Dossier n° EST2.Q.107-01

Création d'un escalier extérieur dans le cadre de la réhabilitation du futur siège de la CPAM

19 Rue principale
à COLMAR (68)

Rapport d'étude EST2.Q.107-01

Etude géotechnique de conception (G2 AVP)

20/05/2026



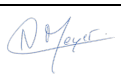
Agence GINGER CEBTP Strasbourg • 13 rue de l'électricité – 67800 HOENHEIM
Tél. 33 (0) 3 88 81 20 50 • cebtp.strasbourg@groupeginger.com

CPAM

CREATION D'UN ESCALIER EXTERIEUR DANS LE CADRE DE LA REHABILITATION DU FUTUR SIEGE DE LA CPAM

COLMAR (68) – 19 Rue principale

RAPPORT - Etude géotechnique de conception (G2 AVP)

Dossier : EST2.Q.107-01				Contrat : EST2Q0098			
Indice	Date	Chargé d'affaires	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
B	20/05/26	N.MEYER		J. BELOTTI		43 pages 3 annexes	-
A	07/05/26	N.MEYER		L.LAMBRY		38 pages 3 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

I. CONTEXTES 5

I.1. Contexte du projet 6
I.1.1. Données générales 6
I.1.2. Description du projet 6
I.1.3. Documents communiqués 8
I.1.4. Sollicitations 8
I.2. Mission Ginger CEBTP 9
I.3. Description du site 9
I.3.1. Topographie 9
I.3.2. Etat actuel 11
I.3.3. Historique du site 12
I.3.4. Extrait de carte IGN 13
I.3.5. Image aérienne 13
I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs. 14
I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels 14
I.4.2. Contexte hydrogéologique 14
I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques 16

II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES 19

II.1. Préambule 20
II.2. Implantation et nivellement 20
II.3. Sondages, essais et mesures in situ 20

III. INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE 21

III.1. Synthèse des investigations - Interprétations 22
III.1.1. Lithologie 22
III.1.2. Reconnaissances de fondation 23
III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique 28
III.2.1. Niveau d'eau 28
III.2.2. Inondabilité 28
III.3. Modèle géotechnique 29

IV. ETUDE DES OUVRAGES 30

IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG 31
IV.2. Risque sismique 31

IV.2.1. Données réglementaires 31
IV.2.2. Liquéfaction 31
IV.3. Adaptations du terrain au projet 32
IV.3.1. Adaptations générales du projet au site 32
IV.3.2. Calage altimétrique 32
IV.4. Terrassements généraux - Fouilles 32
IV.4.1. Traficabilité en phase chantier 32
IV.4.2. Terrassabilité des matériaux 32
IV.4.3. Drainage de la plateforme en phase chantier 33
IV.4.4. Mitoyenneté 34
IV.5. Fondations du projet par micropieux 35
IV.5.1. Prescriptions générales 35
IV.5.2. Modèle géotechnique pour un micropieux type II 36
IV.5.3. Maquette pour les micropieux 37
IV.5.4. Dispositions constructives 38
IV.6. Niveau bas du projet 39
IV.7. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau 39

V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES 40

VI. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES 42

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES
ANNEXE 2 –SONDAGES ET ESSAIS IN SITU
ANNEXE 3 –RESULTATS FOXTA

I. CONTEXTES

I.1.Contexte du projet

I.1.1. Données générales

I.1.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Création d'un escalier extérieur dans le cadre de la réhabilitation du futur siège de la CPAM
Adresse : Rue Bruat
Commune : COLMAR (68)
Client : CPAM

I.1.1.2. Intervenants

Maître d'ouvrage : CPAM,

I.1.1.3. Phase du projet

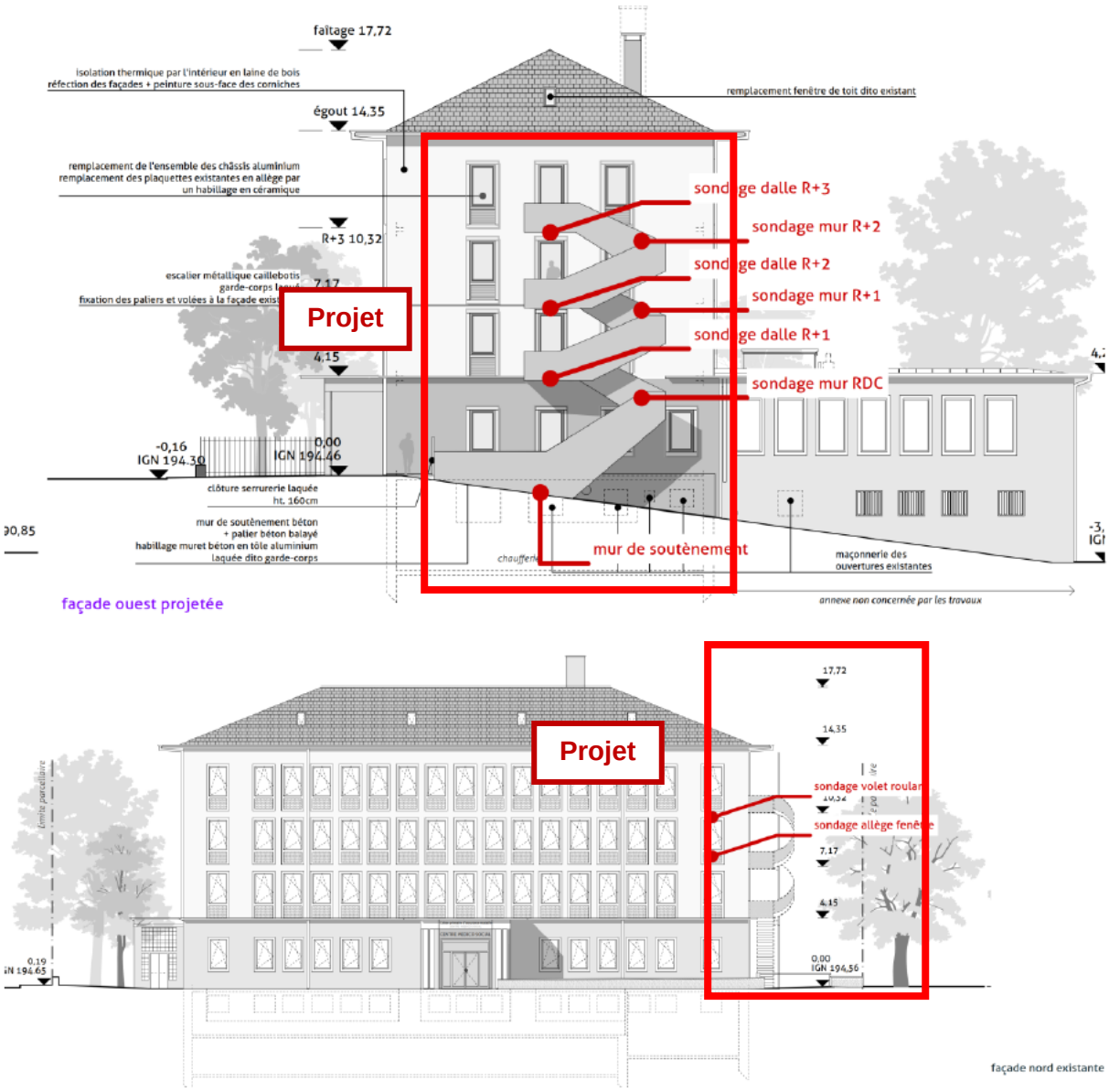
D'après les éléments communiqués, le projet est au stade d'avancement suivant :

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

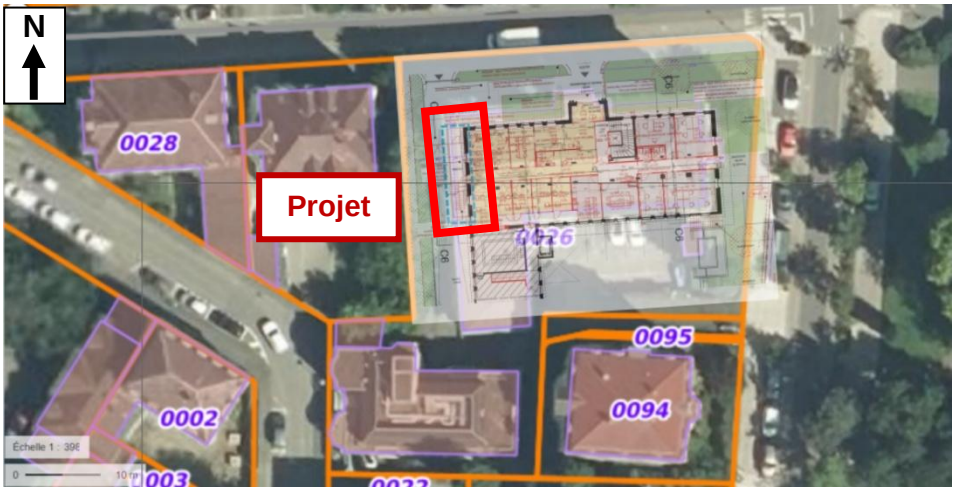
I.1.2. Description du projet

D'après les documents et les informations fournies par le client CPAM, le projet de réhabilitation se présente comme suit :

Projet	Création d'un escalier extérieur dans le cadre de la réhabilitation du futur siège de la CPAM et d'un mur de soutènement
Nombre de niveaux du bâtiment actuel	D'après les plans, bâtiment en R+3 + combles avec double sous-sol.
Cote du RDC du bâtiment actuel	D'après les plans, on suppose que le RDC se situe au niveau du terrain naturel, soit à la cote de **194.56 m NGF.**
Cote du niveau bas du bâtiment actuel	En l'absence d'informations, on suppose que le niveau bas le plus profonds se situe à environ à la cote de **190.00 NGF**, soit environ 4.5m en dessous du niveau du RDC (cotes à confirmer).
Cote du niveau bas du projet d'escalier extérieur	D'après les plans, on suppose que le RDC se situe au niveau du terrain naturel, soit à la cote de **194.46 m NGF (Cotes à confirmer).**
Particularité	Le projet prévoit la construction d'un escalier extérieur accolé au bâtiment actuel partant du RDC jusqu'au R+3 avec un mur de soutènement Ce dernier sera installé sur le pignon Ouest du bâtiment
Mitoyenneté	Le projet de construction d'un escalier extérieur est mitoyen au bâtiment actuel.



Vue du bâtiment actuel avec la projection de l'escalier extérieur (source : Client)



Plan de masse du bâtiment actuel avec la projection de l'escalier extérieur (source : Client)

I.1.3. Documents communiqués

Les documents nécessaires dans le cadre de cette étude sont les suivants :

Document	Echelle	Origine / référence	Indice	Date de transmission
Cahier des Charges	-	Client	-	06/02/26

En l'état, nous n'avons pas les caractéristiques précises du projet de mur de soutènement et de l'escalier extérieur prévu (dimensions, etc.).

I.1.4. Sollicitations

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 :

- Pour l'escalier extérieur en projet :
  - charge verticale sur appuis isolés : 400 kN maximum,

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

I.2. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°EST2Q0098.

s'agit d'un Etude géotechnique de conception (G2 AVP) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

La mission comprend, conformément au contrat et à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013 les prestations suivantes :
La définition du contexte géotechnique :

- Etablir une première approche d'un modèle géologique,
- Etudier les différents risques naturels identifiés,
- Présenter une première ébauche du contexte sismique et qualifier le risque de liquéfaction sous séisme,
- Faire une première estimation des caractéristiques géotechniques importantes et des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
- Donner les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants), ainsi qu'une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique,

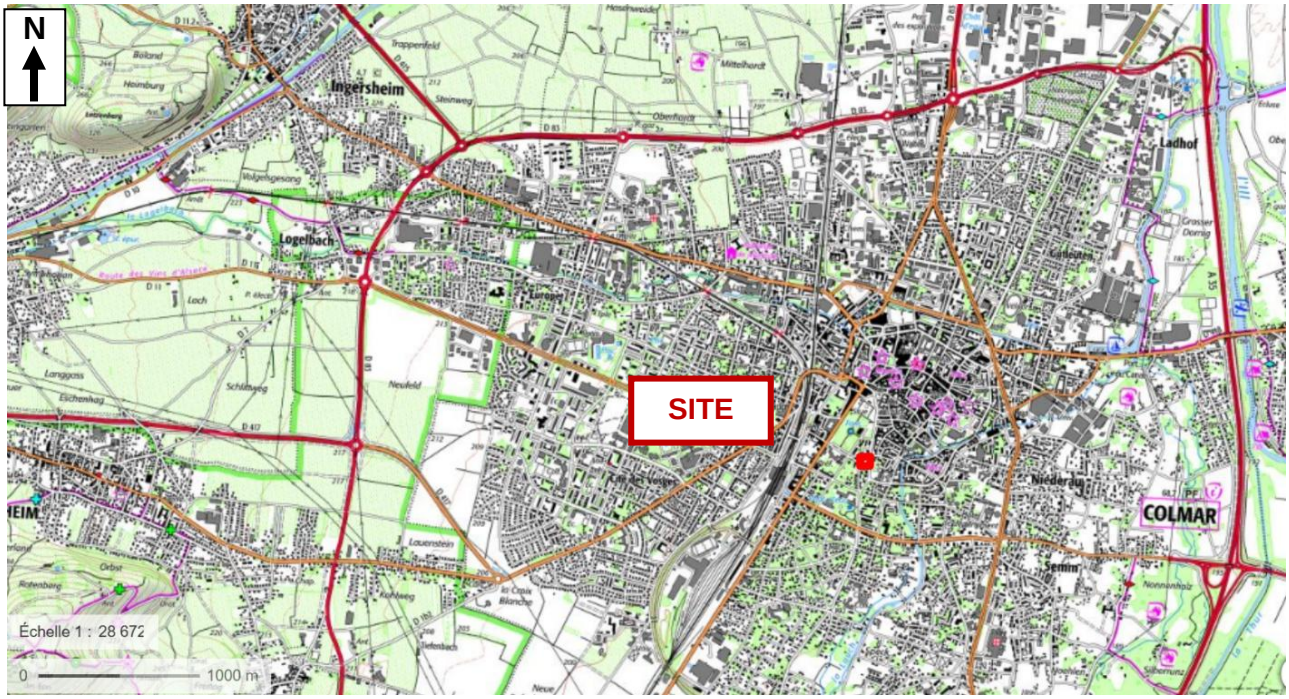
I.3.Description du site

I.3.1. Topographie

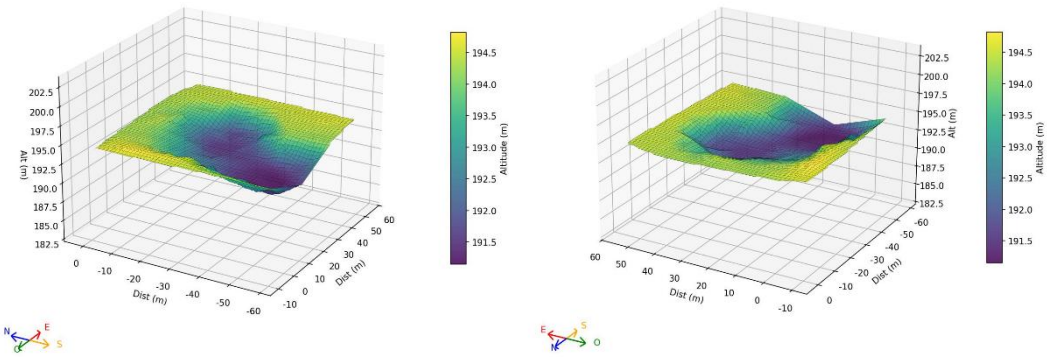
D'un point de vue topographique, le terrain présente une pente de 7% descendante vers le Sud avec une altimétrie variant de 191.13m NGF à 194.87m NGF.
La dépression visible sur la modélisation numérique de terrain, correspond au parking dans la cours du bâtiment qui se trouve en contre-bas du bâtiment actuel, au niveau du sous-sol.



Image aérienne (source : Géoportail)

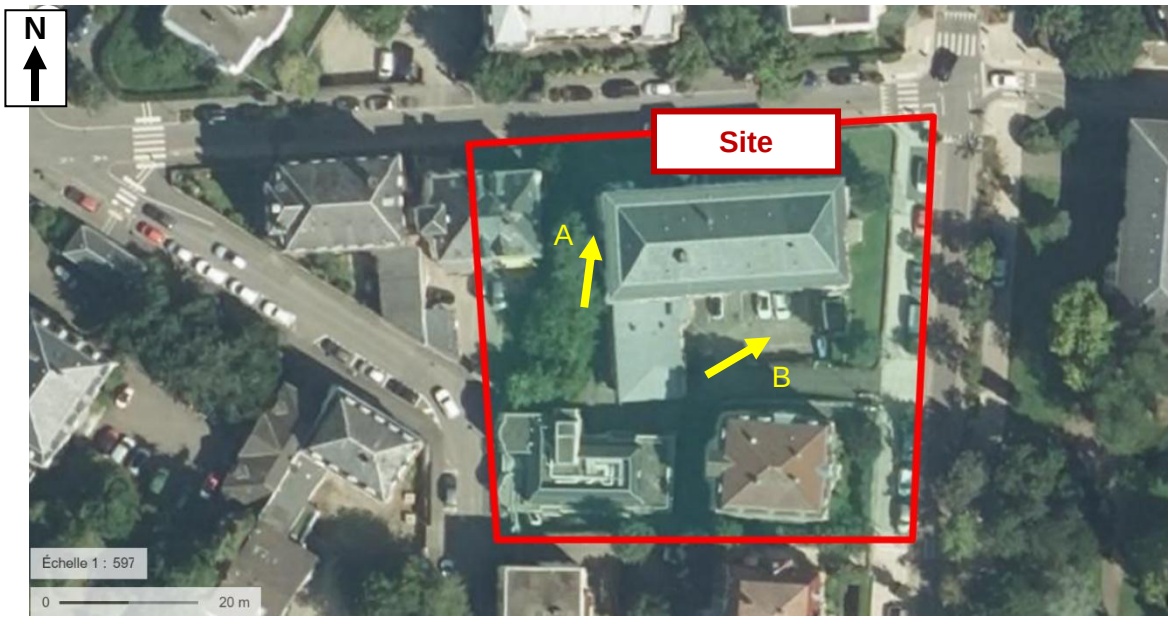


Plan IGN (source : Géoportail)



Modélisation numérique de terrain (source des données : Géoportail)

I.3.2. Etat actuel

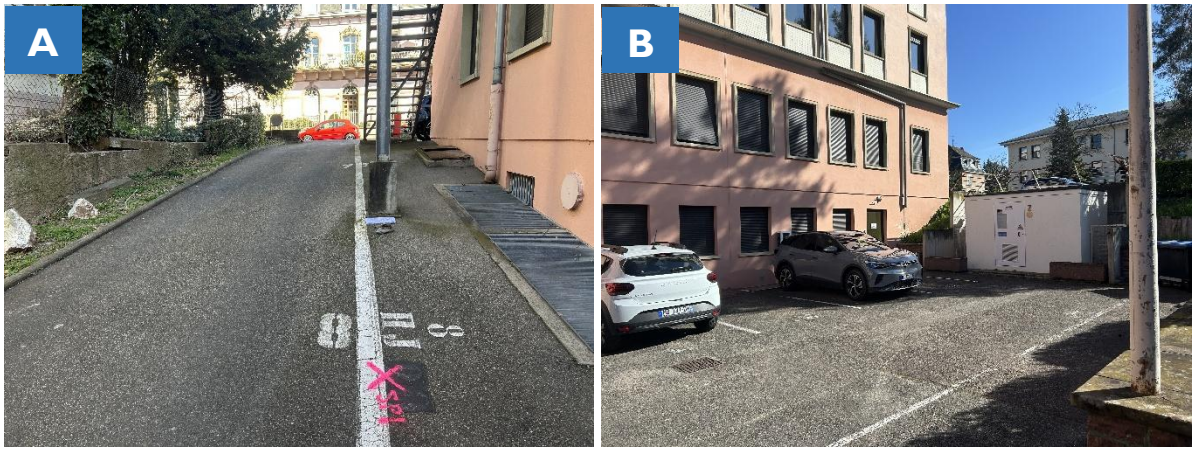


Emprise du projet et repérage des photos (source : Géoportail)

Lors de notre intervention en avril 2026, un parking est en contre bas du bâtiment actuel de la CPAM. Autrement, une voirie se trouve sur les flancs Ouest et Nord du site et de la végétation se trouve sur le flanc Est.

Au niveau du projet d'escalier extérieur, un escalier est déjà en place et la zone présente une pente vers le sud.

On trouvera ci-après quelques photographies du site réalisées lors de notre intervention. Les lettres repérant ces photographies sont reportées sur la figure ci-dessus.



Photographies du site

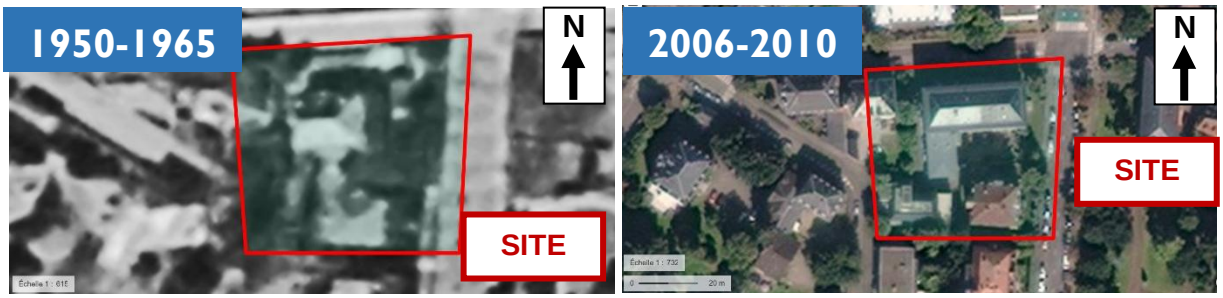
I.3.3. Historique du site

Nous ne disposons pas de l'historique précis du site, toutefois, d'après l'analyse d'anciennes photographies aériennes disponibles sur le site de l'IGN (remonterletemps.ign.fr), et les informations à notre disposition, il semblerait sur l'image aérienne de 1950-1965, qu'un bâtiment soit en place et qui a été démoli avant la construction de l'actuel bâtiment de la CPAM (visible sur les images de 2006-2010) dont nous avons aucune information sur les caractéristiques de cet ouvrage démoli.

Ainsi, des remblais de fortes épaisseurs ne sont pas à exclure pouvant nécessiter l'emploi d'outils spéciaux de type BRH.

Par ailleurs, nous n'avons également aucune information sur les caractéristiques des ouvrages environnant et notamment celles des fondations (ancrage, géométrie etc).

Autrement, une structure de chaussée avec la présence de réseaux est à prévoir (un poste de transformation est présent à l'Est du site) dont nous avons aucune information.



Photographies historiques du site (source : Remonté le temps et Géoportail)

I.3.4. Extrait de carte IGN



Source : Géoportail

I.3.5. Image aérienne



Vue aérienne (source : Géoportail)

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 Colmar à l'échelle 1/50.000, le site est dans un contexte de collines lœssiques à la limite de la plaine alluviale.



Extrait de la carte géologique de Colmar au 1/50 000e (source : Géoportail)

Les alluvions correspondent à des sols lenticulaires composés de sables et de graviers. Il est donc probable de rencontrer des lentilles de granulométrie et de compacité variables dont les épaisseurs et étendues sont assez hétérogènes.

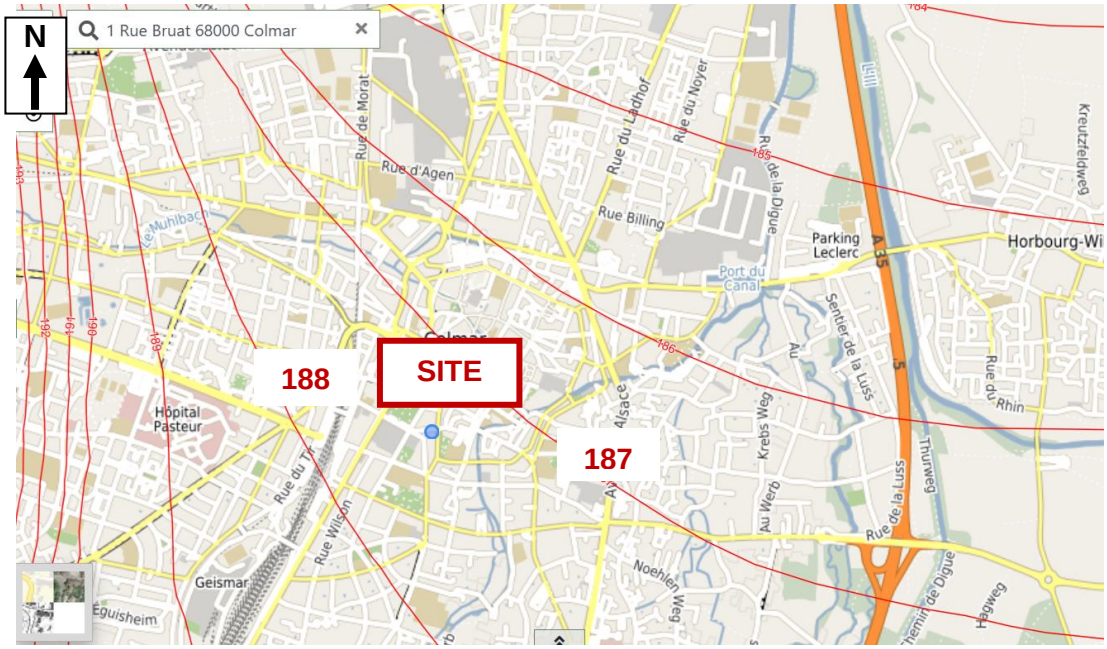
Le lœss est un limon très fin d'origine éolienne qui a été mis en place lors des dernières glaciations du Quaternaire et dont la particularité géotechnique est d'être très sensible à l'eau.

De même, compte-tenu de la présence de la voirie, une structure de chaussée composé d'une épaisseur de remblais surmontant une couche de forme plus ou moins importantes sera également présente.

I.4.2. Contexte hydrogéologique

I.4.2.1. Généralités

D'un point de vue hydrogéologique et d'après l'APRONA, le toit de la nappe en moyennes eaux se trouve par extrapolation, à 187.5m NGF soit environ 2.5m environ sous le niveau bas supposé du bâtiment (estimé à 190.0m NGF) et 7.0m sous le niveau bas estimé de l'escalier extérieur.

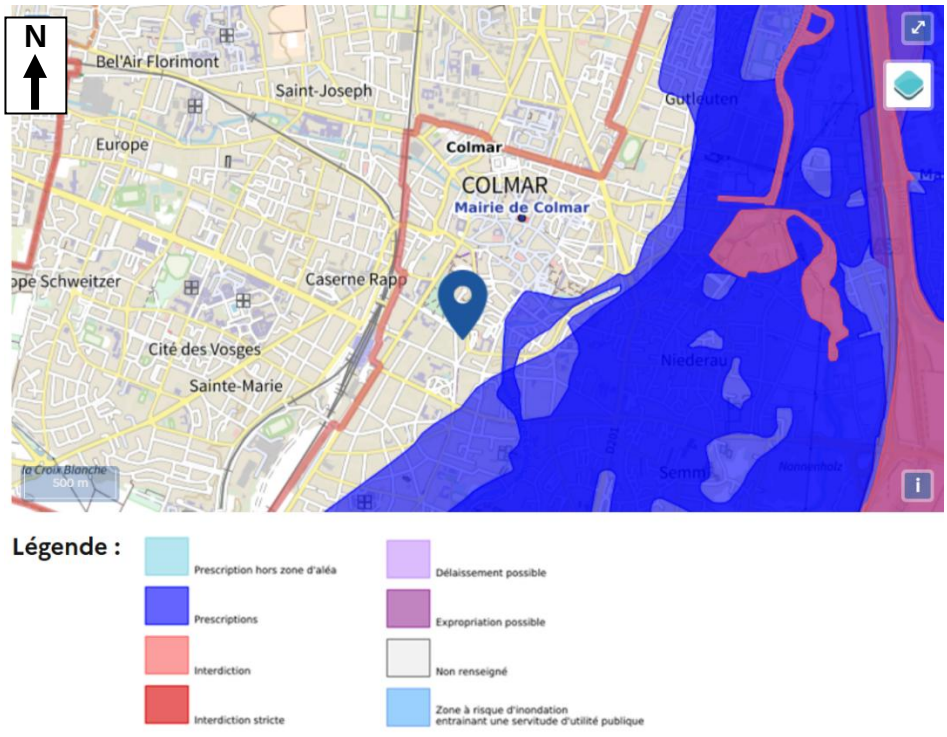


Carte piézométrique (source : Aprona)

I.4.2.2. Etude du PPRI

D'après le site de la préfecture du Bas-Rhin www.bas-rhin.gouv.fr, le terrain étudié sur la commune de COLMAR (68) qui est concerné par un arrêté avec des dispositions vis-à-vis du PPRI.

Si site est néanmoins hors d'emprise du PPRi d'après Géorisques.



Extrait de la carte du PPRi de Colmar (source : Géorisques)

I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques

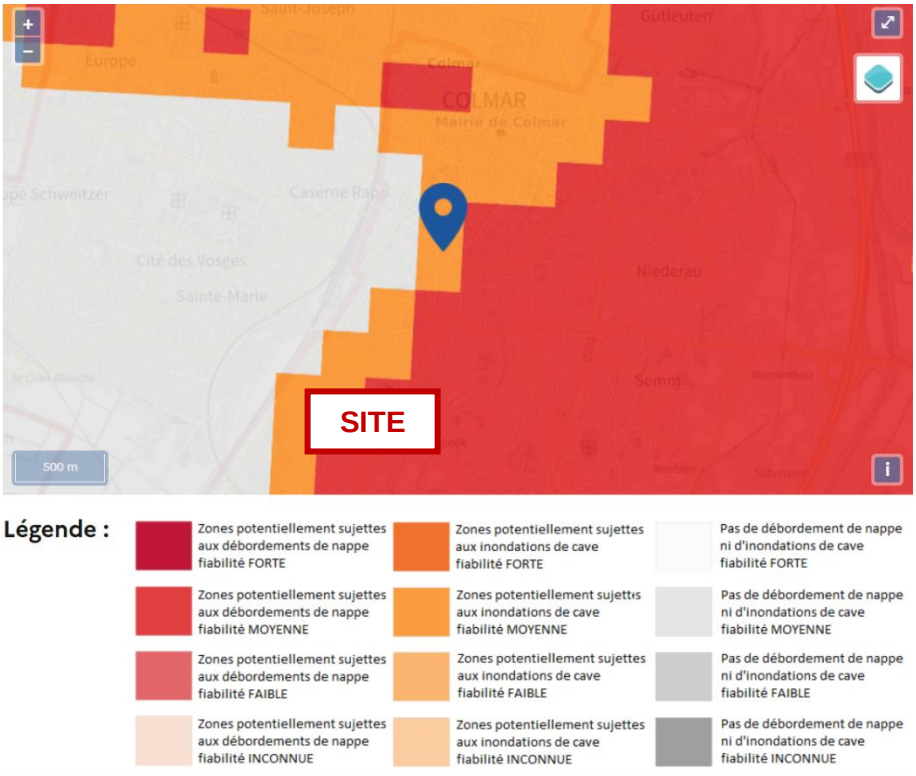
Les informations recueillies sur les sites internet consultés (www.georisques.gouv.fr et site de la préfecture) sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Risques majeurs	Informations documentaires
Inondations/débordement de cours d'eau	Site se trouve dans une zone potentiellement sujette aux inondations de cave (zone orange) que nous retiendrons *
Cavités naturelles ou anthropiques carrières	Géorisques ne récence aucuns éléments dans un rayon de 500m autour du projet.
Mouvements de terrains Instabilité – Glissement – Chute de blocs	Géorisques ne récence aucuns éléments dans un rayon de 500m autour du projet.
Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)	Niveau exposition : moyen *
Séismes	Zone de sismicité 3 (modérée) *
Remblais	Des remblais ne sont pas à exclure *
Pollution – Chimique - Pyrotechnique	Pas de pollution signalée sur la zone *

** cf. détail et illustrations ci-après*

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

Le site se trouve proximité d'une zone potentiellement sujette aux inondations de cave (zone orange) que nous retiendrons. Cela en raison de la présence de la nappe alluviale présente dans le secteur.



Extrait de la carte des zones sensibles aux remontées de nappes (source : Géorisques)

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

Géorisques ne récence aucuns éléments dans un rayon de 500m autour du projet.

I.4.3.3. Mouvements de terrains – Instabilité – Glissement – Chute de blocs

Géorisques ne récence aucuns éléments dans un rayon de 500m autour du projet.

I.4.3.4. Argiles (retrait/gonflement)

Au moment de la rédaction de ce rapport, le projet se trouve dans un secteur d'aléa « moyen » vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement des argiles (cf. extrait de carte ci-dessous).



Extrait de la cartographie de l'aléa retrait/gonflement (source : Géorisques)

I.4.3.5. Séisme

Le site étudié est classé en zone de sismicité 3 (modérée).
Dans le cas d'un ouvrage de catégorie d'importance II, 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).

I.4.3.6. Remblais

Des remblais ne sont pas à exclure sur site en raison de la démolition passée d'un bâtiment au droit du bâtiment actuel et de la mise à niveau dans le cadre de la construction du bâtiment de la CPAM.

Par ailleurs, une couche de forme est à prévoir.

I.4.3.7. Pollution – Chimique – Pyrotechnique

A l'heure actuelle, nous n'avons pas connaissance du risque de pollution.

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.
En accord avec le client, la reconnaissance de fondation au camion aspirateur a été remplacée par la vérification de la profondeur d'ancrage des fondations via la méthode de sismique parallèle.

II.2.Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe.
Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet.
Les têtes des sondages correspondent au niveau du terrain existant au moment des investigations en avril 2026.

II.3.Sondages, essais et mesures in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. / TN	Altitude NGF
Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale continue ∅ 63 mm	2	SP1 SP2	10.0m 10.0m	183.97m 191.56m
Exécution d'essais pressiométriques Norme NF EN ISO 22476-4	17			

La mise en place d'une bouche à clef à été réalisée en SP1 pour la réalisation de la sismique parallèle.

La profondeur du sondage est conforme à celle définie au contrat. La coupe du sondage est présentée en annexes, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondage destructif à la tarière continue :**
  - coupes des sols,
  - résultats des essais pressiométriques.

- **Essais pressiométriques :**
  - module pressiométriques : E_M (MPa),
  - pression limite nette : pl* (MPa),
  - pression de fluage nette :pf* (MPa),

III. INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE

III.1.Synthèse des investigations - Interprétations

Cette synthèse devra être affinée par l'ingénierie géotechnique lors de l'étude géotechnique de conception en phase PROJET (G2 PRO), puis en phase d'élaboration du dossier de consultation des entreprises et assistance au contrat de travaux (G2 DCE/ACT).

III.1.1. Lithologie

Il est à noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain actuel tel qu'il était au moment de la reconnaissance en avril 2026.

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

- Formation n°1 **: Enrobé avec couche de forme**
  - Cette formation a été reconnue jusqu'à 0.5m de profondeur/TA.
  - Caractéristiques géotechniques **: Non investiguée**
- Formation n°2A **: Sable légèrement limoneux avec cailloutis et brique brun (formation reconnue en SP1)**
  - Cette formation a été reconnue jusqu'à 5.5m de profondeur/TA, soit jusqu'à 188.47m NGF IGN69,
  - Caractéristiques géotechniques **: Moyennes**
    - Pression limite (p_l) : 0.45 à 0.63MPa,
    - Module pressiométrique (E_M) : 7.7 à 12.5 MPa.
- Formation n°2B **: Limon argileux brun clair (formation reconnue en SP2)**
  - Cette formation a été reconnue jusqu'à 4.0m de profondeur/TA, soit jusqu'à 187.56m NGF IGN69,
  - Caractéristiques géotechniques **: Très faible**
    - Pression limite (p_l) : 0.29 à 0.35 MPa,
    - Module pressiométrique (E_M) : 3.5 à 10.1 MPa.
- Formation n°3 : **Sable limoneux avec cailloutis brun**
  - Cette formation a été reconnue jusqu'à la base de nos sondages descendus au plus profond à 10.0 m de profondeur/TA, soit jusqu'à 181.56 à 183.97 m NGF IGN69,
  - Caractéristiques géotechniques : **bonnes**
    - Pression limite (p_l) : 1.19 à 4.64MPa,
    - Module pressiométrique (E_M) : 3.5 à 88.99MPa.

Remarques :

- 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.
- **De par leur origine anthropique, la nature et l'épaisseur des remblais peuvent varier brusquement d'un point à l'autre.**

III.1.2. Reconnaissances de fondation

Comme indiqué au client, les résultats des investigations de reconnaissance de fondations par la sismique parallèle est inséré en cet indice B.

Príncipe de la méthode :

Pour cette mesure, l'opérateur va placer une sonde de réception dans un tube rempli d'eau placé dans un forage positionné de manière parallèle à la fondation à ausculter.
Ce tube doit être installé à moins de 1 m du bord extérieur de la fondation et de préférence à 0,5 m (même si la norme autorise jusqu'à 1.50 mètre).

Le forage doit être supérieur de 5 m à la longueur présumée de l'élément à ausculter.
Sceller le tubage de diamètre 40 mm au moyen d'un coulis de ciment et le remplir d'eau claire.

La sonde est descendue pas à pas tous les 0.5 mètres au travers de ce forage. A chaque position de la sonde de réception, une émission sonore est produite par un coup de marteau donné sur la fondation ou sur la structure supportée par la fondation.

La mesure se déclenche alors au moment où le marteau agit pour permettre la propagation de l'onde sonore au travers de la fondation. Un signal est alors envoyé à l'unité qui va enregistrer le signal reçu par la sonde placée dans le tube.

Le temps séparant l'impact du marteau et l'arrivée de l'onde sonore sur la sonde est mesuré. La série de mesures s'arrête lorsque la sonde a atteint le fond du tube.

Le point de l'essai a été réalisé à une cote de 191.5m NGF selon Géoportail et notre nivellement GPS.

Le tube d'essai se trouve à environ 1.3m du mur.

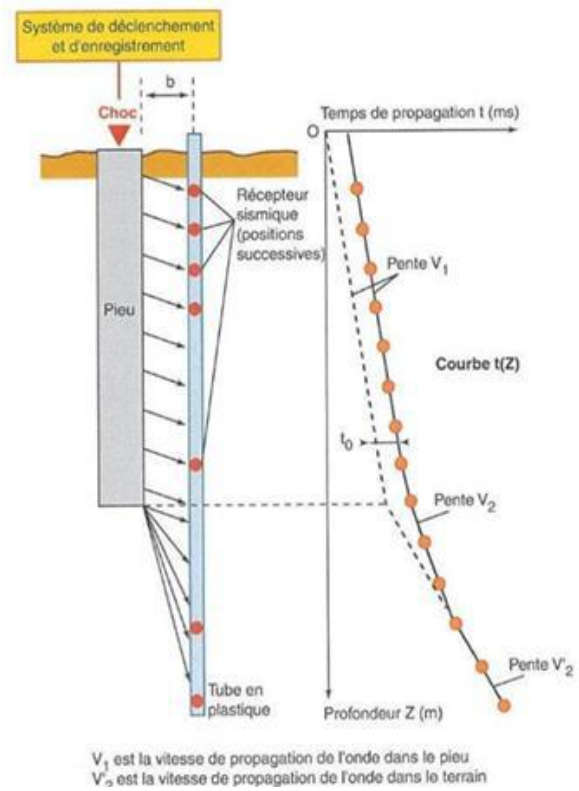
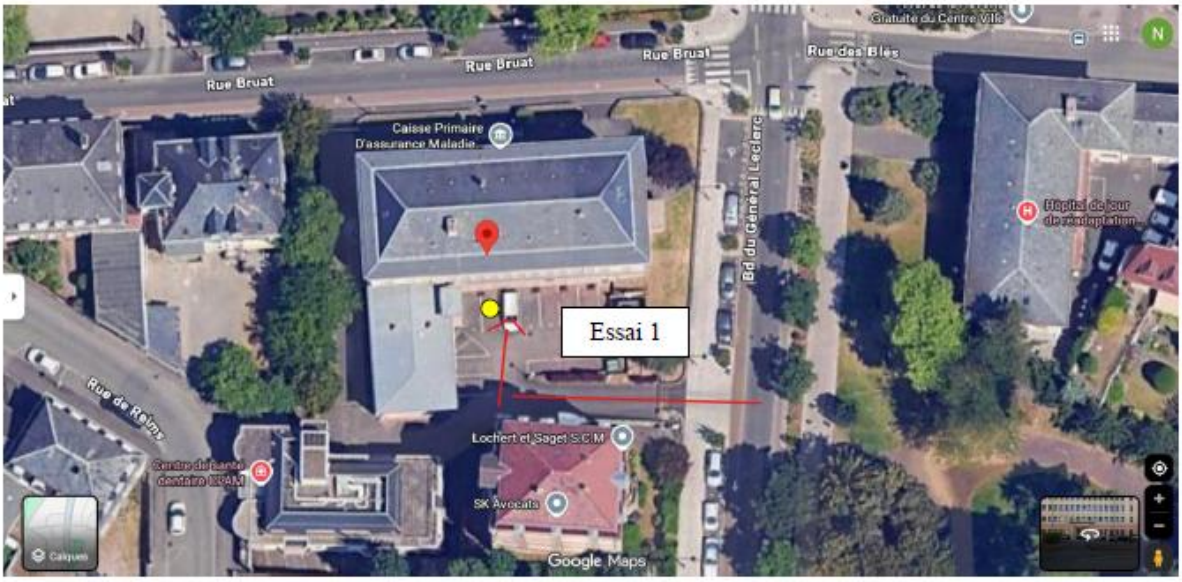


Schéma de principe de l'essai MSP et de son traitement

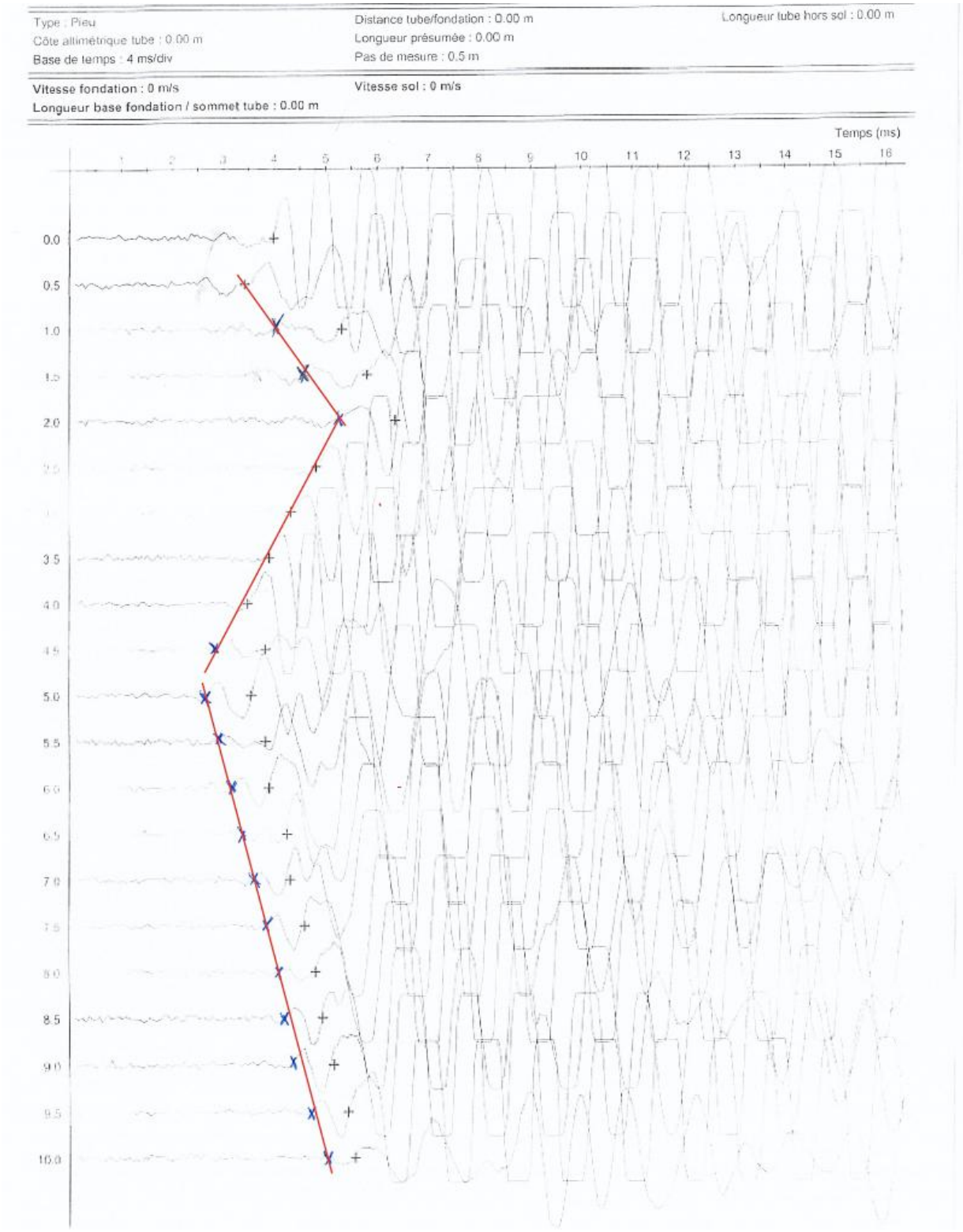


Photographie de la réalisation de l'essai de sismique parallèle (source : Géorisques)





Implantation de l'essai



Résultat de l'essai de sismique parallèle (les croix bleues sont les pointages de l'onde P supposée et en rouge la ligne d'extrapolation des temps d'arrivée).

Nous remarquons une progression du temps d'arrivée de l'onde P jusqu'à environ 2.0m de profondeur/TA environ (env. 189.5m NGF), suivi d'une rupture avec une dégression du temps d'arrivée de l'onde P jusqu'à environ 4.5m de profondeur/TA (env. 187.0m NGF) et enfin, une seconde rupture avec une progression continue du temps d'arrivée jusqu'à 10.0m de profondeur/TA (env. 181.5m NGF).

A savoir qu'une photographie du sous-sol a été réalisée, où l'on aperçoit un poteau avec son support ou supposé massif de fondation.

La photographie a été prise à partir d'une fenêtre/saut de loups du sous-sol qui semble se trouver à environ 2.0m de hauteur vis-à-vis de la dalle



Photographie du sous-sol prise lors de notre intervention

Ainsi, on suppose que la profondeur de la première rupture se situant à 2.0m de profondeur environ vis-à-vis de la voirie du parking en SP2 peut correspondre au toit d'un massif ou du débord de fondation.
Cela, semble cohérent avec la profondeur estimée du support de poteau/massif visible sur la photographie du sous-sol.

Par ailleurs, le fait que le temps d'arrivé de l'onde P régresse jusqu'à 4.5m n'est pas habituel (cf schéma de la méthode). Toutefois, en l'état, nous pouvons supposer que cela peut se traduire par un massif imposant, descendant jusqu'à 4.5m de profondeur environ (ce qui peut sembler cohérent en raison des dimensions du supposées massif visible sur la photographie du sous-sol).
Cela peut également provenir d'une saturation progressive du milieu en raison de la présence de la nappe alluviale dans le secteur.

Ainsi, d'après nos informations et hypothèses prises, nous pouvons supposer que l'ancrage de la fondation se trouve au niveau de rupture se situant à environ 4.5m de profondeur/TA (env. 187.0m NGF) en tête de la formation n°3 des sables limoneux avec cailloutis brun

III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique

III.2.1. Niveau d'eau

D'après les indications relevées en forage au moment des investigations pressiométriques d'avril 2026, un niveau d'eau a été rencontré à 4.3m de profondeur au niveau du sondage SP2 soit la cote de 187.26 NGF IGN69 ce qui est cohérent avec le niveau d'eau en moyennes eaux indiquée par l'APRONA.

Par ailleurs, des circulations d'eau dépendantes des conditions météorologiques ne sont pas à exclure.

III.2.2. Inondabilité

Rappel :
D'après le site de la préfecture du Bas-Rhin www.bas-rhin.gouv.fr, le terrain étudié sur la commune de COLMAR (68) qui est concerné par un arrêté avec des dispositions vis-à-vis du PPRI.

Si site est néanmoins hors d'emprise du PPRi d'après Géorisques.

III.3. Modèle géotechnique

Conformément aux résultats des essais réalisés, le modèle géotechnique utilisé dans le rapport est le suivant :

Formation	Base de la formation m/TA extérieur	Pression limite Pl* retenue	Module pressiométrique E_m retenue	Coefficient rhéologique α
n°0 : Enrobé avec couche de forme	0.5	-	-	-
n°2A : Sable légèrement limoneux avec cailloutis et brique brun (formation reconnue en SP1)	5.5	0.45 MPa	7.7 MPa	1/3
n°2B : Limon argileux brun clair (formation reconnue en SP2)	4.0	0.29 MPa	3.5 MPa	1/2
n°3 : Sable limoneux avec cailloutis brun	>10.0	1.19 MPa	3.5 MPa	1/2

IV. ETUDE DES OUVRAGES

IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG

La ZIG correspond au volume de terrain dans lequel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain, et l'environnement existant. La forme et l'emprise de cette zone d'influence géotechnique sont spécifiques à chaque site et chaque ouvrage ou aménagement de terrain. En première approche pour le projet, la ZIG correspond :

- à l'emprise du projet,
- aux limites de la parcelle,
- à l'emprise des terrassements et de la pente du terrain,
- aux éventuels réseaux enterrés dans l'emprise du projet ou à proximité.
- aux bâtiments et voirie mitoyens ainsi que la cour intérieure
- à l'escalier extérieur actuellement en place sur site

IV.2. Risque sismique

IV.2.1. Données réglementaires

Compte tenu du contexte sismique modéré du site, l'application des règles parasismiques est obligatoire et il faudra se reporter à l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme).

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	3 (aléa modéré)	
Paramètre de sol S	C	1.5
Catégorie d'importance (Y_I)	Classe II*	1.0
a_{gr} (m/s²)	Zone 3	1.1
a_{max} (m/s²)	**1.65**	

*Catégorie d'importance à confirmer par le Maître d'Ouvrage.

La classe d'ouvrage (catégorie d'importance) devra être confirmée *a minima* avant les études de la phase projet.

IV.2.2. Liquéfaction

Les reconnaissances réalisées dans le cadre de ce projet ne permettent pas de statuer sur le risque de liquéfaction. Cependant, compte tenu de la profondeur de la nappe, ce risque peut être considéré comme faible.

IV.3. Adaptations du terrain au projet

IV.3.1. Adaptations générales du projet au site

En conclusions des points décrits précédemment, on retiendra les adaptations suivantes :

- En l'absence d'informations concernant les caractéristiques du mur de soutènement et compte tenu du projet, en l'état, de l'escalier extérieur, un ancrage des **fondations profondes de type micropieux dans les sables limoneux avec cailloutis brun rencontrés à partir de 187.56 à 188.47m NGF**, **au-delà de toute surépaisseur de remblais ou de la formation n°2B est envisageable**.

  Après réception des documents vis-à-vis des caractéristiques du mur de soutènement, une optimisation du système de fondations de ce dernier est envisageable par puits. Ce point sera à traiter en phase PRO.

- **Compte tenu de la mitoyenneté, il sera nécessaire de respecter les termes de la norme NFP 94-261 pour les fondations à niveaux décalés et mitoyennes, soit respecter une pente de 3/2 (3 de base pour 2 de hauteur) entre les fondations.**

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

IV.3.2. Calage altimétrique

Le niveau du terrain naturel est de l'ordre de 191.13m NGF à 194.87m NGF, pour un niveau-bas du projet à environ 194.46m NGF pour le niveau bas du projet.

IV.4. Terrassements généraux - Fouilles

IV.4.1. Traficabilité en phase chantier

D'après notre expérience du site, les sols sont sensibles à l'eau au moment des investigations. Toutefois, compte tenu de la présence d'enrobé, la traficabilité sera assurée.

IV.4.2. Terrassabilité des matériaux

En cas d'évacuation de matériaux hors du site, il conviendra de définir le type de filière adapté d'un point de vue environnemental.

Dans le cas de la réalisation de terrassements, la réalisation de déblais ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction. Toutefois, compte-tenu de la présence de possibles remblais sur site et de blocs, les travaux pourront nécessiter l'utilisation d'outils adaptés (brise-béton, etc.) de type BRH en cas de rencontre de blocs.

En cas de terrassement, les talus provisoires de faible hauteur (< 3.0 m) et sans surcharges en tête pourront être dressés à H/V = 3/2 (3 horizontale pour 2 verticale) dans formation n°1 à n°2A et n°2B, à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire. En aucun cas, les matériaux excavés ne devront être stockés en crête de talus.

Toutefois, en raison de la mitoyenneté du projet et en cas de terrassements dont la profondeur est supérieure à 3.0m, ces derniers devront se faire à l'abri d'un soutènement provisoire qui devra être dimensionné vis-à-vis de la poussée des terres et de l'eau.

A noter que les murs et les voiles enterrés devront être conçus et dimensionnés pour reprendre la poussée des terres et potentiellement de l'eau, aussi bien sous sollicitations statiques que sous sollicitations sismiques.
Ce soutènement devra être prévu pour reprendre les charges latérales des sols et des possibles circulations d'eau.
Aucun essai en laboratoire n'a été réalisé afin de déterminer les caractéristiques intrinsèques des sols. Toutefois, en phase d'ébauche dimensionnelle et à titre indicatif, nous présentons les valeurs suivantes, basée sur notre connaissance du secteur et notre retour d'expérience :

Formation	Profondeur m/TA	Υ (kN/m³)	c' (kPa)	Φ' (°)
n°0 : Enrobé noir avec couche de forme	0.5	-	-	-
n°2A : Sable légèrement limoneux avec cailloutis et brique brun (formation reconnue en SP1)	5.5	18	0	31
n°2B : Limon argileux brun clair (formation reconnue en SP2)	4.0	19	5	26
n°3 : Sable limoneux avec cailloutis brun	>10.0	20	0	33

IV.4.3. Drainage de la plateforme en phase chantier

Des circulations d'eau, seront possibles en fonction des conditions météorologiques.

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment. Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

IV.4.4. Mitoyenneté

La réalisation du projet implique la réalisation de fouilles à proximité immédiate du bâtiment actuel sur sa face Ouest dont une reconnaissance de fondations de type sismique parallèle permet de vérifier la profondeur d'ancrage des fondations.

Une attention particulière devra être portée pour ne pas affouiller les fondations et dallages des existants.

Les fondations du projet seront descendues au même niveau que les fondations existantes et une attention particulière devra être portée pour ne pas affouiller les fondations des existants. Dans le cas où un décalage serait présent, il conviendra de respecter la règle de 3H/2V entre les fondations.

Il conviendra de vérifier systématiquement et avant tous travaux le niveau d'assise et la géométrie (débords notamment) des fondations des mitoyens pour adapter le projet : nécessité d'un système d'étaiement ou de reprise en sous-œuvre interdisant tout mouvement des fondations et du dallage existant en phase chantier comme en phase définitive (voir prescriptions du BE structure) dans le cas où il sera nécessaire de descendre les fondations du projet sous le niveau de fondation du bâtiment mitoyen existant. Un joint d'isolement sera à réaliser.

Dans le cas de fondations excentrées pour tenir compte des débords des fondations existantes, des longrines devront être mise en œuvre en béton armé afin de permettre la reprise en console des murs du projet. Les fondations du nouveau projet seront donc à adapter en fonction des fondations existantes afin d'éviter toute interaction avec celles-ci.
Les nouvelles fondations devront limiter l'impact sur le bâtiment existant (fondations isolées blindées le plus perpendiculairement possible vis-à-vis du mur de l'existant).

Il conviendra de mettre en place une surveillance du comportement des constructions avoisinantes pendant la durée des travaux, et prévoir des adaptations en cas de comportement inapproprié. Toutes les précautions devront être prises pour leur éviter tout dommage tant en phase provisoire que définitive.

Reprises en sous-œuvre

La réalisation du projet actuel implique l'exécution de déblais au voisinage de constructions existantes dont les fondations et la structure sont encore mal connues. 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).

Si la reprise en sous-œuvre des constructions mitoyennes est impérative. Elle consistera à :

- Reporter les charges verticales en-dessous du niveau bas des terrassements sur une formation compacte,
- Empêcher tout déplacement latéral des reprises elles-mêmes, par des dispositifs adaptés (tirants ou butons par exemple),
- Empêcher l'éboulement des formations d'assise des fondations mitoyennes par mise en place d'un masque type voile béton,
- Maintenir en place, sans déformation, les matériaux instables superficiels, par des techniques d'injections éventuelles par exemple.

Compte tenu de la complexité de ces travaux et de leur interaction avec les structures existantes, une vérification de la bonne exécution des reprises en sous-œuvre sera nécessaire. (Nous recommandons alors d'adopter la **méthode observationnelle** dans laquelle tout dimensionnement peut être réexaminé en cas de besoin au cours de l'exécution des travaux, en fonction des limites admissibles du comportement préalablement définies (cf. EUROCODE 7 – norme NF EN 1997-1 de juin 2005).)

IV.5. Fondations du projet par micropieux

IV.5.1. Prescriptions générales

Comme indiqué en IV.3.1, compte-tenu des faibles caractéristiques mécaniques de la formation n°2A et du contexte de mitoyenneté, on pourra retenir un système de fondation profonde de type **micropieux** ancrées au sein des **sables limoneux avec cailloutis bruns (formation n°3)** au-delà de toute surépaisseur de **remblais et/ou de formation n°2B.**

Les fondations du projet seront descendues au même niveau que les fondations existantes et une attention particulière devra être portée pour ne pas affouiller les fondations des existants. Dans le cas où un décalage serait présent, il conviendra de respecter la règle de 3H/2V entre les fondations.

Compte-tenu du contexte existant (mitoyenneté avec le bâtiment de la CPAM) et en raison du risque vibratoire, nous déconseillons la réalisation de fondations profondes par colonnes ballastées ou inclusions rigides voire par micropieux de type III.

L'étude des fondations profondes sera réalisée conformément à l'EUROCODE 7 et à la norme d'application nationale NF P94-262 de Juillet 2012. Pour l'ébauche dimensionnelle, nous utiliserons l'approche « modèle de terrain » et la méthode pressiométrique.

Dans le cadre de notre mission, nous nous limiterons à la reprise des charges verticales centrées ; la prise en compte d'efforts horizontaux devra être étudiée en G2 phase PRO.
En première approche, nous proposons en première approche des **micropieux de type II**, de classe 1bis et de catégorie 18. Une solution d'ancrage via des micropieux de type III ne semble pas appropriée pour ce type de projet (phase d'injection et de claquage) compte-tenu de la mitoyenneté avec les bâtiments existants.

A noter que lors de l'exécution, il conviendra de relever les terrains lors du forage jusqu'au niveau d'ancrage prévu.

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.

Les micropieux devront être armés et devront être **ancrés d'au moins 2.5 m dans les sables limoneux avec cailloutis brun craies altérées** (formation n°3) rencontrés à partir de 4.0 à 5.5m soit à partir de la cote de 187.56 à 188.47 m de profondeur.
Pour le modèle ci-dessous, nous avons pris l'hypothèse d'une formation n°3 descendue jusqu'à la cote de 181.9m NGF soit environ 13.0/TA au niveau du projet de l'escalier extérieur.

IV.5.2. Modèle géotechnique pour un micropieux type II

Conformément aux recommandations de l'EUROCODE 7, les paramètres géotechniques pris en compte doivent être une estimation prudente de la valeur qui influence l'occurrence de l'état limite, ce qui conduit pour le type de micropieu proposé au paragraphe précédent (M2) au modèle géotechnique suivant réalisés à partir des sondages PRS1, PRS2 et PRS3.

Au stade G2 AVP, un seul modèle sera réalisé pour les micropieux de la cage d'escalier et du mur de soutènement. Le modèle pourra être affiné en phase PRO, en fonction des descentes de charges transmises et des plans de fondations transmis.
Comme indiqué précédemment, le niveau de la plateforme sera pris au niveau bas du projet, soit à 194.56m NGF (cote à confirmer).

Compte-tenu de la nature et des caractéristiques des remblais en tête et de la formation n°2B, nous négligerons les frottements sur 4.0 m.

Formation	Profondeur/assise		Pression limite Pl^*_{moy}	Module pressiométrique $E_{m\ moy}$	Coefficient rhéologique α
	m	NGF			
Mort terrain (remblais)	4.0	187.56	-	-	-
n°3 : Sable limoneux avec cailloutis brun	>10.0	<181.56m	1.19	3.5	1/2

IV.5.3. Maquette pour les micropieux

IV.5.3.1. Frottements axiaux

Formation	Courbe type (d'après tableau F.5.2.2 - NF P 9-262)	$\alpha_{pieux-sol}$ (d'après tableau F.5.2.1 NF P 9-262)	q_s calculé (kPa)
Mort terrain	-	-	-
n°3 : Sable limoneux avec cailloutis brun	Q2	1.4	53.62

IV.5.3.2. Coefficients du modèle

La procédure retenue est celle du « modèle de terrain ». Nous retiendrons les coefficients suivants :

Résistance	Symboles	Valeurs
		Micropieu de type II
Pieu en compression	$\gamma_{R;d1c}$	2.0
Pieu en compression	$\gamma_{R;d2c}$	1.1

IV.5.3.3. Résultats

Pour des micropieux de type **II** descendus jusqu'à **8.0 m à 12.0 m de profondeur,** nous obtenons :

Type de pieu	Diamètre	Longueur pieu (m)	Etats limites		Valeurs (kN)	
					Compression	
M2	**Ø 150 mm**	*8.0*	*ELS*	*Caractéristiques*	$R_{c;cr;d}$	32.7
			ELS	*Quasi-permanents*	$R_{c;cr;d}$	26.7
			ELU	*Fondamentaux*	$R_{c;d}$	42.9
M2	**Ø 150 mm**	*9.0*	*ELS*	*Caractéristiques*	$R_{c;cr;d}$	57.1
			ELS	*Quasi-permanents*	$R_{c;cr;d}$	46.7
			ELU	*Fondamentaux*	$R_{c;d}$	71.4
M2	**Ø 150 mm**	*10.0*	*ELS*	*Caractéristiques*	$R_{c;cr;d}$	79.3
			ELS	*Quasi-permanents*	$R_{c;cr;d}$	64.8
			ELU	*Fondamentaux*	$R_{c;d}$	97.3
M2	**Ø 150 mm**	*11.0*	*ELS*	*Caractéristiques*	$R_{c;cr;d}$	101.4
			ELS	*Quasi-permanents*	$R_{c;cr;d}$	82.9
			ELU	*Fondamentaux*	$R_{c;d}$	123.3
M2	**Ø 150 mm**	*12.0*	*ELS*	*Caractéristiques*	$R_{c;cr;d}$	123.6
			ELS	*Quasi-permanents*	$R_{c;cr;d}$	101.1
			ELU	*Fondamentaux*	$R_{c;d}$	149.2

Avec : $R_{c;cr;d}$: valeur de calcul de la charge de fluage de compression pour la combinaison correspondante (ELS caractéristique ou quasi permanent),
$R_{c;d}$: valeur de calcul de la portance pour la combinaison correspondante (ELU fondamentale ou accidentelle).

Remarques :

- Les profondeurs indiquées sont données par rapport à la cote d'assise transmise,
- Dans le cas où la portance d'un micropieu ne serait pas suffisante, la mise en place d'un massif avec plusieurs micropieux sera possible,
- Les spécificités suivantes n'ont pas été prises en compte dans le dimensionnement proposé :
    - Aucun frottement négatif, ni effort parasite (soulèvements, moments, efforts horizontaux),
    - Aucuns efforts au séisme,
    - Aucun poids propre du massif de liaison.
- En cas de surcharges notables aux abords des micropieux et/ou d'efforts en tête de micropieux, il conviendrait donc de revoir tout ou partie de ce pré-dimensionnement,
- Aucun effet de groupe n'a été pris en compte dans le dimensionnement proposé ; dans le cas échéant, il conviendrait donc de revoir tout ou partie de ce pré-dimensionnement,
- La nappe ayant été rencontré à partir de 1.5m/TA, les micropieux seront en partie, voire totalement, immergés sous la nappe.

IV.5.4. Dispositions constructives

L'étude détaillée des principes d'exécution relève de la phase PRO de l'étude géotechnique G2.

La profondeur d'ancrage réelle des micropieux devra être adaptée en fonction des variations des formations géologiques.

La technique d'exécution retenue (outils et méthodes de forage) devra permettre d'atteindre les fiches et niveaux d'ancrage demandés en tenant compte de la résistance des craies altérées.

Les micropieux recevant des efforts d'arrachement ou des efforts horizontaux notables ou traversant des sols mous, ils devront être armés en conséquence.

Les choix constructifs devront être faits par le BET structure, toutefois les points suivants sont à signaler :

- L'entrepreneur devra vérifier que le type de micropieux et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues,

- **L'entreprise de fondations spéciales prendra toutes les mesures nécessaires pour ne pas déstabiliser les fondations des bâtiments existants.**

Ginger CEBTP se tient à la disposition du client pour la réalisation de ces essais de contrôle.
Lors de la réalisation des micropieux, 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 ou G4 que Ginger CEBTP est en mesure de réaliser ;
- d'armer impérativement les micropieux sur toute la hauteur s'ils doivent être soumis à la traction.

IV.6. Niveau bas du projet

Pas d'objet.

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

Il a été dit précédemment que des circulations d'eau seront probables en fonction des conditions météorologiques.

Les eaux des toitures devront être reprises par des gouttières reliées à un réseau étanche qui devra emmener les eaux loin des fondations, vers un exutoire non refoulant.

Des dispositions devront être prises via la mise en place d'un système de **drainage périphérique** pour empêcher l'infiltration des eaux pluviales au niveau de l'assise des fondations.

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

V. 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 une mission de niveau G2 menée en phase Avant-Projet. Ginger CEBTP se tient à disposition pour la réalisation des missions géotechniques suivantes.

Un plan topographique sont indispensables afin de recaler les cotes du terrain et du projet dans le même système de référence.

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

- 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.

Les documents nécessaires à l'établissement d'une G2 PRO sont les suivants :

- Le plan projet à jour, avec des coupes cotées en NGF IGN69,
- Les descentes de charges pondérées ou en G+Q au format Excel,
- Plan de coffrage des fondations.

Enfin, Ginger CEBTP peut également assurer la maîtrise d'œuvre des ouvrages géotechniques.

NOTA : Une étude G2 PRO n'est pas réalisable une fois le contrat de travaux engagé

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 une mission de niveau G2 menée en phase Avant-Projet. Ginger CEBTP se tient à disposition pour la réalisation des missions géotechniques suivantes.

Un plan topographique ainsi qu'une coupe du projet référencés en IGN69 sont indispensables afin de recaler les cotes du terrain et du projet dans le même système de référence.

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

- 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.

Les documents nécessaires à l'établissement d'une G2 PRO sont les suivants :

- Le plan projet à jour, avec des coupes cotées en NGF IGN69,
- Les descentes de charges pondérées ou en G+Q au format Excel,
- Plan de coffrage des fondations.

Enfin, Ginger CEBTP peut également assurer la maîtrise d'œuvre des ouvrages géotechniques.

NOTA : Une étude G2 PRO n'est pas réalisable une fois le contrat de travaux engagé.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

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

ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

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 e projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94-500 - version de Novembre 2013)

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 :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

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 :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).

— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

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 :

Phase Étude

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.

— Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

— Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION 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 :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

— Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

— Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).

— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC 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 –SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

ANNEXE 3 –RESULTATS FOXTA

GINGER CEBTP

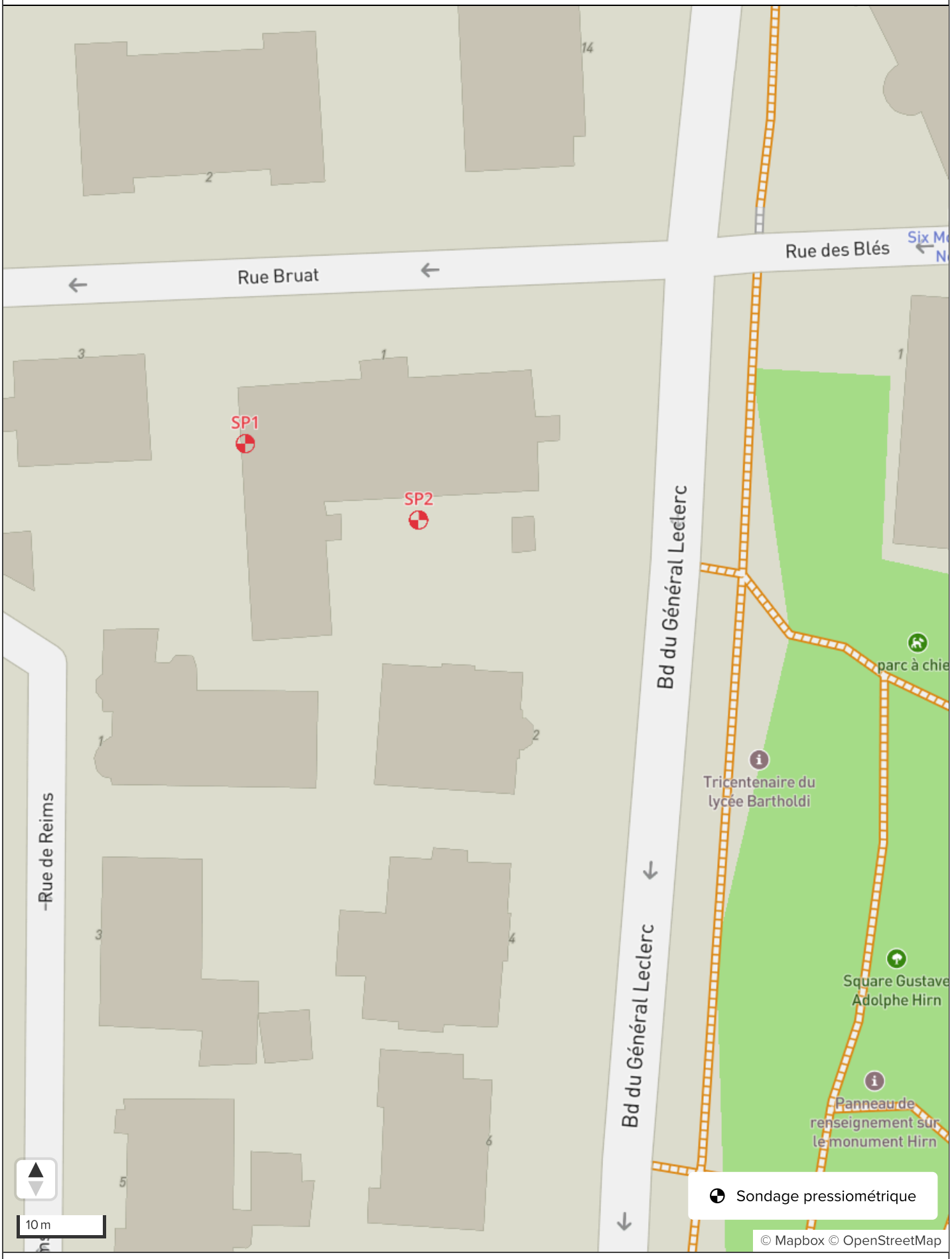
COLMAR-Réhab.siège-CPAM 68-avp -02 pro - 03 g4

EST2.Q.107-01

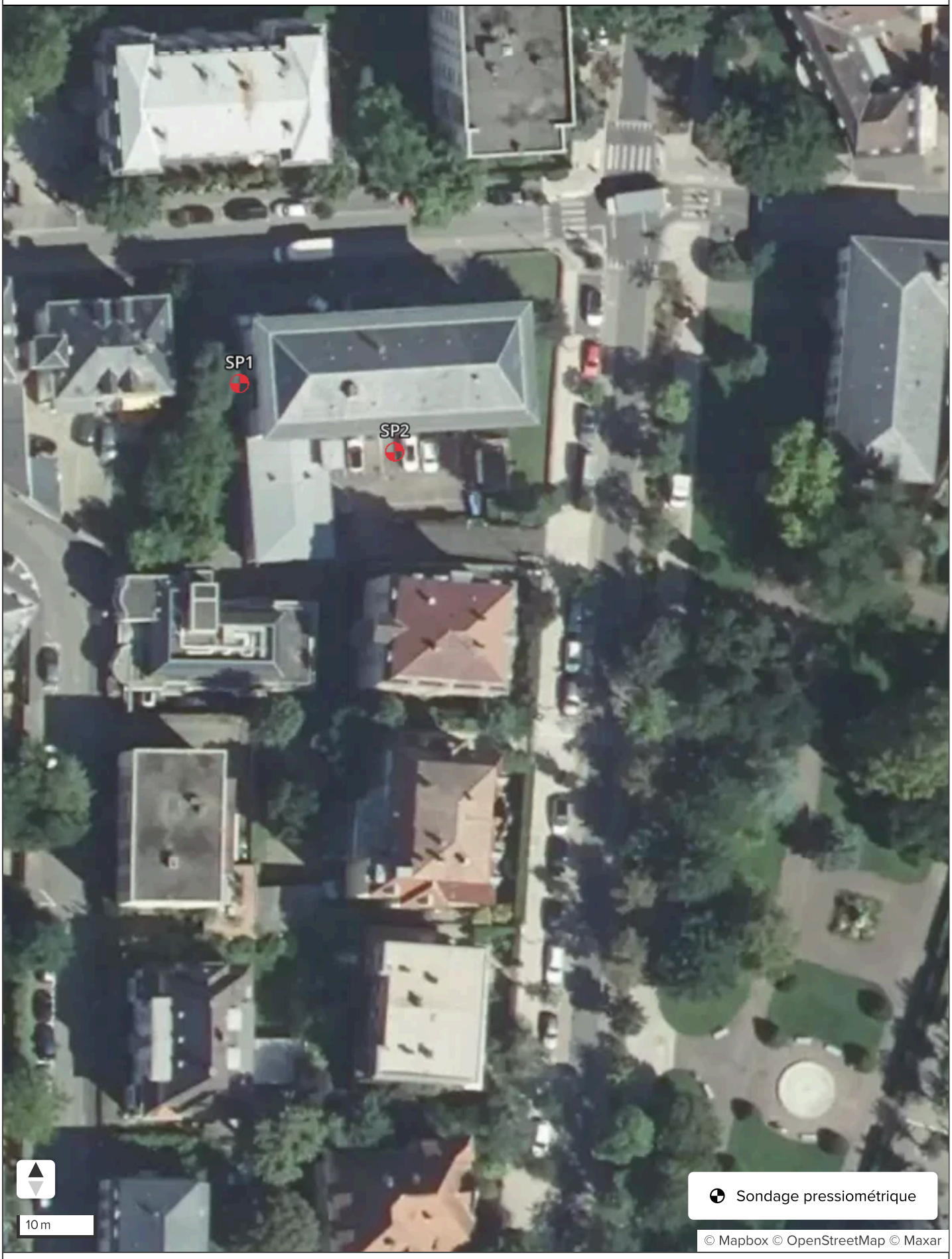
PLAN DE LOCALISATION



PLAN D'IMPLANTATION



PLAN D'IMPLANTATION



PLAN D'IMPLANTATION

Précision des relevés (X / Y)	Relevé par géomètre
Non renseigné	Non
Système de coordonnées du projet	**Nivellement**
RGF93 / CC49	Non renseigné

	WGS 84		RGF93 / CC49		
Nom	**Longitude**	**Latitude**	**X**	**Y**	**Élévation** [m]
SP1	7,3538	48,074	2 024 275	8 106 337	193,97
SP2	7,3541	48,074	2 024 295	8 106 329	191,56

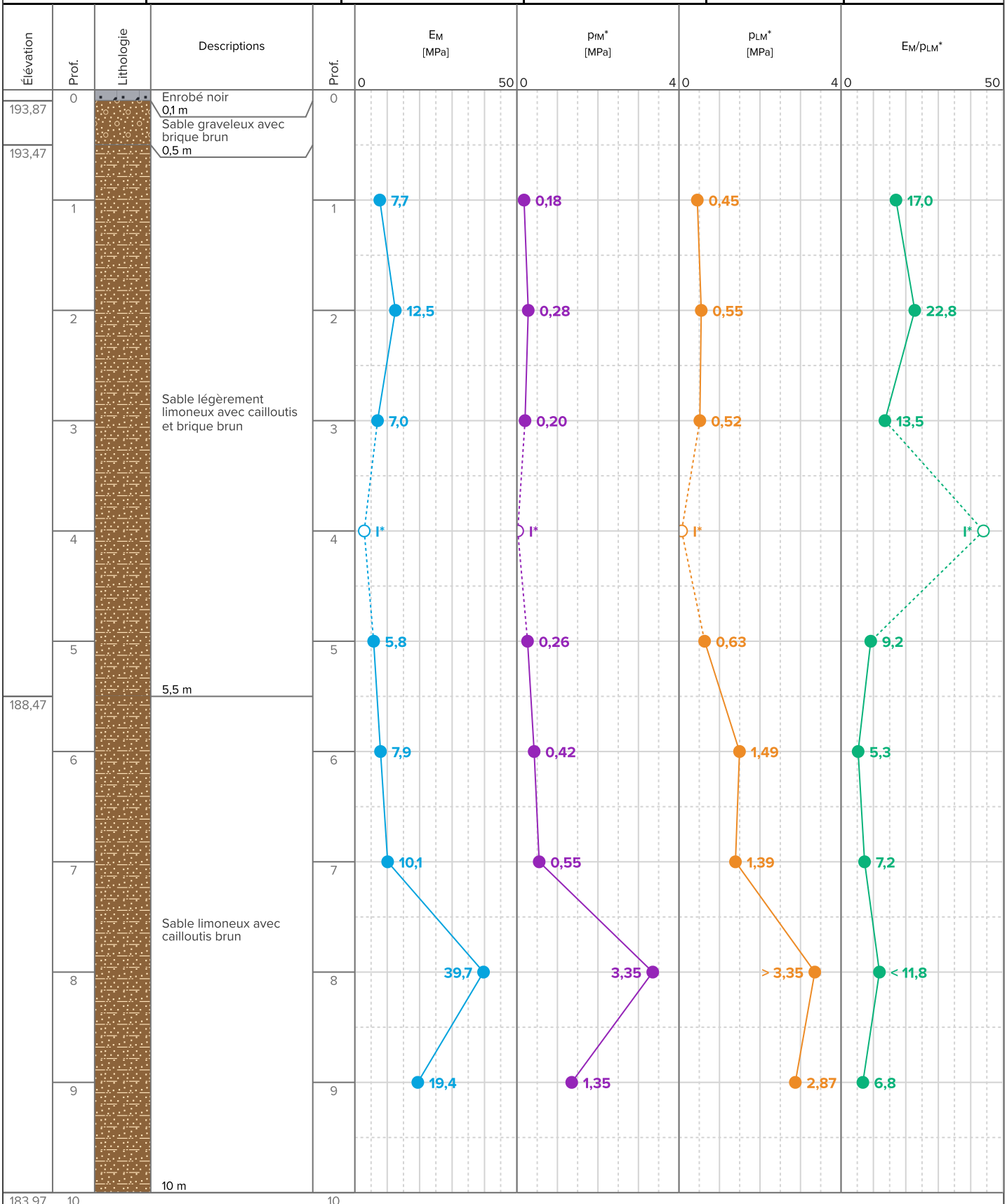
GINGER CEBTP

COLMAR-Réhab.siège-CPAM 68-avp -02 pro - 03 g4

EST2.Q.107-01

SP1	X	Y	Système de coordonnées		
	2 024 275	8 106 337	RGF93 / CC49		
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
	+193,97 m	Non renseigné	-	-	10,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP1	Pressiomètre	08/04/2026	09/04/2026	M253	Ahmed



*I = Essai inexploitable

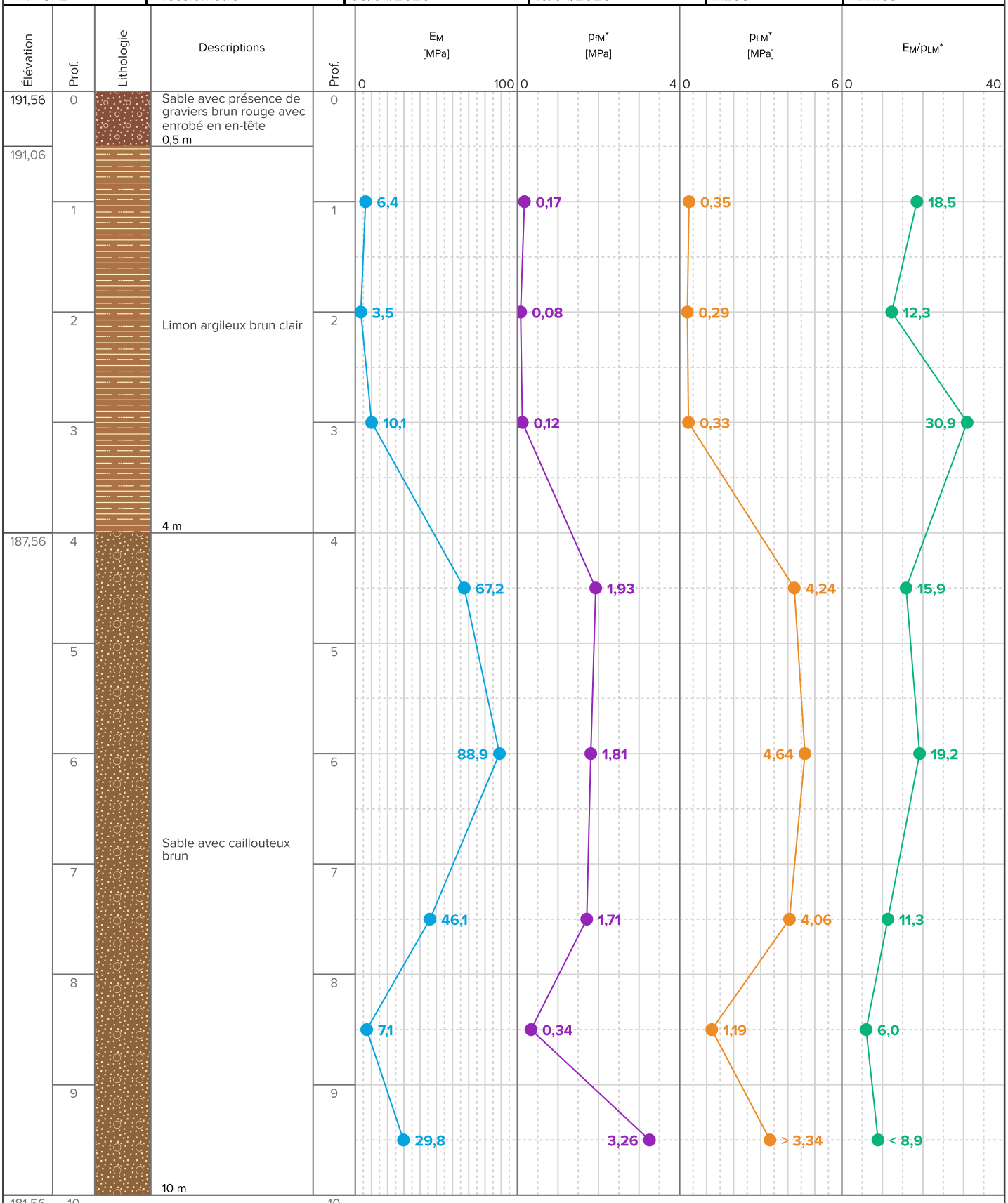
COLMAR-Réhab.siège-CPAM 68-avp -02 pro - 03 g4

EST2.Q.107-01

SP2

X	Y	Système de coordonnées		
2 024 295	8 106 329	RGF93 / CC49		
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
+191,56 m	Non renseigné	-	-	10,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP2	Pressiomètre	09/04/2026	10/04/2026	M253	Ahmed



Données

Titre du projet : CPAM COLMAR MICROPIEUX

Numéro d'affaire : NBE2.P.0093

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieux CPAM COLMAR (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,25

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,15

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 4 [FTR] - Foré tubé (virole récupérée)

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 194,46

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Mort terrain		Argile, limons	187,56	1,00	0,17	1,15	1,265
2	Sable limoneux avec cailloutis brun		Sols intermédiaires, tendance sableuse	178,00	1190,00	76,52	1,10	1,265

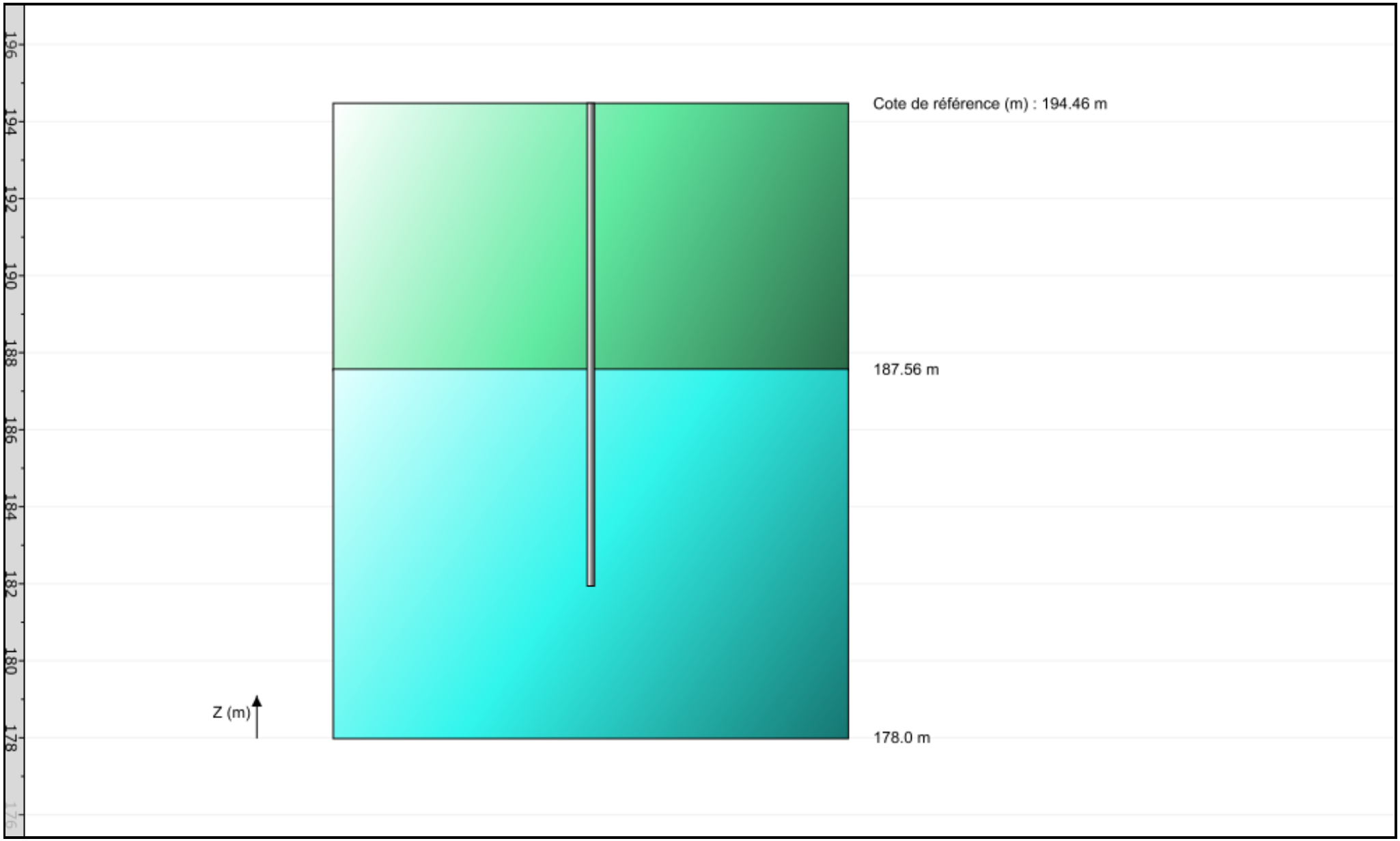
Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 12,50

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

Onglet "Paramètres généraux"



Programme FondProf v2.7.0 (c) TERRASOL 2023

File : C:\Users\N68CF~1.MEY\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\26340\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 28/04/2026 à 17h13
par : GINGER CEBTP

Options du calcul :
- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 4
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 194.460

Section du pieu : 0.018
Périmètre : 0.471

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	187.56	1.0	0.17	1.00	1.15	1.26
02	178.00	1190.0	76.52	1.00	1.10	1.26

Pas du calcul : 0.25

==========

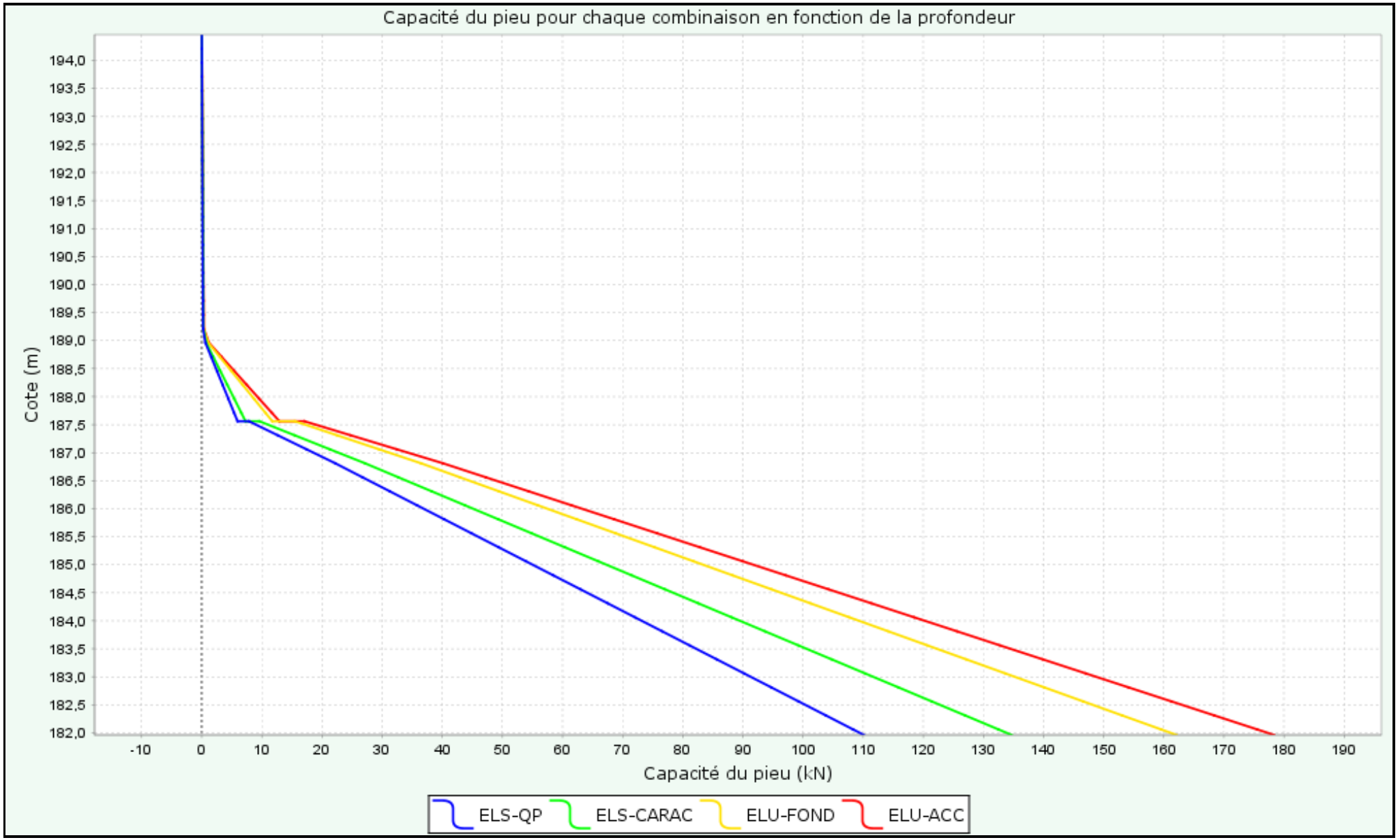
****
SOLUTION
****

Calcul à longueur imposée : L = 12.50

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	194.46	0.17	1.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	194.21	0.17	1.0	1.050	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	193.96	0.17	1.0	1.100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	193.71	0.17	1.0	1.150	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
01	193.46	0.17	1.0	1.150	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
01	193.21	0.17	1.0	1.150	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
01	192.96	0.17	1.0	1.150	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
01	192.71	0.17	1.0	1.150	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
01	192.46	0.17	1.0	1.150	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
01	192.21	0.17	1.0	1.150	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
01	191.96	0.17	1.0	1.150	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
01	191.71	0.17	1.0	1.150	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
01	191.46	0.17	1.0	1.150	0.2	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
01	191.21	0.17	1.0	1.150	0.3	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
01	190.96	0.17	1.0	1.150	0.3	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
01	190.71	0.17	1.0	1.150	0.3	0.0	0.2	0.2	0.2	0.3
01	190.46	0.17	1.0	1.150	0.3	0.0	0.2	0.2	0.2	0.3
01	190.21	0.17	1.0	1.150	0.3	0.0	0.2	0.2	0.3	0.3
01	189.96	0.17	1.0	1.150	0.4	0.0	0.2	0.2	0.3	0.3
01	189.71	0.17	1.0	1.150	0.4	0.0	0.2	0.2	0.3	0.3
01	189.46	0.17	1.0	1.150	0.4	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3
01	189.21	0.17	1.0	1.150	0.4	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3
01	188.96	0.17	60.4	1.005	0.4	1.1	0.6	0.7	1.1	1.2

01	188.71	0.17	209.1	1.001	0.5	3.7	1.6	1.9	3.0	3.3
01	188.46	0.17	357.7	1.001	0.5	6.3	2.5	3.1	4.9	5.4
01	188.21	0.17	506.3	1.001	0.5	9.0	3.5	4.2	6.8	7.5
01	187.96	0.17	654.9	1.000	0.5	11.6	4.4	5.4	8.7	9.6
01	187.71	0.17	803.6	1.000	0.5	14.2	5.4	6.6	10.6	11.7
01	187.56	0.17	892.8	1.000	0.6	15.8	6.0	7.3	11.7	12.9
02	187.56	76.52	1190.0	1.000	0.6	21.0	7.8	9.6	15.5	17.1
02	187.31	76.52	1190.0	1.033	9.6	21.7	12.6	15.4	22.5	24.7
02	187.06	76.52	1190.0	1.067	18.6	22.4	17.4	21.3	29.5	32.4
02	186.81	76.52	1190.0	1.100	27.6	23.1	22.2	27.1	36.5	40.1
02	186.56	76.52	1190.0	1.100	36.6	23.1	26.7	32.7	42.9	47.2
02	186.31	76.52	1190.0	1.100	45.6	23.1	31.3	38.2	49.4	54.4
02	186.06	76.52	1190.0	1.100	54.6	23.1	35.8	43.8	55.9	61.5
02	185.81	76.52	1190.0	1.100	63.7	23.1	40.3	49.3	62.4	68.6
02	185.56	76.52	1190.0	1.100	72.7	23.1	44.9	54.9	68.8	75.7
02	185.31	76.52	1190.0	1.100	81.7	23.1	49.4	60.4	75.3	82.9
02	185.06	76.52	1190.0	1.100	90.7	23.1	53.9	65.9	81.8	90.0
02	184.81	76.52	1190.0	1.100	99.7	23.1	58.5	71.5	88.3	97.1
02	184.56	76.52	1190.0	1.100	108.7	23.1	63.0	77.0	94.8	104.2
02	184.31	76.52	1190.0	1.100	117.7	23.1	67.5	82.6	101.2	111.4
02	184.06	76.52	1190.0	1.100	126.8	23.1	72.1	88.1	107.7	118.5
02	183.81	76.52	1190.0	1.100	135.8	23.1	76.6	93.7	114.2	125.6
02	183.56	76.52	1190.0	1.100	144.8	23.1	81.1	99.2	120.7	132.7
02	183.31	76.52	1190.0	1.100	153.8	23.1	85.6	104.8	127.1	139.9
02	183.06	76.52	1190.0	1.100	162.8	23.1	90.2	110.3	133.6	147.0
02	182.81	76.52	1190.0	1.100	171.8	23.1	94.7	115.8	140.1	154.1
02	182.56	76.52	1190.0	1.100	180.8	23.1	99.2	121.4	146.6	161.2
02	182.31	76.52	1190.0	1.100	189.9	23.1	103.8	126.9	153.1	168.4
02	182.06	76.52	1190.0	1.100	198.9	23.1	108.3	132.5	159.5	175.5
02	181.96	76.52	1190.0	1.100	202.5	23.1	110.1	134.7	162.1	178.4

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



www.groupe-cebtp.com

CONTACT

GINGER CEBTP Strasbourg

13 rue de l'Electricité,

67800 HOENHEIM

Tél. : +33 (0) 3 88 81 20 50

www.ginger-cebtp.com