



Dossier n°25 RD 313-G2 AVP/G5

Mission G2AVP/G5

Diagnostic Géotechnique

Choisissez un élément.

Aménagement d'une soute à munition LIMOGES (87)

Agence de DORDOGNE - Tel : 05 53 82 67 36 - Email : agence24@be-optisol.fr

14, rue de Chandos 24700 MONTAPON MENESTEROL - N° SIRET : 478 807 563 00125 - Code APE : 7112 B

| Mission | Réf. | Indice | Date | Contenu | Rédacteur | Contrôle interne | Observation |
|-----------|-----------|--------|------------|-------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| G2 AVP/G5 | 25 RD 313 | 0 | 16/05/2025 | 23 pages + 4 annexes | Vincent MADELAINE | Pierre-Yves CAMBA | / |
| G2 AVP/G5 | 25 RD 313 | 1 | 03/06/2025 | 23 pages + 4 annexes | Vincent MADELAINE | Pierre-Yves CAMBA | Intégration RC + Kv |

Diffusion :

- Maître d'Ouvrage : Ministère de l'Intérieur BZAI : Direction de l'Immobilier (Sébastien DUPUY)

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| A. GENERALITES..... | 5 |
| A.1 OBJECTIFS DE LA MISSION | 5 |
| A.2 DOCUMENTS REMIS | 5 |
| A.3 DESCRIPTION DU SITE ET DES AVOISINANTS | 6 |
| A.4 CONNAISSANCE DU PROJET | 6 |
| B. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS..... | 8 |
| C. SYNTHESE GEOTECHNIQUE | 9 |
| C.1 ALEAS | 9 |
| C.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE | 11 |
| C.3 LITHOLOGIE ET CARACTERISTIQUES MECANIQUES..... | 12 |
| C.4 RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE | 14 |
| C.4.1 Classifications GTR..... | 14 |
| C.4.2 Résistance à la compression uni axiale..... | 14 |
| C.5 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE | 15 |
| C.5.1 Niveaux d'eau..... | 15 |
| C.6 RECONNAISSANCES DES FONDATIONS EXISTANTES | 16 |
| C.7 CAROTTAGE DALLAGE | 17 |
| C.8 PARAMETRES SISMIQUES ET ETUDE DE LA LIQUEFACTION | 17 |
| D. PRINCIPES DE CONSTRUCTION EN PHASE AVANT-PROJET | 18 |
| D.1 CHOIX DES SOLUTIONS TECHNIQUES..... | 18 |
| D.2 PARAMETRES DE SOL | 18 |
| D.3 RECONSTRUCTION DU PLANCHER BAS..... | 19 |
| D.4 DISPOSITIONS GENERALES | 19 |
| D.4.1 Purges et terrassements..... | 19 |
| D.4.2 Réutilisation des matériaux..... | 19 |
| D.4.3 Mitoyenneté..... | 20 |
| D.5 ÉTUDE DES VOIRIES | 20 |
| E. CONCLUSIONS ET MISSIONS ULTERIEURES | 23 |
| E.1 CONCLUSIONS ET ALEAS RESIDUELS | 23 |
| E.2 MISSIONS ULTERIEURES | 23 |

ANNEXES

| | |
|-----------|---|
| Annexe 1. | Conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques / Classification des missions (4 pages) |
| Annexe 2. | Plan d'implantation des sondages (1 page) |
| Annexe 3. | PV des sondages et essais in situ (6 pages) |
| Annexe 4. | Photographies des carottes de béton (2 pages) |
| Annexe 5. | Essais d'écrasement des carottes de béton (pages) |

TABLE DES ILLUSTRATIONS

| | |
|---|----|
| Figure 1 – Plan de situation | 6 |
| Figure 2 – Plan du projet..... | 7 |
| Figure 3 – Extrait de la carte géologique (source Infoterre) | 11 |
| Figure 4 – Extrait de la carte hydrographique (source Geoportail) | 15 |
| Figure 5 : Carotte C1 | 40 |
| Figure 6 : Carotte C2 | 40 |
| Figure 7 : Carotte C3 | 41 |
| Figure 8 : Carotte C4 | 41 |

LEXIQUE DES ABREVIATIONS

TA : Terrain Actuel (configuration du site au moment des investigations)

TN : Terrain Naturel

q_d : résistance de pointe au pénétromètre dynamique

q_c : résistance de pointe au pénétromètre statique

p_r^* : pression de fluage nette

p_l^* : pression limite nette

E_M : module pressiométrique

α : coefficient rhéologique

γ_h : poids volumique saturé

φ' : angle de frottement interne à long terme

φ_u : angle de frottement interne à court terme

c' : cohésion à long terme

c_u : cohésion à court terme

SFB : Semelle Filante en Béton

SFM : Semelle Filante en Moellons

RAPPORT D'ETUDE

À la demande et pour le compte de :

SGAMI
Sébastien DUPUY
Direction de l'immobilier
89 cours Dupré de Saint-Maur
33041 BORDEAUX CEDEX

la société OPTIsol :

Agence de DORDOGNE
14, rue de Chandos
24700 MONTAPON MENESTEROL

a procédé à la réalisation d'une étude géotechnique de type G2 AVP/G5 dans le cadre d'un projet d'aménagement d'une soute à munitions dans un bâtiment de stockage existant au sein du ECLPN à LIMOGES.

A. GENERALITES

A.1 OBJECTIFS DE LA MISSION

Cette étude fait suite à la commande du client datée du 02/04/2025 pour acceptation de notre proposition référencée 25 DD 454. Elle est de type G2 phase avant-projet (G2 AVP), conformément à la définition des missions géotechniques de la norme NF P 94-500 de novembre 2013, soit :

- la définition d'un programme d'investigations géotechniques spécifiques, sa réalisation ou son suivi technique, et l'exploitation des résultats.
- la définition du contexte et des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet.
- la définition des principes de construction envisageables.
- la réalisation d'une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.

La rédaction de ce rapport passe par :

- la détermination du contexte géologique et l'identification des aléas.
- la description de la nature des terrains rencontrés et de leurs caractéristiques.
- les relevés des niveaux d'eau lors de nos investigations.
- la reconnaissance des fondations des existants et mitoyens.
- la réalisation d'essais en laboratoire afin de connaître :
 - la classification des matériaux et appréhender leur sensibilité vis-à-vis des variations hydriques notamment.

Conformément à notre proposition, ce document devra être suivi d'une mission G2 PRO lorsque les choix techniques seront arrêtés et que le plan des fondations et descentes de charges seront établis. Cette étude G2PRO sera portée au DCE (Dossier de Consultation des Entreprises).

Pour rappel, l'enchaînement des missions à réaliser est reporté en annexe du présent rapport.

Ne font pas partie de notre mission :

- la recherche de polluants.
- l'étude hydrogéologique, étude de la compétence d'un hydrogéologue.
- l'étude structurelle des ouvrages existants.

A.2 DOCUMENTS REMIS

En date de rédaction du présent rapport, les éléments à notre disposition sont les suivants :

- Plan de masse du projet avec implantation prévisionnelle des sondages

A.3 DESCRIPTION DU SITE ET DES AVOISINANTS

Le terrain se situe sur le site du Pôle logistique de la Police Nationale, au niveau du Bâtiment J, aujourd'hui utilisé pour le stockage de divers articles légers sur palette.

La topographie naturelle montre une légère déclivité vers le Sud-Ouest, d'environ 1.0 m de dénivelé sous l'emprise du bâtiment.

D'un point de vue géomorphologique, nous sommes sur le versant d'une colline limousine.

Actuellement la surface est occupée par un bâtiment à l'ossature métallique, qui comporte un dallage dont le revêtement est vétuste. Les joints de fractionnement de ce dernier semble avoir légèrement travailler dans le temps.



Figure 1 – Plan de situation

A.4 CONNAISSANCE DU PROJET

Le projet prévoit la réfection du plancher bas, ou au moins de son revêtement. Il prévoit également la réfection de la toiture, ainsi que le rehaussement des murs périmétriques intérieurs.

A l'extérieur, un accès poids-lourds avec zone de déchargement est envisagé. Pour cela, la voirie sera reprise et étendue.

Le bâtiment ne possède pas de niveau de sous-sol.

La structure restera avec une ossature et un bardage métallique, et avec une protection intérieur constituée de murs coupe-feux de 2,0m de hauteur.

A ce stade de l'étude et à notre connaissance, le calage du zéro du plancher bas du projet sera identique à celui du bâtiment existant.

À ce stade de l'étude, nous ne connaissons pas les descentes de charges, mais elles devraient être des ordres de grandeur suivants :

$\leq 3 \text{ t} / \text{m}^2$ pour le plancher bas

$\leq 10 \text{ t} / \text{appui ponctuel}$

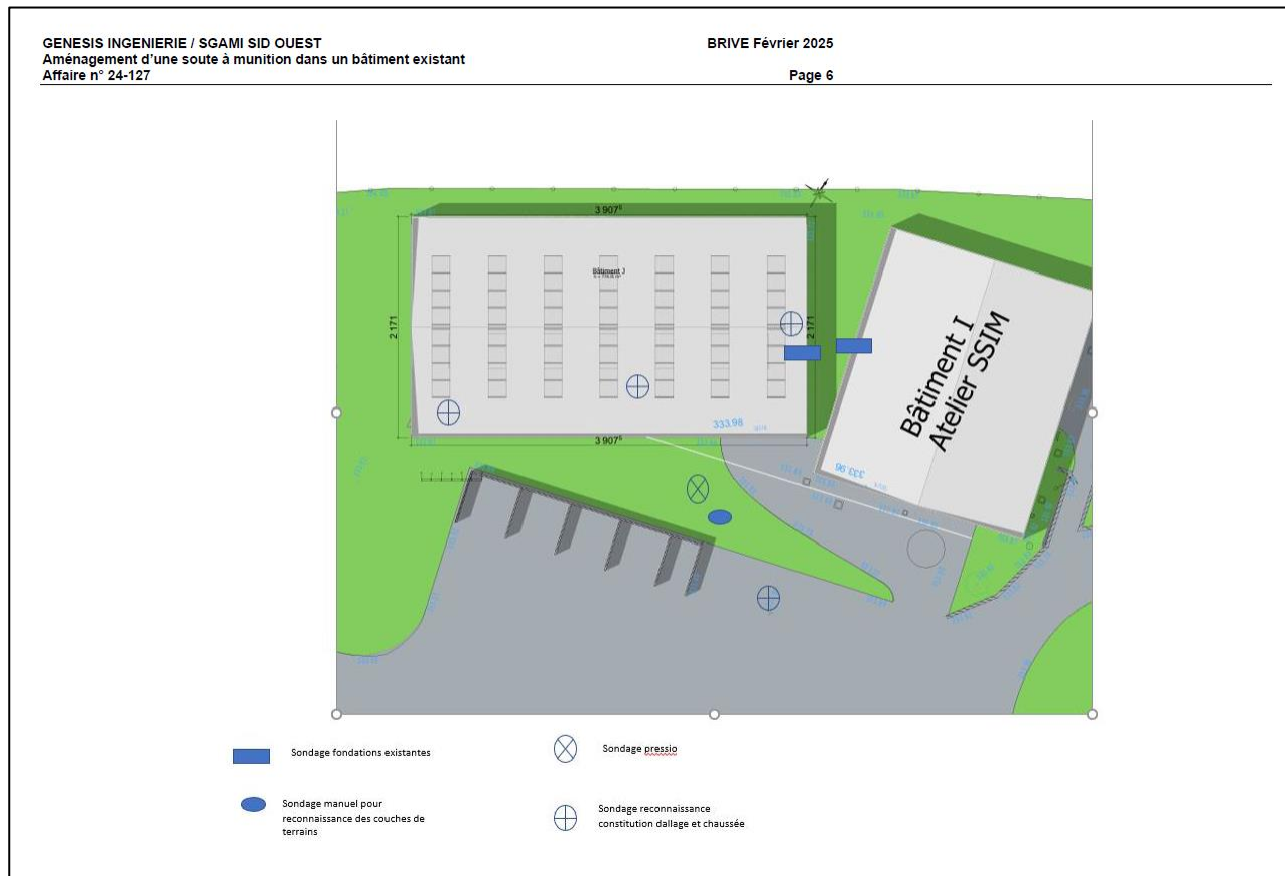


Figure 2 – Plan du projet

Remarque : les conclusions de ce rapport sont basées sur ces éléments. Toute modification du projet, notamment en ce qui concerne le calage altimétrique de l'ouvrage et son implantation peuvent remettre en cause les solutions techniques et préconisations retenues.

B. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS

Après réception des DICT réglementaires et sécurisation de nos points de sondages, nous avons réalisé les investigations suivantes (date d'intervention : 28/04/2025) :

- investigations in-situ :

| Type de sondage | Quantité | Nom | Prof. (m/TA) |
|--|----------|---------|--------------|
| Sondage pressiométrique | 1 | P1 | -10.0 |
| Essai au pénétromètre dynamique | 5 | D1 | -0.4® |
| | | D2 | -2.3® |
| | | D3 | -1.0® |
| | | D4 | -0.4® |
| | | D5 | -0.8® |
| Sondage à la tarière mécanique | 1 | T1 | -2.0 |
| Fouille de reconnaissance de fondation | 2 | F1 | / |
| | | F2 | / |
| Piézomètre temporaire (*) | 1 | Pz1 | / |
| Carottage + Pachomètre | 4 | C1 à C4 | / |

® Sondage/essai arrêté au refus

(*) son suivi au cours du temps ne fait pas partie de notre mission

- essais en laboratoire :

| Type d'essai | Quantité |
|----------------------------|----------|
| Teneur en eau | 1 |
| Valeur au bleu (VBS) | 1 |
| Essai granulométrique | 1 |
| Essai de compression (RC)* | 4 |

* les essais de compression feront l'objet d'une mise à jour du rapport lorsqu'ils seront disponibles.

L'implantation ainsi que les profils des différents sondages sont donnés en annexe.

Remarques :

- Au regard de la technique de forage employée, la précision sur la profondeur des différentes interfaces est de l'ordre de 0.2 à 0.4 m.
- L'implantation des points de reconnaissance prend en compte les aménagements et accès du site ainsi que la présence des réseaux enterrés.
- N'ayant pas de plan topographique lors de l'exécution des sondages, nos sondages ne sont pas recalés en NGF. Le zéro de nos différents sondages correspond à celui du sol le jour de nos investigations.
- Initialement 3 carottages avec sondages au pénétromètre étaient prévus. Sur site, le maître d'ouvrage nous a sollicité pour réaliser un carottage supplémentaire, ce qui a porté à 4 le nombre de pachomètre, carottages et sondages dallage.

C. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

C.1 ALEAS

Le site du gouvernement www.georisques.gouv.fr recense les risques suivants sur LIMOGES :

- D'après la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles du BRGM (sources www.georisques.gouv.fr), la parcelle se situe en **zone de sensibilité d'aléa**

| | |
|----------------------|--------|
| LIMOGES | 1 |
| Niveau d'aléa ARGILE | Faible |

- Présence de pollution (sources BRGM-MEDDE ; www.georisques.gouv.fr) dans un rayon de 500 m :

Non **Oui**



- Présence de mouvements de terrain historiques (sources BRGM-MEDDE ; www.georisques.gouv.fr) dans un rayon de 500 m :

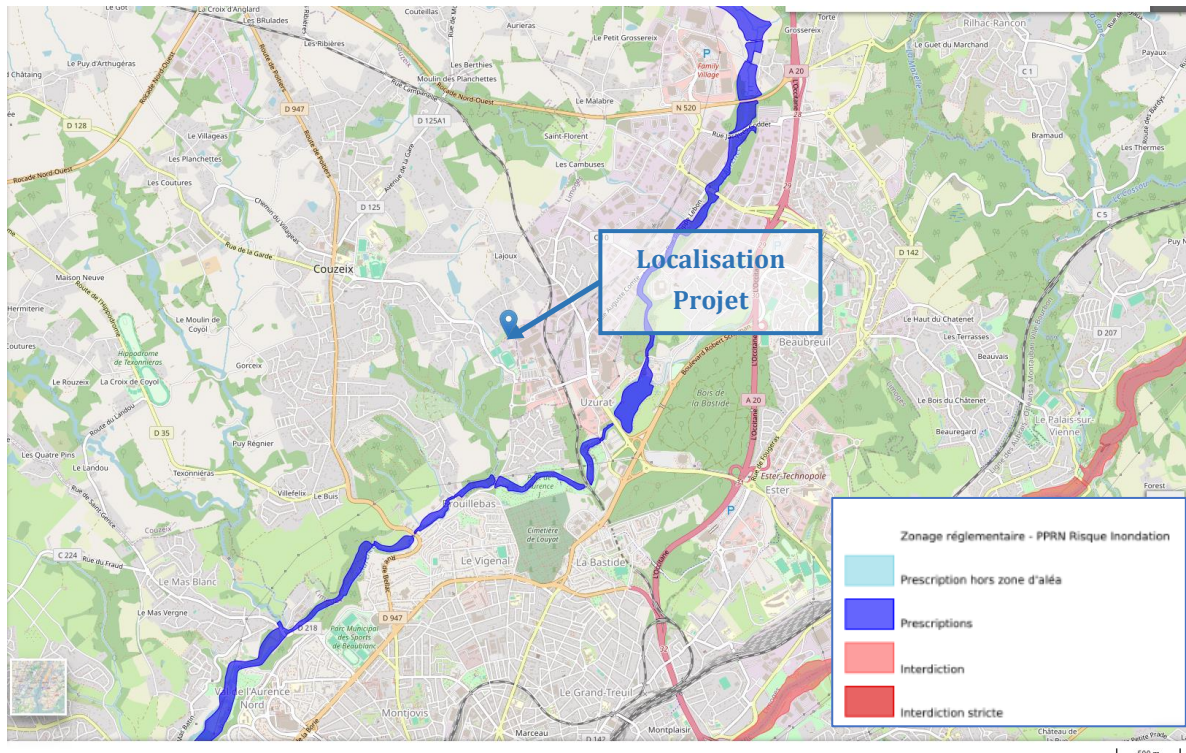
Non **Oui**

- Présence de cavités souterraines naturelles (source www.georisques.gouv.fr) répertoriées dans un rayon de 500 m autour de la parcelle :

Non **Oui**

- Risques d'inondations : D'après la carte d'aléa « remontées de nappe – inondations dans les sédiments » (source www.georisques.gouv.fr) la parcelle se situe en **zone** :

Neutre suivant le PPRN



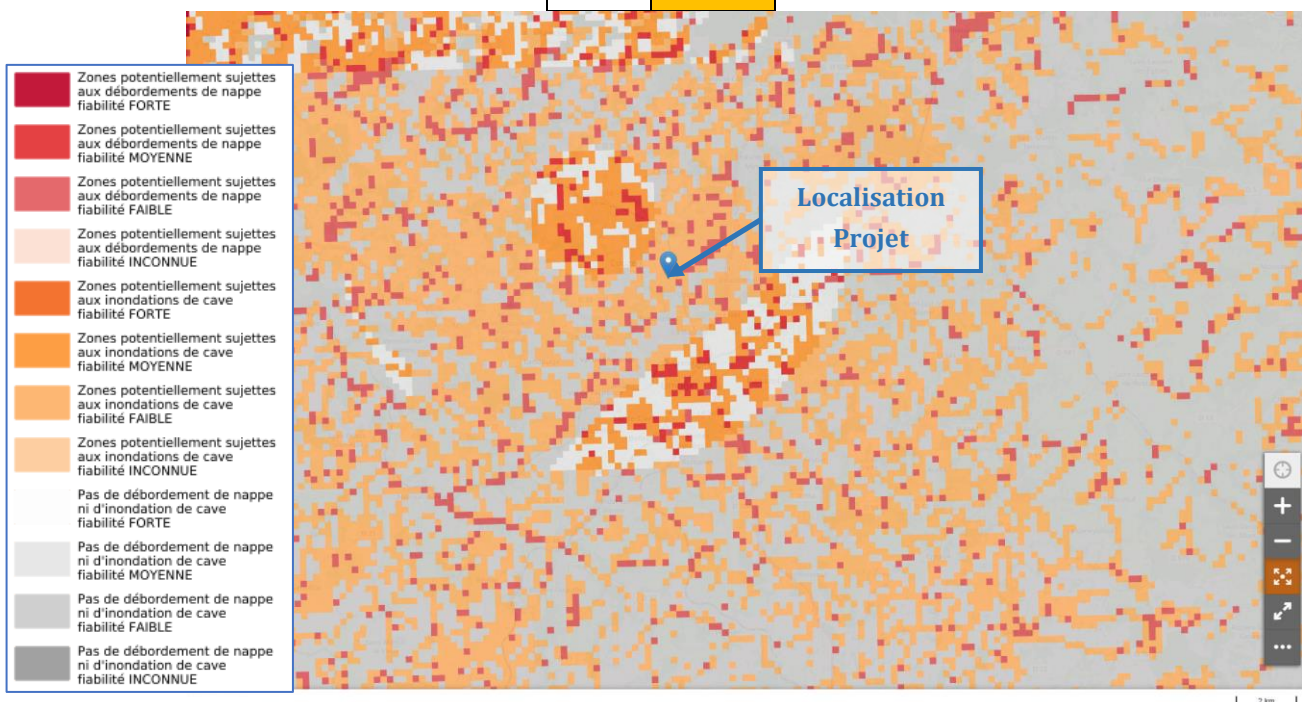
Il conviendra donc de se référer au PPRI en vigueur.

- Aléas aux débordements : D'après la carte d'aléa « remontées de nappe – inondations dans les sédiments » (source www.georisques.gouv.fr) la parcelle se situe en **zone** :

Non exposée suivant le PPRN

- Aléas aux remontées de nappe : D'après la carte d'aléa « remontées de nappe – inondations dans les sédiments » (source www.georisques.gouv.fr) la parcelle se situe en **zone** :

Non **Oui**



- Présence de radon (sources BRGM-MEDDE ; www.georisques.gouv.fr) dans un rayon de 500m :

| | |
|---------------------|------|
| LIMOGES | 3 |
| Niveau d'aléa RADON | Fort |

- prise en compte du risque sismique conformément aux décrets n°2010-1254 et 2010-1255 en date du 22/10/2010 et au regard de l'EUROCODE 8 en vigueur :
 - zone de sismicité 2 (aléa faible) + catégorie d'importance du projet IV * → règles parasismiques de l'Eurocode 8.
 - Classe de sol : A
Accélération nominale de référence $A_g = 0.7 \text{ m/s}^2$
 - en zone de sismicité 1 et 2 le phénomène de liquéfaction est négligeable.

*à confirmer par les maitrises d'œuvre et d'ouvrage

C.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le site est répertorié sur la carte géologique au 1/50000^{ème} de LIMOGES, au droit de la formation référencée *A*, correspondant à des formations métamorphiques qui présentent généralement un faciès de *Substratum altéré non identifiable et colluvions de plateaux*.

Les coupes lithologiques obtenues sur site diffèrent sensiblement avec ces données bibliographiques.

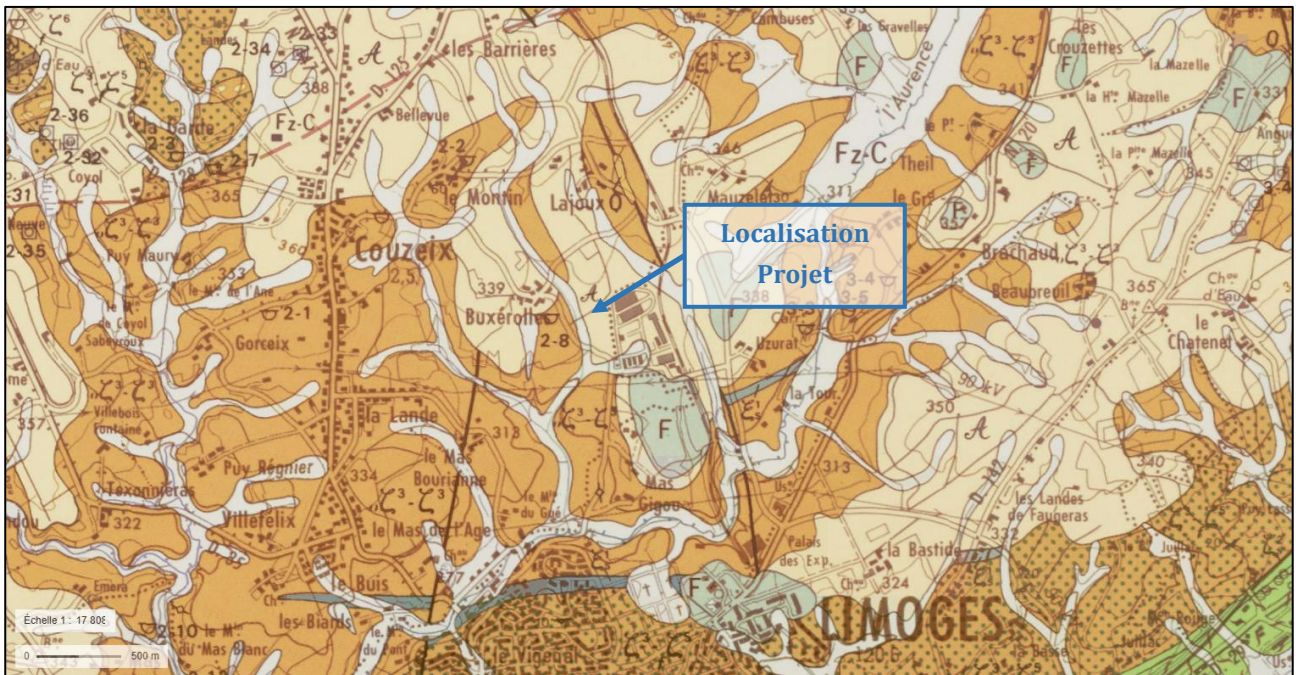
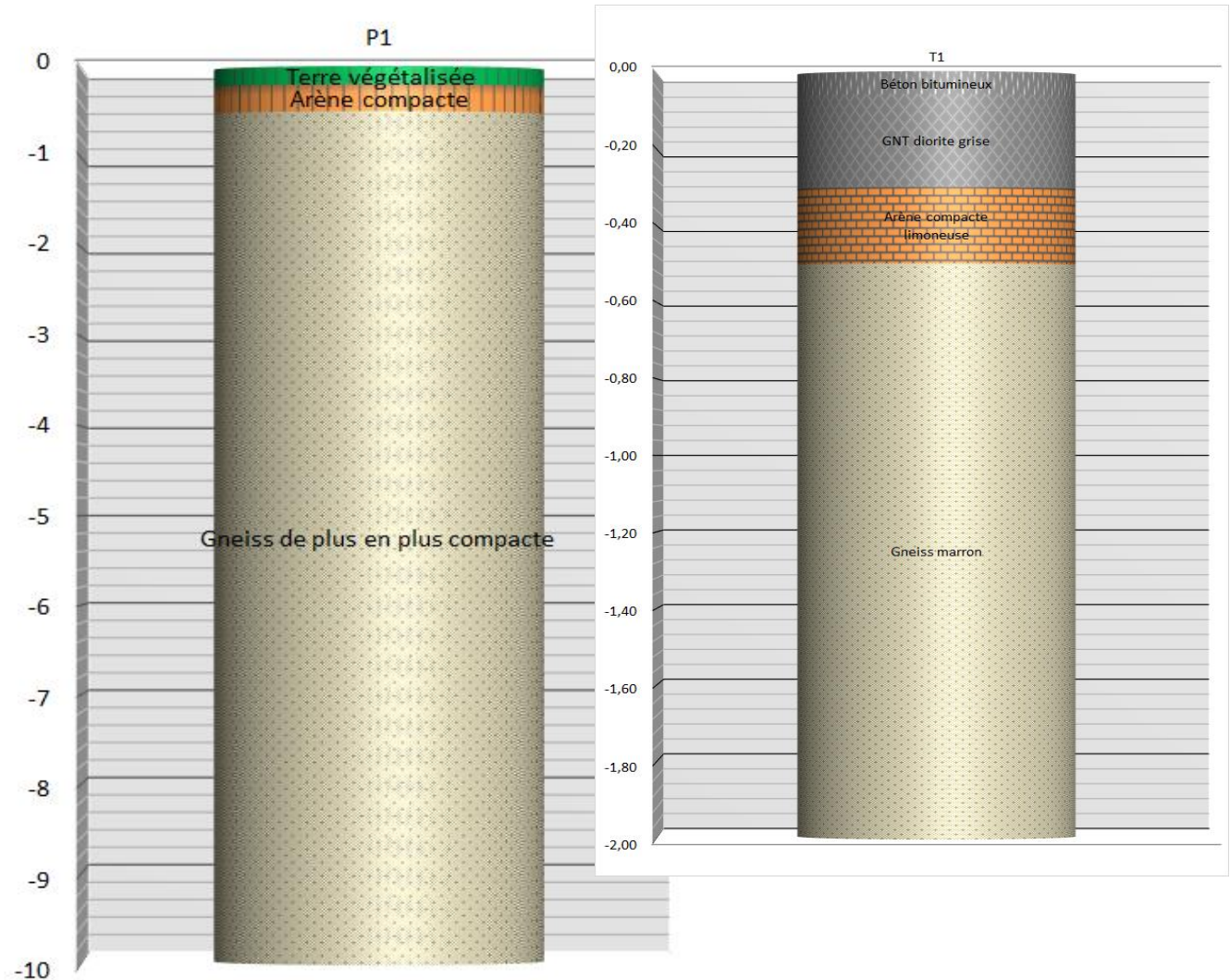


Figure 3 – Extrait de la carte géologique (source Infoterre)

C.3 LITHOLOGIE ET CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Suite à la réalisation des investigations, sous l'horizon végétalisé et les revêtements superficiels bitumineux et/ou graveleux, nous avons obtenu les coupes de sols suivantes autour du projet :



Le contexte géotechnique est donc le suivant :

- **couche 1 : Remblais d'assise du dallage**

Sous le plancher bas en béton, nos investigations traversent tout d'abord une couche de matériaux rapportés graveleux. Cet horizon correspond à des matériaux d'apport constituant l'assise du dallage. Nous relevons des épaisseurs de remblais variant entre 10 cm en C1 à 20 cm en C2.

La compacité de ces remblais est satisfaisante avec plus de 20 MPa de résistances dynamiques.

- **couche 2 : Arène gneissique**

Ensuite, la frange d'altération du substratum sous-jacent est reconnue. Elle est constituée d'une arène gneissique qui produit un limon sableux lorsque les sols sont mobilisés ou très altérés. L'épaisseur de cette arène d'altération est très variable. Ainsi, en D1 et en D4, tous les deux réalisés dans le secteur Est du bâtiment, cette arène est

presque absente. Nous mesurons en effet seulement 20 cm de matériaux altéré. En revanche, en D2 et D3, côté Ouest du bâtiment, nos sondages évoluent dans 1 à 2 ml de matériaux moyennement altérés.

Des valeurs de résistances dynamiques autour de 10 à 15 MPa sont obtenues, ce qui reste très satisfaisant.

- **couche 3 : Rocher gneissique (Gneiss)**

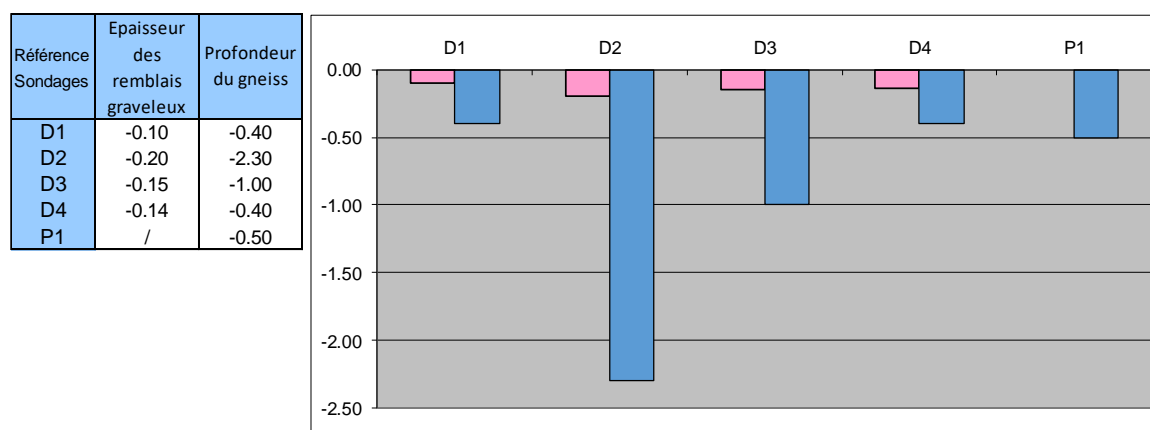
Ensuite, le substratum rocheux est atteint. Nous obtenons alors des refus pénétrométriques ($q_d > 40$ MPa) sur le toit de cette formation compacte. Le forage P1 évolue jusqu'à -10 ml sans rencontrer la moindre hétérogénéité. Tous les essais pressiométriques réalisés enregistrent plus de 4.8 MPa de pression limite, ce qui est excellent. Même l'essai réalisé à seulement -1.0 m révèle un matériau très compact.

Le tableau suivant résume les données géomécaniques mises en évidence lors des sondages :

| Couche | Base de la formation (m/TA) | Caractéristiques mécaniques |
|----------|-----------------------------|---|
| Remblais | -0.2 | $10 \leq q_d \leq 20$ MPa |
| Arène | -de -0.4 à -2.2 | $8 \leq q_d \leq 10$ MPa |
| Gneiss | < -10.0 | $p_l^* \geq 4.8$ MPa $E_M \geq 140$ MPa Refus pénétrométrique $Q_d > 40$ MPa |

Les tableaux et graphique ci-après font la synthèse des résultats obtenus en termes d'épaisseur des remblais et de profondeur de ce substratum gneissique.

Epaisseur des remblais graveleux
Profondeur du gneiss
par rapport au sol actuel



ANALYSE STATISTIQUE

| | Profondeur moyenne | Profondeur minimale | Profondeur maximale |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Epaisseur des remblais graveleux | -0.1 m | -0.10 m | -0.20 m |
| Profondeur du gneiss | -0.9 m | -0.40 m | -2.30 m |

C.4 RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

C.4.1 Classifications GTR

A la faveur des sondages, des prélèvements d'échantillons remaniés ont été réalisés afin de permettre des analyses en laboratoire. Le tableau suivant fait la synthèse des résultats obtenus :

| Sondage | Profondeur (m) | Wnat (%) | Passant à 80 µm (%) | Passant à 2 mm (%) | VBS | Classe GTR |
|---------|----------------|----------|---------------------|--------------------|-----|------------|
| P1 | -0.5 | 11.3 | 70.3 | 86.3 | 0.2 | R6/A1 |

Ils mettent en évidence des sols de classe R6/A1.

D'un point de vue granulométrique, nous sommes avec un matériau qui se rapproche d'un limon (classé A1 suivant le GTR). Mais le prélèvement a été réalisé à la faveur d'un forage à la tarière mécanique et donc remanié, pour ne pas dire broyé dans le cas présent. D'un point de vue lithologique, nous sommes en fait face à un rocher métamorphique faiblement altéré. Les matériaux de la classe A1 sont des sols fins, peu plastiques et très sensibles aux variations hydriques qui voient leurs caractéristiques mécaniques chuter brutalement en cas d'apport d'eau et dont la sensibilité au retrait est limitée et le potentiel de gonflement est nul.

C.4.2 Résistance à la compression uni axiale

Les essais réalisés en laboratoire obtiennent les valeurs de résistance à la compression suivantes :

| Carotte | RC (MPa) | densité |
|---------|----------|---------|
| C1 | 27.5 | 2.34 |
| C2 | 15.5 | 2.35 |
| C3 | 14.3 | 2.59 |
| C4 | 28.7 | 2.55 |

Le détail des essais est fournis en annexe.

C.5 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

C.5.1 Niveaux d'eau

Le site est entouré par un réseau hydrographique comprenant notamment :

- *L'AURENCE* est une rivière française de la région Nouvelle-Aquitaine, qui coule entièrement dans le département de la Haute-Vienne, plus précisément l'agglomération de Limoges. C'est un affluent de la Vienne, donc un sous-affluent de la Loire. Elle se situe à l'Est à 1.34 km et au Sud à 1.33 km du projet.
- *Le Mas Guigou* est un cours d'eau naturel. Il prend sa source dans la commune de Couzeix et se jette dans L'Aurence au niveau de la commune de Limoges. Son bras s'écoule à 136.98 m à l'Ouest et le cours d'eau principal s'écoule à 968.34 m au Sud du projet.
- sources éventuelles.

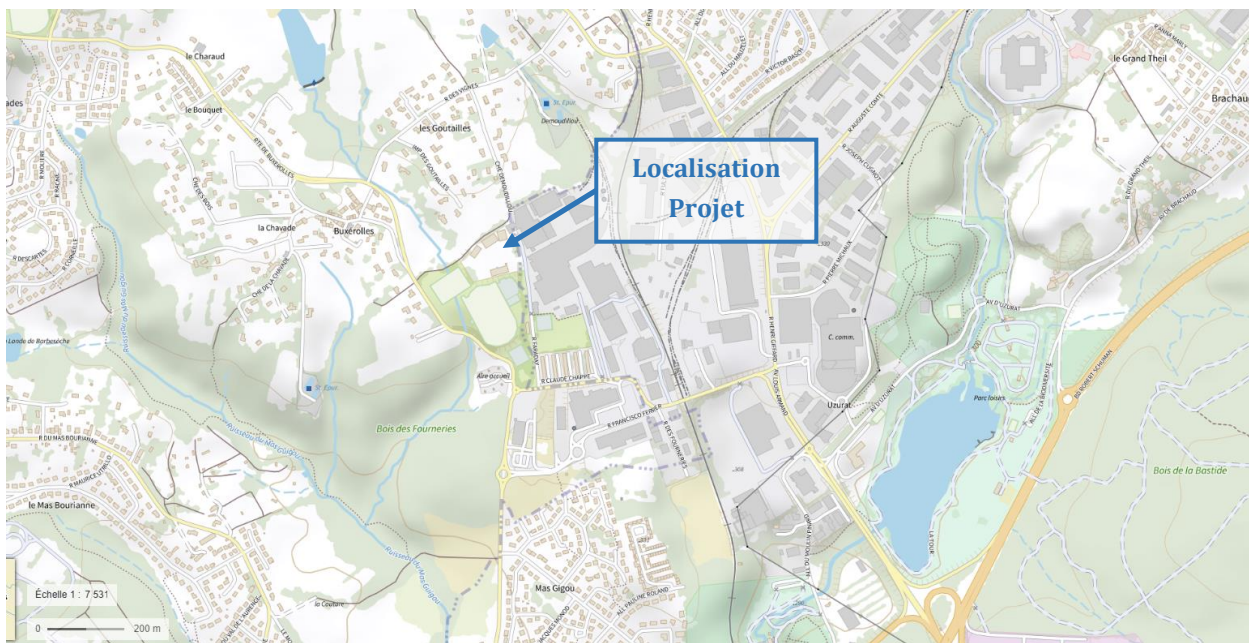


Figure 4 – Extrait de la carte hydrographique (source Geoportail)

Un niveau de nappe apparaissait vers -2.40m à la fin du forage profond.

A ce propos 1 tube piézométrique a été mis en place en P1 pour permettre un éventuel suivi de l'évolution de ce niveau (NPHE vers février, mars).

Précisons que cette observation a été réalisée peu de temps après la fin des sondages. Cette donnée ne permet pas d'apprécier l'évolution de la nappe au cours de l'année, et encore moins le niveau des plus hautes eaux.

Remarque :

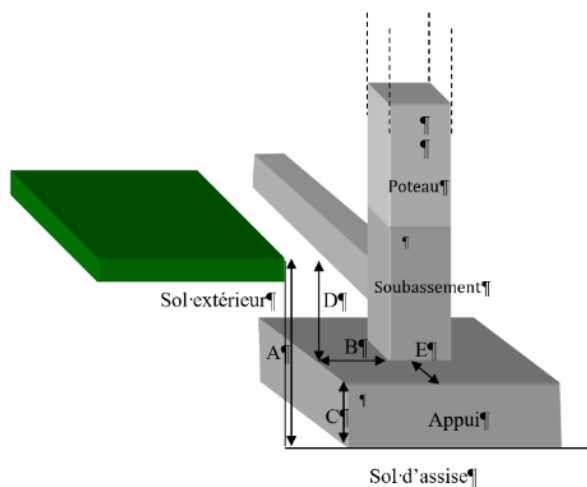
- *si nécessaire, il appartient aux responsables du projet de se renseigner auprès des services compétents sur le niveau des plus hautes eaux et sur le caractère inondable du site. Seul un bureau d'étude hydrogéologique pourra donner les niveaux remarquables de la nappe.*
- *Le suivi de cette nappe n'est, pour l'instant, pas prévu dans notre mission.*

C.6 RECONNAISSANCES DES FONDATIONS EXISTANTES

Deux fouilles ont été réalisées en pied du bâtiment existant et voisin afin de visualiser la géométrie de leurs fondations.

Les caractéristiques suivantes ont été mises en évidence :

| Sondages | F1 | F2 |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Bâtiment | Bât J | Bât I |
| Type de la fondation | Appui isolé béton | Appui isolé béton |
| Encastrement / sol extérieur (A) | -0.85 m | -0.70 m |
| Largeur du débord extérieur (B) (xE) | 0.35 x 0.50 m | 0.50 x 0.50 m |
| Épaisseur de la fondation (C) | 0.40 m | 0.60 m |
| Profondeur de l'arase supérieure (D) | -0.45 m | -0.10 m |
| Nature des matériaux d'assise | Gneiss | Gneiss |
| Présence d'un drain | non | non |



C.7 CAROTTAGE DALLAGE

Les pachomètres et les carottages du dallage en place ont révélé les épaisseurs suivantes :

| Référence carottage | C1 | C2 | C3 | C4 |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Épaisseur dalle | 13,5 cm | 13,5 cm | 17,5 cm | 16,0 cm |
| Nature dalle | Terre-plein | Terre-plein | Terre-plein | Terre-plein |
| Maillage du ferrailage | / | 15 x 15 cm | / | / |
| Diamètre des ferrailles | 4 mm | 4 mm | 4 mm | 4 mm |
| Position des ferrailles / base du dallage | +1.5 cm | +3.5 cm | +3.5 cm | +4.0 cm |
| Polyane | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Épaisseur remblais d'assise | 10 cm | 20 cm | 15 cm | 14 cm |
| Nature remblais d'assise | GNT 0/31,5 gneiss | GNT 0/31,5 gneiss | GNT 0/31,5 gneiss | GNT 0/31,5 gneiss |
| Sol d'assise | Gneiss | Arène | Arène | Gneiss |

La position du treillis métallique étant à plus de 10 cm de profondeur, sa détection n'est pas possible avec du matériel classique de détection.

C.8 PARAMETRES SISMIQUES ET ETUDE DE LA LIQUEFACTION

La commune est en zone de sismicité 2 (faible) conformément aux décrets n° 2010 – 1254 et 2010 – 1255 du 22/10/2010. Compte tenu de la catégorie de l'ouvrage (catégorie IV), les règles de construction parasismique sont à prendre en compte. Dans le cas présent, on appliquera les dispositions données dans l'Eurocode 8 ou règles de construction parasismique encore en vigueur :

| Sol de classe | A |
|------------------------------------|------------------------------|
| Valeur du paramètre de sol | S = 1.0 |
| Accélération du sol « au rocher » | $a_{gr} = 0.7 \text{ m/s}^2$ |
| Catégorie d'importance du bâtiment | IV * |
| Coefficient d'importance | 1.4 |
| Potentiel de liquéfaction des sols | nul |

* à valider par le bureau de structure et/ou l'équipe de maîtrise d'œuvre.

Le site étant en zone de sismicité 2, l'analyse de liquéfaction n'est pas nécessaire.

D. PRINCIPES DE CONSTRUCTION EN PHASE AVANT-PROJET

D.1 CHOIX DES SOLUTIONS TECHNIQUES

Étant donné les éléments suivants :

- la présence d'un rocher gneissique peu altéré dès la surface.
- la présence de structures existantes conservées et restaurées (bâtiments et voiries) sur la périmétrie du projet.
- La surcharge du plancher bas existant avec des descentes de charges modérées.

Un BET structure pourra quantifier les surcharges possibles du dallage en place, mais le sol d'assise permet d'encaisser des charges largement supérieures aux sollicitations demandées.

Les paramètres de sol à retenir pour le dimensionnement d'un dallage sont détaillés dans les paragraphes suivants.

D.2 PARAMETRES DE SOL

La justification des dallages est réalisée conformément au DTU 13.3.

D.2.1.1 Modèle de sol

A ce stade de l'étude nous retiendrons la coupe géotechnique suivante :

| Horizon | Prof. base (m/TA) | E_m (MPa) | α | E_s (MPa) |
|-----------------|-------------------|-------------|----------|-------------|
| Couche de forme | -0.2 | 50 | / | 50 |
| Arène | -1.0 | 30 | 0.66 | 45 |
| Gneiss | <-10.0 | 100 | 0.5 | 200 |

D.2.1.2 Contrainte admissible

En termes de contrainte, on pourra retenir la valeur maximale suivante admissible par l'ouvrage :

| | |
|-------------|---------------------|
| q net | 690 kPa |
| q v;d (ELU) | 410 kPa |
| q v;d (ELS) | 250 kPa ou 2.5 bars |

A partir des différents enregistrements, on peut estimer le terme de raideur du sol naturel d'assise à 17000 kPa/m.

D.2.1.3 Estimation des tassements

Sur la base de la coupe géotechnique précédente et des données du projet, nous avons réalisé une estimation des tassements engendrés sous une charge de 3 t / m². Les résultats obtenus montrent un tassement absolu inférieur à 0.5 cm.

Il conviendra au BET de s'assurer de la compatibilité de ce tassement avec le comportement de l'ouvrage et de son exploitation.

D.3 RECONSTRUCTION DU PLANCHER BAS

Dans le cas où la dalle en place ne permettrait pas de justifier la surcharge voulue, alors il faudra prévoir de la refaire. De prime abord, deux solutions sont envisageables :

- Soit la démolition et la reconstruction d'une dalle dans les règles de l'Art
- Soit le coulage d'une nouvelle dalle par-dessus le plancher existant.

D.3.1.1 Sujétions d'exécution et réalisation de la couche de forme

Les précautions suivantes devront être prises en compte pour la préparation de la plateforme de la couche de forme :

- intervention en période climatique favorable.
- démolition de la dalle existante et purge des débris produits.
- Re compactage de la couche de forme en place

D.3.1.2 Contrôles

La réalisation du dallage (mise en œuvre, choix des matériaux, contrôles...) devra se conformer aux préconisations du DTU 13.3 et du guide GTR édité en 1992 par le SETRA. Le contrôle de la réalisation de cette couche de forme prévoira au minimum :

- vérification des matériaux constituant la couche de forme par fourniture de la fiche produit.
- vérification de la qualité de la couche de forme par réalisation d'essais à la plaque avec un nombre minimal de 3 essais + 1 essai par tranche de 1000 m². Les critères minimum de réception sont :
 - pour les bâtiments industriels ou assimilés soumis à des charges d'exploitation > 2t/m² ou $Q_{mobile} > 2t/m^2$: un Module de Westergaard > 50 MPa/m, un module EV2 > 70 MPa et un rapport EV2 / EV1 < 2,2.

D.4 DISPOSITIONS GENERALES

D.4.1 Purges et terrassements

Les terrassements au sein du substratum gneissique pourraient nécessiter l'utilisation d'engins adaptés type BRH ou équivalent.

Les terrassements liés à la mise en place d'éventuels systèmes d'infiltration ne devront pas impacter les matériaux d'assise du dallage à venir ou existantes.

D.4.2 Réutilisation des matériaux

L'horizon végétalisé ne pourra être réutilisé que pour les aménagements d'espaces verts.

Les matériaux classés A1 ou B5 pourront être réutilisés en remblai / couche de forme sous condition de respecter les préconisations du guide GTR (maîtrise de la teneur en eau, aération, traitement selon test d'aptitude).

Les matériaux issus des terrassements au sein des autres horizons non caractérisés devront faire l'objet d'analyses en laboratoire afin de déterminer les possibilités de réemplois.

D.4.3 Mitoyenneté

Compte tenu de la présence de structures existantes en mitoyenneté directe du projet, l'entreprise s'assurera que la technique employée et que le matériel nécessaire à l'exécution des fondations n'engendre pas de dommage sur les existants et avoisinants.

L'implantation des fondations devra prendre en compte la géométrie des infrastructures existantes.

Au droit des mitoyens, dans le cas où la règle des 3 de base pour 2 de hauteur ne peut pas être respectée, le BET structure s'orientera vers les solutions suivantes en fonction de la configuration :

- création de semelles filantes perpendiculaires au bâtiment existant ou semelles isolées de façon à ce que le terrassement soit très ponctuel au droit des fondations existantes.
- rattrapage de l'assise des fondations existantes par la mise en œuvre d'un gros béton.
- fondations décalées avec une longrine de redressement pour reprendre les charges de la structure.

Si le niveau d'assise des fondations projet préconisé est plus profond que l'assise des fondations mitoyennes, il conviendra alors de prendre en compte les efforts induits par les fondations existantes sur les nouvelles fondations.

Les terrassements linéaires le long d'un mitoyen fondé superficiellement (notamment pour la réalisation de semelles filantes ou la mise en œuvre de longrines) sont à éviter, mais sans autre possibilité, ils devront être réalisés en touches de piano par passes alternées. La largeur des passes sera adaptée à la tenue des terres et validée dans le cadre d'une mission spécifique.

Toute reprise en sous-œuvre des existants en mitoyenneté du projet est à proscrire sans étude spécifique.

D.5 ÉTUDE DES VOIRIES

Après décapage du niveau végétalisé et terrassement de la plateforme voirie, le cas d'un fond de forme PST n°3 AR1 peut être envisagé. Ainsi, il sera indispensable de réaliser une couche de forme, composée de matériaux insensibles à l'eau et non gélifs (type R21, R41 ou R61), mis en œuvre par couches successives, soigneusement compactées, visant un module EV2 > 50 MPa pour obtenir une plateforme de type PF2 ou EV2 > 120 MPa pour obtenir une plateforme de type PF3.

Pour l'épaisseur de la couche de forme on se référera au tableau suivant :

| Condition de PST et d'Arase | PST3 / AR2 | |
|-------------------------------|------------|--------|
| Classe plateforme à obtenir | PF2 | PF3 |
| -Option remblais type GNT | 0.30 m | 0.50 m |
| -Option type GNT + géotextile | 0.25 m | 0.50 m |

Remarque : les épaisseurs indiquées précédemment et dans les guides de conception sont indicatives, basées sur le GTR et les expériences de chantiers. Elles sont toujours fonction des conditions de réalisation du chantier. Dans tous les cas, on réalisera une planche d'essais pour s'assurer de la pérennité de la solution prévue et on adaptera l'épaisseur de la couche de forme si nécessaire, en phase chantier, en fonction des premiers contrôles de compactage.

Ces dispositions conduiront à une plate-forme support de chaussée de classe PF2 ou PF3, à prendre en compte pour le dimensionnement des différents corps de chaussée. La structure de voirie sera dimensionnée par l'entreprise en fonction du trafic, de son taux de croissance et de la durée de vie envisagée.

A titre d'exemple, on peut retenir le dimensionnement suivant :

- Épaisseur des assises de chaussées recevant des Poids Lourds :

Avec un trafic type T5 (≤ 25 poids lourds par jour et par sens de circulation, ou Tc1 en trafic cumulé sur 20 ans), nous obtenons les structures de chaussée suivantes (structures en GNT) :

| | Avec une PF2 | Avec une PF3 |
|---------------------|--------------|--------------|
| Couche de surface | 6 cm de BB | 6 cm de BB |
| Couche de base | 15 cm de GNT | 10 cm de GNT |
| Couche de fondation | 25 cm de GNT | 10 cm de GNT |

Avec BB = béton bitumineux

GNT = grave non traitée

- Épaisseur des assises de chaussées recevant uniquement des Voitures Légères (parkings...) :

En ce qui concerne les voiries à très faible trafic (≤ 1 poids lourd par jour et par sens de circulation, ou TC0 pour en trafic cumulé sur 20ans). Nous obtenons ainsi les structures de chaussée suivantes (structures en GNT) :

| | Avec une PF2 | Avec une PF3 |
|---------------------|------------------|------------------|
| Couche de surface | 4 cm de BB ou ES | 4 cm de BB ou ES |
| Couche de base | 10 cm de GNT | 10 cm de GNT |
| Couche de fondation | 10 cm de GNT | 10 cm de GNT |

Avec ES = Enduit Superficiel

Remarques :

Ces structures sont proposées dans le cadre de sollicitations « normales ». Dans les secteurs plus délicats, s'ils existent, (zone de virage, de freinage surtout avec des semi-remorques), il peut s'avérer opportun de renforcer la couche de base avec un liant (ciment ou bitume) afin d'améliorer sa liaison avec la couche de roulement.

Autre remarque, ces assises sont dimensionnées par rapport au trafic de la phase définitive du projet, cela ne sera pas nécessairement en rapport avec la circulation de la phase chantier qui risque être plus agressive surtout s'il est envisagé la mise en place partielle de cette assise (comme c'est parfois le cas) et que les travaux se déroulent en période hivernale.

Ces structures supposent un sol naturel non affecté ni colonisé par des racines ou radicelles d'une éventuelle végétation environnante ou volontairement mise en place pour ombrager le parking. Si tel est le cas, il faut soit supprimer ces végétaux soit mettre en place des écrans anti-racinaire afin de prévenir toute modification des teneurs en eau du sol naturel sous l'emprise de la future chaussée.

Dernier point, la couche de forme est dimensionnée par rapport à un sol naturel fraîchement décapé et donc peu exposé aux intempéries. Si tel n'est pas le cas, cela pourrait avoir pour incidence un déclassement de la PST. Cela impliquerait alors une amélioration du matériau aux liants hydrauliques jusqu'à -0.35 m de profondeur pour ramener la PST dénaturée à la PST initiale.

E. CONCLUSIONS ET MISSIONS ULTERIEURES

E.1 CONCLUSIONS ET ALEAS RESIDUELS

Les conclusions du présent rapport sont fournies sous réserve des observations importantes jointes en annexe.

Suite à la réalisation de la présente étude G2 AVP, les aléas résiduels suivants subsistent :

- Épaisseur du niveau végétalisé anormalement importante (sol remblayé après dessouchage avec les produits de décapage...)
- Recouvrement d'une anomalie (cuves, réseaux, blocs, anciennes infrastructures ...) par des remblais de surface.
- Risque de gros blocs ou de structures enterrées dans les remblais de surface.
- Épaisseur variable d'un horizon sensible ou lâche en surface (en l'occurrence l'arène gneissique).
- Plateforme sensible aux intempéries après disparition du recouvrement végétalisé.
- Caractéristiques des horizons de surface anormalement importantes en raison d'une extrême dessiccation en période de déficit en eau (sécheresse).
- Sols de surface sensibles aux phénomènes de variations de teneur en eau (retrait, perte de portance en cas de saturation en eau).
- Profondeur / Nature variable du substratum.
- Risque d'anomalies structurales au sein du substratum (faille, dissolution karstique...)

E.2 MISSIONS ULTERIEURES

Le présent document concerne une mission de type G2 AVP/G5 avec une densité de sondages adaptée, afin de définir le contexte géotechnique global du projet. Cela n'exclut évidemment pas la présence d'anomalies, ou de points singuliers, entre les différents points de mesure.

Cette étude s'intègre dans le schéma des missions d'ingénierie géotechnique. Elle pourra faire l'objet de missions complémentaires, notamment missions G2 PRO en phase projet et G4 pour la supervision géotechnique d'exécution. La mission G3 reste à la charge de l'entreprise.

Pour la réalisation de l'étude G2 PRO, il conviendra de nous fournir les documents suivants :

- plans et coupes du projet avec calage altimétrique des niveaux.
- plan de fondations.
- descentes de charges.

Les ouvrages annexes non évoqués dans le présent rapport devront faire l'objet d'une mission complémentaire G3 ou G5 spécifique. Les ouvrages relatifs à l'exécution (grue, installation de chantier...) ne font pas partie des missions de conception (G1 et G2).

Nous restons à la disposition de la maîtrise d'œuvre lors de l'élaboration du projet.



Vincent MADELAINE
Responsable de l'étude

Pierre-Yves CAMBA
Contrôle interne

Annexe 1. Conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques / Classification des missions (4 pages)

Cadre de la mission

Par référence à la Classification des Missions Géotechniques types (Tableau 2 de la norme NF P94-500), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions géotechniques suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions G1 / G2 / G3 / G4 sont réalisées dans l'ordre successif.
- une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante.
- une mission type G1 à G5 n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport.
- une mission type G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique et de ses conclusions dans le cadre d'une nouvelle mission.

Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés aux géotechniciens chargés du suivi géotechnique d'exécution (G3) d'une part et de la supervision géotechnique d'exécution (G4) d'autre part, afin qu'ils en analysent les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbes...), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte rendu de la mission géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelés en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(Tableau 1 de la norme NF P94-500 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 le projet ou sur l'ouvrage existant | Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés | Fonction de l'élément géotechnique étudié |

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

(Tableau 2 de la norme NF P94-500 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 G4, 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

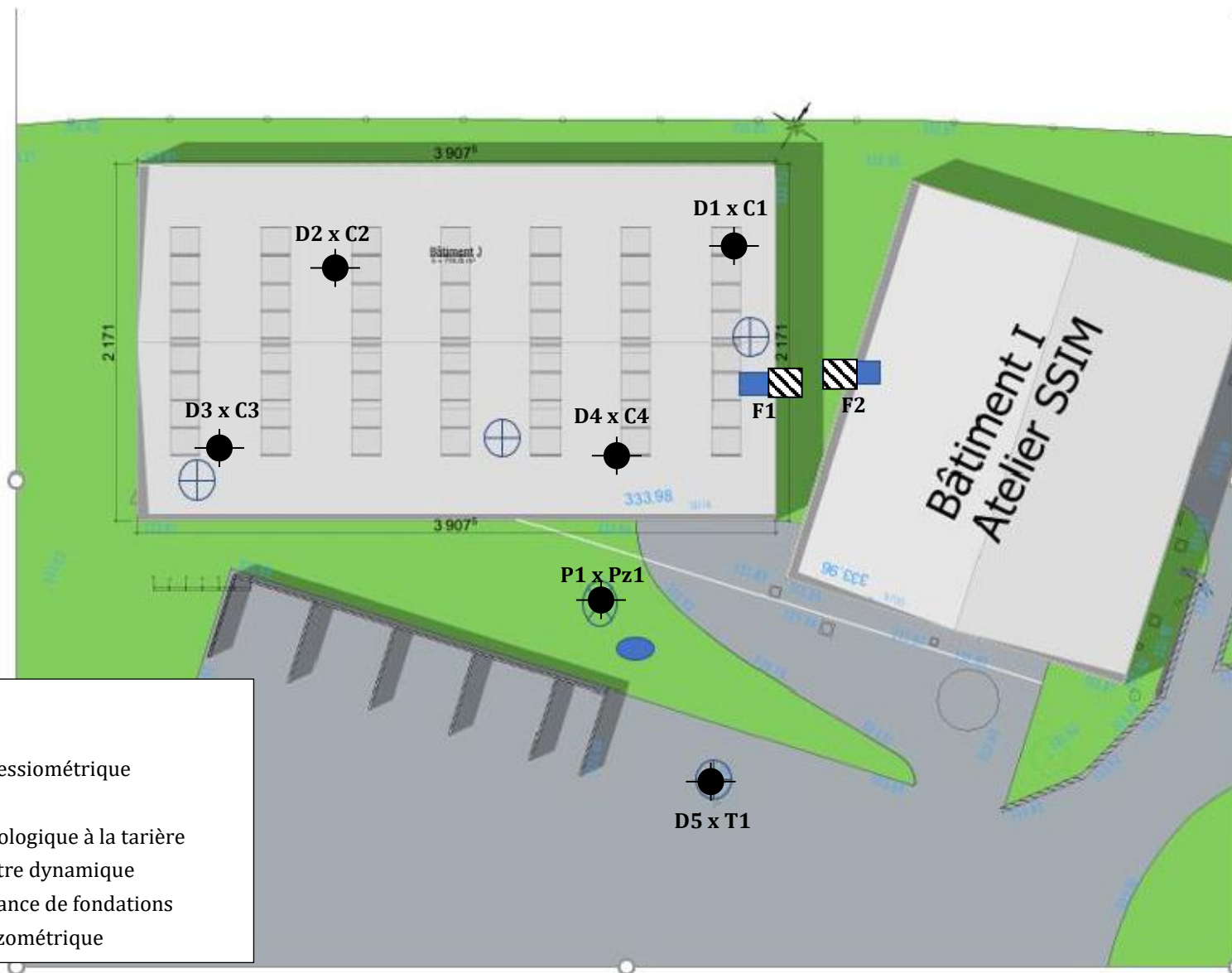
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique 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. Plan d'implantation des sondages (1 page)



Légende :

- P : Sondage pressiométrique
- C : Carottage
- T : Sondage géologique à la tarière
- D : Pénétromètre dynamique
- F : Reconnaissance de fondations
- Pz1 : Tube piézométrique

Annexe 3. PV des sondages et essais in situ (6 pages)

- Sondage pressiométrique : P1
- Sondages au pénétromètre dynamique : D1 à D4
- Sondages à la tarière mécanique : T1

FORAGES ET MESURES PRESSIOMETRIQUES P1

Réalisés selon la norme NF P 110-1

Chantier : Soute à Munitions

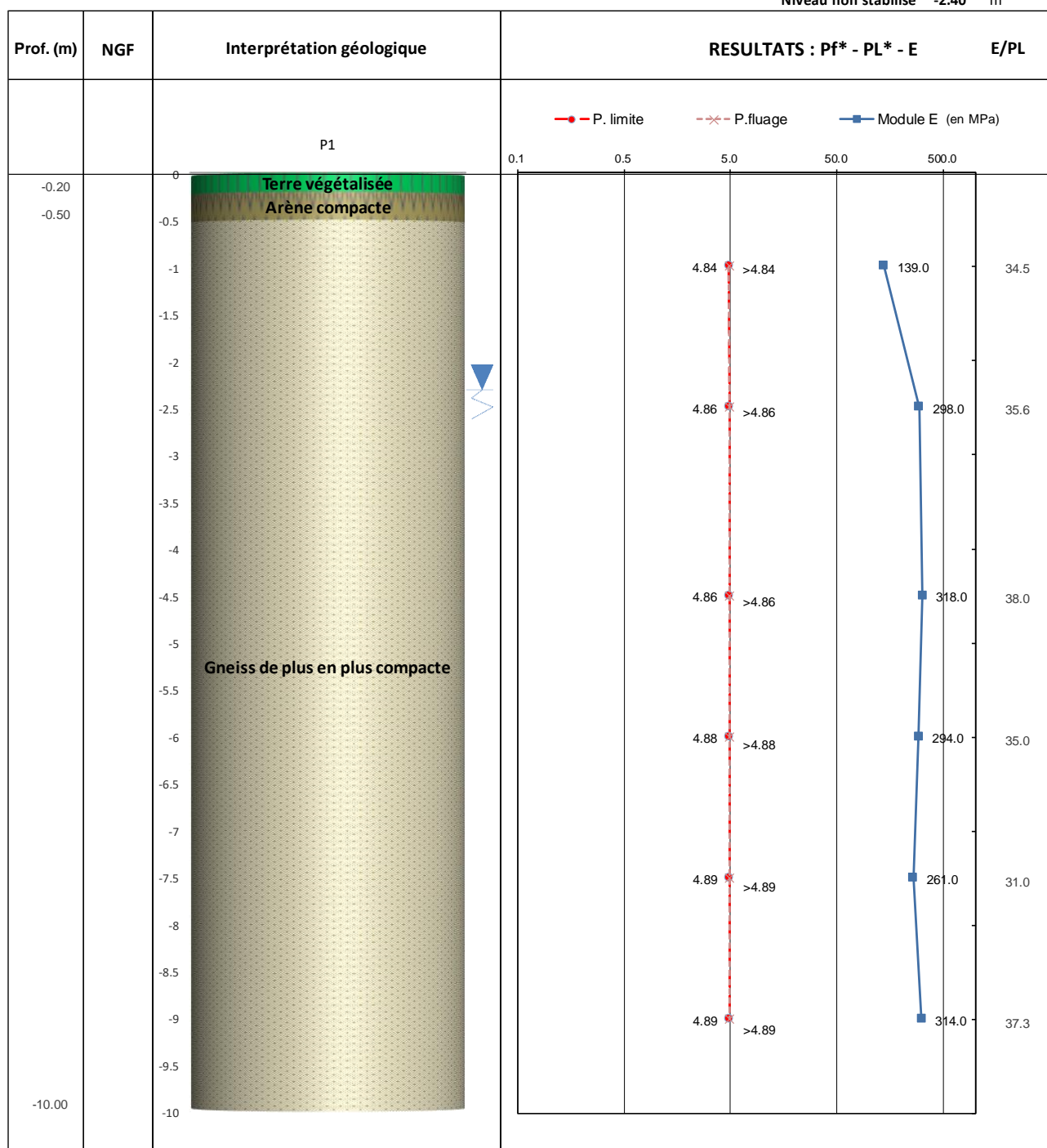
Date du sondage : 28 avril 2025

à LIMOGES

Localisation :
- X :
- Y :
- Z : NGF

Dossier : 25 RD 313

Niveau non stabilisé -2.40 m



Observations :

OPTISOL PENETROMETRE DYNAMIQUE
GÉOTECHNIQUE

CHANTIER: Aménagement soute à munitions

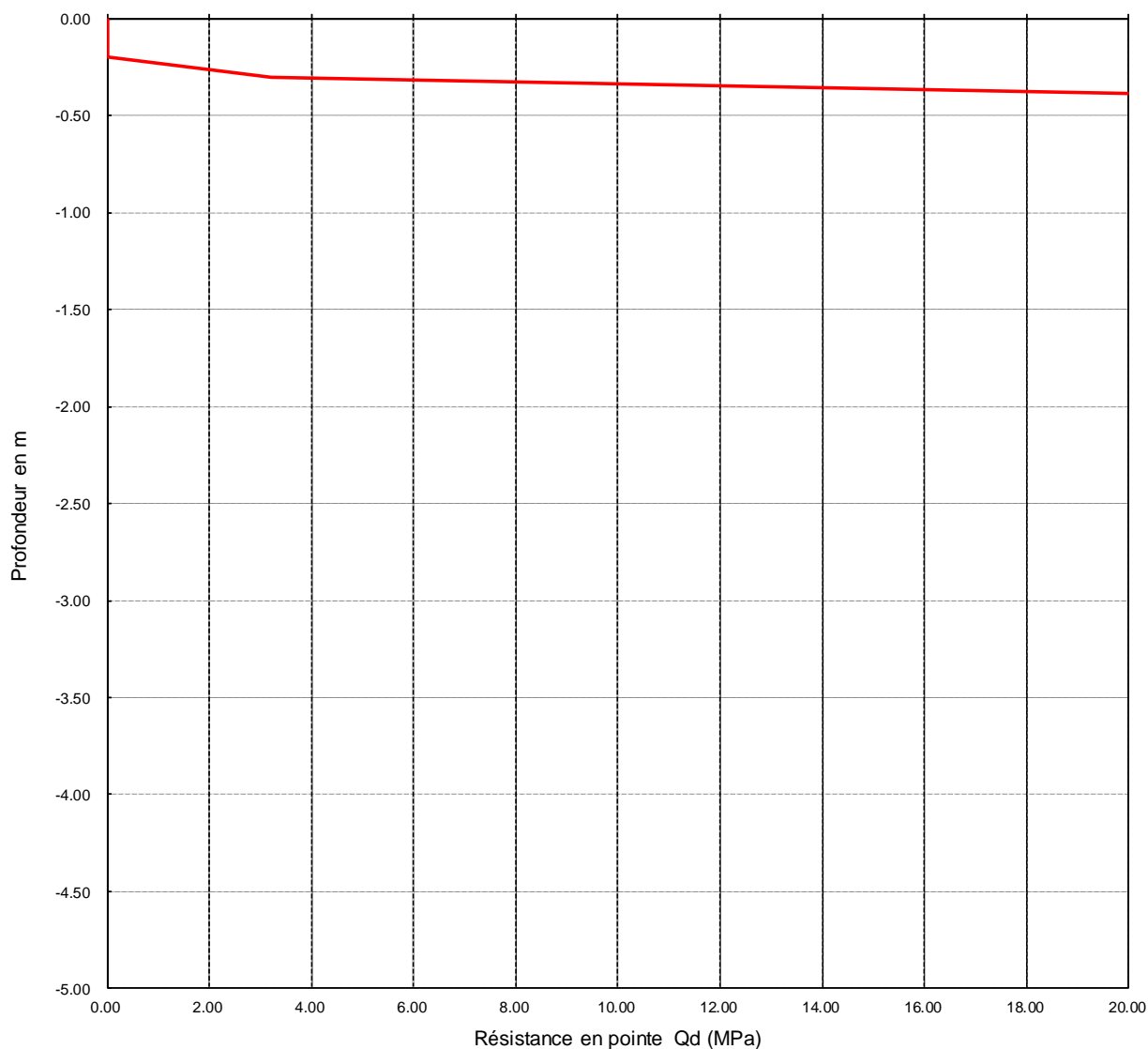
Réf. Sondage: **D1**

Machine: Pénétromètre Manuel

Date du sondage: 28-Apr-25

Réf. Dossier: 25 RD 313

Niveau de l'eau: non mesuré



OPTISOL PENETROMETRE DYNAMIQUE
GÉOTECHNIQUE

CHANTIER: Aménagement soute à munitions

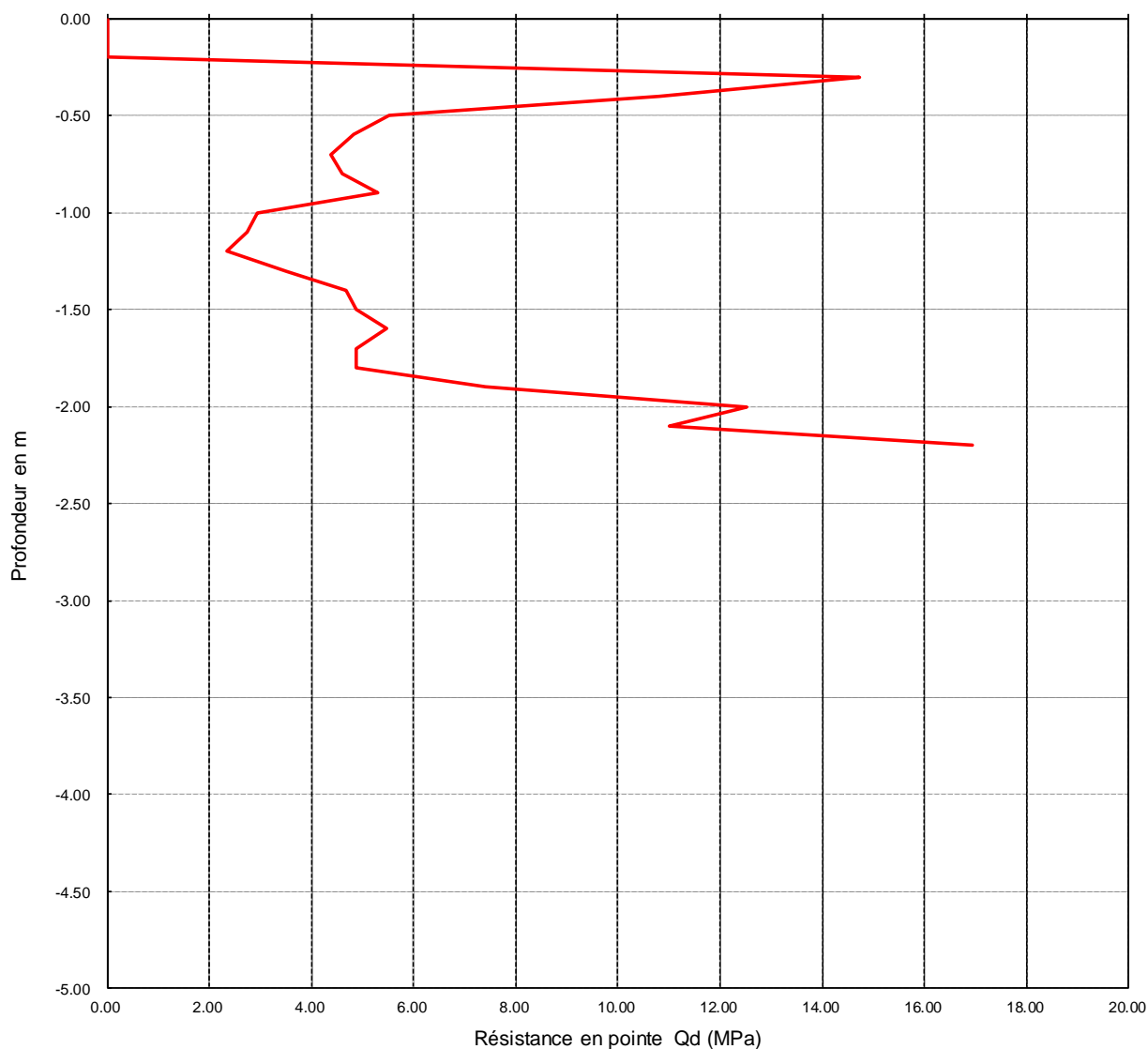
Réf. Sondage: **D2**

Machine: Pénétromètre Manuel

Date du sondage: 28-Apr-25

Réf. Dossier: 19 RD

Niveau de l'eau: non mesuré



OPTISOL PENETROMETRE DYNAMIQUE
GÉOTECHNIQUE

CHANTIER: Aménagement soute à munitions

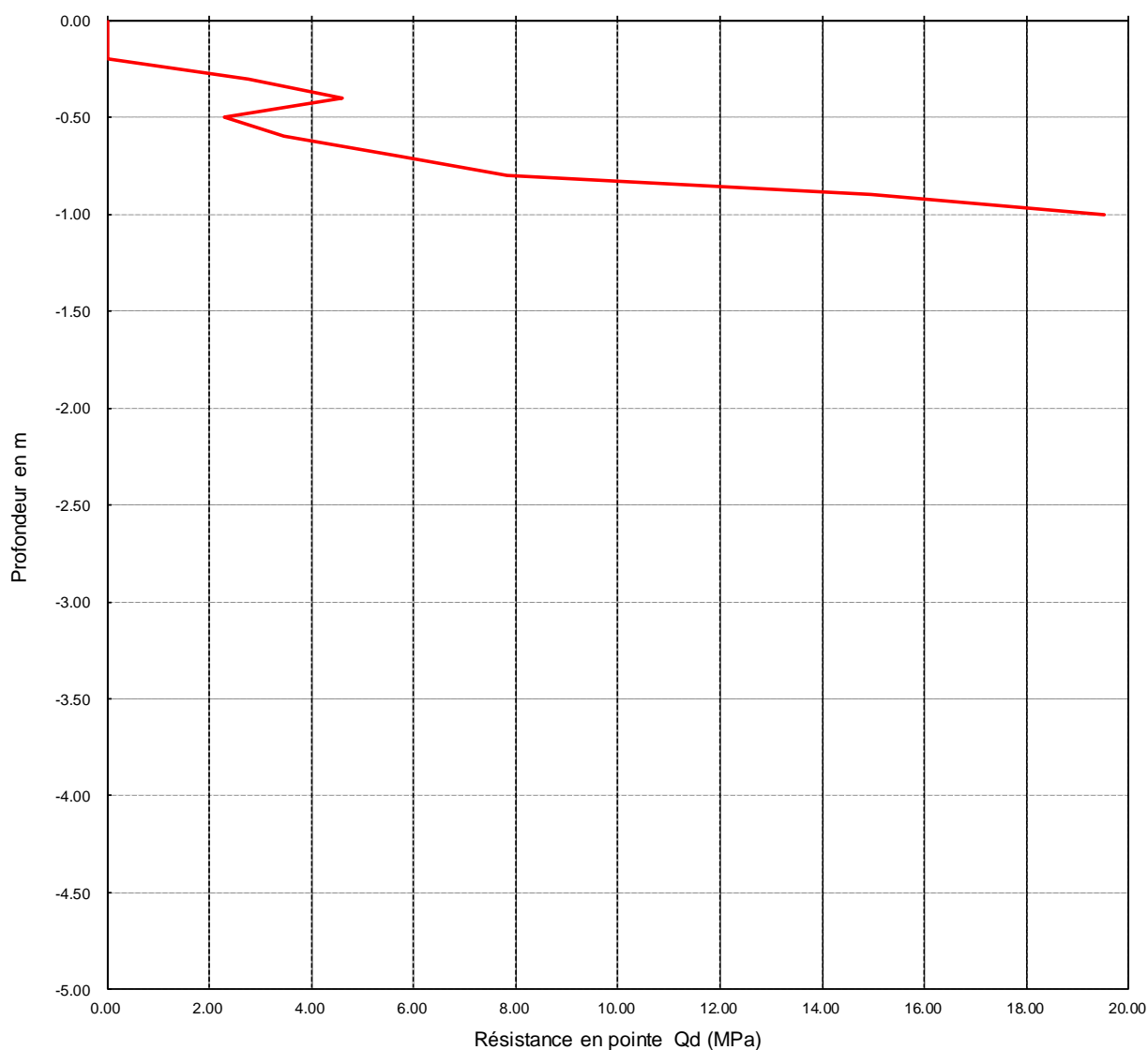
Réf. Sondage: **D3**

Machine: Pénétrömètre Manuel

Date du sondage: 28-Apr-25

Réf. Dossier: 19 RD

Niveau de l'eau: non mesuré



PENETROMETRE DYNAMIQUE

CHANTIER: Aménagement soute à munitions

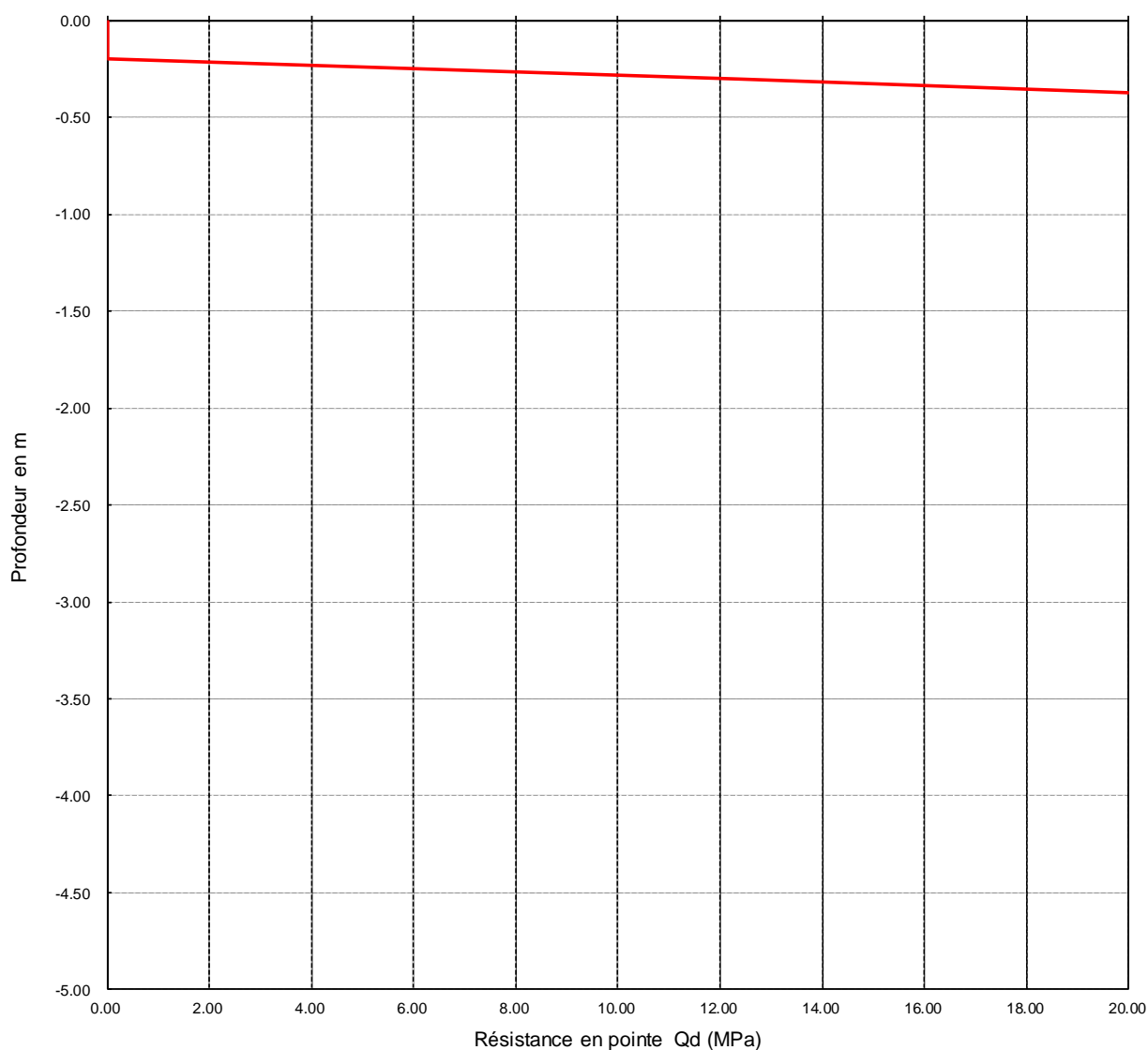
Réf. Sondage: **D4**

Machine: Pénétrömètre Manuel

Date du sondage: 28-Apr-25

Réf. Dossier: 19 RD

Niveau de l'eau: non mesuré



PENETROMETRE DYNAMIQUE

CHANTIER: Aménagement soute à munitions
à LIMOGES

Réf. Sondage: **D5**

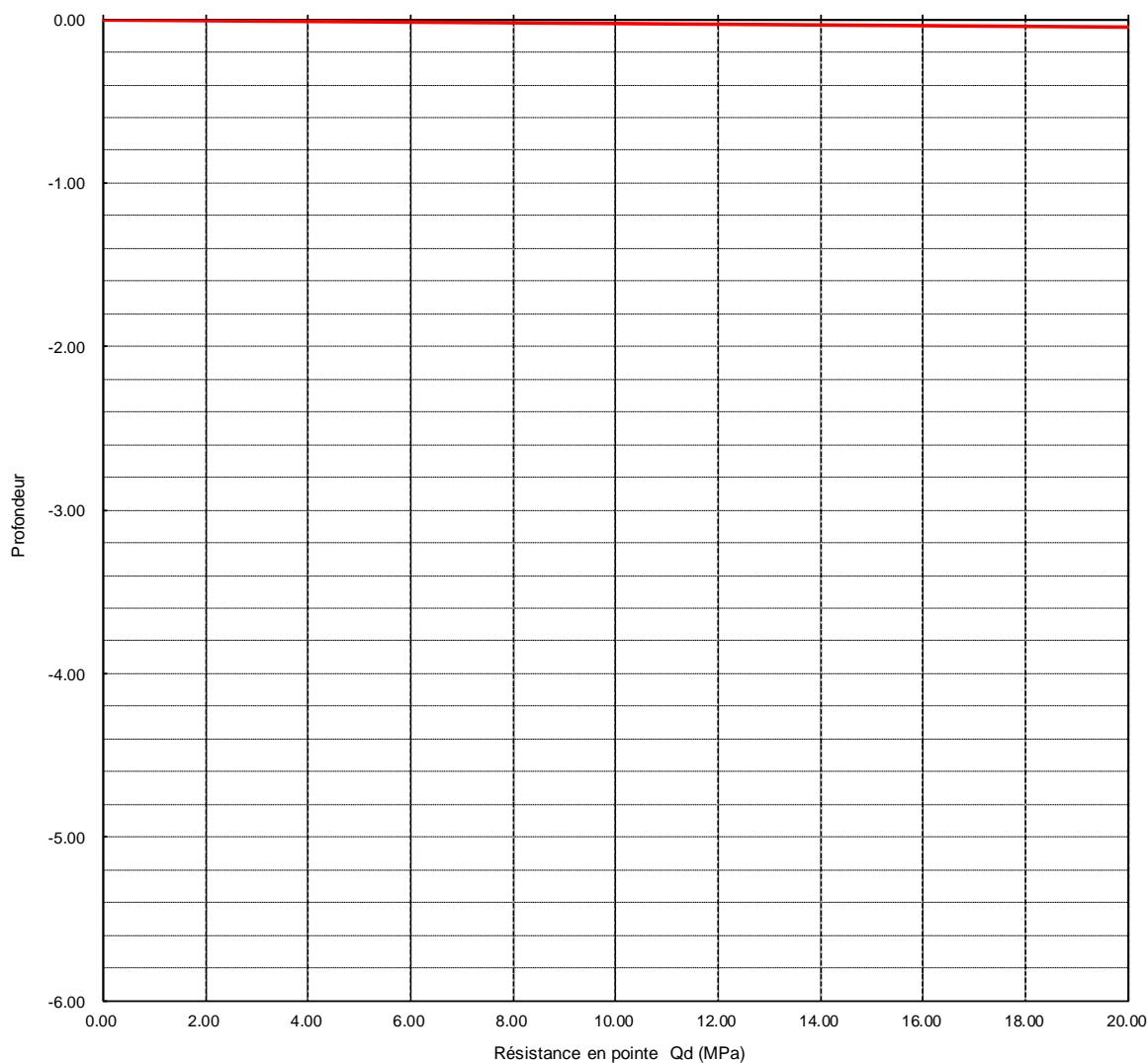
Machine: PAGANI 50/100

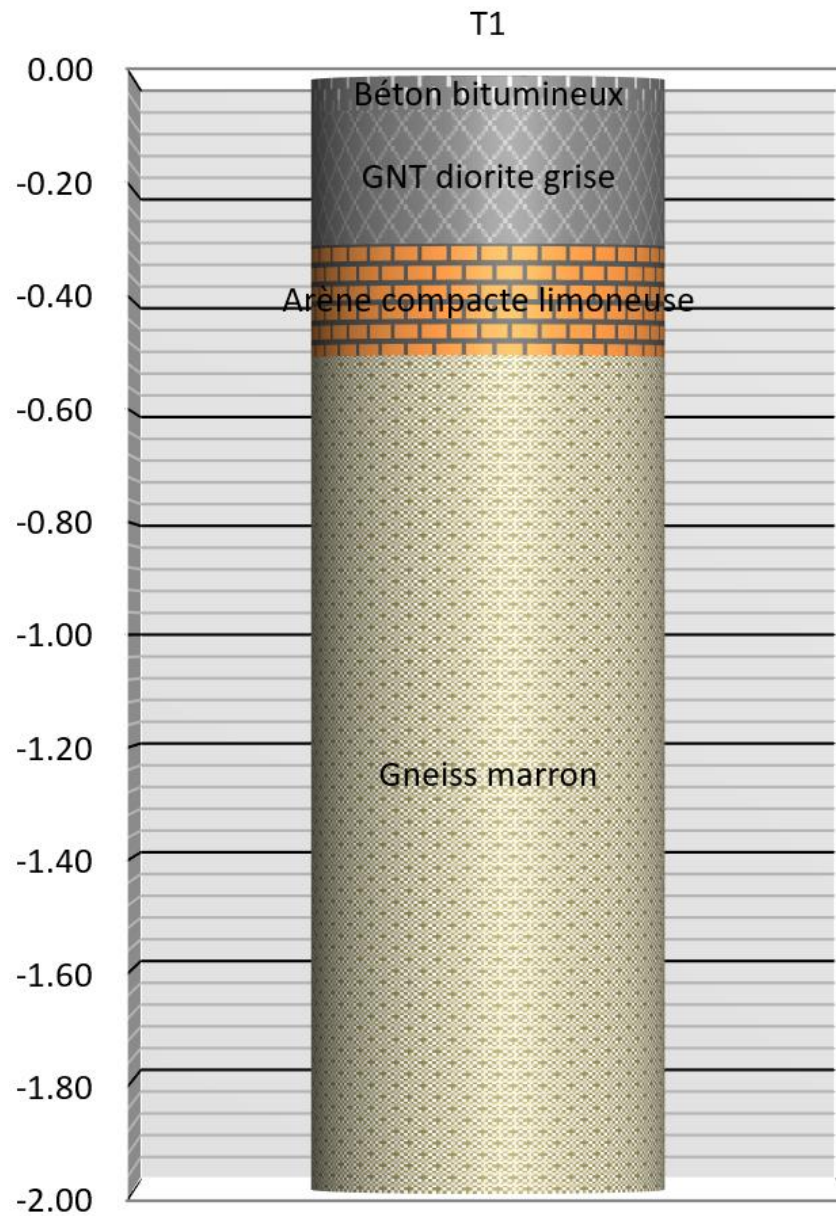
Date du sondage: 28-Apr-25

Réf. Dossier: 25 RD 313

Niveau de l'eau: non enregistré

RESISTANCE EN POINTE





Annexe 4. Photographies des carottes de béton (2 pages)



Figure 5 : Carotte C1



Figure 6 : Carotte C2



Figure 7 : Carotte C3



Figure 8 : Carotte C4

Annexe 5. Essais d'écrasement des carottes de béton (pages)

Résistance à la Compression uniaxiale

effectué conformément à la norme NF EN 12504-1

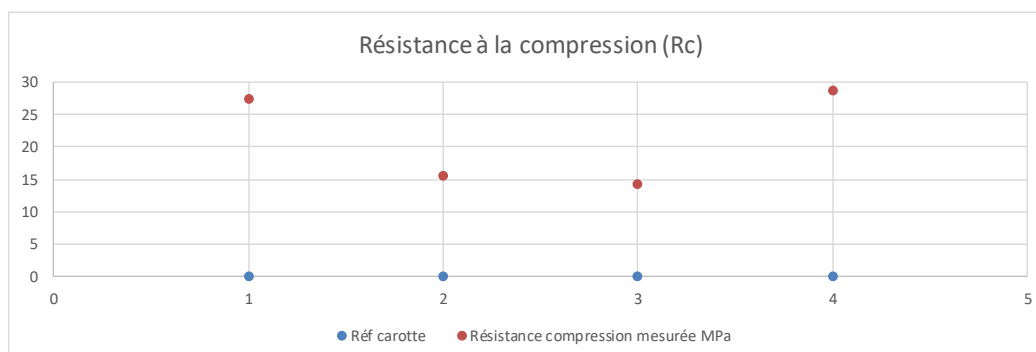
| | | | |
|---------------|-------------------|---------------------|---------------|
| Affaire | Soute à Munitions | Date de l'essai | 27 mai 2025 |
| N° de dossier | 24 RD 875 | Date de prélèvement | 28 avril 2025 |

| Epreuve | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------------|------|-------------|------------|---------|---------|--------|
| Réf carotte | Diamètre cm | Hauteur cm | H/D | Section cm² | Volume cm³ | Masse g | Densité | Nature |
| C1 | 7.3 | 12.7 | 1.74 | 41.85 | 531.54 | 1227.9 | 2.31 | Béton |
| C2 | 7.3 | 13.0 | 1.78 | 41.85 | 544.10 | 1278.6 | 2.35 | Béton |
| C3 | 7.3 | 15.0 | 2.05 | 41.85 | 627.81 | 1626.0 | 2.59 | Béton |
| C4 | 7.3 | 14.8 | 2.03 | 41.85 | 619.44 | 1579.6 | 2.55 | Béton |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Densité matériaux | Maximale | Moyenne | Minimale |
|-------------------|----------|---------|----------|
| | 2.59 | 2.45 | 2.31 |

| Essai après mise à l'échelle de 2 | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|----------------------|------------------------------------|----------------|---------------------------------|
| Réf carotte | Diamètre cm | Effort de rupture KN | Résistance compression mesurée MPa | Correction H/D | Résistance à la compression MPa |
| C1 | 7.3 | 115.0 | 27.5 | 1.00 | 27.5 |
| C2 | 7.3 | 65.0 | 15.5 | 1.00 | 15.5 |
| C3 | 7.3 | 60.0 | 14.3 | 1.00 | 14.3 |
| C4 | 7.3 | 120.0 | 28.7 | 1.00 | 28.7 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

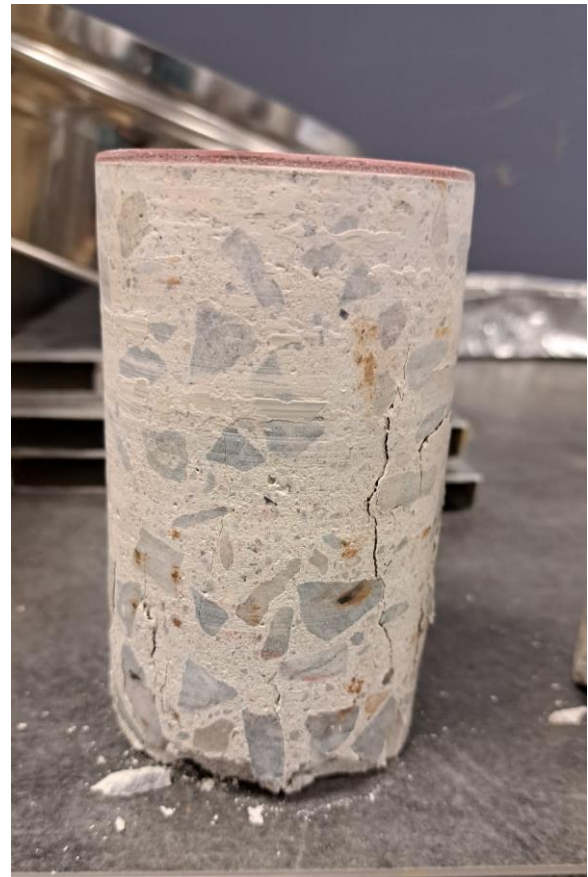
| Résistance à la compression en MPa | Maximale | Moyenne | Minimale |
|------------------------------------|----------|---------|----------|
| | 28.7 | 21.5 | 14.3 |



Observation :



C1



C1



C2



C2



C3



C3



C4



C4