

**DIRNO**

## **Réhabilitation du CEI**

### **Lieu-dit « Les Pâturages » GONFREVILLE L'ORCHER (76)**


Diagnostic géotechnique G5 et  
Mission géotechnique de conception phase avant-projet G2 AVP

Référence dossier : DRN2.O.2039

**JUILLET 2024**



Agence de ROUEN • ZAC de la Vente Olivier – Rue du pré de la Roquette  
76 800 SAINT ETIENNE DU ROUVRAY  
Tél. 33 (0) 2.32.19.63.00 • Fax 33 (0) 2.32.19.63.01  
Adresse e-mail : [cebtprouen@groupeginger.com](mailto:cebtprouen@groupeginger.com)

DIRNO							
REHABILITATION DU CEI							
Lieu-dit « Les Pâturages » - GONFREVILLE L'ORCHER (76)							
RAPPORT - Diagnostic géotechnique G5 et Mission géotechnique de conception phase avant-projet G2 AVP							
Dossier : DRN2.O.2039			Réf. rapport : DRN2.O.2039			Contrat : DRN2.O.0337	
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	30/05/2024	Jean-Philippe ESCUDIÉ		Virginie LEMARIEY		Rapport de 41 pages et 4 annexes	-
2	01/07/2024	Jean-Philippe ESCUDIÉ	<i>JPEscudie</i>	Virginie LEMARIEY		Rapport de 41 pages et 4 annexes	Ajout résultats analyses chimiques (Annexe 4)

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

<b>I. CONTEXTES.....</b>	<b>5</b>
<b>I.1. Contexte du projet.....</b>	<b>6</b>
I.1.1. Données générales.....	6
I.1.2. Description du projet .....	6
I.1.3. Documents communiqués .....	7
I.1.4. Ouvrages projetés.....	7
I.1.5. Sollicitations .....	8
<b>I.2. Mission Ginger CEBTP .....</b>	<b>9</b>
I.2.1. Mission de diagnostic géotechnique G5 pour le projet de surélévation et vis-à-vis des fissures existantes.....	9
I.2.2. Mission d'étude géotechnique de conception, phase Avant-Projet (G2 AVP) pour le projet d'extension.....	9
I.2.3. Exclusions (liste non exhaustive).....	10
<b>I.3. Description du site .....</b>	<b>11</b>
I.3.1. Extrait de carte IGN .....	11
I.3.2. Image aérienne .....	11
I.3.3. Topographie.....	11
<b>I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs.....</b>	<b>12</b>
I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels.....	12
I.4.2. Contexte hydrogéologique.....	12
I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques.....	13
<b>II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....</b>	<b>17</b>
<b>II.1. Préambule .....</b>	<b>18</b>
<b>II.2. Implantation .....</b>	<b>18</b>
<b>II.3. Sondages, essais et mesures in situ .....</b>	<b>18</b>
<b>II.4. Essais en laboratoire.....</b>	<b>20</b>
<b>III. INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE.....</b>	<b>21</b>
<b>III.1. Synthèse des investigations - Interprétations.....</b>	<b>22</b>
III.1.1. Lithologie .....	22
III.1.2. Caractéristiques pressiométriques.....	24
III.1.3. Reconnaissances des fondations existantes .....	25
<b>III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique .....</b>	<b>26</b>
III.2.1. Niveaux d'eau.....	26

<b>IV. DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE G5 .....</b>	<b>27</b>
IV.1. Avis sur la capacité portante des fondations existantes .....	28
IV.2. Avis sur l'origine des désordres constatés .....	29
IV.3. Avis sur les solutions de confortement envisageables.....	29
<b>V. ETUDE DE L'EXTENSION (G2 AVP) .....</b>	<b>31</b>
V.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG .....	32
V.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques .....	32
V.2.1. Risque sismique .....	32
V.3. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique .....	32
V.4. Terrassements généraux - Fouilles .....	33
V.4.1. Traficabilité en phase chantier.....	33
V.4.2. Drainage de la plateforme en phase chantier et en phase définitive .....	33
V.4.3. Mitoyenneté .....	34
V.5. Niveau bas .....	35
V.6. Fondations.....	35
V.6.1. Fondations profondes par pieux .....	35
V.6.2. Efforts horizontaux.....	37
V.6.3. Remarques .....	37
V.7. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau .....	39
V.8. Aléas géotechniques résiduels .....	39
<b>VI. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES .....</b>	<b>40</b>

## ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

ANNEXE 4 – ANALYSES CHIMIQUES

## **I. CONTEXTES**

## I.1. Contexte du projet

### I.1.1. Données générales

#### I.1.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Réhabilitation du CEI  
Adresse : Lieu-dit « Les Pâturages » (parcelle cadastrée DD n°32)  
Commune : GONFREVILLE L'ORCHER  
Code postal : 76 700

#### I.1.1.2. Intervenants

Client / Maître d'Ouvrage : DIRNO  
Maître d'œuvre : IPH Ingénierie / CAS'ART

#### I.1.1.3. Phase du projet

D'après les éléments communiqués, le projet est au stade d'avancement suivant :

Etudes d'esquisse	Etudes d'avant-projet sommaire	Etudes d'avant-projet définitif	Etudes de projet	Etablissement DCE	Consultation ACT	Réalisation des ouvrages
	X					

### I.1.2. Description du projet

Le projet porte sur la réhabilitation du Centre d'Entretien et d'Intervention (CEI) situé au lieu-dit « Les Pâturages », sur la parcelle cadastrée DD n°32, sur la commune de GONFREVILLE L'ORCHER (76).

Dans le cadre de ce projet, il est prévu :

- Les travaux de désamiantage et de rénovation de l'enveloppe,
- La reprise du réseau électrique,
- **La surélévation du bâtiment bureaux existant en R+1,**
- La réparation des fissures existantes,
- Les travaux de VRD,
- Les travaux de reprise structurels selon les plans projet.

Le bâtiment existant est de type RDC et présente une emprise au sol de 10 x 20 m environ (soit 200 m<sup>2</sup> environ).

Le projet concerne uniquement la surélévation du bâtiment de bureaux existant (ou son extension) et un avis sur les fissures existantes.





*Vues vers la façade Sud-Est, le 17/05/2024*



*Vue vers la façade Nord-Est, le 17/05/2024*



*Vue vers la façade Nord-Ouest, le 17/05/2024*

### **I.1.3. Documents communiqués**

Les documents communiqués et utilisés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Cahier des charges étude de sol établi par IPH Ingénierie, référencé 70716, daté du 28/03/2024.

### **I.1.4. Ouvrages projetés**

Les ouvrages géotechniques et travaux nécessaires à la construction du projet de réhabilitation du CEI sont les suivants :

- Préparation du terrain,
- Fondations,
- Niveau bas

Le présent rapport traite de leur étude au stade diagnostic géotechnique (mission G5) et de l'avant-projet (mission G2 AVP).

### I.1.5. Sollicitations

Les sollicitations appliquées aux fondations ne sont pas connues au stade actuel de l'étude. Il conviendra donc de s'assurer que les systèmes de fondations préconisés et les dispositions retenues sont compatibles avec les charges réellement apportées et les caractéristiques de l'ouvrage.

Par conséquent, les sollicitations maximales vis-à-vis des ELS caractéristiques sont estimées par GINGER CEBTP, sous toutes réserves, à :

- Charges verticales sur appuis isolés : 400 kN maximum,
- Charges verticales sur appuis linéaires : 50 kN/ml maximum,
- Surcharges d'exploitation sur dallage : 5 kPa.

***Dans le cas de charges réelles différentes des estimations ci-dessus, il conviendrait de revoir tout ou partie de nos conclusions.***



## I.2. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°DRN2.O.0337 du 05/04/2024.

Il s'agit d'une **mission de diagnostic géotechnique G5** pour le projet de surélévation et vis-à-vis des fissures existantes et d'une **mission géotechnique de conception phase avant-projet G2 AVP** dans le cas où de nouvelles fondations seraient envisagées pour le projet d'extension, selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

### I.2.1. Mission de diagnostic géotechnique G5 pour le projet de surélévation et vis-à-vis des fissures existantes

L'étude comprend, conformément au contrat et à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013, les prestations suivantes :

- Définir le programme des reconnaissances, en assurer le suivi et l'interprétation,
- Déterminer la nature et les caractéristiques mécaniques des terrains en place au niveau de l'assise des fondations existantes,
- Déterminer la géométrie des fondations existantes en 4 points (profondeur d'ancrage, débord, nature des matériaux constitutifs),
- Mesurer le niveau de l'eau au droit des sondages au moment du chantier,
- Déterminer l'agressivité d'un sol et d'une eau vis-à-vis du béton,
- Donner un avis sur la capacité portante des fondations existantes (si superficielles) vis-à-vis du projet de surélévation,
- Donner un avis sur l'origine des désordres constatés ;
- Donner un avis sur les solutions de confortement envisageables pour une éventuelle reprise en sous-œuvre du bâtiment bureaux existant.

### I.2.2. Mission d'étude géotechnique de conception, phase Avant-Projet (G2 AVP) pour le projet d'extension

L'étude comprend, conformément au contrat et à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013, les prestations suivantes :

- Définir le programme des reconnaissances, en assurer le suivi et l'interprétation,
- Réaliser une enquête géologique (et non historique) pour décrire le cadre géotechnique du site,
- Préciser l'existence d'avoisinants,
- Préciser les principes généraux d'adaptation du projet actuel aux conditions du site :
  - Détermination de la nature et des caractéristiques géotechniques des terrains présents au droit du projet,
  - Détermination des niveaux d'eau dans les sondages au moment des investigations,

- Détermination des principaux types de fondations envisageables au droit de la future extension,
  - Détermination des paramètres de dimensionnement à retenir au stade de l'avant-projet (avec ébauche dimensionnelle et estimation des tassements si fondations superficielles),
  - Avis sur la faisabilité de dallage sur terre-plein pour le niveau bas du projet et sur les conditions de sa mise en œuvre, avec estimation des modules de déformation  $E_s$  (conformément au DTU 13.3),
  - Principes et conditions de réalisation des terrassements, influence des avoisinants connus, stabilité et portance des fonds de fouille, traficabilité, sujétions vis à vis des venues d'eau,
  - Dispositions générales vis-à-vis de l'eau dans le sol,
  - Classement du site et susceptibilité des sols sous séisme.
- Sujétions de mise en œuvre ou dispositions constructives particulières liées aux conditions géotechniques du site.

### I.2.3. Exclusions (liste non exhaustive)

Cette étude ne concerne pas :

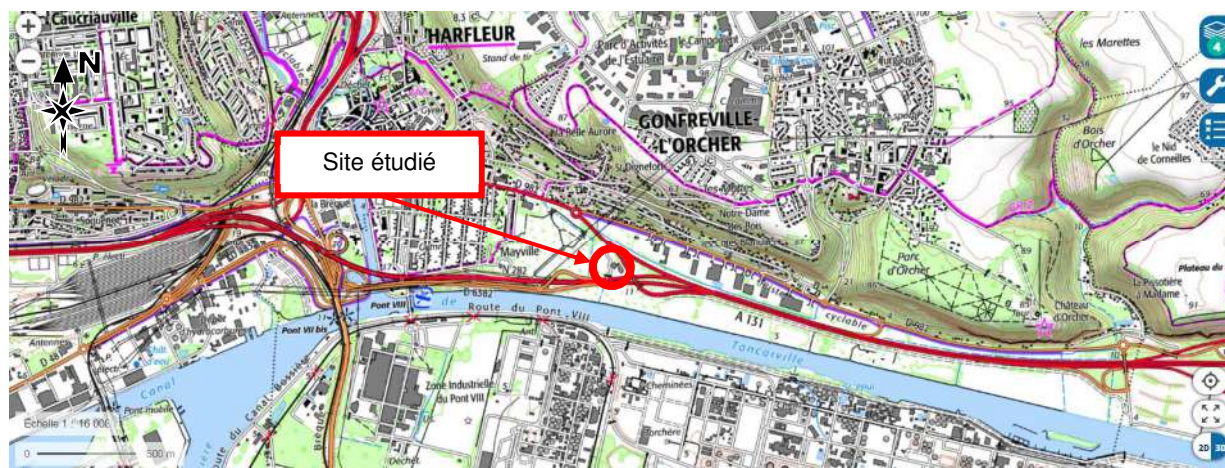
- L'étude structurelle des ouvrages existants au droit et à proximité du projet ;
- La recherche de cavités souterraines ;
- L'étude des soutènements éventuels ;
- La stabilité générale du site ;
- L'étude structurelle des bâtiments / ouvrages existants ;
- Les études géotechniques de conception du projet G2 PRO, G2 DCE/ACT ;
- L'étude géotechnique d'exécution G3 ;
- L'étude de supervision géotechnique d'exécution G4 ;
- L'étude hydrologique et/ou hydrogéologique du site ;
- L'étude de pollution des sols et des eaux ;
- La stabilité des ouvrages annexes ou le dimensionnement des ouvrages à mettre en œuvre pour l'assurer.

### I.3. Description du site

Le projet se situe au sein du Centre d'Entretien et d'Intervention (CEI) de la DIRNO situé au lieu-dit « Les Pâturages », sur la commune de GONFREVILLE L'ORCHER (76).

Lors de notre intervention (mai 2024), le site était globalement plat et horizontal avec une cote altimétrique d'environ +5 NGF.

#### I.3.1. Extrait de carte IGN



Source : Géoportail

#### I.3.2. Image aérienne



Source : Géoportail

#### I.3.3. Topographie

Le site concerné par les investigations est globalement plat et horizontal. D'après la carte IGN du secteur, la cote altimétrique du site est de l'ordre de + 5 NGF.



## I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs

### I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels

D'après notre expérience locale et la carte géologique de « LE HAVRE » à l'échelle 1/50 000<sup>ème</sup>, le site serait constitué des formations suivantes de haut en bas, sous une faible épaisseur de terre végétale et d'éventuels remblais d'aménagements :

- Des alluvions récentes,
- Des alluvions anciennes,
- Le substratum crayeux d'âge Crétacé.



Extrait de la carte géologique « LE HAVRE » - Source : [infoterre.BRGM.fr](http://infoterre.BRGM.fr)

### I.4.2. Contexte hydrogéologique

D'après l'Atlas hydrogéologique de la Seine-Maritime daté de 1998 et compte tenu de la présence du Canal de Tancarville situé au Sud du projet, le toit de la nappe crayeuse se situerait à faible profondeur sous le niveau du terrain naturel.

Par ailleurs, des circulations anarchiques / ponctuelles ne sont pas exclues au sein des formations superficielles.

### I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques

Les informations recueillies sur les sites internet consultés ([www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr) et site de la préfecture) sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Risques majeurs	Informations documentaires
Inondations/débordement de cours d'eau	Zone située dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare *
Cavités naturelles ou anthropiques carrières	Pas d'indices de cavités connues à proximité du projet *
Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)	Niveau exposition : aléa faible *
Mouvements de terrains Instabilité – Glissement – Chute de blocs	Zone non sujette aux mouvements de terrain *
Séismes	Zone 1 *
Radon	Zone de catégorie 1 *
Remblais	Compte-tenu des observations réalisées sur site, la présence des remblais d'épaisseur variables est possible.

\* cf. détail et illustrations ci-après

#### I.4.3.1. Inondation / débordement de cours d'eau

D'après les données issues du BRGM (Bureau de Recherche Géologique et Minière : [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)), la parcelle se situe dans une zone d'**Enveloppe approchée des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare** (cf. carte ci-dessous).



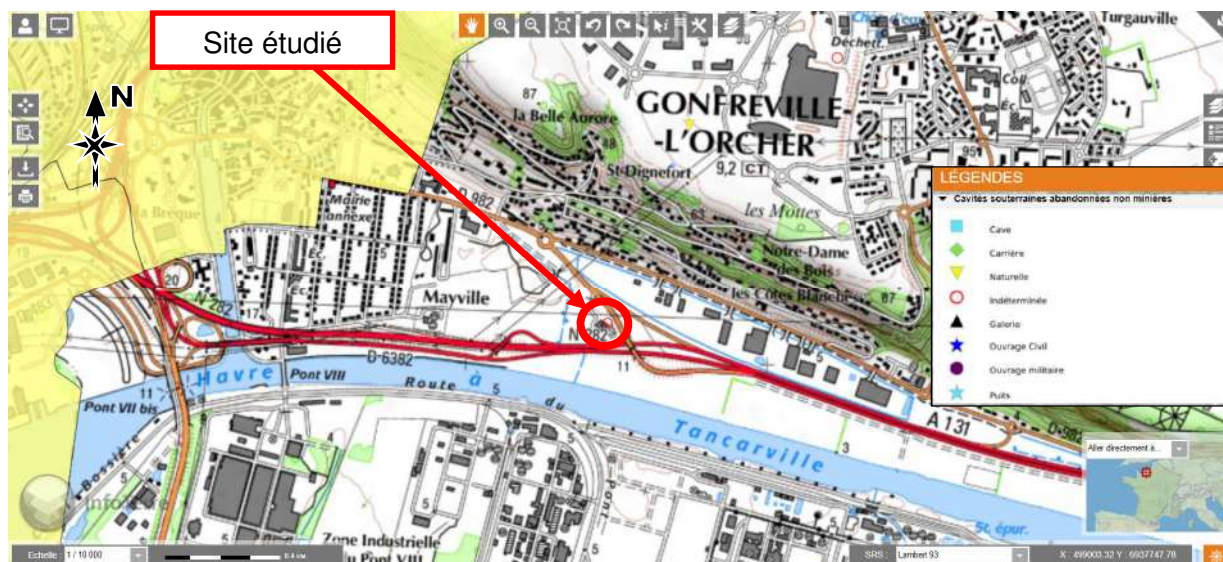
Source : [Infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr)

Par ailleurs, 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.



#### I.4.3.2. Cavités naturelles ou anthropiques - Carrières

D'après les données issues du BRGM (site [Infoterre.brgm.gouv.fr](http://infoterre.brgm.gouv.fr)), **aucun indice de cavité souterraine** n'a été identifié à moins de 200 m du projet.



*Extrait de la carte des « indices de cavités souterraines localisés et non localisés »,  
source : site [Infoterre.brgm.gouv.fr](http://infoterre.brgm.gouv.fr)*

#### I.4.3.3. Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)

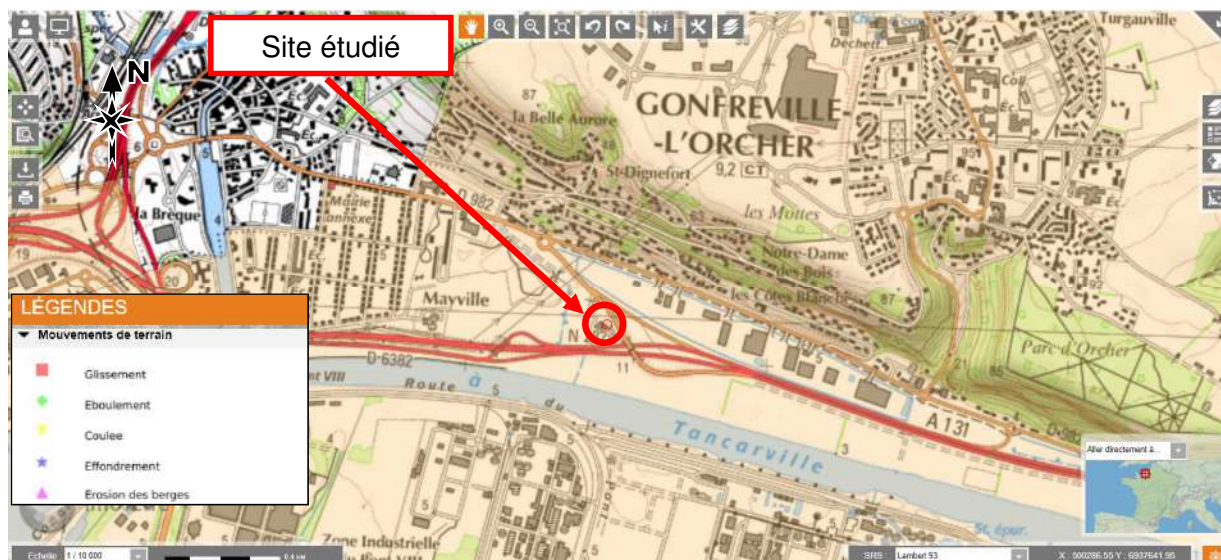
A noter que, d'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), le niveau d'exposition vis-à-vis du retrait / gonflement des terrains argileux au droit du projet est **faible**.



*Extrait de la carte « Aléa retrait-gonflement des argiles », source : site [Infoterre.brgm.gouv.fr](http://infoterre.brgm.gouv.fr)*

#### I.4.3.4. Mouvements de terrains – Instabilité – Glissement – Chute de blocs

D'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), **aucun mouvement de terrain** n'a été répertorié dans un rayon de 400 m autour du site étudié.



*Extrait de la carte des « Mouvements de terrain localisés et non localisés », source : [site infoterre.brgm.gouv.fr](http://site.infoterre.brgm.gouv.fr)*

#### I.4.3.5. Séisme

**Le site étudié est classé en zone de sismicité 1 (aléa très faible).**

#### I.4.3.6. 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/m<sup>3</sup>).

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.irsn.fr](http://www.irsn.fr)). Le terrain concerné par le projet présente un potentiel radon de **catégorie 1**.

Les dispositions ne font pas partie de notre mission et sont à prendre en compte par les concepteurs du projet.



#### I.4.3.7. Arrêtés de catastrophes naturelles

Il est à noter que la commune de GONFREVILLE L'ORCHER (76) a fait l'objet des arrêtés de catastrophes naturelles suivants :

## ANNEXE 2 : LISTE DES ARRÊTÉS CAT-NAT PRIS SUR LA COMMUNE

Cette liste est utile notamment pour renseigner la question de l'état des risques relative aux sinistres indemnisés par l'assurance à la suite d'une catastrophe naturelle.

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 8 Source : CCR

Inondations et/ou Coulées de Boue : 5

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0000045A	24/12/1999	24/12/1999	07/02/2000	26/02/2000
INTE0300360A	01/06/2003	01/06/2003	26/06/2003	27/06/2003
INTE9300412A	09/06/1993	14/06/1993	20/08/1993	03/09/1993
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
NOR19860825	21/06/1986	21/06/1986	25/08/1986	06/09/1986

Mouvement de Terrain : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE1304305A	13/10/2012	13/10/2012	20/02/2013	28/02/2013
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Chocs Mécaniques liés à l'action des Vagues : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Source : [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)

Ces données ne sont pas cartographiées et il sera du ressort du Maître d'Ouvrage de s'assurer de l'absence de tels phénomènes au niveau du site.

## **II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES**

## II.1. Préambule

La campagne d'investigations a été définie par Ginger CEBTP en accord avec le client.  
Ces investigations ont toutes été réalisées les 22 et 23 mai 2024.

## II.2. Implantation

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 accord avec le client, en fonction du projet, des accès possibles pour nos engins et des réseaux enterrés présents sur place.

Les altitudes des têtes de sondages correspondent au niveau du terrain naturel (TN) au moment des investigations (mai 2024).

Les coordonnées des têtes de sondages ont été relevées en X, Y (CC50) et Z (en NGF), cf. tableau ci-dessous, et sont reportées directement sur les coupes de sondages.

Nom du sondage	X (m)	Y (m)	Z (NGF)
SP1	1 498 426.4	9 148 100.3	+4.9
RF1	1 498 424.8	9 148 100.1	+4.9
RF2	1 498 427.8	9 148 103.3	+4.8
RF3	1 498 431.6	9 148 108.1	+4.8
RF4	1 498 423.1	9 148 110.1	+4.8

## II.3. Sondages, essais et mesures in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Profondeur m / TN
<b>Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale</b> Ø 63 mm puis destructif au tricône Ø 66 mm avec enregistrement de paramètres de forage <b>Exécution d'essais pressiométriques</b> Norme NF EN ISO 22476-4	1	SP1	25.1
	16		
<b>Fouille de reconnaissance des fondations</b>	4	RF1	0.7
		RF2	0.6
		RF3	0.6
		RF4	0.8

Les coupes des sondages sont présentées en annexe 3, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondage semi-destructif** à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm puis **destructif** au tricône Ø 66 mm :
  - coupe des sols en fonction de la profondeur,
  - coupe approximative des sols en fonction de la profondeur <sup>(1)</sup>,
  - diagraphie des paramètres de forage enregistrés :
    - V.A. : vitesse d'avancement instantanée (m/h),
    - P.O. : pression sur l'outil (bar),
    - P.I. : pression d'injection (bar),
    - P.R. : pression de rotation (bar).

(1) l'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings et des diagraphies.

- **Essais pressiométriques :**
  - Module pressiométrique :  $E_M$  (MPa),
  - Pression limite nette :  $p_l^*$  (MPa),
  - Pression de fluage nette  $p_f^*$  (MPa),
  - Rapport  $E_M/p_l^*$ .

*Ces paramètres sont portés directement sur les coupes de forage.*

- **Fouille de reconnaissance des fondations :**
  - Coupe détaillée des sols en fonction de la profondeur,
  - Reconnaissance des fondations,
  - Photographies de la fouille et des sols extraits.

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

Par ailleurs, le forage destructif de cette campagne d'investigation étant réalisé à l'eau, le niveau d'eau n'est pas toujours identifiable ou peut être biaisé en raison de son interférence avec le fluide de forage injecté.

## II.4. Essais en laboratoire

Les essais suivants ont été réalisés :

Agressivités chimiques	Nombre	Norme
<b>Agressivité des sols vis-à-vis du béton</b> Dosage en sulfate par gravimétrie Acidité BAUMAN GULLY	<b>1</b>	<b>NF EN 206-1</b> NF EN 196-2 NF EN 16502
<b>Agressivité de l'eau vis-à-vis du béton</b>	<b>1</b>	<b>NF EN 206-1</b>

Les résultats de ces essais sont joints en annexe 4 du présent rapport.

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebut.

### **III. INTERPRETATIONS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS – MODÈLE GEOTECHNIQUE**

## III.1. Synthèse des investigations - Interprétations

### III.1.1. Lithologie

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

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante, sous une faible épaisseur de terre végétale :

#### **Formation n°0 : Remblai limoneux avec silex et débris divers (ferraille, PVC, béton, bois, polyester)**

Profondeur du toit : la surface

Profondeur de la base : ~ 1.5 m de profondeur (+3.4 NGF)

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite nette ( $PI^*$ ) :  $PI^* = 1.19$  MPa (1 seule valeur)
- Module pressiométrique ( $E_M$ ) :  $E_M = 10.0$  MPa (1 seule valeur)

Commentaires : Les profondeurs données pour cette formation anthropique sont indicatives, avec un passage progressif entre les remblais et le sol support sous-jacent plus ou moins remanié dans sa frange superficielle. Il n'est pas exclu que cette formation renferme des blocs ou matériaux évolutifs de grande dimension). De par sa nature hétérogène et compte tenu de sa faible épaisseur, aucune caractéristique mécanique n'est retenue au sein de cette formation.

#### **Formation n°1 : Argile sableuse vasarde gris clair**

Profondeur du toit : ~ 1.5 m de profondeur (+3.4 NGF)

Profondeur de la base : ~ 5.8 m/TN de profondeur (-0.9 NGF)

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite nette ( $PI^*$ ) :  $0.14 < PI^* < 0.19$  MPa (2 essais)
- Module pressiométrique ( $E_M$ ) :  $1.3 < E_M < 1.9$  MPa (2 essais)

Commentaires : Il s'agit d'une *argile très molle à molle* au sens de la classification de l'Eurocode 7, présentant de très faibles caractéristiques mécaniques.

#### **Formation n°2 : Sable +/- argileux gris clair à gris vert**

Profondeur du toit : ~ 5.8 m/TN de profondeur (-0.9 NGF)

Profondeur de la base : ~ 13.0 m/TN de profondeur (-8.1 NGF)

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite nette ( $PI^*$ ) :  $0.27 < PI^* < 0.79$  MPa (5 essais)
- Module pressiométrique ( $E_M$ ) :  $2.1 < E_M < 7.4$  MPa (5 essais)

Commentaires : Il s'agit d'un *sable lâche à moyennement dense* au sens de la classification de l'Eurocode 7, présentant des caractéristiques mécaniques moyennes à localement faibles.



### **Formation n°3 : Sable +/- graveleux beige**

Profondeur du toit : ~ 13.0 m/TN de profondeur (-8.1 NGF)

Profondeur de la base : ~ 20.0 m/TN de profondeur (-15.1 NGF)

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite nette ( $PI^*$ ) :  $2.1 < PI^* < 3.6$  MPa (4 essais)
- Module pressiométrique ( $E_M$ ) :  $13.2 < E_M < 35.1$  MPa (4 essais)

Commentaires : Il s'agit d'un *sable très dense* au sens de la classification de l'Eurocode 7, présentant de bonnes caractéristiques mécaniques.

### **Formation n°4 : Argile légèrement sableuse à graveleuse gris foncé**

Profondeur du toit : ~ 20.0 m/TN de profondeur (-15.1 NGF)

Profondeur de la base : ~ 25.1 m/TN de profondeur (-20.2 NGF) – Fin du sondage SP1

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite nette ( $PI^*$ ) :  $2.78 < PI^* < 3.43$  MPa (4 essais)
- Module pressiométrique ( $E_M$ ) :  $30.9 < E_M < 95.7$  MPa (4 essais)

Commentaires : Il s'agit d'une *argile très raide* au sens de la classification de l'Eurocode 7, présentant de bonnes caractéristiques mécaniques.

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

Sondage	SP1
Formation	<u>Profondeur de la base</u> en mètre par rapport au TN (Cote en NGF)
N°0 : Remblai limoneux avec silex et débris divers	1.5 (+3.4)
N°1 : Argile sableuse vasarde gris clair	5.8 (-0.9)
N°2 : Sable +/- argileux gris clair à gris vert	13.0 (-8.1)
N°3 : Sable +/- graveleux beige	20.0 (-15.1)
N°4 : Argile légèrement sableuse à graveleuse gris foncé	> 25.1 (< -20.2)

Remarque : 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.

### III.1.2. Caractéristiques pressiométriques

Le tableau suivant présente une synthèse des formations rencontrées et de leurs caractéristiques mécaniques :

Formation	Nature du sol	Profondeur de la base en m/TN (Cote NGF)	Valeurs pressiométriques	
			pl' (MPa)	E <sub>M</sub> (MPa)
N°0	Remblai limoneux avec silex et débris divers	1.5 (+3.4)	(1)	(1)
N°1	Argile sableuse vasarde gris clair	5.8 (-0.9)	<b>Retenu : 0.15</b>	<b>Retenu : 1.5</b>
N°2	Sable +/- argileux gris clair à gris vert	13.0 (-8.1)	<b>Retenu : 0.5</b>	<b>Retenu : 3.5</b>
N°3	Sable +/- graveleux beige	20.0 (-15.1)	<b>Retenu : 2.5</b>	<b>Retenu : 21.0</b>
N°4	Argile légèrement sableuse à graveleuse gris foncé	> 25.1 (< -20.2)	<b>Retenu : 3.0</b>	<b>Retenu : 44.0</b>

(1) : aucune caractéristique ne sera retenue au sein de cette formation compte tenu de son hétérogénéité.

### III.1.3. Reconnaissances des fondations existantes

Compte tenu de la problématique de l'étude et à la demande du client, une campagne de reconnaissance de fondations a été réalisée par GINGER CEBTP.

L'implantation de ces reconnaissances figure sur le plan joint en annexe 2.

Les résultats de ces reconnaissances sont joints en annexe 3.

Les fondations mises à jour présentent les caractéristiques figurant dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Structure mise à jour	Débord (m)	Profondeur de la fondation (m/T.N.)	Nature du sol sous la base
RF1	Semelle filante a priori en béton	0.12	0.5	Remblai limoneux avec sable, silex et ferraille (Formation n°0)
RF2	Semelle filante a priori en béton	0.5	0.3	Remblai limoneux avec silex et débris de PVC et de béton (Formation n°0)
RF3	Semelle filante a priori en béton	0.15	0.35	Remblai limoneux avec silex (Formation n°0)
RF4	Semelle filante a priori en béton	0.2	0.6	Remblai limoneux avec débris de PVC, béton, bois et polyester (Formation n°0)

## III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique

### III.2.1. Niveaux d'eau

Un niveau d'eau a été observé à 2.4 m/TN de profondeur au droit du sondage réalisé au moment des reconnaissances (mai 2024).

Toutefois, ce niveau n'est valable qu'à la date de mesure et ne saurait représenter un niveau réel de la nappe, laquelle dépend principalement de la saison, de la pluviométrie et du marnage.

Par ailleurs, il peut exister des circulations d'eau anarchiques / ponctuelles qui n'ont pas été détectées par les sondages.

L'étude du contexte hydrogéologique ne fait pas partie de la présente mission et doit faire l'objet d'une étude spécifique (cf. annexe A1 de la norme NFP 94-500). Nous restons à la disposition pour effectuer cette étude.

## **IV. DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE G5**

## IV.1. Avis sur la capacité portante des fondations existantes

Les reconnaissances de fondations effectuées autour du bâtiment de bureaux existant ont permis d'identifier que ces dernières sont ancrées dans le remblai limoneux de la Formation n°0.

Compte tenu de la nature hétérogène de cette Formation n°0, les caractéristiques mécaniques retenues seront celles de la formation sous-jacente (Formation n°1).

Ainsi, pour une semelle ancrée dans la Formation n°0 et en tablant sur  $p^* = 0.15$  MPa et  $k_p = 0.8$  (argile), il vient :

$$q_{\text{net}} = 0.12 \text{ MPa (120 kPa)}$$

Il vient les contraintes maximales suivantes :

- à l'ELU, pour les situations durables et transitoires, une contrainte de 71 kPa,
- à l'ELS quasi-permanent et caractéristique, une contrainte de 43 kPa.

Pour la fondation reconnue en RF1 pouvant s'apparenter à une semelle filante de 0.44 m de large ( $2 \times 0.12$  m de débord + 0.2 m d'épaisseur de mur) ancrée à 0.5 m de profondeur environ, la résistance nette du terrain sous fondations est donc :

$$R_{V,d} = 22 \text{ kN/ml aux ELS}$$

$$\text{Et } R_{V,d} = 36 \text{ kN/ml aux ELU}$$

Pour la fondation reconnue en RF2 pouvant s'apparenter à une semelle filante de 1.2 m de large ( $2 \times 0.5$  m de débord + 0.2 m d'épaisseur de mur) ancrée à 0.3 m de profondeur environ, la résistance nette du terrain sous fondations est donc :

$$R_{V,d} = 52 \text{ kN/ml aux ELS}$$

$$\text{Et } R_{V,d} = 86 \text{ kN/ml aux ELU}$$

Pour la fondation reconnue en RF3 pouvant s'apparenter à une semelle filante de 0.5 m de large ( $2 \times 0.15$  m de débord + 0.2 m d'épaisseur de mur) ancrée à 0.35 m de profondeur environ, la résistance nette du terrain sous fondations est donc :

$$R_{V,d} = 22 \text{ kN/ml aux ELS}$$

$$\text{Et } R_{V,d} = 36 \text{ kN/ml aux ELU}$$

Pour la fondation reconnue en RF4 pouvant s'apparenter à une semelle filante de 0.6 m de large (2\*0.2 m de débord + 0.2 m d'épaisseur de mur) ancrée à 0.6 m de profondeur environ, la résistance nette du terrain sous fondations est donc :

$$R_{V,d} = 26 \text{ kN/ml aux ELS}$$

$$\text{Et } R_{V,d} = 43 \text{ kN/ml aux ELU}$$

En l'absence de valeurs de descentes de charges actuelles et futures (engendrées par la surélévation du bâtiment existant), **il conviendra donc de vérifier que les descentes de charge réelles appliquées à ces fondations ne sont pas supérieures à ces valeurs.**

## IV.2. Avis sur l'origine des désordres constatés

D'après les informations qui nous ont été transmises par le client et les résultats de nos investigations, les fissures constatées proviendraient d'un tassement des fondations induit par des phénomènes isolés ou couplés tels que :

- Des **profondeurs d'ancrage hétérogènes et limites vis-à-vis des conditions de mise hors gel** (0.6 m de profondeur requis) ;
- Un **ancrage des fondations dans une formation hétérogène** (remblais de la Formation n°0) et donc **susceptible de présenter un comportement variable** sur l'emprise du bâtiment existant ;
- Des **fondations sous-dimensionnées** compte tenu des caractéristiques mécaniques très faibles de la Formation n°1 (formation dimensionnante compte tenu de la faible épaisseur de la Formation n°0) ;
- Une **absence de chaînage** du bâtiment existant (à vérifier par une étude structurelle).

## IV.3. Avis sur les solutions de confortement envisageables

Compte tenu des éléments précédents, on pourra envisager une reprise en sous-œuvre basée par exemple :

- **Soit en l'injection de résine expansive** visant à augmenter la capacité portante du sol d'assise et à réduire sa sensibilité à l'eau, sous réserve de l'avis d'une entreprise compétente,
- **Soit sur l'élargissement des fondations existantes ou la réalisation de fondations profondes de type micropieux** ancrés dans le sable plus ou moins graveleux beige de la Formation n°3.

L'élargissement des fondations existantes ou la réalisation de fondations profondes de type micropieux seront à définir en fonction des charges réelles à reprendre lors d'une autre mission.



Au préalable et avant d'entreprendre toutes actions, une définition des descentes de charges réelles sur les murs doit être effectuée de façon à définir les contraintes réelles sur le sol. Cette définition passe par une **étude structurelle** du bâtiment existant de façon à confirmer les descentes de charges, déterminer les principes constructifs (façades, planchers, présence de chaînage ou non) et évaluer les solutions de confortement structurelles envisageables.

De nouvelles fissures peuvent apparaître pendant et après la phase travaux de reprise en sous-œuvre. Elles sont dues à l'adaptation des structures aux nouvelles conditions de contraintes.

Les travaux de finition (enduits, aménagements extérieurs et intérieurs, colmatage) seront donc différés d'au moins 12 mois après les derniers travaux de reprise en sous-œuvre.

De manière générale, une surveillance de la superstructure devra être effectuée au moment des travaux de confortement afin d'éviter des désordres supplémentaires à celle-ci.

## **V. ETUDE DE L'EXTENSION (G2 AVP)**

## V.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG

Le projet d'extension est concerné par les avoisinants suivants :

- Bâtiment de bureaux existant,
- Voiries, parkings et réseaux enterrés.

## V.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques

### V.2.1. Risque sismique

#### V.2.1.1. Données réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité	Zone 1
Type de sol	D
Paramètre de sol S	1.6

#### V.2.1.2. Liquéfaction

Le site étant classé en zone sismique 1 (très faible), l'étude de la liquéfaction des sols sous séisme n'est pas requise d'après l'EUROCODE 8.

## V.3. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique

D'après les informations qui nous ont été communiquées, il n'est pas prévu, hors fouilles de fondations, de terrassement autre que le simple reprofilage du terrain (+/- 0,3 m).

## V.4. Terrassements généraux - Fouilles

### V.4.1. Traficabilité en phase chantier

Les matériaux concernés par les terrassements sont de nature limoneuse à argileuse. S'agissant de sols sensibles aux faibles variations de teneur en eau, leur état peut évoluer rapidement en fonction des conditions atmosphériques qui seront rencontrées à la date des travaux.

Au droit du projet, l'état de la plateforme pourra être de qualité médiocre voire mauvaise en cas d'intempéries, ce qui posera des problèmes de traficabilité.

Des travaux préparatoires devront être de type cloutage ou mise en œuvre d'un géotextile résistant à la rupture ou encore surépaisseur de matériaux propres de bonne qualité.

Dans tous les cas, nous recommandons autant que possible de réaliser les travaux en période météorologique favorable.

### V.4.2. Drainage de la plateforme en phase chantier et en phase définitive

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe être sec en surface. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement en cours de chantier. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors des fouilles (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 (notamment merlon ou fossé périphérique pour protéger le chantier des eaux extérieures)

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

### V.4.3. Mitoyenneté

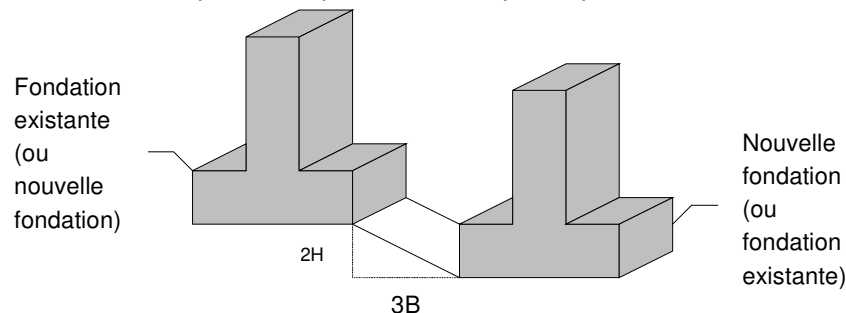
Compte tenu de la proximité avec un bâtiment de bureaux existant, la réalisation du projet implique l'exécution de déblais au voisinage immédiat de constructions existantes dont la nature et la géométrie des fondations ont été reconnues (cf. III 1.3).

Toutes les précautions devront être prises pour leur éviter tout dommage tant en phase provisoire que définitive.

Une analyse de risque devra impérativement être réalisée au stade projet (mission G2 PRO).

Dans tous les cas, les règles suivantes devront être envisagées pour leur éviter tout dommage :

- fondations au même niveau que celles existantes en cas de contigüité,
- respecter un éloignement de la largeur B des fondations existantes pour des fondations au même niveau que celles existantes (avec un minimum de 0,5 m),
- des fondations établies à des niveaux différents doivent respecter la **règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations** (Eurocode 7 - Norme NF P94-261), à moins de dispositions particulières spécifiques.



Dans le cas où les terrassements du projet descendent sous le niveau et à proximité des fondations existantes, un dispositif de soutènement serait nécessaire pour éviter leur déchaussement.

Dans le cas où des soutènements ou reprises en sous-œuvre s'avèrent nécessaires, ils devront faire l'objet d'une étude particulière que GINGER CEBTP peut réaliser dans le cadre d'une mission spécifique de type G5.

## V.5. Niveau bas

Compte tenu de la présence de matériaux hétérogènes (Formation n°0) puis de terrains présentant de très faibles caractéristiques mécaniques (Formation n°1), la réalisation d'un dallage sur terre-plein ne pourra pas être envisagée par risque de tassements totaux et différentiels trop importants (de l'ordre de 2 cm pour une surcharge d'exploitation de 10 kPa par exemple [poids d'un dallage de 0,2 m d'épaisseur + charges d'exploitation 5 kPa]).

Par conséquent, nous préconisons la réalisation d'un **plancher porté** pour le niveau bas du projet.

## V.6. Fondations

Compte tenu des éléments précédents, on devra envisager la réalisation de fondations profondes de type pieux ancrés dans le sable plus ou moins graveleux beige de la Formation n°3 reconnue à partir de 13.0 m/TN de profondeur (-8.1 NGF).

### V.6.1. Fondations profondes par pieux

La proximité des ouvrages avoisinants nous conduit à rejeter toute solution de fondation par pieux de type battu ou vibrofoncé.

Etant donné la nature et la faible tenue des terrains à traverser pour atteindre la formation d'ancrage (n°3), il est proposé de mettre en œuvre des pieux forés et tubés (classe 1 catégorie 4 suivant la NF P 94 262) provisoirement à l'avancement jusqu'au niveau d'ancrage prévu.

A noter que les pieux devront être ancrés de 1.5 m minimum dans la formation n°3 tout en respectant les conditions d'ancrage de la Norme NF P 94-262.

**NOTE : il appartiendra à l'Entrepreneur de s'assurer de l'adéquation de cette technologie de mise en œuvre et de son matériel avec les sols en présence révélés par les investigations géotechniques.**

Le diamètre, la longueur et donc le nombre de pieux répartis sous le futur ouvrage pourra varier en fonction de la méthode de forage choisie et des descentes de charges retenues.

En l'absence d'un contrôle renforcé, la contrainte maximale à retenir concernant le béton constitutif des pieux est de 5.50 MPa pour  $f_{ck} = 25$  MPa.

L'approche retenue est celle du « modèle de terrain ». Selon les données transmises, les pieux sont ici considérés avec un comportement isolé, ce qui implique :

- Une distance bord à bord entre pieux supérieure à 2 fois leur diamètre (entraxe de 3 diamètres),
- L'absence d'effet de groupe.

#### V.6.1.1. Coefficients de modèle

S'agissant d'une procédure « modèle de terrain » avec analyse statistique des données, on retiendra pour la méthode pressiométrique :

Ancrage dans les sables (Formation n°3)

Procédure Modèle de terrain		
Coefficient	Compression	Traction
$\gamma_{R,d1}$	1.15	1.40
$\gamma_{R,d2}$	1.10	1.10

#### V.6.1.2. Données de terrain

On pourra retenir le modèle suivant pour l'ébauche dimensionnelle (profondeurs valables uniquement au droit du sondage SP1) :

Formation	Nature du sol	Profondeur de la base (m) (Cote en NGF)	PL* (MPa)	Courbe	qsi (kPa)	kp
N°0	Remblai limoneux avec silex et débris divers	1.5 (+3.4)	(1)	(1)	0	-
N°1	Argile sableuse vasarde gris clair	5.8 (-0.9)	0.15	(1)	0	-
N°2	Sable +/- argileux gris clair à gris vert	13.0 (-8.1)	0.5	Q1	42.86	1.15
N°3	Sable +/- graveleux beige	20.0 (-15.1)	2.5	Q2	90.00	1.10
N°4	Argile légèrement sableuse à graveleuse gris foncé	> 25.1 (< -20.2)	3.0	Q1	61.25	1.15

(1) : Aucun frottement considéré au droit de cette formation hétérogène ou peu résistante.

#### V.6.1.3. Pondérations

##### Aux Etats Limites Ultimes

Facteurs partiels de résistance	$\gamma_b$	$\gamma_s$
Situations durables et transitoires	1.10	1.10
Situations accidentelles	1.00	1.00

##### Aux Etats Limites de Services

Facteurs partiels de résistance	$\gamma_{cr}$
ELS Caractéristiques	0.90
ELS Quasi-Permanent	1.10



#### V.6.1.4. Résultats en compression pour un pieu de 400 mm de diamètre

Formation	Profondeur (m)	Rc,cr,d ELS QP. (kN)	Rc,cr,d ELS Carac. (kN)	Rc,d ELU Fond. (kN)	Rc,d ELU Acc. (kN)
N°3	14.5	404.6	494.8	649.0	714.0
	15.0	433.1	529.6	689.6	758.7
	15.5	461.5	564.4	730.3	803.4
	16.0	489.9	599.2	770.9	848.1
	16.5	518.4	633.9	811.5	892.8
	17.0	546.8	668.7	852.2	937.5
	17.5	575.2	703.5	892.8	982.2
	18.0	603.7	738.3	933.4	1026.9
	18.5	632.1	773.0	974.1	1071.6
	19.0	666.7	815.4	1027.1	1129.9
	19.5	701.4	857.8	1080.2	1188.3
	20.0	736.0	900.2	1133.2	1246.7

Ainsi, pour les appuis du futur ouvrage, un pieu foré tubé avec virole récupérée (FTR – classe 1 catégorie 4) de 400 mm de diamètre ancré à 14.5 m de profondeur aura une capacité portante en compression d'environ 494.8 kN (49 T environ) aux ELS (combinaisons caractéristiques), soit environ 649.0 kN (65 T environ) aux ELU (combinaisons fondamentales).

#### V.6.2. Efforts horizontaux

La résistance des pieux aux efforts horizontaux sera vérifiée au plus tard lors des études de projet, sur la base d'une descente de charges établie actualisée. Ces efforts sont repris par butée sur la partie supérieure des pieux, et outre les caractéristiques des sols, la résistance est très liée au diamètre de la fondation profonde.

Des augmentations du diamètre de certains pieux, ou leur doublement, sont donc envisageables.

#### V.6.3. Remarques

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

- **Des investigations complémentaires devront être envisagées dans le cas où les fondations profondes seraient ancrées à plus de 20 m de profondeur par rapport au niveau TN, afin d'identifier la résistance jusqu'à 7Ø et 5,0 m au minimum sous la pointe des pieux et de valider le dimensionnement.**

- L'entrepreneur vérifiera que le type de pieux et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues,
- Le dimensionnement des pieux doit tenir compte de la présence ou non de longrines permettant de recentrer les charges sur l'axe des pieux,
- D'une manière générale, la capacité portante des pieux est limitée vis-à-vis du taux de travail admissible du béton (qui variera en fonction de la formulation du béton et de la méthode de forage employée),
- En fonction de l'écartement entre les pieux et des charges appliquées, on devra tenir compte d'un éventuel effet de groupe (minoration de la capacité portante des pieux du fait de leur nombre et de leur rapprochement, cf. NF P 94-262).
- **Aucun frottement négatif n'a été pris en compte pour l'ébauche dimensionnelle proposée compte tenu de l'absence de charge aux abords des pieux. Cette hypothèse devra néanmoins être vérifiée car elle conditionne le dimensionnement des pieux. En effet, si des charges importantes sont prévues aux abords immédiats des pieux, des efforts parasites tels que des frottements négatifs ou des efforts horizontaux seront à considérer dans la justification des fondations. Si tel devait être le cas, il conviendrait de revoir tout ou partie de ce calcul.**

Conformément aux prescriptions de la norme NF P 94-262, un contrôle de continuité et de la qualité du fût des pieux en béton pourra être prévu par carottage sonique ou impédance. Ginger CEBTP se tient à la disposition du client pour la réalisation de ces essais de contrôle.

Lors de la réalisation des pieux, il conviendra :

- De vérifier précisément la nature des matériaux extraits ainsi que les paramètres d'enregistrement pour s'assurer du bon ancrage dans la formation n°3, dans le cadre d'une mission de suivi géotechnique d'exécution G3 qui incombe à l'entrepreneur et G4 que Ginger CEBTP est en mesure de réaliser ;
- De prévoir les essais et contrôle suivant la NF EN 1536 complétée par le DTU 13.2 ou le Fascicule 68 du CCTG,
- D'armer impérativement les pieux sur toute la hauteur s'ils sont en traction, et sur la hauteur nécessaire s'ils sont soumis à des efforts horizontaux et/ou des moments (NF P 94-262 §12.2.1),
- Prévoir le relevé X, Y, Z des têtes de pieux (recentrage à prévoir le cas échéant ou efforts parasites).

Les sujétions de mise en œuvre sont liées :

- Au respect des conditions d'ancrage,
- Au positionnement soigné des pieux de manière à éviter tout excentrement non initialement prévu des charges.

Les pieux seront réalisés selon la Norme NF EN 1536 « Exécution de travaux géotechniques spéciaux – pieux forés ».

## V.7. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable.

Le projet n'étant pas enterré, les variations du niveau de la nappe n'auront pas d'influence.

Les drainages seront raccordés à une évacuation adaptée (gravitaire ou pompe de relevage), et rejetés dans les réseaux sous réserve de l'autorisation des services compétents concernés.

Dans tous les cas, un entretien régulier des ouvrages de drainage est nécessaire afin d'assurer la pérennité de son fonctionnement.

## V.8. Aléas géotechniques résiduels

Les points suivants devront être pris en compte pour la suite des missions géotechniques :

- La validation du système de fondation retenu en fonction des valeurs de descentes de charges au droit des futurs appuis,
- La mitoyenneté vis-à-vis du bâtiment de bureaux existant,
- La réalisation d'investigations complémentaires dans le cas où les fondations profondes seraient ancrées à plus de 20 m de profondeur par rapport au niveau TN, afin d'identifier la résistance jusqu'à 7Ø et 5,0 m au minimum sous la pointe des pieux ou micropieux et de valider le dimensionnement.

## **VI. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES**

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve de nos conditions générales et des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P94-500 de novembre 2013 (extrait en annexe).

Nous rappelons que cette étude est de niveau Diagnostic géotechnique G5 pour le projet de surélévation et vis-à-vis des fissures existantes et de niveau G2 menée en phase Avant-Projet pour la future extension.

Ginger CEBTP se tient à disposition pour la réalisation des missions géotechniques suivantes.

Conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, il est nécessaire d'enchaîner les études d'ingénierie géotechniques avec les phases suivantes (pour les futurs ouvrages géotechniques) :

- Etude géotechnique de conception phase PROJET (G2 PRO),
- Etude géotechnique de conception phase DCE/ACT (G2 DCE / ACT),
- Puis, après attribution du marché de travaux, les études géotechniques de réalisation G3 et G4.

## **ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES**

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



#### 4.2.4 Tableaux synthétiques

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)		A la charge de l'entreprise	A 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**

<p>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.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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 seules et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— 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.</li> </ul>



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

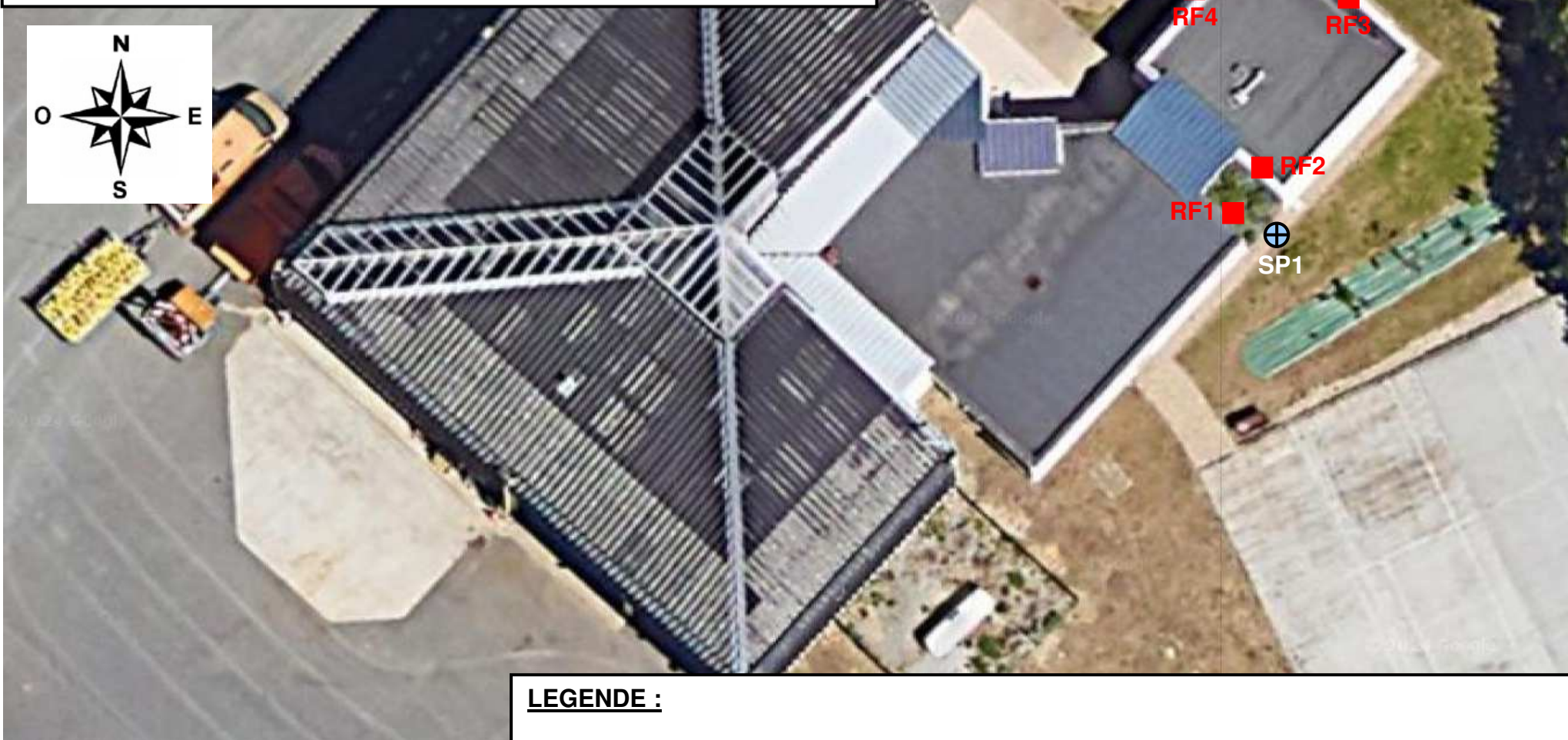
<p><b>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</b></p> <p><b>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</b></p> <p>Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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).</li> <li>— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.</li> </ul> <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.</li> <li>— 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).</li> <li>— 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)</li> </ul> <p><b>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.</li> </ul> <p><b>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</b></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> <li>— 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).</li> </ul>
---

## ***ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES***



# PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

**DIRNO**  
Réhabilitation du CEI  
**GONFREVILLE L'ORCHER (76)**

**DOSSIER GINGER CEBTP n° DRN2.O.2039**  
**MAI 2024**



## LEGENDE :

-  SONDAGE DESTRUCTIF AVEC ESSAI PRESSIOMETRIQUE (SP)
-  PUIT A LA PELLE MECANIQUE POUR RECONNAISSANCE DE FONDATIONS (RF)

## ***ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU***



Client : DIRNO

X : 1498426.416

Date début de forage : 22/05/2024

Echelle : 1/135

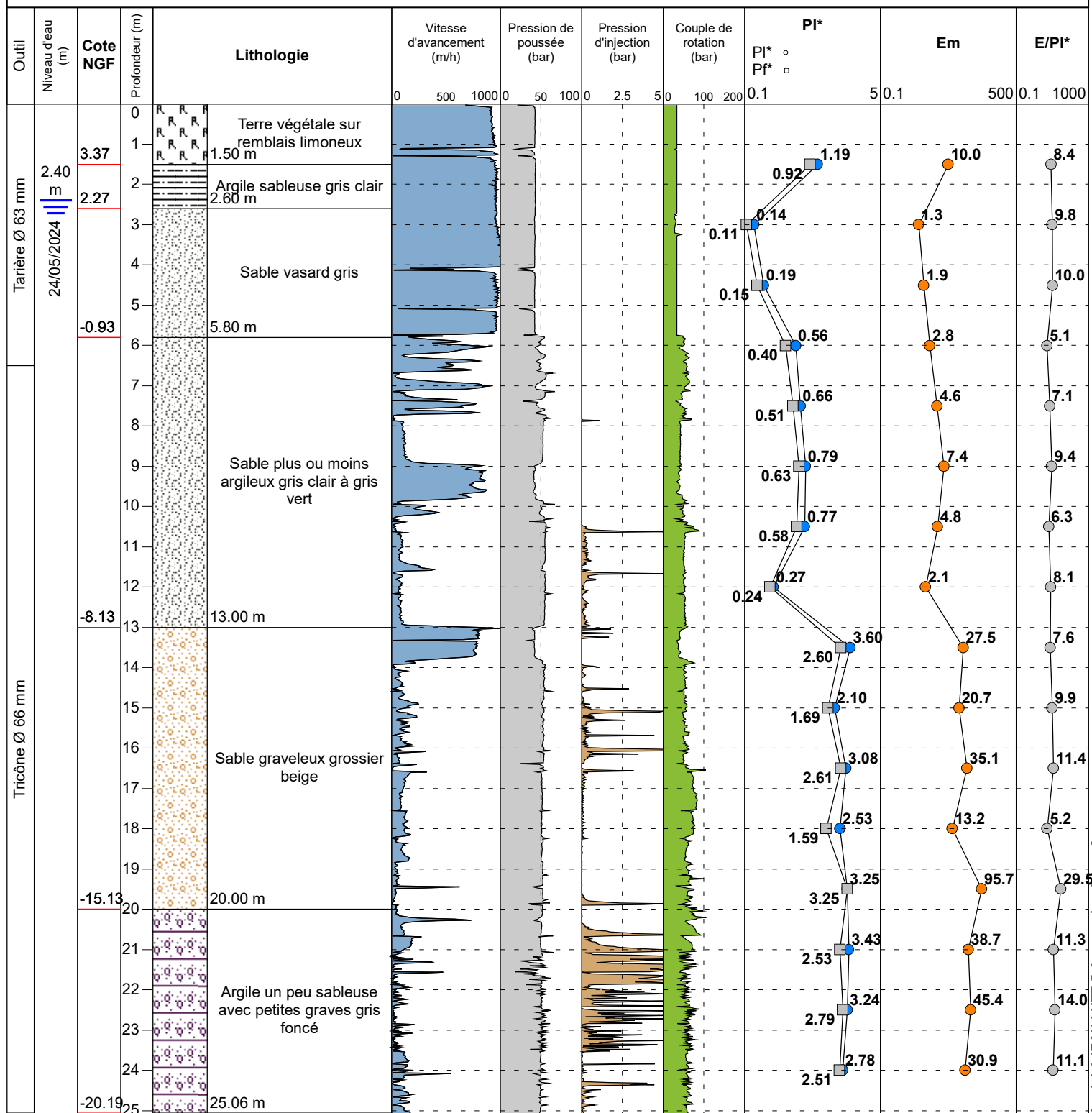
Y : 9148100.318

Date fin de forage : 22/05/2024

Machine : M377

Z : + 4.87 NGF

Profondeur de fin : 25.06m



Observation :

EXGTE 3.23.3/LB2GEO115FR

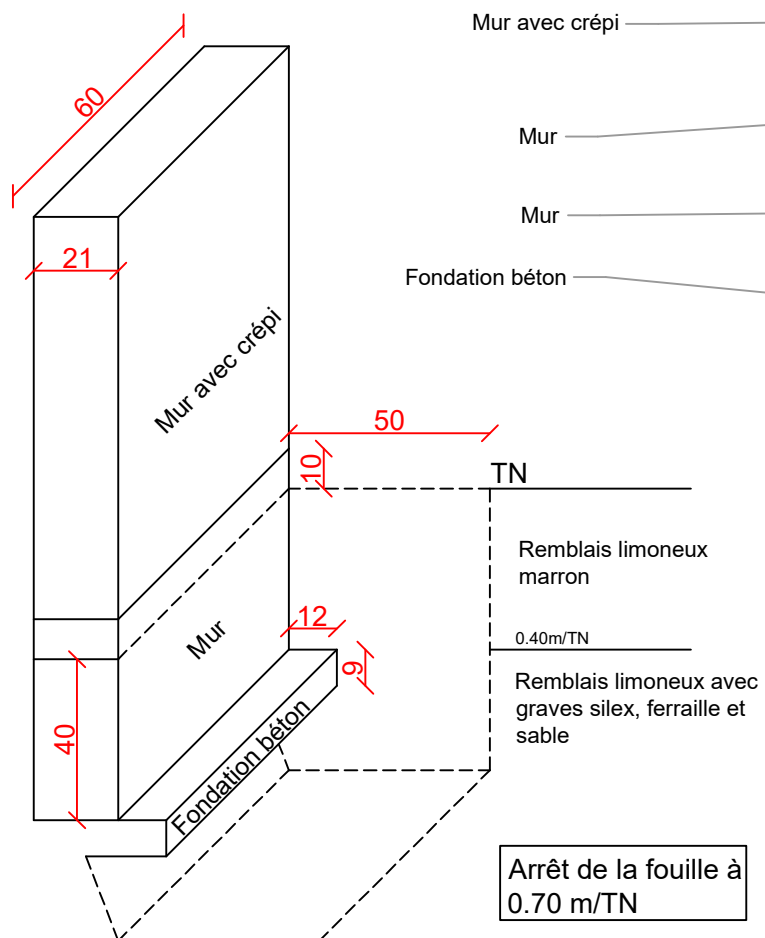
Dossier n°: DRN2.O.2039

Client :

DIRNO CEI de Gonfreville l'Orcher

Date: 22/05/2024

## Bloc schématique - RF 1



(Cotes en cm)

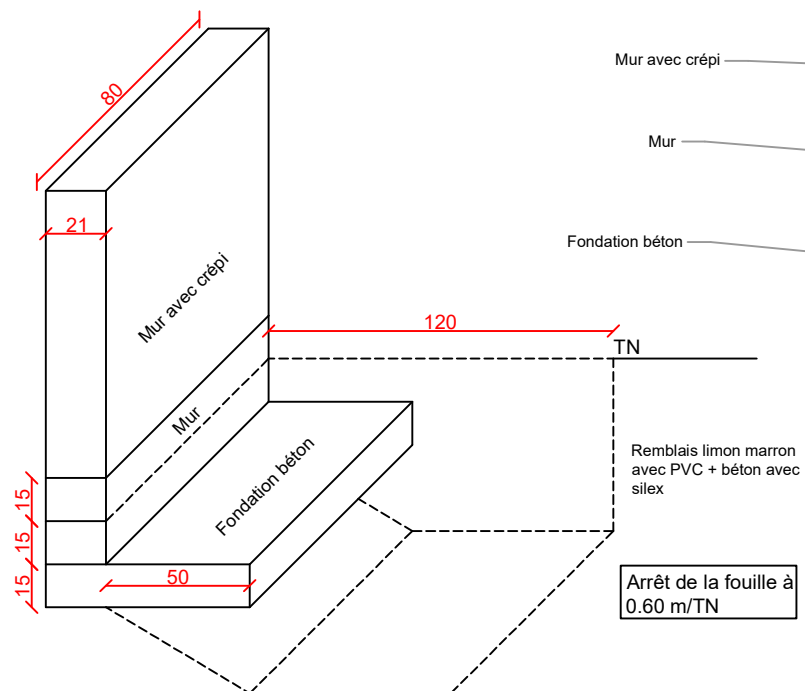
Dossier n°: DRN2.O.2039

Client :

DIRNO CEI de Gonfreville l'Orcher

Date: 22/05/2024

## Bloc schématique - RF 2



(Cotes en cm)



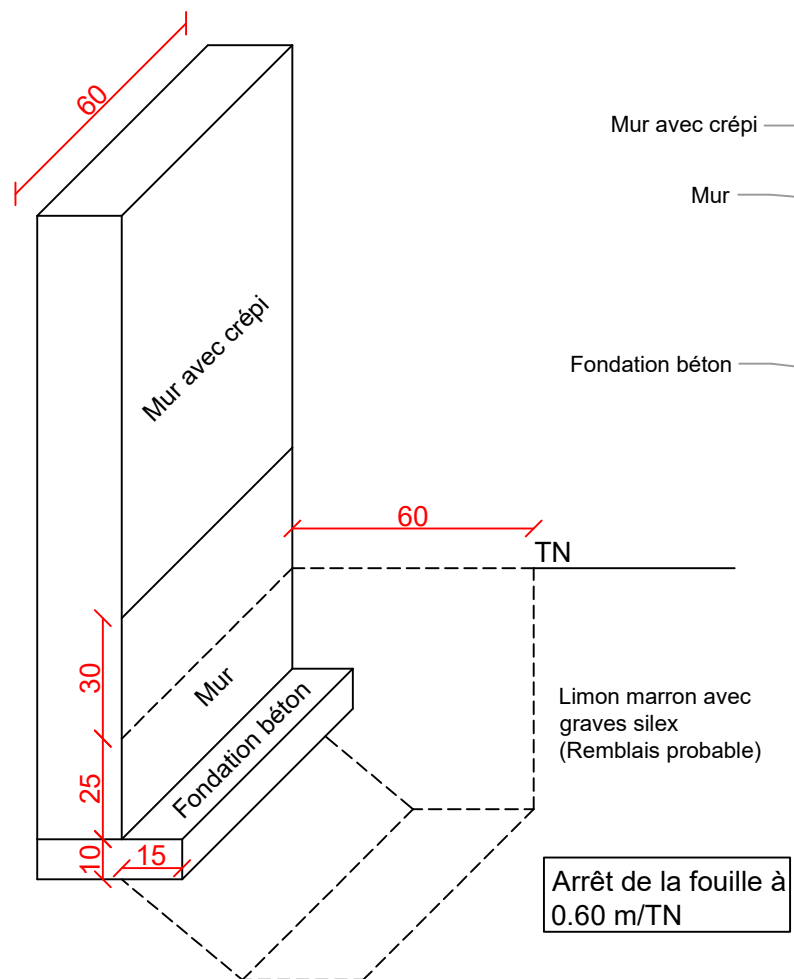
Dossier n°: DRN2.O.2039

Client :

DIRNO CEI de Gonfreville l'Orcher

Date: 22/05/2024

## Bloc schématique - RF 3



Mur avec crépi

Mur

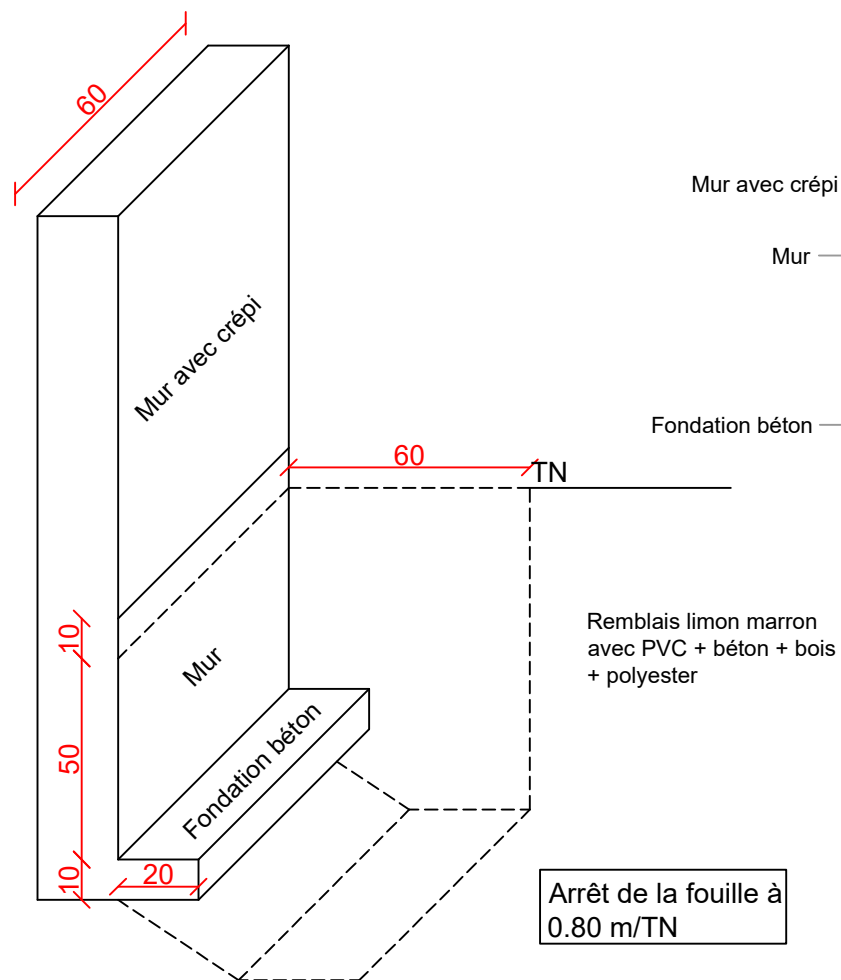
Fondation béton

TN

Limon marron avec  
graves silex  
(Remblais probable)

Arrêt de la fouille à  
0.60 m/TN





Mur avec crépi

Mur

Fondation béton

Remblais limon marron  
avec PVC + béton + bois  
+ polyester

Arrêt de la fouille à  
0.80 m/TN



## ***ANNEXE 4 – ANALYSES CHIMIQUES***



## I- ECHANTILLONS

Références du Demandeur : 1 eau et 1 sol référencés :

- Eau (SP1)
- Sol (RF1)

Affaire : Gonfreville l'orcher (76) - Réhabilitation

N° de réception à GINGER CEBTP à Elancourt (78) : 150565 de 09/06/2024

## II- PROGRAMME D'ESSAIS

Le but des essais est de déterminer l'agressivité d'une eau et d'un sol vis-à-vis des bétons selon la norme NF EN 206+A2/CN.

Les essais suivants ont été réalisés sur l'eau :

- Dosage des anions et cations par chromatographie ionique.
- Détermination du pH selon le mode opératoire ELAN-IMAT-I44.
- Détermination de la résistivité à l'aide d'un conductimètre.
- Détermination du titre alcalimétrique (TA / TAC) à l'aide d'un titrateur.
- Détermination du CO<sub>2</sub> agressif par calcul à partir de l'équilibre calco-carbonique selon la méthode POIRIER-LEGRAND. Le calcul a été réalisé avec la valeur du pH mesurée au laboratoire.

Les essais suivants ont été réalisés sur le sol :

- Détermination de l'acidité Baumann Gully selon la norme NF EN 16502.
- Détermination de la teneur en sulfates selon la norme NF EN 196-2.

Date des essais : Juin 2024

Observations : Le présent rapport comprend 4 pages.

Sans autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires qu'en reproduction intégrale. Les résultats obtenus ne valent que pour l'objet soumis à essai, dans les conditions de réalisation de celui-ci. Ils ne sont pas généralisables.

Sauf demande écrite, les échantillons seront éliminés un mois après l'envoi du rapport.

Ginger CEBTP – S.A.S.U. au capital de 2 597 660 €

Siège social : 12, avenue Gay Lussac – ZAC la Clef Saint Pierre – 78990 Elancourt – Tél. : 01 30 85 24 00

RCS Versailles B 412 442 519 – Code APE 7112 B – N°T.V.A : FR 31 412 442 519

Email : cebtp.idf@groupe-cebtp.com – Site internet : www.groupe-cebtp.com

### III- RESULTATS

#### III-1- Résultats pour l'eau

Les résultats des analyses réalisées sur l'eau sont présentés dans les tableaux suivants :

##### Eau (SP1)

Température de l'eau <i>in situ</i> (°C)	NC
pH de l'eau <i>in situ</i>	NC
Température de l'eau sous analyse (°C)	20,2
pH de l'eau sous analyse	8,0
Résistivité à 25°C (Ω. cm)	1799
TAC (Degrés f)	20,5
TA (Degrés f)	0
CO <sub>2</sub> agressif (mg/l)	0

##### BILAN IONIQUE :

CATIONS	mg/L	ANIONS	mg/L
Calcium Ca <sup>2+</sup>	56	Sulfates SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	13
Magnésium Mg <sup>2+</sup>	4	Chlorures Cl <sup>-</sup>	25
Potassium K <sup>+</sup>	8	Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	17
Sodium Na <sup>+</sup>	22	Nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	2
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0	Hydrogénocarbonates HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0

NC : Non communiqué

### III-2- Résultats pour le sol

Les résultats des analyses réalisées sur le sol sont présentés dans le tableau suivant :

Référence	Acidité Baumann Gully* (ml/kg de sol sec)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/kg)
Sol (RF1)	< 0,1	< 600

\* : volume d'hydroxyde de sodium à 0,1 mol/l nécessaire pour neutraliser l'acide acétique exprimé en ml/kg de sol sec.

### IV- INTERPRETATION DES RESULTATS

Le tableau ci-dessous rappelle les différentes classes d'environnement des solutions en fonction de leur concentration en agents agressifs et de leur pH :

*Cas des eaux stagnantes ou à faible courant, climat tempéré, pression courante :*

Classes d'environnement	XA1	XA2	XA3
<b>Agents agressifs</b>	Concentration en mg/l		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3000	> 3000 et ≤ 6000
pH	≤ 6,5 et ≥ 5,5	< 5,5 et ≥ 4,5	< 4,5 et ≥ 4,0
CO <sub>2</sub> agressif	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100 jusqu'à saturation
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100
Mg <sup>2+</sup>	≥ 300 et ≤ 1000	> 1000 et ≤ 3000	> 3000 jusqu'à saturation
TAC (Degrés f)	≤ 5,0 et ≥ 2,0	< 2,0 et ≥ 0,5	< 0,5



Le tableau ci-dessous rappelle les différentes classes d'environnement des sols en fonction de leur concentration en agents agressifs (données par la norme NF EN 206+A2/CN) :

*Cas des sols naturels :*

Classes d'environnement	XA1	XA2	XA3
<b>Agents agressifs</b>			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/kg)	≥ 2000 et ≤ 3000*	> 3000* et ≤ 12000	> 12000 et ≤ 24000
Acidité Baumann Gully (ml/kg de sol sec)	> 200	N'est pas rencontré dans la pratique	

\* : la limite doit être ramenée de 3000 mg/kg à 2000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton due à l'alternance de périodes sèches et de périodes humides, ou par remontée capillaire.

#### CLASSIFICATION DES ENVIRONNEMENTS :

	Classe de l'environnement
Eau (SP1)	Classe inférieure à XA1 : faible agressivité chimique
Sol (RF1)	Classe inférieure à XA1 : faible agressivité chimique

L'évaluation de l'agressivité ne tient pas compte des incertitudes de mesure.

#### RECOMMANDATIONS COMPLEMENTAIRES :

Le fascicule de documentation FD P 18-011 permet de spécifier des dispositions préventives adaptées pour la formulation des bétons résistant aux environnements agressifs.

**M. CLAVIE**  
Apprentie au laboratoire



Dossier revu par  
**H. TRAN**  
Chargée d'Affaires





[www.ginger-cebtp.com](http://www.ginger-cebtp.com)

## CONTACT

### **Agence de ROUEN**

Rue du Pré de la Roquette – ZAC de la Vente Olivier  
76800 SAINT ETIENNE DU ROUVRAY  
Tél. : 02.32.19.63.00  
Fax. : 02.32.19.63.01  
Email : [cebtp.rouen@groupeginger.com](mailto:cebtp.rouen@groupeginger.com)

[www.ginger-cebtp.com](http://www.ginger-cebtp.com)