

RAPPORT

Étude Géotechnique de conception

Mission G2 phase PRO

CREATION D'UN POSTE DE RELEVAGE - PR TROU D'EAU - RESTAURANT LE CHOKA

SAINT-PAUL (97460)

Route de Saint-Pierre

DEMANDEUR : CONSERVATOIRE DU LITTORAL

Référence : 26037-1269				Mission G2 phase PRO		
Version	Date	Modifications Observations	Nbre pages Texte + annexes	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
01	29/06/26	Première Version	66 pages + 6 annexes	J.-P. BOUCHET	C. ARNOUX	C. ARNOUX
02						
03						
04						

Nb : La version la plus récente de la même mission, annule et remplace les versions précédentes.

LACQ GROUPE GEOTEC
17 Impasse François de Mahy
97 430 Le Tampon
Tél : 0262.27.30.98
Fax : 0262.32.87.95
Mail : agence.reunion@geotec.fr

SOMMAIRE

1. CADRE D'INTERVENTION 6
1.1 INTERVENANTS ET GENERALITES 6
1.2 DESCRIPTION DU PROJET 7
1.3 HYPOTHESES 8
1.4 DOCUMENTS DE REFERENCE - DOCUMENTS REÇUS 9
1.5 CATEGORIE GEOTECHNIQUE - CLASSE DE REFERENCE 11
1.6 MISSION GEOTECHNIQUE 13
1.7 DATE D'INTERVENTION ET DE VALIDITE DU RAPPORT 16
1.8 REMARQUES 16
2. DESCRIPTION DU SITE, ZIG, RISQUES, INCERTITUDES ET METHODE OBSERVATIONNELLE 18
2.1 LE SITE 18
2.2 ZIG, INCERTITUDES ET RISQUES RESIDUELS 19
2.2.1 Définition de la ZIG (Zone d'influence géotechnique, NF P94-500) 19
2.2.2 Incertitudes 22
2.2.3 Risques résiduels 23
2.3 METHODE OBSERVATIONNELLE 23
3. HISTORIQUE DU SITE, CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE, MORPHOLOGIE, RISQUES NATURELS 25
3.1 HISTORIQUE DU SITE 25
3.2 CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE 27
3.2.1 Géologie 27
3.2.2 Hydrogéologie 30
3.2.3 Sismicité 32
3.2.4 Morphologie 32
3.2.5 Données climatiques 32
3.3 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES 34
3.3.1 Risque inondation 35
3.3.2 Risque mouvements de terrain 35
3.3.3 Risque PPR Littoral 36
3.3.4 Exposition au gonflement des argiles 37
3.3.5 Risque radon 37
3.3.6 Cadre réglementaire 37
3.3.7 Synthèse des risques 38
3.4 POLLUTION 39
4. MOYENS MIS EN ŒUVRE 40
4.1 RECONNAISSANCE DE SITE 40
4.2 SONDAGE DESTRUCTIF POUR ESSAIS PRESSIOMETRIQUES 40
4.3 RECONNAISSANCE DE FONDATIONS 40
4.4 RAPPORT GEOTECHNIQUE 41

5. ANALYSE DES RECONNAISSANCES 42
5.1 GENERALITES 42
5.2 SYNTHESE DES RECONNAISSANCES 42
5.2.1 Géologie 43
5.2.2 Hydrogéologie 44
5.2.3 Géotechnique - Essais pressiométriques 44
5.3 RECONNAISSANCE DES FONDATIONS EXISTANTES 45
5.4 PARAMETRES INTRINSEQUES 46
5.5 RISQUES SISMIQUES - DONNEES SISMIQUES REGLEMENTAIRES 47
6. ADAPTATION DU PROJET AU SOL - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES 49
6.1 LE PROJET 49
6.2 GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE 49
6.3 HYDROGEOLOGIE 49
6.4 IMPLANTATION - POSITIONNEMENT DES OUVRAGES 49
6.5 AVOISINANTS - EXISTANTS 49
6.6 FONDATIONS DES OUVRAGES 49
6.7 SENSIBILITE AUX ALEAS 51
7. TERRASSEMENTS 52
7.1 CONTRAINTES DU SITE 52
7.2 EXTRACTION 52
7.3 PENTE DES TALUS 53
7.4 REEMPLOI DES MATERIAUX DU SITE EN REMBLAI 53
7.5 MISE EN ŒUVRE DES REMBLAIS ET DE LA COUCHE DE FORME 54
7.5.1 Remblais 54
7.5.2 Couche de forme 54
7.5.3 Essais de contrôle 54
7.6 TRAFICABILITE EN PHASE CHANTIER 55
7.7 MISE HORS D'EAU 56
7.7.1 Préambule réglementaire 56
7.7.2 Phase provisoire 56
7.7.3 Phase définitive 57
8. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES 58
8.1 FONDATIONS DES OUVRAGES 58
8.1.1 Principes de fondation - Niveaux d'assise 58
8.1.2 Contraintes limites de calcul (EC7) 58
8.1.3 Excentricité de la charge - Glissement 59
8.1.4 Estimation des tassements (selon annexe H de la norme NF P94-261) 60
8.1.5 Sujétions d'exécution 61
8.1.6 Précautions vis-à-vis des existants 62
8.2 STABILITE GENERALE 63

9. CONCLUSIONS 64

Liste des figures

Figure 1 - Plan de localisation du poste de refoulement transmis par le maître d'ouvrage 7
Figure 2 - Extrait du plan d'implantation des travaux projetés. 7
Figure 3 - Vue aérienne avec extrait cadastral (source : Géoportail) 18
Figure 4 - Extrait du plan topographique de l'existant (source : Géomètre Topographe) 18
Figure 5 - Photographies du site (source : LACQ Groupe GEOTEC - 25/03/2026) 19
Figure 6 - Définition de la ZIG (pointillés rouge) 20
Figure 7 - Photographie aérienne du site (1949) 25
Figure 8 - Photographie aérienne du site (2000) 26
Figure 9 - Photographie aérienne du site (2017) 26
Figure 10 - Photographie aérienne du site (2025) 27
Figure 11 - Carte géologique du site (BRGM - 2006) 27
Figure 12 - Carte géologique du site (BRGM - 1974) 28
Figure 13 - Carte Morpho pédologique (CIRAD - Raunet 1988) 29
Figure 14 - Carte des données de la BSS (Source : BRGM) 30
Figure 15 - Etat qualitatif des masses d'eaux 31
Figure 16 - PPR et ZSR - Données élaborées par LACQ Groupe GEOTEC à partir des données de l'ARS de La Réunion (2025) 31
Figure 17 - Carte des altitudes 32
Figure 18 - Carte des vents à la Réunion 33
Figure 19 - Carte de la pluviométrie annuelle à la Réunion 34
Figure 20 - Extrait PPR inondation (Source : DEAL Carmen) 35
Figure 21 - Extrait PPR mouvements de terrain (Source : DEAL Carmen) 35
Figure 22 - Extrait PPRL submersion marin) (Source : DEAL Carmen) 36
Figure 23 - Extrait PPRL Recul du trait de côte (Source : DEAL Carmen) 36
Figure 24 - Extrait PPRL approuvé (Source : DEAL Carmen) 38
Figure 25 - Graphes de pl* et EM, par formation étudiée 45
Figure 26 - Principe de l'effet « silo » 47
Figure 27 - Module EV2 long-terme à obtenir en fonction de la plate-forme visée et de l'arase de terrassement 55
Figure 28 - Synoptique des PST et des Arases (GTR 2023) 56
Figure 29 - Répartition des tassements pour un radier rigide circulaire de 2,00 m de diamètre sous une charge de 65 kPa ELS QP 60
Figure 30 - Fondations décalées (figure 8.1 de la NF P94-261) 62

Liste des tableaux

Tableau 1 - Liste des documents fournis 11
Tableau 2 - selon le tableau 2.1. de la norme NF EN 1990 (EC-0) 11
Tableau 3 - Définition des classes de conséquence (cf. tableau B.1 de la norme NF EN 1990 (EC-0)) 12
Tableau 4 - Catégories géotechniques en fonction des classes de conséquences et des conditions de site et bases des justifications (cf. tableau P.3.1 de la norme NF P94 262) 12
Tableau 5 - Tableau B3 de la norme EN 1990 12
Tableau 6 - Tableau B4 de la norme EN 1990 12
Tableau 7 - Tableau B5 de la norme EN 1990 13
Tableau 8 - Avancement des missions selon la norme NF P94-500 14
Tableau 9 - Sensibilité des ouvrages 21
Tableau 10 - Tableau récapitulatif des risques 34
Tableau 11 - Synthèse des risques naturels et anthropiques 38

Tableau 12 - Sondage pressiométrique 40
Tableau 13 - Coordonnées des sondages 42
Tableau 14 - Valeurs retenues Xk pour Pl* et E_M 45
Tableau 15 - Valeurs moyennes des paramètres intrinsèques 46
Tableau 16 - Exigences sur l'ouvrage en fonction de la catégorie d'importance et de la zone de sismicité selon l'arrêté du 22 Octobre 2010 48

ANNEXES

Annexe	Nombre de pages	Objet de l'annexe
01	1	Plan de situation
02	2	Plan d'implantation des sondages
03	2	Sondages et essais
04	8	Dimensionnement des fondations
05	3	Eléments à transmettre en mission G3
06	6	Missions normalisées

Le présent rapport et ses 5 annexes constituent un tout indissociable.

A compter du paiement intégral du prix, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, à condition de respecter et faire respecter les limites d'utilisations des résultats qui figurent au rapport, et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

1. CADRE D'INTERVENTION

1.1 INTERVENANTS ET GENERALITES

A la demande du **CONSERVATOIRE DU LITTORAL** assisté par **HYDRETUDES**, **LACQ Groupe GEOTEC** a réalisé la présente étude géotechnique type mission G2 phase PRO dans le cadre des travaux concernant la **CREATION D'UN POSTE DE RELEVAGE - PR TROU D'EAU - Restaurant Le Choka**, sur la commune de **SAINT-PAUL**.

Cette étude a pour objet de définir :

- Le contexte géologique et hydrologique,
- Les caractéristiques géotechniques des terrains en place,
- Les conditions de réalisation de la couche de forme,
- Les conditions de fondations du poste de refoulement,
- Les modalités de terrassements et drainage.
- Nos conclusions sont basées sur :
    - La reconnaissance visuelle du site,
    - L'étude de sa géologie,
    - Des sondages et des essais géotechniques.

Récapitulatif

Nom de l'opération : **CREATION D'UN POSTE DE RELEVAGE - PR TROU D'EAU - Restaurant Le Choka**

Commune : **SAINT-PAUL (97460)**

Client : **CONSERVATOIRE DU LITTORAL**

Notre étude correspond aux étapes N° 1 et 2 de la norme NF P94-500 de Novembre 2013 et gardera un caractère général propre à la phase de conception et ne constitue pas un document d'exécution. Elle vise à cerner les aléas majeurs et donner des exemples de dimensionnement.

Conformément à la norme NF P94-500, la présente étude (G2 phase PRO) conserve un caractère partiel. La validation définitive du dimensionnement reste en effet suspendue à la communication d'éléments exogènes indispensables, définis notamment au §8.4 de la norme NF P94-500, qui n'ont pas été transmis à ce jour :

- Les torseurs des efforts ;
- Les sollicitations sismiques au droit des fondations ;
- Les efforts de la situation de projet accidentelle (ELA ou ELU Vent extrême) au droit des fondations ;
- Les profils, les plans détaillés et coupes du projet ;
- Le niveau d'assise, la géométrie et constitution des fondations des existants, ainsi que les déformations acceptables pour ces ouvrages ;
- Les exigences précises de performance et de limitation de déformation des ouvrages projetés, …

1.2 DESCRIPTION DU PROJET

Le présent projet, mené par Le Conservatoire du Littoral Délégation Outre-Mer, assisté par HYDRETUDES, consiste en la renaturation de la parcelle du Conservatoire du Littoral à Trou d'Eau (commune de SAINT-PAUL).

Dans ce cadre, il est prévu la mise en place d'un poste de relevage destiné à assurer l'évacuation des eaux usées du restaurant le Choka.

Les travaux consistent en :

- La réalisation d'un ouvrage enterré de type poste de relevage comprenant :
  - une bâche de reprise de 1 m de diamètre intérieur et de 2,0 m de profondeur,
  - une chambre de vanne,

  Ces ouvrages seront enterrés à environ 2,3 m / 2,5 m de distance du pied du muret de soutènement.
- La mise en place d'un bac à graisse en lieu et place de l'existant en amont du muret.
- La mise en place d'un palan.



Figure 1 - Plan de localisation du poste de refoulement transmis par le maître d'ouvrage

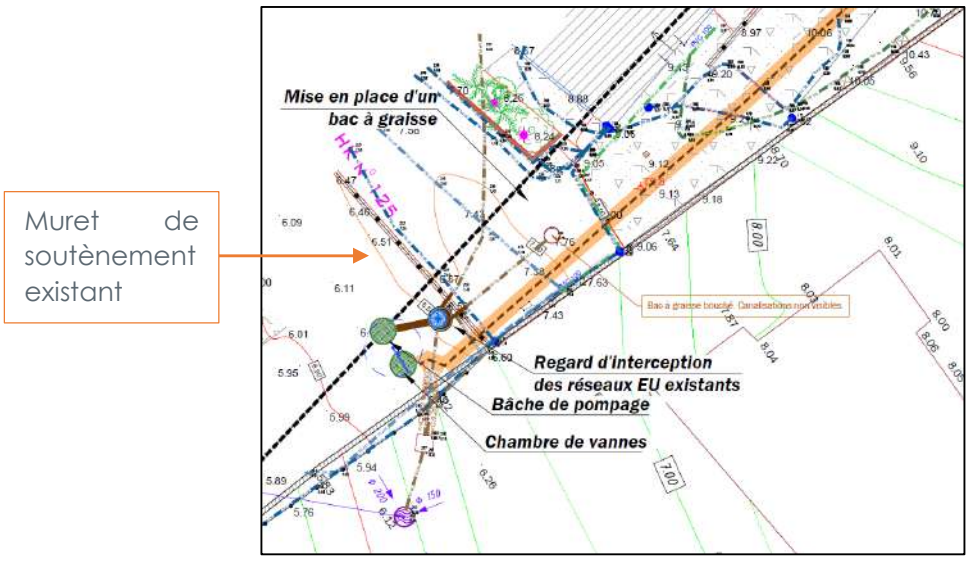


Figure 2 - Extrait du plan d'implantation des travaux projetés.

1.3 HYPOTHESES

Sollicitations nouvelles appliquées aux fondations du poste de refoulement

Les charges et les surcharges ne sont pas clairement définies ainsi que les tolérances de déformation, de déplacements, de tassements, le degré de protection requis vis-à-vis des infiltrations d'eau, le degré de protection requis vis-à-vis des séismes (classe d'ouvrage) et les autres contraintes générales liées à l'exploitation (Cf. 8.2.1, 8.31 et 8.4.1 de la norme NF P94-500 de Novembre 2013).

En l'absence de données précises, une estimation des charges est réalisée pour les besoins de la présente étude sur la base du mail d'HYDRETUDES transmis le 18/06/2026.

L'aménagement se compose de plusieurs ouvrages fondés séparément :

- La bâche de relevage : ouvrage circulaire (Ø 1,0 m) en polyester armé fondé à environ 2,00 m de profondeur ((2.50 m sur le modèle série). Les charges permanentes (G), comprenant le poids de la cuve en polyester, des pompes et du béton de lestage minimum requis, sont estimées sur la base des données du fournisseur à 43 kN.

  Le poids de la cuve ne nous a pas été indiqué mais pour une station Flygt en polyester armé fibre de verre qualité marine de 1,00 m de diamètre intérieur et 2,5 m de hauteur, celui-ci est d'environ 380 kg auquel il faut ajouter le poids des pompes d'environ 200 kg et selon les données fournisseurs un volume moyen de 1,5 m³ de béton (lest) donc 3750 kg soit un total de 4330 kg ou environ 4,33 T (43 kN) sur une surface d'environ 4 m² (un carré de 2,0 m de côté) équivalent à environ 10,75 kN/m².

  Les charges d'exploitation (Q), correspondant au poids maximal des effluents, sont estimées pour une hauteur maximale de 2,00 m à 21 kN. (En fonctionnement : si rempli d'effluent et hauteur 2.00 m : 1.57 m³. Donc poids total estimé à 2.1 tonnes).

  La charge totale (G+Q) de 64 kN.

- La chambre des vannes : ouvrage rectangulaire en béton fondé sur un radier à environ 2,0 m de profondeur.

  Les charges permanentes (G) (poids propre de l'ouvrage en béton) sont estimées à 120 kN.

  Les charges d'exploitation (Q) (personnel et matériel de maintenance) sont estimées à 20 kN.

  La charge totale (G+Q) de 140 kN.

Pour la bâche et la chambre des vannes, on considérera une contrainte répartie maximale de 65 kPa (ELS).

- Le palan est donné pour 190 kg.

L'ensemble de ces charges verticales et des actions associées (telles que la poussée des terres sur les parois enterrées) devra être déterminé pour le dimensionnement géotechnique des fondations en mission G3, notamment pour les vérifications de la capacité portante et l'estimation des tassements différentiels entre les ouvrages.

Actions sismiques

Le projet se situe sur la commune de SAINT-PAUL à La Réunion, territoire classé en zone de sismicité 2 (faible) selon le décret N° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

L'accélération nominale de calcul au rocher (agr) correspondant à la zone sismique : 0,7 m/s².

Concernant l'importance de l'ouvrage, il est retenu une catégorie I au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010, sauf confirmation contraire par le maître d'ouvrage.

Surcharges sur réseaux enterrés à créer

Les réseaux enterrés seront soumis aux charges induites par le trafic routier circulant en surface. Les vérifications de résistance des conduites sous charges roulantes devront être effectuées par les entreprises ou bureaux d'études spécialisés, en considérant les charges définies par l'Eurocode 1 - partie 2 (NF EN 1991-2) et son annexe nationale, notamment les systèmes de charges LM1 (tandem TS et charges UDL) ou les anciens systèmes type Bc selon le Fascicule 61, titre II, en fonction de la position sous chaussée ou accotement. Les hypothèses de profondeur de couverture et de conditions de pose seront également déterminantes et devront respecter les normes produits (Fascicule 71 pour l'adduction d'eau). Cette vérification ne fait pas partie de notre mission.

Conditions hydrogéologiques pour les calculs

Sur la base des investigations réalisées, nous faisons l'hypothèse que le niveau de la nappe se situe à une profondeur suffisante pour ne pas influencer significativement la stabilité des terrassements et des ouvrages de soutènement prévus, ni la portance des fondations superficielles.

Toutefois, pour les Poussées hydrostatiques sur les ouvrages enterrés , le dimensionnement doit prendre en compte une saturation ponctuelle des remblais de tranchée en période cyclonique (considérant une densité saturée des sols de 21 kN/m³).

Caractéristiques du béton du radier ou du châssis speed de la bâche

Le module du béton retenu est de 20 000 MPa. Pour un radier ou un dallage en béton, le coefficient de Poisson v du béton est compris entre 0 et 0,2 selon le degré de fissuration. On retient 0,20.

- E = 10 000 MPa pour un chargement de longue durée ;
- E = 20 000 MPa pour des durées de chargement intermédiaires ;
- E = 30 000 MPa pour un chargement instantané.

1.4 DOCUMENTS DE REFERENCE - DOCUMENTS REÇUS

Les principaux textes de référence utilisés pour la rédaction de ce rapport sont les suivants :

- NF EN ISO 14688-1 : Reconnaissance et essais géotechniques - Identification et classification des sols - Partie 1 : identification et description (02-2018)
- NF EN ISO 14688-2 : Reconnaissance et essais géotechniques - Identification et classification des sols - Partie 2 : principes pour une classification (02-2018)
- NF EN ISO 14689 : Reconnaissance et essais géotechniques - Identification, description et classification des roches (02-2018)
- XP 94-010 : Sols : reconnaissance et essais - Glossaire géotechnique - Définitions - Notations - Symboles (12-1996)
- Norme NF P 11-300 : Terrassements - Classification complémentaire des matériaux de terrassement (01-2025)
- Guide des terrassements routiers (GTR 92 - réédition 2000)
- Guide des terrassements des remblais et des couches de forme : fascicule 1 - Principes généraux (05-2023)
- Guide des terrassements des remblais et des couches de forme : fascicule 2 - Annexes techniques (05-2023)
- NF EN ISO 22475-1 : Reconnaissance et essais géotechniques (Mars 2000)
- Méthodes de NF P 03-100 : Critères généraux pour la contribution du contrôle technique à la prévention des aléas techniques dans le domaine de la construction (02-2026)

- NF EN ISO 22475-1 : Reconnaissance et essais géotechniques - Méthodes de prélèvement et mesurages piézométriques - Partie 1 : Principes techniques des travaux (indice de classement : P 94-510-1) (03-2007)
- NF EN ISO 22476-4 : Reconnaissance et essais géotechniques - Essais en place - Partie 4 : essai pressiométrique dans un forage préalable selon la procédure Ménard (09-2021)
- NF P 94-110-1 : Sols - reconnaissance et essais - Essai pressiométrique Ménard - Partie 1 : essai sans cycle (01-2000), NORME ANNULEE
- Norme NF P94-261 : Justification des ouvrages géotechniques - Fondations superficielles (06-2013)
- Norme NF P94-261/A1 : Justification des ouvrages géotechniques - Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles - Amendement (02-2017)
- Norme NF P94-270 : Calcul géotechnique - ouvrages de soutènement - Remblais renforcés et massifs en sol cloué (10-2020)
- Norme NF P94-281 : Calcul géotechnique - ouvrages de soutènement - Murs (04-2014)
- Norme NF P94-282 : Calcul géotechnique - ouvrages de soutènement - Ecrans (03-2009)
- NF EN 1997-1 : Eurocode 7 : Calcul géotechnique - Partie 1 : Règles générales (Indice de classement : P 942511) (08-2011)
- NF EN 1997-2 : Eurocode 7 : Calcul géotechnique - Partie 2 : Reconnaissance des terrains et essais (indice de classement : P 94-252-1) (09-2007)
- Norme NF EN 1998-1 : Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance au séisme - Partie 1 : Règles générales (09-2005)
- Décret N°2010 - 1254 du 22 octobre 2010 : Prévention du risque sismique ;
- Décret N° 2010-1255 du 22 octobre 2010 : portant délimitation des zones de sismicité du territoire français
- Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »
- Arrêté du 26 octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la classe dite « à risque normal »

Les sites internet et base de données consultés sont les suivants :

- GEOPORTAIL (www.geoportail.gouv.fr) : Vue aérienne et contexte topographique du site ;
- RISQUES NATURELS (www.risquesnaturels.re) : Informations relatives au risque d'inondation par remontée de nappe et glissement de terrain ;
- INFOTERRE (www.infoterre.brgm.fr) : Informations relatives à la géologie, aux aléas et mouvements de terrains recensés (glissement, chute, éboulement, effondrement, coulée, érosion) ;
- GEORISQUES (www.georisques.gouv.fr) : Site du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEEDDAT) ;
- ORE (www.donnees.eaureunion.fr) : Site de l'Office de l'Eau Réunion.

Les documents qui nous ont été transmis sont les suivants :

N°	Document	Référence	Date	Établi par	Echelle
1	Plan d'implantation des travaux projetés	H26-160 AMO Raccordement Chocka	07/04/2026	HYDRETUDES - Océan Indien	1/200
2	Plan de localisation - PR Choka	-	19/03/2026	HYDRETUDES - Océan Indien	-
3	Plan topographique	3550_CONSERVATOIRELITTORAL_Choka	08/10/2025	Géomètre	1/200
4	Plan des réseaux	3550_ChokaBleu_Réseaux_IND0	23/10/2025	Géomètre	1/200
5	Mail d'HYDRETUDES	/	18/06/2026	HYDRETUDES	

Tableau 1 - Liste des documents fournis

1.5 CATEGORIE GEOTECHNIQUE - CLASSE DE REFERENCE

Selon la norme NF EN 1997-1 complétée par l'Annexe N de la NF P 94-261, afin d'établir les exigences minimales de calcul relatives à l'ampleur et au contenu des reconnaissances géotechniques, la complexité de chaque ouvrage doit être identifiée ainsi que les risques associés à sa construction en fonction des conditions de site et des conséquences de la ruine ou de l'endommagement de l'ouvrage à construire et en tenant en compte également la durée d'utilisation de l'ouvrage.

La durée de vie du projet est fixée à 50 ans (Catégorie de durée d'utilisation de projet au sens de la NF EN 1990).

L'annexe de la NF EN 1990/A1/NA recommande une durée de vie de 50 ans pour les structures courantes et 100 ans pour les ponts.

Catégorie de durée d'utilisation de projet	Durée indicative d'utilisation de projet (années)	Exemples
1	10	Structures provisoires [a)]
2	10 à 25	Eléments structuraux remplaçables, par exemple poutres de roulement, appareils d'appui
3	15 à 30	Structures agricoles et similaires
4	50	Structures de bâtiments et autres structures courantes
5	100	Structures monumentales de bâtiments, ponts, et autres ouvrages de génie civil

a) Les structures ou parties de structures qui peuvent être démontées dans un but de réutilisation ne doivent normalement pas être considérées comme provisoires.

Tableau 2 - selon le tableau 2.1. de la norme NF EN 1990 (EC-0)

La catégorie ainsi que la classe de conséquence de l'ouvrage ne nous ont pas été transmises, nous prendrons comme hypothèse que le projet étudié est classé en catégorie géotechnique 2 et en classe CC2, classe à confirmer par le maître d'ouvrage.

Classe de conséquences	Description	Exemples de bâtiments et de travaux de génie civil
CC3	Conséquence élevée en termes de perte de vie humaine, ou conséquences économiques sociales ou d'environnement très importantes	Tribunes, bâtiments publics où les conséquences de la défaillance seraient élevées (par exemple salle de concert)
CC2	Conséquence moyenne en termes de perte de vie humaine, conséquences économiques sociales ou d'environnement considérables	Bâtiments résidentiels et de bureaux, bâtiments publics où les conséquences de la défaillance seraient moyennes (par exemple bâtiment de bureaux
CC1	Conséquence faible en termes de perte de vie humaine et conséquences économiques sociales ou d'environnement faibles ou négligeables	Bâtiments agricoles normalement inoccupés (par exemple, bâtiments de stockage, serres)

Tableau 3 - Définition des classes de conséquence (cf. tableau B.1 de la norme NF EN 1990 (EC-0))

CLASSE DE CONSEQUENCE	CONDITIONS DE SITE	CATEGORIE GEOTECHNIQUE [a]	BASE DES JUSTIFICATIONS
CC1	Simples et connues	1	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative admises
	Complexes	2	Reconnaissance géotechnique et calculs nécessaires
CC2	Simples	2	
	Complexes	3	Reconnaissance géotechnique et calculs approfondis
CC3	Simples ou complexes	3	

[a] il n'y a pas de règles établies pour le choix de la catégorie géotechnique. En pratique toutefois, on considère qu'un ouvrage fondé sur pieux relève au moins de la catégorie 2, et on classe en catégorie géotechnique 3 les ouvrages établis dans un site instable, ou dans des conditions de risques sismiques importantes, ou dans des sols évolutifs ou sensibles, les ouvrages nucléaires, stockage GNL, etc.

Tableau 4 - Catégories géotechniques en fonction des classes de conséquences et des conditions de site et bases des justifications (cf. tableau P.3.1 de la norme NF P94 262)

La fiabilité selon l'article 2.2 et l'annexe B de l'EN 1990 est donc :

- Classe de conséquence : CC2 = conséquence moyenne en termes de perte de vie humaine, conséquences économiques, sociales ou d'environnements élevés ;
- Classe de fiabilité : RC2 associé à la CC2 ;

Coefficient K_{FI} pour les actions	**Classe de fiabilité**		
	RC1	RC2	RC3
K_{FI}	0,9	1,0	1,1

Tableau 5 - Tableau B3 de la norme EN 1990

- Supervision du projet : DSL3 = supervision élargie, prévoyant un contrôle par tierce partie, assuré par un organisme différent de celui qui a réalisé le projet ;

Niveaux de supervision de projet	**Caractéristiques**	**Exigences minimales recommandées pour le contrôle des calculs, des plans et des spécifications**
DSL3 lié à RC3	Supervision élargie	Contrôle par tierce partie : Contrôle réalisé par un organisme différent de celui qui a préparé le projet
DSL2 lié à RC2	Supervision normale	Contrôle réalisé par des personnes différentes de celles initialement responsables et en conformité avec la procédure de l'organisme.
DSL1 lié à RC1	Supervision normale	Auto-contrôle : Contrôle réalisé par la personne qui a préparé le projet

Tableau 6 - Tableau B4 de la norme EN 1990

- Contrôle pendant l'exécution : IL3 = contrôle étendu, par tierce partie.

Niveaux de contrôle	Caractéristiques	Exigences
IL3 Lié à RC3	Contrôle étendu	Contrôle par tierce partie
IL2 Lié à RC2	Contrôle normal	Contrôle conforme aux procédures de l'organisme
IL1 Lié à RC1	Contrôle normal	Auto-contrôle

Tableau 7 - Tableau B5 de la norme EN 1990

Conformément au guide technique CEREMA « Application des Eurocodes par le Maître d'Ouvrage », les choix suivants sont préconisés :

- Classes de fiabilité : RC2 (classe intermédiaire) sauf ouvrages très particuliers. Cette classe prévoit l'application sans modification des facteurs partiels de sécurité prévus dans les Eurocodes.
- Niveau de supervision du projet : DSL3 : supervision élargie, prévoyant un contrôle par tierce partie, assuré par un organisme différent de celui qui a réalisé le projet
- Niveau de contrôle pendant l'exécution : IL3 : contrôle étendu, par tierce partie.

En effet, pour ces ouvrages, il est plus économique et plus sûr d'être très exigeant sur la supervision du projet (DSL3) et le contrôle de l'exécution (IL3) **que de majorer les actions ou les coefficients partiels de sécurité.**

1.6 MISSION GEOTECHNIQUE

Selon la norme NF P 94-500 de Novembre 2013, relative à la classification des missions géotechniques type, cette étude est une mission de niveau G2 (phase PRO) à savoir qu'elle vise à :

- Définir les caractéristiques mécaniques des sols à prendre en compte pour le dimensionnement des ouvrages,
- Fournir les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment fondations),
- Fournir une identification des risques géologiques résiduels,
- Définir éventuellement un programme d'investigations complémentaires,
- Définir les contrôles à prévoir,
- Elaborer une synthèse géotechnique avec mention des aléas et incertitudes à réduire éventuellement lors des études ultérieures.

L'objet de la présente mission G2 phase PRO est théoriquement de vérifier la mission G2 AVP relative à la solution technique retenue par la maîtrise d'œuvre, et le cas échéant de définir et préciser les adaptations rendues nécessaires. La mission G2 phase PRO valide les hypothèses de la mission G2 AVP et justifie la conception des fondations et du projet.

Elle s'est attachée plus particulièrement à :

- faire une enquête bibliographique et documentaire sur le cadre géotechnique du site,
- définir un programme de reconnaissance et d'étude, suivre, adapter et contrôler son exécution, expliciter les recherches, les investigations et les essais réalisés dans le cadre du programme,
- établir une synthèse géologique et hydrogéologique du site,

- évaluer les risques liés aux aléas géologiques, ainsi qu'une première approche de l'étendue des terrains et avoisinants susceptibles d'être concernés,
- hiérarchiser les risques,
- définir la situation du projet vis-à-vis du PPR,
- définir les caractéristiques géotechniques des matériaux,
- définir la ZIG (zone d'influence géotechnique) en précisant le cas échéant la nature des avoisinants,
- définir les principes généraux d'adaptation du projet au terrain,
- définir les méthodes de traitement des risques,
- définir les types de fondations envisageables pour le poste de relevage et la chambre de vannes en fonction des éléments communiqués,
- définir les sujétions d'exécution des travaux de terrassement de masse (tenue des formations, stabilité des ouvrages avoisinants, …),
- fournir les recommandations des travaux de terrassement (purges, extraction, réemploi, mise en œuvre, compactage, rippabilité, …),
- définir les conditions de stabilité des talus à court terme et à long terme des talus,
- préciser les améliorations éventuelles de sols, la nature des purges et des éventuelles substitutions,
- définir les caractéristiques à prendre en compte pour le dimensionnement des ouvrages enterrés(angle de frottement, cohésion, densité, poussée, butée, …),
- dimensionner les fondations,
- préciser les dispositions à prendre vis à vis des nappes et avoisinants,
- définir éventuellement un programme d'investigations complémentaires,
- définir les contrôles à prévoir,
- élaborer une synthèse avec mention des aléas et incertitudes à réduire éventuellement lors des études ultérieures.

Etape	Etape 1		Etape 2			Etape 3				Sans objet
Missions normalisées NF P94-500 Novembre 2013	G1 ES	G1 PGC	G2 AVP	G2 PRO	G2 DCE/ACT	G3 Phase étude	G3 Phase suivi	G4 Phase étude	G4 Phase suivi	G5
Etape NF P94-500	ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)		ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)			ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)				
Présente mission LACQ	X	X	X	X						
Loi MOP	ESQ	AVP (PGC)	AVP	PRO	DCE/ACT	EXE	DET	VISA	DET/ AOR	DIAG/ DET
Phase avancement projet MO	X	X	X	X						
A la charge	Du maître d'ouvrage					De l'entreprise		Du maître d'ouvrage		

Tableau 8 - Avancement des missions selon la norme NF P94-500

Cette mission ne comprend pas les études géotechniques de conception (G2 phase DCE), les études et suivi d'exécution ou étude géotechniques de réalisation (G3) et le suivi géotechnique d'exécution (mission G4) indispensables à la poursuite du projet.

La norme NF P 94-500 de Novembre 2013 précise que l'enchaînement des missions géotechniques suit les phases d'élaboration du projet. En conséquence, comme indiqué ci-dessus, une étude géotechnique préalable (G1) permettra de lever une grande part des incertitudes par des investigations de terrains. Puis, l'étude géotechnique de conception (G2 AVP et G2 PRO), étude spécifique qui doit être prévue et intégrée dans le cadre de la mission de maîtrise d'œuvre, permettra de définir les méthodes d'exécution à retenir pour ces ouvrages spécifiques, avec une justification des dimensionnements, une évaluation des quantités, des délais et des coûts, ainsi que des incertitudes et des risques associés.

Cette étude est indispensable pour la finalisation du projet, la réduction des incertitudes et la consultation des entreprises : elle pourra nécessiter la réalisation d'investigations complémentaires.

Ces remarques font partie intégrante du rapport et doivent être prises en compte par la maîtrise d'œuvre dans l'analyse du projet.

Pour la bonne maîtrise des incertitudes géotechniques résiduelles et des risques associés, la supervision géotechnique d'exécution (mission G4) sera indispensable car elle permettra d'une part de s'assurer que les terrains effectivement rencontrés lors de la réalisation des fouilles ou des fondations correspondent bien à ceux mis en évidence par les investigations ponctuelles réalisées dans le cadre des études et d'autre part que leur comportement est bien conforme aux prévisions faites lors de l'établissement du projet et confirmées lors des études d'exécution.

Cette mission permet, en cas d'anomalie (liée aux incertitudes restantes ou à un aléa géotechnique tel des venues d'eau locales) détectée alors à temps, d'apporter les adaptations nécessaires pour atteindre les objectifs fixés en termes de comportement de l'ouvrage futur et de non atteinte à l'intégrité des ouvrages avoisinants.

Cette mission permet également de définir les suivis, les contrôles et les opérations d'entretien qu'il y a lieu de mettre en œuvre pour assurer la pérennité des ouvrages géotechniques.

L'objectif d'une étude géotechnique de projet (G2 phase PRO) est d'effectuer une identification des aléas majeurs et de donner les principes généraux pour en limiter les conséquences. L'étude géotechnique d'avant-projet contribue à la mise au point de l'avant-projet de l'ouvrage en définissant les hypothèses géotechniques à prendre en compte et les principes généraux de construction pour les ouvrages géotechniques ; elle exclut toute approche des quantités, délais et coûts.

Il convient de rappeler que les aspects suivants ne font pas partie de la mission :

- La reconnaissance d'éventuelles cavités et éventuels réseaux traversant la parcelle,
- Les études de pollutions (Les missions d'ingénierie géotechnique ne couvrent pas les études relatives à la pollution des terrains qui relèvent de la norme NF X 31-620),
- Le diagnostic amiante selon la norme NF X46-102 de Novembre 2020,
- La reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations,
- L'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale,
- L'étude du contexte hydraulique du site,
- L'étude d'incidence du projet sur son environnement,
- Les études géothermiques,
- L'étude de la fondation des ouvrages provisoires,

- Les délais, planning, quantités et coût d'exécution,
- Le dimensionnement des ouvrages géotechniques,
- Le suivi d'exécution et la participation à la réception des travaux.

Ce document n'est en aucun cas une étude de risque géologique au sens d'un PLU (plan local d'urbanisme) ou d'un PER (plan d'exposition aux risques) par exemple. Il n'est pas conçu pour servir dans le cadre de l'instruction d'un permis de construire pour lequel une étude spécifique liée aux éventuels risques géologiques du secteur concerné doit être le cas échéant entreprise.

1.7 DATE D'INTERVENTION ET DE VALIDITE DU RAPPORT

Les observations, sondages et essais ont été réalisés entre le 20/04/2026 et le 22/04/2026 :

- 20/04/2026 : réalisation de RF1
- Du 21/04/2026 au 22/04/2026 : réalisation de SP1
- 04/05/2026 : Rapport LACQ Groupe GEOTEC mission G1 + G2 AVP N° 26037-1235.

De nombreux éléments liés à la géologie, l'hydrogéologie, la géotechnique et l'environnement ont un caractère évolutif. De plus, l'évolution des connaissances techniques et scientifiques, ainsi que les modifications des technologies de construction peuvent rendre périmées nos conclusions.

Il en va de même des nouvelles lois ou jurisprudences qui peuvent modifier les obligations et responsabilités. Les conditions juridiques des contrats et des assurances sont modifiées en conséquence.

Le maître d'ouvrage devra par conséquent nous informer de la DROC (date réelle d'ouverture de chantier) et faire réactualiser le présent rapport en cas de modification du projet ou d'ouverture de chantier dans un délai de plus d'un an après la date d'émission du présent rapport.

Les conclusions de ce rapport sont valables pour un chantier ouvert dans le délai de moins d'un an après la date d'émission du présent rapport.

1.8 REMARQUES

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

- TN : terrain Naturel

Le référentiel retenu par le maître d'Ouvrage dans le cadre du présent projet sont Les Eurocodes 7 et 8.

Les pentes des talus sont données dans ce rapport sous la forme B/H (base/hauteur). Cette convention permet d'éviter toute ambiguïté avec la notation H/V (horizontal/vertical), la lettre H étant fréquemment interprétée à tort comme « hauteur », alors qu'elle désigne l'axe horizontal. Elle est appliquée dans la totalité du rapport.

Nota 1 : Conformément à la norme NF EN ISO 14688-1 (Tableau 5), la couleur des sols est décrite en utilisant une terminologie standardisée. Cette description s'appuie sur une hiérarchie se basant sur onze teintes primaires (Rouge, Rose, Orange, Jaune, Crème, Marron, Vert, Bleu, Blanc Gris et noir), un qualificatif secondaire de 8 chromas (Rougeâtre, Rosâtre, Orangeâtre, Jaunâtre, Brunâtre, Verdâtre, Bleuâtre, Grisâtre) et une luminosité éventuelle (clair ou sombre) pour assurer une caractérisation homogène et précise et normalisée.

Nota 2 : Conformément à la norme NF EN ISO 14688-2 (Tableaux 7 et 8), la consistance des matériaux cohérents (limons, argiles) est définie par une terminologie normalisée. Cette définition s'appuie sur cinq classes basées sur l'indice de consistance (Très mou (Ic < 0,25), Mou (Ic de 0,25 à 0,50), Ferme (Ic de 0,50 à 0,75), Dur (Ic de 0,75 à 1,00), Très dur (Ic > 1,00)) ou sur sept classes de résistance au cisaillement non drainée (Extrêmement faible (Cu < 10 kPa), Très faible (Cu de 10 à 20 kPa), Faible (Cu de 20 à 40 kPa), Moyenne (Cu de 40 à 75 kPa), Élevée (Cu de 75 à 150 kPa), Très élevée (Cu de 150 à 300 kPa) et Extrêmement élevée (Cu > 300 kPa)). Bien que non directement définies dans la norme, ces classes sont en pratique corrélées aux résultats d'essais in situ comme la pression limite pressiométrique (pl) pour une caractérisation géotechnique complète.

Nota 3 : Conformément à la norme NF EN ISO 14688-2 (Tableau 6), la densité des matériaux pulvérulents (sables, graves) est qualifiée par une terminologie standardisée. Cette définition s'appuie sur cinq classes de densité, directement corrélées à des plages de pression limite pressiométrique (pl) : Très lâche (pl < 0,3 MPa), Lâche (de 0,3 à 0,5 MPa), Moyennement dense (de 0,5 à 1,0 MPa), Dense (de 1,0 à 2,0 MPa) et Très dense (pl > 2,0 MPa). Cette approche permet une classification quantitative et normalisée de leur état de compacité.

2. DESCRIPTION DU SITE, ZIG, RISQUES, INCERTITUDES ET METHODE OBSERVATIONNELLE

2.1 LE SITE

Le terrain étudié se trouve au sud du quartier de La Saline Les Bains sur la commune de SAINT-PAUL (97460), le long de la route de Saint-Pierre.

Il correspond à la parcelle cadastrée section HK0125.

Le terrain est actuellement occupé par un restaurant. Au pied de sa terrasse est situé un muret de soutènement.

Le site présente une pente orientée vers l'ouest avec une altimétrie variant de 4,24 à 11,4 m NGR.

On trouvera ci-dessous des extraits du plan cadastral avec localisation du projet, du plan de l'existant (cf. document [3]) et des photographies du site.



Figure 3 - Vue aérienne avec extrait cadastral (source : Géoportail)

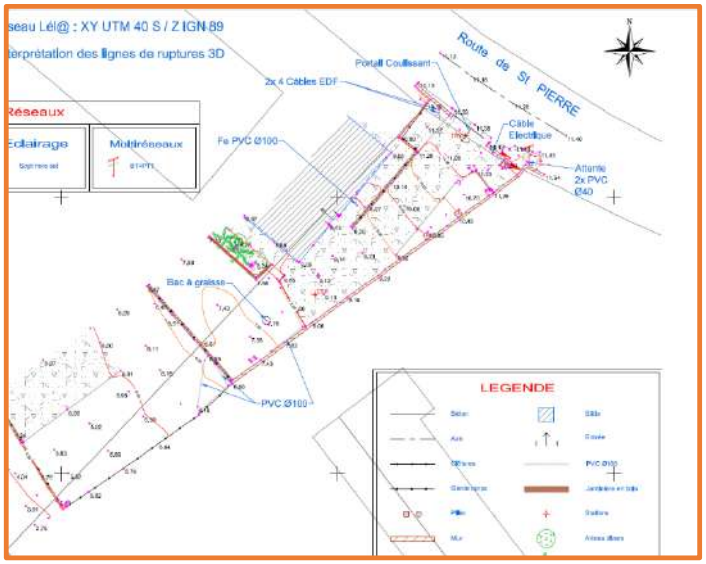


Figure 4 - Extrait du plan topographique de l'existant (source : Géomètre Topographe)



Figure 5 - Photographies du site (source : LACQ Groupe GEOTEC - 25/03/2026)

2.2 ZIG, INCERTITUDES ET RISQUES RESIDUELS

2.2.1 Définition de la ZIG (Zone d'influence géotechnique, NF P94-500)

Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement du terrain (du fait de sa réalisation et de son exploitation) et l'environnement (sols et ouvrages environnants).

Sa forme et son extension sont spécifiques à chaque site et chaque ouvrage et sont susceptibles d'évoluer selon les vérifications ultérieures, les choix constructifs et les méthodes d'exécution retenues à l'étape 2 projet et l'étape 3 exécution.

L'analyse des mouvements de sols dans l'emprise de la Z.I.G a pour objectif de définir la sensibilité des ouvrages (Peu sensible, sensible, très sensible) et donc de mettre en place les dispositions de surveillance et les moyens de confortement éventuellement nécessaires. La définition de l'emprise de la Z.I.G. permet ainsi de préciser les secteurs à surveiller et de définir les valeurs seuils des déformations (tassement absolu, tassement différentiel et déformation latérales).

Les étapes de description de la ZIG sont les suivantes conformément à la NF P94-500 :

- En G1 ES : Théoriquement pas abordée
- En G1 phase PGC : Indication générale
- En G2 AVP : Première approche de la ZIG
- **En G2 PRO : Définition de la ZIG**
- En G3 : Note d'impact des travaux sur la ZIG en termes de stabilité et d'hydrogéologie

(Sont développés dans ce chapitre les problèmes implicites liés à l'ouvrage et à la Z.I.G.)

Contexte du projet dans son environnement :

- Zone périurbaine à urbaine.
- Zone côtière,
- Présence d'existants (voirie, réseaux, restaurant sur la parcelle, …)
- Réalisation de fouilles et de terrassements pouvant atteindre plus de 2.5 m de profondeur.

Définition de la zone d'influence géotechnique (ZIG) :

Le site est en milieu périurbain. La ZIG du projet sera tenue pour sensible. La ZIG dépasse les limites du site étudié :

- « ZIG » proche : remblai/déblai à la périphérie des aménagements, tranchées
- « ZIG » éloignée : à la périphérie, pouvant engager la stabilité des terrains ainsi que des ouvrages existants, du fait de l'utilisation par l'entrepreneur de moyens, de méthodes et de phasages de travaux inadaptés au site et à son contexte géotechnique et environnemental.

Les terrassements du poste de refoulement (bâche de refoulement et chambre de vannes) et des tranchées peuvent déstabiliser le mur et ouvrages mitoyens.

L'emprise de la ZIG à retenir peut-être évaluée par une bande de 3H à l'aval d'un déblai ou 3H à l'amont de talus ou mur à créer, où H correspond à la hauteur du déblai ou remblai ou mur projeté (on retrouve cette notion de 3H, notamment dans la norme NF P94-270 relative aux ouvrages renforcés).

Les terrassements en déblais nécessaires à la bâche du poste de refoulement ne devraient pas dépasser 2,5 m de profondeur.

La ZIG correspond à l'emprise du projet (terrassement compris), élargie de part et d'autre de 8 m.



Figure 6 - Définition de la ZIG (pointillés rouge)

Note : Les vibrations générées par les engins de chantier ont des fréquences et des amplitudes variables. Les vibrations basse fréquence ont tendance à se propager plus loin que les hautes fréquences qui s'atténuent plus vite.
La présence de fondations, de canalisations enterrées ou d'autres structures en interaction avec le sol peut modifier la propagation des ondes en provoquant des phénomènes de résonance ou d'amplification des vibrations.

Les vibrations mal maîtrisées peuvent se propager au-delà de la ZIG.

La ZIG est indissociable du modèle géotechnique du projet mais aussi des méthodologies de réalisation des travaux.

Elle sera précisée en mission G3 dès que les méthodes d'exécution seront définies. Il conviendra en mission G3 d'établir une note d'impact sur la zone d'influence géotechnique, en termes de stabilité ou d'hydrogéologie.

Ces points impliquent notamment :

- Un levé topographique de l'intégralité de la ZIG,
- Les reconnaissances et description précises des structures et fondations des ouvrages situés dans l'emprise de la ZIG, ainsi que leur diagnostic structurel **(descentes de charges, déplacements limites admissibles, sensibilité aux vibrations, …),**

Ces éléments devront être disponibles pour la réalisation de la mission G3.

Contraintes particulières liées à la ZIG :

Nous retiendrons :

- Commune classée en zone de sismicité 2.
- Surcharges en phases provisoires et définitives.
- Réseaux traversant les terrains en nombre à préciser. Avant tous travaux, on veillera à neutraliser et protéger le cas échéant les éventuels réseaux enterrés.
- Aucune déclaration de sinistre référencée à ce jour.

Sensibilité générale :

- Réalisation de tranchées.
- Terrassements de faible amplitude avec une fouille à environ 2,30 / 2,50 m de profondeur.
- Réalisation d'un poste de refoulement.

Sensibilité retenue	Ouvrages existants et avoisinants	Ouvrages hydrauliques	Réseaux	Voirie	Soutènements
Très peu sensible		X		X	X
Peu sensible					
Assez sensible			X		
Sensible					
Très sensible	X				

Tableau 9 - Sensibilité des ouvrages

Pour mémoire, la sensibilité des existants est définie selon deux aspects :

- La sensibilité structurelle avec 3 classes de dommage (architecturaux, fonctionnels et structurants) ; elle est définie à partir des valeurs de tassements globaux, différentiels et de déformations horizontales ;
- La sensibilité globale avec 3 classes de vulnérabilité.

L'entrepreneur en charge du chantier s'assurera que les engins utilisés ne portent pas préjudice à la stabilité des ouvrages existants (notamment vis-à-vis des vibrations générées par la circulation et l'utilisation des engins de chantier).

2.2.2 **Incertitudes**

Les sources d'incertitudes sur les propriétés des sols sont nombreuses et les méthodes d'approche ne permettent de traiter que les incertitudes aléatoires (qui ont trait à la variabilité propre du sol) et statistiques (le nombre d'essais est toujours limité).

Les autres sources d'incertitude sont connues et nécessitent parfois de faire des choix dans les valeurs qui nous sont fournies par l'essai : qualité des forages, perturbation inévitable plus ou moins importante du sol testé lors de l'essai, épaisseur et régularité de la formation lithologique, représentativité de l'essai dans le modèle de comportement utilisé dans les calculs, validité des corrélations entre les résultats d'essais et les paramètres cherchés, incertitude sur les mesures, ...

Incertitudes liées aux sondages :

Les sondages destructifs sont interprétés d'après l'examen des cuttings et des enregistrements de paramètres, de fait, une incertitude demeure.

Incertitudes liées aux essais pressiométriques :

Il n'est pas apparu d'anomalie majeure lors de la réalisation des essais pressiométriques.

Les valeurs pressiométriques (modules et pressions limites) ont été traitées de manière statistique et les valeurs caractéristiques ont été retenues de telle façon à ce que la probabilité calculée d'une valeur plus défavorable qui gouverne l'occurrence de l'état limite étudié ne dépasse pas 5% (niveau de confiance de 95%) et que la moyenne soit déterminée de façon à ce que la probabilité calculée d'une valeur plus défavorable qui gouverne l'occurrence de l'état limite étudié ne dépasse pas 25 %.

Incertitudes liées aux modèles :

Il existe un certain degré d'incertitude introduit par le modèle, du fait que celui-ci est une simplification de la réalité et calibré sur des données empiriques.

Les principales autres incertitudes qui subsistent portent notamment :

- Les incertitudes sur les paramètres d'entrée calculées,
- Les épaisseurs des formations et leurs caractéristiques mécaniques,
- Les éventuels chargements exceptionnels,
- La présence possible d'ouvrages enterrés non reconnus (réseaux, cuves, …),
- Les variations latérales de faciès,
- Les venues d'eaux et leur évolution saisonnière,
- Les éventuels chargements exceptionnels (ex. : grue, matériel spécifique, stockage temporaire de matériaux),
- Les hypothèses de phasage ou de séquence d'exécution pouvant influer sur le comportement des ouvrages ou du sol,

- La présence d'éléments anthropiques non identifiés,

2.2.3 **Risques résiduels**

Une bonne identification des risques impose donc nécessairement des investigations géotechniques suffisantes et pertinentes en regard des besoins des différentes phases de conception, voire des études d'exécution, ainsi qu'un suivi géotechnique en phase de travaux. Cette progressivité des investigations permet de réduire les incertitudes résiduelles.

Les risques qui persistent à ce stade des études sont :

- Risques majeurs
  - Présence de cavités et tunnels de laves ,
  - Variations anormales des caractéristiques mécaniques et hydrauliques précises des différentes formations,
  - Absence de continuité horizontale,
- Risques importants
  - Présence de remblais hétérogènes en forte épaisseur,
  - Présence de couches molles intercalées en profondeur,
  - Présence de niveaux boulants, couches molles ou scories,
  - Présence de niveaux lâches en fond de fouille,
  - Venues d'eaux erratiques,
- Risques mineurs
  - Présence de nombreux blocs et passages indurés
  - Présence de maçonneries ou fondations enterrées
  - Présence potentielle d'ouvrages ou de réseaux enterrés non reconnus (cuves, canalisations, etc.)
  - Risque de vibrations sur l'environnement,

Les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps. C'est au cours de toutes les phases qu'il faut étudier les conséquences des risques majeurs et leur réduction éventuelle.

2.3 METHODE OBSERVATIONNELLE

Il s'agit d'une méthode choisie dès la conception d'un ouvrage, consistant, en cas de comportements géotechniques difficilement prévisibles, à modifier l'exécution de l'ouvrage, sur la base d'un plan d'adaptation préétabli, activé en fonction de la comparaison entre des comportements préalablement quantifiés et définis comme admissibles, et des comportements constatés en cours de travaux.

Conformément à la norme NF P 94-500, la mission G2 AVP doit donc conclure sur la pertinence et l'opportunité de recourir ou non à la méthode observationnelle. Celle-ci constitue en effet un outil de maîtrise du risque géotechnique particulièrement adapté lorsque les conditions de sol sont incertaines, hétérogènes ou susceptibles d'évoluer de manière imprévue. Sa mise en œuvre repose sur un suivi rigoureux des ouvrages et des terrains pendant l'exécution, permettant, si nécessaire, d'ajuster en temps réel la conception ou les méthodes constructives afin de limiter les aléas et de garantir un niveau de sécurité optimal.

Dans le cas présent, le recours à une telle démarche n'apparaît pas nécessaire. Les ouvrages sont simples et le site a priori présente un environnement géotechnique globalement homogène, sans anomalies majeures ni incertitudes fortes susceptibles de justifier une approche observationnelle.

De plus, les terrassements prévus restent modérés, ce qui limite l'exposition aux risques géotechniques critiques. Les conditions de réalisation pourront ainsi être maîtrisées de manière satisfaisante au moyen des méthodes de conception classiques, associées à un suivi technique adapté, sans qu'il soit requis de recourir à la méthode observationnelle.

3. HISTORIQUE DU SITE, CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE, MORPHOLOGIE, RISQUES NATURELS

3.1 HISTORIQUE DU SITE

Les anciennes photographies permettent de voir l'évolution du quartier qui s'est densifiée.

Pour suivre l'évolution et l'urbanisation du secteur où il se situe, il peut être utile de comparer plusieurs anciennes photographies aériennes à différentes époques qui offrent ainsi un instantané du secteur étudié.

En examinant la première photographie aérienne datant de 1950, on remarque que le site étudié n'était pas urbanisé et se composait principalement d'espaces de bord de littoral en cultures et en friche.

A partir des années 90, le quartier s'est densifié et est devenu péri-urbain. L'urbanisation s'est progressivement densifiée.



Figure 7 - Photographie aérienne du site (1949)

La déviation de la Saline a été construite au début des années 2000. Le restaurant date des années 1990.



Figure 8 - Photographie aérienne du site (2000)



Figure 9 - Photographie aérienne du site (2017)



Figure 10 - Photographie aérienne du site (2025)

Note : *Conformément aux chapitres 6.2.1, 7.2 et 7.3.2, ... de la norme NF P94-500, l'historique du site et les sujétions liées à celui-ci ainsi qu'aux problèmes d'environnement sont à transmettre par le maître d'ouvrage.*

3.2 CADRE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

3.2.1 Géologie

D'après la carte géologique de l'île de la Réunion au 1/100 000ème, les formations en présence sont constituées par les coulées basaltiques issues de la Phase IV du volcanisme du Piton des Neiges à rattacher à la série β1 des Océanites (âge > 3 400 000 ans).

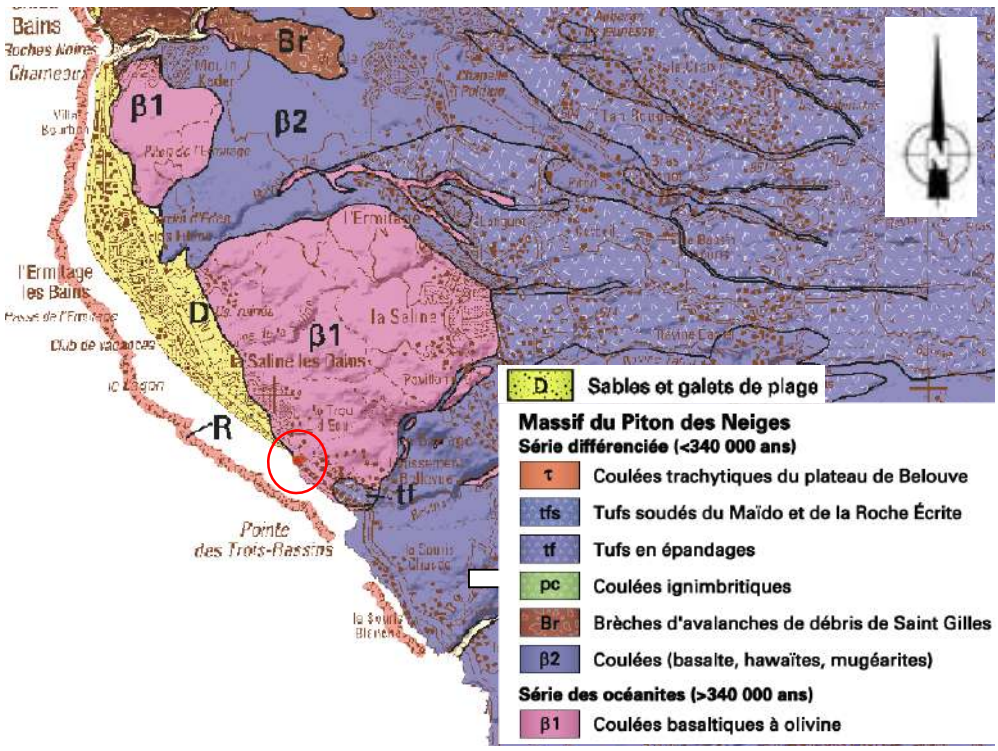


Figure 11 - Carte géologique du site (BRGM - 2006)

D'après la carte géologique au 1/50 000ème de l'île de la Réunion, la géologie attendue est la suivante :

- Des sables et débris coralliens (M1)
- Coulée basaltique aphyrique ou à phénocristaux d'olivine (βπII)

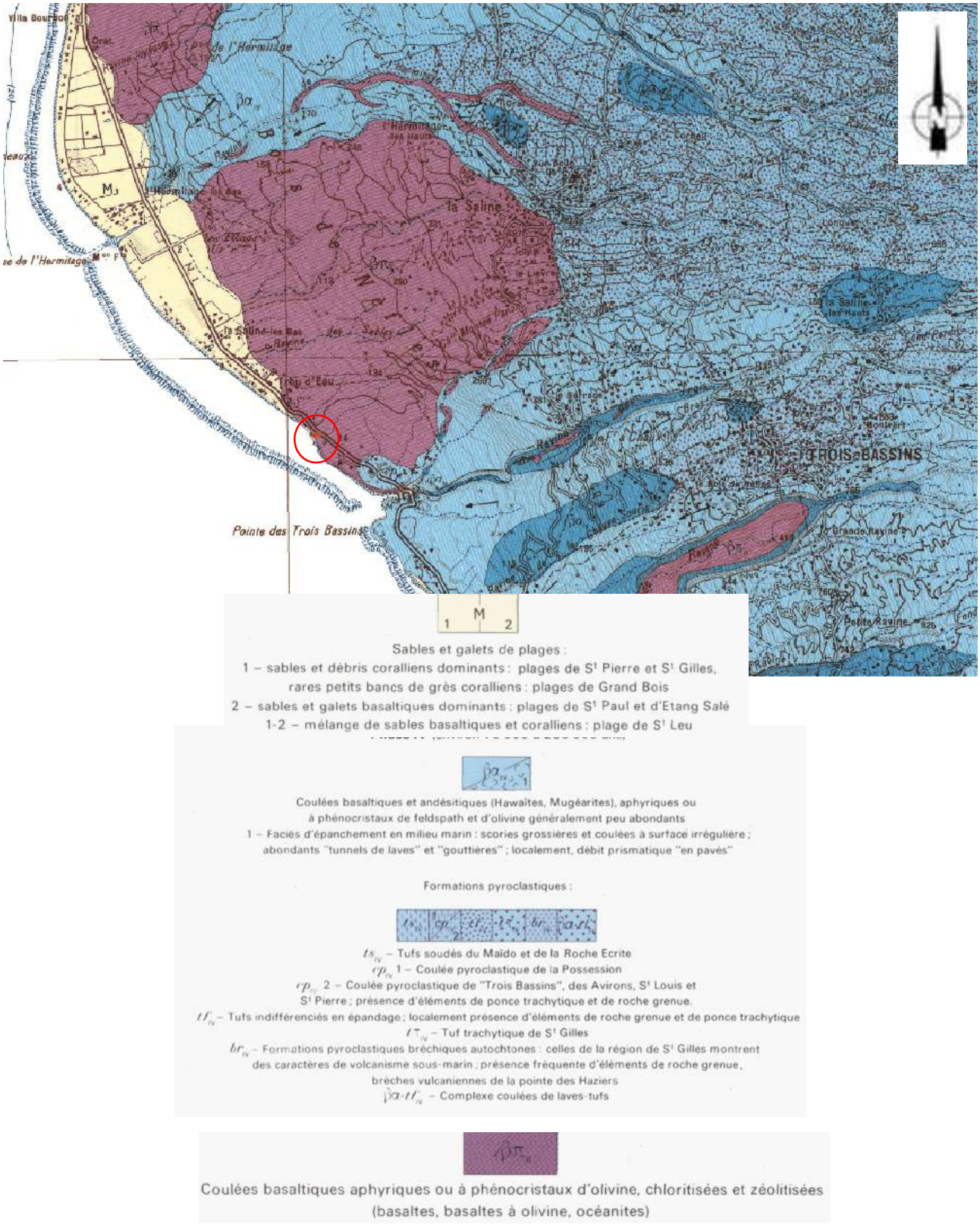
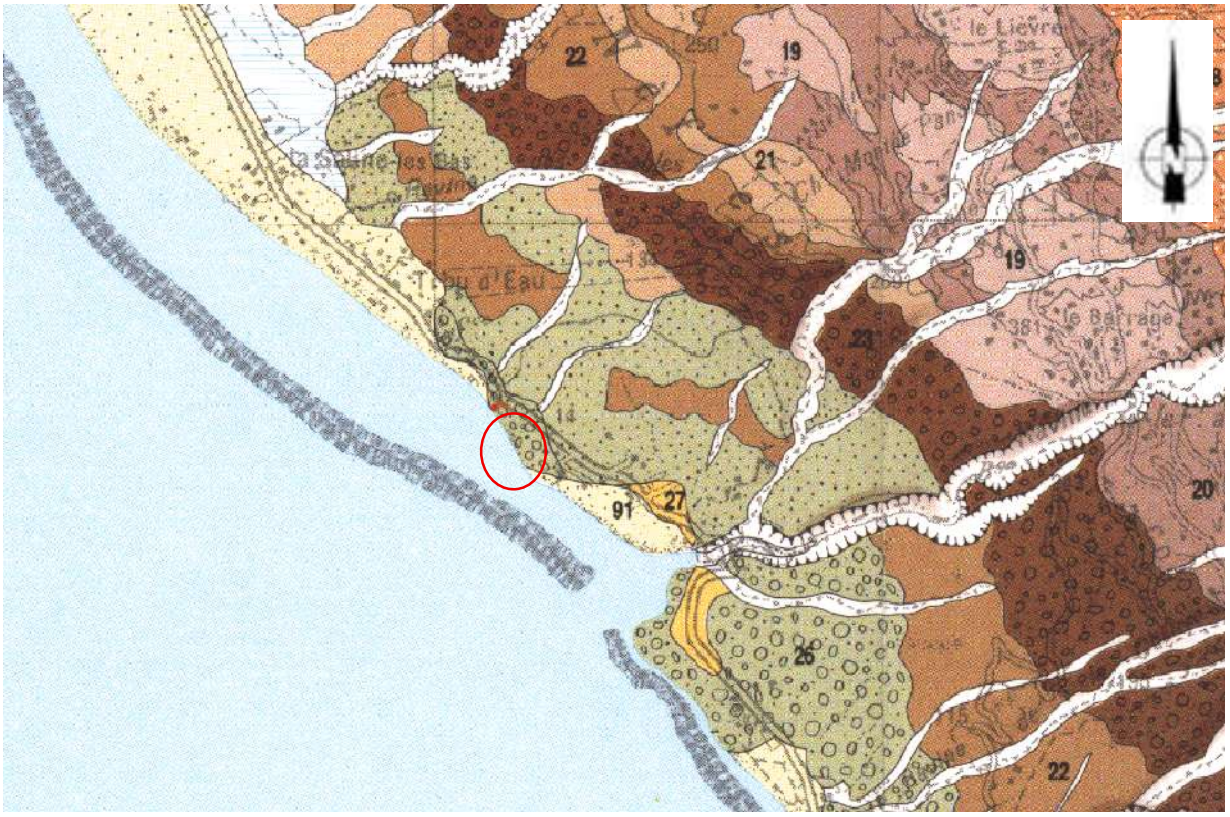


Figure 12 - Carte géologique du site (BRGM - 1974)

Ces séries peuvent avoir évolué en surface et en profondeur sous l'influence des facteurs climatiques.

En s'altérant le basalte donne alors des niveaux d'altération limoneux à argileux pouvant contenir des blocs reliques de tufs indurés ou friables. En effet, en surface, par le biais des facteurs d'érosion (pluviométrie importante, ruissellement), ces formations ont en effet laissé place à des limons sableux à blocs, rognons et cailloutis. L'épaisseur des sols meubles varie très largement d'un site à un autre et la concentration en éléments rocheux varie souvent en fonction de la profondeur.

D'après la carte morpho-pédologique de la Réunion au 1/50 000 ème (RAUNET, 1988), le secteur d'étude est principalement intéressé, par des coulées affleurantes avec quelques poches de Vertisols ou des Vertisols et affleurements rocheux. **Les vertisols sont sensibles au retrait-gonflement**.



Pentes fortes (tectonique) moulées par des coulées.	Sols bruns ferruginisés caillouteux sur couche colluviale peu épaisse.	22
Replats des extrémités de planèzes dominés par des escarpements tectoniques.	Sols bruns vertiques.	24
	Vertisols et affleurements rocheux.	25
Bandes littorales décapées des extrémités de planèzes.	Coulées affleurantes, quelques poches de vertisols.	26
Placages discontinus de tufs pyroclastiques.	Sols bruns très peu épais ou tuf compact affleurant.	27
A SABLES CORALLIENS	Sables calcaires blanchâtres. Nappe phréatique saumâtre vers 2 mètres.	91
A SABLES BASALTIQUES	Sable à olivine vert noirâtre. Nappe saumâtre en profondeur.	92

Figure 13 - Carte Morpho pédologique (CIRAD - Raunet 1988)

3.2.2 Hydrogéologie

On trouve différents captages et forages sur la commune de SAINT-PAUL.

A noter que seul un puits et un affleurement d'eau sont référencés à proximité. Ils se situent à environ 400 m du projet et sont répertoriés dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS) sous les numéros BSS002PEMG et BSS002PEMJ. D'une profondeur respective de 5,75 m et 7,34 m. Ils ont mis en évidence un niveau de nappe compris entre 5,13 et 5,33 m de profondeur (puits BSS002PEMG - 2 mesures en 02/64 et 03/1964) et à 1,04 m de profondeur (puits BSS002PEMJ - 1 mesure en 01/1963).

On trouvera ci-dessous un plan de localisation des deux puits répertoriés dans la BSS, au nord et l'ouest du site (cf. cercle rouge sur la carte ci-dessous).

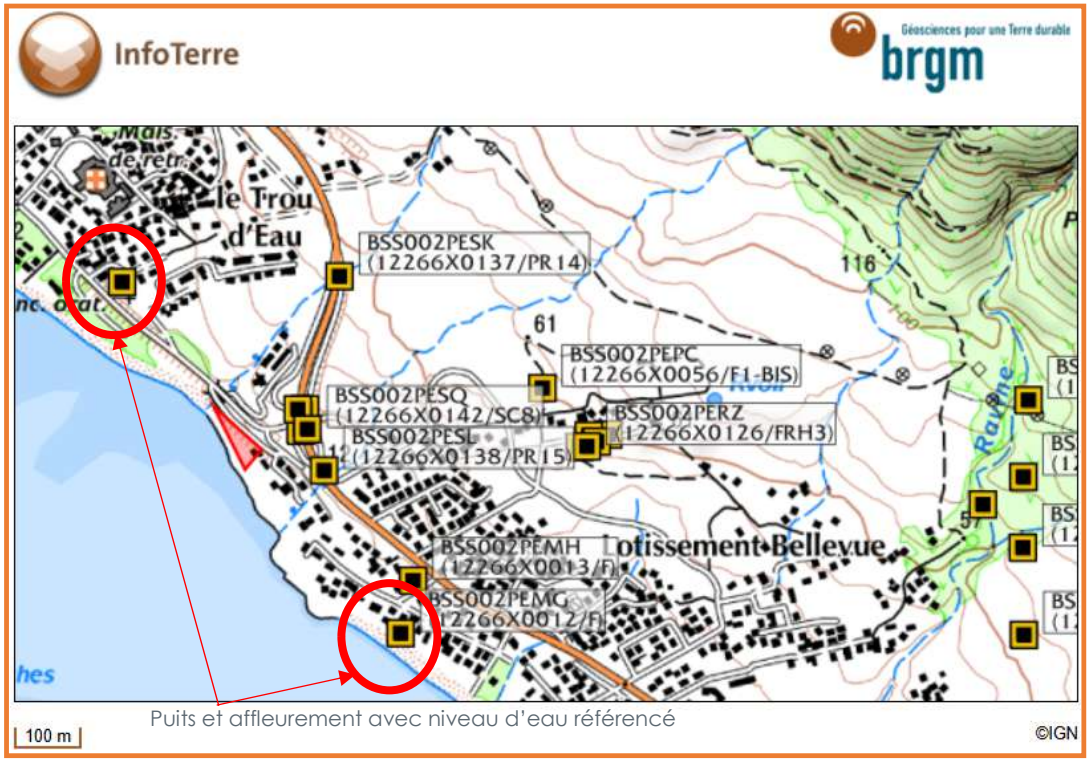


Figure 14 - Carte des données de la BSS (Source : BRGM)

La mise à jour n'étant pas systématiquement portée à la connaissance des BET par l'administration, les Responsables du Projet prendront l'attache des services concernés (ARS, ORE, Mairie) afin de confirmer ce point et de connaître les éventuelles prescriptions relatives à une ressource AEP qui se situerait à proximité.

Les données disponibles au niveau de l'ORE (Office de l'Eau Réunion) et d'INFOTERRE mettent en évidence la présence d'une nappe à faible profondeur dans la zone.

On ne pourra pas exclure également la présence de résurgence à des profondeurs variables (interface au sein des matériaux) dont les débits peuvent augmenter en fonction de la pluviométrie.

Le site d'études est localisé sur l'aquifère souterrain «Formations volcaniques et sédimentaires du littoral de la Planèze Ouest - N°FRLG110 ».

L'état général de cette dernière masse d'eaux souterraines, était jugé dans un état quantitatif médiocre en 2013 au sens du SDAGE même si aucun risque de non atteinte des objectifs environnementaux n'est répertorié. A l'état des lieux 2019, la masse d'eau est décrite comme présentant un état quantitatif médiocre et d'un état qualitatif médiocre également.

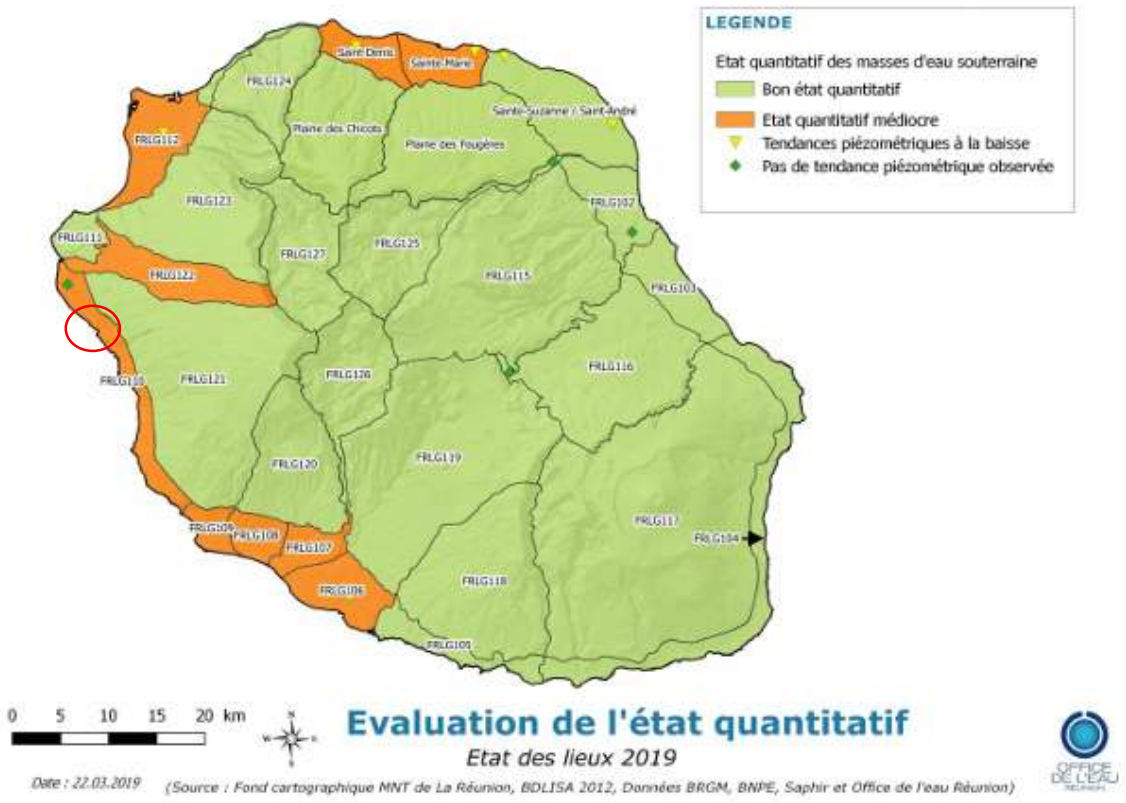


Figure 15 - Etat qualitatif des masses d'eaux

Enfin, la consultation de la base de données de l'Office de l'Eau indique que le site étudié se situe en dehors du périmètre de protection de captage et n'est pas concerné par la zone de surveillance renforcée (ZSR) de captage.

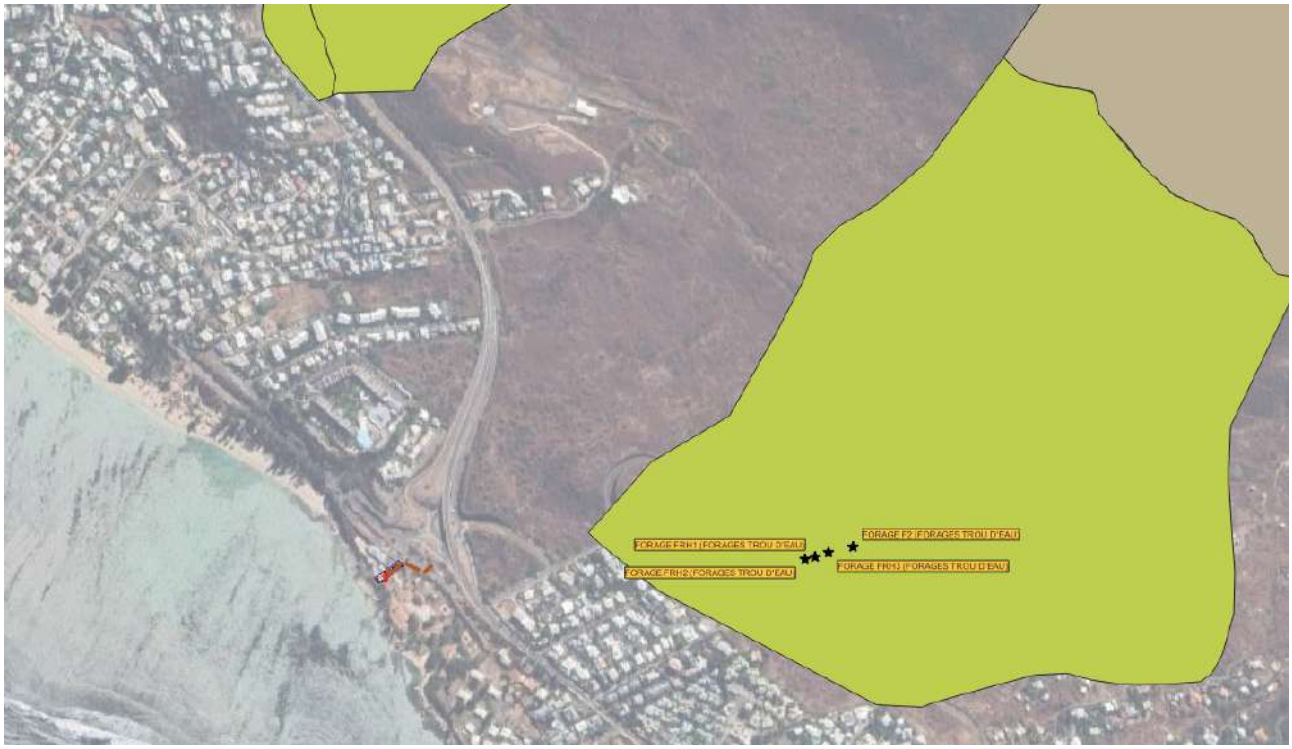


Figure 16 - PPR et ZSR - Données élaborées par LACQ Groupe GEOTEC à partir des données de l'ARS de La Réunion (2025)

La mise à jour n'étant pas systématiquement portée à la connaissance des BET par l'administration, le Maître d'œuvre prendra l'attache des services concernés (ARS, ORE, Mairie) afin de confirmer ce point et de connaître les éventuelles prescriptions relatives à une ressource AEP qui se situerait à proximité.

On ne pourra pas exclure la présence de résurgence à des profondeurs variables (interface au sein des matériaux) dont les débits peuvent augmenter en fonction de la pluviométrie.

3.2.3 Sismicité

La nouvelle réglementation sismique nationale (entrée en vigueur à compter du 1er mai 2011), classe l'île de la Réunion **en zone 2 dite de faible sismicité** alors qu'elle était auparavant considérée comme de sismicité nulle.

3.2.4 Morphologie

L'île de la Réunion est une île volcanique qui doit sa formation à deux massifs distincts :

- Le Piton des Neiges (3 069 mètres d'altitude), un volcan-bouclier inactif ;
- Le Piton de la Fournaise (2 631 mètres d'altitude), siège du volcanisme actuel.

Le projet se situe à la Saline les Bains, sur le littoral de la commune de Saint Paul, positionné sur un plateau en bordure de l'océan dont l'altitude varie entre 6 et 7 mètres NGR dans un environnement périurbain.



Figure 17 - Carte des altitudes

3.2.5 Données climatiques

Le climat de l'Ile est dicté par la présence de l'Anticyclone des Mascareignes calé entre 30 et 33° de latitude. L'anticyclone se rapproche de l'Ile pendant l'hiver austral et s'en éloigne pendant l'été austral. De ces fluctuations sont issues les deux saisons de l'île.

De par sa situation, la réunion connait un climat de type tropical humide caractérisé par deux saisons :

- Un hiver austral, de mai à novembre, plutôt sec et frais,

- Un <u>été austral</u>, de décembre à avril, chaud et pluvieux, marqué par des précipitations extrêmes voire des phénomènes cycloniques.

Pendant l'été austral, le déplacement vers le Sud de la zone de basses pressions intertropicales et l'éloignement de l'anticyclone de l'océan Indien affaiblissent les alizés et induisent un temps chaud, humide et très pluvieux. Une des conséquences de cette situation est une pluviométrie exceptionnellement intense à La Réunion : l'île détient des records mondiaux de pluviométrie cumulée pour des durées allant de 12 h (1144 mm) à 15 jours (6083 mm).

Les précipitations peuvent donc être très localisées, avec des cumuls journaliers pouvant atteindre des valeurs très fortes, notamment lors du passage d'évènement cyclonique et qui conditionnent les cumuls annuels.

<u>Vents</u>

Les vents à la Réunion ont pour origine les Alizés d'est et sud-est. Appartenant à la commune de Saint-Paul, le site du projet se situe au sud-ouest de l'ile au niveau de la côte « sous le vent ».

On peut avoir des épisodes de vents exceptionnels en période cyclonique.

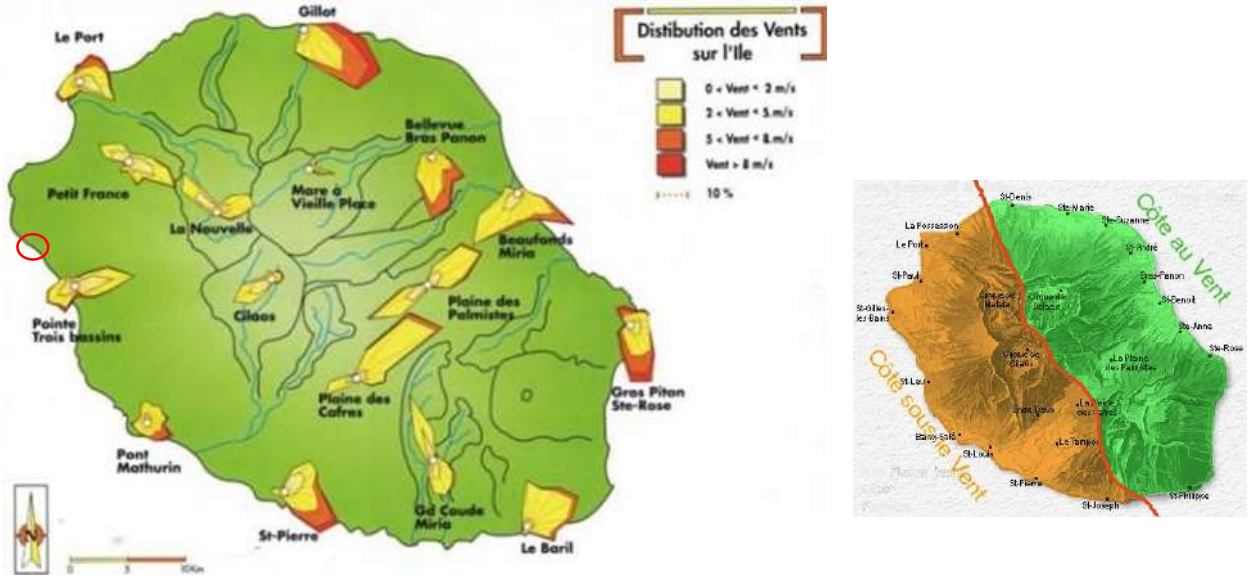


Figure 18 - Carte des vents à la Réunion

<u>Pluviométrie</u>

La zone concernée par notre projet reçoit en moyenne moins de 500 mm d'eau par an. La figure ci-dessous illustre bien ce régime particulier de précipitation de la côte « sous le vent ».

Par contre l'essentiel des pluies se produit en saison cyclonique. Les pics de pluies peuvent être très brutaux.

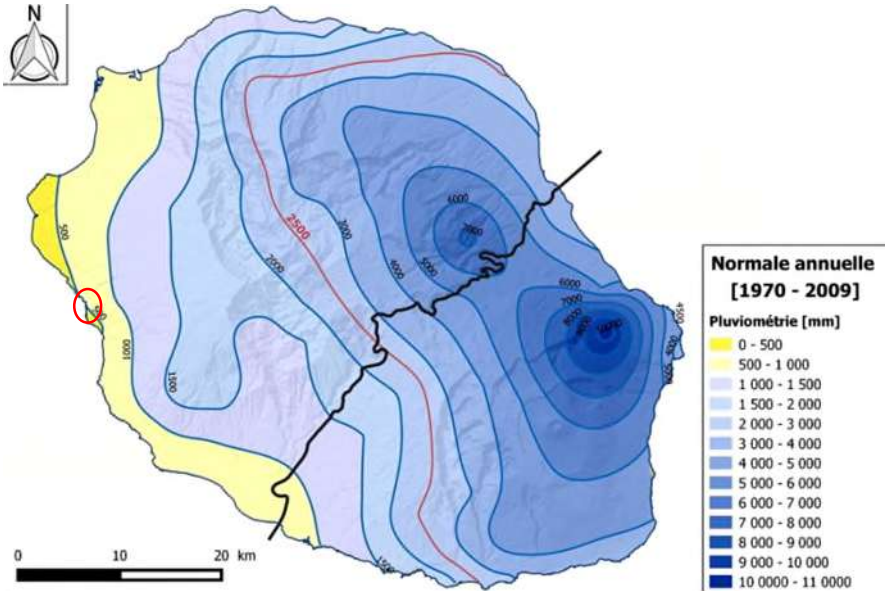


Figure 19 - Carte de la pluviométrie annuelle à la Réunion

3.3 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La Commune de Saint-Paul fait l'objet des Plans de Prévention des Risques suivants (source : www.risquesnaturels.re) :

- PPR approuvé : Inondation et mouvement de terrain (26/09/2016)
- PPR approuvé : Aléas recul du trait de côte et de submersion marine (19/09/2018)

On trouvera ci-dessous un tableau récapitulatif des risques recensés sur la commune :

Risque	Aléa / sensibilité	Document règlementaire
Inondation	Zone d'aléa à priori nul	PPR approuvé le 26/09/2016
Mouvement de terrain	Zone d'aléa faible à modéré	PPR approuvé le 26/09/2016
Retrait-gonflement	Aléa a priori nul	Non
Littoral	Zone bleu - Aléa faible à modéré	PPR approuvé le 19/09/2018
Retrait du trait de côte	En zone d'aléa à échéance du réchauffement climatique	PPR approuvé le 19/09/2018
Submersion marine	Aléa faible (modéré à échéance 2100)	PPR approuvé le 19/09/2018
Risque sismique	Zone de sismicité 2 (faible)	Décret du 22 octobre 2010
Rayonnements ionisants - Radon (www.irsn.fr)	Potentiel faible (catégorie 1)	Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002

Tableau 10 - Tableau récapitulatif des risques

3.3.1 Risque inondation

D'après les documents consultables, le site n'est pas en zone d'aléa inondation dans le PPR inondation. Le terrain n'est pas traversé par un autre quelconque réseau hydraulique superficiel ou autre exutoire (fossé, ruisseau, réseau d'eaux pluviales ou d'irrigation) (Source : DEAL Carmen).



Figure 20 - Extrait PPR inondation (Source : DEAL Carmen)

3.3.2 Risque mouvements de terrain

Le site n'est pas référencé sur le site BRGM des mouvements de terrain. La zone d'étude se situe en zone d'aléa mouvements de terrain faible à modéré (Source : DEAL Carmen).



Figure 21 - Extrait PPR mouvements de terrain (Source : DEAL Carmen)

3.3.3 **Risque PPR Littoral**

Le site est réputé soumis à de l'aléa retrait du trait de côte et à l'aléa submersion marine (Source : DEAL Carmen).

L'ouvrage est en zone d'aléa faible et modéré vis-à-vis de la submersion marine.

L'ouvrage est en zone de d'aléa retrait de côte vis-à-vis du changement climatique.



Figure 22 - Extrait PPRL submersion marin) (Source : DEAL Carmen)



Figure 23 - Extrait PPRL Recul du trait de côte (Source : DEAL Carmen)

3.3.4 Exposition au gonflement des argiles

Ces phénomènes sont connus dans les sols argileux, sensibles aux variations hydriques, et sujets aux phénomènes de retrait-gonflement. En effet, en période de sécheresse, les argiles perdent leur état de saturation intrinsèque par évaporation de l'eau qu'elles contiennent.

Il se développe alors un phénomène de retrait qui se traduit par une diminution du volume de l'argile et entraîne un tassement (diminution de volume dans le sens vertical). Lorsque le terrain est de nouveau réhydraté, l'eau pénètre dans les fissures de l'argile qui tend de nouveau vers son volume à l'état saturé. C'est le phénomène de gonflement.

Les sols vertiques sont sensibles au retrait-gonflement.

3.3.5 Risque radon

Selon le site de l'IRSN, la commune de SAINT-PAUL est réputée être une commune à potentiel radon de catégorie 1.

Le décret n° 2021-1091 du 18 août 2021 élargit au radon l'application des règles de prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants pour les travailleurs, et plus précisément aux situations d'exposition au radon provenant du sol.

Notre mission ne comprend pas le diagnostic radon.

3.3.6 Cadre réglementaire

Pour les terrains en zone bleue B du PPR ou les terrains en zone R2 sur des sites urbains à enjeux, les nouveaux règlements du PPR préconisent une étude d'incidence localisée pour confirmer l'absence de risque pour les biens et les personnes et la constructibilité du site, mais aussi pour responsabiliser le constructeur et/ou de l'aménageur, en vue d'une non-aggravation des risques « mouvements de terrain » pressentis.

Cette étude aboutit à la délivrance d'une attestation d'étude qui sera jointe au dossier du permis de construire conformément à l'article R. 431-16 c du code de l'urbanisme (issu du décret n° 1177 du 3 août 2007 en vigueur au 1er octobre 2007) qui est applicable lorsqu'un PPR approuvé (ou rendu immédiatement opposable) subordonne les constructions à la réalisation d'une étude préalable permettant d'en déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation.

Le projet figurant dans le permis devra respecter les principes généraux définis à ce stade du projet et les prescriptions énoncés dans ce rapport pour bénéficier de cette attestation.

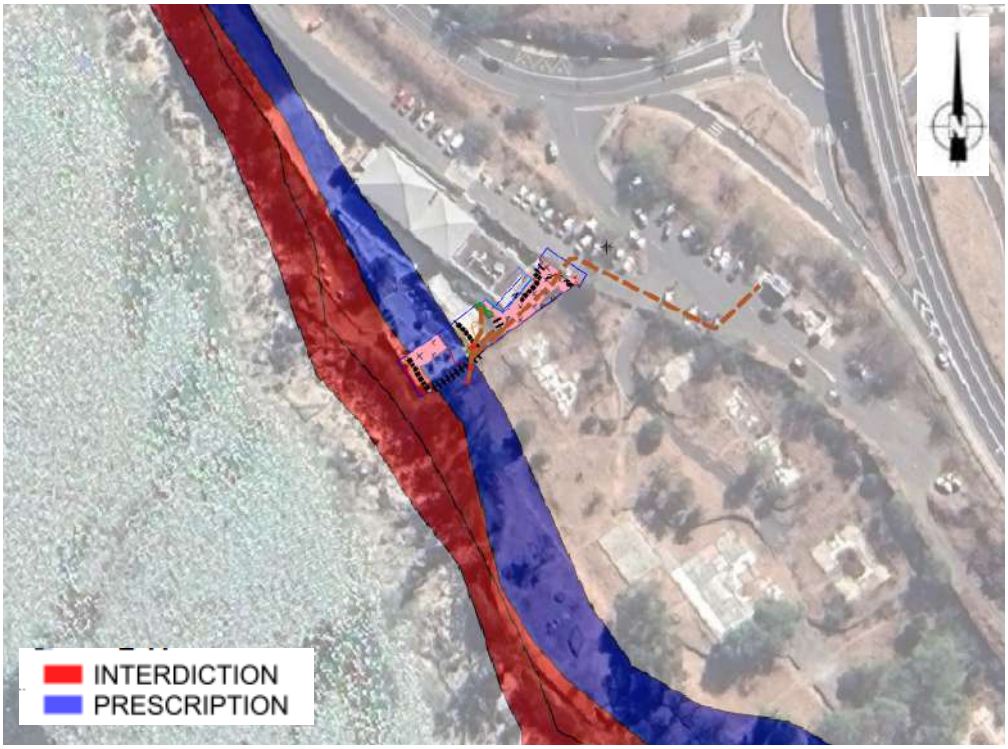


Figure 24 - Extrait PPRL approuvé (Source : DEAL Carmen)

Au droit du projet, la zone d'étude se trouve en zone d'interdiction et de prescription dans le PPRL. Les prescriptions du PLU devront être appliquées dans la zone concernée.

3.3.7 Synthèse des risques

La synthèse des risques à prendre en compte pour le projet est résumée dans le tableau suivant.

Type de risques	Très élevé	Elevé - fort	Moyen	Modéré	Faible	Très faible ou nul
Risque Inondation par remontée de nappe ou submersion				X	X	
Risque Mouvement de terrain				X	X	
Risque retrait-gonflement			X			
Risque Liquéfaction					X	
Risque effet de site					X	
Risque Aléa littoral retrait de côte		X (changement climatique)			X	
Risque Aléa littoral submersion marine				X	X	
Risque carrières						

Tableau 11 - Synthèse des risques naturels et anthropiques

3.4 POLLUTION

Lors de notre intervention, nous n'avons détecté aucun indice évident de pollution dans les sondages réalisés (c'est-à-dire sous une forme détectable visuellement ou olfactivement).

Il n'est toutefois pas impossible que le terrain soit imprégné de substances polluantes. Cependant, la recherche de polluants n'est pas l'objet d'une mission géotechnique en général ni de notre mission en particulier.

4. MOYENS MIS EN ŒUVRE

Le programme d'investigation a été établi conformément à la norme NF EN 1997-2 - Eurocode 7 - « Reconnaissance des terrains et essais de Septembre 2007 » complété par les « Recommandations de l'USG sur la consistance des investigations géotechniques pour les études géotechniques de conception (G2) » de Mai 2016 de l'USG et du SYNTEC INGENIERIE.

4.1 RECONNAISSANCE DE SITE

Il s'agit d'une recherche bibliographique et une reconnaissance visuelle du site par un géotechnicien.

4.2 SONDAGE DESTRUCTIF POUR ESSAIS PRESSIOMETRIQUES

Il a été réalisé un (1) sondage destructif pour la réalisation d'essais pressiométriques descendu à environ 9,0 m de profondeur en rotation au tricône de 64 mm au moyen d'une machine de forage de type Foreuse hydraulique TB175 montée sur chenilles en caoutchouc. Il a été nommé SP1.

Au droit de ce sondage des essais de chargement in situ type pressiométriques ont été réalisés selon les normes NF P 94-110-1 et NF EN ISO 22476-4 permettant la détermination de :

- E_M : module pressiométrique
- Pf : pression de fluage
- Pl* : pression limite nette

Référence	Profondeur	Norme AFNOR	Observations
SP1	9,2 m	NF P 94-110-1 NF EN ISO 22476-4	8 essais

Tableau 12 - Sondage pressiométrique

Le sondage a fait l'objet de l'enregistrement des paramètres de forage :

- VIA : Vitesse instantanée d'avancement
- PO : Pression sur l'outil
- CR : Couple de rotation
- PI : Pression d'injection le cas échéant

Le levé lithologique de ce sondage ainsi que le procès-verbal de sondage pressiométrique (chapitre 9 de la norme NF P94-110-1) est donné en annexe ci-joint N°3. Les courbes des essais pressiométriques (article 8 de la norme NF P94-110-1) sont disponibles sur demande.

Nota : Les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, les incidents de forage, etc.…

Par ailleurs, les niveaux d'eau naturels ne sont pas toujours identifiables ou peuvent être biaisés en raison de leur interférence avec les opérations de forages.

4.3 RECONNAISSANCE DE FONDATIONS

Il a été réalisé un sondage de reconnaissance de fondations existantes. Cette fouille a été réalisée manuellement au pied du muret de soutènement existant. Elle est nommée RF1.

Ce sondage a atteint une profondeur de 0.3 m par rapport au terrain Actuel (TN). Il a permis de déterminer la nature et l'épaisseur des sols traversés et de visualiser la géométrie des fondations.

La coupe détaillée et les photos de ce sondage sont jointes en annexe N°3 du présent rapport.

4.4 RAPPORT GEOTECHNIQUE

Un **rapport général** développant les points énumérés au paragraphe 1.6 fournissant une synthèse géotechnique et précisant les sujétions de réalisation.

5. ANALYSE DES RECONNAISSANCES

5.1 GENERALITES

Tous les résultats des sondages, essais et reconnaissances réalisés sur l'ensemble du site sont consignés en annexes qui comprennent donc :

- Le plan de situation (annexe 1),
- Le plan d'implantation des sondages et essais (annexe 2),
- Les Sondages (annexe 3),
- Le dimensionnement des fondations (annexe 4),
- Les documents à établir en mission G3 (annexe 5),
- Les Missions normalisées (annexe 6).

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe (N°2). Elle a été définie en fonction du projet et réalisée par nos soins en fonction des impératifs du terrain.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain naturel au moment des investigations. Les cotes seront exprimées en mètre par rapport au terrain naturel (m/TN) au moment de l'intervention dans la suite du rapport.

Les coordonnées des sondages réalisés sont les suivantes :

Sondage	E	N	Z (NGR)	CQ2D	CQAlti
SP1	317 908,11	7 665 385,56	6,19	0,5	0,5
RF1	317 908,60	7 665 390,60	6,44	0,5	0,5

Tableau 13 - Coordonnées des sondages

Les données seront référencées au système RGR92. L'altimétrie est rattachée au système NGR - IGN89.

5.2 SYNTHESE DES RECONNAISSANCES

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance. Les sondages destructifs enregistrés, de par le mode de foration, ne constituent pas une façon sûre de reconnaissance des faciès souterrains. Seul le mode par carottage permet cette reconnaissance précise. Toutefois, en fonction des cuttings de forage destructif, et des indications fournies par le sondeur nous vous proposons les coupes de sol décrites sur les coupes de sondage en annexe, et dans les tableaux en pages suivantes.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées lors de notre campagne ont permis de dresser la coupe synthèse géotechnique suivante.

5.2.1 Géologie

Les sondages réalisés dans l'emprise du projet mettent en évidence la lithologie suivante du haut vers le bas :

- **Couche C0a** : du **sable blanc**. Il s'agit probablement d'un sable d'apport sur 0,04 m à 0,20 m d'épaisseur (aucun essai n'a été réalisé dans cette formation). Au droit de la reconnaissance de fondation ce sable repose sur un géotextile,
- **Couche C0b** : du **remblai à blocs et béton**. Cette formation a été reconnue uniquement au droit de la fouille de reconnaissance de fondation sur 0.26 m d'épaisseur. Aucun essai n'a été réalisé dans cette formation,

  L'ensemble de ces deux formations (C0a et C0b) a été interprété comme des **Remblais (C0)**.
- **Couche C1** : du **limon marron clair à blocs**. Cette formation a été reconnue de 0.2 m à 1.55 m de profondeur en SP1 et à partir de 0.2 m jusqu'en fond de fouille (0.3 m) en RF1 soit sur plus de 1,35 m d'épaisseur.

  Ses caractéristiques mécaniques sont élevées en raison de la présence de blocs (1 valeur pressiométrique), avec :

  $$p_l^* = 2{,}75 \text{ MPa}$$

  $$E_M = 80{,}8 \text{ MPa}$$

  Cette formation a été interprétée comme des **Limons vertiques (C1)**.
- **Couche C2** : des **basaltes plus ou moins altérés et +/- fracturés**. Cette formation a été reconnue au-delà de 1,55 m de profondeur et jusqu'à la base du sondage SP1(9,2 m de profondeur).

  Ses caractéristiques mécaniques sont élevées (7 valeurs pressiométriques), avec :

  $$2{,}83 \leq p_l^* \text{ à} \geq 4{,}88 \text{ MPa}$$

  $$50{,}6 \leq E_M \leq 361{,}7 \text{ MPa}$$

  Cette formation a été interprétée comme des **Basaltes plus ou moins altérés (C2)**.

Nota 1 : La présence de remblais liés à l'aménagement du site sur des épaisseurs variables pourra être rencontrée entre nos points de sondage. Leur épaisseur, étendue et nature (éléments anthropiques et/ou évolutifs) pourront être variables au droit du site. Ces derniers pourront également contenir des vestiges de construction (fondation, blocs, dalle béton, anciens réseaux, …). Ces vestiges pourront perturber les terrassements et la réalisation des fondations.

Nota 2 : La position exacte des interfaces entre couches au droit de l'ensemble du projet ne saurait se déduire d'une simple extrapolation et interpolation des relevés de sondages. Le principe de continuité horizontale des formations n'est pas respecté.

Nota 3 : L'appellation de roches altérées ou fragmentées peut regrouper des matériaux d'origines diverses. S'il est difficile parfois de fixer des limites précises avec les sols meubles qui constituent leur phase finale d'évolution, on réservera toutefois cette classification aux matériaux qui présentent des modules pressiométriques supérieurs à des valeurs comprises entre 50 et 80 MPa.

Le relevé des sondages est donné en Annexe N°3.

On gardera à l'esprit que l'épaisseur des différentes couches n'est certaine qu'au droit des sondages destructifs en petit diamètre (64 mm) et en mode semi-destructif ; la coupe est donc entachée d'une imprécision quant aux limites des couches, leurs natures précises, et la blocométrie.

Dans un contexte volcanique, les variations d'épaisseur des couches peuvent être très brutales.

5.2.2 Hydrogéologie

Préambule : Cette étude ne constitue pas une étude hydrogéologique approfondie. Nous nous limiterons aux données de base concernant la mesure ponctuelle du niveau d'eau dans le sol et ses éventuelles variations.

Un niveau d'eau à 2,94 m/TN a été mesuré en fin de forage au sein du sondage SP1 le 22/04/2026. Notons que ce niveau d'eau a pu être influencé par l'utilisation d'eau lors de la foration.

Les sondages de reconnaissance se font sur une période de courte durée et les informations sur les venues d'eaux (cote, absence ou présence, …) indiquées dans le rapport, ne reflètent pas forcément le niveau maximum. L'intervention ponctuelle du géotechnicien dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne lui permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où le niveau d'eau mentionné dans le rapport d'étude correspond nécessairement à celui relevé à un moment donné.

Il conviendrait de procéder ou faire procéder à la pose d'un piézomètre sur plus d'un an pour évaluer la présence d'eau et les fluctuations éventuelles.

L'origine des fluctuations possibles est en effet soit naturelle (sécheresse, crue de nappe en relation avec la situation météorologique par exemple) soit due à des travaux ou à une modification de l'environnement aux alentours immédiats (pompages, rejets, effets barrages, etc.).

Des circulations d'eaux erratiques sont également fortement probables, accentuées en période de pluie. Ces circulations d'eau sont susceptibles de se produire au sein des formations superficielles.

Ces circulations ne sont pas pérennes et dépendent grandement des conditions météorologiques, c'est-à-dire qu'elles se manifestent en périodes pluvieuses prolongées et seront absentes ou de moindre présence en période sèche. Compte tenu de la nature attendue de ces terrains, ces circulations peuvent se produire avec un recul par rapport aux périodes pluvieuses, du au temps de transit des eaux. Des poches d'eau peuvent également être piégées dans ces niveaux.

Des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

5.2.3 Géotechnique - Essais pressiométriques

Remarque préliminaire : Essais pressiométriques

Les données qui suivent ont pour seul but de préciser les valeurs moyennes pour chaque couche. La conception et la méthodologie de mise en œuvre des infrastructures devront intégrer les adaptations inhérentes aux variations des limites de couches et aux hétérogénéités locales toujours possibles.

Les paramètres de sol fournis à ce stade de l'étude sont dépendants de l'état de connaissance géotechnique du site au moment de l'étude. Ces paramètres pourront éventuellement faire l'objet d'adaptations par le géotechnicien du projet en fonction d'informations et de résultats d'investigations complémentaires qui pourraient survenir aux différentes phases des études géotechniques.

Afin d'établir un modèle géotechnique sur lequel se baser pour dimensionner les fondations, nous retenons les paramètres géotechniques ci-dessous.

Formation	Nb	E_M (MPa)					p_l^* (MPa)					α
		min	max	Moy. H	s	Xk	min	max	Moy. G	s	Xk	
Limons vertiques	1	-	80,8	80,8	-	80	-	2,75	2,75	-	2,00	0.5*
Basalte plus ou moins altérés	7	50,6	361,7	157,6	99,36	157,6	2,83	4,88	4,2	0,69	3,58	0,5

*α = 0.5 pour des sols intermédiaires avec matériaux grossiers à blocs

Tableau 14 - Valeurs retenues Xk pour Pl et E_M*

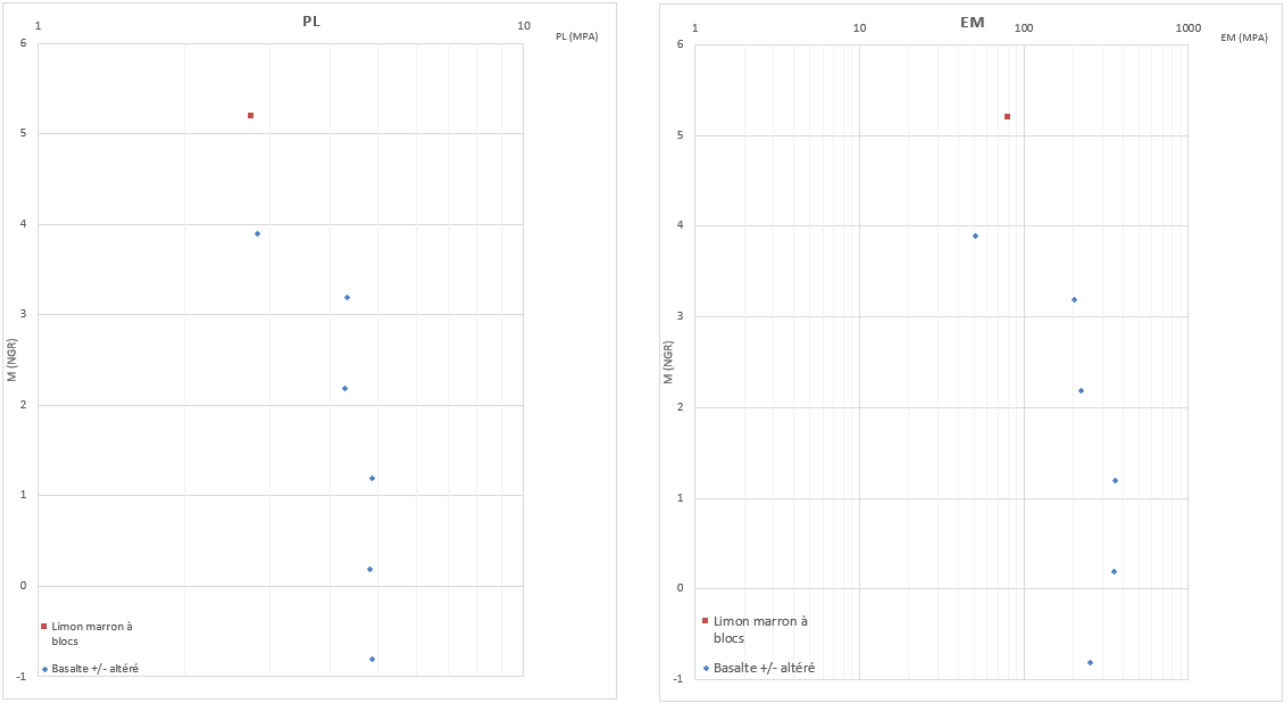


Figure 25 - Graphes de pl et EM, par formation étudiée*

Conformément à la norme NF EN 1997-1 (EC7), partie 1, & 2.4.5.2 et au K.2.2 de la norme NF P94-261, si on utilise des méthodes statistiques, il convient que la valeur caractéristique Xk soit déterminée de telle sorte que Xb < Xk < Xmb, avec :

- X_b la valeur basse, définie comme la valeur caractéristique du paramètre local, c'est-à-dire présentant un risque de mise en défaut de 5%,
- X_{mb} la valeur moyenne basse, définie comme l'estimation par défaut de la moyenne du paramètre local au risque statistique de 25%.

Les valeurs caractéristiques mécaniques retenues sont issues d'une estimation prudente basée sur une approche statistique des résultats et notre expérience locale.

5.3 RECONNAISSANCE DES FONDATIONS EXISTANTES

La fouille manuelle réalisée au pied du muret de soutènement de 0.9 m de haut a permis de reconnaître une fondation superficielle de type semelle filante ancrée de 0,30 m/TN

(assise à 6,14 NGR) et présentant un débord de 0.1 m en partie aval par rapport au nu extérieur du mur.

Cette semelle est constituée de 0.13 m de béton et blocs surmontant 0.13 m de blocs et limons. Le sol d'assise est constitué des Limons vertiques (sol C1).

5.4 PARAMETRES INTRINSEQUES

Certains calculs de stabilité nécessitent des valeurs de paramètres intrinsèques. Ceux-ci n'ont pas été mesurés.

Il convient que la valeur représentative ou caractéristique retenue pour un paramètre géotechnique soit une estimation prudente de la valeur qui influence l'état limite considéré (paragraphe K.2.2 de la norme NF P94-261 et 2.4.5.2 de la norme EN 1997-1). Selon le paragraphe 2.4.5.2 de la norme EN 1997-1, « Une estimation prudente de la valeur moyenne consiste à choisir la valeur moyenne d'un ensemble limité de valeurs du paramètre géotechnique avec un niveau de confiance de 95% ; par rapport à une rupture locale, une estimation prudente de la valeur la plus faible est un fractile à 5% ».

Par corrélations, on pourra tabler à ce stade de l'étude sur les valeurs de poids volumique et de cohésion et angle de frottement long terme suivantes :

Nature	Cohésion c' (kPa)	Angle de frottement ϕ' (°)	Cohésion court terme Cuu (kPa)	Angle de frottement* ϕuu (°)	Poids volumique γ (kN/m³)	Coefficient de Poisson
Limons vertiques (C1)	0 à 5	28 à 32	35 à 50	25 à 30	17 à 18	0,32 à 0,35
Basaltes plus ou moins altérés (C2)	20 à 30	30 à 40	50 à 150	27 à 32	20 à 25	0,26 à 0,33

Tableau 15 - Valeurs moyennes des paramètres intrinsèques

Remarque : En conditions non drainées, l'angle de frottement non drainé (ϕu) est souvent considéré comme nul ($\phi u = 0°$) pour les sols cohérents dans les analyses en contraintes totales.

Ces valeurs sont présentées en corrélation avec les résultats pressiométriques et fonction de l'expérience. Lorsque l'on utilise des corrélations pour obtenir des valeurs des propriétés des terrains, il convient que les corrélations soient appropriées aux conditions de terrain et au matériel utilisé et documentées (clause K2 (3) de la norme NF P94-261).

Ces valeurs sont des valeurs dérivées déterminées par corrélation ce qui est autorisé par l'Eurocode en phase conception (reconnaissances préliminaires et reconnaissances de projet). Une justification plus précise nécessite la prise d'échantillons intacts complémentaires et d'essais de laboratoire. Compte tenu de leur importance, nous demandons de procéder à des essais complémentaires spécifiques en mission G3 au titre des essais de contrôle (figure A1 de l'EN 1997-3) permettant de confirmer ces estimations et en appliquant des coefficients de sécurité partiels (Cf. paragraphe 9.3 de NF P94-261) sur ces paramètres en gardant à l'esprit que les matériaux rencontrés compte tenu de leur granulométrie peuvent mal se prêter à ces essais de laboratoire.

Dans le cas de l'utilisation d'une méthode numérique, les facteurs partiels sont ceux de l'Annexe B de la norme NF P94-261 complétés éventuellement par ceux relatifs à la méthode de calage du modèle.

Les propriétés des terrains et la valeur représentative ou caractéristique des paramètres géotechniques doivent être déterminées, y compris pendant les phases de construction conformément aux paragraphes 2.4.3 et 2.4.5.2 de la norme NF EN 1997-1 (Notes 1 et 2) complétées par les indications du paragraphe K.2. de la norme NF P94-261.

On notera que les valeurs c' et ϕ' des remblais interviennent dans le calcul de la poussée des terres. En cas de remblai, celui-ci sera réceptionné avant mise en œuvre et ces valeurs intrinsèques seront comparées avec celles utilisées lors des calculs pour le dimensionnement.

Dans ces conditions particulières, il convient de tenir compte, le cas échéant, de l'effet silo qui empêche le coin de poussée théorique de se développer.

Pour mémoire, cet effet silo a pour conséquence de limiter, voire d'annihiler, les efforts de poussée en base de mur. Ce mécanisme va dans le sens de permettre la réduction de l'impact de contreforts ou d'un dimensionnement excessif de la semelle. Lorsque l'espace de remblaiement est ainsi réduit, il peut se créer une réduction des poussées due à un effet de voûte contre les parois qui a pour effet de modifier les poussées sur l'écran.

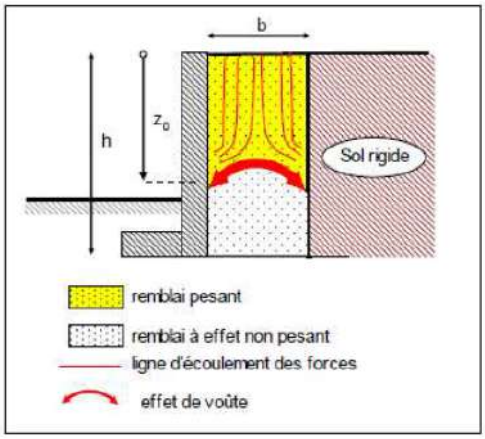


Figure 26 - Principe de l'effet « silo »

5.5 RISQUES SISMIQUES - DONNEES SISMIQUES REGLEMENTAIRES

La nouvelle réglementation sismique nationale (entrée en vigueur à compter du 1er mai 2011), classe l'île de la Réunion en zone 2 dite de faible sismicité alors qu'elle était auparavant considérée comme de sismicité nulle.

Le décret N°2010-1254 du 22 Octobre 2010 hiérarchise les zones sismiques et distingue deux grands types d'ouvrages, les ouvrages « à risque normal » et les ouvrages à « risque spécial » et pour les ouvrages à risque normal définit 4 catégories.

Les bâtiments, équipements et installations sont répartis entre les catégories d'importance suivantes :

- Catégorie d'importance I : ceux dont la défaillance ne présente qu'un risque minime pour les personnes ou l'activité économique ;
- Catégorie d'importance II : ceux dont la défaillance présente un risque moyen pour les personnes ;
- Catégorie d'importance III : ceux dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes et ceux présentant le même risque en raison de leur importance socio-économique ;
- Catégorie d'importance IV : ceux dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou pour le maintien de l'ordre public.

Remarques :

- L'arrêté du 22 octobre 2010 indique qu'aucun dimensionnement sismique n'est nécessaire pour les bâtiments de catégorie d'importance I (quelle que soit la zone de sismicité) ou de catégorie d'importance II en zones de sismicité très faible (zone 1) ou faible (zone 2).
- L'arrêté du 26 octobre 2011 indique qu'aucun dimensionnement sismique n'est nécessaire pour les ponts d'importance I ou en zone de sismicité très faible (zone 1).

Remarque : L'analyse du risque de liquéfaction des sols n'est pas requise en zone 2.

En l'absence d'informations transmises par le maître d'ouvrage, nous prenons l'hypothèse d'un ouvrage de catégorie d'importance I, selon l'arrêté du 22 Octobre 2010, donc un ouvrage non soumis à la sismique

Le cas échéant, les prescriptions :

- De la norme EN1998-4 seront appliquées aux canalisations
- De la norme EN1998-5 seront appliquées aux soutènements.

	Catégorie I	Catégorie II	Catégorie III	Catégorie IV
Zone 1	Aucune exigence			
Zone 2			Eurocode 8 a_{gr} = 0,7 m/s²	
Zone 3		Eurocode 8 a_{gr} = 1,1 m/s²	Eurocode 8 a_{gr} = 1,1 m/s²	
Zone 4		Eurocode 8 a_{gr} = 1,6 m/s²	Eurocode 8 a_{gr} = 1,6 m/s²	
Zone 5		Eurocode 8 a_{gr} = 3 m/s²	Eurocode 8 a_{gr} = 3 m/s²	

Tableau 16 - Exigences sur l'ouvrage en fonction de la catégorie d'importance et de la zone de sismicité selon l'arrêté du 22 Octobre 2010

6. ADAPTATION DU PROJET AU SOL - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

On retiendra des paragraphes précédents :

6.1 LE PROJET

Le projet, mené par le CONSERVATOIRE DU LITTORAL, assisté par HYDRETUDES, comprend la réfection des réseaux d'eau potable et d'eaux usées du restaurant le Choka, avec la création d'un poste de relevage Trou d'eau.

Le PR Trou d'Eau sera implanté sur la parcelle du restaurant le Choka en partie aval de la terrasse soutenue par un muret de soutènement. Il s'agira d'une structure monobloc préfabriquée en polyester de 1 m de diamètre, enterrée à environ 2.5 m sous le terrain naturel, fondée sur un radier en béton. La bâche de relevage accueillera les pompes immergées, tandis que la chambre des vannes regroupera les équipements secs.

6.2 GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE

On trouve :

- En tête, en SP1 et RF1 sur une épaisseur de 0,20 m à 0,30 m, des remblais.
- Puis, sur environ 1,35 m d'épaisseur en SP1, on trouve des limons vertiques.
- Ensuite, sur plus de 7,50 m des basaltes plus ou moins altérés.

6.3 HYDROGEOLOGIE

Un niveau d'eau à 2,94 m de profondeur a été mesuré au sein du sondage SP1 lors de notre intervention. De plus des circulations d'eau anarchiques peuvent exister.

Les écoulements ont pu être retardés.

6.4 IMPLANTATION - POSITIONNEMENT DES OUVRAGES

L'implantation du projet sera restreinte vis-à-vis du cadrage réglementaire et du point de vue géotechnique vis-à-vis de la morphologie du site.

6.5 AVOISINANTS - EXISTANTS

On note la présence sur la parcelle et à proximité du projet, d'un soutènement et du restaurant.

6.6 FONDATIONS DES OUVRAGES

Bâche

On pourra alors envisager :

- si la bâche de pompage est préfabriquée en polyester armé fibre de verre qualité marine et ne dispose pas de rehausse de pied (ou d'un châssis speed) alors on s'orientera vers un système de fondation par radier béton armé descendu dans les basaltes plus ou moins altérés.
- si la bâche de pompage est préfabriquée en polyester armé fibre de verre qualité marine et dispose d'une rehausse de pied d'assise (ou d'un châssis speed), celle-ci est noyée sur un remplissage de béton descendu dans les basaltes plus ou moins altérés.

L'ouvrage étant en zone de submersion, on s'assurera d'un lestage suffisant, mais généralement dans cette configuration, on remonte le béton jusqu'en haut de la bâche (aléa submersion marine).

Chambre des vannes

La chambre des vannes sera fondée sur radier avec une lumière (réservation) permettant l'évacuation des eaux. Dans certains cas les chambres des vannes ont un fond nu afin de permettre l'évacuation des eaux lors des maintenance. Elle pourra alors être fondée sur semelle périphérique type semelle filante. Ces eaux pourront être évacuées sur le sol en place en direction de la mer.

Si la règle des fondations décalées ne peut pas être respectée entre le radier de la bâche et le radier ou les semelles de la chambre de vannes alors le radier et la bâche devront être dimensionnés pour reprendre les efforts liés à la présence des fondations et équilibrer les poussées. Mais c'est un second point critique car une structure en polyester armé n'est pas dimensionnée pour résister à des charges ponctuelles ou à des poussées dissymétriques. Elle tire sa stabilité de la pression uniforme du remblai qui l'entoure. Il conviendra de réaliser ponctuellement un ouvrage de transition en béton armé au droit de la zone d'influence de la chambre de vannes pour équilibrer les poussées.

Tout ceci montre que le projet est sensible aux aléas et réclame par conséquent les dispositions suivantes :

- Recherche d'un horizon de fondation homogène pour les fondations,
- Gestion des points durs,
- Gestion des zones décomprimées éventuelles mises en évidence.

On pourra alors envisager pour un système de fondations superficielles avec ponctuellement au droit d'éventuelles poches décomprimées, des surprofondeurs qu'il conviendra de traiter avec un rattrapage par un gros béton.

*** Niveau d'assise :**

Le niveau d'assise des radiers sera constitué par les basaltes plus ou moins altérés de pression limite moyenne caractéristique égale à 3,58 MPa. Ponctuellement des approfondissements du toit des basaltes plus ou moins altérés ne sont pas à exclure. Localement du gros béton pourra être nécessaires.

*** Ancrage :**

Le niveau d'ancrage des fondations sera constitué par le plus restrictif des niveaux suivants :

- ancrage de 0,30 m dans le niveau porteur défini ci-avant,
- encastrement de 0,60 m à tous les stades de la construction,
- ancrage 0,50 m sous la côte d'affouillement (submersion marine),
- ancrage de 0,20 m sous la cote d'assise des couches de forme après réalisation de celle-ci et de 0,30 m sous la côte des éventuels « remblais existants ».

Compte tenu du faible diamètre du forage, le niveau n'est pas calé très précisément et une incertitude demeure. Il y a aura des substitutions de gros béton notamment au droit des éventuelles tranchées ou gros blocs.

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport sont destinés à appréhender les sujétions techniques et ne sont en aucun cas un dimensionnement du Projet.

Une attention particulière doit être apportée aux principes détaillés dans les paragraphes suivants : le non-respect de l'une d'entre elles peut rendre caduque le résultat escompté. Nous rappelons que

toute modification du projet ou présence d'aléas géotechniques peuvent entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

6.7 SENSIBILITE AUX ALEAS

Le site apparaît globalement moyen d'un point de vue géotechnique avec des aléas liés à :

- La géologie
  - Aléas liés à la présence de remblais,
  - Aléas liés aux interfaces et aux variations d'épaisseur, notamment les variations de l'épaisseur des limons vertiques,
- L'hydrogéologie
  - Aléas liés aux circulations d'eau superficielles et des venues d'eau parasites
  - Aléas liés à un niveau d'eau reconnu à 2,94 m de profondeur
- La nature des matériaux et l'environnement
  - Aléas liés à la sensibilité des matériaux à l'eau, à l'érosion et au remaniement.
  - Aléas liés à la présence de blocs pouvant induire des hors-profils.
  - Aléas liés à des conduites et réseaux (anciens ou en service) qu'il conviendrait de dévoyer.
  - Aléas liés à la présence de contraintes enterrées.

7. TERRASSEMENTS

L'ensemble des terrassements devront être réalisés conformément au Guide Technique pour la réalisation des remblais et couches de formes (GTR, fascicules I et II).

Les documents d'exécution des terrassements devront être établis dans le cadre d'une mission G3 (plan de terrassements, procédures d'exécution, notes de calculs, valeurs seuils, plans de phasage, planning, ...).

Les indications données dans le chapitre suivant, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, venues d'eau, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

7.1 CONTRAINTES DU SITE

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

- Du niveau d'assise et de la sensibilité des mitoyens (et notamment du muret) pouvant nécessiter la réalisation de fouilles blindées ;
- De l'espace libre disponible pour envisager éventuellement une solution par talutage.

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

Avec la présence du muret en mitoyenneté, il est recommandé :

- Avant tout démarrage des travaux, de faire réaliser un **diagnostic de la structure du muret** par un bureau d'études structures ; il définira le cas échéant les confortements ou précautions à prendre, nécessaires à la réalisation des travaux (reprise en sous-œuvre, chaînage, contreventement etc.) ainsi que les déformations à ne pas dépasser ;
- **Un référé préventif** sera établi avant le début des travaux. Il permettra de relever tous les désordres éventuels des constructions existantes.

Le projet nécessite des terrassements en déblais de l'ordre de 2,5 m/TN. Les excavations se situent à proximité d'un muret de soutènement de 0,9 m de haut ancré de 0,3 m dans le TN.

Les terrassements seront réalisés pour partie de manière classique par talutage et pour partie à l'abri d'un blindage (excavations coté muret).

7.2 EXTRACTION

L'ensemble des terrassements devra être réalisés conformément au Guide Technique pour la réalisation des remblais et couches de formes.

Les terrassements dans les limons vertiques nécessiteront l'emploi d'engins classiques et énergiques. En revanche, l'utilisation de matériels d'extraction de forte puissance et de moyens spécifiques (BRH par exemple, …) sera nécessaire pour l'extraction de vestiges ou de blocs dans les remblais et les limons.

Les terrassements des basaltes plus ou moins altérés une fois traversée la partie sommitale très altérée nécessiteront l'emploi du BRH.

Nous suggérons :

- purge des remblais,
- décapage des niveaux foisonnés éventuels et remblais par engin à lame,
- extraction à la pelle puissante en rétro des limons vertiques,
- blindage dans les remblais et limons vertiques,
- extraction à la pelle puissante et BRH des blocs ou vestiges éventuels ainsi que dans les basaltes altérés,
- recompactage du fond de forme,
- finition manuelle des fouilles avec purge des gros blocs éventuels,
- réception des fouilles des fondations par un géotechnicien.

Des stagnations d'eau peuvent se produire dans les fouilles. On modèlera les fouilles pour évacuer l'eau gravitairement.

Les vertiques sont sensibles à l'eau et à l'érosion, on veillera également à bien protéger les talus, au fur et à mesure des terrassements, contre les effets des précipitations.

7.3 PENTE DES TALUS

En phase provisoire (à court terme, pendant la phase chantier avec des conditions climatiques favorables), il n'est pas prévu de mouvements de terre en déblais importants. Les déblais ne devraient pas dépasser 2,50 m.

Cependant la proximité du muret de soutènement à faible distance (2,3 m /2,5 m) ne permet pas la réalisation de terrassements par talutage.

Dans ce contexte, en limite des fondations existantes et en l'absence de venue d'eau notable, on procédera à des terrassements par puits blindés.

7.4 REEMPLOI DES MATERIAUX DU SITE EN REMBLAI

Hormis les remblais à présence de blocs de béton, les matériaux extraits peuvent être réutilisés en remblais moyennant l'élimination des éventuels gros éléments lors de la mise en œuvre (de l'ordre de 2/3 de l'épaisseur des couches) conformément aux prescriptions du GTR 2023 sous réserve de gestion de l'état hydrique.

Les sujétions de compactage pourront être définies ultérieurement en fonction du matériel utilisé. Quelles que soient les conditions météorologiques, ce type de matériaux nécessite un compactage faible ou moyen. Les objectifs de compactage sont ordinairement q4 pour les remblais c'est-à-dire 95 % de la densité à l'optimum Proctor.

Le réemploi des matériaux du site concerne les terrassements généraux d'aménagement du site. Les matériaux extraits (limons à blocs et basaltes extraits au BRH) ne peuvent pas être utilisés pour remblayer l'espace annulaire exigu autour de la cuve préfabriquée.

7.5 MISE EN ŒUVRE DES REMBLAIS ET DE LA COUCHE DE FORME

7.5.1 Remblais

Avant la réalisation des remblais, il sera nécessaire de préparer le fond de forme : il sera impératif de purger les niveaux foisonnés et les éventuels blocs ou remblais.

Un matériau d'apport sera mis en place par couches soigneusement compactées selon le GTR 2023. L'épaisseur des couches mises en œuvre sera fonction du type de compacteur et du matériau utilisé.

Des redans d'accrochage seront aménagés sur les zones non horizontales (pente supérieure à 15%) ou sur les talus, conformément au §15.1 du fascicule 2 du CCTG. Les redans seront inclinés vers l'amont avec une pente de 5%. Le rattrapage des différents niveaux de redans se fera par pente 2B/1H.

En cas d'impossibilité de mettre en place des redans (manque d'espace, zones très pentues), une solution de soutènement provisoires pourra être étudiée et mise en œuvre.

7.5.2 Couche de forme

La couche de forme sera constituée d'un matériau noble insensible à l'eau, de type matériaux G3 ou G4 (type 0/63) selon le GTR 2023 par exemple et comportant 5 à 8 % de fines. Les qualités de ce matériau devront être contrôlées au démarrage du chantier (identification GTR, planche d'essai, examen par un ingénieur géotechnicien) afin d'en valider les caractéristiques.

7.5.3 Essais de contrôle

Les objectifs de compactage définis par le GTR 2023 sont q4 pour les remblais et q3 pour la couche de forme.

Des essais de contrôle à la plaque devront être prévus pour s'assurer de la qualité de la couche de forme et des remblais.

Ils seront réalisés tous les 0,5 m à 0,8 m d'élévation pour les remblais. Le module EV2 de la couche de remblai N doit être au moins supérieur de 10% au module EV2 de la couche N-1 : EV2n > 1.1 EV2n-1.

Pour l'arase de terrassement, il faut compter au moins 1 essai tous les 500 m², et tous les 250m² pour la couche de forme, avec un minimum de 5 essais par ouvrage (cf. Méthodologie de mesure de la portance des plateformes du CEREMA, §2.1).

Les valeurs minimales à obtenir au niveau des remblais seront :

EV_2 > 50 MPa
EV_2 / EV_1 < 1,6
K_w > 50 MPa / m

Les valeurs minimales à obtenir au niveau de la couche de forme seront, pour une PF2 :

EV2 > 60 MPa (pour assurer EV2 > 50 MPa au long-terme)
EV2 / EV1 < 1,6

Les valeurs minimales à obtenir au niveau de la couche de forme seront, pour une PF2qs :

EV2 > 80 MPa
EV2 / EV1 < 1,6

ARASE DE TERRASSEMENT		PLATE-FORME VISEE	
Classe d'arase **ARj**	Portance du sol **Ps** en MPa	Classe de plate-forme **PFi**	Module **EV2** en MPa
AR0	**Ps** < 20	**PF1+** Déconseillé (Effet « ***enclume*** » non obtenu)	**30 ≤ EV2 < 50**
		PF2	50 ≤ **EV2** < 80
AR1	20 ≤ **Ps** < 50	**PF2**	50 ≤ **EV2** < 80
AR2	50 ≤ **Ps** < 120	**PF2qs**	80 ≤ **EV2** < 120
AR3	120 ≤ **Ps** < 200	**PF3**	120 ≤ **EV2** < 200

Figure 27 - Module EV2 long-terme à obtenir en fonction de la plate-forme visée et de l'arase de terrassement

Sans ces essais et contrôles réalisés et/ou suivis par LACQ Groupe GEOTEC ou son mandataire dans le cadre d'une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution, LACQ Groupe GEOTEC ne saurait engager sa responsabilité sur cette solution (ce qui n'exonère pas l'entreprise de son auto contrôle au titre de sa mission G3).

7.6 TRAFICABILITE EN PHASE CHANTIER

L'arase terrassement intéressera après décapage des niveaux foisonnés, éventuellement des remblais et principalement des limons vertiques.

L'arase sera principalement de type AR1, localement AR0 ou AR1+.

Dans les limons vertiques :

- La traficabilité sera médiocre voire impossible en situation météo (++)
- La traficabilité sera faible à moyenne en situation météo (+)
- La traficabilité sera moyenne en situation météo (-) et (=)

En situation météo (-) ou (=), on tablera sur une PST0 à PST3.

Cas de PST	Schémas	Description	Commentaires et dispositions constructives	Classe de l'arase Portance à long terme
PST0		**Sols** F1, F2, F3, F4, G1, G2, G3, G4, S1, S2, S3, S4, I1, I2, VC2 se trouvant dans un état hydrique (th) **Contexte** Profil rasant avec une nappe subaffleurante, ou en déblai dans des matériaux très humides. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation des travaux.	Une PST0 ne permet pas la réalisation d'une couche de forme et nécessite un reclassement. En phase chantier, des dispositifs de type drainage, purge, substitution ou traitement avec un liant adapté sont nécessaires de manière à pouvoir reclasser la PST en PST1, 2, 3 ou 4. Un dispositif de rabattement de nappe peut s'avérer nécessaire. Un dispositif de drainage définitif est fortement conseillé.	**AR0**
PST1		**Sols** F1, F2, F3, F4, I2, VC2, RSCl, G1, G2, G3, G4, S1, S2, S3, S4, I1, VC2, CH3, CH4 et certains matériaux VC1, RSSa, RSCo, RSVo et RSMe dans un état hydrique (h). **Contexte** PST en matériaux sensibles à l'eau de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) et sans possibilité d'amélioration à long terme (B). Ce cas peut se présenter en remblai de faible hauteur ou en déblai.	Dans ce cas de PST, il convient: - soit de procéder à une amélioration du matériau sur une épaisseur adaptée par un traitement à la chaux ou aux liants hydrauliques. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte et les conditions du traitement; - soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (on reste dans le cas PST1). Cette disposition nécessite néanmoins une portance minimale de 15 à 20 MPa pour la mise en œuvre de la couche de forme. Si la portance à court terme est inférieure à 15 à 20 MPa, on est ramené au cas de PST0 et donc une amélioration de la PST est indispensable. Il n'est pas possible de réaliser une couche de forme traitée sur une PST de cette classe. Pour une couche de forme traitée, il faut se ramener à un cas de PST supérieur. En déblai ou en profil rasant, un drainage de la PST est conseillé.	**AR1** **20 MPa**

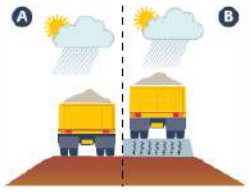
PST2		**Sols** F1, F2, F3, F4, I2, VC2, R5Cl, G1, G2, G3, G4, S1, S2, S3, S4, I1, VC2, CH3, CH4 et certains matériaux VC1, R5Sa, R5Co, R5Vo et R5Me dans un état hydrique (m) ou (s). **Contexte** PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A), mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B). Ce cas de PST comprend les sols sensibles à l'eau traités dans un but d'amélioration uniquement (qui ne permet pas le reclassement en PST4).	Bien que les exigences requises à court terme pour la plateforme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. Le dimensionnement de l'épaisseur de la couche de forme prend en compte la possibilité de chute de portance à long terme. Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante et un drainage des eaux d'infiltration, on est ramené au cas de PST3. Si le drainage n'est pas suffisant, le classement est maintenu en PST2 (pour des matériaux F3 ou F4 on reste dans le cas PST2). Le risque de remontée de nappe doit être pris en compte dans le comportement de la couche de forme.	**AR1** **20 MPa**
PST3		**Sols** F1, F2, F3, F4, I2, VC2, R5Cl, G1, G2, G3, G4, S1, S2, S3, S4, I1, VC2, CH3, CH4 et certains matériaux VC1, R5Sa, R5Co, R5Vo et R5Me dans un état hydrique (m) ou (s). **Contexte** PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A), mais pouvant baisser à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B). Ce cas se présente en l'absence de risque de remontée de la nappe dans la PST - soit en remblai - soit en déblai ou profils rasants avec des dispositifs de drainage profond de la PST. Ce cas de PST comprend les sols sensibles à l'eau traités dans un but d'amélioration uniquement (qui ne permet pas le reclassement en PST4).	Bien que les exigences requises à court terme pour la plateforme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. En remblai : le classement de l'arase en AR2 nécessite que les matériaux soient à l'état m et des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettant d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST. Le classement d'arase sera alors évalué selon la nature des matériaux (en général les sols fins ne permettent pas d'accéder en l'état à une AR2). Dans le cas contraire, le classement de l'arase sera AR1. Pour un sol dans un état hydrique (s), on sera limité au cas de l'AR1. En déblai ou profils rasants : en l'absence d'un drainage profond de la PST permettant un rabattement de la nappe, on sera limité au cas de la PST2. Dans le cas d'un drainage de la PST permettant de drainer les eaux en pied de talus ou les eaux de ruissellement et/ou d'infiltration, l'évaluation de la classe d'arase en AR1 ou AR2 sera similaire au cas des remblais.	**AR1** **20 MPa** **AR2** **50 MPa**

Figure 28 - Synoptique des PST et des Arases (GTR 2023)

7.7 MISE HORS D'EAU

7.7.1 Préambule réglementaire

Nous rappelons que tout prélèvement d'eau (y compris temporaire en phase travaux) sera soumis à minima à Déclaration voire Autorisation (rubrique 1.3.1.0 de la Loi sur l'Eau).

La rubrique 1.3.1.0 s'applique « à l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, ouvrages, installations, travaux permettant un prélèvement total d'eau dans une zone où des mesures permanentes de répartition quantitative instituées, notamment au titre de l'article L. 211-2, ont prévu l'abaissement des seuils ».

Signalons également que tout rejet au réseau des volumes prélevés doit faire l'objet d'une demande d'autorisation auprès du concessionnaire/gestionnaire du réseau.

Par ailleurs, on tiendra compte de l'incidence hydraulique du projet vis-à-vis des avoisinants ainsi que de toutes les prescriptions réglementaires d'un éventuel PPRI.

LACQ Groupe GEOTEC se tient à la disposition des Responsables du projet pour la réalisation des études spécifiques de définition du système de mise hors d'eau (études hydrogéologiques et hydrauliques) en parallèle de la mission géotechnique de projet G2 PRO.

7.7.2 Phase provisoire

Lors de notre intervention du 22/04/2026, nous avons relevé un niveau d'eau à 2,94 m de profondeur par rapport au terrain actuel.

Compte tenu de cette profondeur, le projet ne devrait pas recouper la nappe d'autant que ce niveau a été influencé par l'eau du forage.

Cependant, en fonction du marnage et de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau sont possibles en fond de fouille. Un pompage provisoire pourra alors être nécessaire afin d'épuiser ces venues d'eau et d'assécher les fouilles.

Dans tous les cas, nous conseillons de réaliser les travaux en période climatique sèche afin de limiter au maximum les contraintes liées à la présence d'eau dans le sol.

De plus, le terrassement des arases sera réalisé en toit ou pointe de diamant inversée avec drains et fossés périphériques en pied de talus pour évacuer les eaux superficielles vers un exutoire soit gravitairement soit par pompage et pour éviter leur stagnation lors de la phase travaux.

Nous rappelons que l'étude des E.E.H (Eaux Exceptionnellement Haute) ne fait pas partie de la présente mission. Une mission hydrogéologique associée au suivi d'un ou plusieurs piézomètres permettrait de déterminer les différents niveaux d'eau caractéristiques (EB : Eaux basses, EH : Eaux hautes et EE : Eaux exceptionnelles)

7.7.3 **Phase définitive**

En phase définitive, on prévoira un drainage périphérique par mise en place de drains 80 mm protégé par une chaussette géotextile et intégré dans une tranchée 30x30 (300 mm x 300 mm) gravillonnée. L'exutoire sera gravitaire.

On veillera à bien récupérer les eaux de surface pour éviter leur infiltration au droit des fondations. Par ailleurs, il sera nécessaire de mettre en œuvre un dispositif de drainage à l'amont des éventuels ouvrages de soutènement.

Les eaux pluviales pourront être infiltrées éventuellement à travers des puisards situés à plus de 3 m des éléments fondés (les limons vertiques sont sensibles à l'eau et aux variations de teneur en eau). On exclura toute infiltration à moins de 5 m des éléments fondés et on respectera les prescriptions du DTU 20.1 P3 de Juillet 2020.

On vérifiera que la pente du système de drainage soit supérieure à 5 mm/m afin d'éviter toute stagnation ou infiltration. Par ailleurs, les dispositifs de collecte des eaux de ruissellement devront être dimensionnés dans le cadre de l'étude hydraulique du projet. On prévoira des fossés longitudinaux en pied de talus de déblais et des drains longitudinaux en tête de remblais et soutènement.

8. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

8.1 FONDATIONS DES OUVRAGES

8.1.1 Principes de fondation - Niveaux d'assise

Le principe de fondation consistera à reporter les charges de la structure par l'intermédiaire de radiers pour la bâche ainsi que la chambre des vannes descendus dans les basaltes plus ou moins altérés, moyennant le critère le plus restrictif parmi les suivants :

- un encastrement minimal de 0,60 m à tous les stades de la construction,
- un ancrage minimal de 0,30 m dans la couche porteuse,
- un ancrage de 0,20 m sous la cote d'assise des couches de forme après réalisation de celles-ci
- ancrage de 0,30 m sous la cote des éventuels remblais.

8.1.2 Contraintes limites de calcul (EC7)

Selon les prescriptions de la norme NF P 94-261, pour démontrer qu'une fondation superficielle supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par défaut de portance du terrain, on doit vérifier l'inégalité suivante :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec :

- V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise
- R_0 : valeur du poids du sol après travaux au niveau de la base de la fondation en faisant abstraction de celle-ci

$$R_{v;d} = A' \cdot \frac{q_{net}}{\Gamma}$$

Avec, pour $R_{v;d}$ dans le cas des méthodes pénétrométriques et pressiométriques, un coefficient de sécurité global Γ de 1,68 (ELU fondamental) et 2,76 (ELS quasi-permanent et ELS caractéristique).

Pour les murs selon la norme NF P94-281, ces valeurs sont ramenées à 1,40 (ELU fondamental et 2,30 (ELS quasi-permanent et ELS caractéristique).

La norme NF P94-261 traite du calcul de la capacité portante d'une fondation dans les conditions ELU et ELS, ce qui nécessite d'en définir les caractéristiques géométriques ; Elle autorise cependant, lorsque la réalisation du projet peut en être facilitée, de présenter les résultats en termes de contraintes (note 2 du paragraphe 9.1 de la norme NF P94-261).

En conséquence au stade G2, ou les descentes de charge sont mal connues, il est possible de raisonner en termes de contrainte σ'ELU et σ'ELS.

Une optimisation et une justification devront être faites au stade EXE en mission G3 dès que les descentes de charge seront parfaitement maîtrisées et connues.

Il vient en théorie la contrainte nette évaluée à **q_{net} = 2865 kPa** (charges verticales et centrées, absence de talus) vis-à-vis des sollicitations aux Etats Limites Ultimes, pour des fondations de largeur inférieure à 2 m (kp = 0,8 et Ple* pris égal à 3,58 MPa, q'_0 = 0 kPa).

Nous rappelons que le calcul de la contrainte q_{net} dépend étroitement de la géométrie des fondations, de leur encastrement et de la répartition spatiale du chargement des fondations.

Sous réserve du respect du principe de fondation précité, et en l'absence au stade actuel de la connaissance des dimensions des semelles, les contraintes verticales centrées de calcul à prendre en compte pour la justification vis-à-vis des Etats limite Ultime et de Service seront limitées aux valeurs suivantes :

- Soit une contrainte Ultime à rapprocher des sollicitations aux Etats Limites Ultime durable et transitoire égale à :

  $q'_{ELU} = q_{net}/ 1,68 = 1700$ kPa (charges verticales et centrées, absence de talus)

- Soit une contrainte de service à rapprocher des sollicitations aux Etats Limites de Services quasi caractéristiques et permanents égale à :

  $q'_{ELS} = q_{net}/ 2,76 = 1040$ kPa (charges verticales et centrées, absence de talus)

Nous nous limiterons à une contrainte admissible de **300 $i_{\delta\beta}$ kPa** (ELS quasi-permanent), compte tenu des variations latérales de faciès possible, de la présence possible de passages plus ou moins altérés dans les basaltes et pour des problèmes d'aléas.

Cette valeur est suffisante au vu des hypothèses de charges envisagées (à ce stade, nous n'avons pas de descente de charges).

En fonction de la géométrie des charges appliquées sur les fondations, on appliquera à ces valeurs réduites, le coefficient minorateur $i_{\delta\beta}$ tenant compte de l'inclinaison de la résultante et de la présence du talus.

Cependant, le risque de rencontre de formations constituées de poches de matériaux décomprimées lors des fouilles pour les fondations, des adaptations pourront être nécessaires pour conserver l'égalité ci-dessus ; Substitution des sols peu portants sur une profondeur permettant l'obtention de pression limite ayant servi au calcul de la contrainte admissible. On peut citer la mise en place d'un massif de répartition en gros béton ou d'un massif de rattrapage en gros béton sous fondations (pas de diffusion dans le béton).

8.1.3 Excentricité de la charge - Glissement

Nous avons pris à ce stade l'hypothèse de charges uniquement verticales centrées, à partir des éléments dont nous disposons au stade de cette étude. Les justifications aux états limites au renversement et au glissement sol ne sont donc pas traitées.

La vérification des critères d'excentricité aux ELU et ELS et du non-glissement du massif seront menés en phase EXE en fonction des descentes de charges EXE.

De ce fait, pour des charges résultantes inclinées ou excentrées, il faudra appliquer les corrections nécessaires par l'intermédiaire du coefficient i_δ et une surface réduite A', selon les cas.

La vérification sera faite vis-à-vis des états limites ultimes. Si les efforts horizontaux sont intégralement repris par les forces de frottement s'exerçant à l'interface entre le sol et la fondation, la justification pourra être faite, selon le cas, conformément aux prescriptions de l'article 6.5.3. de l'Eurocode 7, « Calcul géotechnique, partie 1 ».

Si nécessaire, la réaction du sol sur les faces latérales de la fondation pourra être éventuellement prise en compte. Cette justification pourra faire l'objet d'une mission complémentaire spécifiques en phase EXE en fonction des descentes de charges EXE.

Les contreventements devront être assurés. En tout état de cause, on dimensionnera les fondations et on adaptera leurs dimensions de telle sorte qu'elles soient complètement comprimées.

Ces justifications seront dimensionnantes.

8.1.4 Estimation des tassements (selon annexe H de la norme NF P94-261)

Les tassements globaux et différentiels résultant de l'application des contraintes données ci-dessus sont déterminés à partir des résultats des essais pressiométriques (rigidité de flexion dans le sens de sa largeur B est suffisante ($B < 2\ l_0$).

Un exemple de calcul est donné en annexe 4.

Pour un radier rigide de 2,00 m de côté (ancré dans les basaltes altérés, le tassement résultant de l'application des contraintes données ci-dessus (charge limitée à 65 kPa ELS Quasi-permanent) sera inférieur au centimètre.

Les tassements différentiels seront inférieurs au centimètre.

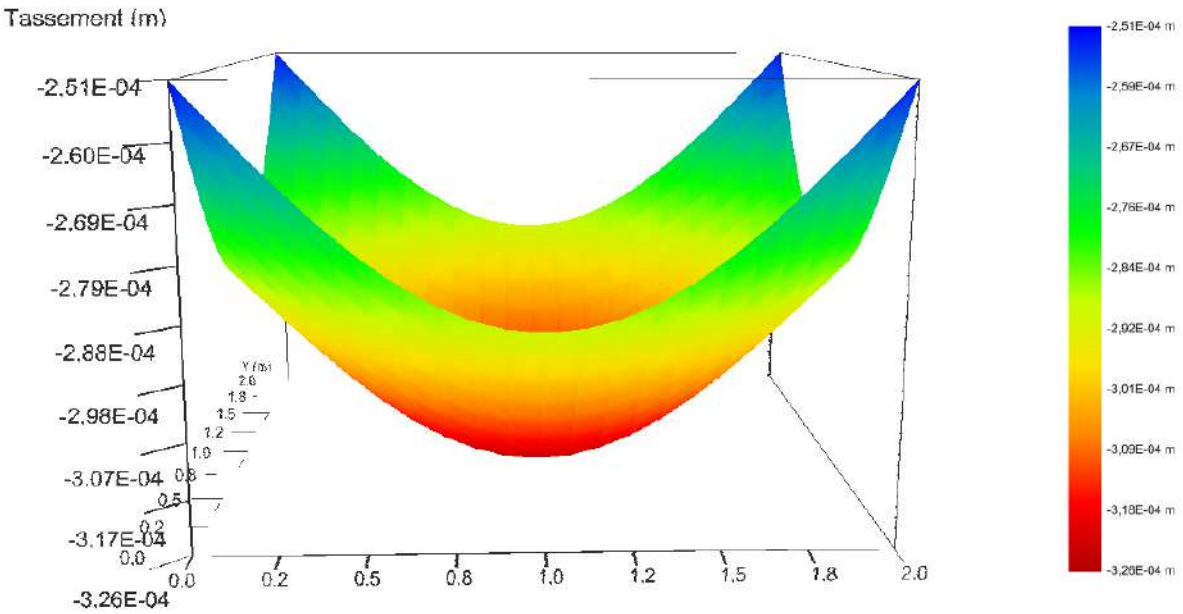


Figure 29 - Répartition des tassements pour un radier rigide circulaire de 2,00 m de diametre sous une charge de 65 kPa ELS QP

Remarque N°1 : Il ne faut pas considérer les chiffres ci-dessus dans toute leur rigueur mathématique mais voir en eux un ordre de grandeur des phénomènes

Remarque N°2 : Ces valeurs s'entendent fond de fouilles non remaniés. Les tassements sont conditionnés par le soin porté à l'exécution des fondations (homogénéité du fond de fouille, propreté, ancrage, …)

Il conviendra au bureau d'études structures de déterminer si ces tassements seront admissibles.

La justification vis-à-vis des tassements suppose que les niveaux porteurs ne seront surchargés d'aucun remblai supplémentaire.

Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'Art en accord avec les prescriptions de la norme NF P94-261.

Des descentes de charge hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels différents dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre de l'étude complémentaire de type G3 selon la norme NF P94-500 de Novembre 2013. Les valeurs définitives de tassements absolus et différentiels seront à vérifier dès que les descentes de charges réelles seront connues. Par ailleurs ces descentes de charges devront impérativement prendre en compte le poids des infrastructures.

8.1.5 Sujétions d'exécution

Les fouilles pour la mise en place des fondations **seront contrôlées et réceptionnées par un géotechnicien expérimenté**. On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants est assurée pendant et après la réalisation du projet.

Les sujétions sont liées :

- A l'environnement nécessitant :
  - la purge et substitution par une GNT soigneusement compactée (ou par un gros béton dans l'impossibilité de compacter) en cas de découverte de vestiges enterrés ou de blocs,
  - la purge des remblais existants et des niveaux décomprimés ou foisonnés, ou des poches de matériaux organiques, avec sur-profondeur jusqu'aux sols non organiques.
  - en cas de découverte d'une quelconque surépaisseur de remblais, cuves ou structures diverses enterrée etc., il faudra procéder à une nécessaire adaptation des fondations. Nous invitons le maître d'ouvrage à prévoir une mission de suivi d'exécution géotechnique (G4 de la norme NF P94-500) et de la déclencher afin de gérer tous aléas géotechniques lors de la réalisation des travaux.
- A la réalisation des fondations réclamant :
  - La recherche d'un horizon de fondation homogène pour les fondations, gestion des points durs, gestion des zones décomprimées éventuelles mises en évidence, pouvant engendrer des surprofondeurs de fondations, et/ou la réalisation éventuelle de substitutions avec du gros béton ou une grave-ciment,
  - Un ancrage des fondations dans le niveau porteur défini d'au moins 0,30 m,
  - Un encastrement de 0,60 m à tous les stades de la construction,
  - Un ancrage de 0,20 m sous la cote d'assise de la couche de forme après réalisation de celle-ci et de 0,30 m sous la cote des éventuels remblais,
  - Un ferraillage conséquent des fondations,
  - Un bétonnage immédiat des fondations afin de limiter l'effet de décompactions du sol, de préférence pleine fouilles afin de bénéficier de frottement latéral,
  - L'utilisation d'un béton peu poreux avec $E/C_{eff} < 0,55$ pour la réalisation des fondations (par exemple classe XS1 à XS2 au sens de la norme EN 206 et NF EN 206+A2/CN de novembre 2022),
  - En l'absence d'essais en laboratoire spécifiques sur les terrains en place et sur l'eau contenue dans le sol, le béton des fondations et ouvrages enterrés sera confectionné avec un ciment résistant aux agents agressifs. Nous rappelons que ce n'est pas parce que le terrain est exempt d'écoulement d'eau qu'un risque de dégradation du béton doit être arbitrairement négligé. Il est toujours possible que des agents agressifs soient présents dans des remblais ou aient été déversés dans le sol en place,
  - Des surprofondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas à exclure, notamment en cas d'éventuelles poches décomprimées, ce qui nécessitera un gros béton de rattrapage,
  - En cas d'arrivées d'eau à l'ouverture des fouilles, il conviendra de les assécher par un dispositif adapté à leur importance et à la nature des terrains (drainage, pompage par exemple),
  - Compte tenu du risque d'éboulement des sols, le blindage (ou talutage à 3B/2H) des fouilles peut s'avérer nécessaire, notamment dans le cas de fouilles d'une profondeur supérieure à 1,30 m. Ce matériel devra être présent sur site en phase travaux.

- Le respect des règles de la norme NF P94-261 (figure 8.1 de la NF P94-261 ci-dessous) des fondations superficielles sur les niveaux d'assise décalés le cas échéant. On respectera également une pente de 3/2 (3 de base, 2 de hauteur) entre les assises de fondations à niveaux différents, ainsi qu'entre la base des fondations et les pieds de talus,

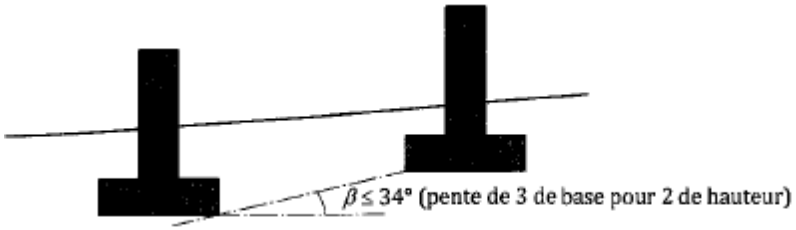


Figure 30 - Fondations décalées (figure 8.1 de la NF P94-261)

- A l'hydrogéologie :
  - Aux circulations d'eau superficielles et des venues d'eau erratiques,
  - Les moyens mis en œuvre pour imperméabiliser les fondations,
- A la réalisation des terrassements impliquant :
  - La présence d'éventuels blocs pouvant induire des hors profils,
  - La purge totale des remblais visuellement peu compacts et des niveaux foisonnés ou décomprimés,
  - Dans les formations compactes (blocs de basaltes, vestiges enterrés, …), les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (BRH par exemple).

8.1.6 Précautions vis-à-vis des existants

Concernant le muret mitoyen au projet, les nouvelles fondations seront réalisées à proximité des fondations de ce dernier. Dans ce cas, il sera nécessaire de respecter les points suivants :

- **Avant tout démarrage des travaux** et compte tenu de la vétusté des constructions, nous conseillons de faire réaliser par un bureau d'études structures **une étude de diagnostic** de la structure existante et de son éventuel confortement. Elle permettra notamment de définir les types de reprises de la structure qu'il sera éventuellement nécessaire de réaliser ;
- **Un référé préventif** devra être établi avant le début des travaux. Il permettra de relever tous les désordres sur les constructions existantes ;
- **Les travaux de terrassement** en bordure des constructions existantes devront être **limités au maximum** et être exécutés avec toutes les précautions nécessaires et suffisantes afin de ne pas risquer de déstabiliser l'ouvrage. On évitera par exemple les vibrations importantes ;
- **Les nouvelles fondations seront suffisamment en retrait pour ne pas être perturbées par le débord de l'existant** (semelles isolées déportées, recentrage des charges par longrines de redressement et semelles filantes perpendiculaires, blindage, …) ;
- Une pente maximale de 3 horizontal pour 2 vertical entre l'assise des nouvelles fondations et celle des fondations existantes devra être respectée. Compte tenu de la profondeur d'ancrage des ouvrages à créer, ce point ne pourra pas être respecté. **Il conviendra donc de créer des ouvrages de soutènement provisoires ou d'approfondir les fondations du muret** d'un mètre et de les ancrer dans les limons vertiques vers 1,0 m. Dans le cas où cette pente ne pourrait être respectée, on prévoira des ouvrages de soutènement provisoires,

- Dans le cas où les ouvrages existants seraient soumis à des **surcharges**, il sera nécessaire de s'assurer que ces dernières soient **compatibles avec le dimensionnement des fondations existantes.**

8.2 STABILITE GENERALE

Compte tenu de proximité du littoral, un risque d'érosion marine ainsi que d'affouillement est à prendre en compte dans le cadre du projet.

Les phénomènes de submersion marine ou des écoulements d'eau (au vu de la topographie générale du site) peuvent également provoquer des affouillements de fondations. Il conviendra alors de mettre en place des parades pour limiter ce risque sur du long terme afin d'assurer leur stabilité, à étudier dans le cadre d'une étude hydraulique.

9. CONCLUSIONS

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique concernant la **CREATION D'UN POSTE DE RELEVAGE à TROU-D'EAU**, sur la commune de **SAINT-PAUL**.

Cette mission G2 phase PRO a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des données fournies et des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques. Elle a permis également de conclure sur les conditions de réalisation des voiries et tranchées.

On s'attendra à trouver dans l'emprise du projet la lithologie suivante du haut vers le bas :

- En tête, en SP1 et RF1 sur une épaisseur de 0,20 m à 0,30 m, des **remblais**.
- Puis, sur environ 1,35 m d'épaisseur en SP1, des **limons vertiques**.
- Ensuite, sur plus de 7,50 m d'épaisseur, des **basaltes plus ou moins altérés**.

Il n'a pas été mis en évidence d'arrivées d'eaux au moment des autres sondages.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent notamment :

- Les variations d'épaisseur notamment celle des niveaux foisonnés,
- La présence éventuelle de surépaisseur de remblais,
- Les variations latérales de faciès,
- La présence de tranchées et réseaux,
- La présence de blocs et passages indurés,
- La présence de niveaux boulants,
- La présence de couches molles intercalées en profondeur,
- L'absence de continuité horizontale,
- La sensibilité des matériaux à l'eau,
- Les remontées ou les approfondissements des différentes couches.
- Des venues d'eaux erratiques,
- La présence possible d'ouvrages enterrés non identifiés (réseaux, cuves, …),
- La présence de polluants,
- L'existence d'incertitudes ou d'erreurs importantes et inexplicables perturbant les schémas classiques d'analyse statistique ou probabiliste,
- L'évaluation des descentes de charges,
- Les hypothèses simplificatrices adoptées lors des modélisations,
- Le choix des méthodes de calcul ou des logiciels utilisés,
- Complexité des problèmes géotechniques étudiés, non toujours modélisable de façon déterministe,
- Les incertitudes liées aux méthodes d'investigation et au modèle géotechnique :
    - Les incertitudes inhérentes au modèle géotechnique,
    - Les incertitudes dans la transposition des résultats d'essais aux conditions réelles de l'ouvrage, …

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : Il conviendra d'en tenir compte lors de la phase d'exécution.

La contrainte admissible dans les basaltes plus ou moins altérés sera limitée à 300 kPa (ELS quasi-permanent) compte tenu de la présence possible de niveaux très altérés en profondeur. Cette valeur est surabondante pour le projet.

Pour la bâche de refoulement et la chambre on s'orientera vers une solution de radier (rehausse de pied noyé dans du béton pour bâche préfabriquée en polyester armé fibre de verre qualité marine) descendu dans les basaltes plus ou moins altérés. La contrainte sera limitée à 65 kPa (ELS), valeur surabondante. Pour les radiers, ce sont les tassements qui sont généralement limitants. On s'attendra à un tassement inférieur au centimètre.

Sous la contrainte annoncée, on s'attendra à un tassement de l'ordre du centimètre. La totalité des tassements seront différentiels. Ils seront différentiels vis-à-vis des existants.

Une gestion des eaux de surface et un drainage des eaux est impératif.

Les tranchées de plus de 1,30 m seront blindées. Aucune dérogation ne pourra être faite au code du travail, particulièrement les articles R4534-22 à R4534-39.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe N°5 (norme NF P94-500 de Novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude géotechnique préalable G1 (phases ES et PGC) ainsi qu'une étude de conception phase avant-projet (Phase G2 AVP) et phase projet (G2 phase PRO) conformément à la norme NF P94-500 de Novembre 2013. Toutes modifications ou apport de charge sur la structure existante peut fausser tout ou partie de la conclusion de ce rapport, elles devront donc être portées à notre connaissance afin que nous adaptions les conclusions de ce présent rapport.

Nous rappelons au donneur d'ordre que les missions géotechniques doivent répondre à une norme imposée NF P94-500 de Novembre 2013.

Les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre ayant pris conscience de celles-ci se doivent donc d'engager les missions géotechniques complémentaires règlementaires fixées et dont les caractéristiques sont jointes à ce rapport.

Une étude de projet (G2 phase DCE) doit donc être envisagée (collaboration avec l'équipe de maîtrise d'œuvre) ainsi que les études et suivi d'exécution (G3) pour :

- Permettre l'optimisation du projet,
- Préciser les hétérogénéités,
- Préciser les modes de fondations,
- Définir les contraintes admissibles,
- Dimensionner les fondations (contraintes, …),
- Evaluer les tassements et déplacements des ouvrages,
- Définir la géométrie des ouvrages géotechniques, fondations, blindage, batardeaux, …
- Préciser les sujétions de réalisation, notamment le phasage travaux et le suivi spécifique,
- Préciser les modalités des terrassements,
- Vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché,

- Etudier les aléas cités au paragraphe 6.7.

De fait, en l'absence de mission particulière (Missions G2 à G4 selon norme NF P94-500), les comptes rendus de chantier adressés à LACQ Groupe GEOTEC seront considérés comme non lus et non opposables.

Fait au Tampon, le lundi 29 juin 2026

La Responsable du Service Géotechnique

Camille ARNOUX

ANNEXES

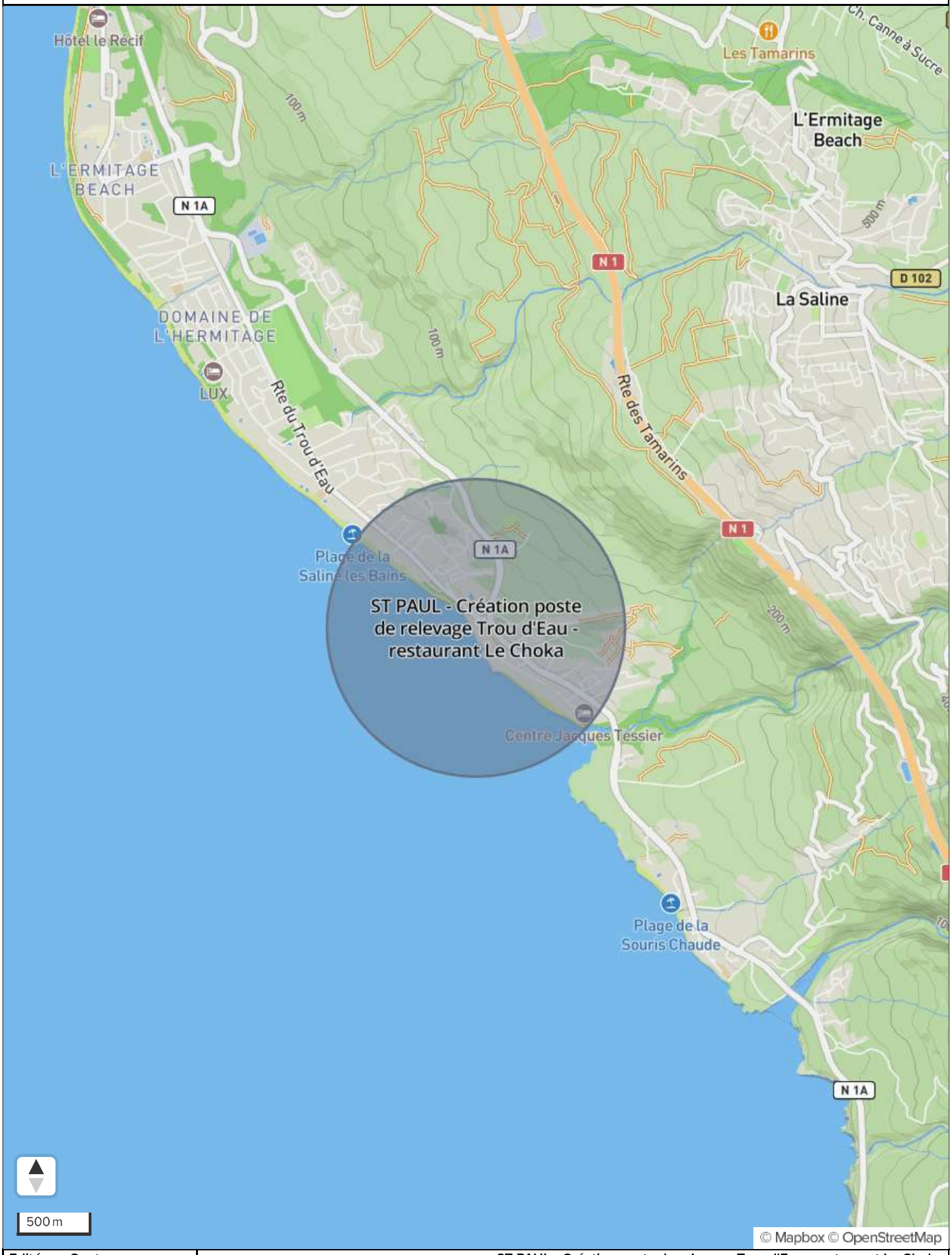
Annexe 1 – Plan de situation

LACQ GROUPE GÉOTEC

Site ST PAUL - CRÉATION POSTE DE RELEVAGE TROU D'EAU - RESTAURANT LE CHOKA

Affaire 26-037-03

PLAN DE LOCALISATION



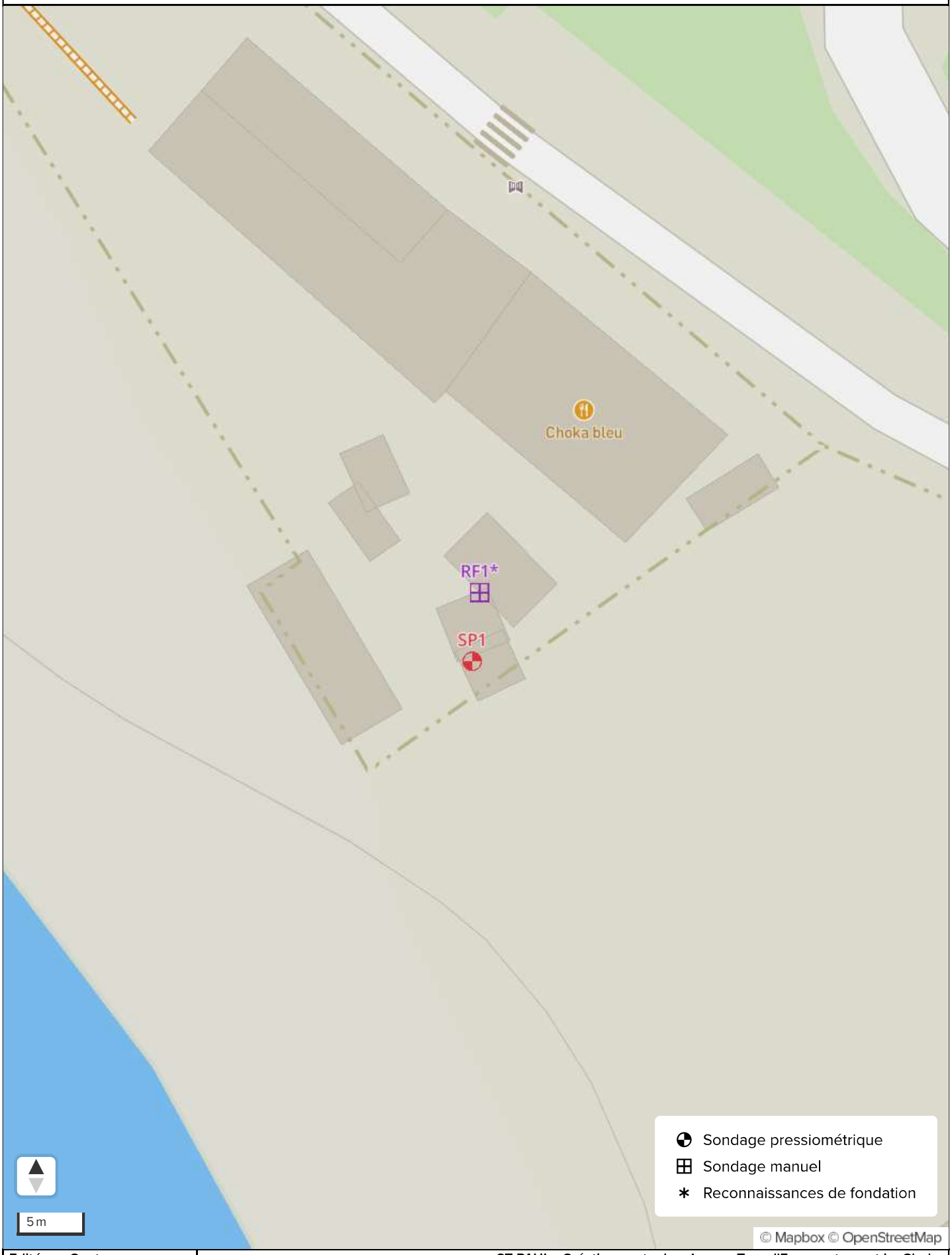
Edité par Geotec	ST PAUL - Création poste de relevage Trou d'Eau - restaurant Le Choka

Annexe 2 – Plan d'implantation des sondages

Site ST PAUL - CRÉATION POSTE DE RELEVAGE TROU D'EAU - RESTAURANT LE CHOKA

Affaire 26-037-03

PLAN D'IMPLANTATION



Annexe 3 – Sondages

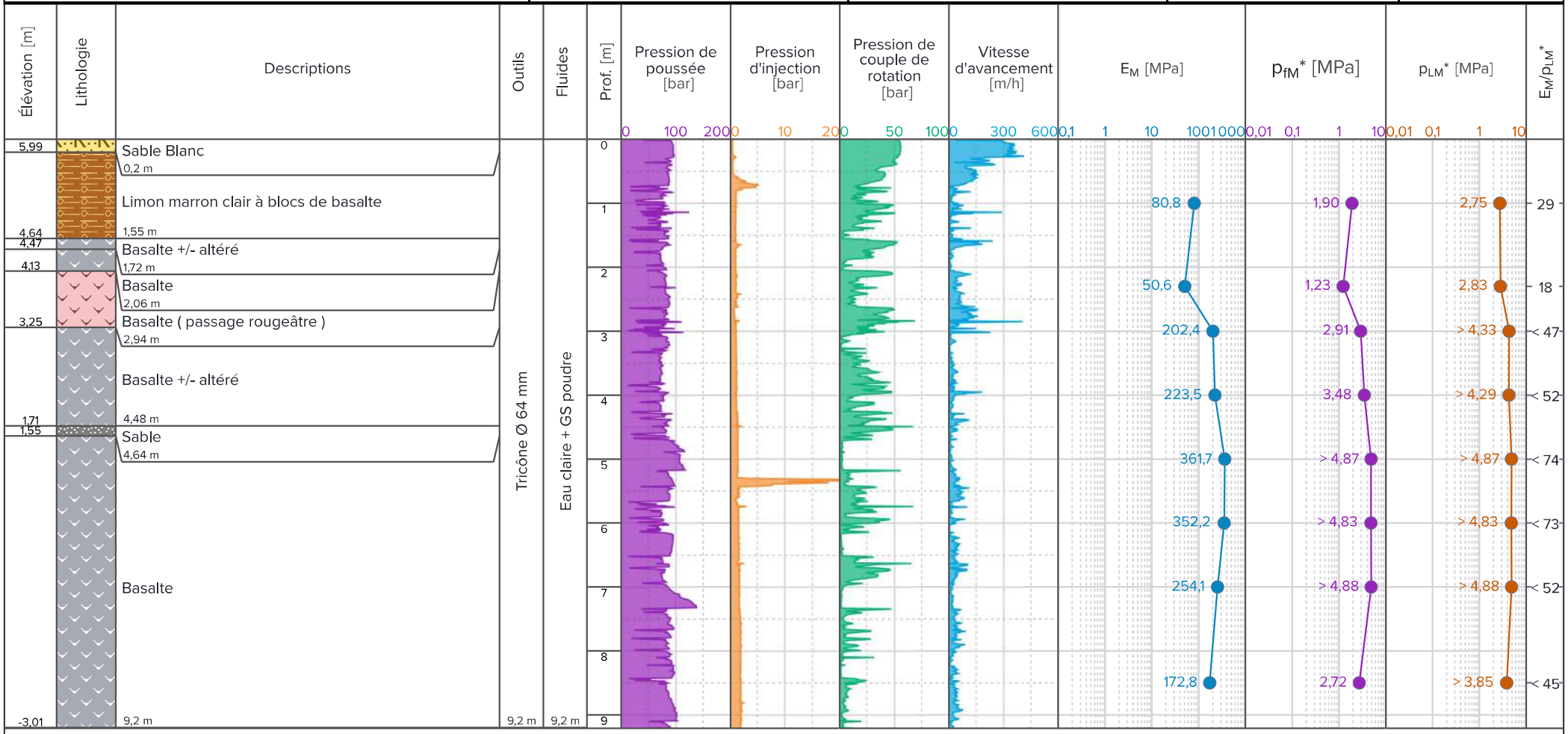
LACQ GROUPE GÉOTEC

Site ST PAUL - CRÉATION POSTE DE RELEVAGE TROU D'EAU - RESTAURANT LE CHOKA
Affaire 26-037-03

Sondage SP1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
317 908,11	7 665 385,56	RGR92 / UTM zone 40S		Centimètre
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**
+6,19 m	9,0 m	-	NGR	Centimètre

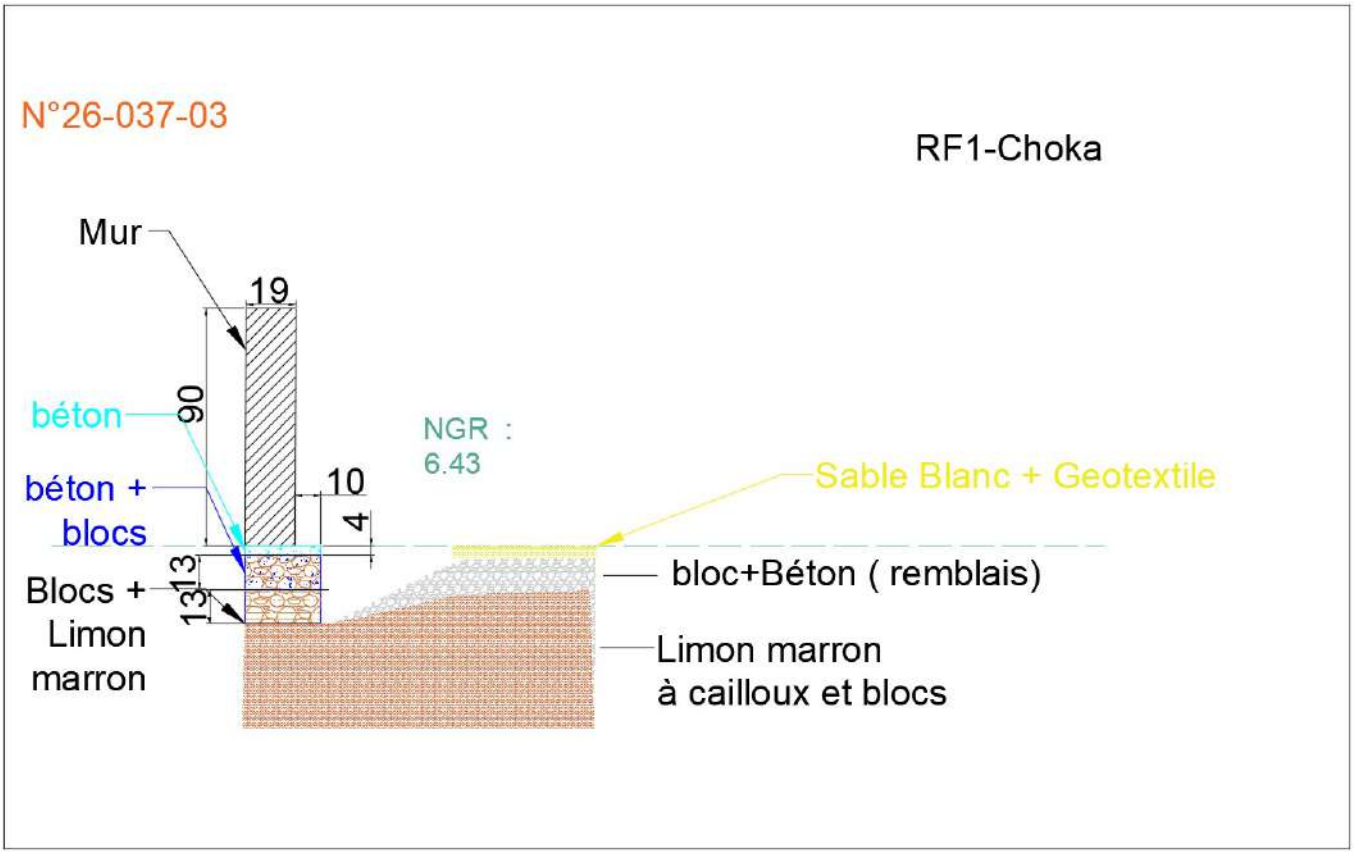
Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
Pressiomètre + Paramètres destructifs	20/04/2026 05:00:00	22/04/2026 05:00:00	TB175 CPV1644	RV



Remarques: Niveau d'eau relevé à 2.94 m de profondeur le 22/04/2026 en fin de forage

LACQ GROUPE GÉOTEC	Reconnaissance de fondation	Dossier 26-037-03	Lieu
	RF1	Restaurant Choka	Saint-Paul

NGR	Vue en Coupe



Date : 21/04/2026

GPS (UTM 40) :

X : 317908.601

Y : 7665390.602

NGR : 6.436

Photo





Remarques :

Annexe 4 – Dimensionnement des fondations

Données

Titre du projet : CREATION D'UN POSTE DE RELEVAGE TROU D'EAU - RESTAURANT LE CHOKA

Numéro d'affaire : 26-037-03

Commentaires : Mission G1 + G2 AVP + G2 PRO partielle

Titre du calcul : Cas 1 (Cas 1)

Dimension du projet : 3D

Cote de référence (m) : 5,000

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y
1	Limons vertiques		2,50	1,60E05	0,33	0,000	0,000
2	Basaltes plus ou moins altérés		-11,00	3,15E05	0,30	0,000	0,000

Prise en compte du poids des terres initial : Non

Seuil de décollement (kPa) : 5

Seuil de plastification (kPa) : 1000

Décollement/plastification automatique : Non

Plaque - Rectangle

N°	E	v	e	zbase	X	Y	B	L	θ
1	2,00E07	0,20	0,30	2,20	-1,00	-1,00	2,00	2,00	0,0

Surcharge répartie - Rectangle

N°	q	X	Y	B	L	θ
1	65,00	-1,00	-1,00	2,00	2,00	0,0

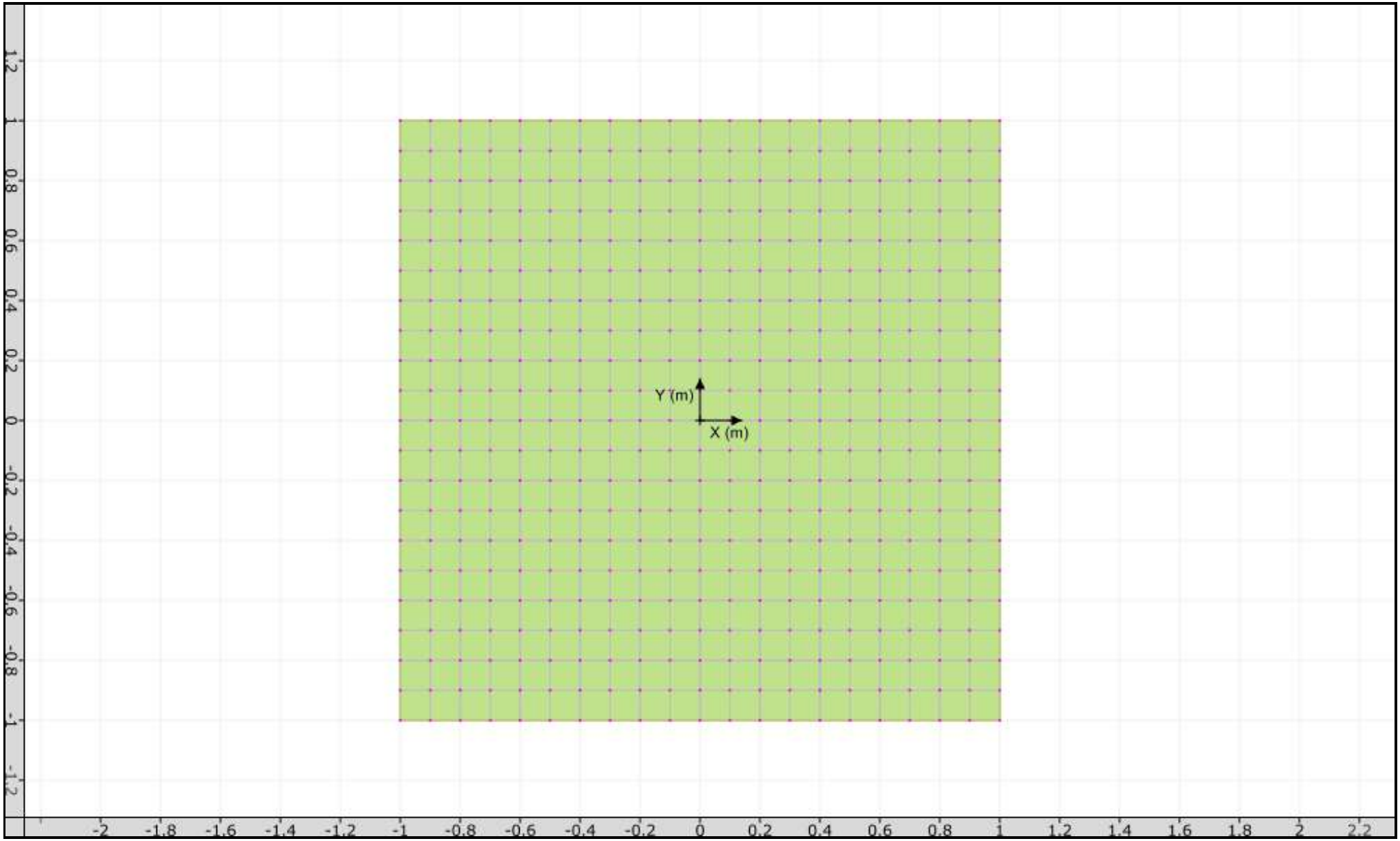
Pas de calcul automatique : Oui

Pas maximal (m) : 0,10

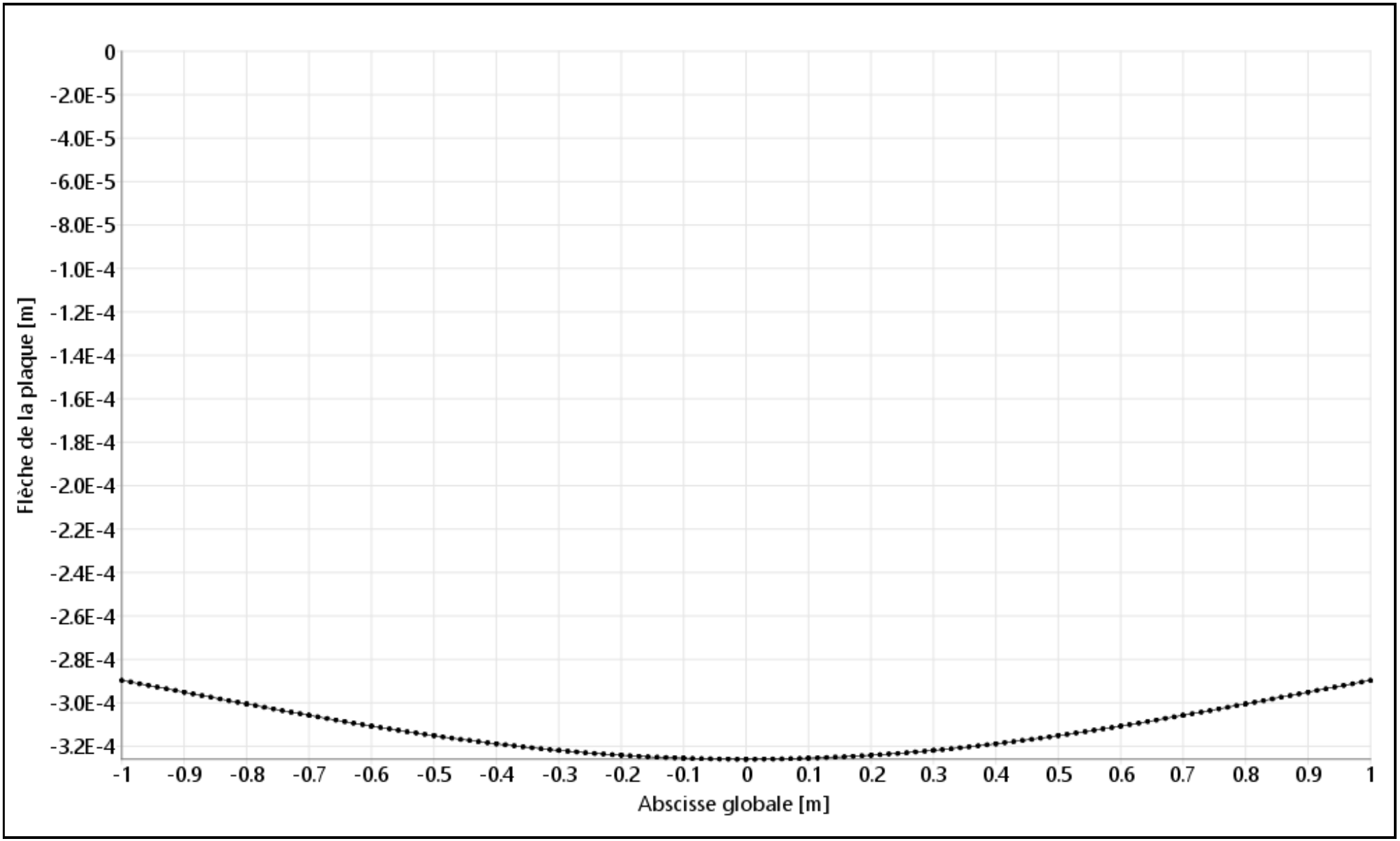
Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui

Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

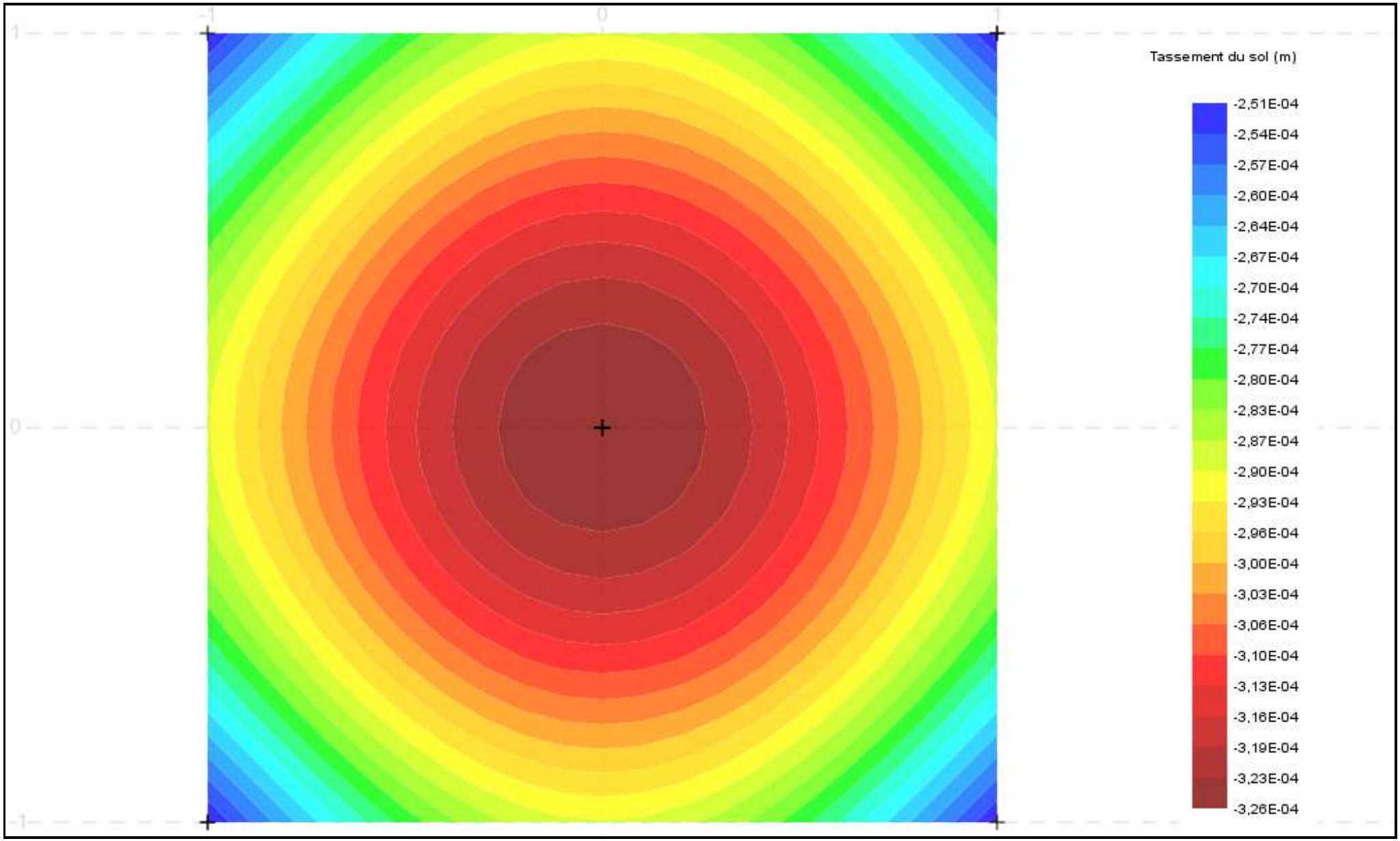
Onglet "Paramètres généraux"



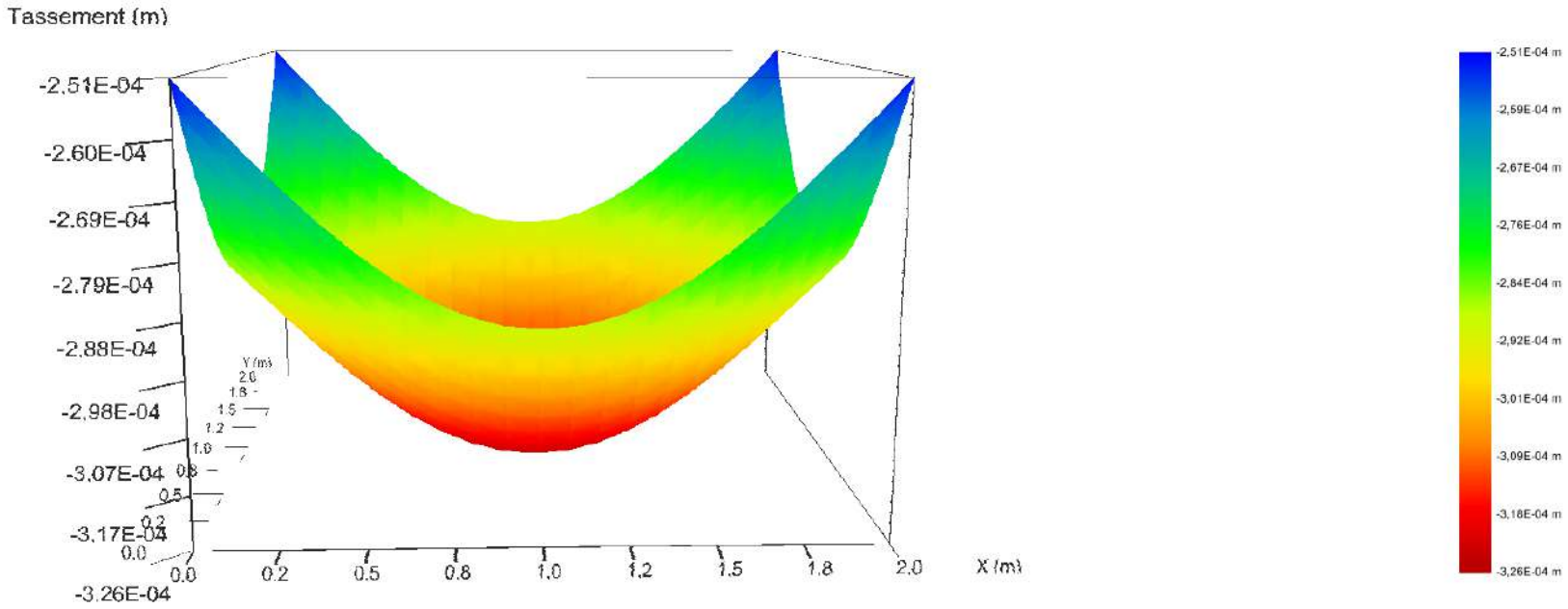
Coupe / Flèche de la plaque / Y=0,00m



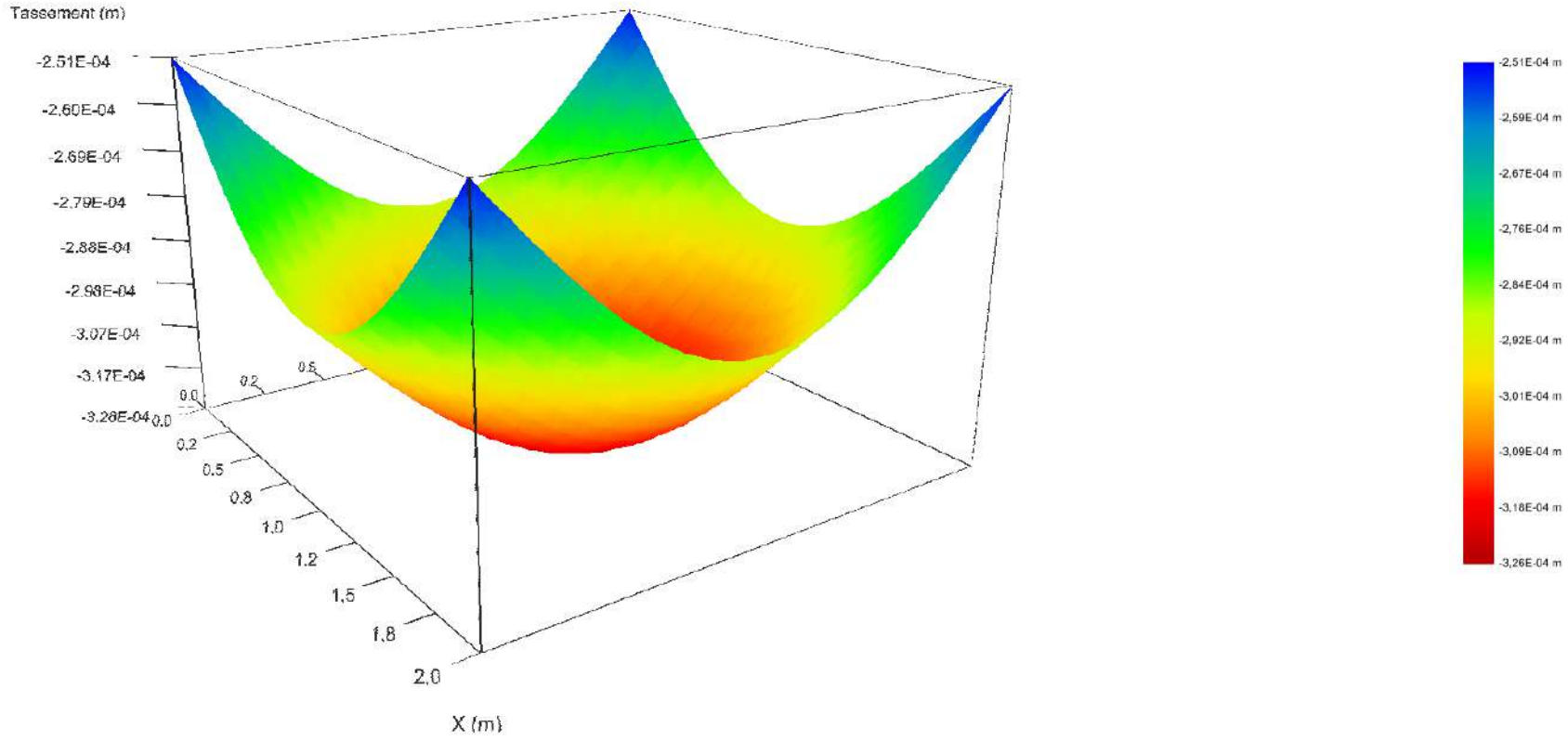
Isovaleurs / Tassement du sol



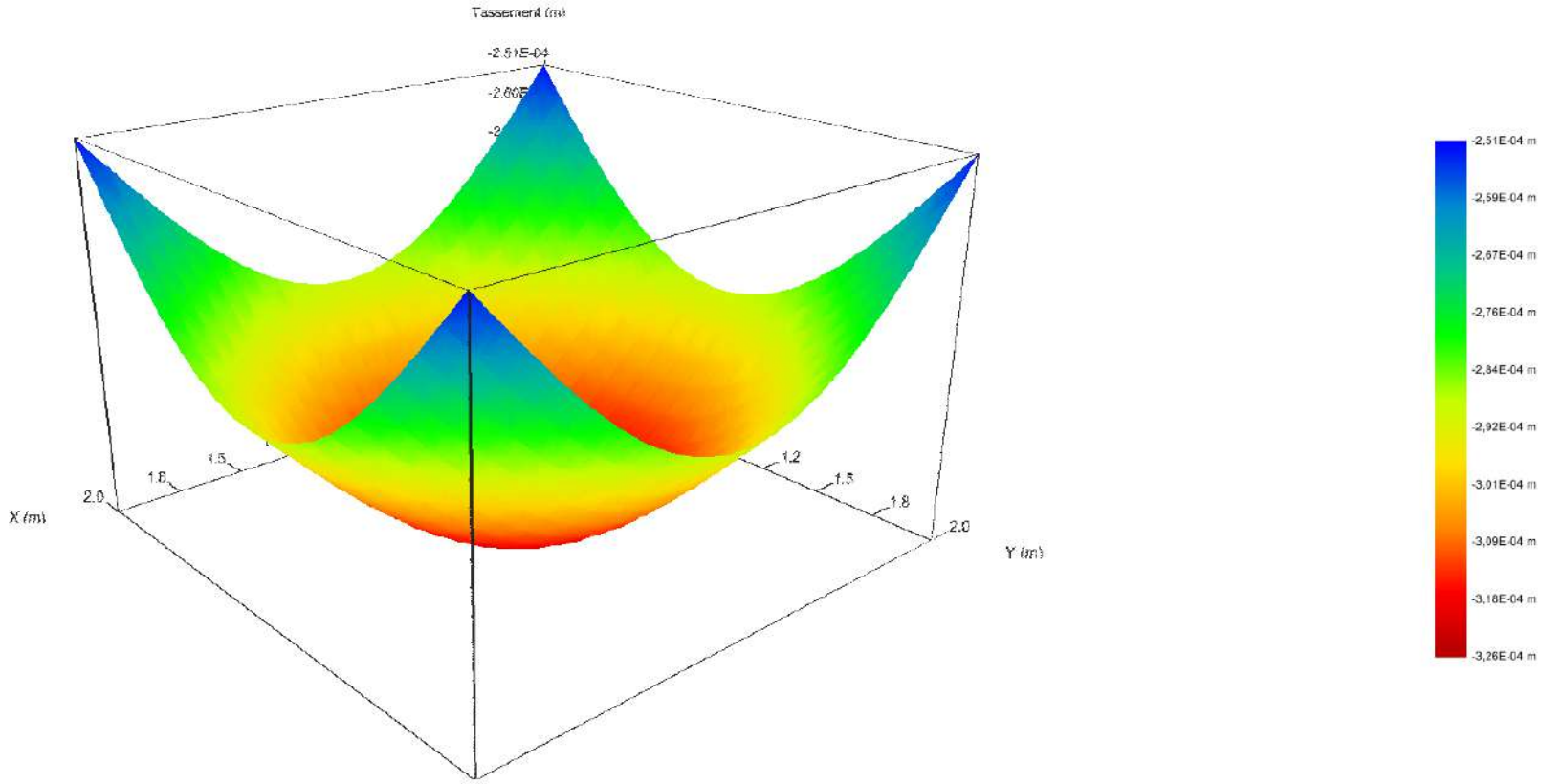
Graphique 3D / Tassement du sol



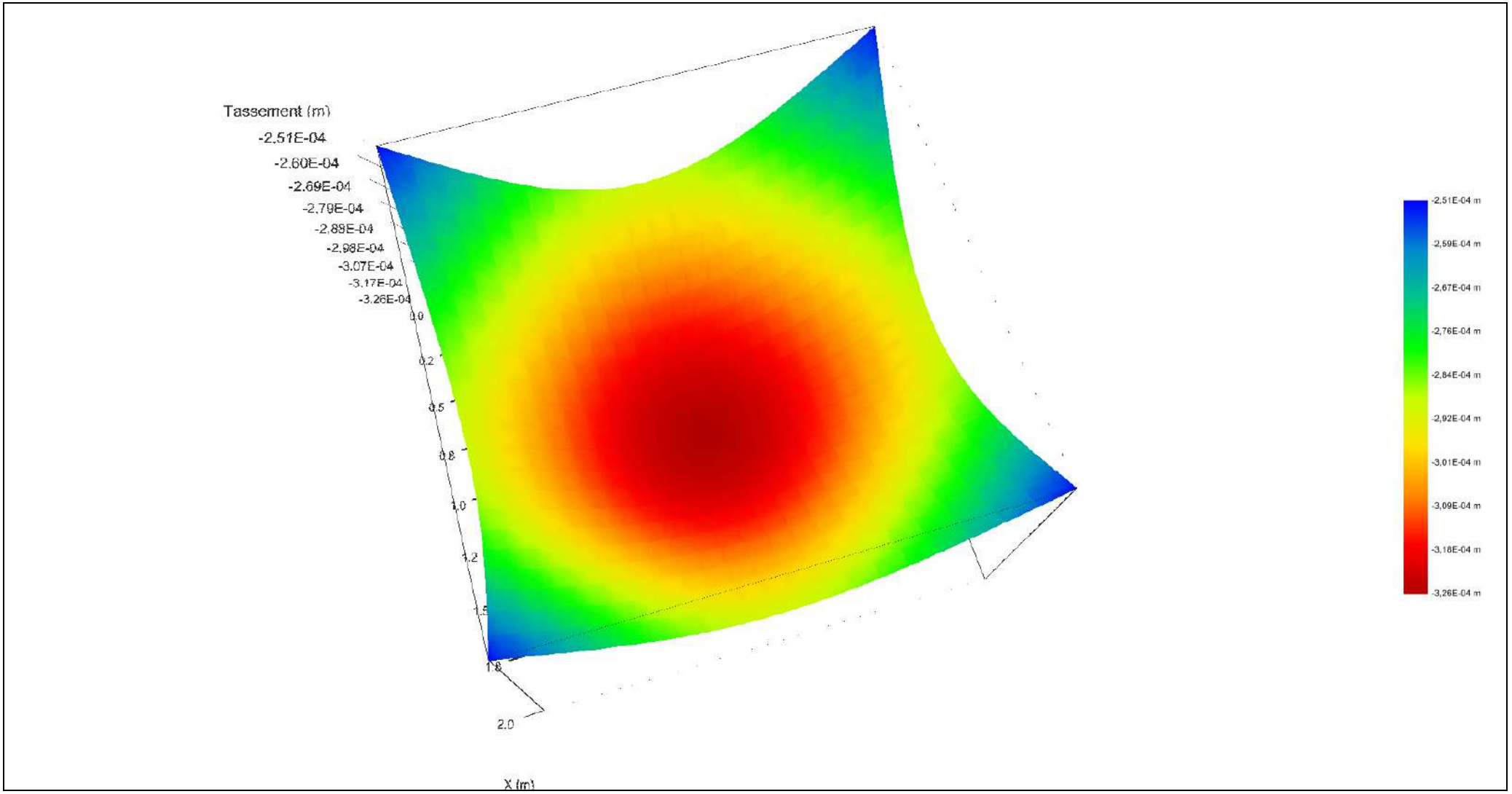
Graphique 3D / Tassement du sol



Graphique 3D / Tassement du sol



Graphique 3D / Tassement du sol



Annexe 5 – Eléments à transmettre en mission G3

Les modalités d'intervention de l'ingénierie géotechnique en charge de la supervision du contrôle d'exécution G4 opéré par l'ingénierie géotechnique de la mission G3 doivent être définies ou proposées par l'ingénierie géotechnique et validées par le maître d'ouvrage ou son mandataire avant le démarrage de la mission G3.

Les entreprises chargées des travaux doivent fournir un dossier d'exécution (EXE) complet, comprenant notamment l'étude géotechnique d'exécution G3, les plans, les notes de calculs et les fiches techniques des matériaux de remblais et des fondations en général.

Ainsi, doivent être remis impérativement en mission G3 les éléments suivants :

Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude

Programme prévu dans le cadre de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution G3 et note technique de définition du programme d'investigations géotechniques spécifique précisant :

- type, nombre, implantation et altimétrie, profondeur théorique des sondages, essais et mesures, avec conditions de réalisation de ces essais et mesures ;
- conditions et caractéristiques de prélèvement, de conditionnement et de transport des échantillons pour les essais en laboratoire ;
- programme détaillé des essais en laboratoire.

Etude d'exécution géotechnique (G3), et en particulier :

- Note d'hypothèses géotechniques précisant les éventuelles incertitudes à lever par des investigations géotechniques complémentaires, puis complétée et actualisée, avec définition et justification des paramètres de calcul.

Conformément à l'EC7, partie 1, & 2.4.5.2, si on utilise des méthodes statistiques, il convient que la valeur caractéristique soit déterminée de façon à ce que la probabilité calculée d'une valeur plus défavorable qui gouverne l'occurrence de l'état limite étudié ne dépasse pas 5% (niveau de confiance de 95%).

- Notice détaillée d'exécution des ouvrages géotechniques
- Note d'impact sur la zone d'influence géotechnique, en termes de stabilité ou d'hydrogéologie.
- Dossier de synthèse comprenant les notes de calculs de dimensionnement des ouvrages concernés. Le dossier de synthèse doit être établi conformément aux tableaux 14.1 et 14.2 de la norme NF P94-261. Il doit fournir entre autres **toutes les informations nécessaires à une tierce partie pour contrôler, par des moyens simples :**
    - La validité des données géotechniques ainsi que les hypothèses géotechniques et hydrauliques prises en compte pour la justification de la stabilité des ouvrages
    - La validité des données relatives à la fondation et des conditions de chargement autres que les actions géotechniques
    - La pertinence des situations, des combinaisons d'action et des états-limites considérés
    - En termes d'ordre de grandeurs, la validité des calculs effectués pour les différents états-limites examinés

Au sens de l'Eurocode 7, et selon les normes NF P 94-261 de juin 2013 et NF P 94-500 de Novembre 2013, les justifications des fondations superficielles devront, préalablement à leur exécution (mission G3 et G4), être élargies selon les tableaux 8.2.1 et 8.3.1 de la norme NF P94-261 à l'ensemble des vérifications minimales suivantes :

Projet	Etat limite		Situation de projet	Combinaison d'action
Tous les projets	GEO*	Stabilité générale de site	Exécution (transitoire) Et Exploitation (durable) Et / Ou (transitoire)	Fondamentale
	GEO*	Poinçonnement		
	GEO*	Excentrement des charges		
	GEO*	Glissement		
	STR	Structure de la fondation		
Selon le cas	GEO*	Tassement rotation		
	UPL	Soulèvement		
Selon le cas	GEO*/STR		Accidentelle	Accidentelle
Tous les projets	GEO*	Tassement / rotation / Tassement différentiel	Exploitation	Quasi permanent Et /Ou Caractéristique
	GEO*	Excentrement du chargement		
	GEO*	Limitation de la charge transmise au terrain		
	STR	Structure de la fondation		

*Ces états limites ultimes géotechniques (GEO) doivent obligatoirement être justifiés par le géotechnicien titulaire de la mission G3. Le choix des modèles de calcul doit être adapté à la complexité des problèmes posés, tant du point de vue du fonctionnement que du point de vue géotechnique et d'autre part à l'état limite visé et au type de fondation étudié.

Plans et Notices techniques (G3), et en particulier :

- terrassements ;
- fondations ;
- soutènements.
- les dispositions à prendre vis-à-vis des existants (à conserver ou à démolir), des nappes, des avoisinants

Note sur les incertitudes qui subsistent et les risques résiduels encourus conformément au Tableau 1 et au paragraphe 5.4 sur l'enchaînement des missions et la maîtrise des risques géotechniques

Programme de suivi à mettre en œuvre

Programme de suivi à mettre en œuvre avec plan de suivi et contrôle des travaux avec définition des auscultations à réaliser et des valeurs seuils ainsi que des dispositions constructives complémentaires nécessaires en cas d'atteinte de celles-ci.

Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi

Résultats des investigations géotechniques complémentaires et des levés géologiques et hydrogéologiques (G3).

Résultats des auscultations spécifiques, des contrôles intérieurs (G3) et extérieurs s'ils ne font pas partie de la mission G4.

Plans et notes d'adaptation des ouvrages proposés par l'entrepreneur.

Contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience).

Suivi du programme d'auscultation

En cas de dépassement des valeurs seuils, faire appliquer les dispositions conservatoires nécessaires. Dans le cas où les conditions géotechniques ainsi que le comportement de l'ouvrage et des avoisinants observés seraient plus favorables que ceux envisagés au stade de la phase Étude, proposer la mise en œuvre des mesures d'optimisation prédéfinies en phase Études.

Avis de conformité des travaux aux études et plans d'exécution, aux règles de l'art, aux règlements, aux normes et recommandations, au plan de contrôle établi en phase Étude.

Avis de conformité des valeurs mesurées par rapport aux valeurs seuils prédéfinies.

L'établissement d'un plan de récolement des fondations est recommandé et s'inscrit dans une démarche qualité. Ce document devra préciser par ouvrage :

- la nature effective du sol d'assise des fondations et la hauteur d'ancrage dans cet horizon. La mise en sacs à l'avancement du chantier de quelques échantillons correctement référencés du sol d'assise (date, emplacement, cote, …),
- la cote altimétrique d'assise de ces fondations ainsi que leurs caractéristiques géométriques,
- les positionnements des différents réseaux,
- les éventuels incidents survenus au cours des travaux (arrêt de chantier, fouilles inondées, éboulement de paroi, zone de purges importantes, …)

L'utilisation d'un appareil photo numérique pour le constat de l'état des fonds de fouille complétera les informations du dossier de récolement.

L'ingénierie en charge de la mission G3 d'étude et suivi géotechniques d'exécution peut sous-traiter la phase Étude ou Suivi à une autre ingénierie géotechnique mais elle garde l'entière responsabilité de la réalisation de cette mission et a à sa charge les obligations résultant du caractère interactif de ces deux phases : en particulier, elle doit assurer la bonne mise en œuvre du Plan de Contrôle, et prendre toutes les initiatives de déclenchement d'analyses en retour, de reprise des études d'exécution et de mise en œuvre des mesures sécuritaires et correctives si nécessaire en fonction des observations faites sur site.

Annexe 6 – Conditions générales - Missions normalisées

CONDITIONS GENERALES

1. **Avertissement, préambule**
   Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.
   Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite.
   Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.
2. **Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)**
   Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.
   Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaitre l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.
   Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).
3. **Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission**
   Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.
   La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.
   Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.
   Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.
   Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.
4. **Plans et documents contractuels**
   Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.
5. **Limites d'engagement sur les délais**
   Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.
   Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.
6. **Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures**
   Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.
   Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.
   Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnisations correspondantes sont à la charge du Client.
7. **Implantation, nivellement des sondages**
   Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGR) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

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

9. **Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux**
Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.
L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.
L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

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

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

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

13. **Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport**
Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.
Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. **Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie**
Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.
Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.
Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.
Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.
En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.
Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

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

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

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

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

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

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

17. Cessibilité de contrat

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

18. Litiges

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

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.
L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchainement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : **Etude géotechnique préalable (G1)**		Etude géotechnique préalable (G1) **Phase Etude de Site (ES)**		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) **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 : **Etude géotechnique de conception (G2)**	APD/AVP	Etude 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	Etudes 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	Etude 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 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	**Supervision géotechnique d'exécution (G4)** **Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution** (*en interaction avec la phase supervision du suivi*)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (*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	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude	**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
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

ETAPE 1 : ETUDE 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 G 4, 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.

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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3)

GROUPE

GÉOTEC

ENSEMBLE, CONCEVONS UN AVENIR DURABLE

NOS SAVOIR-FAIRE

AU SERVICE DE VOS PROJETS





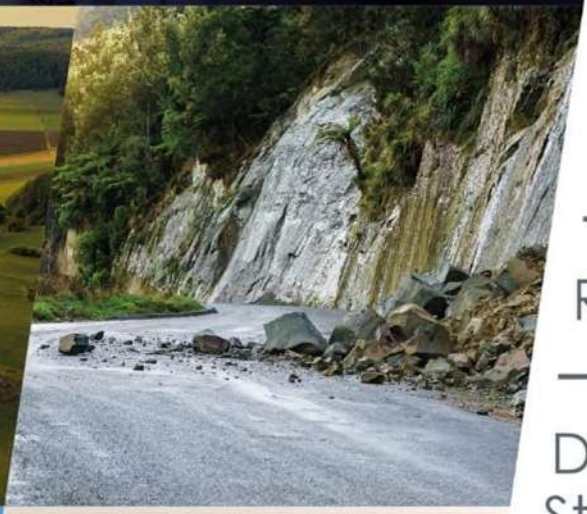
Géotechnique

–

Maritime

–





Environnement

–

Risques Naturels

–

Diagnostic
Structure

–





Géothermie