



Construction d'un garage

11 rue Gutenberg
à LA SEGUINIÈRE (49)

Rapport d'étude ONA2.O.0518-001 Version A

étude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP)

Le 06/01/2025



Agence d'Angers

ZA de la Garde
Allée du 9 novembre 1989
49240 AVRILLE

Téléphone +33 (0)2 41 34 58 60

cebt.p.angers@groupeginger.com



<i>Direction Interdépartementale des Routes Ouest</i> 10 rue Maurice Fabre 35031 RENNES							
CONSTRUCTION D'UN GARAGE 11 rue Gutenberg, ZI La Bergerie à LA SEGUINIÈRE (49) RAPPORT - étude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP)							
Dossier : ONA2.O.0518-001				Contrat : ONA2.O.0905			
Version	Date	Rédigé par	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
A	06/01/25	JAUGIN Camille		CHAPELLE Jérôme		31pages 4 annexes	-

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

Sommaire

1. Plans de situation	4
1.1. Extrait de carte IGN	4
1.2. Image aérienne	4
1.3. Historique du site	5
2. Contexte de l'étude.....	7
2.1. Données générales.....	7
2.1.1. Identification du projet et des principaux interlocuteurs.....	7
2.1.2. Documents communiqués	7
2.1.3. Documents de référence	7
2.2. Description du site	7
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants	7
2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique	8
2.3. Caractéristiques de l'avant-projet.....	12
2.3.1. Description de l'ouvrage	12
2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas	12
2.3.3. Terrassements prévus.....	12
2.4. Mission Ginger CEBTP.....	12
3. Investigations géotechniques.....	14
3.1. Préambule.....	14
3.2. Implantation et nivellement	14
3.3. Sondages, essais et mesures in situ	14
3.4. Essais en laboratoire	15
3.4.1. Agressivité du milieu vis-à-vis du béton.....	15
3.4.2. Recherche de fibres d'amiante dans le enrobés	15
4. Synthèse des investigations.....	16
4.1. Première approche d'un modèle géologique	16
4.1.1. Lithologies et caractéristiques mécaniques	16
4.1.2. Caractéristiques géomécaniques	17
4.2. Présence de fibres d'amiante dans les enrobés	18
4.3. Première approche de modèle hydrogéologique	18
4.3.1. Contexte hydrogéologique.....	18
4.3.2. Piézométrie et niveaux d'eau	19

4.3.3. Inondabilité	19
4.4. Risque sismique.....	19
4.4.1. Données parasismiques réglementaires.....	19
4.4.2. Liquéfaction	20
5. Principes généraux de construction	21
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation.....	21
5.2. Adaptations générales	22
5.2.1. Remarques préalables.....	22
5.2.2. Mise à nu du terrain.....	22
5.2.3. Réalisation des terrassements	23
5.3. Niveau-bas – dallage	24
5.3.1. Conception et exécution	24
5.3.2. Contrôles.....	25
5.3.3. Tassements prévisibles	25
5.4. Fondation de la structure.....	25
5.4.1. Type de fondation et conditions d'ancrage	25
5.4.2. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées.....	26
5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique.....	29
6. Aléas résiduels et observations majeures.....	30
6.1. Aléas résiduels	30
6.2. Observations majeures	30

Annexes

ANNEXE 1 – NOTES GÉNÉRALES SUR LES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

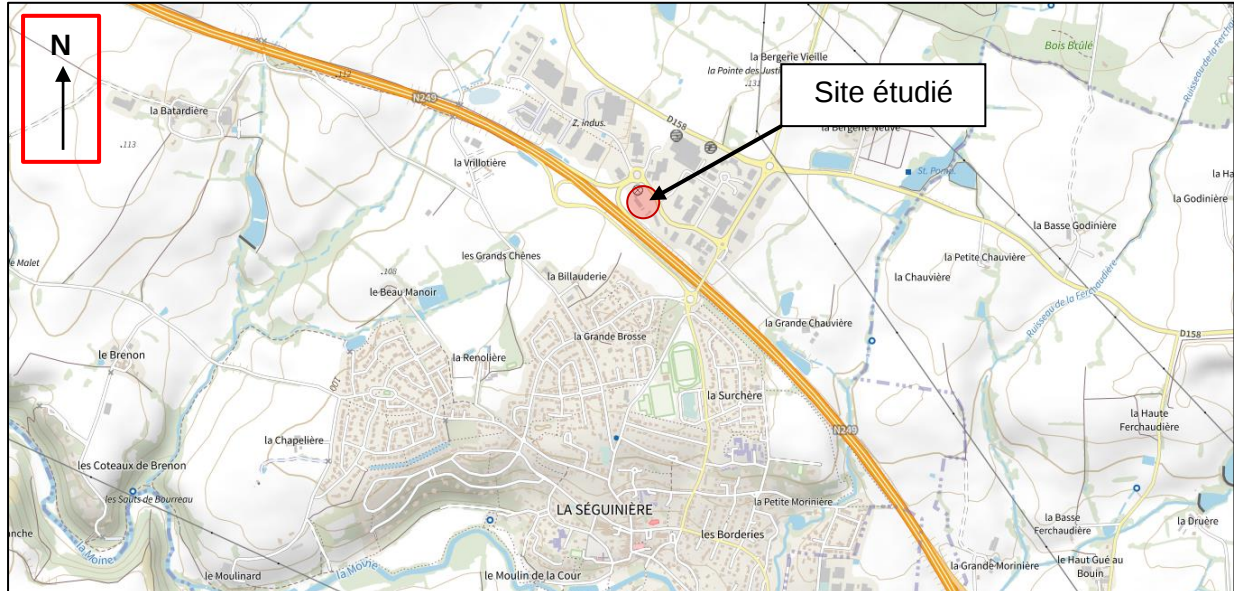
ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

1. Plans de situation

1.1. Extrait de carte IGN



Source : site Géoportail

1.2. Image aérienne



Source : site Géoportail

1.3. Historique du site

La photographie aérienne ci-dessous prise entre 1950 et 1965, accessible sur le site internet « remonterletemps.ign.fr », montre que le site étudié était une parcelle agricole.

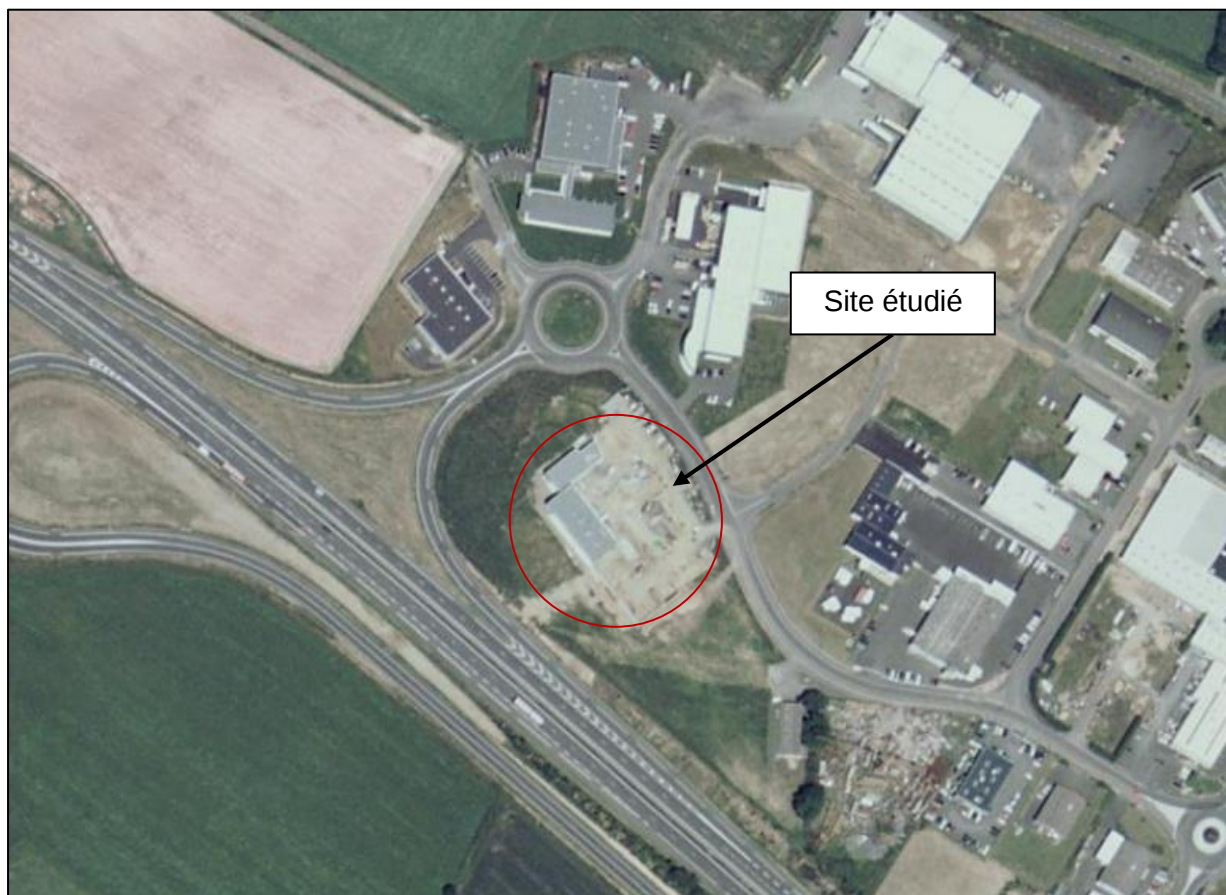


Photographies aériennes du site réalisée entre 1950 et 1965

Début des années 2000, l'entreprise est en cours de construction.



Photographies aériennes du site réalisée entre 2000 et 2005



Photographies aériennes du site réalisée entre 2000 et 2005

2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

2.1.1. Identification du projet et des principaux interlocuteurs

Nom de l'opération :	Construction d'un garage
Localisation :	11 rue Gutenberg
Commune :	LA SEGUINIÈRE (49)
Client :	Direction Interdépartementale des Routes Ouest

2.1.2. Documents communiqués

Document	Origine	Format	Date
CCTP-la-seguiniere	Direction Interdépartementale des Routes Ouest	Fichier PDF	25/10/2024
Avant-métré enrobé			

2.1.3. Documents de référence

Les documents réglementaires utilisés sont les suivants :

- Eurocode 7 Partie 1 – « Calcul géotechnique – Règles générales » ;
- NF P 94-261 + NF P 94-261/A1 – « Calcul géotechnique – Fondations superficielles » ;
- DTU13.3 P1-1-1 Travaux de dallages — Conception, calcul et exécution — Partie 1-1-1 : Cahier des clauses techniques types pour les dallages réalisés pour tous types d'ouvrages (hors maisons individuelles).

2.2. Description du site

2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le site d'étude est localisé 11 rue Gutenberg (parcelle cadastrale n°52 section AP) sur la commune de LA SEGUINIÈRE (49). La superficie du site concerné par les investigations est d'environ 400 m².

Le site concerné par les investigations est relativement plat et horizontal. Son altitude varie d'environ 124,5 +/- 0,5 m NGF, d'après les données topographiques de l'IGN (source : site Géoportail).

Lors de notre intervention, le terrain correspondait à un parking avec une zone enherbée et arborée.

L'emprise de l'ouvrage projeté est libre de toute mitoyenneté.



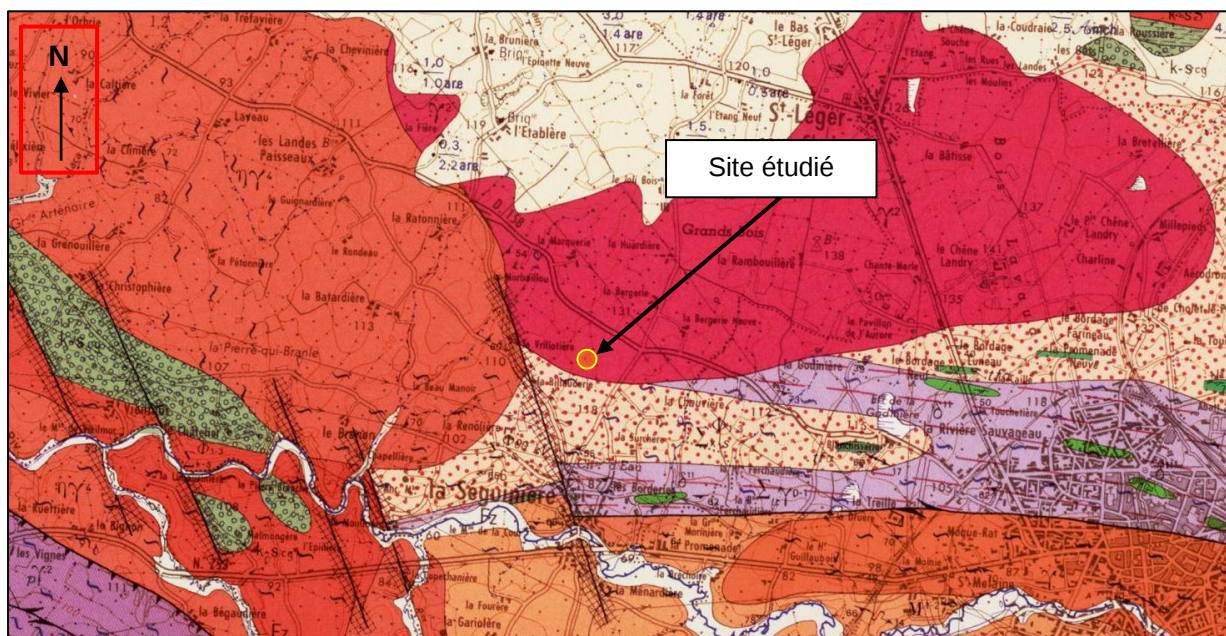
Photographie prise lors de notre implantation (28 novembre 2024) – Source : Ginger CEBTP

2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique

2.2.2.1. Géologie prévisionnelle

D'après la carte géologique de CHOLET au 1/50 000 et les études géotechniques réalisées à proximité, les terrains du secteur devraient être constitués de haut en bas par :

- de possibles remblais d'aménagements généraux et/ou des formations de couverture,
- le substratum granitique plus ou moins altéré en tête.



Extrait de la carte géologique de CHOLET au 1/50 000 - Source : site InfoTerre

2.2.2.2. Contexte hydrogéologique

D'un point de vue hydrogéologique, les formations superficielles d'altération granitique ou remblais sont susceptibles d'abriter des nappes semi-captives à captives selon la saison, la pluviométrie et les lithologies rencontrées. Le substratum granitique et compact, généralement imperméable, n'est pas connu pour contenir une nappe.

2.2.2.3. Risques naturels et sismicité

Les informations recueillies sur les sites internet consultés (www.georisques.gouv.fr, www.sigesbre.brgm.fr) sont consignées dans le tableau ci-dessous.

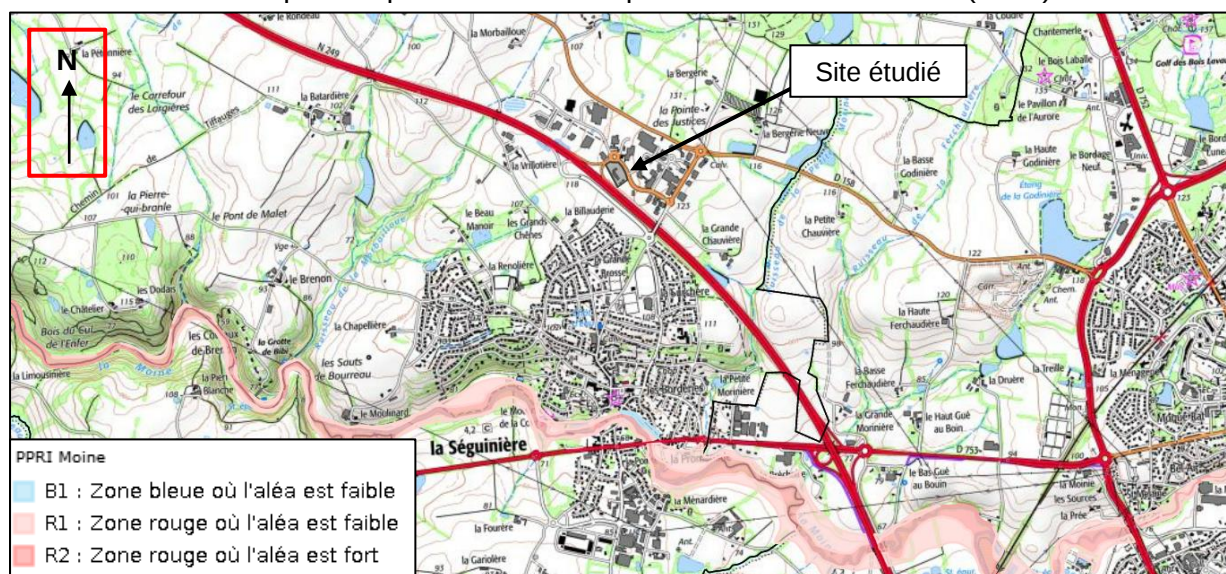
Risques naturels	Sensibilité
Inondations/débordement de cours d'eau	Hors zone inondable
Remontées de nappe	Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave avec une fiabilité faible*
Argiles (retrait/gonflement)	Aléa a priori nul *
Cavités naturelles ou anthropiques	Pas de présence de cavités connues à proximité du projet (rayon de 500 m autour du projet)
Mouvements de terrains	Pas de présence de mouvements de terrains connus à proximité du projet (rayon de 500 m autour du projet)
Radon	Potentiel de catégorie 3 (fort)
Séismes	Zone 3 (aléa modéré)

* cf. illustrations ci-après

➤ Arrêtés :

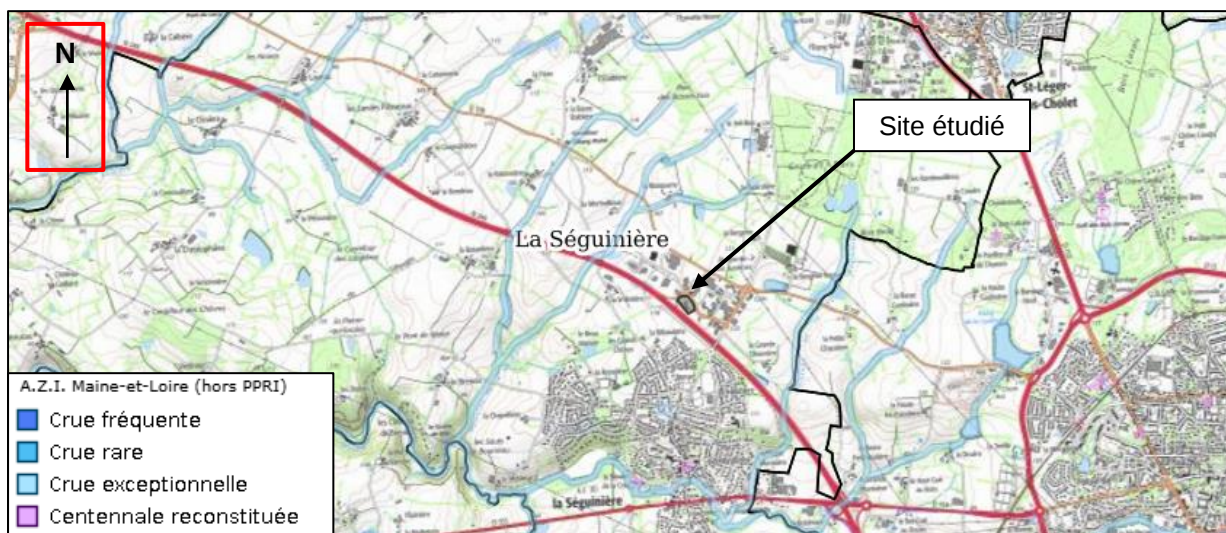
D'après les informations du site de la préfecture de Maine-et-Loire, la commune de LA SEGUINIÈRE (49) est :

- soumise à un plan de prévention des risques naturels – inondation (PPRI) : PPRI Moine



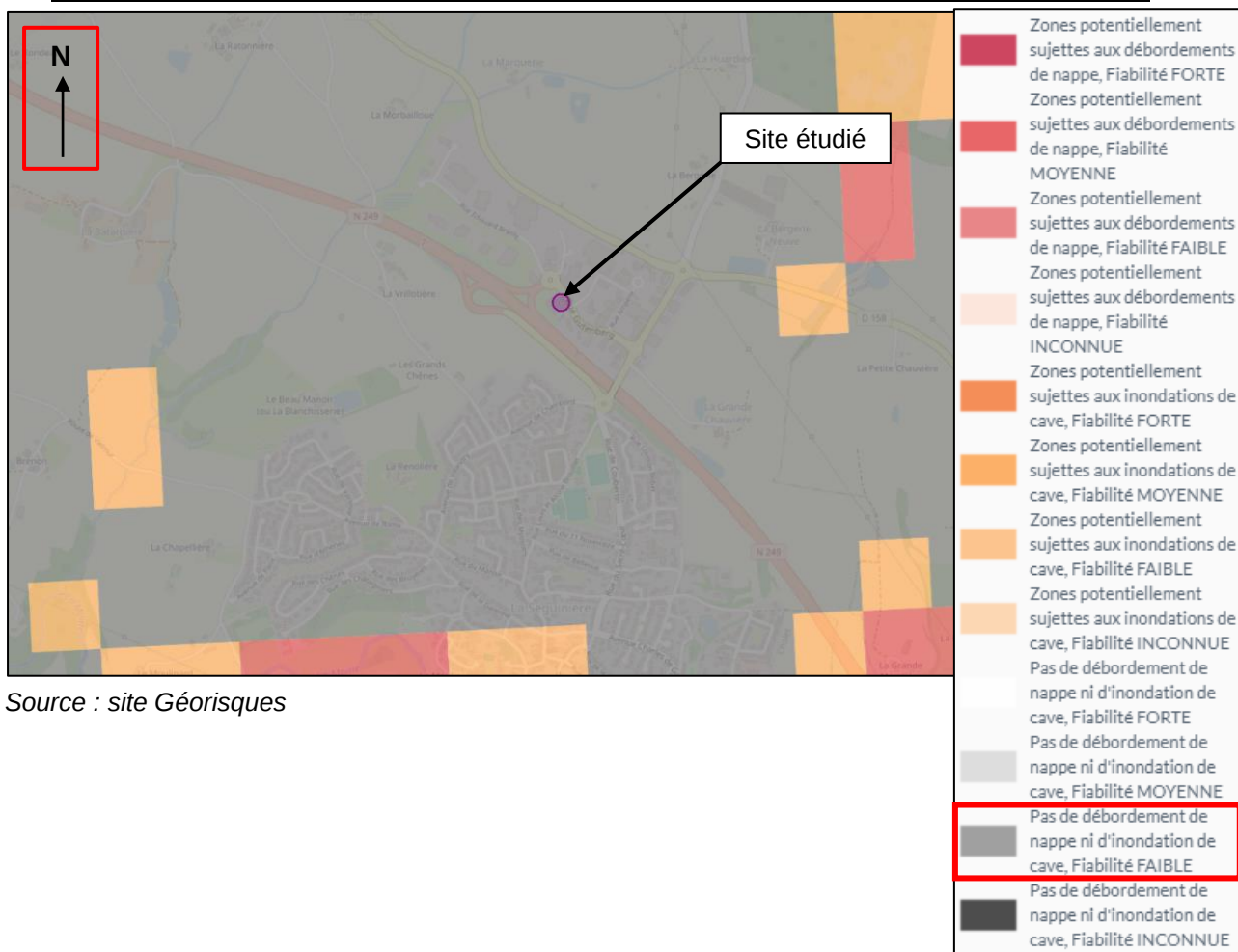
Source : site de la préfecture du Maine-et-Loire

- recensé dans l'atlas des zones inondables du Maine-et-Loire : AZI Maine-et-Loire



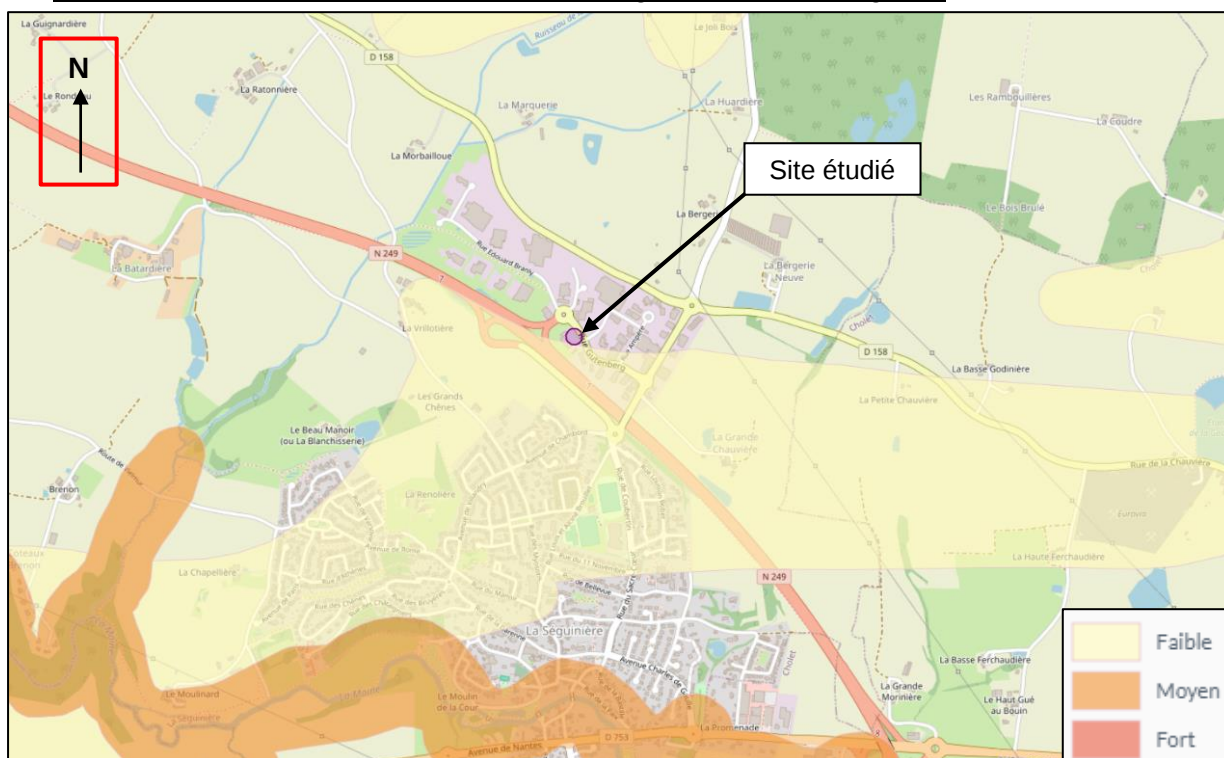
Source : site de la préfecture du Maine-et-Loire

➤ Zones sensibles aux remontées de nappes avec prise en compte du niveau de fiabilité :



Source : site Géorisques

➤ Zones d'exposition au phénomène de retrait/gonflement des argiles :



Source : site Géorisques

➤ Radon :

Le radon est un gaz radioactif, inodore, incolore et inerte chimiquement, présent naturellement dans la croûte terrestre dont l'activité radiologique est mesurée en becquerels par mètre cube (Bq/m3).

Le code de la santé publique et de l'environnement intègre désormais le radon en tant que risque naturel dans l'information préventive du public et des travailleurs. Pour certains ouvrages, des dispositions doivent être prises à toutes les phases de la vie d'un ouvrage si la commune est concernée par le risque radon (bâtiment existant, réhabilitation, vente).

Le potentiel radon à l'échelle communale est défini par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (www.irs.fr). Le terrain situé dans la commune de LA SEGUINIÈRE (49) présente un potentiel radon de catégorie 3, « fort ».

L'étude des dispositions techniques à prendre vis-à-vis du risque radon ne fait pas partie de notre mission et sont à prendre en compte par les concepteurs du projet.

➤ Sismicité :

Selon le zonage sismique de la France en vigueur (décret n°2010-1255 du 22/10/2010 et l'arrêté du 15 septembre 2014 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010), la commune de LA SEGUINIÈRE (49) est classée en zone de sismicité 3 (aléa modéré). Nous rappelons que dans le cas de bâtiments de catégorie d'importance II, III ou IV, l'application des règles parasismiques est

obligatoire et il faut se reporter à l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme).

2.3. Caractéristiques de l'avant-projet

2.3.1. Description de l'ouvrage

D'après les documents cités au paragraphe 2.1 et les informations fournies, le projet porte sur la construction d'un garage clos et ouvert, avec 4 portes sectionnelles semi-automatiques d'une emprise au sol d'environ 320 m².

En l'absence d'information spécifique, le niveau bas des ouvrages sera considéré proche du terrain actuel.

A ce stade de l'étude, le projet n'est pas complètement défini et est susceptible d'évoluer. Les études de conception phase projet (mission G2 PRO) et/ou d'exécution (mission G3) devront tenir compte des dernières évolutions.

2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas

Les descentes de charges du projet ne nous ont pas été communiquées. Par conséquent, les sollicitations vis-à-vis des ELS sont estimées par Ginger CEBTP, sous toutes réserves, à :

- charge verticale centrée sur appuis isolés :200 à 400 kN,
- charge verticale centrée sur appuis continus :70 à 120 kN/ml,
- surcharges d'exploitation uniformément réparties au niveau bas :5 kPa.

Dans le cas de charges réelles différentes des estimations ci-dessus, il conviendrait de revoir tout ou partie de nos conclusions. Nous rappelons en particulier que les efforts de soulèvement, les efforts horizontaux et/ou les moments (liés ou non à la prise en compte de la sismicité) peuvent être dimensionnants.

2.3.3. Terrassements prévus

Il n'est pas prévu de terrassements autres que le simple reprofilage du terrain (+/- 0,5 m de déblais/remblais) en dehors de la réalisation des fondations.

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°ONA2.O.0905 daté du 31/10/2024 (commande correspondante datée du 15/11/2024).

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, ayant pour but de :

- définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser et en assurer le suivi technique,
- donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
- donner les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements et/ou pentes et talus, fondations, assises des dallages, amélioration de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants),
- fournir une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.

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

- les études de pollution et la recherche d'amiante dans les structures et les enrobés existants,
- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations.

3. Investigations géotechniques

3.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP en accord avec le client.

Ces investigations ont toutes été réalisées en novembre/décembre 2024.

3.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet et des contraintes du site.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain au moment des investigations (Terrain Actuel – TA).

3.3. Sondages, essais et mesures in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Qté	Noms	Prof. m/TA	Essais pressiométriques (NF EN ISO 22 476-4)
Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	2	SP1 SP2	4,3 ® 3,8 ®	3 3
Carottage d'enrobé	2	Carottage 1 Carottage 2	0,65 0,60	

® : Refus de la tête d'outil

Les coupes des sondages et les résultats des essais in situ sont présentés en annexe 3, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**

- coupe des sols,
- venue d'eau éventuelle,

Et, pour chaque essai pressiométrique effectué :

- module pressiométrique E_{Mm} (MPa)
- pression limite nette p_{l^*m} (MPa)
- pression de fluage nette p_{f^*m} (MPa)
- rapport E_{Mm}/p_{l^*m}

- **Carottage d'enrobé :**
 - coupe détaillée des sols,
 - planches photographiques des échantillons prélevés.

3.4. Essais en laboratoire

3.4.1. Agressivité du milieu vis-à-vis du béton

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été réalisés :

Agressivité du sol	Nombre	Norme
Acidité Baumann Gully	1	DIN 4030-2
Dosage en sulfates	1	NF EN 196-2

A la date de la rédaction du rapport, les essais en laboratoire sont en cours. Ils seront intégrés dans la mission G2PRO.

3.4.2. Recherche de fibres d'amiante dans le enrobés

Sur deux échantillons d'enrobé prélevés lors de la réalisation de carottages, deux essais visant à rechercher les fibres d'amiante dans les enrobés (NF X 43-050) ont été réalisés.

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés en annexe 4.

4. Synthèse des investigations

4.1. Première approche d'un modèle géologique

Cette synthèse devra être confirmée dans les phases ultérieures de l'étude (mission d'étude géotechnique de conception G2 phase Projet (G2 PRO) et/ou mission d'étude géotechnique d'exécution (G3)).

4.1.1. Lithologies et caractéristiques mécaniques

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment de la reconnaissance (novembre/décembre 2024).

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Formation n°1 : **Formation de couverture** correspondant à de la terre végétale et des remblais,

Profondeur de la base : de 0,3 à 0,5 m/TA,

Commentaires :

- de par son origine, la nature et l'épaisseur de cet horizon sont susceptibles de varier sensiblement et brutalement,
- ces sols sont compressibles et impropres pour ancrer une fondation,
- les profondeurs pour cet horizon remblayé sont données à titre indicatif ; le passage entre les remblais et le sol support sous-jacent peut correspondre à des matériaux plus ou moins poinçonnés et/ou remaniés sur une frange superficielle dont l'épaisseur n'est pas connue. De plus, compte tenu du caractère anthropique de ces matériaux, il faut s'attendre à des variations d'épaisseurs de cet horizon dans l'emprise du projet, avec des répartitions aléatoires sur le site.

Formation n°2 : **Argile graveleuse**, marron orange

Profondeur de la base : de # 2,0 m/TA,

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (p_{l^*m}) : # 0.62 MPa (1 essai)
- Module pressiométrique (E_{Mm}) : # 6,1 MPa (1 essai)

Commentaire : cette formation a été mise en évidence uniquement au droit du sondage SP1.

Formation n°3 : **Granite sub-rocheux**, beige orange

Profondeur de la base : supérieur à la base de nos sondages (>4,3 m/TA),

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (p_{l^*m}) : # > 3,5 MPa (5 essais)
- Module pressiométrique (E_{Mm}) : 86,1 à > 100,0 MPa (5 essais)

Pour une meilleure analyse, il a été établi ci-après une classification des formations décrites ci-dessus au droit de chaque sondage.

Sondage	SP1	SP2
Formation	Profondeur de la base en mètre par rapport au TA	
n°1 : TV et remblais	0,3	0,5
n°2 : Argile graveleuse	2,0	-
n°3 : Granite sub-rocheux	Au-delà	

Remarques :

- la transition entre les différents degrés d'altération du granite peut être brutale compte tenu de la dégradation plus ou moins rapide du substratum. La limite entre les états n'est pas clairement distincte et varie, parfois fortement, d'un point à un autre,
- la limite entre les faciès est parfois délicate à identifier autrement qu'à l'appui des caractéristiques mécaniques mesurées, en raison des analogies lithologiques entre ces formations.
- nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu.

4.1.2. Caractéristiques géomécaniques

L'analyse des résultats des essais et sondages conduit à retenir les paramètres indiqués dans le tableau suivant.

Formation	Nature du sol	Prof. base /TA (m)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α
			p_i^* (MPa)	E_M (MPa)	
n°1	TV et remblais	0,5	-	-	-
n°2	Argile graveleuse	2,0	0,6	6	0,67
n°3	Granite sub-rocheux	Au-delà	3,5	80 *	0,50

* valeur retenue pour les calculs. Ceci ne doit pas faire oublier les caractéristiques mécaniques élevées mesurées dans le substratum (voir coupes de sondage) pour le choix des techniques de travaux.

Ces données ont pour seul objet de préciser les hypothèses de calcul retenues pour la justification des ouvrages. La conception des infrastructures devra tenir compte des variations des limites de couches et des hétérogénéités locales toujours possibles.

4.2. Présence de fibres d'amiante dans les enrobés

La synthèse des résultats d'analyses menées est présentée dans le tableau ci-dessous :

Référence sondage	Photographie de la carotte	Description	Identification d'amiante
Carottage 1		Béton bitumineux e = 6.5 cm D _{max} = 6 mm	Fibres d'amiante non détectées
Carottage 2		Béton bitumineux e = 6.0 cm D _{max} = 6 mm	Fibres d'amiante non détectées

4.3. Première approche de modèle hydrogéologique

4.3.1. Contexte hydrogéologique

Dans le contexte géologique décrit plus haut, peuvent cohabiter plusieurs types de nappes. On distingue, de haut en bas :

- une nappe de type perchée pouvant régner au sein des remblais, alimentée par la pluviométrie efficace,

- une nappe de type fissurale pouvant se développer au sein de l'horizon de granite en fonction de l'état de fracturation du massif rocheux. Celle-ci s'apparente à de multiples venues d'eau observées au gré des discontinuités rencontrées dans le substratum. Ces circulations peuvent être en charge dans les fractures du substratum, généralement peu perméable.

4.3.2. Piézométrie et niveaux d'eau

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations (novembre/décembre 2024). Toutefois, des circulations d'eau ponctuelles ne sont pas à exclure au sein des formations, notamment en cas de précipitations.

Il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Ces niveaux d'eau doivent donc être considérés à un instant donné.

4.3.3. Inondabilité

D'après les données issues des sites internet www.georisques.gouv.fr, le terrain est en zone de non débordement de nappe ni d'inondation de cave avec une fiabilité faible (cf. § 2.2.2.3).

Des informations plus précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.). De plus, ce risque dépend des travaux de protection réalisés, et est donc susceptible de varier dans le temps.

4.4. Risque sismique

4.4.1. Données parasismiques réglementaires

Selon le décret n°2010-1255, l'arrêté du 15 septembre 2014 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de classe dite "à risque normal" et la norme NF EN 1998 (Eurocode 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité	3 (aléa modéré)
Accélération maximale de référence (agR)	1,1 m.s ⁻²
Catégorie d'importance du bâtiment (à confirmer par la MOE)	II : <i>bâtiments courants</i>
Coefficient d'importance du bâtiment	1.0

Nous rappelons que le projet se situant en zone de sismicité 3, le dimensionnement des structures à l'Eurocode 8 est obligatoire pour les bâtiments de catégorie d'importance II, III ou IV.

En l'absence d'investigations spécifiquement destinés à mesurer la vitesse des ondes sismiques de cisaillement sur 30 m de profondeur (V_{s30}), nous avons estimé celle-ci par corrélation à partir des modules pressiométriques. Ces estimations ont permis de mettre en

évidence des zones présentant des vitesses V_s supérieures à 800 m/s avant 4 m de profondeur (classe de sol A). Nous proposons de retenir une **classe de sol A (paramètre de sol de 1,0)**.

Si le projet le nécessite, la valeur à retenir pourrait être définie précisément par la réalisation d'investigations complémentaires (MASW, crosshole, downhole) pouvant être réalisées lors des phases ultérieures d'étude.

4.4.2. Liquéfaction

Le site étant classé en zone sismique 3 (aléa modéré), l'étude de la liquéfaction des sols est requise d'après l'arrêté du 15 septembre 2014 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de classe dite "à risque normal".

D'après l'Eurocode 8, un sol est considéré liquéfiable si :

$$\frac{\gamma_i * agR * S}{g} > 0.15$$

Avec :

- γ_i : coefficient d'importance de l'ouvrage,
- agR : Accélération maximale de référence,
- S : paramètre de sol,
- g : constante de gravité terrestre ; $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$.

Dans notre cas, en prenant les valeurs déterminées dans le paragraphe 4.4.1 :

$$\frac{\gamma_i * agR * S}{g} = 0,11$$

Nous pouvons alors considérer que les sols rencontrés au droit de nos sondages ne sont pas sujets au phénomène de liquéfaction.

5. Principes généraux de construction

5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

➤ Contexte géologique et géotechnique

Contexte géotechnique : Sous 0,3 à 0,5 m de terre végétale et de remblais (formation n°1), nous sommes en présence d'argile graveleuse (formation n°2) uniquement au droit du sondage SP1 et ayant des caractéristiques mécaniques moyennes. Au-delà, on rencontre le granite sub-rocheux (formation n°3) avec des caractéristiques mécaniques s'améliorant avec la profondeur.

Contexte hydrogéologique : Aucun niveau d'eau n'a été observé jusqu'à la base des sondages au moment des investigations (novembre/décembre 2024). **Néanmoins, nous rappelons que le régime hydrogéologique varie en fonction de la saison et de la pluviosité.**

➤ Caractéristiques du projet

Le projet porte sur la construction d'un garage clos et ouvert, avec 4 portes sectionnelles semi-automatiques d'une emprise au sol d'environ 320 m².

En l'absence d'information spécifique, le niveau bas des ouvrages sera considéré proche du terrain actuel.

➤ Zone d'influence géotechnique (ZIG)

Nous rappelons que la ZIG des terrassements du projet s'étend aux mitoyens (voiries, réseaux...). Des précautions particulières devront être prises pour garantir la pérennité de ces ouvrages, tant en phase travaux qu'au stade définitif.

➤ Bilan des principales considérations à intégrer dans la conception du projet

Les points à prendre en compte pour le projet sont les suivants :

- terrains remaniés prévisibles suite aux travaux de déblayement des voiries (épaisseurs variables),
- présence d'un horizon argileux ayant des caractéristiques mécaniques moyennes identifié uniquement au droit du sondage SP1,
- substratum présentant des caractéristiques très élevées à faibles profondeurs, entraînant des sujétions particulières pour la réalisation des terrassements en déblais,
- pas de présence d'eau aux profondeurs concernées par le projet.

➤ Solutions techniques envisageables :

Compte tenu des points précédents, on pourra envisager :

- un dallage sur terre-plein moyennant une purge des remblais et terre végétale de la formation n°1 puis la reconstitution d'une couche de forme d'épaisseur adaptée; nous rappelons qu'une solution mettant en œuvre un plancher porté par les fondations reste toujours envisageable,
- un mode de fondations superficielles ancrées dans le granite sub-rocheux (formation n°3) reconnus à partir de 0,5 à 2,0 m / TA au droit des sondages.

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

5.2. Adaptations générales

5.2.1. Remarques préalables

Nota : les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, 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.

5.2.2. Mise à nu du terrain

La réalisation du projet implique la démolition des structures de voiries et l'évacuation de la végétation en place.

En conséquence, il conviendra de prévoir l'évacuation de tout vestige enterré (souches d'arbres, restes de fondations, cuves, réseaux, ...) au droit des futurs dallages et fondations. Une attention particulière sera apportée au comblement des fosses ainsi créées.

Les matériaux, ainsi que les procédures de mise en œuvre et de contrôle devront répondre aux recommandations des normes et guides en vigueur.

Dans tous les cas, les fondations projetées devront être descendues sous le niveau des fosses ainsi créées afin d'être ancrées dans les sols en place et non remaniés.

5.2.3. Réalisation des terrassements

5.2.3.1. Hauteurs envisagées

Il n'est pas prévu de terrassements autres que le simple reprofilage du terrain (+/- 0,5 m de déblais/remblais) en dehors de la réalisation des fondations.

5.2.3.2. Traficabilité en phase chantier

Par expérience, la terre végétale, les remblais et l'argile graveleuse (formation n°1 et 2) sont sensibles à l'eau. Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiterait la réalisation de travaux préparatoires pouvant être les suivants :

- cloutage (incorporation par compactage et jusqu'à refus d'éléments 100/300 mm ou équivalents) sur une épaisseur minimale de 50 cm puis mise en place d'un géotextile,
- mise en place d'un géotextile si la plate-forme n'est pas praticable, et d'une sous-couche de 50 cm minimum en matériaux d'apports granulaires compactés et insensibles à l'eau.

Les granites peu altérés ou sains sont des matériaux insensibles à l'eau. Toutefois, il conviendra de s'assurer que le fond de fouille soit correctement réalisé afin d'éviter les stagnations d'eau qui pourraient altérer le substratum.

5.2.3.3. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant les formations rencontrées (formation n°1 et 2) ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. Cependant, au vu des caractéristiques mécaniques rencontrées, les terrassements pourront s'avérer difficiles dans la couche sous-jacente (granite sub-rocheux – formation n°3) et nécessiteront alors l'emploi d'outils ou d'engins spécifiques (BRH, dérocteur, pelle puissante...).

5.2.3.4. Drainage en phase chantier

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe être sec jusqu'aux profondeurs concernées par le projet. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment. **On privilégiera notamment une réalisation des travaux en période favorable.**

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

5.3. Niveau-bas – dallage

La réalisation d'un dallage sur terre-plein est envisageable compte tenu de la qualité du sol support après terrassement (argile graveleuse et granite sub-rocheux – formation n°2 et 3). Une couche de forme sera nécessaire avant sa mise en œuvre.

Les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3 partie 1-1-1.

5.3.1. Conception et exécution

La mise en œuvre de la structure sous dallage (couche de forme et couche de réglage) sera réalisée moyennant les précautions successives suivantes :

- **purge de la terre végétale et des remblais (formation n°1),**
- terrassement jusqu'au fond de forme,
- **purge des éventuels poches médiocres et sols détériorés** par les engins de terrassement ou les eaux de pluie,
- compactage du fond de forme à 95 % de l'optimum Proctor normal (OPN) avec des engins adaptés. Cette opération ne sera réalisable dans les sols en place que si ces derniers présentent une teneur en eau voisine de l'OPN. Selon le GTR, la mise en œuvre correcte de la couche de forme nécessite un fond de forme ayant un module EV2 de l'ordre de 15 à 20 MPa pour une couche de forme en matériaux granulaires.

Dans le cas contraire (à la suite d'intempéries par exemple), et s'il est impossible d'attendre que le terrain s'assainisse, on devra envisager l'une des solutions ci-dessous :

- cloutage (incorporation par compactage et jusqu'à refus d'éléments 100/300 mm ou équivalents) sur une épaisseur minimale de 50 cm puis mise en place d'un géotextile,
- mise en place d'un géotextile si la plate-forme n'est pas praticable, et d'une sous-couche de 50 cm minimum en matériaux d'apports granulaires compactés et insensibles à l'eau,
- mise en place d'un géotextile anticontaminant/antipoinçonnant (non obligatoire),
- mise en place des remblais conformément aux recommandations définies au paragraphe Réalisation des remblais, avec validation des critères de réception,

La structure sous dallage pourra alors être envisagée de la manière suivante :

- une couche de forme de 0.4 m d'épaisseur minimale en grave non traitée (GNT) 0/80 OU 0/60, ou équivalent,
- une couche de réglage de 0,1 m d'épaisseur minimale en grave non traitée (GNT) 0/31.5 ou équivalent.

Ces épaisseurs sont données à titre informatif. Elles sont susceptibles de varier en fonction des conditions météorologiques et devront **être confirmées par une planche d'essai**.

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR édité en 1992 par le SETRA.

Il faudra également s'assurer qu'il ne subsiste pas de points durs, sources de tassements différentiels.

5.3.2. Contrôles

D'après le DTU 13.3 de décembre 2021 applicable au projet, le module de déformation statique E_{v2} à obtenir sur la couche de forme est de 50 MPa minimum et avec un indice de compactage $E_{v2}/E_{v1} < 2,2$.

On s'assurera, d'autre part, que le compactage est correctement réalisé.

5.3.3. Tassements prévisibles

Les hypothèses à retenir sur les modules E_s sont les suivantes, conformément au DTU 13.3 :

Formation	Prof. de la base de la couche (m/TA ⁽¹⁾)	Epaisseur (m)	α	Module $E_s^{(2)}$ (MPa)
n°0 : Couche de forme	-	0,5	1,0	$E_s = 45^*$
n°2 : Granite décomposé	2,0	1,5	0.67	8
n°3 : Granite altéré	Au-delà	2,8	0.5	160

⁽¹⁾ TA : Terrain Actuel

⁽²⁾ avec $E_s = E_m / \alpha$

* : selon le DTU 13.3 : $E_s = 0.9 \cdot E_{v2}$ avec $E_{v2} = 50$ MPa dans le cas où E_{v2}/E_{v1} est compris entre 2.0 et 2.2 pour une couche de forme granulaire.

Pour information, pour une maille de 10 m par 10 m, les tassements prévisibles sous dallages sont estimés inférieurs à 1.0 cm pour des surcharges maximales de 5 kPa et en l'absence d'un remblai.

Aucune information concernant la limite des tassements admissibles ne nous a été transmise.

5.4. Fondation de la structure

5.4.1. Type de fondation et conditions d'ancrage

Compte tenu des éléments précédents, un système de fondations **superficielles par semelles filantes et/ou isolées** ancrées de 0,3 m minimum dans les **granites sub-rocheux** (formation n°3) est envisageable avec un encastrement minimal de 0,8 m de profondeur par rapport au terrain fini.

Le toit de cette formation a été atteint entre 0,5 et 2,0 m par rapport au terrain au droit des sondages réalisés. L'assise prévisible des fondations sera donc située entre 0,8 et 2,3 m par rapport au niveau de la plateforme actuelle.

Au regard de la profondeur d'ancrage minimale demandée, les conditions de la mise hors gel des fondations, à savoir 0,5 m par rapport au terrain fini (annexe O de la norme NF P 94-261), seront automatiquement respectées.

5.4.2. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées

5.4.2.1. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0,5 m pour des semelles continues et de 0,8 m pour des semelles ponctuelles pour des raisons de bonne exécution (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards),
- en cas d'ancrage partiel dans le substratum rocheux, un lit de sable sera apposé en fond de fouille sur 0,4 m d'épaisseur minimum pour limiter l'effet de point dur,
- en cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire. Dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes,
- des fondations établies à des niveaux différents doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et la règle des 3 de base pour 1 de hauteur entre arêtes de fondations en zone sismique (NF P 94-261),
- les reconnaissances ayant mis en évidence de fortes variations du niveau du toit d'ancrage, il faut s'attendre à des adaptations locales (surprofondeurs), reprises par purge et coulage de béton maigre,
- afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

5.4.2.2. Justifications des fondations

➤ Remarques préalables

Le dimensionnement des fondations devra être mené conformément à la norme NF P 94-261 – Eurocode 7 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles).

De plus, on notera les points suivants :

- les calculs proposés ci-dessous sont valables dans le cas de charges verticales et de fondations suffisamment éloignées d'un talus. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur i_β . De même pour des fondations à proximité de talus de pente β (distance au talus $d \leq 8$ fois la largeur de la fondation), il conviendra d'appliquer un coefficient de réduction de portance i_β ,

- 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 l'Eurocode 7 (NF P 94-261),
- des descentes de charge hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre d'une étude complémentaire de type G2 PRO ou G3.

La vérification de la stabilité au glissement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans la mission géotechnique en phase projet (G2 PRO) ou en phase exécution (G3).

➤ Méthode de calcul de la capacité portante

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain V_d est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \quad \text{avec} \quad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \quad \text{et} \quad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

- R_0 : masse volumique de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé,
- $R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $R_{v;k}$: valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- A' : surface effective de la base d'une fondation superficielle,
- q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d;v}$ et $\gamma_{R;v}$: facteurs de sécurité partiels à considérer.

➤ Méthode de calcul des tassements

Les tassements sont évalués selon la méthode pressiométrique. Elle permet d'estimer le tassement final d'une fondation :

- en considérant l'amortissement des contraintes avec la profondeur au droit de la fondation,
- en additionnant le tassement du terrain dû aux déformations de cisaillement avec le tassement du terrain dû aux déformations volumiques.

Elle est adaptée à l'estimation des tassements pour des chargements proches de ceux de l'ELS quasi-permanent.

Il s'agit de la méthode qui était retenue dans les justifications au DTU 13.12 et au Fascicule 62 Titre V.

➤ Exemples de calcul

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous d'après la modélisation géotechnique présente au paragraphe 4.1.2 et la lithologie observée au droit des sondages SP1 et SP2 et en considérant un ancrage de 0,3 m dans la couche d'assise et une fondation totalement comprimée ($A'=A$).

Type de fondation	Sondage référence	Largeur B (m)	Prof. assise (m)	Horizon d'ancrage	p_{le}^* (MPa)	K_p	q_{net} (kPa)	$R_{v,d}$ ELU (kN ou kN/m)	$R_{v,d}$ ELS ⁽¹⁾ (kN ou kN/m)	V_d ⁽¹⁾ (kN ou kN/m)	S ⁽²⁾ (cm)
semelle filante	SP1	0,5	2,3	n°3	3,5	0,8	2,8	833	507	200	< 0,5
semelle isolée carrée		1,2			3,5	0,8	2,8	2400	1460	400	< 0,5

⁽¹⁾ ELS situations quasi-permanentes

⁽²⁾ tassement associé à V_d , Hors tassements liés au remblaiement et au dallage

Les calculs ont été réalisés selon "l'approche 2" au sens de l'Eurocode 7, avec :

- p_{le}^* : pression limite nette équivalente
- K_p : facteur de portance pressiométrique pour les sols de fondation de type roches altérés
- σ_{ELS} : contrainte de sol associée aux calculs réalisés

Les calculs présentés dépendent de la géométrie de la fondation ainsi que de la charge appliquée à celle-ci. Toute modification de la charge et de la géométrie pourra impliquer une variation significative du taux de travail.

En première approche, **de manière sécuritaire**, et en amont de l'étude de conception phase projet (G2 PRO) et de l'étude d'exécution (G3), nous proposons de retenir, pour une assise dans les granites sub-rocheux (formation n°3), une valeur de la contrainte σ_{ELS} maximale de 300 kPa **pour des charges verticales et centrées sur les fondations**.

Remarques complémentaires :

- il appartient au BET structure de déterminer la limite acceptable des tassements et de vérifier que les tassements déterminés précédemment sont acceptables par l'ouvrage et les avoisinants,
- en fonction des valeurs de tassements admissibles, une rigidification de la structure pourrait être nécessaire. On pourra notamment prévoir un renforcement des armatures des fondations et des chaînages tant horizontaux que verticaux.

5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique

Compte tenu de la sismicité de la zone dans laquelle se situe le projet, les dispositions générales suivantes seront à respecter :

- système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des parties par joints parasismiques,
- éviter les fondations isolées ; en cas de sol rocheux continu, non fracturé et non délité, ce dernier peut être considéré comme assurant la liaison entre les fondations isolées,
- ne pas fonder les constructions à cheval sur deux ou plusieurs types de sol de caractéristiques géotechniques très différentes, ou sur des discontinuités naturelles du sol : fractures, ressauts, brusque, changement de pente, etc...,
- encastrer fortement les fondations dans les sols meubles,
- veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale,
- avoir un seul niveau de fondation et un niveau identique de fondation pour un même corps d'ouvrage ; en cas de niveaux enterrés, les prévoir sur toute l'emprise de la construction ou, à défaut, sur une partie séparée par un joint parasismique. Si la stratification des couches géologiques est inclinée, la totalité des fondations doit descendre dans un niveau de sol identique, éventuellement avec décrochement de niveaux bas, de préférence inférieur à 1.2 m,
- ne pas fonder les ouvrages sur des sols liquéfiables,
- éviter impérativement toute accumulation d'eau de ruissellement autour des constructions (drainage périphérique efficace avec des regards de visite),
- prévoir tout élément raidisseur nécessaire à l'amélioration de la réponse structurelle (chaînages, voiles, même courts en longueur, poteaux de même hauteur plutôt longs que courts, notion de couple poteaux forts / poutres faibles à respecter).

6. Aléas résiduels et observations majeures

6.1. Aléas résiduels

Dans le cadre de cette note, nous rappelons ci-dessous l'aléa résiduel restant au droit du projet :

- **Classe d'agressivité des sols vis-à-vis des bétons.** Une analyse de sol est en cours de réalisation.
- **Hydrogéologie.** Une étude hydrogéologique pourra être réalisée pour déterminer les niveaux de plus hautes eaux (NPHE) et les possibles influences du projet sur la ZIG.

6.2. Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

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 1 (norme NF P 94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude de conception G2 phase avant-projet (G2 AVP).

Conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, il est nécessaire d'enchaîner avec les phases suivantes :

- Etude géotechnique de conception phase projet (G2 PRO)
- Etude géotechnique de conception phase DCE/ACT (G2 DCE / ACT)
- Puis, au stade exécution les études géotechniques de réalisation G3 et G4.

Une étude de conception phase projet (G2 PRO) peut être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) pour permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure.

En phase G2 DCE/ACT, le géotechnicien réalisera ou participera à la réalisation des documents techniques nécessaires à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques concernés, examinera les variantes éventuelles des entreprises et assistera le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises en analysant les offres techniques des entreprises et en participant à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

En phase G3, le dimensionnement des ouvrages géotechniques sera réalisé par l'entreprise dans le cadre des études géotechniques d'exécution. Nous rappelons que cette mission est à la charge de l'entreprise.

En phase G4, le géotechnicien vérifiera la conformité de l'étude G3 et le suivi géotechnique d'exécution, à la charge du maître d'ouvrage. Cette mission s'attardera, en outre, à vérifier les notes de calculs de l'entreprise, à valider la procédure d'exécution des ouvrages géotechniques et, à suivre leur réalisation.

Ginger CEBTP se tient également à la disposition du maître d'ouvrage pour la réalisation d'essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

ANNEXE 1 – NOTES GÉNÉRALES SUR LES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

(extraits de la norme NF P 94-500 de Novembre 2013)

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

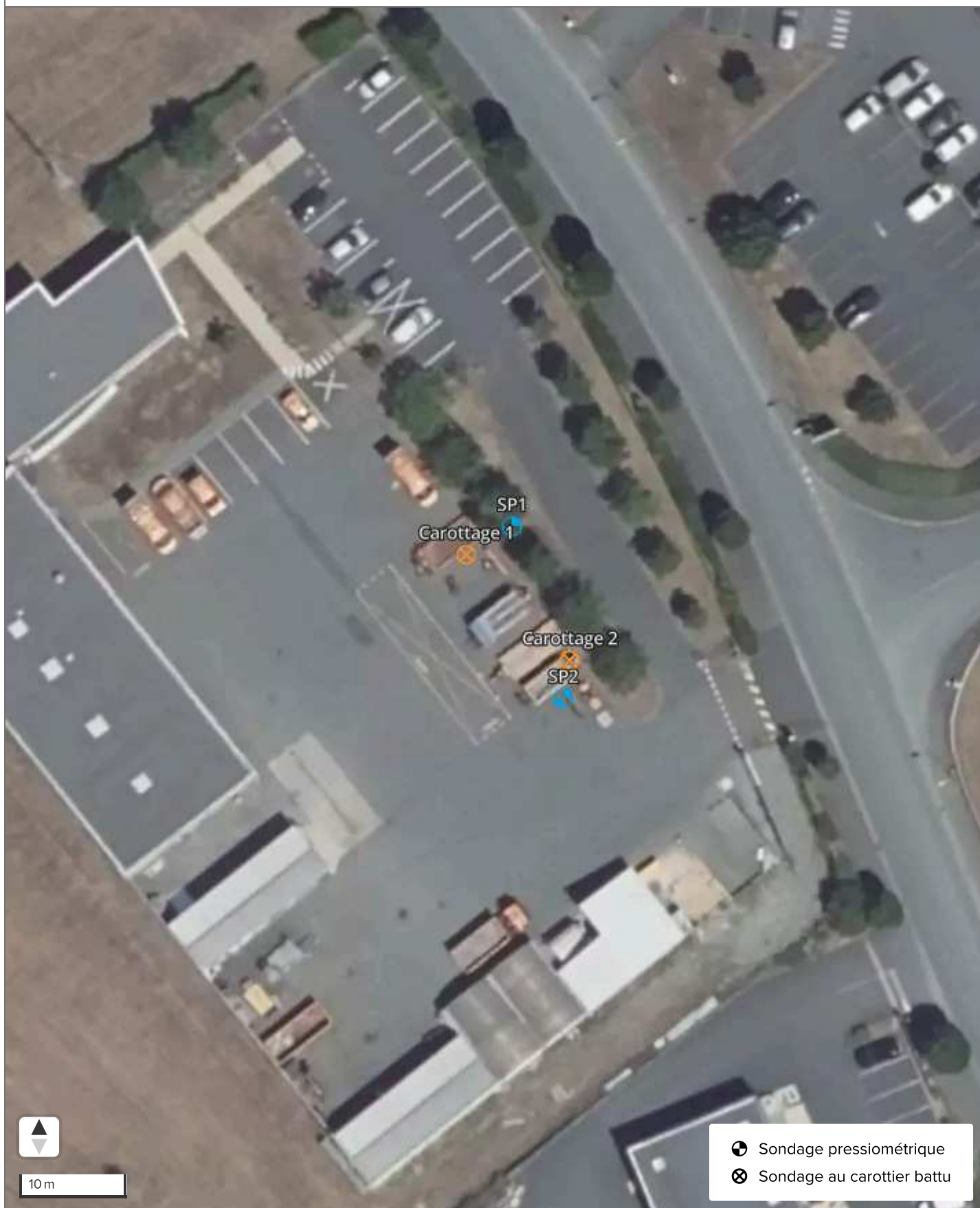
L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.
ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (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 : <u>Phase Étude de Site (ES)</u> 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. <u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u> 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).
ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases : <u>Phase Avant-projet (AVP)</u> 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. <u>Phase Projet (PRO)</u> 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. <u>Phase DCE / ACT</u> 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, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3) Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives : <u>Phase Étude</u> — 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. <u>Phase Suivi</u> — Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude. — Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). — Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO) SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4) Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives : <u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u> — 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. <u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u> — Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3). — donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO. DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5) Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant. — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant. — Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

PLAN D'IMPLANTATION



ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**

- coupe des sols,
- venue d'eau éventuelle,

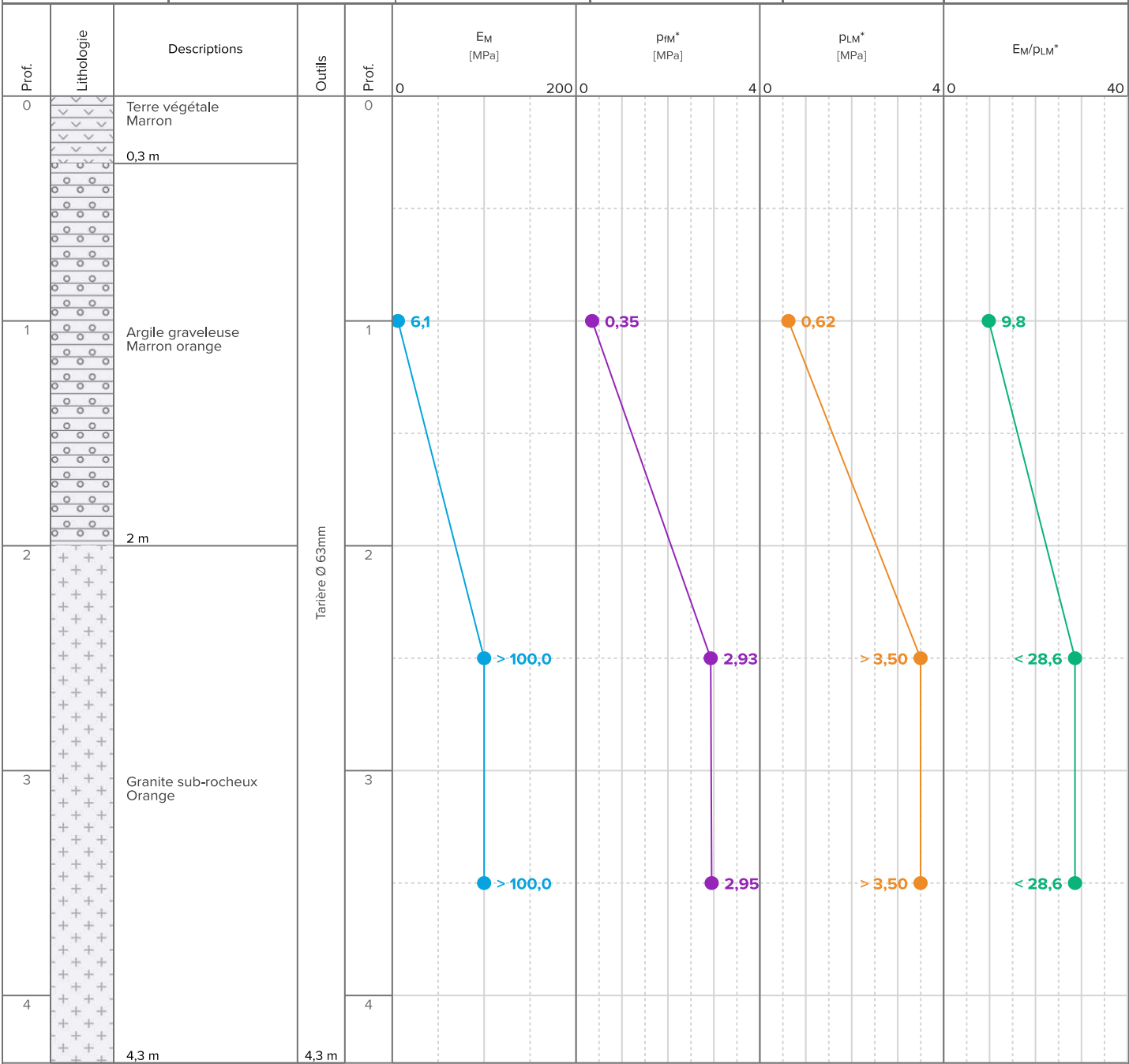
Et, pour chaque essai pressiométrique effectué :

- module pressiométrique E_M (MPa)
- pression limite nette p_i^* (MPa)
- pression de fluage nette p_f^* (MPa)
- rapport E_M/p_i^*



SP1	X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau	
	1400 950	6 215 685	RGF93 / CC47			☐ Néant	☐ Non mesuré
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	☐ En cours de forage	☐ Stabilisé
	Non renseigné	Non renseigné	0,0°	-	4,3 m	☐ Non stabilisé	☒ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SP1	Pressiomètre	12/12/2024	12/12/2024	M252	-



soilcloud.tech

ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

- Analyse d'amiante dans les matériaux (enrobé)

GINGER CEBTP
Monsieur Jean-Marie NOBLET
 24 Quater Rue Jan Palach
 ZAC des Hauts de Coueron 3
 44220 COUERON

RAPPORT D'ANALYSE D'AMIANTE DANS LES MATERIAUX

N° de rapport d'analyse : AR-24-NS-072495-01 Date d'émission de rapport : 17/12/2024 1:22 Page1/2
 Dossier N° : 24W033306 Date de réception : 11/12/2024 Date d'analyse : 13/12/2024
 Référence dossier Client:Commande EOL n° 006-10514-1239537
 LA SEGUINIERE

N° éch.	Référence client	Description visuelle	Technique utilisée / Analyste	Préparation		Résultats
				Nb prep / Nb grilles ou lames	Type	
001	C1 / LA SEGUINIERE / Béton bitumineux	matériau dur bitumineux de type enrobé (visiblement monocouche) granulats (noir)	MOLP * / YFZ9	6 / 6 *	- *	Analyse réalisée non conclusive *
		matériau dur bitumineux de type enrobé (visiblement monocouche) granulats (noir)	MET * / PSN3	3 / 6 *	Calcination et attaque chimique et mécanique (méthode interne de traitement) *	Fibres d'amiante non détectées *
		Matériau dur bitumineux de type enrobé (visiblement monocouche) liant hydrocarboné	MET * / PSN3	1 / 2 *	Calcination et attaque chimique et mécanique (méthode interne de traitement) *	Fibres d'amiante non détectées *

Méthodes d'analyses employées pour la recherche qualitative des fibres d'amiante dans les matériaux :

Traitement par une méthode interne (**modes opératoires T-PE-WO63769 et T-PM-WO84179**) en vue d'une identification des fibres au Microscope Optique à Lumière Polarisée (**MOLP**) selon le guide **HSG 248 - annexe 2**.

Traitement par une méthode interne (**modes opératoires T-PE-WO63769 et T-PM-WO22725**) en vue d'une identification des fibres au Microscope Electronique à Transmission (**MET**) selon parties utiles de la norme **NFX 43-050** et **IMA** « Principes pétrographiques et de classification minéralogique ».

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande. La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s). Les résultats du présent rapport s'appliquent aux objets tels qu'ils ont été reçus et ne concernent que les objets soumis à l'essai. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

RAPPORT D'ANALYSE D'AMIANTE DANS LES MATERIAUX

N° de rapport d'analyse : AR-24-NS-072495-01 Date d'émission de rapport : 17/12/2024 1:22 Page2/2

Dossier N° : 24W033306

Date de réception : 11/12/2024

Date d'analyse : 13/12/2024

Référence dossier Client:Commande EOL n° 006-10514-1239537

LA SEGUINIÈRE

NB 1 : Sauf information contraire sur ce rapport, le laboratoire effectue une analyse couche par couche de l'échantillon transmis par le demandeur. Des composants décrits simultanément dans une même couche n'ont pas pu faire l'objet de prises d'essai séparées pour l'analyse.

NB 2 : "Fibres d'amiante non détectées au MOLP" s'entend comme : "aucune fibre d'amiante n'a été détectée, l'échantillon objet de l'essai peut éventuellement renfermer une teneur en fibre d'amiante optiquement observables** inférieure à la limite de détection. ** Pour être optiquement observable, une fibre doit avoir une largeur supérieure à 0,2 micromètre (μm)" ; "Fibres d'amiante non détectées" au MET s'entend comme : " aucune fibre d'amiante n'a été détectée, l'échantillon objet de l'essai peut éventuellement renfermer une teneur en fibre d'amiante inférieure à la limite de détection."

NB 3 : Pour la recherche d'amiante dans les matériaux, la limite de détection garantie par prise d'essai dans les matériaux (en MOLP et /ou en MET) est de 0.1% en masse.

NB 4 : Le présent rapport mentionne les analyses conclusives et non conclusives. En effet, le laboratoire met en œuvre les deux techniques d'analyse MOLP et META sur tous les échantillons massifs conformément aux exigences indiquées dans l'arrêté du 1er octobre 2019.

Le « - » indiqué dans « Type de préparation » s'entend comme « Préparation avec traitement par calcination et attaque chimique et mécanique (méthode interne de traitement)

NB 5 : Analyse réalisée dans le cadre des textes réglementaires suivants : Décret n° 2017-899 du 9 mai 2017, Décret n° 2019-251 du 27 mars 2019, Décret n° 2011-629 du 3 juin 2011, Arrêté du 1er octobre 2019 (JORF n°0245 du 20 octobre 2019 texte n° 18), Arrêté du 25 juillet 2022 (JOFR n°0238 du 13 octobre 2022, texte n°10).

NB 6 : Le rapport est établi dans le cadre du cas 3 de l'article 6 de l'arrêté du 1er octobre 2019 à savoir la détection et l'identification d'amiante naturellement présent dans les matériaux et produits manufacturés. Il respecte également le cas 1 de l'article 6 de l'arrêté du 1er octobre 2019 à savoir la détection et l'identification d'amiante délibérément ajouté dans les matériaux et produits manufacturés.

NB 7 : En application de l'annexe I de l'arrêté du 1er octobre 2019, si au moins l'une des préparations met en évidence la présence d'amiante, il est conclu à la détection d'amiante sur l'échantillon. Sinon, il est conclu à la non détection de fibre d'amiante



Emmanuelle Bureau
Cheffe de Groupe

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande. La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s). Les résultats du présent rapport s'appliquent aux objets tels qu'ils ont été reçus et ne concernent que les objets soumis à l'essai. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Eurofins Analyses pour le Bâtiment Ouest SAS

7 rue Pierre Adolphe Bobierre ,CS 90827

F-44308 Nantes, FRANCE

Tél: +33388916531; +33 2 51 83 49 48 - Fax: +33388916531 - Site Web: <https://www.eurofins.fr/amiante/analyses/>

S.A.S. au capital de 1 037 000 € RCS Nantes SIRET 529 294 092 00018 TVA FR48 529 294 092 APE 7120B

ACCREDITATION N°
1- 5597Portée disponible sur
www.cofrac.fr

GINGER CEBTP
Monsieur Jean-Marie NOBLET
 24 Quater Rue Jan Palach
 ZAC des Hauts de Coueron 3
 44220 COUERON

RAPPORT D'ANALYSE D'AMIANTE DANS LES MATERIAUX

N° de rapport d'analyse : AR-24-NS-072496-01 Date d'émission de rapport : 17/12/2024 1:22 Page1/2
 Dossier N° : 24W033306 Date de réception : 11/12/2024 Date d'analyse : 13/12/2024
 Référence dossier Client:Commande EOL n° 006-10514-1239537
 LA SEGUINIERE

N° éch.	Référence client	Description visuelle	Technique utilisée / Analyste	Préparation		Résultats
				Nb prep / Nb grilles ou lames	Type	
002	C2 / LA SEGUINIERE / Béton bitumineux	matériau dur bitumineux de type enrobé (visiblement monocouche) granulats (noir)	MOLP * / YFZ9	6 / 6 *	- *	Analyse réalisée non conclusive *
		matériau dur bitumineux de type enrobé (visiblement monocouche) granulats (noir)	MET * / PSN3	3 / 6 *	Calcination et attaque chimique et mécanique (méthode interne de traitement) *	Fibres d'amiante non détectées *
		Matériau dur bitumineux de type enrobé (visiblement monocouche) liant hydrocarboné	MET * / PSN3	1 / 2 *	Calcination et attaque chimique et mécanique (méthode interne de traitement) *	Fibres d'amiante non détectées *

Méthodes d'analyses employées pour la recherche qualitative des fibres d'amiante dans les matériaux :

Traitement par une méthode interne (**modes opératoires T-PE-WO63769 et T-PM-WO84179**) en vue d'une identification des fibres au Microscope Optique à Lumière Polarisée (**MOLP**) selon le guide **HSG 248 - annexe 2**.

Traitement par une méthode interne (**modes opératoires T-PE-WO63769 et T-PM-WO22725**) en vue d'une identification des fibres au Microscope Electronique à Transmission (**MET**) selon parties utiles de la norme **NFX 43-050** et **IMA** « Principes pétrographiques et de classification minéralogique ».

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande. La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s). Les résultats du présent rapport s'appliquent aux objets tels qu'ils ont été reçus et ne concernent que les objets soumis à l'essai. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

RAPPORT D'ANALYSE D'AMIANTE DANS LES MATERIAUX

N° de rapport d'analyse : AR-24-NS-072496-01 Date d'émission de rapport : 17/12/2024 1:22 Page2/2

Dossier N° : 24W033306

Date de réception : 11/12/2024

Date d'analyse : 13/12/2024

Référence dossier Client:Commande EOL n° 006-10514-1239537

LA SEGUINIÈRE

NB 1 : Sauf information contraire sur ce rapport, le laboratoire effectue une analyse couche par couche de l'échantillon transmis par le demandeur. Des composants décrits simultanément dans une même couche n'ont pas pu faire l'objet de prises d'essai séparées pour l'analyse.

NB 2 : "Fibres d'amiante non détectées au MOLP" s'entend comme : "aucune fibre d'amiante n'a été détectée, l'échantillon objet de l'essai peut éventuellement renfermer une teneur en fibre d'amiante optiquement observables** inférieure à la limite de détection. ** Pour être optiquement observable, une fibre doit avoir une largeur supérieure à 0,2 micromètre (μm)" ; "Fibres d'amiante non détectées" au MET s'entend comme : " aucune fibre d'amiante n'a été détectée, l'échantillon objet de l'essai peut éventuellement renfermer une teneur en fibre d'amiante inférieure à la limite de détection."

NB 3 : Pour la recherche d'amiante dans les matériaux, la limite de détection garantie par prise d'essai dans les matériaux (en MOLP et /ou en MET) est de 0.1% en masse.

NB 4 : Le présent rapport mentionne les analyses conclusives et non conclusives. En effet, le laboratoire met en œuvre les deux techniques d'analyse MOLP et META sur tous les échantillons massifs conformément aux exigences indiquées dans l'arrêté du 1er octobre 2019.

Le « - » indiqué dans « Type de préparation » s'entend comme « Préparation avec traitement par calcination et attaque chimique et mécanique (méthode interne de traitement)

NB 5 : Analyse réalisée dans le cadre des textes réglementaires suivants : Décret n° 2017-899 du 9 mai 2017, Décret n° 2019-251 du 27 mars 2019, Décret n° 2011-629 du 3 juin 2011, Arrêté du 1er octobre 2019 (JORF n°0245 du 20 octobre 2019 texte n° 18), Arrêté du 25 juillet 2022 (JOFR n°0238 du 13 octobre 2022, texte n°10).

NB 6 : Le rapport est établi dans le cadre du cas 3 de l'article 6 de l'arrêté du 1er octobre 2019 à savoir la détection et l'identification d'amiante naturellement présent dans les matériaux et produits manufacturés. Il respecte également le cas 1 de l'article 6 de l'arrêté du 1er octobre 2019 à savoir la détection et l'identification d'amiante délibérément ajouté dans les matériaux et produits manufacturés.

NB 7 : En application de l'annexe I de l'arrêté du 1er octobre 2019, si au moins l'une des préparations met en évidence la présence d'amiante, il est conclu à la détection d'amiante sur l'échantillon. Sinon, il est conclu à la non détection de fibre d'amiante



Emmanuelle Bureau
Cheffe de Groupe

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande. La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s). Les résultats du présent rapport s'appliquent aux objets tels qu'ils ont été reçus et ne concernent que les objets soumis à l'essai. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Eurofins Analyses pour le Bâtiment Ouest SAS

7 rue Pierre Adolphe Bobierre ,CS 90827

F-44308 Nantes, FRANCE

Tél: +33388916531; +33 2 51 83 49 48 - Fax: +33388916531 - Site Web: <https://www.eurofins.fr/amiante/analyses/>

S.A.S. au capital de 1 037 000 € RCS Nantes SIRET 529 294 092 00018 TVA FR48 529 294 092 APE 7120B

ACCREDITATION N°
1- 5597Portée disponible sur
www.cofrac.fr



www.groupe-cebtp.com

Agence d'Angers

ZA de la Garde
Allée du 9 novembre 1989
49240 AVRILLE

Téléphone +33 (0)2 41 34 58 60

cebtp.angers@groupeginger.com

www.ginger-cebtp.com