



Agence de CAEN

8 rue Abo Volo

14120 MONDEVILLE

☎ 02 31 74 31 31

✉ caen@groupefondasol.com

CENTRE HOSPITALIER ROBERT BISSON

REALISATION D'OMBRIERES PHOTOVOLTAIQUES

7 place d'Ecosse

14100 LISIEUX

Etude géotechnique G2 PRO

PR.14GT.25.0140 – 1^{ère} diffusion

Rév.	Date	Nb pages*	Modifications	Rédacteur	Contrôleur	Approbateur
-	30/01/26	32	1 ^{ère} diffusion	A. MILLOT	M. BOUDJELLAL	M. BOUDJELLAL
A						
B						
C						

* nombre de pages hors annexes

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	4
A.1.	Eléments du contrat	4
A.2.	Mission selon la norme NF P94-500	4
B.	Description du projet	6
B.1.	Intervenants	6
B.2.	Documents à notre disposition pour cette étude	6
B.3.	Description du projet	6
B.4.	Descentes de charges	8
C.	Caractéristiques générales du site	10
C.1.	Description générale	10
C.2.	Risques naturels connus	12
C.3.	Eléments préliminaires d'historique	17
D.	Résultats des investigations	21
D.1.	Programme d'investigations	21
D.2.	Analyse géologique	21
D.3.	Lithologie	22
D.4.	Données géomécaniques	23
D.5.	Niveaux d'eau	24
D.6.	Tests d'agressivité chimique des sols	24
E.	Adaptation du projet au site	25
E.1.	Zone d'influence géotechnique (ZIG)	25
E.2.	Fondations	25
F.	Fondations profondes des ombrières	26
F.1.	Type et profondeur des fondations	26
F.2.	Hypothèses de calcul	26
F.3.	Descentes de charges	27
F.4.	Vérification vis-à-vis des efforts axiaux	28
F.5.	Vérification vis-à-vis des efforts transversaux	28
F.6.	Synthèse du pré-dimensionnement des pieux	29
F.7.	Dispositions constructives	29
F.8.	Sujétions d'exécution	30
F.9.	Surveillance, essais et contrôles	31
F.10.	Plateforme pour la machine de pieux	31
G.	Aléas résiduels / suites à donner	32
G.1.	Principaux aléas, spécificités et contraintes	32
G.2.	Suites à donner	32

ANNEXES

- 1. Conditions Générales de service – 4 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. Résultats des investigations in-situ – 11 pages**
- 5. Résultats des essais en laboratoire – 4 pages**
- 6. Prédimensionnement d'une solution de fondations profondes – 6 pages**

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

A.1. Eléments du contrat

Maître d'Ouvrage : CENTRE HOSPITALIER ROBERT BISSON.

Devis : SQ.I4GT.25.07.028-Index B du 30/07/2025, et SQ.I4GT.25.10.006 du 07/10/2025 pour compléments d'investigations.

Commande : Engagement n° 16670256 en date du 02/09/25 du CENTRE HOSPITALIER ROBERT BISSON et commande complémentaire n° 16671291 en date du 08/10/2025 pour compléments d'investigations.

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

Mission : G2 PRO selon la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013).

Objectifs définis dans notre devis :

- Synthèse des hypothèses et paramètres de sols à partir d'étude géotechnique G2AVP,
- Description des choix constructifs des ouvrages géotechniques intégrant le phasage et les contraintes du projet données par le maître d'œuvre.
- Hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages : définition de valeurs caractéristiques des paramètres par ouvrage géotechnique.
- Note de pré-dimensionnement des fondations profondes.
- Recommandations particulières pour la réalisation des fondations profondes.

Notre mission ne comprend pas, notamment :

- La recherche de cavités souterraines,
- Etablissement des notes de calculs de ferrailage,
- Etablissement des plans, coupes de projet, plans de coffrage et ferrailage,
- Estimation des quantités, coûts et délais,
- Etude hydrogéologique (détermination des niveaux EH, EB, EE, etc.),

Remarque importante :

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.).

La détection d'éventuelles contaminations des sols par des matières polluantes, ni définition des filières d'évacuation des déblais ne fait pas partie des objectifs de la présente étude.

La recherche de cavités souterraines anthropique (marnières, bétoires, ...) ou naturelles (karst) ou de tout autre ouvrage enterré, ne fait pas partie des objectifs de la présente étude, de même que la réalisation d'une enquête historique exhaustive du site.

Cette mission complète l'étude G1 + G2 AVP réalisée par FONDASOL (document [4] listé au chapitre B.2. ci-après)).

B. DESCRIPTION DU PROJET

B.1. Intervenants

Les différents intervenants sont les suivants :

- Maître d'ouvrage : CENTRE HOSPITALIER ROBERT BISSON
- Maître d'œuvre : COHERENCE ENERGIES
- BET structure : BECB

B.2. Documents à notre disposition pour cette étude

Nous avons disposé pour cette étude des documents suivants :

N°	Document	Émetteur	Référence	Ind	Date Emission
[1]	Présentation du site – image aérienne du site, caractéristiques techniques du projet et implantation des ombrières	ENERCOOP NORMANDIE	/	/	2025
[2]	Plan d'implantation du projet	COHERENCE ENERGIES	/	/	/
[3]	Descentes de charges ombrières	BECB	/	I	13/01/2026
[4]	Etude géotechnique G1 + G2 AVP	FONDASOL	PR.14GT.25.0139	0	28/11/2025

Tableau 1 – Liste des documents à notre disposition pour cette étude

B.3. Description du projet

Le projet prévoit la construction de 4 ombrières photovoltaïques sur le parking existant du Centre Hospitalier Robert Bisson à LISIEUX.

Chaque ombrière présente un linéaire d'environ 49 m. Les poteaux seront implantés en partie centrale des ombrières.

Ces ouvrages seront libres de toute mitoyenneté. Il n'est pas prévu de réfection du parking existant en enrobé ni donc de mouvements de terre (ni déblais, ni remblais).

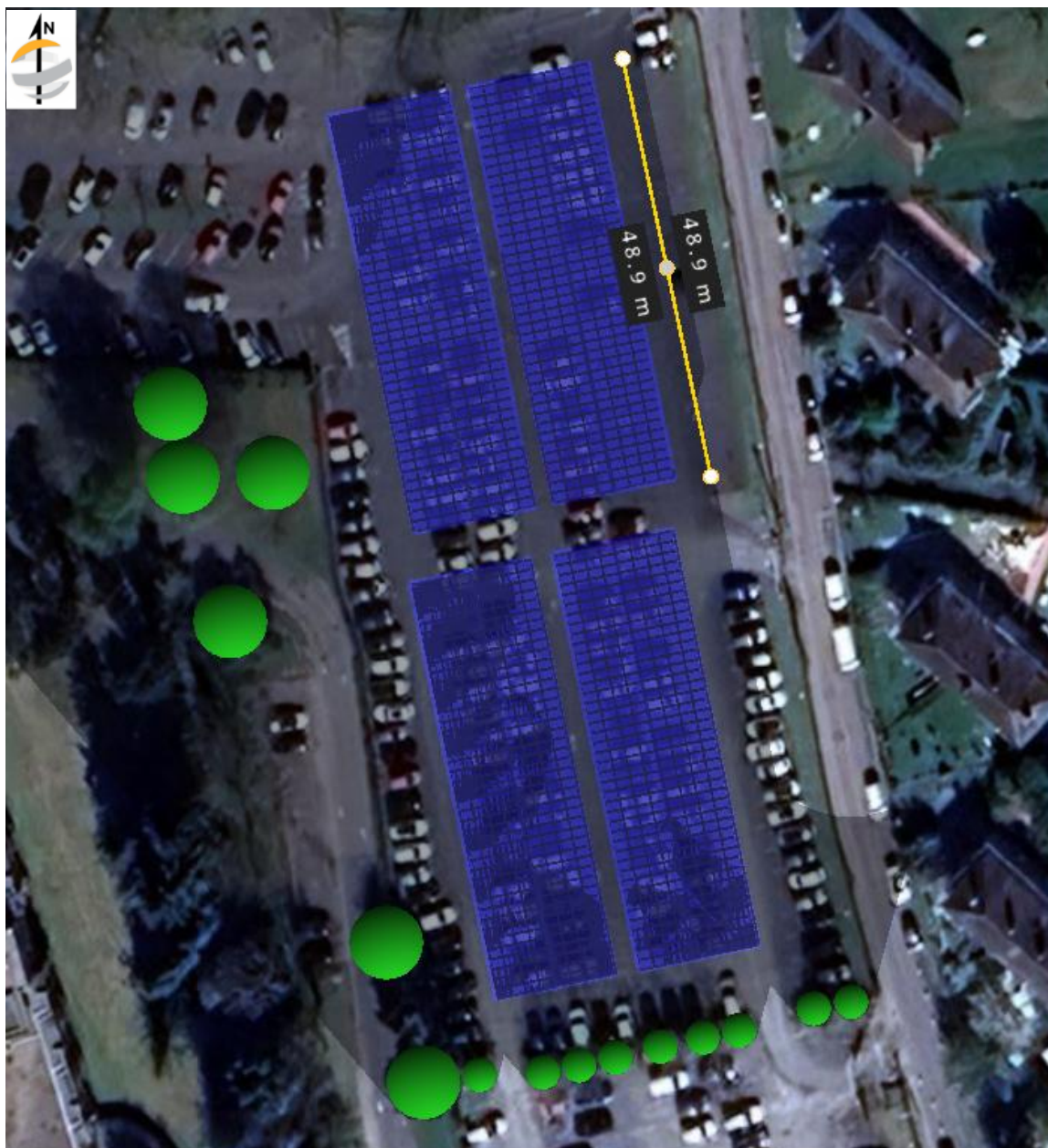


Figure 1 – Plan de masse du projet [2]

En l'absence d'indication, nous avons considéré, conformément à l'Eurocode 7, les hypothèses suivantes :

- Catégorie géotechnique : 2
- Classe de conséquence : CC2
- Catégorie de durée d'utilisation de projet (ouvrages définitifs) : 4 (50 ans)

Ces hypothèses seront à confirmer par le Maître d'ouvrage.

La catégorie d'importance d'ouvrage vis-à-vis du risque sismique dans la suite du rapport est : II (à confirmer par le maître d'ouvrage).

3. Données DDC

R1 Bande de chargement complète : 7,5m

Nom du cas	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	FX [T]	FY [T]
PERM1	2	0	0	0	0
NEI1	3,9	0	0	0	0
NEI2	4,07	0	0	0	0
VENTX+	2,13	-0,1	-0,15	-0,1	0,1
VENTX++	1,07	-0,1	4,48	0,19	0,1
VENTX-	-3,2	0,1	-0,15	-0,1	-0,1
VENTX--	-1,6	0,1	-6,71	-0,29	-0,1
VENTY+	1,07	-1,6	0	0	-0,72
VENTY-	-3,2	-1,6	0	0	-0,72

R2 Demi bande de chargement en rive : 3,75m

Nom du cas	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	FX [T]	FY [T]
PERM1	1,2	0	0	0	0
NEI1	1,95	0	0	0	0
NEI2	2,04	0	0	0	0
VENTX+	1,07	-0,1	-0,15	-0,1	0,1
VENTX++	0,54	-0,1	2,24	0,1	0,1
VENTX-	-1,6	0,1	-0,15	-0,1	-0,1
VENTX--	-0,8	0,1	-3,36	-0,15	-0,1
VENTY+	0,54	-0,88	0	0	-0,4
VENTY-	-1,6	-0,88	0	0	-0,4

Figure 3 – Cas de charges donnés pour le projet (issus de [3])

NOTA:

- Les descentes de charges fournies n'intègrent pas les charges liées au génie civil (massifs, ...) et ne sont pas présentées avec les combinaisons d'actions ELS et ELU pour chaque appui du projet. En conséquence, nous ne présenterons dans le rapport que le prédimensionnement de quelques appuis isolés types.
- Les tassements absolus et différentiels admissibles ne nous ont pas été communiqués pour les fondations des ouvrages projetés.
- Le dimensionnement exhaustif des fondations devra tenir compte de l'ensemble des efforts appliqués aux fondations (efforts verticaux, efforts horizontaux et moments éventuels) pour l'ensemble des combinaisons aux différents états limites. Ce dimensionnement devra être effectué lorsque les descentes de charges complètes et spécifiques au projet auront été définies, au plus tard au stade des études d'exécution (mission G3).

C. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

C.I. Description générale

C.I.I. Situation et topographie

Situation du terrain :

- Adresse du site : Centre Hospitalier – 4 rue Roger Aini – 14100 LISIEUX
- Parcelle cadastrale : BP0307
- Superficie du terrain : de l'ordre de 5000 m²

Topographie :

- Altitude du site selon la carte IGN du secteur : variant entre environ 92,5 NGF au Sud et à l'Est, à environ 90,5 NGF au Nord et à l'Ouest soit une pente de l'ordre de 2 % vers le Nord et de l'ordre de 6 % vers l'Ouest.
- Au droit de l'emprise projetée, l'altimétrie de nos points de sondage varie entre les cotes 92,6 NGF (SP8) et 90,1 NGF (SP1), soit un dénivelé d'environ 2,5 m du Sud au Nord et d'Est en Ouest.
- La topographie du site est donc globalement en pente en direction de l'ouest de l'ordre de 6% environ sur l'emprise du projet.

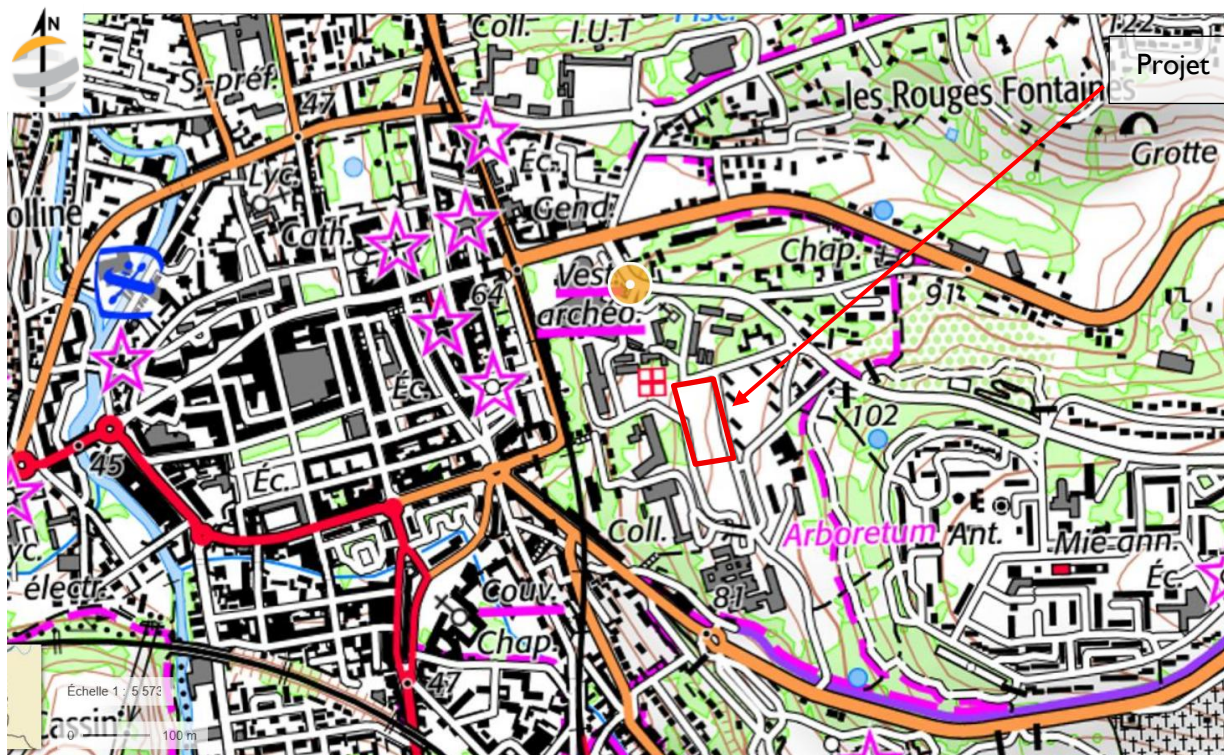


Figure 4 – Extrait de la carte topographique IGN de la zone de projet (Géoportail)

C.I.2. Le site et son environnement

Lors de notre intervention en octobre 2025, l'emprise projetée correspondait à un vaste parking en enrobé, situé au Sud-Est du Centre Hospitalier Robert Bisson, et bordé par la rue d'Ecosse côté Est.



Figure 5 – Photographie du site depuis le Nord – Visite du 24/09/2025

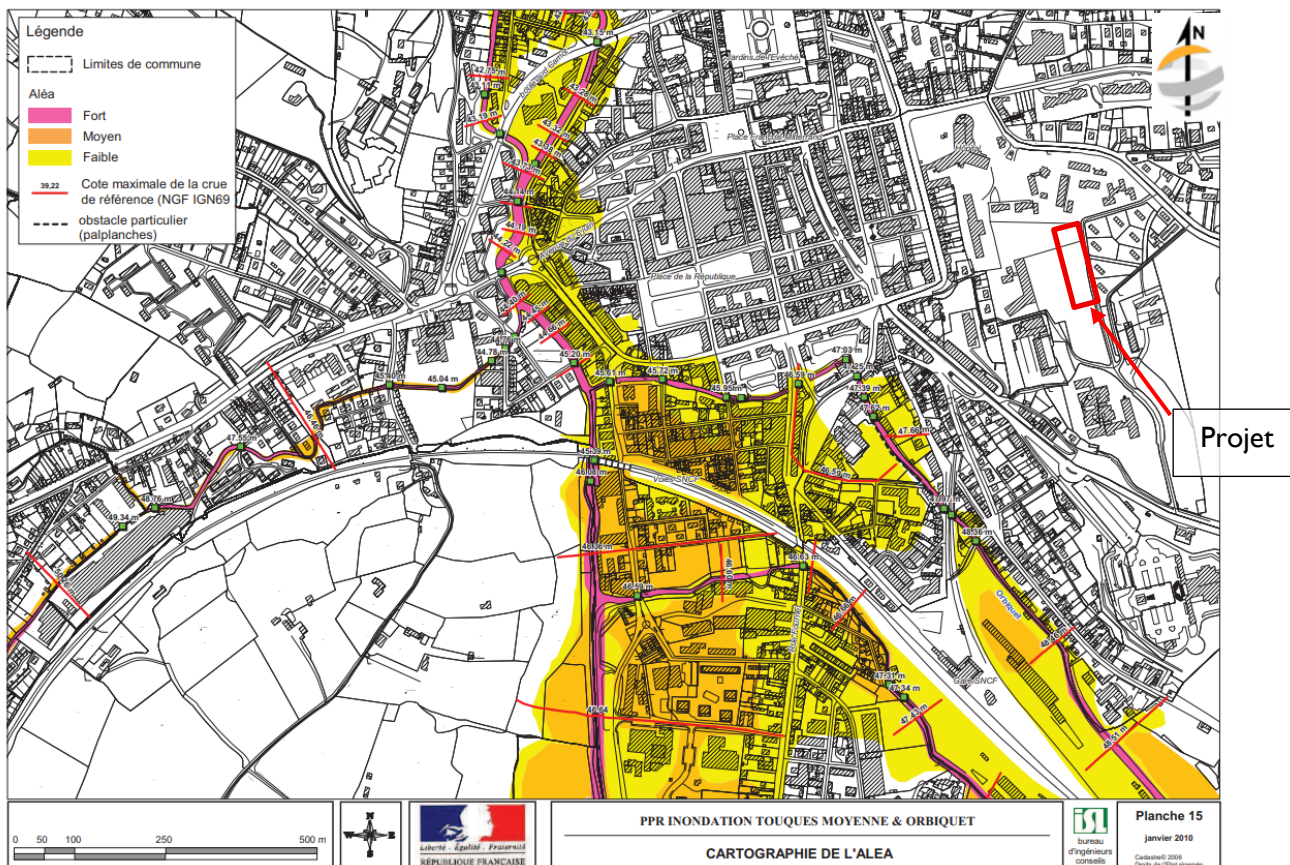


Figure 6 – Photographie du site depuis le Sud – Visite du 24/09/2025

C.2. Risques naturels connus

C.2.1. Liste des Plans de Prévention des Risques (PPR) et date de prescription

D'après le site internet GEORISQUES du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, la commune de LISIEUX est concernée par le Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la Touques moyenne et de l'Orbiquet. Cependant, le projet se situe en dehors des zones d'aléa (cf. cartographie ci-après).



C.2.2. 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
NOR19831005	23/06/1983	23/06/1983	05/10/1983	08/10/1983	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
NOR19861211	21/06/1986	21/06/1986	11/12/1986	09/01/1987	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
INTX8710333A	15/10/1987	16/10/1987	22/10/1987	24/10/1987	Tempête	LISIEUX
INTE8900202A	05/12/1988	06/12/1988	20/04/1989	13/05/1989	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
INTE9500070A	17/01/1995	31/01/1995	06/02/1995	08/02/1995	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
INTE9800067A	16/06/1997	16/06/1997	12/03/1998	28/03/1998	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Mouvement de Terrain	LISIEUX
INTE0000693A	03/08/2000	03/08/2000	30/11/2000	17/12/2000	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
INTE0300301A	01/01/2003	01/01/2003	19/06/2003	27/06/2003	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
INTE0300648A	01/06/2003	01/06/2003	17/11/2003	30/11/2003	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
INTE1810998A	21/01/2018	23/01/2018	17/04/2018	30/05/2018	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
INTE1922702A	25/06/2019	25/06/2019	05/08/2019	04/09/2019	Inondations et/ou Coulées de Boue	LISIEUX
IOME2324730A	01/07/2022	30/09/2022	19/09/2023	20/10/2023	Sécheresse	LISIEUX

Tableau 2 – Liste des arrêtés de catastrophe naturelle prescrits sur la commune de LISIEUX (source Géorisques)

C.2.3. Risque de remontée de nappe

La carte d'exposition aux remontées de nappe disponible sur le site www.georisques.gouv.fr (présentée ci-après) indique que le projet se situe en dehors des zones potentiellement sujettes aux inondations de cave ou aux débordements de nappe. Nous attirons toutefois l'attention sur la faible précision de cette carte (1 pixel = 200 m environ).

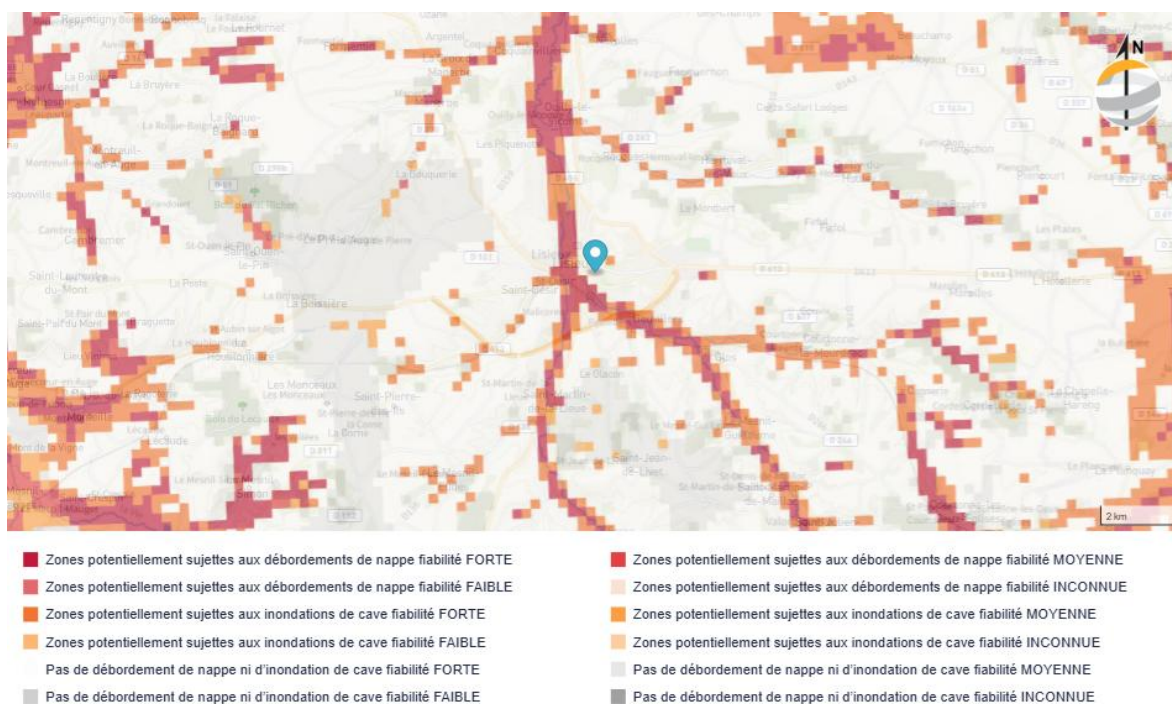


Figure 8 – Extrait de la carte de sensibilité aux remontées de nappe avec niveaux de fiabilité (source : Géorisques)

La carte des remontées de nappe disponible sur le site de DREAL Normandie (cf. extrait ci-dessous), indique que le terrain se situe dans une zone où la nappe ne devrait pas remonter au-dessus de 2,5 m de profondeur en période de hautes eaux.

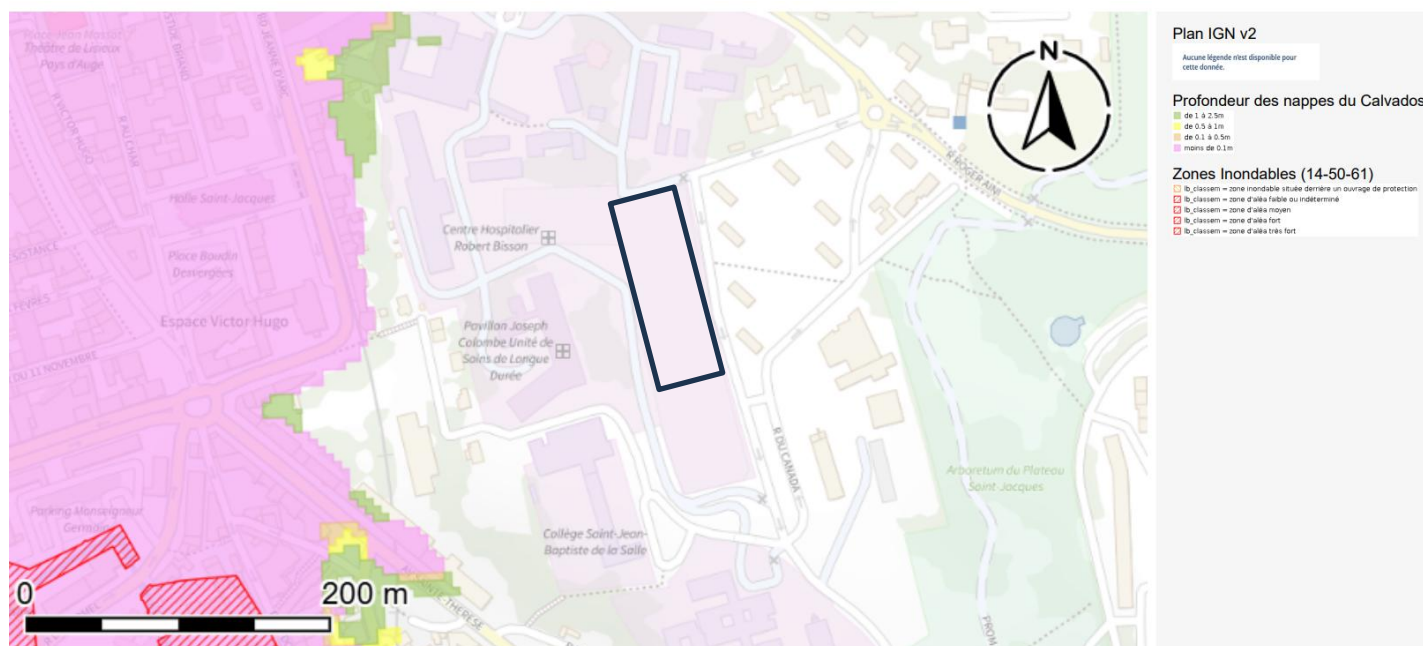
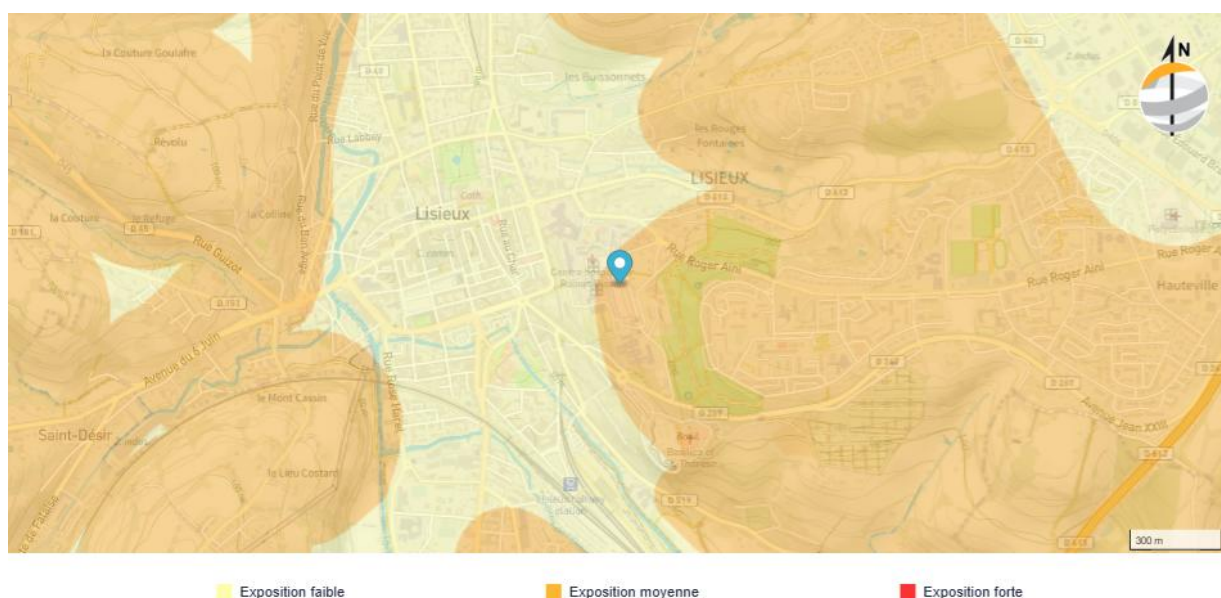


Figure 9 – Extrait de la carte des remontées de nappe de la DREAL Normandie

C.2.4. Risque retrait-gonflement des argiles

La carte d'exposition au risque de retrait/gonflement des argiles, disponible sur le site www.georisques.gouv.fr indique que le terrain est en zone d'exposition moyenne.



Extrait de la carte d'exposition au risque de retrait-gonflement (source : Géorisques)

Figure 10 – Extrait de la carte d'exposition au risque de retrait-gonflement (source : Géorisques)

C.2.5. Risque de mouvements de terrain / Cavités souterraines

Concernant le risque de cavités souterraines, la cartographie consultable sur le site GEORISQUES indique l'absence de cavité recensée à proximité du projet, la plus proche étant indiquée à plus de 200 m à l'Ouest (cf. carte ci-après).

Nous avons également consulté la cartographie des cavités souterraines du site de la DREAL Normandie (cf. seconde carte ci-après) permettant de constater que le projet se situe en dehors des périmètres de sécurité des cavités souterraines les plus proches.

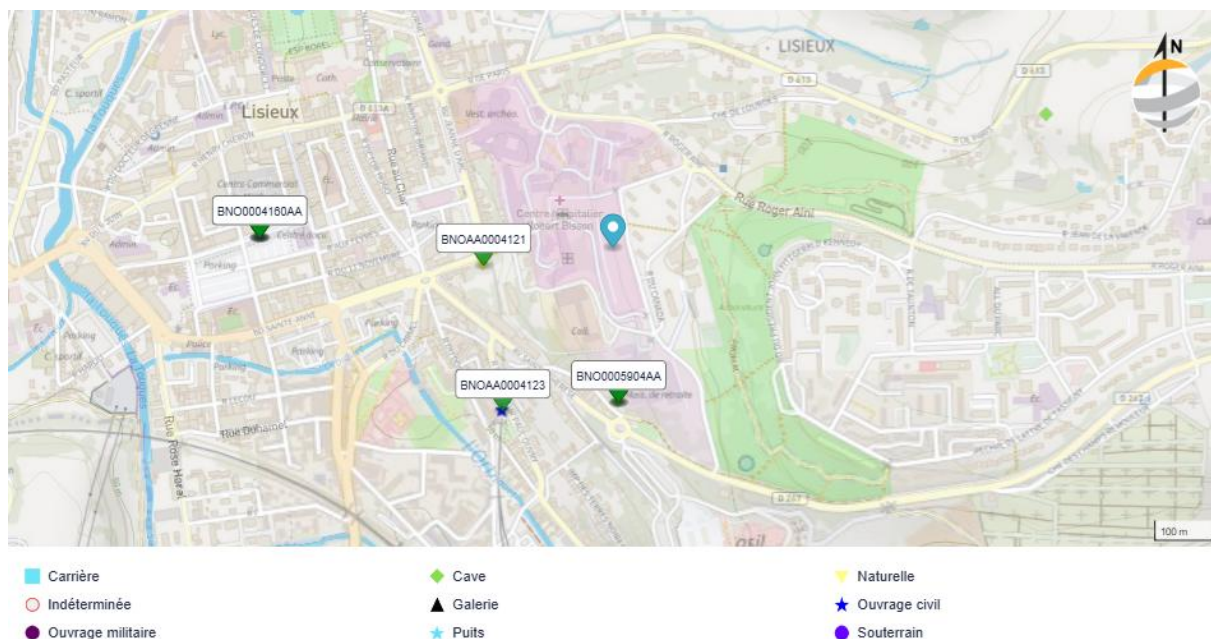


Figure 11 – Extrait de la carte des cavités souterraines recensées à proximité du site (Géorisques)

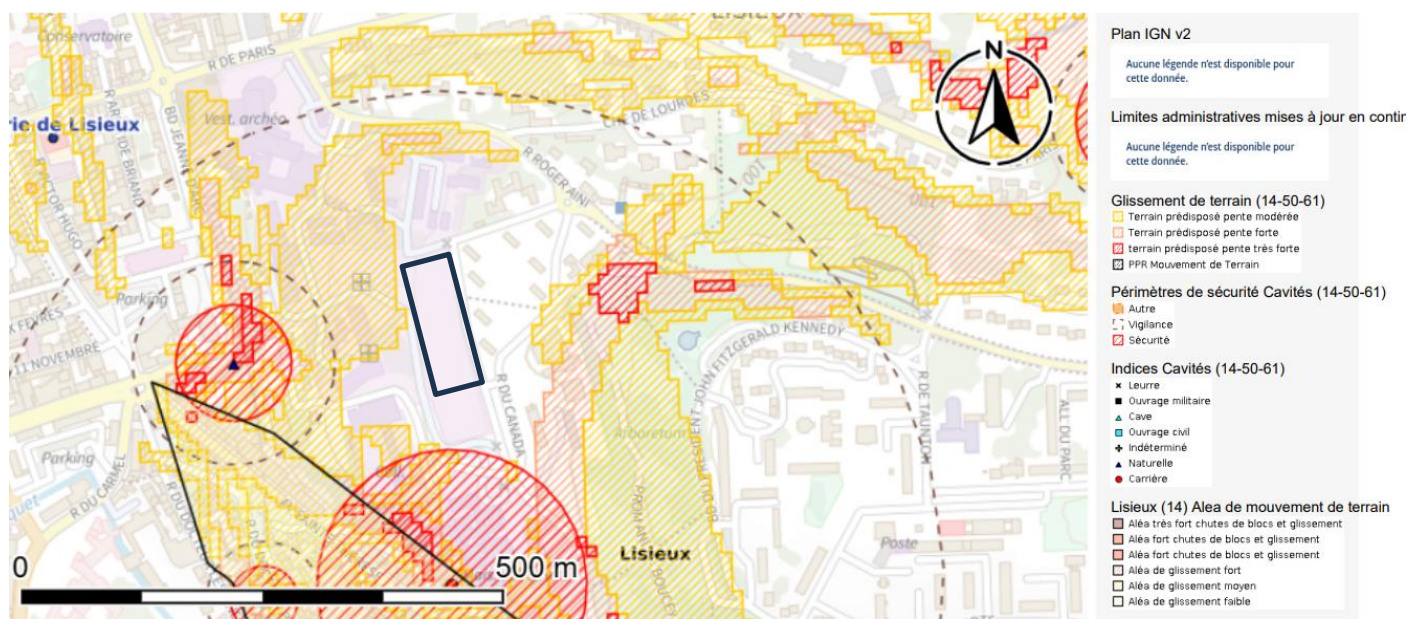


Figure 12 – Extrait de la cartographie des cavités souterraines et mouvements de terrain - DREAL Normandie

Cependant, il est à noter que ces cartographies ne sont pas nécessairement exhaustives ni à jour. A ce titre, nous recommandons au Maître d'ouvrage de consulter les administrations compétentes (DREAL Normandie, DDTM I4, Mairie) pour avoir la confirmation de l'absence de toutes cavités souterraines qui impacteraient le projet. Nous rappelons par ailleurs que l'analyse du risque de présence de cavités souterraines sort du cadre de la présente étude. Une telle analyse nécessiterait la réalisation de sondages spécifiques dans le cadre d'une mission complémentaire de type G5.

Concernant le risque de mouvements de terrains, la cartographie consultable sur le site GEORISQUES (cf. ci-après) indique également l'absence de mouvement de terrain recensé au droit du projet (cf. carte ci-dessous). Il en est de même sur la cartographie de la DREAL Normandie présentée ci-avant, indiquant néanmoins que la zone du projet est bordée côté Nord-Ouest par une zone sujette à un aléa modéré vis à vis des glissements de terrain (« terrain prédisposé pente modérée »).

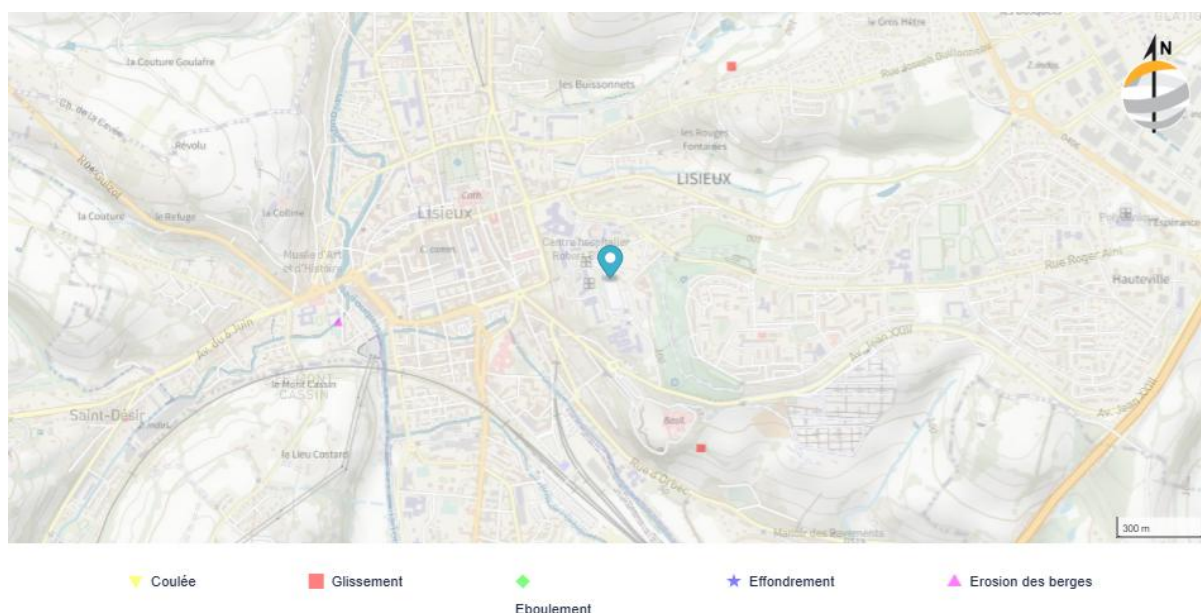


Figure 13 – Extrait de la carte d'exposition au risque de mouvement de terrain en Normandie (Géorisques)

C.2.6. Rayonnements ionisants (décret n° 2002-460 du 4 avril 2002) - Radon

Le radon est un gaz radioactif qui provient de la dégradation de l'uranium du sous-sol. Il reste diffus dans l'air mais a tendance à se concentrer dans les milieux fermés, tels que les bâtiments par exemple.

Le projet se situe dans un département prioritaire pour la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants (présence potentielle de radon) et la commune de LISIEUX est classée en potentiel radon de catégorie I (catégorie la plus faible).

C.2.7. Risque sismique

Le gouvernement a publié au journal officiel du 22 octobre 2010 deux décrets relatifs au zonage sismique national et un arrêté fixant les règles de construction parasismique telles que les règles Eurocode 8. Il s'agit des documents suivants :

- Décret n°2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;

- Décret n°2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- Arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

La commune de LISIEUX est située en zone de sismicité très faible (zone sismique I) suivant cette réglementation.

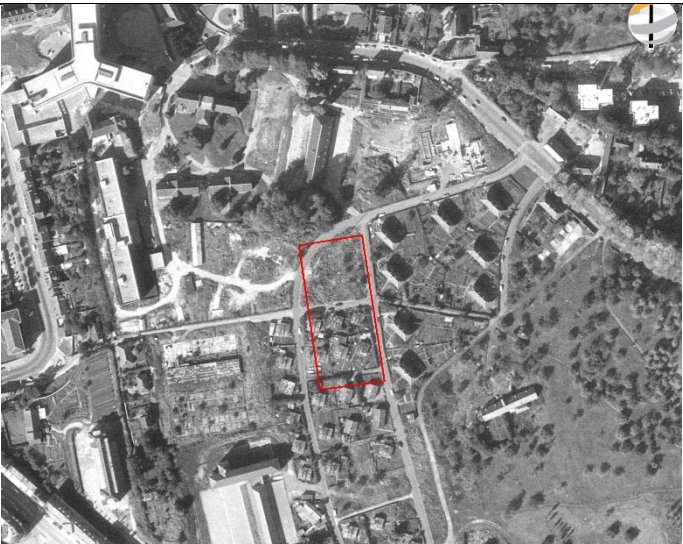
C.3. Eléments préliminaires d'historique

Nous avons consulté des vues aériennes anciennes disponibles sur les sites internet www.remonterletemps.fr et Google Earth. Une sélection des photographies jugées, en première approche, les plus représentatives de l'évolution du site et de son environnement sont présentées ci-après, accompagnées de nos observations.

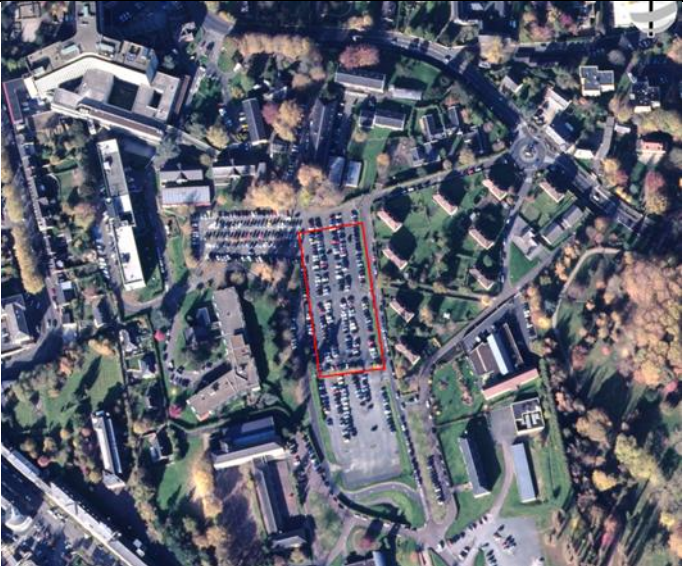
Nous attirons toutefois l'attention sur le caractère partiel de ce reportage photographique (échantillon de quelques années seulement et mauvaise résolution des photographies). Nous n'excluons donc pas la possibilité de présence ancienne, sur le site du projet, d'autres ouvrages que ceux évoqués ci-après.

Nota : Notre mission d'étude géotechnique ne comprend en aucun cas la réalisation d'une enquête historique proprement dite ; il s'agit là uniquement de premiers éléments sur l'historique du site. Nous recommandons au Maître d'Ouvrage de rechercher des informations complémentaires sur l'historique du site auprès des services administratifs compétents (Mairie en particulier).

1937 (source : remonterletemps.ign.fr)	Observations
	La zone projetée correspond à un terrain boisé.

1944 (source : remonterletemps.ign.fr)	Observations
	Pas de modifications significatives, hormis l'apparition de nombreux impacts de bombe dans le secteur du projet (bombardements aériens de 1944).
1955 (source : remonterletemps.ign.fr)	Observations
	Apparition de bâtisses sur la moitié Sud de la zone de projet et de voiries la bordant côté Est, Ouest et Nord.
1972 (source : remonterletemps.ign.fr)	Observations
	Pas de modifications significatives au droit de la zone de projet. Apparition du Centre Hospitalier Robert Bisson au Nord-Ouest.

1978 (source : remonterletemps.ign.fr)	Observations
	Disparition des bâtisses qui existaient sur la moitié Sud (démolies) et apparition de traces de terrassement en partie centrale de la zone de projet.
1984 (source : remonterletemps.ign.fr)	Observations
	Apparition du parking sur les deux tiers Nord de la zone de projet.
1998 (source : remonterletemps.ign.fr)	Observations
	Extension du parking sur la totalité de la zone de projet.

2009 (source : remonterletemps.ign.fr)	Observations
	Extension du parking vers le Sud (atteignant ainsi son emprise actuelle).
2015 (source : remonterletemps.ign.fr)	Observations
	Pas de modifications significatives (et jusqu'à nos jours).

D. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

D.1. Programme d'investigations

D.1.1. Investigation in-situ

Les investigations in situ suivantes ont été réalisées dans le cadre de l'étude G1+G2AVP [4] :

Sondages	SPI	SP4	SP5	SP8
Type	Pressiométrique			
Profondeur (m)	7,0	15,0	15,0	7,0
Essais pressiométriques	5	10	10	5
Nivellement (cote NGF)	90,09	91,46	90,76	92,64

Sondages	TA2	TA3	TA6	TA7	PZ9
Type	Tarière				Piézomètre
Profondeur (m)	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0
Nivellement (cote NGF)	91,24	90,22	92,09	91,70	91,46

Tableau 3 – Liste des investigations réalisées sur site lors de l'étude G1+G2AVP [4]

Les plans de situation et d'implantation, ainsi que les résultats des essais pressiométriques et coupes des sondages sont présentés en annexe du présent rapport. Les profondeurs données dans la suite du présent rapport se réfèrent au niveau du terrain naturel au droit de nos sondages lors de notre intervention sur site.

Le nivellement et la position des sondages ont été relevés par GPS différentiel selon le référentiel WGS84/NGF-IGN69.

NOTA :

Cette campagne de sondages a fait l'objet, au préalable, d'une sécurisation vis-à-vis du risque de réseaux enterrés et du risque pyrotechnique par des entreprises spécialisées, missionnées par nos soins.

D.1.2. Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire sont en cours de réalisation, dans le but de définir la classe d'agressivité des sols et des eaux sur le béton suivant la norme EN206/CN+A2.

Les résultats de ces essais sont présentés en annexe du présent rapport.

D.2. Analyse géologique

D'après la carte géologique de LISIEUX au 1/50 000 et sa notice associée, les terrains du site seraient constitués, de haut en bas, par :

- Des remblais liés à l'aménagement du site,
- Des dépôts de pentes limoneux,
- Des argiles à silex,
- La Gaize et craie grise à bancs de silex noirs.



Figure 14 – Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de LISIEUX (source : www.infoterre.brgm.fr)

D.3. Lithologie

Les sondages ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante, sous une couche d'enrobé d'environ 5 à 7 cm d'épaisseur puis une couche de forme (remblais sablo-graveleux gris clair-beige à marron clair-beige) jusqu'à 0,4 à 0,6 m de profondeur :

- **Formation n° 1 : REMBLAIS COMPOSES DE LIMONS GRIS TRES FONCE-NOIRATRE A NOIRS, A TENDANCE ORGANIQUE**, comportant souvent quelques fragments de brique, rencontrés ensuite jusqu'à des profondeurs variant entre environ 1,0 m et 2,5 m,
- **Formation n° 2 : LIMONS PLUS OU MOINS ARGILEUX BARIOLES GRIS CLAIR-VERDATRE A VEINES MARRON FONCE/GRIS FONCE/NOIRS**, comportant parfois des cailloutis de brique, rencontrés ensuite jusqu'à environ 2,2 m à 3,5 m de profondeur. Cet horizon semble ainsi être **ALEATOIREMENT D'ORIGINE REMBLAYEE** (dit « Remblai probable » ou « Remblai possible » sur les coupes en annexe),
- **Formation n° 3 : ARGILES VERTES A GRISES GLAUCONIEUSES A SABLEUSES**, comportant parfois des veines marron foncé en tête (cas en SP1) et une tendance très fortement sableuse (cas par exemple en SP8 et TA6, entre environ 2,5/3 m

et 4/4,5 m), rencontrées ensuite jusqu'à 10 m à 11,3 m en SP4 et SP5, et jusqu'en base des autres sondages (arrêtés à 7 m en SP1 et SP8, et à 4 à 5 m en TA2, TA3, TA6, TA7, PZ9),

- **Formation n° 4 : CRAIE PRESUMEE**, rencontrée ensuite uniquement en SP4 et SP5 à partir de 10/11,3 m de profondeur et jusqu'en base de ces sondages (arrêtés à 15 m). Une perte totale du fluide d'injection de forage s'est produite dans cet horizon et ne nous a pas permis de remonter des échantillons et d'identifier clairement sa nature. Toutefois, au regard des quelques traces beige relevées sur notre outil de forage et du contexte géologique du secteur, nous présumons qu'il s'agit d'un horizon de craie fracturée.

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, ...).
- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement. Dans le cas des terrains superficiels (remblais ou terrains remaniés, par exemple), les sur-profondeurs et hétérogénéités sont possibles.
- Nous rappelons que la recherche de pollution ne compte pas parmi les objectifs de notre étude.

D.4. Données géomécaniques

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

		Essais pressiométriques					Consistance / Compacité ⁽¹⁾
N°	Formation	Pression limite nette p _{LM} * (MPa)		Module pressiométrique E _M (MPa)		Nb valeurs	
		Min	Max	Min	Max		
1	Limons gris très foncé – noirâtres à noirs (Remblais)	0,14	1,41	1,0	11,4	4	Très molle à raide
2	Limon + ou – argileux bariolés gris clair-verdâtre a veines noirâtres (remblais probables aléatoirement)	0,28	0,64	2,6	6,1	6	Molle à ferme
3	Argile verte a grise glauconieuse et (parfois très) sableuse	0,17 ⁽²⁾	1,51	1,2 ⁽²⁾	15,4	15	Très molle à raide
4	Craie présumée	1,67	3,09	13,7	24,7	5	Altérée

⁽¹⁾ décrite selon la catégorie conventionnelle du tableau B.2.1 de la norme NFP 94-262.

⁽²⁾ les valeurs très faibles mesurées en SP4 à 3 m et 4,5 m de profondeur ($p_{LM}^* = 0,17$ à $0,27$ MPa) en tête de la formation n°3 (argiles glauconieuses et sableuses) nous semblent sous-estimées et donc non représentatives (probable remaniement des parois de forage). A ce titre, nous n'en tiendrons pas compte dans notre maquette géotechnique retenue au chapitre E. pour l'étude des fondations.

Tableau 4 – Caractéristiques mécaniques des sols mesurées au droit du projet

D.5. Niveaux d'eau

Au droit de notre piézomètre PZ9, nous avons relevé les niveaux d'eau suivants lors de nos interventions sur site :

- 3,2 m de profondeur (soit 88,26 NGF) le 07/10/2025.
- 2,65 m de profondeur (soit 88,81 NGF) le 28/10/2025.
- 2,45 m de profondeur (soit 89,01 NGF) le 05/11/2025.
- 1,98 m de profondeur (soit 89,48 NGF) le 21/11/2025.

Les relevés des 28/10, 05/11 et 21/11 correspondent à des passages complémentaires de notre technicien, tandis que le relevé du 07/10 a été réalisé par l'équipe de forage en fin de chantier.

Par ailleurs, au droit des autres sondages, les niveaux d'eau relevés étaient globalement compris entre 3,6 m et plus de 4 m de profondeur, mais ces niveaux ne sont pas rigoureusement représentatifs car relevés en cours ou en fin de forages, et souvent associés à des injections de forage (eau + bentonite). Il convient donc de retenir les niveaux d'eau du piézomètre.

Nous pouvons noter que la présence de niveaux d'eau relativement superficiels reste surprenante au regard du contexte hydrogéologique du secteur et des données cartographiques évoquées au chapitre C.2.3. (nappe au-delà de 2,5 m de profondeur d'après ces dernières). Il pourrait s'agir d'une nappe « perchée » (alimentée par des circulations d'eau) sur l'encaissant argileux « imperméable ».

Par ailleurs, nous n'excluons cependant pas la possibilité de circulations anarchiques d'eau superficielles d'origine météorique, en fonction des conditions météorologiques, notamment dans les remblais.

L'intervention ponctuelle du géotechnicien dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne lui permet pas de fournir des informations hydrogéologiques précises et exhaustives, dans la mesure où les niveaux d'eau mentionnés dans le rapport d'étude correspondent nécessairement à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et des circulations d'eau qui dépend des conditions météorologiques.

D.6. Tests d'agressivité chimique des sols

2 tests d'agressivité chimique vis-à-vis du béton ont été réalisés en laboratoire sur des échantillons de sol prélevés au droit du sondage SP4 entre 1,4 et 2,5 m de profondeur et en TA7 (noté TA9 par erreur sur la feuille de résultats en annexe) entre 1 et 1,5 m.

1 test d'agressivité chimique vis-à-vis du béton a été réalisé en laboratoire sur un échantillon d'eau prélevé dans le piézomètre PZ9.

Le compte-rendu de ces essais est joint en annexe du présent rapport.

Selon la norme NF EN 206+A2/CN, les 2 échantillons de sol testés ne présentent pas d'agressivité chimique. En revanche, l'échantillon d'eau prélevé en PZ9 conduit à une classe d'exposition pour le risque d'attaque chimique XA1.

NOTA :

Nous attirons l'attention sur le fait qu'il s'agit de tests ponctuels, des particularités sont donc possibles localement.

Dans le cadre de notre étude, nous nous limiterons à l'évaluation de la classe d'exposition pour le risque d'attaque chimique XAi. Les autres classes d'exposition (XCi, XSi, XDi, XFj) seront à évaluer par le maître d'œuvre.

E. ADAPTATION DU PROJET AU SITE

E.1. 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.

Nous retiendrons que la Zone d'Influence Géotechnique définie au stade PRO s'étend sur une distance horizontale de 5 m autour des ouvrages projetés.

Les ouvrages avoisinants inclus dans la ZIG sont les voiries et réseaux divers existants sur le site.

Les réseaux existants présents sur l'emprise de l'extension projetée devront faire l'objet d'un dévoiement.

Nous recommandons de faire réaliser un état des lieux des structures avoisinantes dans la ZIG, si besoin par référent préventif, pour vérifier l'innocuité des travaux sur les existants, constater les dégradations s'il y en avait et se prémunir de toute demande de réparation induite si besoin.

Nous recommandons également la réalisation de reconnaissances et descriptions précises des structures et fondations du bâtiment existant, ainsi qu'un diagnostic structurel (descentes de charges, déplacements limites admissibles, sensibilité aux vibrations...).

E.2. Fondations

Le contexte géotechnique mis à jour par nos sondages est très défavorable, se caractérisant principalement par :

- Une couverture de remblais et limons très mous, hétérogènes et souvent à tendance organique, d'épaisseur variable et plurimétrique (horizons n°1 et 2),
- Puis des limons et argiles parfois très mous et compressibles jusqu'à 4 à 5 m de profondeur,
- Des niveaux d'eau relativement superficiels (probable nappe perchée).

En conséquence, toute fondation superficielle est à exclure, même en cas de descentes de charges faibles des ouvrages projetés. En effet, ces sols d'assise, de portance très faible et souvent organiques, occasionneraient des tassements différentiels potentiellement de forte amplitude et préjudiciables à la pérennité des ouvrages projetés.

En outre, des fondations semi-profondes de type puits ancrés dans l'horizon n°3 sont également à exclure en raison de caractéristiques mécaniques aléatoirement faibles en tête des argiles glauconieuses, et de la présence d'une nappe à faible profondeur qui rendrait difficile l'exécution de tels puits (rabattement de la nappe en fonds de fouilles, tenue des parois de fouilles par blindage...).

En conséquence, nous recommandons une solution de fondations profondes par pieux forés, ancrés d'au moins 4 m dans les argiles glauconieuses et sableuses vertes (formation n°3), et à une profondeur minimale de 7 m par rapport au niveau du terrain actuel.

L'étude des fondations est présentée en partie F du présent rapport.

F. FONDATIONS PROFONDES DDES OMBRIERES

F.1. Type et profondeur des fondations

On étudie une solution de fondations profondes par pieux forés tarière creuse (FTC) donc de classe 2 et de catégorie 6. Ces fondations seront ancrées d'au moins 4 m dans les argiles glauconieuses et sableuses vertes (formation n°3), et à une profondeur minimale de 7 m par rapport au niveau du terrain actuel.

NOTA :

- Nous déconseillons toute solution de pieux battus ou vibro-foncés en raison du risque de vibrations préjudiciables.
- L'entreprise exécutrice devra s'assurer de la bonne adéquation des moyens et matériels mis en œuvre avec les conditions de sol reconnues au droit de nos sondages.

F.2. Hypothèses de calcul

Le calcul et le dimensionnement des fondations seront conduits aux ELS et ELU (Etats Limites de Service et Etats Limites Ultimes) suivant les prescriptions de la norme NF P 94-262.

La portance des pieux sera calculée selon la procédure « modèle de terrain » et la méthode pressiométrique.

Nous avons également fixé les hypothèses suivantes :

- La qualité du béton des pieux est fixée à C30/37, soit $f_{ck} = 30$ MPa à 28 jours (agressivité chimique XA1).
- L'espacement des appuis du plan de fondations transmis permet de respecter un entraxe de 3 diamètres entre pieu consécutifs.

Le modèle géotechnique pour les pieux forés tarière creuse FTC est le suivant, pour une plateforme d'arase supérieure réalisée au niveau du parking actuel :

Couche de sol	Profondeur (m)		Caractéristiques pressiométriques		Dimensionnement pieu									
	Toit	Base	p_l^* (en MPa)	E_M (en MPa)	Courbe sol	a	b	c	f_{sol} (en kPa)	$\alpha_{pieu-sol}$	q_s (en kPa)	$q_{s\ lim}$ (en kPa)	$q_{s\ retenu}$ (en kPa)	$k_p\ max$
Remblais limoneux	0.0	2.0	0.20	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limons +/- argileux (Remblais possibles)	2.0	3.0	0.40	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Argiles glauconieuses 1	3.0	6.5	0.50	5.0	Q1	0.003	0.04	3.5	34.3	1.5	51.4	90	51	-
Argiles glauconieuses 2	6.5	10.0	0.70	6.0	Q1	0.003	0.04	3.5	38.5	1.5	57.7	90	57	1.30
Craie	10.0	15.0	1.70	14.0	Q3	0.0074	0.07	1.3	73.5	1.6	117.6	200	117	1.60

Tableau 5 – Modèle géotechnique retenu pour le prédimensionnement des pieux

NOTA :

- Le frottement axial a été neutralisé sur toute la hauteur des remblais.
- De plus, pour le calcul de la résistance en traction, la valeur de q_s est réduite jusqu'à 3 m de profondeur, conformément à la section I0 de la norme NF P94-262/A1.

F.3. Descentes de charges

Les descentes des charges transmises par BET structure sont présentées au paragraphe §B.4.

Comme explicité dans le chapitre B du présent rapport, aucun estimatif de descente de charges tenant compte du génie civil au droit des appuis ponctuels ne nous a été communiqué.

Les combinaisons étudiées à l'ELS et à l'ELU sont les suivantes :

- ELU :
 - $1.35 G + 1.5 \times N$
 - $1.35 G + 1.5 \times V_i$
 - $G + 1.5 \times V_i$
 - $1.35 G + 1.5 \times V_i + 0.75 \times N$
 - $1.35 G + 1.5 \times N + 0.9 \times V_i$
- ELS CAR :
 - $G + N$
 - $G + N + 0.6 \times V_i$
 - $G + V_i$
 - $G + V_i + 0.5 \times N$

Nous avons obtenu pour les différents types d'appuis les descentes de charges enveloppes suivantes sous combinaisons ELS et ELU :

Nœud	Combinaison d'actions	FX	FY	FZ min	FZ max	MX	MY	FH	FZmin	FZmax	MH
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)
R1	ELU FOND	4.35	10.80	-28.00	107.22	30.48	97.89	11.64	-28.00	107.22	113.25
	ELS CARAC	2.90	7.20	-12.00	73.48	20.32	65.26	7.76	-12.00	73.48	75.70

Tableau 6 – Descentes de charges prises en compte pour le prédimensionnement des fondations – appuis R1

Nœud	Combinaison d'actions	FX	FY	FZ min	FZ max	MX	MY	FH	FZmin	FZmax	MH
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)
R2	ELU FOND	2.25	6.00	-12.00	56.43	9.60	49.05	6.41	-12.00	56.43	55.62
	ELS CARAC	1.50	4.00	-4.00	38.82	6.40	32.70	4.27	-4.00	38.82	37.20

Tableau 7 – Descentes de charges prises en compte pour le prédimensionnement des fondations – appuis R2

NOTA:

- Le dimensionnement final des fondations devra être réalisé pour tous les appuis et tenir compte de l'ensemble des efforts appliqués aux fondations (y compris efforts horizontaux et moments) pour la totalité des combinaisons aux différents états limites. Il devra également inclure les vérifications de la résistance structurale des fondations. Il est à réaliser au plus tard au stade des études d'exécution.
- Les moments d'excentrement induits par les imperfections géométriques liées aux tolérances d'exécution ont été estimés à partir des charges verticales pour les différentes combinaisons d'actions.

F.4. Vérification vis-à-vis des efforts axiaux

F.4.1. Résistance structurale des pieux (STR)

Pour un béton de qualité $f_{ck} = 30$ MPa, les efforts axiaux admissibles par le béton pour les différents diamètres de pieux et les différents cas de charges sont donnés dans le tableau suivant :

Diamètre (mm)	Charge axiale admissible sur pieu armé sur toute la hauteur (kN)	
	ELS	ELU
520	1168	2595

Tableau 8 – Efforts admissibles vis-à-vis du béton par diamètre de pieu armé sur toute la hauteur

F.4.2. Capacité portante des pieux (GEO)

La capacité portante en compression des pieux sans prise en compte de l'effet de groupe est la suivante :

Longueur théorique indicative du pieu (m / TA)	Ancrage global dans la formation n°3 (m)	$R_{c,cr,d}$		
		$R_{c,cr,d}$ ELS QP (kN)	$R_{c,cr,d}$ ELS (kN)	$R_{c,cr,d}$ ELU (kN)
7.0	4.0	240	453	600
8.0	5.0	286	350	449
9.0	6.0	333	407	516

Tableau 9 – Capacité portante d'un pieu Φ 520 mm en compression

La capacité portante en traction des pieux sans prise en compte de l'effet de groupe est la suivante :

Longueur théorique indicative du pieu (m / TA)	Ancrage global dans la formation n°3 (m)	$R_{t,cr,d}$		
		$R_{t,cr,d}$ ELS QP (kN)	$R_{t,cr,d}$ ELS (kN)	$R_{t,d}$ ELU (kN)
7.0	4.0	102	140	191
8.0	5.0	131	178	244
9.0	6.0	159	217	296

Tableau 10 – Capacité portante d'un pieu Φ 520 mm en traction

F.5. Vérification vis-à-vis des efforts transversaux

Les calculs sont réalisés en modélisant le pieu comme une poutre sur appuis élasto-plastiques.

Les hypothèses prises en compte sont les suivantes :

- Espacement des pieux : entre-axe supérieur à 3 diamètres (pas d'interaction entre le comportement des pieux) ;
- Liaison des pieux en tête : libre (rotations non bloquées) ;
- Type de sollicitation : sollicitation de courte durée d'application (vent) ;
- Module d'Young du béton : $E = 20\,000$ MPa ;
- Loi d'interaction relative aux sollicitations de courte durée d'application conformément à l'annexe I de la norme NF P94-262, avec prise en compte des réductions près de la surface en considérant un sol frottant (réduction sur une hauteur de 4B sous la surface).

Les résultats du prédimensionnement sont présentés dans le tableau ci-dessous :

N° appui	Caractéristiques des pieux			Efforts appliqués en tête (par pieu)			Résultats				
	Nb. de pieux par appui	Diam. (mm)	Longueur indicative / TA (m)	Etat Limite	Effort horizontal H (kN)	Moment M (kN.m)	Effort tranchant max (kN)	Moment fléchissant max (kN.m)	Plastification du sol	Ordre de grandeur des déplacements (cm)	Ordre de grandeur de la rotation (rad)
R1	1	520	7,0	ELU	12	114	33	117	Oui	0,8	-0,493 10 ⁻²
				ELS	8	76	22	78	Non	0,6	-0,328 10 ⁻²
R2	1	520	7,0	ELU	7	56	16	58	Non	0,4	-0,247 10 ⁻²
				ELS	5	38	11	39	Non	0,3	-0,169 10 ⁻²

Tableau 11 – Pré-dimensionnement des pieux vis-à-vis des efforts transversaux

Le taux de ferrailage estimé des pieux est de l'ordre de 1% environ.

L'admissibilité des déplacements calculés devra être vérifiée par le BET Structure. Si les valeurs indiquées ci-dessus sont jugées non acceptables, il conviendra d'adapter le dimensionnement, en prévoyant par exemple des pieux de plus gros diamètre.

F.6.Synthèse du pré-dimensionnement des pieux

Le prédimensionnement des pieux du projet est donné dans le tableau suivant :

Appui	Diamètre	Nombre pieux	Longueur théorique indicative	Ancrage global dans la couche d'argile glauconieuse	% ferrailage longitudinal
	(mm)	(U)	(m)	(m)	%
R1 / R2	520	1	7	4	≈ 1,0%

Tableau 12 – Tableau de prédimensionnement des pieux des ombrières

NOTA :

Le dimensionnement des pieux présenté dans le tableau précédent ne tient pas compte d'éventuelles adaptations d'implantation de poteaux ou de pieux vis-à-vis d'anciens ouvrages existants (réseaux notamment). En phase d'exécution, des adaptations constructives pourront s'avérer nécessaire vis-à-vis de ces problématiques (pontage des ouvrages par doublement des pieux, déplacement de l'implantation des poteaux et donc des pieux ou dévoiement des réseaux, ...).

F.7.Dispositions constructives

Le ferrailage des pieux sera défini en fonction des sollicitations supportées par les pieux, suivant les spécifications des normes en vigueur (notamment Eurocode 2, NF P94-262 et NF P94-262/A1).

Les pieux étant soumis à des efforts de traction, ils seront armés sur toute leur longueur.

Compte tenu de la présence de passages mous dans les formations n°1 à n°3, il convient d'armer les pieux sur toute leur hauteur.

Les moments induits par les imperfections géométriques liées aux tolérances d'exécution devront être pris en compte dans la justification des pieux.

L'entraxe entre pieux devra être au minimum de 3 fois le diamètre du pieu le plus important. Dans le cas contraire, il sera nécessaire de prendre en compte un abattement sur la capacité portante des pieux lié à l'effet de groupe.

Un approfondissement des sondages sera à envisager dans le cas où la base des fondations profondes par pieux serait descendue sous une profondeur supérieure à 10 m par rapport au niveau du parking actuel afin de conserver une reconnaissance des sols sur au moins 5 m sous la base des fondations.

F.8. Sujétions d'exécution

Les pieux devront être réalisés par une entreprise spécialisée en respectant les prescriptions de la norme NF EN 1536+A1.

L'entreprise devra mettre en œuvre les moyens nécessaires et suffisants pour réaliser les pieux permettant de répondre aux objectifs du projet (c'est-à-dire notamment pour traverser les différentes couches de terrains et réaliser les ancrages correspondant aux capacités portantes retenues et pour garantir la bonne mise en place des cages d'armatures).

On tiendra compte notamment des points suivants :

- La présence possible de blocs et/ou de vestiges d'ouvrages enterrés ou de blocs de silex dans les remblais ;
- La présence possible de passages organiques très lâches dans les remblais ;
- La présence de remblais et de limons +/- argileux et de la frange supérieure des argiles glauconieuses présentant des caractéristiques mécaniques faibles ;
- La fluctuation du toit des argiles glauconieuses sur l'emprise du projet. On rappelle que des fluctuations plus importantes que celles observées au droit des sondages sont à attendre ;
- La présence de la nappe ;

Compte tenu de ces points :

- Une machine développant un couple très élevé et des outils adaptés à la présence de blocs de silex seront notamment nécessaires ;
- Le recours à des préforages n'est pas à exclure (avant-trous réalisés à la pelle mécanique équipée d'un brise roche hydraulique comblés avec un matériau sablo-graveleux soigneusement mis en œuvre avant le forage des pieux, séries de forages destructifs en petit diamètre, ...) ;
- Des surconsommations de béton sont à attendre, notamment dans l'horizon remblayé, les limons +/- argileux et les argiles glauconieuses parfois très sableuses.

On prendra toutes les dispositions pour assurer la mise en place des cages d'armature, en garantissant leur centrage et l'enrobage minimum ainsi que leur intégrité.

Il faudra respecter l'ancrage minimal défini en §F.I. dans les argiles glauconieuses. La longueur réelle des pieux devra être adaptée lors de l'exécution en fonction des variations des horizons, notamment en fonction de la profondeur du toit de la couche d'ancrage, de manière à respecter les critères d'ancrage minimum retenus dans les calculs. Si une lentille de faibles caractéristiques mécaniques est identifiée au niveau de la base prévisionnelle d'un pieu, celui-ci sera allongé de manière à ancrer le pieu dans les argiles glauconieuses.

F.9. Surveillance, essais et contrôles

Le suivi géotechnique d'exécution devra être réalisé par l'entreprise dans le cadre d'une mission G3 selon la norme NF P94-500 (on rappelle le caractère interactif des phases Etude et Suivi de la mission G3).

Le suivi devra être continu et aura notamment pour objectifs de :

- Vérifier la conformité du contexte géologique réellement rencontré avec celui pris en compte dans la phase Étude ;
- Suivre le programme d'auscultations et de contrôles ;
- Définir les adaptations à réaliser dans le cas d'écart avec le contexte géologique pris en compte dans la phase Etude.

La surveillance, les essais et les contrôles devront être réalisés selon les prescriptions de la norme NF EN 1536+A1.

Des essais d'étalonnage en début de chantier, à proximité des sondages préalables, afin de valider le choix du matériel, vérifier la nature des terrains rencontrée et définir les modalités d'identification de la couche d'ancrage. Ces étalonnages permettront d'identifier les fluctuations du toit des argiles glauconieuses. Ces fluctuations peuvent entraîner une augmentation de la longueur des pieux. Même s'il ne s'agit que de forages à blanc, ceux-ci devront être comblés par du béton.

On réalisera notamment des essais de béton et des contrôles de la qualité et de la continuité du fût des pieux, selon les recommandations de la norme NF EN 1536+A1.

L'entreprise devra établir un compte-rendu de chantier dont le contenu devra être conforme à la norme NF EN 1536+A1. Celui-ci devra notamment comprendre les fiches d'exécution des pieux avec les enregistrements de paramètres de forage et de bétonnage pour chacun des pieux, et les résultats des essais de contrôles.

Un récolement précis des têtes de pieux en X, Y et Z devra être réalisé après exécution et un plan de récolement devra être établi. On s'assurera que les éventuelles déviations ne dépassent pas les valeurs considérées dans les dimensionnements. Si les déviations spécifiées sont dépassées, on devra examiner, pour toutes ou parties de la structure et des fondations, les conséquences des éventuels efforts supplémentaires et on prendra les dispositions appropriées pour y remédier (si nécessaire, mise en place de longrines de redressement).

F.10. Plateforme pour la machine de pieux

La plateforme retenue pour la machine de pieux étant pour partie le parking existant, la machine de pieux retenue par l'entreprise exécutante devra être compatible avec le maintien en l'état du parking actuel.

G. ALEAS RESIDUELS / SUITES A DONNER

G.1. Principaux aléas, spécificités et contraintes

La réalisation des ouvrages géotechniques nécessitera notamment de tenir compte des aléas, spécificités et contraintes suivants :

- La présence d'anciens ouvrages existants du site au droit du projet qui pourront nécessiter des adaptations constructives (décalage des appuis créés, doublement des pieux pour le pontage des ouvrages, dévoiement des réseaux).
- Les épaisseurs de remblais qui peuvent varier de manière importante entre nos sondages.
- La compacité des limons +/- argileux et des argiles glauconieuses qui peut varier sur l'emprise du projet.

G.2. Suites à donner

Le dimensionnement des fondations devra être réalisé dans le cadre d'une mission G3 à partir des descentes de charges en phase d'exécution. L'avis d'un géotechnicien pourra être sollicité dans le cadre d'une mission G4.

G.3. Enchaînement des missions géotechniques

Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique de conception G2 PRO confiée à Fondasol, au stade actuel des données d'entrée disponibles.

Selon la norme NF P 94-500, cette étude doit être suivie de la phase DCE/ACT limitée aux seuls ouvrages géotechniques consistant notamment en :

- Rédaction des éléments géotechniques nécessaires à l'élaboration d'un DCE (soit éléments de CCTP, BPU, et DQE),
- Assistance pour l'analyse technique des offres des entreprises.

FONDASOL est à la disposition du Maître d'Ouvrage ou du Maître d'œuvre pour la réalisation de cette mission.

Au stade des travaux, une mission de supervision d'étude et de suivi géotechnique d'exécution G4 doit être confiée à un géotechnicien pour :

- Valider les méthodes de construction, ainsi que les adaptations et optimisations des ouvrages géotechniques, proposées par l'entreprise,
- Vérifier le dimensionnement des ouvrages géotechniques de l'entreprise,
- Valider le programme d'auscultations et d'investigations proposé par l'entreprise,
- S'assurer du bon comportement des ouvrages et des avoisinants en cours de travaux, et **de la maîtrise par l'entreprise des éventuels aléas résiduels dans le cadre de la mission d'étude et de conception G3 qui reste à sa charge.**

FONDASOL est à la disposition du Maître d'Ouvrage pour la réalisation de la mission G4.



ANNEXES

I. CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

– 4 PAGES

Généralités

Les présentes conditions générales de services sont communiquées par FONDASOL à toute personne qui en fait la demande (NDR Site Internet ?). Pour les besoins des présentes, FONDASOL désigne l'entreprise immatriculée sous le n° de RCS 582 621 561 ou l'une quelconque de ses filiales avec laquelle le Client entre en relation,

FONDASOL propose dans son catalogue des prestations de services l'ensemble des prestations qu'elle peut fournir au Client dans le domaine de l'interaction sol structure,

Le terme « Prestations » désigne exclusivement les services et missions énumérées dans le devis du Prestataire puis par la suite dans le Contrat,

Dans le respect de la réglementation en vigueur, les conditions générales de services ont vocation à définir les droits et obligations respectifs de FONDASOL et de son Client dans leurs relations précontractuelles et contractuelles relativement aux services proposés et exécutés par FONDASOL (« le Prestataire ») et elles s'appliquent au devis, ou proposition commerciale écrite, qui s'y réfèrent et lui sont jointes, Toute dérogation doit être préalablement négociée et expressément acceptée par écrit,

I, Formation du Contrat

Par contrat on désigne toute commande passée par le client auprès de Fondasol relativement à des Prestations,

L'envoi ou la remise d'un devis auquel sont jointes les présentes Conditions Générales exprime la volonté de FONDASOL d'exécuter les obligations qu'il comporte s'il est accepté par le Client, Le devis est valable pour la durée expressément mentionnée, A défaut de durée spéciale, le devis est valable pour une durée de deux (2) mois ; au-delà de cette période, le devis est réputé caduc, libérant FONDASOL de toute obligation exprimée, Toute demande supplémentaire ou spécificité demandée par le Client, par rapport au devis émis initialement, notamment pour l'ajout de Prestations additionnelles ou le changement des délais ou des modalités d'exécution des Prestations, sera prise en compte dans un nouveau devis, distinct du premier,

Ont force obligatoire, dès leur acceptation mutuelle par le Client et par FONDASOL (dans l'ordre de priorité) : (1) tout devis de FONDASOL accepté par le Client ainsi que toutes conditions spécifiques acceptées de part et d'autre ou tout autre contrat convenu et signé par les deux parties ; (2) les Conditions Générales (ci-après collectivement dénommées le « Contrat »), Tout Contrat implique ainsi l'acceptation expresse du Client aux Conditions Générales, ajustées le cas échéant après accord mutuel des Parties par des dispositions spécifiques, qui prévaut sur tout autre document quel que soit son origine, Un Contrat ne peut résulter du démarrage de l'exécution des Prestations prévues au devis par FONDASOL, en l'absence d'acceptation formelle par le Client,

Le Contrat annule et remplace tout document et accord intervenus antérieurement entre les Parties relativement à son objet, Il ne peut être modifié que par voie d'avenant, signé par les Parties,

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, Démarrage des prestations

Nonobstant la prise d'effet du Contrat, à défaut de disposition contraire, les délais relatifs aux Prestations ne commencent à courir qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu,

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 d'émission du devis, À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois ; ils sont révisables et révisés 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 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 le prix du montant des Impôts réellement supportés,

Sauf indication d'un montant forfaitaire 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, profondeurs, 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

Il appartient au Client d'exécuter le Contrat et l'ensemble des obligations mises à sa charge, avec le soin et la diligence requis, suivant les termes et conditions prévus,

4, 1 Sélection des Prestations Si le Client ne dispose pas d'études antérieures relatives à son projet en rapport avec les prestations envisagées, avant le Contrat, il appartient au Client de sélectionner les Prestations nécessaires à la satisfaction de l'ensemble de ses obligations dans le cadre de son projet, Le Client est responsable des conséquences résultant d'une sélection lacunaire de Prestations,

Lorsque le Contrat prévoit que les Prestations sont exécutées Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet, Si la mission d'investigations est la seule Prestation, 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, 2 Obtention des permis et autorisations, Sauf disposition contraire expresse, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect des délais du Contrat, tous les permis et autorisations relatifs aux matériels et équipements du Prestataire nécessaires à l'exécution des Prestations dans le pays concerné,

4, 3 Collaboration active, Les Prestations requièrent de la part du Client sa collaboration préalable active, Le Client est tenu de transmettre au Prestataire

toute information nécessaire à la préparation et à la réalisation des Prestations, Le Client garantit au Prestataire l'exactitude et la complétude de ces données,

A ce titre, il appartient au Client de :

- Collecter et remettre au Prestataire, avant le démarrage des Prestations, toutes les études relatives à la qualité du sol dans la zone concernée par le projet qui existent à la date du Contrat ;
- En cas d'ignorance, de méconnaissance, d'incertitude ou de complexité pour la localisation tant des réseaux sur le domaine public que des ouvrages enterrés ou réseaux privés, faire réaliser, à sa charge, les opérations de reconnaissance nécessaires, et les communiquer au Prestataire avant le démarrage des Prestations en tenant compte des délais du Contrat ;
- 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) (étant précisé, à titre indicatif, que le délai de réponse varie de 7 à 15 jours, 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, leur repérage par une méthode non intrusive (de type radar) et / ou par des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique. 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, 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),
- Plus généralement, communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, toute circonstance susceptible de compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être prise 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 les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire, dans un délai maximal de deux jours ouvrés à compter de leur transmission ;
- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir les fluides, 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. Si le Personnel du Client contribue à l'exécution du Contrat, notamment à l'occasion de l'assemblage ou de l'installation d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le pouvoir exclusif de diriger et de superviser son personnel et 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,

Le Client est tenu d'informer le Prestataire de toute actualisation ou modification du projet dans lequel s'inscrivent les Prestations, afin d'adapter en temps utile le Contrat à ces évolutions,

5, Obligations générales du Prestataire

Le Prestataire devra :

- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, et dans les limites du périmètre des Prestations confiée ;
- 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 relatives aux Prestations,

6, Délais de réalisation

Les délais d'intervention et d'exécution proposés et fixés dépendent de la collaboration préalable active du Client. Ils sont soumis aux ajustements stipulés au Contrat. Si des pénalités de retard sont prévues, elles constituent la seule indemnisation et le seul recours du Client ; elles sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé de 5% du montant total HT du Contrat. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude des données transmises ou de difficulté d'accès au(x) site(s) d'intervention du fait du Client, le Prestataire n'encourt aucune 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, accès et règles du site

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer dans les lieux et/ou d'effectuer les Prestations

sont à la charge du Client, y compris celles requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire, qu'il s'agisse de propriétés privées ou du domaine public,

Les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement sont fixées par le Client ; à défaut, le Client s'oblige à les transmettre en temps utile au Prestataire,

Le Client 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,

8, Dégâts aux ouvrages et cultures (Responsabilité du Prestataire)

Les Prestations impliquant des 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,

9, Limites techniques des Prestations (Implantation, nivellement des sondages)

À l'exception des cas où l'implantation topographique des sondages est une Prestation, le Prestataire n'assume aucune responsabilité quant aux dommages pouvant en résulter le Client doit le tenir indemne des conséquences dommageables qui en découlent (tels que le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage),

Les Prestations de sondages 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,

10, Limites techniques des Prestations (Hydrogéologie – Géotechnique)

10, 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, le Client est informé que des aléas subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études et Prestations, et que seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues),

10, 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 inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés 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,

10, 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, 4 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,

11, Pollution - dépollution

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,

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 traitement 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 même des Prestations, le Client garantit au Prestataire qu'il intervient sur un site dans lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence

de produits radioactifs et/ou pyrotechniques, et le Prestataire n'est tenu d'effectuer aucune étude ni investigation à ce sujet, 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,

12, Rapport de mission - Réception des Prestations par le Client

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 est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site. L'approbation du dernier document doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. A 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. A 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 conviennent de se réunir dans pour tenter de trouver une solution,

13, Réserve de propriété - Confidentialité

Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire restent sa propriété jusqu'au complet paiement du prix des Prestations, Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat, 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,

14, Propriété Intellectuelle

Si à l'occasion 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, En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire, 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,

15, Autorisation de prise de vue et d'exploitation

Sauf refus écrit exprès de celui-ci, le Client autorise le Prestataire à effectuer des prises de vue du lieu d'exécution des Prestations, y compris ses bâtiments, et à exploiter ces prises de vue sur tous supports, au choix du Prestataire, non seulement pour les besoins des Prestations mais aussi à des fins de communication interne, institutionnelle, publicitaire ou de référencement commercial, Pour les mêmes fins, le Client autorise également le Prestataire à citer et reproduire sa dénomination sociale et son logo, L'autorisation prévue par le présent article est consentie à titre gracieux pour une durée de 10 années à compter de la date du Contrat,

16, Prise en compte des Imprévus (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 des Prestations (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, Le refus du Client d'adapter le Contrat aux Imprévus ne peut résulter que d'un motif légitime et justifié, À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la proposition d'avenant, le Client est réputé avoir accepté l'avenant qui devient pleinement effectif. Pendant ce délai, l'exécution du Contrat par le Prestataire est automatiquement suspendue, En cas de désaccord persistant entre les parties quant à la prise en compte des Imprévus, le Contrat pourra être résilié selon les modalités de l'article 20, 2,

17, Unité et délai de validité du rapport

Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations à la date à laquelle les Prestations ont été réalisées, Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation 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,

Le rapport est réputé perdre toute valeur en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après sa remise, ou 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 ; en pareilles circonstances, il appartient au Client de solliciter le Prestataire pour convenir des modalités d'une reprise des Prestations, ,

18, Conditions de paiement, acompte, pénalités de retard

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. Le paiement des factures est exigible à leur réception et sans escompte, En cas d'acompte, celui-ci est déduit de la facture ou du décompte final(e), En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire dans le cadre d'un marché public, les factures sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975, Tout retard de paiement à compter du jour suivant la date de règlement prévu sur la facture, sans préjudice de toute autre action que le Prestataire serait en droit d'intenter à ce titre à l'encontre du Client, (i) l'acompte éventuellement versé restera acquis de plein droit, (ii) les sommes impayées généreront automatiquement et de plein droit des intérêts de retard calculés, par jour de retard, au taux de 12% par an, (iii) chaque facture impayée entraînera automatiquement et de plein droit, une indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement (40 €) et (iv) en cas de mesure judiciaire ou extra-judiciaire de recouvrement, une indemnité complémentaire de recouvrement fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros sera encourue, Le Prestataire se réserve en outre, le droit de suspendre les Prestations en cours ou celles de tout autre contrat qui serait contractuellement ou économiquement lié à celui dont le paiement est en retard, les délais d'exécution des Prestations étant de plein droit prolongés de la durée du retard du Client à effectuer le paiement, Le paiement anticipé ne donnera droit à aucune réduction de prix, rabais ou escompte, Un désaccord quelconque dans le cadre du Contrat ne saurait en aucun cas constituer un motif de rétention du prix des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée, La compensation est formellement exclue,

19, Suspension

Les Prestations sont susceptibles d'être suspendues :

- (i) En cas d'Imprévus,
- (ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- (iii) si les éléments de reconnaissance sur site diffèrent des informations préalables fournies par le Client et que le Prestataire estime que la sécurité de son personnel est exposée,

En cas de survenance d'un tel événement, le Prestataire le notifie en lui indiquant sa nature et les mesures à prendre en concertation avec le Client, Une telle suspension ne peut en aucun cas être une cause de responsabilité pour non-exécution ou retard de l'exécution des Prestations, Le délai des Prestations 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 sur présentation des justificatifs, Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au paiement par le Client au Prestataire de ces sommes, Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Contrat pourra être résilié par le Prestataire et les dispositions de l'article 20, 3 s'appliqueront,

20, Résiliation

20, 1 Résiliation pour manquement

En cas de manquement grave par une partie à l'une de ses obligations, l'autre partie peut mettre en demeure la partie défaillante de remédier au manquement identifié, Si dans un délai de vingt (20) jours après cette notification, la partie défaillante n'a pas entrepris de remédier au manquement, l'autre est en droit de résilier le Contrat, La résiliation est acquise de plein droit au jour de la réception de la lettre recommandée ou équivalent,

20, 2 Indemnisation pour résiliation

Le Client reste tenu de payer 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) en cas de résiliation du fait du Client, 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 ou ensuite d'une suspension, 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 à cette occasion,

20, 3 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,

21, Répartition des risques, responsabilités

21, 1 Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques du projet, concerné par le Contrat, déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte-tenu de sa compétence, le Client disposant néanmoins toujours de la faculté de solliciter le Prestataire,

21, 2 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,

21, 3 La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée et retenue en cas de dommage 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 et intégrés au Contrat,

21, 4 Chaque Partie est responsable de tout dommage qu'elle-même, ses salariés, ses représentants et/ou ses sous-traitants causent aux tiers ainsi qu'à l'autre Partie, à l'occasion de l'exécution ou l'inexécution du Contrat, Chacune des Parties indemniserait l'autre pour tout dommage, dont il aura été démontré qu'il est consécutif à son inexécution ou à sa mauvaise exécution d'une obligation du Contrat et/ou imposée par la réglementation en vigueur, sans que puissent se cumuler, le cas échéant, ses responsabilités contractuelle et délictuelle, Le Prestataire répond envers le Client des dommages directs et immédiats dans les limites indiquées ci-dessus et sans que son indemnisation puisse excéder (sauf réglementation d'ordre public contraire), tous recours et réclamations confondus, le montant total HT du Contrat (et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant), Les Parties conviennent expressément que leur responsabilité ne pourra jamais être recherchée à raison des dommages ne se rattachant pas directement et immédiatement aux Prestations, c'est-à-dire notamment les dommages extra-patrimoniaux et les dommages immatériels (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),

En conséquence, chacune des Parties et ses assureurs renoncent à tout recours qu'ils seraient fondés à exercer à l'encontre de l'autre Partie et de ses assureurs à raison de tels dommages et au-delà de ces montants, Lorsqu'une Partie entend mettre en cause la responsabilité de l'autre, elle doit lui adresser une réclamation circonstanciée qui déclenche alors la procédure de règlement des différends prévue par l'article 28,

21, 5 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, 6 Le Prestataire n'est solidaire d'aucun intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue au Contrat et même dans ce cas, la solidarité est limitée à la durée de réalisation des Prestations,

22, Assurance décennale

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-I du Code des assurances, **Dans ce cadre, les ouvrages ou projets dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excèdent 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 ou du projet, 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 comme assuré additionnel, 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 du Prestataire et doivent faire l'objet d'une cotation particulière, A 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 et assurantielles résultant d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client,

23, Force Majeure

Conformément à la définition qui en est donnée par l'article 1218 du Code Civil et la jurisprudence française, la force majeure est considérée comme un événement extérieur, imprévisible, irrésistible et incontournable, c'est-à-dire une circonstance indépendante de la volonté et de l'agissement des Parties, qui ne pouvaient raisonnablement en prévoir la survenance lors de la conclusion du Contrat, ni en prévenir les effets et qui empêche, de bonne foi, l'exécution totale ou partielle du Contrat,

En cas de survenance d'un événement de force majeure empêchant une Partie d'exécuter tout ou partie de ses obligations contractuelles ou qui empêche une tierce partie qu'elle avait chargée de cette exécution, elle doit immédiatement en informer l'autre par tout moyen, en lui indiquant la nature et les circonstances de l'événement de force majeure, ainsi que ses effets et sa durée prévisibles, En parallèle, elle doit s'efforcer de prendre toutes mesures permettant d'éviter ou limiter les conséquences de l'événement sur l'exécution du Contrat,

La cause d'exonération aura pour effet de suspendre l'exécution de celle(s) des obligations devenue(s) impossible(s), ainsi que celle(s) des obligations corrélative(s) pendant toute la durée d'existence de ces circonstances, sans que la responsabilité de la Partie empêchée puisse être recherchée à raison des dommages résultant de son inexécution contractuelle, Le délai des Prestations empêchées sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée effective des effets de l'événement de Force Majeure, et les coûts générés par l'événement de Force Majeure seront répartis à part égale entre les Parties,

En aucun cas, la survenance d'un événement de force majeure ne saurait suspendre, retarder ou empêcher le paiement des Prestations déjà effectuées à la date de survenance dudit événement de force majeure ainsi que de celles pouvant être effectuées,

Un événement de force majeure sera considéré comme définitif s'il empêche l'exécution du Contrat pendant une durée de soixante (60) jours,

24, Changement de lois – changement de circonstances

Par dérogation à l'article 1195 du Code civil et indépendamment de la faculté de révision du prix, si après la date du devis ou du Contrat, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et qu'il en résulte une variation de plus de 10 % du coût de réalisation des Prestations, ou en cas de changement du contexte économique, géopolitique ou financier du Contrat affectant son exécution, le prix et les délais du Contrat seront ajustés de bonne foi entre les parties, en fonction des circonstances pour refléter ce/ces changement(s),

25, Langue des Prestations

Tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français,

26, Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie qui ne peut s'y opposer sans juste motif, La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article,

Le fait pour une partie de ne pas se prévaloir, à un moment donné, de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou de tolérer un manquement à l'une quelconque des obligations du Contrat, ne peut être interprété comme valant renonciation par cette partie de s'en prévaloir ultérieurement,

27, Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée 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,

28, LITIGES - ATTRIBUTION DE JURIDICTION

LE CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS,

En cas de litige lié au Contrat, les Parties s'engagent à se rencontrer (y compris par visioconférence) pour tenter de résoudre leur différend à l'amiable,

À DÉFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DELAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ETAT D'UN DIFFÉREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RESOLUTION 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 2023

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 GI 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,

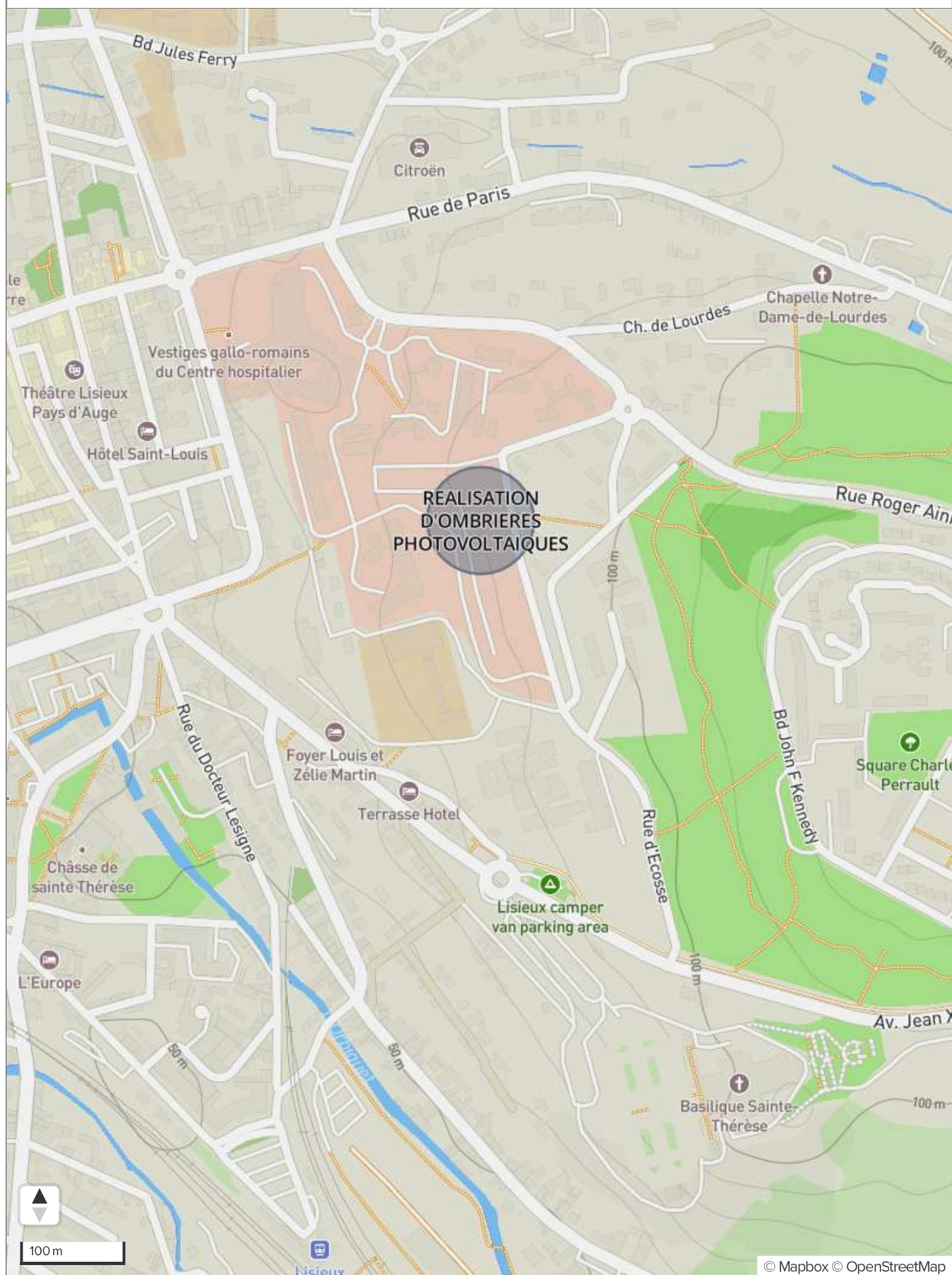
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats,
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN-SITU – II PAGES

PLAN DE LOCALISATION



PLAN D'IMPLANTATION



soilcloud.tech

soilcloud.tech

soilcloud.tech

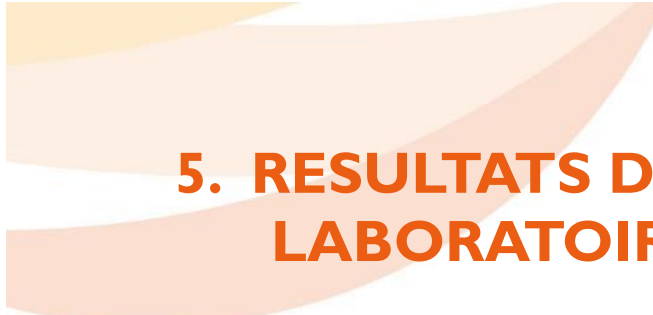
SP5		Longitude		Latitude		Système de coordonnées					
		0,23318		49,14418		WGS 84					
		Élévation		Nivellement		Angle		Azimut		Prof. atteinte	
		+90,76 m		NGF		-		-		15,0 m	
Données		Type		Début		Fin		Machine		Opérateur	
PMT-SP5		Pressiomètre		06/10/2025		07/10/2025		SD70.8		TORAA N.	
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Niveau d'eau	Prof.	EM [MPa]	p _m * [MPa]	p _{LM} * [MPa]	EM/p _{LM} *
90,69	0		Enrobé 0,07 m	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	A sec	2,5 m	0				
90,26	1		Remblais sablo-graveleux gris clair 0,5 m				1	1,0	0,09	0,14	7,2
89,16	2		Limon noir à tendance organique humide avec quelques cailloutis de brique (remblai) 1,6 m				2	5,2	0,30	0,59	8,8
	3		Limon légèrement et finement sableux gris clair-verdâtre à veines marron foncé à quelques cailloutis de brique (remblai probable) 3,2 m	2,5 m	Bentonite	1	3	2,8	0,17	0,28	10,0
87,56	4		Argile sableuse et glauconieuse verte 4,8 m				4	4,5	0,27	0,47	9,5
85,96	5		Argile grise légèrement glauconieuse 11,3 m				5				
	6	6		10,3	0,55	0,83	12,4				
	7	7		9,0	0,78	1,26	7,2				
	8	8									
	9	9		9,9	0,84	1,32	7,5				
	10	10		5,3	0,80	1,04	5,1				
79,46	11		Perte d'injection Horizon présumé : craie fracturée beige (traces sur le taillant)	15 m	Bentonite		11				
	12						12	24,3	1,39	2,18	11,1
	13						13				
	14						14	13,7	0,87	1,67	8,2
75,76	15		15 m	15 m	15 m		15				

¹Niveau d'eau fin de forage - 3,6m

soilcloud.tech

SP8			Longitude		Latitude		Système de coordonnées																								
			0,23354		49,14392		WGS 84																								
			Élévation		Nivellement		Angle		Azimut		Prof. atteinte																				
			+92,64 m		NGF		-		-		7,0 m																				
Données			Type			Début			Fin			Machine			Opérateur																
PMT-SP8			Pressiomètre			02/10/2025			02/10/2025			SD70.8			TORAA N.																
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Niveau d'eau	Prof.	E _M [MPa]					p _{PM} * [MPa]					p _{LM} * [MPa]					E _M /p _{LM} *								
92,57	0		Enrobé 0,07 m Remblais sablo-graveleux beige 0,4 m Limon noir à quelques graviers et quelques cailloutis de brique (remblais) 1,3 m Limon + ou - argileux à finement sableux gris clair à veines noirâtres (remblai probable) 2,9 m	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	Bentonite		0	0	25	50	75	100	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	5	10	15	20	25	
92,24							1	11,4					0,89							1,41							8,1				
91,34	1						2	5,1					0,38							0,64							7,9				
	2						3	3,0					0,23							0,45							6,7				
89,74	3		Argile glauconieuse et très sableuse (ou sable argileux) verte 2,5 m				4	3,7				0,36							0,52							7,1					
88,14	4		Argile grise à légèrement glauconieuse et verdâtre 4,5 m				5																								
87,14	5		Argile grise légèrement glauconieuse 5,5 m				6	13,8				0,75							1,30							10,6					
85,64	7		7 m	Taillant - en rotation - diam 64 mm																											
				7 m																											

¹Niveau d'eau fin de forage - 3,8m



5. RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE – 4 PAGES

**LABÉO FRANK DUNCOMBE**

1, Route de Rosel - SAINT-CONTEST - 14053 CAEN

Téléphone : 02 31 47 19 19

lfd-client@laboratoire-labeo.fr www.laboratoire-labeo.fr

Le rapport d'analyse ne concerne que le(s) produit(s) soumis à analyses. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

FONDASOL CAEN/ROUEN
8 RUE ABO VOLO

14120 MONDEVILLE

Nature	:	Sol
(ext) Commune de prélèvement	:	
(ext) Point de prélèvement	:	- SP4 1.4 / 2.5 M - LISIEUX - PR.14.GT.25.0139
Code point prélèvement	:	
Réf. contrat / Code client	:	E.2025.00253 / CL25226

Prélèvement

(ext) Date de prélèvement	:	07/10/2025 00:00	Date de réception	:	09/10/2025 09:40
(ext) Prélevé par	:	Le client			

Echantillon n° E.2025.19023-1-1

(ext) Commande n°	:	PO.14GT.25.0143
-------------------	---	-----------------

Analyse	Code SANDRE	Site (#)	Résultat	Unité	Méthode
Préparation de l'échantillon					
Date de préparation de l'échantillon		LE	14/10/25	-	
Prétraitement de l'échantillon		LE	Séchage <40°C, tamisage et broyage à 250µm réalisés		Méthode interne PCS001
Matière sèche résiduelle		LE	998.7	g/kg MS	
Éléments de caractérisation					
Sulfates		LE	415	mgSO4/kg/ sec	Méthode selon la norme NF EN 196-2
Degré d'acidité Baumann-Gully		LE	< 200.0	ml/kg	Méthode selon l'annexe A de la norme FD P 18-011

Classe d'agressivité des sols

Libellé	Méthode	XA1	XA2	XA3
Sulfates "SO4" - (mg/kg de sol séché à 105°C ± 5 °C)	NF EN 196-2	>= 2000 et < 3000	>= 3000 et <= 12000	>= 12000 et <= 24000
Degré d'acidité des sols selon Baumann-Gully (ml/kg)	DIN 4030-2	> 200		

Observation(s) laboratoire :

St contest le, 28/10/2025

Rapport autorisé par :

Estelle OZOUF
Signataire technique

(# Site d'exécution : LE = LABÉO EURE ; LFD = LABÉO FRANK DUNCOMBE ; LO = LABÉO ORNE ; LM = LABÉO MANCHE

RAPPORT DEFINITIF PARTIEL N° : E.2025.19023-1

Page 1 / 1

Saisie du : 09/10/2025

Les incertitudes de mesure sont tenues à votre disposition au laboratoire.

Les données externes « (ext) » fournies par le client ne sont pas de la responsabilité du laboratoire.

N° Demande : E.2025.19023

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu, et ses caractéristiques associées ne sont pas de la responsabilité du laboratoire, dès lors qu'il ne réalise pas le prélèvement ou l'échantillonnage.

Si une déclaration de conformité est présente, elle est rendue sous accréditation si tous les résultats pris en considération pour conclure sont rendus sous accréditation

**LABÉO FRANK DUNCOMBE**1, Route de Rosel - SAINT-CONTEST - 14053 CAEN
Téléphone : 02 31 47 19 19lfd-client@laboratoire-labeo.fr www.laboratoire-labeo.fr

Le rapport d'analyse ne concerne que le(s) produit(s) soumis à analyses. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

FONDASOL CAEN/ROUEN
8 RUE ABO VOLO

14120 MONDEVILLE

Nature	: Sol
(ext) Commune de prélèvement	:
(ext) Point de prélèvement	: - TA9 1/1.5M - LISIEUX - PR.14GT.25.0139
Code point prélèvement	:
Réf. contrat / Code client	: E.2025.00253 / CL25226

Prélèvement

(ext) Date de prélèvement : 03/10/2025 00:00 Date de réception : 09/10/2025 09:40
(ext) Prélevé par : Le client

Echantillon n° E.2025.19023-2-1

Analyse	Code SANDRE	Site (#)	Résultat	Unité	Méthode
Préparation de l'échantillon					
Date de préparation de l'échantillon		LE	14/10/25	-	
Prétraitement de l'échantillon		LE	Séchage <40°C, tamisage et broyage à 250µm réalisés		Méthode interne PCS001
Matière sèche résiduelle		LE	996.7	g/kg MS	
Eléments de caractérisation					
Sulfates		LE	< 200	mgSO4/kg/ sec	Méthode selon la norme NF EN 196-2
Degré d'acidité Baumann-Gully		LE	< 200.0	ml/kg	Méthode selon l'annexe A de la norme FD P 18-011

Classe d'agressivité des sols

Libellé	Méthode	XA1	XA2	XA3
Sulfates "SO4" - (mg/kg de sol séché à 105°C ± 5 °C)	NF EN 196-2	>= 2000 et < 3000	>= 3000 et <= 12000	>= 12000 et <= 24000
Degré d'acidité des sols selon Baumann-Gully (ml/kg)	DIN 4030-2	> 200		

Observation(s) laboratoire :

St contest le, 28/10/2025

Rapport autorisé par :

Estelle OZOUF
Signataire technique

(#) Site d'exécution : LE = LABÉO EURE ; LFD = LABÉO FRANK DUNCOMBE ; LO = LABÉO ORNE ; LM = LABÉO MANCHE

RAPPORT DEFINITIF PARTIEL N° : E.2025.19023-2

Page 1 / 1

Saisie du : 09/10/2025

Les incertitudes de mesure sont tenues à votre disposition au laboratoire.

Les données externes « (ext) » fournies par le client ne sont pas de la responsabilité du laboratoire.

N° Demande : E.2025.19023

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu, et ses caractéristiques associées ne sont pas de la responsabilité du laboratoire, dès lors qu'il ne réalise pas le prélèvement ou l'échantillonnage.

Si une déclaration de conformité est présente, elle est rendue sous accréditation si tous les résultats pris en considération pour conclure sont rendus sous accréditation


LABÉO FRANK DUNCOMBE

 1, Route de Rosel - SAINT-CONTEST - 14053 CAEN
 Téléphone : 02 31 47 19 19

 lfd-client@laboratoire-labeo.fr www.laboratoire-labeo.fr

 LE - ACCREDITATION N°1-6437
 LFD - ACCREDITATION N°1-5684
 LM - ACCREDITATION N°1-6185
 LO - ACCREDITATION N°1-6186

 LISTE DES SITES ET PORTEES DISPONIBLES SUR WWW.COFRAC.FR

Le rapport d'analyse ne concerne que le(s) produit(s) soumis à analyses. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 L'accréditation de la Section Essais du COFRAC atteste de la compétence technique des laboratoires pour les seules activités couvertes par l'accréditation.
 Seuls les essais identifiés par le sigle (c) sont effectués sous le couvert de l'accréditation.

 FONDASOL CAEN/ROUEN
 8 RUE ABO VOLO

14120 MONDEVILLE

Nature	: Eau de process
(ext) Localisation exacte	: - PR.14GT.25.0139 LISIEUX PZ10
Réf. contrat / Code client	: E.2025.00253 / CL25226

Prélèvement

(ext) Date de prélèvement	: 09/10/2025 08:00	Date de réception	: 09/10/2025 09:40
(ext) Prélevé / Collecté par	: Le client		

Echantillon n° E.2025.19022-1-1

Analyse débutée le	: 09/10/2025	(ext) Motif	:
(ext) Commande n°	: PO.14GT.25.0143		

Analyse	Site (#)	Résultat	Unité	Méthode	Référence qualité
Physico-chimie					
Filtration	LFD	10/10/2025 à 09H00 (1)			
pH au laboratoire	LFD (c)	7.6	unité pH	NF EN ISO 10523	
Température de la mesure du pH	LFD	18.8	°C	sonde raccordée	25
Conductivité corrigée à 25 °C	LFD (c)	755	µS/cm	NF EN 27888	
Titre alcalimétrique (TA)	LFD (c)	< 0.10	°F	NF EN ISO 9963-1	
Titre alcalimétrique complet (TAC)	LFD (c)	27.7 (2)	°F	NF EN ISO 9963-1	
Carbonates	LFD	< 1.5	mg/l	calcul	
Hydrogénocarbonates en HCO3	LFD	338	mg/l	calcul	
Ammonium	LFD (c)	< 0.020	mg/l NH4	NF EN ISO 15923-1	
Nitrites	LFD (c)	0.074	mg/l NO2	NF EN ISO 15923-1	
Nitrates	LFD (c)	4.52	mg/l N	NF EN ISO 15923-1	
Chlorure	LFD (c)	39.5	mg/l	NF EN ISO 15923-1	
Sulfates	LFD (c)	45.6	mg/l	NF EN ISO 15923-1	
pH à l'équilibre	LFD	7.21	unité pH	calcul (Legrand-Poirier)	
Orthophosphate	LFD (c)	0.61	mg/l PO4	NF EN ISO 6878	
Equilibre calcocarbonique	LFD	Eau incrustante		calcul	
Métaux et Métalloïdes					
Calcium total	LFD (c)	129	mg/l	NF EN ISO 11885	
Magnésium total	LFD (c)	5.17	mg/l	NF EN ISO 11885	
Potassium total	LFD (c)	5.24	mg/l	NF EN ISO 11885	
Sodium total	LFD (c)	29.2	mg/l	NF EN ISO 11885	

(1) Filtration réalisée pour les anions et les cations.

(2) Soit 5.54 mé/l

(#) Site d'exécution : LE = LABÉO EURE ; LFD = LABÉO FRANK DUNCOMBE ; LO = LABÉO ORNE ; LM = LABÉO MANCHE

RAPPORT D'ANALYSE DEFINITIF N° E.2025.19022-1

Page 1 / 2

Saisie du : 09/10/2025

N° Demande : E.2025.19022

Les incertitudes de mesure sont tenues à votre disposition au laboratoire.

Les données externes « (ext) » fournies par le client ne sont pas de la responsabilité du laboratoire.

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu, et ses caractéristiques associées ne sont pas de la responsabilité du laboratoire, dès lors qu'il ne réalise pas le prélèvement ou l'échantillonnage.

Si une déclaration de conformité est présente, elle est rendue sous accréditation si tous les résultats pris en considération pour conclure sont rendus sous accréditation

**LABÉO FRANK DUNCOMBE**

1, Route de Rosel - SAINT-CONTEST - 14053 CAEN
Téléphone : 02 31 47 19 19

lfd-client@laboratoire-labeo.fr www.laboratoire-labeo.fr

LE - ACCREDITATION N°1-6437
LFD - ACCREDITATION N°1-5684
LM - ACCREDITATION N°1-6185
LO - ACCREDITATION N°1-6186



LISTE DES SITES ET PORTEES DISPONIBLES SUR WWW.COFRAC.FR

Le rapport d'analyse ne concerne que le(s) produit(s) soumis à analyses. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

L'accréditation de la Section Essais du COFRAC atteste de la compétence technique des laboratoires pour les seules activités couvertes par l'accréditation.

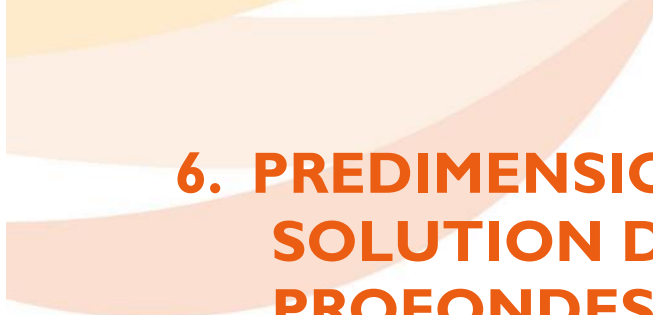
Seuls les essais identifiés par le sigle (c) sont effectués sous le couvert de l'accréditation.

Observation(s) laboratoire : Analyses effectuées sur le surnageant.ESSAI SELON NORME FD P18-011- CLASSES D'AGRESSIVITE DES EAUX POUR LA FORMULATION DES BETONS: Echantillon en classe d'agressivité XA1 des classes d'agressivité de la norme FD P018-011, au vu des concentrations des éléments sulfates, magnésium , ammonium, pH, TAC et du caractère non agressif de l'eau selon la méthode Legrand-Poirier.

St contest le, 14/10/2025

Rapport autorisé par :

Estelle OZOUF
Signataire technique



6. PREDIMENSIONNEMENT D'UNE SOLUTION DE FONDATIONS PROFONDES – 6 PAGES

1. CARACTÉRISTIQUES DU PIEU

DIAMÈTRE DE FORAGE : B = 520 mm
PÉRIMÈTRE FROTTANT : $P_s = 163$ cm
SURFACE DE LA BASE : $A_b = 2\,123,7$ cm²
LONGUEUR DU PIEU DANS LE TERRAIN : D = 7,00 m
COTE DE LA BASE DU PIEU : $z_{base} = -7,00$ m
CATÉGORIE DU PIEU : 6 FTC, FTCD
CLASSE : 2
Foré tarière creuse
TECHNIQUE : simple rotation ou
double rotation
NORME D'EXÉCUTION : NF EN 1536
MISE EN OEUVRE : Sans refoulement du sol

EFFET DE GROUPE : Non
CHOIX MÉTHODE COEFFICIENTS DE MODÈLES (EN FROTTEMENTS) : Application couche par couche

RÉSISTANCE INTRINSÈQUE (PIEU BÉTON)

TYPE D'OUVRAGE : Autre que pont
INCLUSION OU PIEU : Pieux
RÉSISTANCE CARACTÉRISTIQUE À 28 JOURS : $f_{ck} = 30$ MPa
CALCUL SOUHAITÉ À t JOURS ($t \leq 28$ jours) : Non
RÉDUCTION DU SUR K_1 : 0,00
PIEU ARMÉ : Non armé toute hauteur
 $k_1 = 1,35$
 $k_2 = 1,04$
 $k_3 = 1,00$

2. MODÈLE GÉOTECHNIQUE

N°	COUCHE	Classes de sol selon B.2.1	Z_{inf} m	P_{LM}^* MPa	Ép. couche m	Long. pieu m	P_{le}^* MPa	k_p -	q_s kPa	$\gamma_{R;d1} \times \gamma_{R;d2}$ Comp	$\gamma_{R;d1} \times \gamma_{R;d2}$ Tract
1	REMBLAIS DE LIMONS NOIRS	Argiles et limons	-2,00	0,20	2,00	2,00			0 (**)	1,27	1,54
2	LIMONS + OU - ARGILEUX BARIOLES GRIS-VERT A NOIRS	Argiles et limons	-3,00	0,40	1,00	1,00			0 (**)	1,27	1,54
3	ARGILES GLAUCONIEUSES ET SABLEUSES VERTES A GRISSES	Argiles et limons	-6,50	0,50	3,50	3,50			51	1,27	1,54
4	ARGILES GLAUCONIEUSES ET SABLEUSES VERTES A GRISSES	Argiles et limons	-10,00	0,70	3,50	0,50	0,70 (**)	1,30	57	1,27	1,54
5	CRAIE PRESUMÉE	Craies	-15,00	1,70	5,00					1,27	1,54

(**) Paramètres imposés par l'utilisateur

3. RÉSULTATS

DIAMÈTRE DU PIEU B : 520 mm

LONGUEUR DU PIEU D : 7.00m par rapport à la cote de référence à 0.00m (ancrage de 0.50m dans la couche n° 4 - ARGILES GLAUCONIEUSES ET SABLEUSES VERTES A GRISSES).

ÉTAT LIMITE		PORTANCE (COMPRESSION)	RÉSISTANCE DE TRACTION	RÉSISTANCE INTRINSÈQUE EN COMPRESSION
ELS	CARACTÉRISTIQUES	$R_{C;cr;d} = 293$ kN	$R_{t;cr;d} = -140$ kN	$R_{C;d;ELS}^* = 1\,361$ kN
	QUASI-PERMANENTS	$R_{C;cr;d} = 240$ kN	$R_{t;cr;d} = -102$ kN	
ELU	FONDAMENTAUX	$R_{C;d} = 382$ kN	$R_{t;d} = -191$ kN	$R_{C;d;ELU}^* = 2\,420$ kN
	SISMQUES	$R_{C;d} = 382$ kN	$R_{t;d} = -191$ kN	$R_{C;d;ELU}^* = 2\,793$ kN
	ACCIDENTELS	$R_{C;d} = 420$ kN	$R_{t;d} = -209$ kN	$R_{C;d;ELU}^* = 3\,025$ kN

4. ÉTUDE PARAMÉTRIQUE

4.1 EN FONCTION DE LA LONGUEUR

DIAMÈTRE DU PIEU B : 520 mm

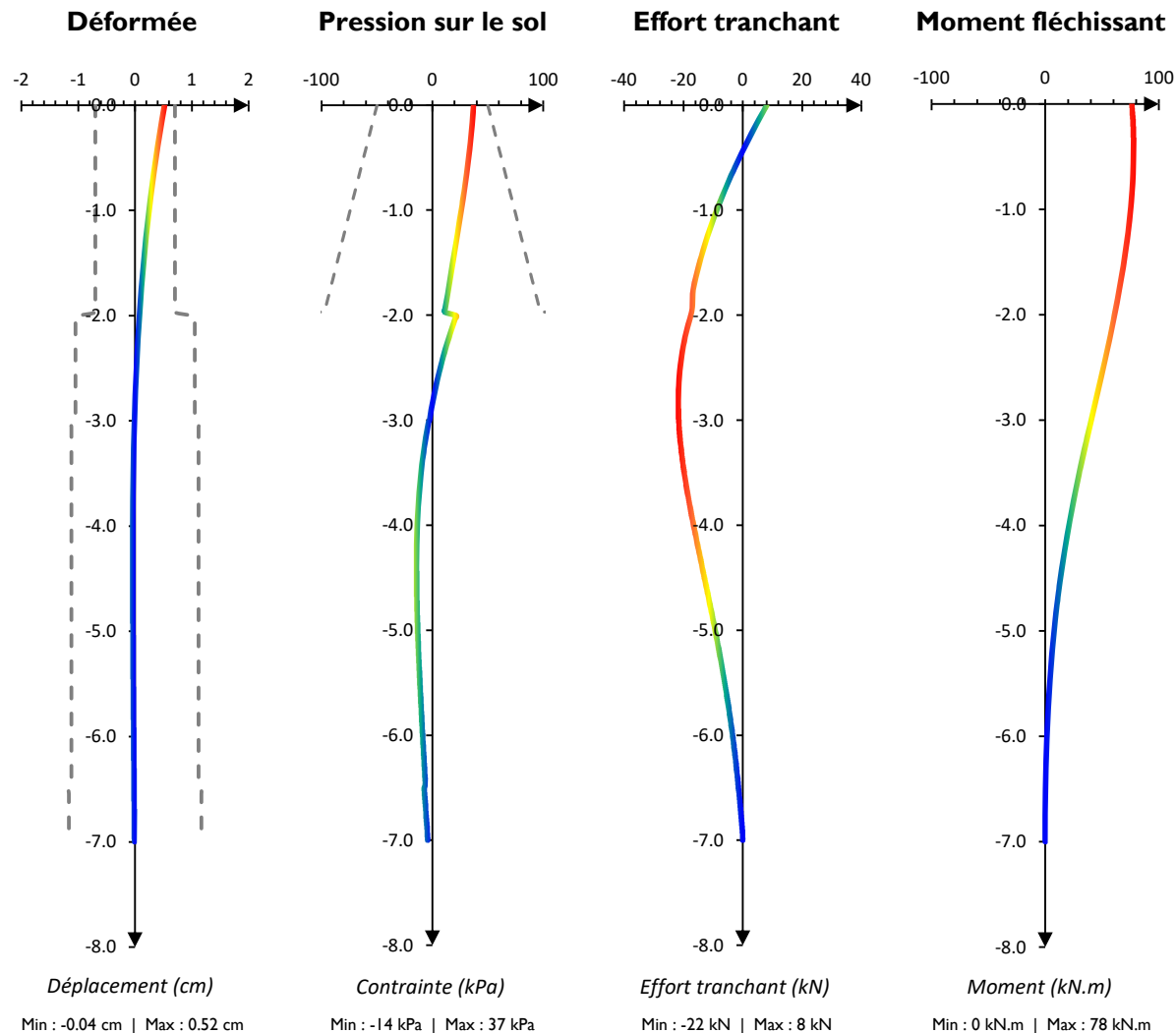
LONGUEUR DU PIEU (m)		D =	7,00	8,00	9,00
NUMÉRO DE LA COUCHE D'ANCRAGE			4	4	4
HAUTEUR DANS LA COUCHE D'ANCRAGE (m)			0.50	1.50	2.50
PORTANCE (COMPRESSION) (en kN)					
ELS	CARACTÉRISTIQUES	$R_{C;cr;d}$ =	293	350	407
	QUASI-PERMANENTS	$R_{C;cr;d}$ =	240	286	333
ELU	FONDAMENTAUX	$R_{C;d}$ =	382	449	516
	SISMIQUES	$R_{C;d}$ =	382	449	516
	ACCIDENTELS	$R_{C;d}$ =	420	494	567
RÉSISTANCE DE TRACTION (en kN)					
ELS	CARACTÉRISTIQUES	$R_{t;cr;d}$ =	-140	-178	-217
	QUASI-PERMANENTS	$R_{t;cr;d}$ =	-102	-131	-159
ELU	FONDAMENTAUX	$R_{t;d}$ =	-191	-244	-296
	SISMIQUES	$R_{t;d}$ =	-191	-244	-296
	ACCIDENTELS	$R_{t;d}$ =	-209	-267	-324
RÉSISTANCE INTRINSÈQUE EN COMPRESSION (en kN)					
ELS	CARACTÉRISTIQUES	$R^*_{C;d;ELS}$ =	1 361	1 361	1 361
ELU	FONDAMENTAUX	$R^*_{C;d;ELU}$ =	2 420	2 420	2 420
	SISMIQUES	$R^*_{C;d;ELU}$ =	2 793	2 793	2 793
	ACCIDENTELS	$R^*_{C;d;ELU}$ =	3 025	3 025	3 025

4.2 EN FONCTION DU DIAMÈTRE

LONGUEUR DU PIEU D : 7.00m par rapport à la cote de référence à 0.00m (ancrage de 0.50m dans la couche n° 4 - ARGILES GLAUCONIEUSES ET SABLEUSES VERTES A GRISES).

DIAMÈTRE (mm)		B =	520	420	620
PORTANCE (COMPRESSION) (en kN)					
ELS	CARACTÉRISTIQUES	$R_{C;cr;d}$ =	293	223	369
	QUASI-PERMANENTS	$R_{C;cr;d}$ =	240	183	302
ELU	FONDAMENTAUX	$R_{C;d}$ =	382	287	487
	SISMIQUES	$R_{C;d}$ =	382	287	487
	ACCIDENTELS	$R_{C;d}$ =	420	316	536
RÉSISTANCE DE TRACTION (en kN)					
ELS	CARACTÉRISTIQUES	$R_{t;cr;d}$ =	-140	-113	-167
	QUASI-PERMANENTS	$R_{t;cr;d}$ =	-102	-83	-122
ELU	FONDAMENTAUX	$R_{t;d}$ =	-191	-154	-228
	SISMIQUES	$R_{t;d}$ =	-191	-154	-228
	ACCIDENTELS	$R_{t;d}$ =	-209	-169	-249
RÉSISTANCE INTRINSÈQUE EN COMPRESSION (en kN)					
ELS	CARACTÉRISTIQUES	$R^*_{C;d;ELS}$ =	1 361	847	2 013
ELU	FONDAMENTAUX	$R^*_{C;d;ELU}$ =	2 420	1 506	3 578
	SISMIQUES	$R^*_{C;d;ELU}$ =	2 793	1 738	4 129
	ACCIDENTELS	$R^*_{C;d;ELU}$ =	3 025	1 883	4 473

Données du problème	Caractéristiques de la fondation					
	☒ Pieu ☐ Micropieu			☒ Libre en tête ☐ Encastré en tête		
	Hauteur du pieu			h = 7 m		
	Hauteur libre			h _{libre} = 0 m		
	Diamètre de forage			B = 520 mm		
	Rigidité en flexion du pieu					
	Valeur calculée ☒			EI = 71 782 kN.m ²		
	Module de déformation du béton			E = 20 000 MPa		
	Efforts en tête pondérés					
	Effort horizontal			H = 8 kN		
	Moment			M = 76 kN.m		
	Caractéristiques du sol					
	Calcul à		Modèle de comportement du sol ⁽¹⁾			
	☒ court terme ☐ long terme		☒ classique ☐ accidentel ☐ sismique			
	Minoration des caractéristiques du sol près de la surface ☒					
Type de sol en tête			frottant			
Interaction avec pieux en avant dans le sens du déplacement ☐						
Interaction avec pieux perpendiculairement au déplacement ☐						
Présence d'un talus ☐						
Modèle de terrain						
Cote toit (m)	α	E _M (MPa)		K _f calc (MPa)	p _f * (MPa)	
0	0.67	2		7.4	0.1	
-2	0.67	4		14.9	0.3	
-3	0.67	5		18.6	0.4	
-6.5	0.67	6		22.3	0.5	
-10	0.5	14		62.9	1	

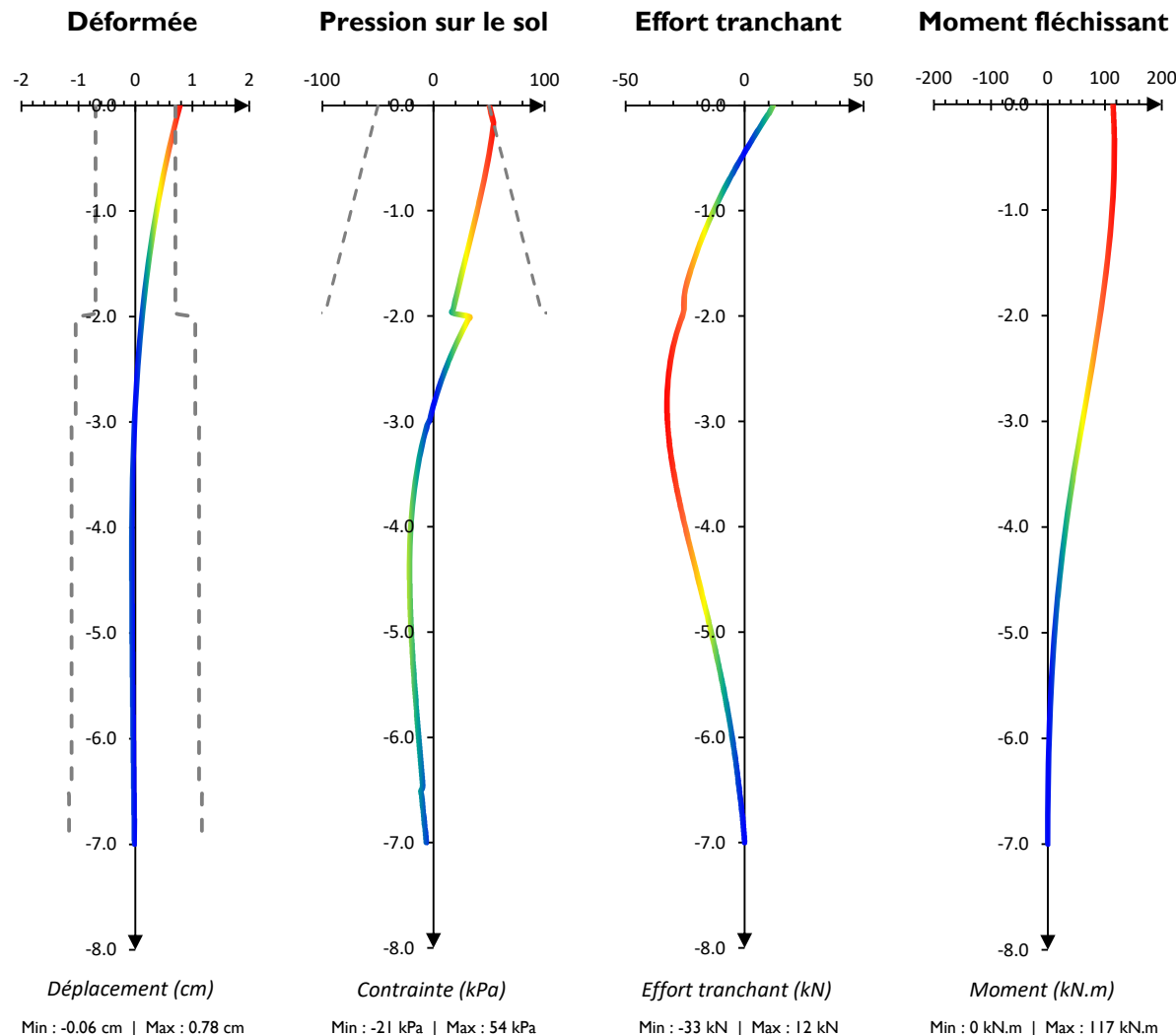


Le sol n'est pas plastifié

Comportement horizontal d'un pieu

Projet :	LISIEUX
N° de dossier :	PR.14GT.25.0140
Commentaires :	Pieu 520 mm - ELU FOND - Appuis R1

Données du problème						
Caractéristiques de la fondation						
☒ Pieu ☐ Micropieu		☒ Libre en tête ☐ Encastré en tête				
Hauteur du pieu		$h = 7$ m				
Hauteur libre		$h_{\text{libre}} = 0$ m				
Diamètre de forage		$B = 520$ mm				
Rigidité en flexion du pieu						
Valeur calculée ☒		$EI = 71\,782$ kN.m ²				
Module de déformation du béton		$E = 20\,000$ MPa				
Efforts en tête pondérés						
Effort horizontal		$H = 12$ kN				
Moment		$M = 114$ kN.m				
Caractéristiques du sol						
Calcul à ☒ court terme ☐ long terme		Modèle de comportement du sol ⁽¹⁾ ☒ classique ☐ accidentel ☐ sismique				
Minoration des caractéristiques du sol près de la surface ☒						
Type de sol en tête		frottant				
Interaction avec pieux en avant dans le sens du déplacement ☐						
Interaction avec pieux perpendiculairement au déplacement ☐						
Présence d'un talus ☐						
Modèle de terrain						
Cote toit (m)	α	E_M (MPa)		K_f calc (MPa)	p_f^* (MPa)	
0	0.67	2		7.4	0.1	
-2	0.67	4		14.9	0.3	
-3	0.67	5		18.6	0.4	
-6.5	0.67	6		22.3	0.5	
-10	0.5	14		62.9	1	



Le sol est plastifié sur les 16 premiers centimètres

Caractéristiques de la fondation

☒ Pieu	☒ Libre en tête
☐ Micropieu	☐ Encastré en tête
Hauteur du pieu	$h = 7$ m
Hauteur libre	$h_{\text{libre}} = 0$ m
Diamètre de forage	$B = 520$ mm

Rigidité en flexion du pieu

Valeur calculée ☒	$EI = 71\,782$ kN.m ²
Module de déformation du béton	$E = 20\,000$ MPa

Efforts en tête pondérés

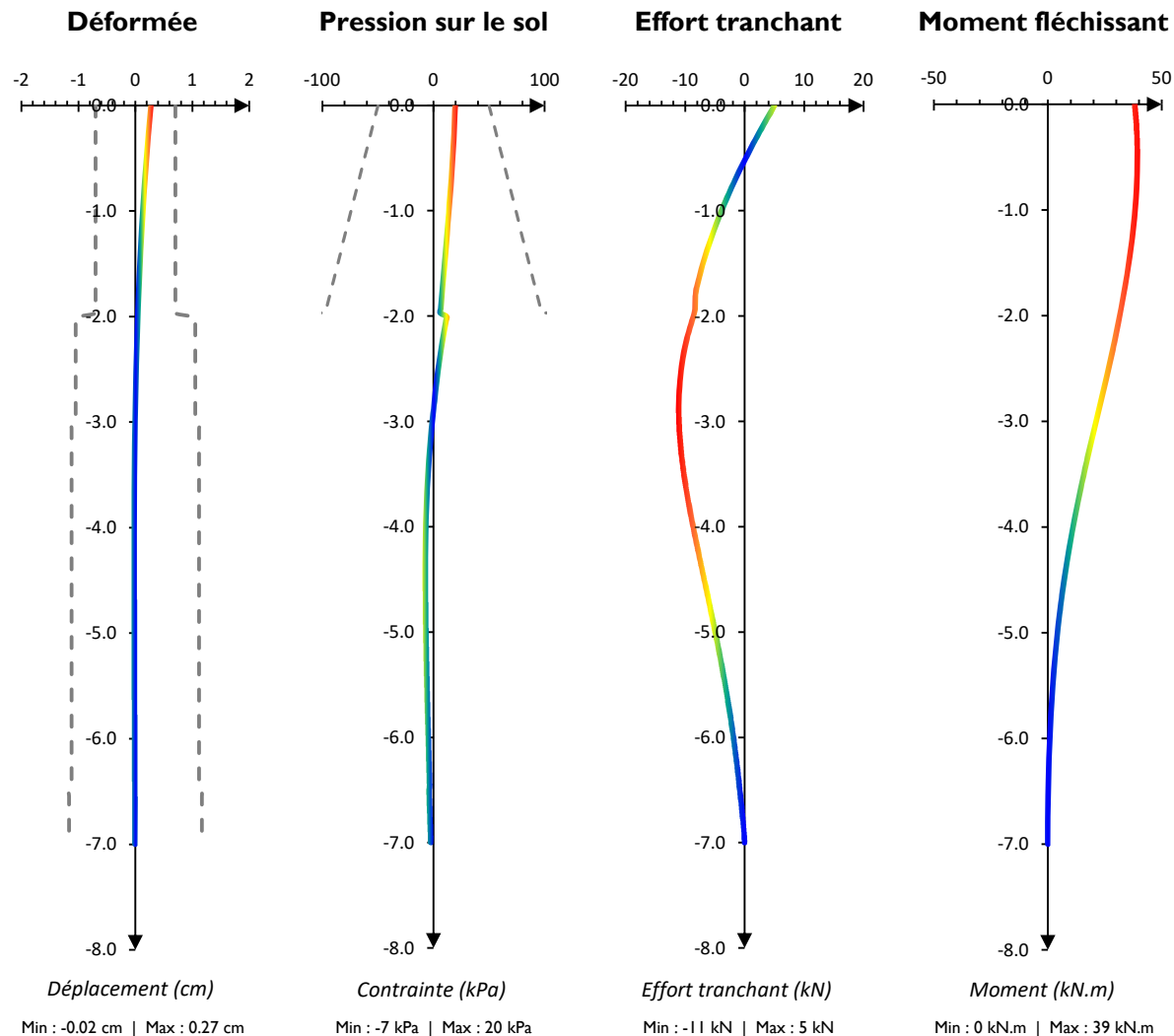
Effort horizontal	$H = 5$ kN
Moment	$M = 38$ kN.m

Caractéristiques du sol

Calcul à ☒ court terme	Modèle de comportement du sol ⁽¹⁾
☐ long terme	☒ classique ☐ accidentel ☐ sismique
Minoration des caractéristiques du sol près de la surface ☒	
Type de sol en tête	frottant
Interaction avec pieux en avant dans le sens du déplacement ☐	
Interaction avec pieux perpendiculairement au déplacement ☐	
Présence d'un talus ☐	

Modèle de terrain

Cote toit (m)	α	E_M (MPa)	K_f calc (MPa)	p_f^* (MPa)
0	0.67	2	7.4	0.1
-2	0.67	4	14.9	0.3
-3	0.67	5	18.6	0.4
-6.5	0.67	6	22.3	0.5
-10	0.5	14	62.9	1



Caractéristiques de la fondation

☒ Pieu	☒ Libre en tête
☐ Micropieu	☐ Encastré en tête
Hauteur du pieu	$h = 7$ m
Hauteur libre	$h_{\text{libre}} = 0$ m
Diamètre de forage	$B = 520$ mm

Rigidité en flexion du pieu

Valeur calculée ☒	$EI = 71\,782$ kN.m ²
Module de déformation du béton	$E = 20\,000$ MPa

Efforts en tête pondérés

Effort horizontal	$H = 7$ kN
Moment	$M = 56$ kN.m

Caractéristiques du sol

Calcul à ☒ court terme	Modèle de comportement du sol ⁽¹⁾
☐ long terme	☒ classique ☐ accidentel ☐ sismique

Minoration des caractéristiques du sol près de la surface ☒

Type de sol en tête **frottant**

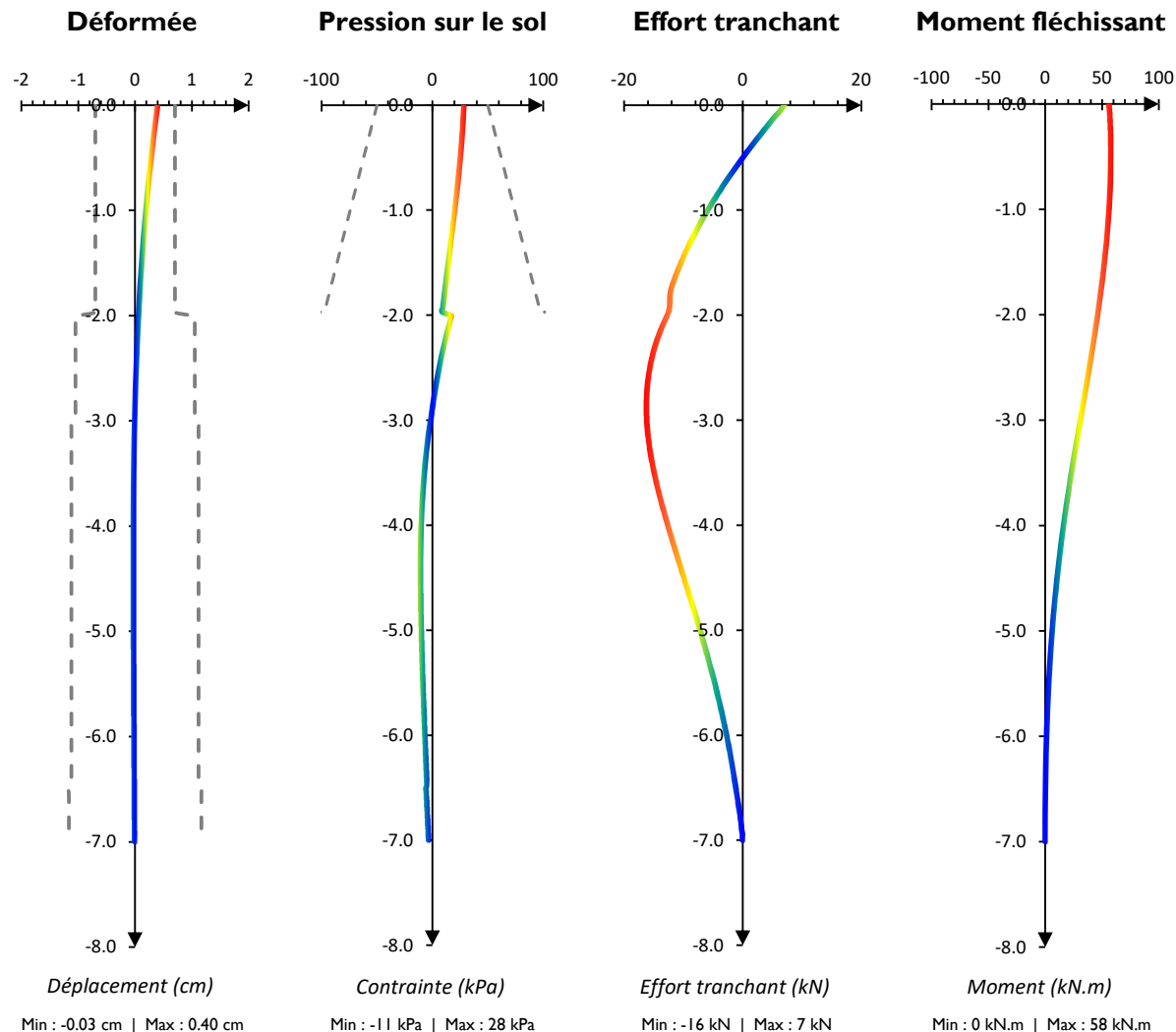
Interaction avec pieux en avant dans le sens du déplacement ☐

Interaction avec pieux perpendiculairement au déplacement ☐

Présence d'un talus ☐

Modèle de terrain

Cote toit (m)	α	E_M (MPa)	K_f calc (MPa)	p_f^* (MPa)
0	0.67	2	7.4	0.1
-2	0.67	4	14.9	0.3
-3	0.67	5	18.6	0.4
-6.5	0.67	6	22.3	0.5
-10	0.5	14	62.9	1



Le sol n'est pas plastifié



www.groupefondasol.com

AGENCE DE CAEN

8, rue Abo Volo
14120 MONDEVILLE

☎ 02.31.74.31.31.
✉ caen@groupefondasol.com