation de la clause de Résiliation du Contrat s'appliquera.

Quand l'événement de Force Majeure aura cessé de produire ses effets, le Prestataire reprendra l'exécution des obligations affectées dès que possible. Le délai de réalisation sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée réelle des effets de l'événement de Force Majeure. Tous frais supplémentaires raisonnablement engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure seront remboursés par le Client au Prestataire contre présentation de la preuve de paiement associée et de la facture correspondante.

17. Conditions de paiement, acompte, retenue de garantie

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations.

Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la facture ou décompte final(e).

En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire 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.

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 sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure 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 [€].

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge et des dommages-intérêts éventuels, une indemnité fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date de paiement. Les Parties reconnaissent expressément qu'elle constitue une évaluation raisonnable de l'indemnité de recouvrement et de l'indemnisation des frais de recouvrement.

Un désaccord quelconque dans le cadre de l'exécution des Prestations ne saurait en aucun cas constituer un motif de non-paiement des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée. La compensation est formellement exclue. En conséquence, le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue du prix des Prestations facturé ou de retenir les paiements.

18. Suspension

L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :

- (i) En cas d'Imprévu,
- (ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- (iii) En cas de Force Majeure.

Quand l'un des événements mentionnés ci-dessus se produit, le Prestataire a le droit de notifier au Client son intention de suspendre l'exécution du Contrat. Dans ce cas, le délai de réalisation sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client contre présentation des preuves de paiement associées, en ce compris l'indemnité d'immobilisation au taux prévu au devis. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au remboursement par le Client au Prestataire des sommes mentionnées ci-dessus.

Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Prestataire aura le droit de résilier le Contrat immédiatement sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours, auquel cas les stipulations de l'article « Résiliation » (19.2 et suivants) du Contrat s'appliqueront. À partir du moment où les obligations du Prestataire ou le Contrat sont suspendus pendant une durée égale ou supérieure à deux (2) mois, les Prestations seront considérées comme finies et acceptées par le Client.

19. Résiliation

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de négociation et résolution amiable du différend.

19.1 Résiliation pour manquement

Si l'une des Parties commet une violation substantielle du Contrat, l'autre Partie peut demander, par écrit, que la Partie défaillante respecte les conditions du Contrat. Si dans un délai de trente (30) jours, ou dans un autre délai dont les Parties auront convenu, après la réception de cette demande, la Partie défaillante n'a pas pris de mesures satisfaisantes pour respecter le Contrat, la Partie non défaillante peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la Partie défaillante une notification écrite à cet effet.

19.2 Résiliation pour insolvabilité ou événement similaire ou après suspension prolongée

Si l'une ou l'autre des Parties est en état de cessation des paiements ou devient incapable de répondre à ses obligations financières, ou après une suspension supérieure à deux (2) mois, l'autre Partie peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la première Partie une notification à cet effet. Cette résiliation entrera en vigueur à la date où ladite notification de résiliation est reçue par la première Partie.

19.3 Indemnisation pour résiliation

En cas de résiliation du Contrat en totalité ou en partie par le Client ou le Prestataire, conformément aux stipulations des Articles 19.1 ou 19.2, le Client paiera au Prestataire :

- (i) Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
- (ii) Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,
- (iii) les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et
- (iv) un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.

En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure conformément à l'Article 16, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure et à la suspension associée.

19.4 Effets de la résiliation

La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

20. Répartition des risques, responsabilités

20.1 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. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution des Prestations spécifiquement confiées. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la réalisation des Prestations doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une prestation complémentaire. À défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la prestation 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 des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des Prestations possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.

20.2 Le Prestataire est responsable des dommages qu'il cause directement par l'exécution de ses Prestations, dans les conditions et limites du Contrat. À ce titre, il est responsable de ses Prestations dont la défectuosité lui est imputable. Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, la responsabilité totale et cumulée du Prestataire au titre du ou en relation avec le Contrat sera plafonnée au prix total HT du Contrat et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant, quel que soit le fondement de la responsabilité (contractuelle, délictuelle, garantie, légale ou autre). Nonobstant toute clause

contraire dans le Contrat ou tout autre document, il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages matériels consécutifs et/ou non-consécutifs à un dommage matériel et ne sera pas responsable des dommages 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, que ceux-ci soient considérés directs ou non.

20.3 Le Prestataire sera garanti et indemnisé en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

21. Assurances

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. **À ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, 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€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire.** 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. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, 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. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. À défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

22. Changement de lois

Si à tout moment après la date du devis du Prestataire au Client, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et si cela augmente le coût de réalisation des Prestations, ou si cela affecte plus généralement l'une des conditions du Contrat, tel que, mais sans que ce ne soit limitatif, le délai de réalisation ou les garanties, le prix du Contrat sera ajusté en fonction de l'augmentation des coûts subie par le Prestataire du fait de ce changement et supporté par le Client. Les autres conditions du Contrat affectées seront ajustées de bonne foi pour refléter ce/ces changement(s).

23. Interprétation, langue

En cas de contradiction ou de conflit entre les termes des différents documents composant le Contrat tel qu'indiqué en article 1, les documents prévalent l'un sur l'autre dans l'ordre dans lequel ils sont énoncés audit article 1. Sauf clause contraire spécifique dans le devis, tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français. Les titres des articles des présentes conditions générales n'ont aucune valeur juridique ni interprétative.

24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, en tout ou en partie, par le Client ou le Prestataire à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article. Le fait que le Prestataire ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou tolère un manquement par le Client à l'une quelconque des obligations visées dans le Contrat ne peut en aucun cas être interprété comme valant renonciation par le Prestataire à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites stipulations.

25. Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée par une autorité compétente comme nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

26. Litiges - Attribution de juridiction

LE PRÉSENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITÉ, SON INTERPRÉTATION, SON EXISTENCE, SA RÉALISATION, DÉFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RÉSILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANÇAIS.

À DÉFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DÉLAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ÉTAT D'UN DIFFÉREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RÉSOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPÉTENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT RÈGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2018

2. ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P94-500) – I PAGE

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 ci-après. 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 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 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	Études géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		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 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		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 (choix constructifs)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Étude 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 (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	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
À 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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

3. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500) – I PAGE

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 GEOTECHNIQUE 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'avoisinants 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 GEOTECHNIQUE 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 avoisinants), 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 avoisinants), 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 GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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 GEOTECHNIQUE 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.

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (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 géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Février 2014

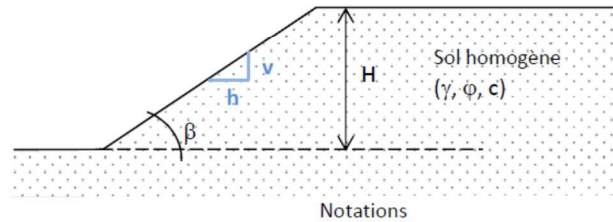
4. STABILITE DU TALUS SANS SOUTÈNEMENT SELON OPTION I – METHODE DE TAYLOR BIAREZ - I PAGE

Stabilité de talus selon l'abaque de Taylor – Biarez

Affaire : PR.77GT.24.0112 Bassin A6a - Arcueil
Référence : Stabilité Talutage provisoire H=5.5m à 1H/1V
Commentaires : $F_s = 1.0 < 1.30$ INSTABLE

Données d'entrée

Poids volumique $\gamma = 20$ kN/m³
Cohésion $c = 2$ kPa
Angle de frottement interne $\varphi = 35$ °
Hauteur du talus $H = 5.5$ m
Angle du talus / horizontale $\beta = 45$ °



Détermination des points A et B sur l'abaque de Taylor-Biarez

Point A

Abscisse du point A $1/N_s (A) = c/\gamma H = 0.018$
Ordonnée du point A $\tan \varphi (A) = 0.700$
Distance de l'origine O au point A $OA = 0.700$

Point B

Abscisse du point B $1/N_s (B) = 0.018$
Ordonnée du point B $\tan \varphi (B) = 0.685$
Distance de l'origine O au point B $OB = 0.685$

Résultat

Le coefficient de sécurité vaut

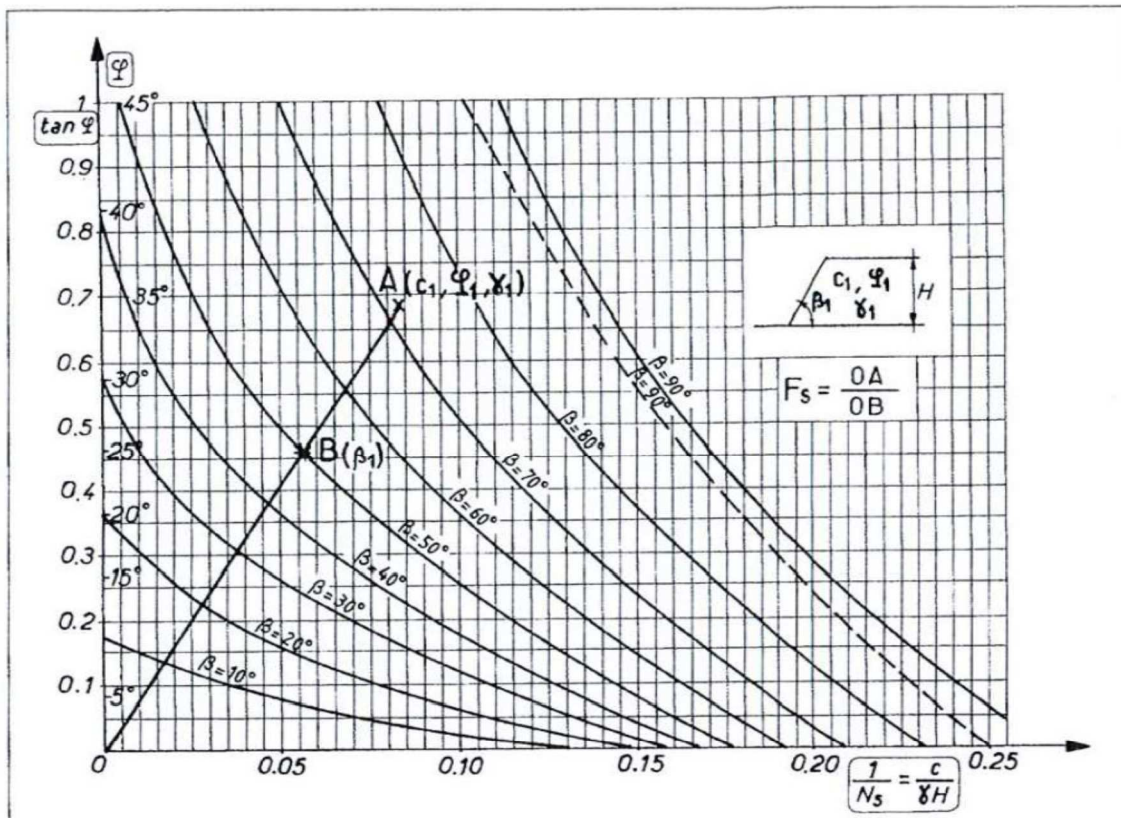
$$F = OA/OB = 1.02$$

<

$F_{recherche} = 1.5$

NB : Sans cohésion, le coefficient de sécurité vaut

$$F = \tan \varphi / \tan \beta = 0.70$$



5. STABILITE DE LA PAROI DE SOUTÈNEMENT PROVISOIRE – OPTION 2 - 7 PAGES

Stabilité de la paroi provisoire Berlinoise HEB 200, esp. 1.2 m – Calculs K REA

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :

Métrique, kN, kN/m²

45.00 m

Poids volumique de l'eau :

10.00 kN/m³

Nombre d'itérations par phase de calcul :

Pas de calcul :

0.20 m

Prise en compte moments 2 ordre :

Définition du projet :

Cotes

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ²]	γ' [kN/m ²]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkt [kN/m ² /m]	$\delta a/\phi$	$\delta p/\phi$	kay,min	P,max [kN/m/m]
remblais graveleux	55,20	19,00	9,00	35,00	2,00	0,000	0,426	0,254	7,360	0,426	0,426	1,075	7,886	30276	0	0,330	-0,670	0,100	10000,00
argile graveleuse	49,20	19,00	9,00	30,00	10,00	0,000	0,500	0,312	4,987	0,500	0,500	1,203	6,303	27497	0	0,330	-0,670	0,100	10000,00
Sable argileux	46,00	19,00	9,00	30,00	1,00	0,000	0,500	0,312	4,987	0,500	0,500	1,203	6,303	81992	0	0,330	-0,670	0,100	10000,00

Valeurs de calcul des paramètres de la loi de comportement

Couche	Comportement	MISS						MEL							
		φ, d [°]	c, d [kN/m ²]	dc, d [kN/m ² /m]	kay, d	kpy, d	kac, d	kpc, d	φ, d [°]	c, d [kN/m ²]	dc, d [kN/m ² /m]	kay, d	kpy, d	kac, d	kpc, d
remblais graveleux	Drainé	35,00	2,00	0,000	0,254	7,360	1,075	7,886	35,00	2,00	0,000	0,254	7,360	1,075	7,886
argile graveleuse	Drainé	30,00	10,00	0,000	0,312	4,987	1,203	6,303	30,00	10,00	0,000	0,312	4,987	1,203	6,303
Sable argileux	Drainé	30,00	1,00	0,000	0,312	4,987	1,203	6,303	30,00	1,00	0,000	0,312	4,987	1,203	6,303

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :


Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
1	45.70	9968	0.00

Cote de la tête de l'écran : z0 =	52.20 m
-----------------------------------	---------



terrasol
setec

Calcul réalisé par : FONDASOL



K-Réa


v.5.0.4

AFFAIRE PR.77GT.24.0112

BASSIN ARCUEIL - BERLINOISE PROVISOIRE 1

DONNEES

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	ae	q [kN/m/m]	Nature
1	P0	Droite	52.00	5.00	1.20	1.000	81.00	Permanente




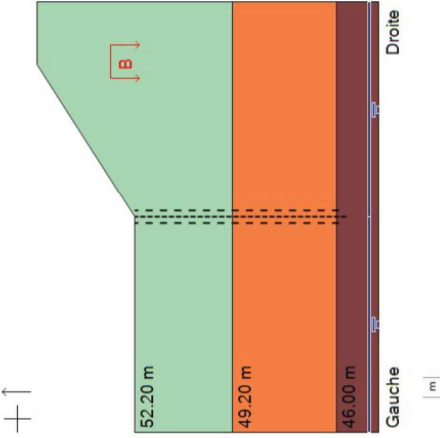
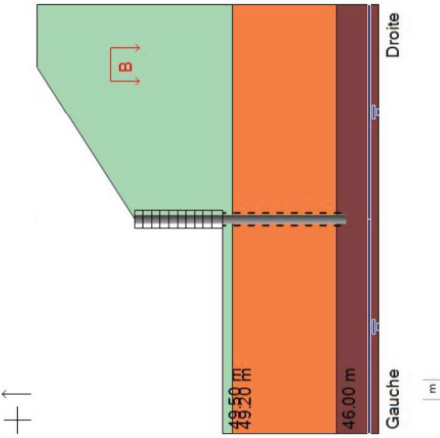

Calcul réalisé par : FONDASOL

Fichier de sauvegarde : C:\Users\zertoun\OneDrive - GROUPE FONDASOL\Mes documents\WORK\77G ...\Berlinoise profil BB - Cas HEB200 6-5m esp1-2m.K5P

imprimé le 05/10/2024 10:39 calculé le 05/10/2024 à 10:12

calculé le 05/10/2024 10:12

Page : 2

 K-Réa v.5.0.4	AFFAIRE PR.77GT.24.0112 BASSIN ARCUEIL - BERLINOISE PROVISOIRE 1
SYNTHESE PHASAGE	
<p>P0</p>  <p>↑</p>	<p>P1 : Phase transitoire</p>  <p>↑</p>
<p>- Excavation (côté gauche) :</p> <p>zh [m] = 52.20</p> <p>- Excavation (côté droit) :</p> <p>zh [m] = 52.20</p> <p>Mise en place d'un talus :</p> <p>zt [m] = 55.20 a [m] = 5.50</p> <p>zh [m] = 52.20 b [m] = 0.01</p> <p>ae = 1.000</p> <p>- Poussee réduite :</p> <p>zt [m] = 52.20</p> <p>zb [m] = 45.70</p> <p>R = 0.500</p> <p>C = 1.000</p> <p>- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1</p> <p>z [m] = 52.00</p> <p>x [m] = 5.00</p> <p>L [m] = 1.20</p> <p>q [kN/m²] = 81.00</p> <p>oe = 1.000</p> <p>Nature: Permanente</p>	<p>- Options MEL :</p> <p>Surexcavation :</p> <p>Aa gauche [m] = 0.00 Aa droite [m] = 0.00</p> <p>Méthode de calcul automatique.</p> <p>Sélection automatique du côté de la butée</p> <p>Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.</p> <p>- Excavation (côté gauche) :</p> <p>zh [m] = 49.50</p> <p>- Pose de blindage (Berlinoise) :</p> <p>z [m] = 49.50</p>
	Calcul réalisé par : FONDASOL



K-Réa

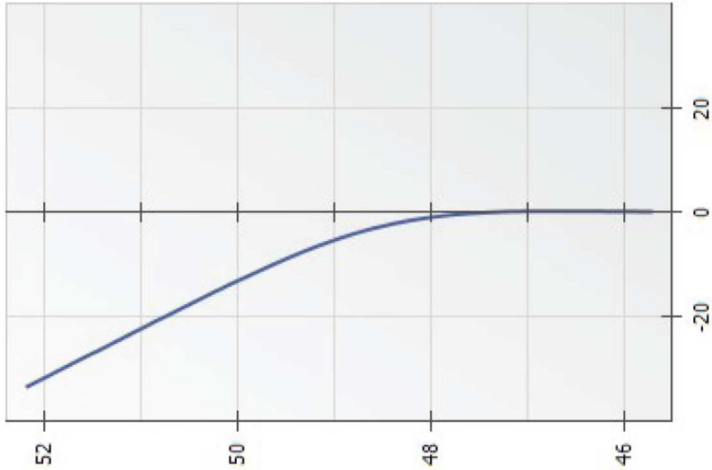
v.5.0.4

AFFAIRE PR.77GT.24.0112

BASSIN ARCEUIL - BERLINOISE PROVISoire 1

RESULTATS (Phase P1) - L'écran est considéré en console (autostable)

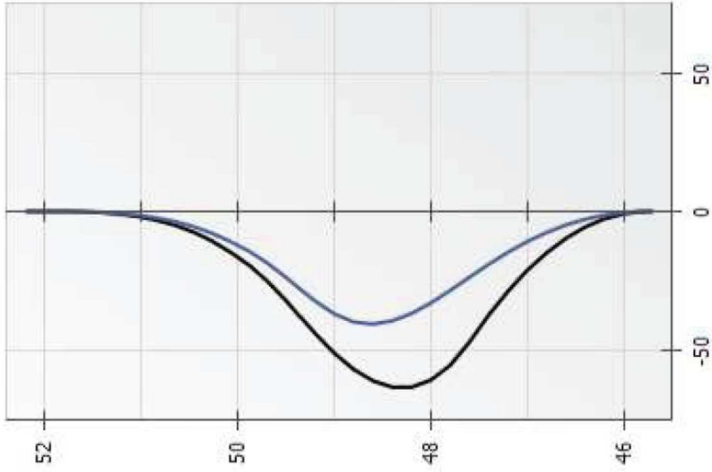
Déplacements [mm]



ELS

Dmin = -33.52 - Dmax = 0.09

Moment [kNm/m]

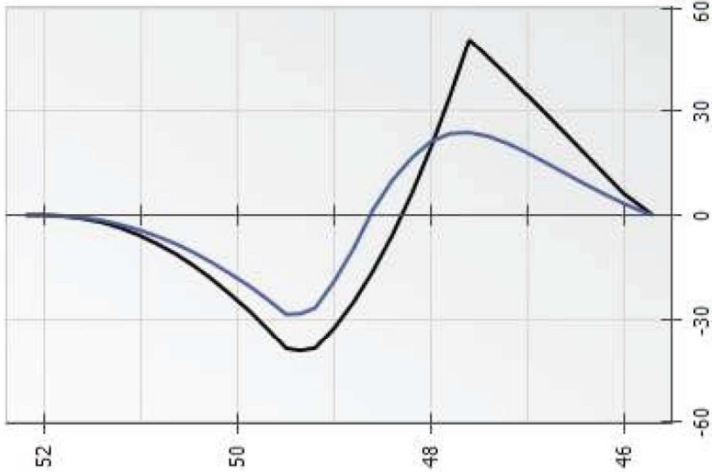


ELS

M.k min = -40.72 - M.k max = 0.00

M.d min = -63.44 - M.d max = 0.00

Effort Tranchant [kN/m]

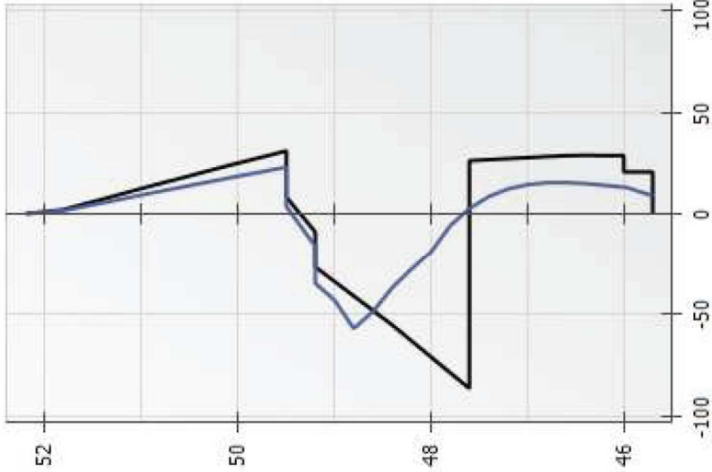


ELS

V.k min = -28.73 - V.k max = 23.81

V.d min = -39.39 - V.d max = 50.79

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS

Pd.k min = -57.12 - Pd.k max = 22.92

Pd.d min = -86.68 - Pd.d max = 30.94

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



setec

Calcul réalisé par : FONDASOL

K-Réa

v.5.0.4

AFFAIRE PR.77GT.24.0112

BASSIN ARCUEIL - BERLINOISE PROVISOIRE 1

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
P 1	MEL	-63.44	50.79	OK	-8.20	-
Extrema	-	-63.44	50.79	-	-	-

terrassol

setec

Calcul réalisé par : FONDASOL

Fichier de sauvegarde : C:\Users\zerhouni\OneDrive - GROUPE FONDASOL\Mes documents\WORK\77G ...Berlinoise profil BB - Cas HEB200 6-5m esp1-2m.K5P

imprimé le 05/10/2024 10:39 calculé le 05/10/2024 à 10:12 calculé le 05/10/2024 10:12

Page : 6

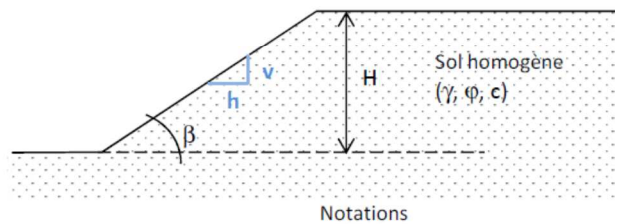
6. STABILITE DU TALUS SANS SOUTÈNEMENT SELON OPTION 3 – METHODE DE TAYLOR BIAREZ - 1 PAGE

Stabilité de talus à 3H/2V selon l'abaque de Taylor – Biarez

Affaire : PR.77GT.24.0112 Bassin A6a - Arcueil
 Référence : Stabilité Talutage provisoire H=5.7m à 3H/2V jusqu'au pied du bassin
 Commentaires : $F_s = 1.37 > 1.30$ STABLE

Données d'entrée

Poids volumique	$\gamma =$	20	kN/m ³
Cohésion	$c =$	2	kPa
Angle de frottement interne	$\varphi =$	35	°
Hauteur du talus	$H =$	5.7	m
Angle du talus / horizontale	$\beta =$	34	°



Détermination des points A et B sur l'abaque de Taylor-Biarez

Point A

Abscisse du point A	$1/N_s (A) = c/\gamma H =$	0.018
Ordonnée du point A	$\tan \varphi (A) =$	0.700
Distance de l'origine O au point A	$OA =$	0.700

Point B

Abscisse du point B	$1/N_s (B) =$	0.013
Ordonnée du point B	$\tan \varphi (B) =$	0.512
Distance de l'origine O au point B	$OB =$	0.512

Résultat

Le coefficient de sécurité vaut

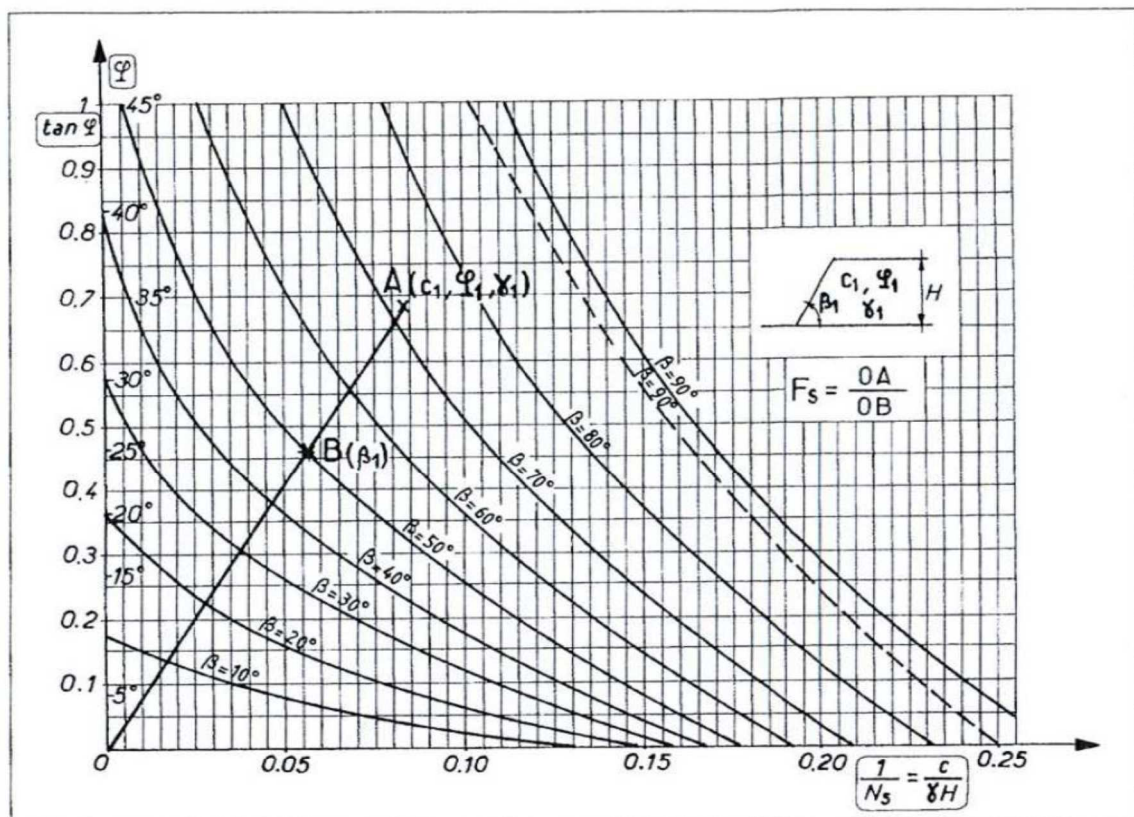
$$F = OA/OB = 1.37$$

<

$F_{recherché} = 1.5$

NB : Sans cohésion, le coefficient de sécurité vaut

$$F = \tan \varphi / \tan \beta = 1.04$$



Abaque de Taylor-Biarez



www.groupefondasol.com

AGENCE DE CESSON (77)

54 rue de la fontaine
ZAE de la fontaine
77240 CESSON

☎ 01-64-10-72-50

✉ cesson@fondasol.fr