

# DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE

Mission G5+G2 AVP

Diagnostic du bâtiment existant

Ferme de Bellevue  
Commune de Fontevraud (49)



SERVICE D'INFRASTRUCTURE DE LA DEFENSE



*Dossier 3702968 - Juin 2022*

**ESID de Rennes**  
Pôle conduite d'Opérations d'Angers  
5, rue des Petites Mussés - BP 14 114  
49041 ANGERS CEDEX 01

**CLIENT**

|                      |                                                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>NOM</b>           | <b>ESID de Rennes</b>                                                                                 |
| <b>ADRESSE</b>       | Pôle conduite d'Opérations d'Angers<br>5, rue des Petites Musses – BP 14 114<br>49041 ANGERS CEDEX 01 |
| <b>INTERLOCUTEUR</b> | Mme COUILLET                                                                                          |

**ECR ENVIRONNEMENT**

|                  |                                                                              |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AGENCE DE</b> | Tours                                                                        |
| <b>ADRESSE</b>   | 5, Rue de la Briaudière                                                      |
| <b>TÉLÉPHONE</b> | 02 47 46 30 79                                                               |
| <b>MAIL</b>      | <a href="mailto:tours@ecr-environnement.com">tours@ecr-environnement.com</a> |

| <b>DATE</b> | <b>INDICE</b> | <b>OBSERVATION / MODIFICATION</b> | <b>RÉDACTEUR</b> | <b>VÉRIFICATEUR</b> |
|-------------|---------------|-----------------------------------|------------------|---------------------|
| 10/06/2022  | 01            | Rapport initial                   | A. HAMENNI       | A. FRANCOIS         |
|             |               |                                   |                  |                     |
|             |               |                                   |                  |                     |
|             |               |                                   |                  |                     |

## SOMMAIRE

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. PRÉSENTATION.....</b>                                      | <b>4</b>  |
| 1.1. CADRE DE L'ÉTUDE .....                                      | 4         |
| 1.2. LOCALISATION DU SITE .....                                  | 4         |
| 1.3. DESCRIPTION DU BÂTIMENT ET DES DÉSDORDRES .....             | 4         |
| 1.4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE .....                                   | 6         |
| 1.5. RISQUES NATURELS .....                                      | 7         |
| 1.5.1. Aléa cavités.....                                         | 7         |
| 1.5.2. Aléa retrait gonflement des argiles .....                 | 7         |
| 1.5.3. Aléa remontées de nappes.....                             | 8         |
| 1.5.4. Aléa sismique.....                                        | 9         |
| 1.6. DONNÉES D'ENTRÉE.....                                       | 9         |
| <b>2. MISSION ET PROGRAMME DE RECONNAISSANCE.....</b>            | <b>10</b> |
| 2.1. MISSION .....                                               | 10        |
| 2.2. PROGRAMME .....                                             | 10        |
| 2.3. CONSISTANCE DES INVESTIGATIONS.....                         | 10        |
| <b>3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS.....</b>                      | <b>12</b> |
| 3.1. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT .....                           | 12        |
| 3.2. GÉOLOGIE .....                                              | 13        |
| 3.3. GÉO-MÉCANIQUE .....                                         | 13        |
| 3.4. HYDROGÉOLOGIE.....                                          | 14        |
| 3.5. RECONNAISSANCE DES FONDATIONS.....                          | 14        |
| <b>4. ORIGINES PROBABLES DES DESORDRES .....</b>                 | <b>16</b> |
| 4.1. CRITÈRE DE POINÇONNEMENT .....                              | 16        |
| 4.2. CRITÈRE DE TASSEMENT .....                                  | 17        |
| 4.3. CRITÈRES DE MISE HORS-GEL ET DE HORS DESSICATION .....      | 17        |
| 4.3.1. Critère de mise hors-gel.....                             | 17        |
| 4.3.2. Critère de mise hors-dessication .....                    | 18        |
| 4.4. CONCLUSIONS SUR LES ORIGINES PROBABLES DES DÉSDORDRES ..... | 18        |
| <b>5. SOLUTIONS DE CONFORTEMENT .....</b>                        | <b>19</b> |
| 5.1. PRÉAMBULE.....                                              | 19        |
| 5.2. DALLAGE .....                                               | 19        |
| 5.3. FONDATIONS SUPERFICIELLES .....                             | 19        |
| 5.3.1. Principe de fondations.....                               | 19        |

|           |                                              |           |
|-----------|----------------------------------------------|-----------|
| 5.3.2.    | <i>Profondeur d'ancrage</i> .....            | 20        |
| 5.3.3.    | <i>Contraintes de calculs</i> .....          | 20        |
| 5.3.4.    | <i>Évaluation des tassements</i> .....       | 20        |
| 5.3.5.    | <i>Dispositions constructives</i> .....      | 21        |
| 5.4.      | TRAITEMENT DES MURS .....                    | 22        |
| 5.4.1.    | <i>Bèche périphérique</i> .....              | 22        |
| <b>6.</b> | <b><u>CONDITIONS PARTICULIÈRES</u></b> ..... | <b>23</b> |

|                |
|----------------|
| <b>ANNEXES</b> |
|----------------|

- Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500 (2 pages)  
Annexe 2 : Implantation des sondages (1 page)  
Annexe 3 : Résultats des investigations in situ (3 pages)

## 1. PRÉSENTATION

### 1.1. Cadre de l'étude

Cette étude a été réalisée par la société ECR Environnement – 5, rue de la Briaudière – 37 510 BALLAN-MIRE, à la demande et pour le compte du maître d'ouvrage :

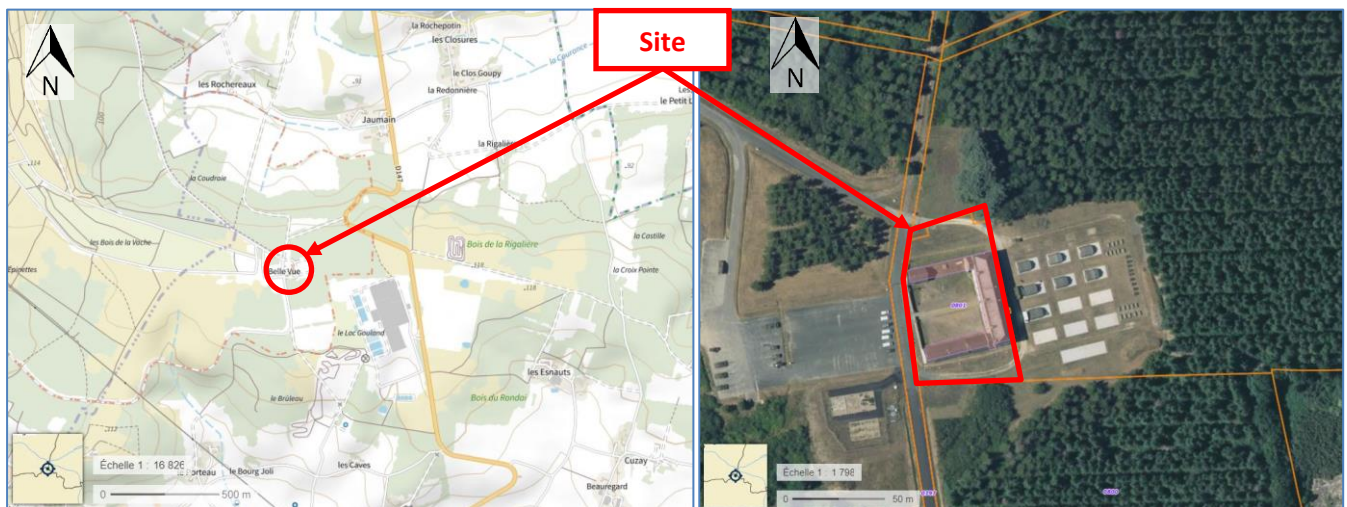
#### ESID de Rennes

Pôle conduite d'Opérations d'Angers  
5, rue des Petites Musses – BP 14 114  
49041 ANGERS CEDEX 01



### 1.2. Localisation du site

Le projet se situe Ferme de Bellevue, sur la commune de Fontevraud (49) (voir vues ci-dessous).



Plan de situation – source : [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr)

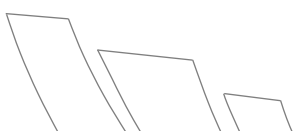
Actuellement, le site est un bâtiment en RDC + comble et sert de bivouac pour les militaires.

### 1.3. Description du bâtiment et des désordres

Le bien étudié correspond à un bâtiment militaire de type RDC + comble.

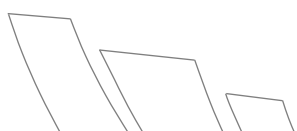
Les désordres constatés se matérialisent :

L'examen visuel de la façade a permis d'identifier et de localiser les principaux désordres affectants la structure.  
Les principaux désordres sont décrits en page suivante (photos en page suivante).



- Pignon Ouest :
  - Déversement du mur vers l'ouest avec une ouverture maximale du joint entre le pignon ouest et le mur nord de 6 cm ;
  - Altération de la pierre sur 90 cm de haut depuis le terrain naturel : Pierre pulvérulente détériorée par les remontées d'eau sur une profondeur maximale de 10 cm ;
  - Présence d'un caniveau béton en pied de mur, permettant à l'eau de stagner et de remonter dans la pierre ;
- Façade Sud :
  - Façade en bon état général ;
  - Pied de façade refait à neuf ainsi que l'évacuation des eaux avec mise en place de drains recouverts de gravillons ;
- Façade Nord :
  - Pied de façade altéré : Revêtement de protection localement désagrégré, pierres pulvérulentes détériorées par les remontées d'eau sur une profondeur maximale de 5 cm (caniveau béton en pied de mur) ;
  - Présence d'humidité à proximité de points d'eau (gouttières, descentes d'eau pluviales, robinet) ;
- Intérieur :
  - Plancher de la pièce 007 présentant une flèche importante suspectant un défaut de capacité portante ;
  - Charpente : Il a pu être observé partiellement une ferme de la charpente située proche du pignon ouest. L'entrait présente une fente importante sur appui.

Remarque : les désordres mentionnés ci-dessus sont rapporté depuis le rapport de diagnostique structure élaboré par CIDECO.





*Désordres de la structure*

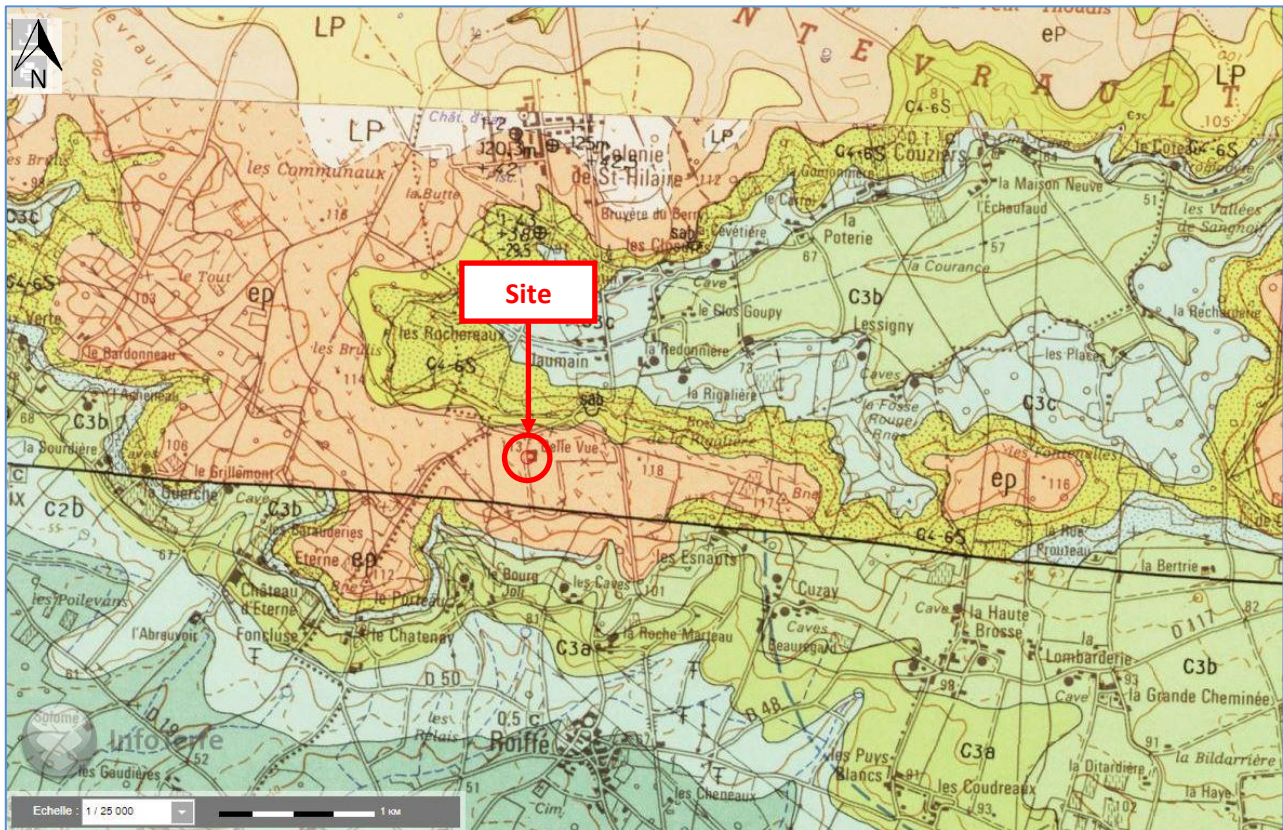
#### 1.4. Contexte géologique

D'après la carte géologique de LOUDUN (n°513) au 1/50 000 (source : [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)) et notre expérience du secteur, la succession géologique attendue au droit du site est la suivante (cf. extrait de la carte géologique en page suivante) :

- Éventuels remblais (non représentés sur la carte),
- Éocène détritique continental : Conglomérats à silex et Spongiaires du Sénonien remaniés ("Perrons") et argiles sableuses blanches à rouges - ep ;



- Sénonien : sables quartzeux – C4-6S(1) ;
- Turonien (partie supérieure) : "Tuffeau jaune de Touraine" (calcaires bioclastiques glauconieux, grès) – C3c(1).



Contexte géologique – source : [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)

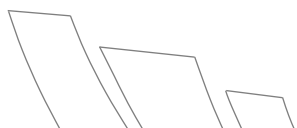
## 1.5. Risques naturels

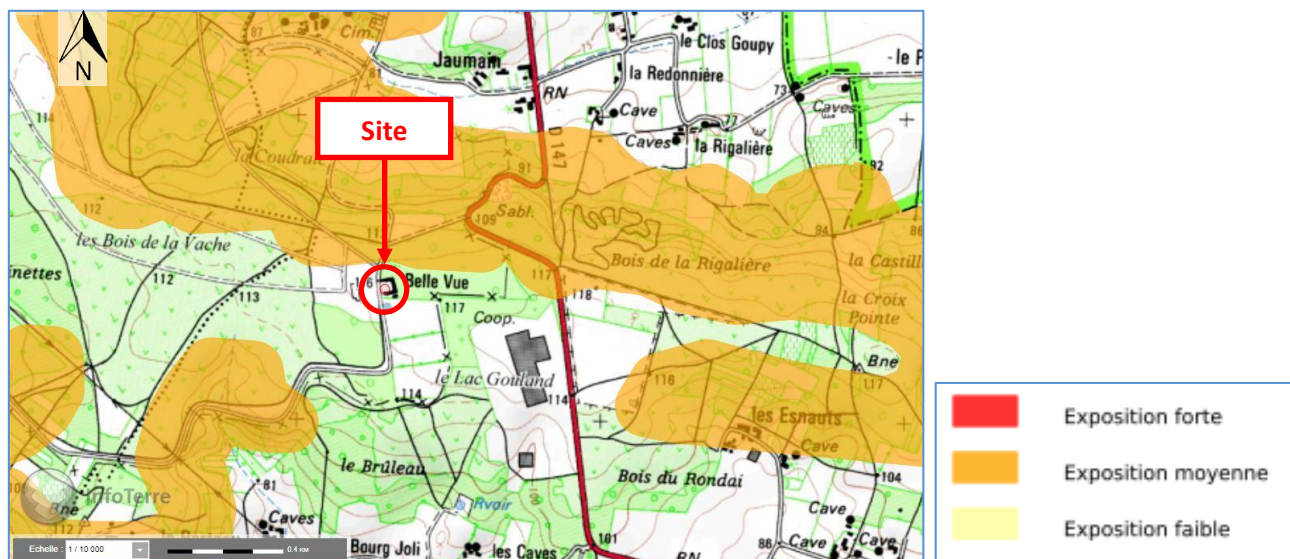
### 1.5.1. Aléa cavités

D'après le site [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr), aucune cavité n'a été recensée au droit ou à proximité immédiate du projet (ceci n'exclut pas la présence de cavités).

### 1.5.2. Aléa retrait gonflement des argiles

D'après la carte d'aléa retrait gonflement des argiles (source : [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)), le terrain étudié est situé dans une zone d'**exposition à pérorer nul** (cf. carte en page suivante).

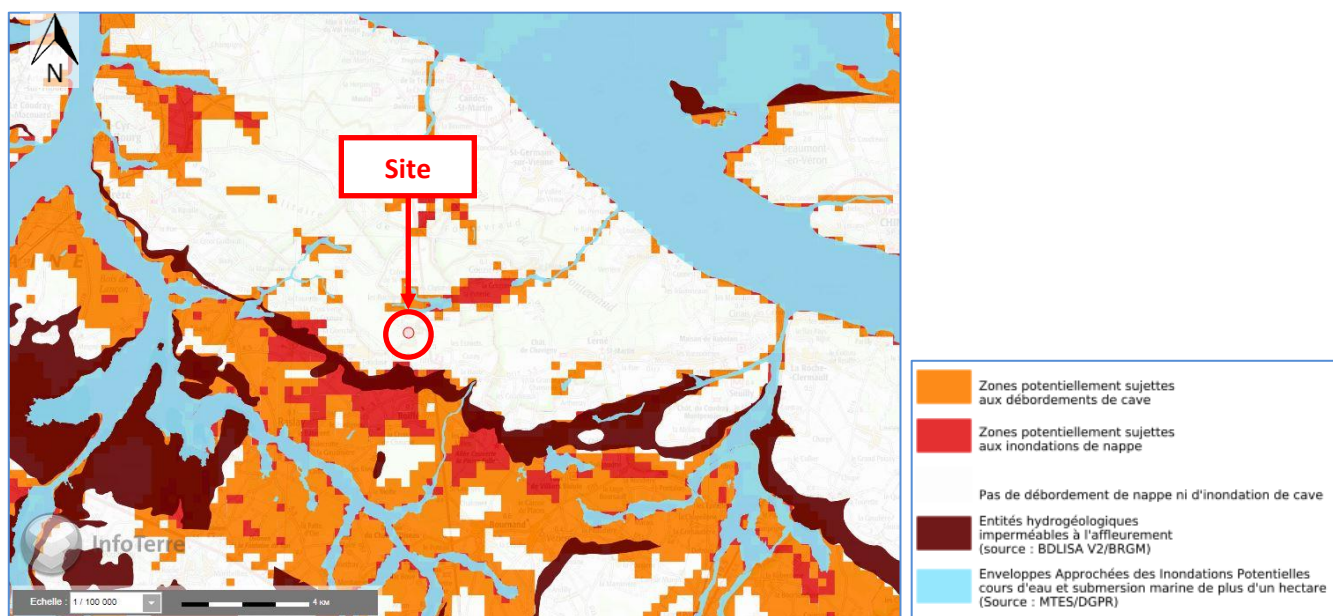




Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles – source : [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)

### 1.5.3. Aléa remontées de nappes

D'après la carte du risque de remontée de nappe (source : [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)), le terrain étudié est situé en **dehors de toute zone potentiellement sujette aux inondations de nappe et aux débordements de cave** (cf. carte ci-après).

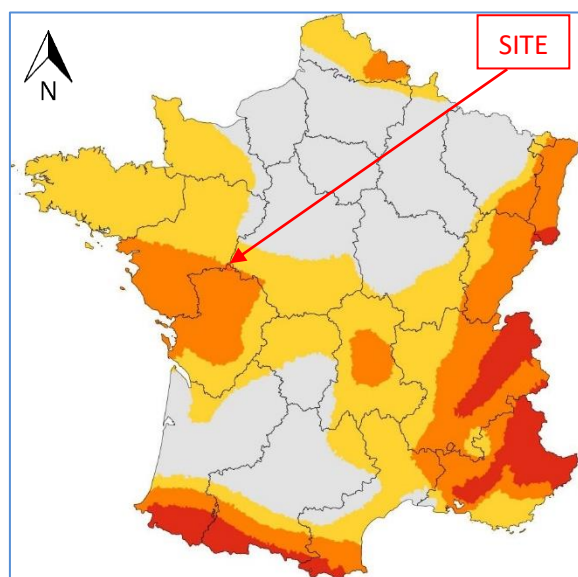


Risque de remontée de nappe – source : [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)

#### 1.5.4. Aléa sismique

Le zonage sismique de la France (datant d'octobre 2010 et entré en vigueur le 01/05/2011) classe la commune de Fontevraud (49) en zone d'aléa sismique 3 (aléa faible-accélération  $a_g = 1.1 \text{ m/s}^2$ ).

La carte et le tableau suivant résument ces éléments :



| Zone de sismicité et niveau d'aléa | $a_g(\text{m/s}^2)$ |
|------------------------------------|---------------------|
| 1 – Très faible                    | 0,4                 |
| <b>2 - Faible</b>                  | <b>0,7</b>          |
| <b>3 - Modéré</b>                  | <b>1,1</b>          |
| 4 - Moyenne                        | 1,6                 |
| 5 - Forte                          | 3                   |

Carte du zonage sismique et tableau des accélérations correspondantes

#### 1.6. Données d'entrée

La présente étude a été réalisée à partir des documents suivants :

| Document                            | Émetteur      | Référence | Date       | Échelle |
|-------------------------------------|---------------|-----------|------------|---------|
| Diagnostic structure Ferme Bellevue | <b>CIDECO</b> | -         | 29/10/2021 | -       |

## 2. MISSION ET PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

### 2.1. Mission

Cette étude a pour but d'évaluer les causes géotechniques des désordres survenus sur le bâtiment (Ferme de Bellevue) et de proposer des solutions de confortement.

Il s'agit d'une mission de type G5, suivant la Définition et la Normalisation des Missions du Géotechnicien de novembre 2013 (Norme NFP 94-500 présentée en annexe 1).

### 2.2. Programme

Conformément à la demande du client, cette étude a pour but :

- de préciser le contexte géologique et hydrogéologique du site au droit de l'ouvrage sinistré,
- d'évaluer les caractéristiques mécaniques des sols d'assise,
- de définir le mode de fondation de l'ouvrage,
- de déterminer la sensibilité des sols d'assise (identification en laboratoire),
- de rechercher les causes géotechniques des désordres constatés,
- de suggérer des solutions de confortement.

### 2.3. Consistance des investigations

Pour répondre aux objectifs présentés ci-avant, nous avons réalisé les investigations suivantes :

#### In-situ :

- 2 sondages de reconnaissance géologique (nommés SP1 et SP2), réalisés à la tarière mécanique Ø 63 mm et descendus à 15.00 m de profondeur/TN. Ils ont permis de déterminer les limites et la nature des couches géologiques, d'observer les éventuelles venues d'eau, de prélever des échantillons et de réaliser :
- 2 profils pressiométriques (8 à 9 essais par profil), réalisés selon la norme NF P 94-110-1 au sein des sondages SP1 et SP2. La réalisation de ces essais a permis de déterminer les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés (pressions de fluage, modules pressiométriques et pressions limites).
- 1 fouille de reconnaissance de fondation à la pelle mécanique (RF1). Elle a permis de relever la géométrie et la profondeur d'assise de la fondation existante.

#### EN LABORATOIRE

- 2 séries d'analyse en laboratoire pour identification des sols selon le GTR 92, comprenant chacune 1 mesure de la teneur en eau naturelle, 1 analyse granulométrique et 1 détermination des limites d'Atterberg. Ces analyses ont permis de préciser la sensibilité des matériaux du site au phénomène de retrait-gonflement.



Les sondages à la tarière ont été réalisés entre les 26 et 27 avril 2022 à l'aide de la sondeuse de marque ECOFORE de type CE 302, (cf. photographie ci-après) et d'une pelle mécanique.



*Sondeuse ECOFORE CE 302*

Les documents suivants sont présentés en annexes :

- extrait de la norme NF P 94-500 (annexe 1),
- implantation des sondages (annexe 2),
- résultats des investigations in situ (annexe 3).



### 3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS

#### 3.1. Implantation et nivellement

La position des sondages figure sur le plan d'implantation en annexe 2.

L'implantation a été réalisée en fonction des réseaux existants, au mieux des conditions d'accès et de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Lors de notre intervention (avril 2022), nous avons pris comme repères de nivellement un regard rouge (AEP) située au Sud-Est du bâtiment (cf. plan d'implantation des sondages en annexe 2 et photographie ci-après).



*Photographies des repères de nivellement*

En l'absence du plan topographique nous avons appliqué à ce repère nivellement la cote altimétrique suivante :  
 $Z = 100.00$  m Ref.

Les cotes altimétriques du Terrain Naturel (TN) au droit des sondages sont les suivantes :

| Sondages                           | SP1    | SP2   | RF1   |
|------------------------------------|--------|-------|-------|
| Cote altimétrique relative (m NGF) | 100.11 | 99.95 | 99.76 |



### 3.2. Géologie

Les coupes de sondages sont jointes en annexe 3. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au Terrain Naturel (TN) tel qu'il était lors de notre intervention (avril 2022).

Les sondages de reconnaissance ont permis de mettre en évidence les faciès suivants :

| Faciès                                                           | Sondage | SP3<br>(en m/TN)      | SP4<br>(en m/TN)       | RF1                     |
|------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Terre végétale</b>                                            |         | -                     | 0.00 à 0.10            | 0.00 à 0.10             |
| <b>Remblais</b>                                                  |         | 0.00 à 0.30           | -                      | -                       |
| <b>Limon légèrement argileux avec blocs de silex</b><br>(marron) |         | 0.30 à 1.20           | 0.10 à 0.70            | 0.10 à 0.40             |
| <b>Conglomérat silex à matrice sableuse</b><br>(marron-orange)   |         | 1.20 à 2.80           | 0.70 à 3.50            | 0.40 à $\geq 0.55^{**}$ |
| <b>Argile sableuse</b><br>(blanchâtre)                           |         | 2.80 à 8.70           | 3.50 à 10.00           | -                       |
| <b>Sable +/- argileux</b><br>(rose-beige)                        |         | 8.70 à $\geq 15.00^*$ | 10.00 à $\geq 15.00^*$ | -                       |

\* Profondeur maximale investiguée

**Remarque :** ces profondeurs n'impliquent en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie entre sondages. En particulier, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés de sondages.

### 3.3. Géo-mécanique

Le tableau suivant présente les caractéristiques mécaniques des faciès rencontrés :

| Formations                                                       | Nombre d'essais pressiométriques | Pressions Limites (Mpa) |      |                     | Modules pressiométriques (Mpa) |       |                    |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------|---------------------|--------------------------------|-------|--------------------|
|                                                                  |                                  | Min                     | Max  | Moyenne géométrique | Min                            | Max   | Moyenne harmonique |
| <b>Limon légèrement argileux avec blocs de silex</b><br>(marron) | -                                | -                       |      |                     | -                              |       |                    |
| <b>Conglomérat silex à matrice sableuse</b><br>(marron-orange)   | 3                                | 2.30                    | 2.36 | 2.34                | 44.7                           | 93.7  | 54.8               |
| <b>Argile sableuse</b><br>(blanchâtre)                           | 8                                | 1.48                    | 2.44 | 2.07                | 17.8                           | 297.0 | 30.82              |
| <b>Sable +/- argileux</b><br>(rose-beige)                        | 8                                | 1.09                    | 2.43 | 2.04                | 20.0                           | 217.9 | 44.0               |



Les essais pressiométriques et pénétrométriques réalisés ont permis de mettre en évidence :

- des caractéristiques mécanique très bonnes dans le **conglomérat silex à matrice sableuse**,
- des caractéristiques mécaniques bonnes à très bonnes dans les **argiles sableuses**,
- des caractéristiques mécaniques bonne à très bonnes dans les **sables +/- argileux**.

### 3.4. Hydrogéologie

Du fait de la technique de forage utilisée, aucun niveau d'eau n'a pu être relevé en cours de forage.

En fin de chantier, les niveaux d'eau pouvaient correspondre à l'eau injectée pour le forage.

En 2019 nous avons mené une étude pour la zone de bivouac, et des piézomètres ont été mis en place. Les mesures prises faisaient état de niveaux d'eau à :

| Sondages   | Niveau d'eau (m/TN) |             |
|------------|---------------------|-------------|
|            | Pz2                 | SP2         |
| 18/07/2018 | 4,95                | 4,05        |
| 24/09/2018 | 5,10                | Non observé |
| 16/11/2018 | 5,19                | Non observé |
| 29/01/2019 | Sec à 5,40          | 1,69        |
| 18/03/2019 | 4,6                 | 2,1         |
| 22/05/2019 | Sec à 5,40          | 3,13        |

**Remarque :** ce constat ayant un caractère ponctuel et instantané, il ne permet pas de préciser les variations de la nappe, qui peut remonter fortement en période pluvieuse. Nous rappelons que le terrain étudié est situé en **dehors de toute zone potentiellement sujette aux inondations de nappe et aux débordements de cave** (cf. chapitre 1.5.3).

### 3.5. Reconnaissance des fondations

- **Fouille RF1 (façade Sud-Est du Bâtiment)**

La fouille de reconnaissance de fondation RF1 a été réalisée depuis l'intérieur, sur la façade Sud-Est et un mur de refend. Elle a permis de mettre en évidence les éléments suivants (cf. fouille de reconnaissance de fondation RF1 en annexe 3).

| Sondage                                        | RF1                                  |
|------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Localisation                                   | Façade Sud-Est                       |
| Largeur du mur (m) (d'après plan)              | 0.70                                 |
| Type de fondation                              | Soubassement                         |
| Déboord de la fondation par rapport au mur (m) | Aucun                                |
| Hauteur de la fondation (m)                    | -                                    |
| Profondeur d'assise de la fondation (m/TN)     | 0.15                                 |
| Nature du sol d'assise de la fondation         | Conglomérat silex à matrice sableuse |



*Photographie de la fouille de reconnaissance RF1*

**Remarque : au droit de notre reconnaissance de fondation, nous avons constaté que le mur en pierre est fondé sur le conglomérat silex à matrice sableuse naturel, ancré à une profondeur d'environ 15 cm/TN.**



## 4. ORIGINES PROBABLES DES DESORDRES

### 4.1. Critère de poinçonnement

La vérification de la stabilité vis-à-vis du risque de poinçonnement passe par la détermination des contraintes limites de calcul.

Conformément au DTU 13.12, les contraintes limites de calcul sont données par la formule pressiométrique :

$$q = q_o + \frac{kp}{F}(pl^*)$$

avec :

- $q_o$  : pression verticale due au poids des terres situés au-dessus de la fondation. On négligera ici ce terme, vu la géométrie de la fondation ;
- $pl^*$  : pression limite équivalente sous l'assise de la fondation (moyenne géométrique des  $pl^*$  sur une profondeur égale à 1.5 la largeur de la semelle, sous la fondation) ;
- $kp$  : coefficient d'encastrement fonction de la nature du sol et de la géométrie de la fondation ;
- $F$  : coefficient de sécurité.  $F = 1.68$  à l'Etat Limite Ultime (ELU) et  $F = 2.76$  à l'Etat Limite de Service (ELS).

Après calcul on obtient :

| Sondages                        | SP1                             |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Assise Fondation                | - 0.15 m/TN                     |
| Largeur de fondation considérée | 0.70 m (épaisseur du mur)       |
| États Limites Ultimes           | $q_{ELU} \leq 1.20 \text{ MPa}$ |
| États Limites de Service        | $q_{ELS} \leq 0.70 \text{ MPa}$ |

En considérant une semelle de 0.70 m de largeur, on pourra retenir une contrainte maximale à l'ELS de :

- 700 KPa (SP1) permettant de reprendre une charge maximale théorique de 49.0 Tonnes/ml.

Nous ne connaissons pas les descentes de charges réelles sous fondations, mais les descentes de charges admissibles ci-avant semblent **suffisantes**.

Toutefois, il conviendra de se rapprocher d'un bureau d'étude structure afin de déterminer les descentes de charges réelles et d'étudier la structure de l'ouvrage.

Remarque : l'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages réalisés. Ailleurs, des hétérogénéités naturelles de stratigraphie et de caractéristiques mécaniques des sols peuvent induire des contraintes admissibles inférieures.



## 4.2. Critère de tassement

Ne connaissant pas les descentes de charges de l'ouvrage, nous considérerons pour les calculs de tassement que la contrainte appliquée à la base des fondations sont égales à 0.21 MPa à l'ELS en SP1 (correspondant à une descente de charge de 8.4t/ml) (à vérifier par un bureau d'étude structure).

Conformément au DTU 13.12, le tassement final de la fondation est la somme de deux termes :

$$S_c = \frac{\alpha}{9E_M} (\sigma - \gamma D) \delta_c \cdot B \quad \text{Tassement dit de consolidation}$$

$$S_d = \frac{2}{9E_M} (\sigma - \gamma D) B_o \left( \delta_d \frac{B}{B_o} \right) \quad \text{Tassement dit déviatorique}$$

Où :

- $B_o$  : largeur de référence  $B_o = 0.60$  m,
- $\sigma$  : Composante normale de la contrainte du sol sous fondation pour l'état limite de service,
- $E_M$  : Module pressiométrique du sol,
- $\gamma D$  : Poids des terres extraites,
- $\delta_c$  et  $\delta_d$  : Coefficients de forme de la fondation.

**Pour les contraintes précisées, les tassements théoriques absolus calculés sont de l'ordre de 0.80 cm en SP1.**

### Remarque :

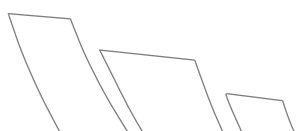
L'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages réalisés. Ailleurs, des hétérogénéités naturelles de stratigraphie et de caractéristiques mécaniques des sols peuvent induire des tassements absolus et différentiels supérieurs à ceux estimés.

## 4.3. Critères de mise hors-gel et de hors dessiccation

### 4.3.1. Critère de mise hors-gel

Dans le secteur, la mise hors-gel est assurée pour un ancrage des fondations supérieur à 0.60 m de profondeur par rapport au sol extérieur fini.

Dans le cas présent, les fondations de l'habitation sont ancrées à 0.15 m de profondeur par rapport au sol extérieur fini. La mise hors gel des fondations **n'est donc pas assurée**



#### 4.3.2. Critère de mise hors-dessication

D'après les recommandations du BRGM et du Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, en cas d'aléa faible à moyen concernant le retrait-gonflement des argiles, il est préconisé d'ancrer les fondations à une profondeur minimum de 0.60 m par rapport au sol extérieur fini.

**Remarque : Au-vu de la cartographie du BRGM, il conviendra de considérer que le terrain étudié se situe en zone d'aléa faible.**

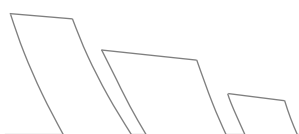
Dans le cas présent, les murs de l'habitation sont ancrés à 0.15 m de profondeur par rapport au sol extérieur fini. La mise hors dessication des fondations **n'est donc pas assurée**.

#### 4.4. Conclusions sur les origines probables des désordres

Au vu des investigations, les désordres affectant le bâtiment proviendraient probablement :

- de la mise hors gel des fondations qui n'est pas assurée,
- de la mise hors dessication des fondations qui n'est pas assurée,
- de l'absence d'une bèche périphérique pour assurer la mise hors gel et la protection vis-à-vis de la variation hydrique par l'infiltration/évaporation des eaux,
- de la dégradation du coffrage en bois sous dallage.

**Il n'est cependant pas exclu que des insuffisances dans la structure aient pu également contribuer à la fissuration (manque de rigidification par exemple).**



## 5. SOLUTIONS DE CONFORTEMENT

### 5.1. Préambule

Préalablement à tous travaux, une étude structure devra être réalisée afin de préciser les descentes de charges et de vérifier qu'il n'y ait pas des insuffisances dans la structure (tel un manque de rigidification par exemple). Il conviendra également de vérifier l'état des canalisations d'eau (EU et EP) afin d'écarter la présence d'une fuite sur celles-ci.

Au vu des désordres observés et de l'origine probable de ces derniers à ce stade de l'étude, une solution de reprise en sous-œuvre de l'ensemble des murs périphériques par une bèche périphérique ainsi qu'une reprise en sous-œuvre par des fondations superficielles du dallage (cf. schémas page 21). La bèche périphérique devra être ancrée au minimum 0.60 m/TN et les fondations devront être ancrées dans les terrains de bonne compacité à minima et au minimum à la cote hors gel ( $\geq 0.60$  m par rapport au sol extérieur fini). De plus, la mise en œuvre de longrines sera nécessaire pour reprendre les efforts de flexion entre les fondations. Toutes les précautions devront être prises par l'entreprise lors des travaux de reprise en sous-œuvre, afin de ne pas déstabiliser l'ouvrage en phase travaux (attention au phasage, prévoir des éléments de report de charge).

### 5.2. Dallage

Compte tenu de l'état du dallage existant, nous préconisons la démolition-reconstruction de ce dernier. Vue la complexité de réaliser une couche de forme à l'intérieur du bâtiment nous proposons un dallage porté par les fondations à reprise en sous-œuvre (cf. paragraphe suivant).

### 5.3. Fondations superficielles

#### 5.3.1. Principe de fondations

Le mode de fondations du projet devra faire état de l'importance et de la géométrie des charges apportées ainsi que de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et de bonne qualité.

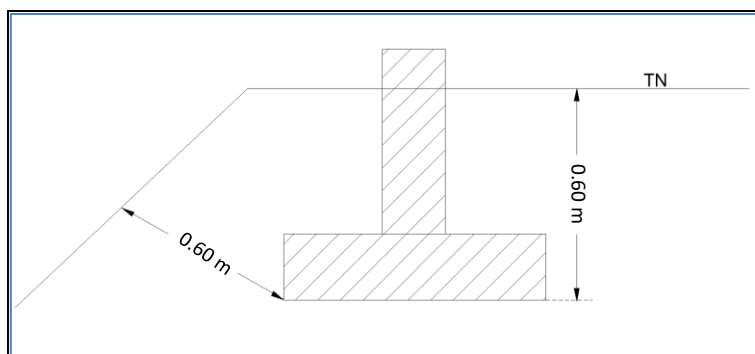
Compte-tenu des terrains rencontrés et en fonction du niveau fini, il est proposé une solution de fondations superficielles (semelles filantes et/ou isolées, massifs, plots) ancrées dans le conglomérat silex à matrice sableuse (marron-orange).



### 5.3.2. Profondeur d'ancrage

L'assise des fondations respectera le plus restrictif des critères suivants :

- ancrage de 0.30 m minimum dans le conglomérat silex à matrice sableuse (marron-orange) identifiés à partir de 0.70 m/TN à 1.20 au droit de nos sondages,
- profondeur minimale de 0.60 m par rapport au sol extérieur fini, afin d'assurer la mise hors gel des fondations et d'obtenir une portance plus homogène (cf. schéma ci-après),



*Schéma de mise hors gel*

Les profondeurs d'encastresments devront être ajustées à l'ouverture des fouilles.

Celles-ci sont données au droit des sondages réalisés. Des sur-profondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas exclues, ce qui pourra nécessiter des approfondissements locaux de l'assise des fondations.

### 5.3.3. Contraintes de calculs

Conformément à l'Eurocode 7 et sa norme d'application NF P 94-261, sous réserve du respect du principe de fondation précitée, les contraintes centrées de calculs à prendre en compte pour les justifications vis-à-vis des États Limites Ultimes ( $q'_{ELU}$ ) et de Services ( $q'_{ELS}$ ) seront limitées à :

**$q'_{ELS}$  quasi-permanent et caractéristique  $\leq 0.50$  MPa**  
 **$q'_{ELU}$  fondamental et sismique  $\leq 0.82$  MPa**  
 **$q'_{ELU}$  accidentel  $\leq 0.96$  MPa**

### 5.3.4. Évaluation des tassements

Conformément à l'Eurocode 7, dans le cas du respect des préconisations décrites ci-avant et la réalisation de l'ouvrage dans les règles de l'art, pour la valeur de contrainte de service donnée ci-dessus, les tassements théoriques absolus et différentiels prévisibles au droit de nos sondages seront inférieurs au centimètre.



Ces tassements sont donnés pour des géométries de fondations de type :

- semelles isolées/massifs/plots de 0.70 m x 0.70 m,
- semelles filantes de 0.50 m de largeur.

Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art en accord avec les prescriptions de l'Eurocode 7 et de sa norme d'application NF P 94-261.

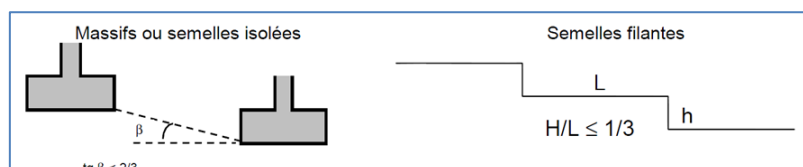
Les valeurs définitives de tassements seront à vérifier dès que les descentes de charges réelles du projet seront connues (mission G2-PRO).

Nota : l'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages. Ailleurs des hétérogénéités naturelles de stratigraphie et de caractéristiques mécaniques des sols peuvent induire des tassements absolus et différentiels supérieurs ou inférieurs à ceux ici estimés.

#### 5.3.5. Dispositions constructives

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- largeur minimale des fondations les moins chargées de 0.50 m pour les semelles filantes et de 0.70 m pour les semelles isolées/massifs, plots, afin d'assurer un bon contact sol/fondation ;
- assise des fondations horizontale ;
- **sol d'assise des fondations homogène** ;
- mise en place d'un béton de propreté immédiatement après l'ouverture des fouilles de fondation sur une épaisseur minimum de 5 cm ;
- prévoir des joints de construction entre les parties différemment chargées du bâtiment ;
- **respect des règles de l'Eurocode 7 et de sa norme d'application NF P 94-261 concernant les fondations à niveaux d'assise décalés (cf. schéma ci-après).**

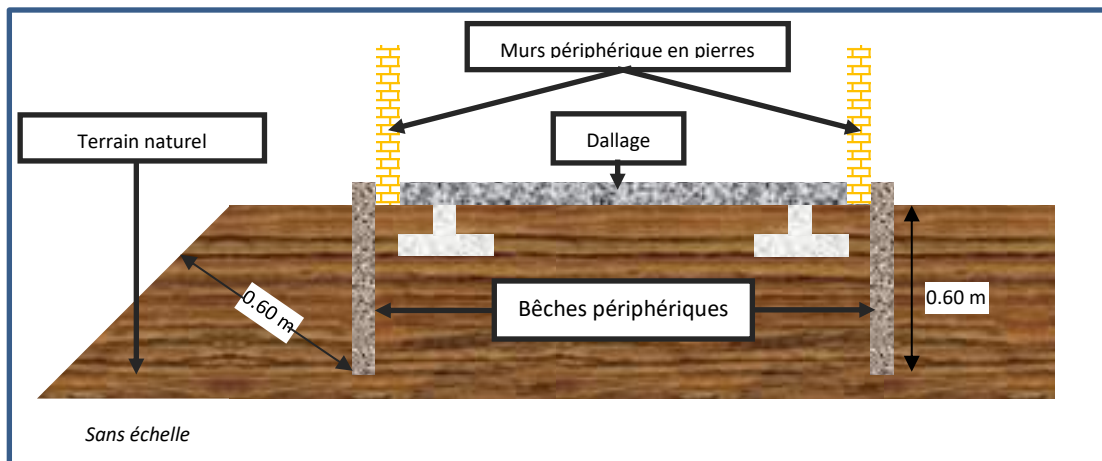


## 5.4. Traitement des murs

### 5.4.1. Bèche périphérique

La bèche périphérique devra assurer la mise hors gel des murs du bâtiment.

- profondeur minimale de 0.60 m par rapport au sol extérieur fini, afin d'assurer la mise hors gel des murs périphériques (cf. schéma ci-après),



*Reprises-en sous-œuvre*

\*  
\*      \*

La mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2-AVP, G2-PRO, G3 et G4) devra suivre la présente étude (mission G5). Le schéma d'enchaînement et la classification des missions types d'ingénierie géotechnique, extraits de la norme NF P 94-500, figurent en annexe 1 du présent rapport.

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement, ainsi que pour toutes missions complémentaires nécessaires.

*Les conclusions de ce présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes.*



## 6. CONDITIONS PARTICULIÈRES

.....

Le présent rapport ou Procès-Verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur lesdites modifications.

**Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.**

.....



## **Annexe 1**

---

### **Extrait de la norme NF P 84-500**



## EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 – 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'avoisants 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 avoisants), 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 avoisants), 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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



---

## Annexe 2

### Implantation des sondages



Département :  
VIENNE

Commune :  
ROIFFE

Section : B  
Feuille : 000 B 03

Échelle d'origine : 1/2000  
Échelle d'édition : 1/500

Date d'édition : 19/04/2022  
(fuseau horaire de Paris)

Coordonnées en projection : RGF93CC47  
©2017 Ministère de l'Action et des  
Comptes publics

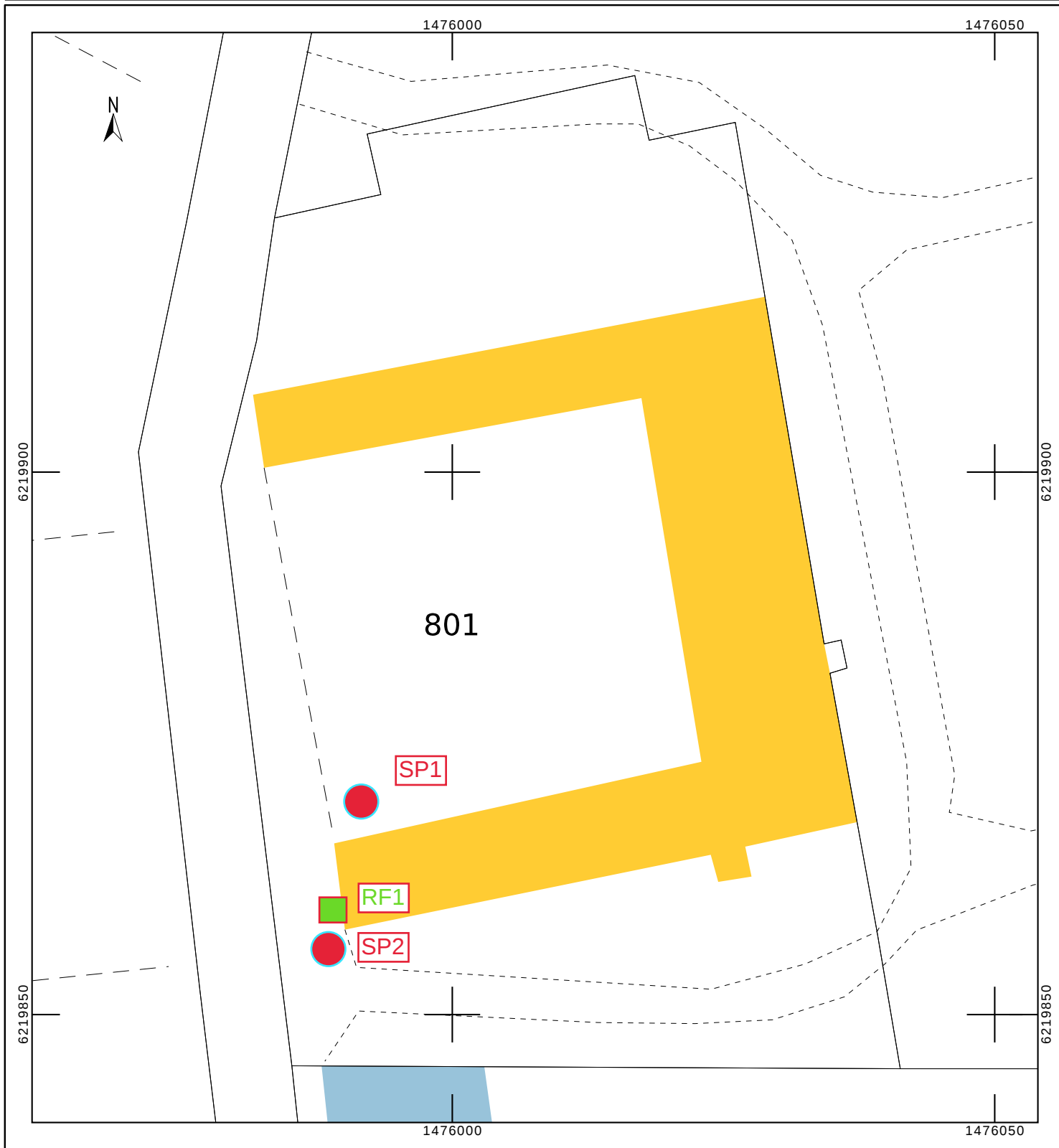
DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES

-----  
EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL  
-----

Le plan visualisé sur cet extrait est géré  
par le centre des impôts foncier suivant :  
Service Départemental des Impôts  
Foncier  
15, rue de Slovénie CS 60565 86021  
86021 POITIERS Cedex  
tél. 05 49 38 24 24 -fax  
sdif.vienne@dgif.finances.gouv.fr

Cet extrait de plan vous est délivré par :

cadastre.gouv.fr



## **Annexe 3**

---

### **Résultats des investigations in situ**



# Fouille de reconnaissance de fondations

Étude : G5 - La ferme de Bellevue

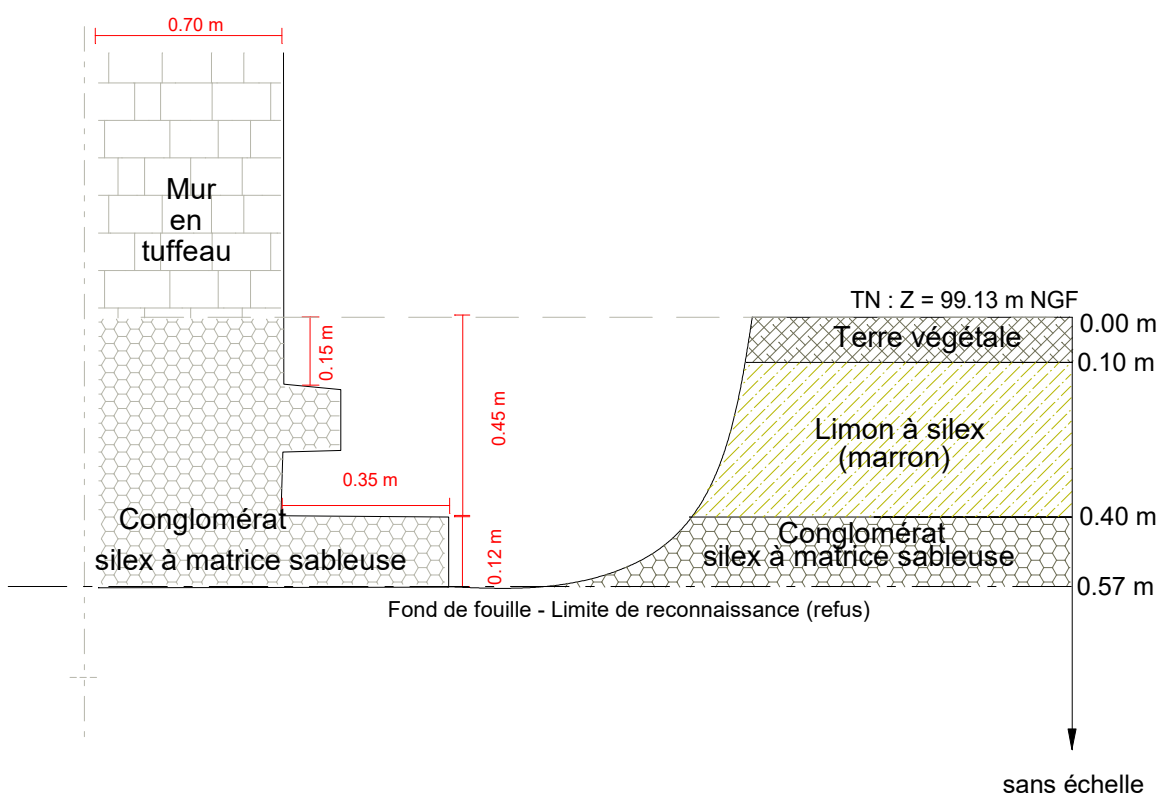
Commune : Fontevraud (49)

Client : ESID Rennes

Affaire ECR n° 3702968

**FR1**

## Vue en coupe





Date début : 27/04/2022  
Date fin : 28/04/2022

Mission G5 - La ferme de Bellevue  
ESID Rennes  
Fontevraud

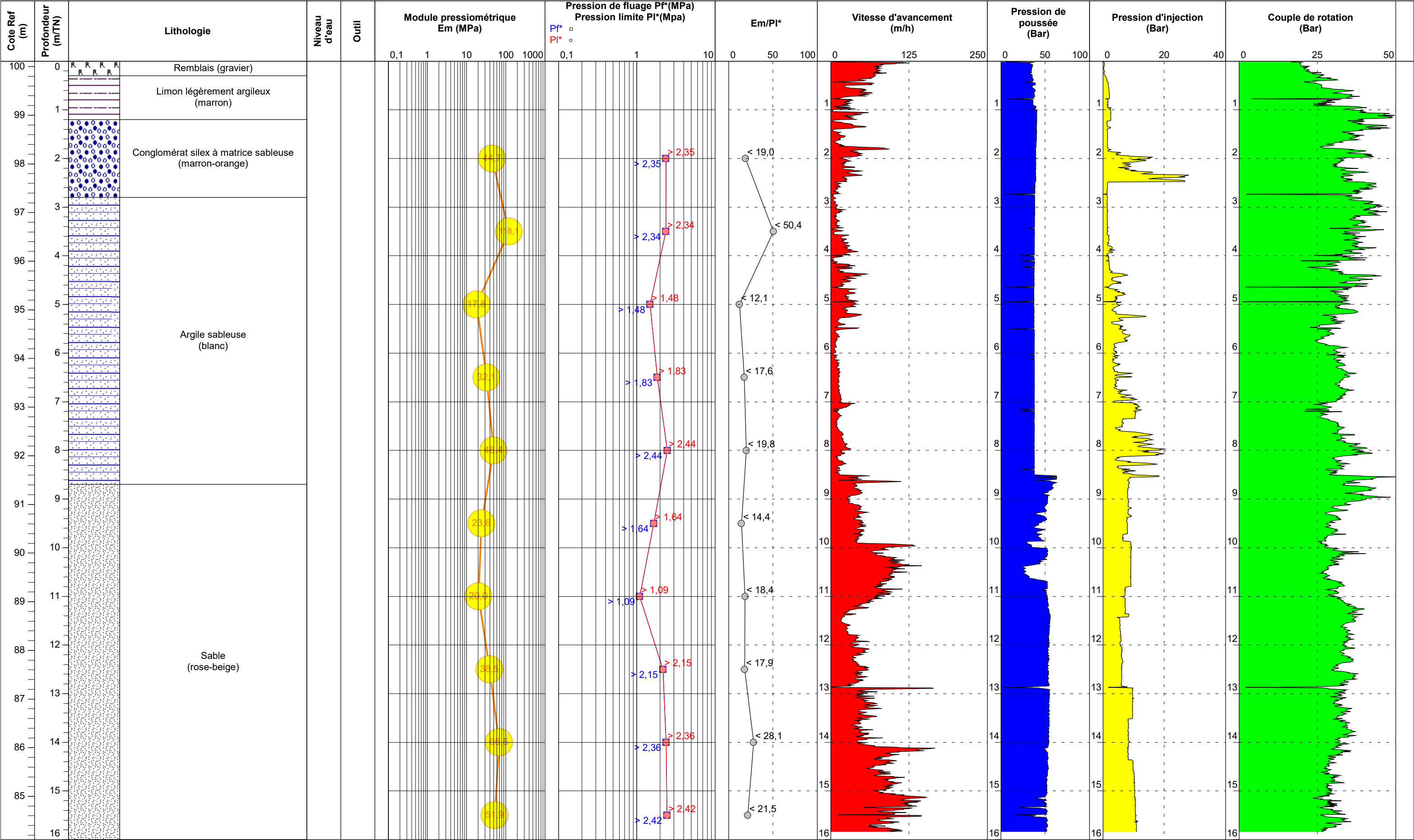
Cote Ref : 100.11  
Machine : ECOFORE CE 302

Profondeur : 0,00 - 16,00 m  
Niveau d'eau : Non observé  
Venue d'eau : Non observée

1/70

Sondage : SP1

EXGTE 3.22/LB2EPF584FR





Mission G5 - La ferme de Bellevue  
ESID Rennes  
Fontevraud

Date début : 27/04/2022  
Date fin : 28/04/2022

Cote Ref : 99.95  
Machine : ECOFORE CE 302

Profondeur : 0,00 - 16,00 m  
Niveau d'eau : Non observé  
Venue d'eau : Non observée

EXGTE 3.22/LB2EPF584FR

Sondage : SP2

