



Géologie  
Étude de sol  
Géotechnique  
Ingénieur conseil  
Assainissement  
Expertise  
Chantier  
Eau



Réf : R38/23/27387 G+E

Date de rédaction : 29/12/2023

## RAPPORT D'ÉTUDE

### MISSION GEOTECHNIQUE G2 AVP

Phase Avant-Projet

### Pôle médical et logements

BARRAUX (38 - Isère)

LA GACHE SAS

### Ingénieur responsable

Clément ARRAGAIN

06 32 70 22 81

clement.arragain@egsol.fr

## Suivi de l'affaire

| Indice | Date       | Rédigé par | Vérifié par | Modifications |
|--------|------------|------------|-------------|---------------|
| 0      | 29/12/2023 | CA         | STD         | -             |

## Unités courantes

| Unité        | Définition                              | Dimension                     |
|--------------|---|-------------------------------|
| kN           | Kilonewton                              | Force                         |
| kN/ml        | Kilonewton par mètre linéaire           | Force par mètre linéaire      |
| kN.m         | Kilonewton mètre                        | Moment                        |
| kN/m² ou kPa | Kilonewton par mètre carré / Kilopascal | Surcharge répartie / pression |
| MPa          | Mégapascal                              | Pression                      |
| ml           | Mètre linéaire                          | Distance                      |
| m/TA         | Mètre par rapport au terrain actuel     | Profondeur                    |
| t            | Tonne                                   | Masse                         |

NOTA :  $1\text{ t} \approx 10\text{ kN}$

## Abréviations courantes

| Symbole | Définition                       |
|---------|----------------------------------|
| TA      | Terrain actuel                   |
| TN      | Terrain naturel                  |
| TF      | Terrain fini                     |
| NGF     | Nivellement général de la France |
| NI      | Nivellement indépendant          |
| CUR     | Charge Uniformément Répartie     |
| PFT     | Plate-forme de travail           |
| FF      | Fond de fouille                  |
| DTU     | Document technique unifié        |
| EC      | Eurocodes                        |
| GTR     | Guide du terrassement routier    |
| ELU     | États limites ultimes            |
| ELS     | États limites de service         |

# Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCTION .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2. RENSEIGNEMENTS GENERAUX .....</b>  | <b>4</b>  |
| 2.1. Le site .....   | 4         |
| 2.2. Contexte géologique.....  | 8         |
| 2.3. Contexte hydrogéologique .....  | 8         |
| 2.4. Risques naturels.....   | 8         |
| 2.5. Documents en notre possession .....                                       | 9         |
| 2.6. Le projet .....   | 9         |
| <b>3. CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS ET RESULTATS .....</b>               | <b>11</b> |
| 3.1. Campagne de reconnaissances .....   | 11        |
| 3.2. Remarques préalables.....   | 11        |
| 3.3. Modèle géologique et géotechnique – Première approche.....                | 12        |
| 3.4. Données hydrogéologiques .....  | 13        |
| 3.5. Tests d'infiltration .....  | 14        |
| <b>4. SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS .....</b>                                     | <b>15</b> |
| 4.1. Risques géotechniques potentiels : identification et impact .....         | 15        |
| 4.2. Aléa sismique et susceptibilité à la liquéfaction .....                   | 15        |
| 4.3. Fondations .....  | 15        |
| 4.4. Traitement des niveaux bas .....  | 17        |
| 4.5. Couche de forme et remblais techniques.....                               | 18        |
| 4.6. Risques de déformation des terrains .....                                 | 20        |
| 4.7. Protection vis-à-vis de l'eau .....                                       | 20        |
| 4.8. Terrassement - Talutage - Soutènement .....                               | 21        |
| 4.9. Gestion des eaux pluviales .....  | 23        |
| <b>5. REMARQUES ET SUGGESTIONS PARTICULIERES – ALEAS ET INCERTITUDES .....</b> | <b>29</b> |

ANNEXES

# 1. Introduction

Principales données de la mission :

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <i>Maître d'ouvrage</i>              | LA GACHE SAS                                      |
| <i>Commune / Département du site</i> | BARRAUX (38 - Isère)                              |
| <i>Projet</i>                        | Pôle médical et logements                         |
| <i>Mission géotechnique *</i>        | Mission géotechnique G2 AVP<br>Phase Avant-Projet |
| <i>Date de la commande</i>           | 06/12/2023  |

\* Selon la « Classification des Missions Géotechniques Types » définie dans la norme NF P 94-500 de Novembre 2013 dont est joint un extrait en annexe.

Cette étude a pour objectifs :

- De préciser les contextes et modèles géologique, hydrogéologique et géotechnique du site ;
- De procéder à une identification des risques géotechniques du site ;
- De préconiser les fondations les mieux adaptées aux contextes et aux structures ;
- De se prononcer sur la perméabilité des terrains rencontrés ;
- De réaliser une étude de gestion des eaux pluviales du projet, adaptée aux contraintes du site ;
- De donner des recommandations pour la réalisation des fondations, des niveaux bas, des terrassements et pour la protection vis-à-vis de l'eau.

En revanche, les aspects suivants ne font pas partie de notre mission :

- Étudier l'impact sur les réseaux éventuels présents sur le site ;
- Réaliser une ébauche dimensionnelle des fondations ;
- Effectuer la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de nos sondages et notamment en profondeur.



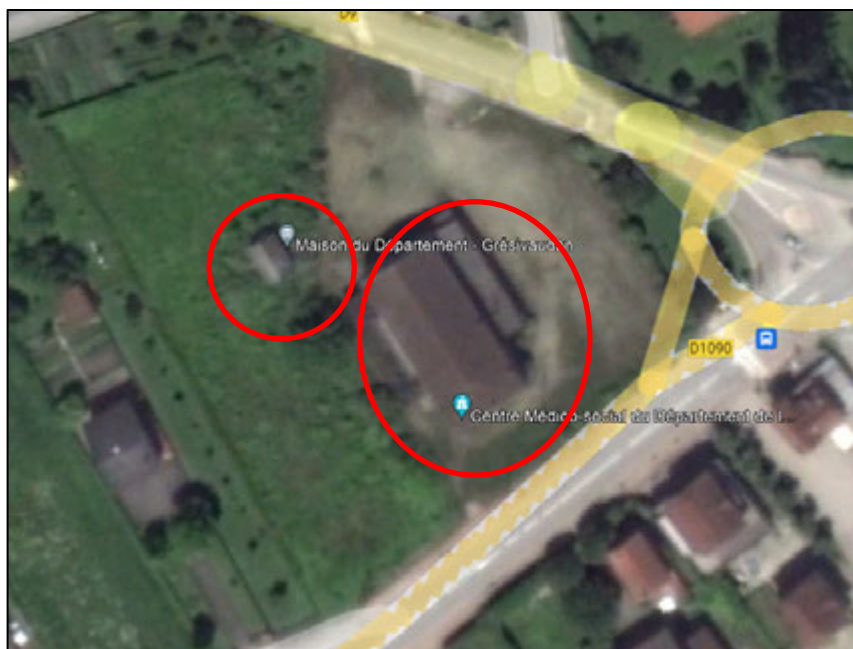
## 2. Renseignements généraux

### 2.1. Le site

|   |  |
|---|--|
| <i>Localisation du site</i>                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Adresse : Route de Barraux - BARRAUX (38 - Isère)</li><li>• Parcelle cadastrale : n°1733, section D</li></ul>  |
| <i>Paysage / altitude</i>                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Altitude : environ 252 m NGF</li><li>• Paysage : plaine alluviale</li><li>• Contexte : résidentiel</li></ul>   |
| <i>Etat des lieux / morphologie / pente</i> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Parcelle principalement enherbée d'une superficie de 3500 m<sup>2</sup> environ, la morphologie du site est globalement plane (pente &lt; 3% vers l'Ouest). Le revêtement au sol de la partie Nord-Est du site est constitué de graviers</li></ul> |



- D'après les images satellites datant de 2017, des bâtiments étaient présents sur la parcelle :



Une superposition de l'image satellite et du plan de masse du projet, nous permettent de constater qu'un petit bâtiment se trouvait au droit du projet « bâtiment centre d'imagerie médicale » :



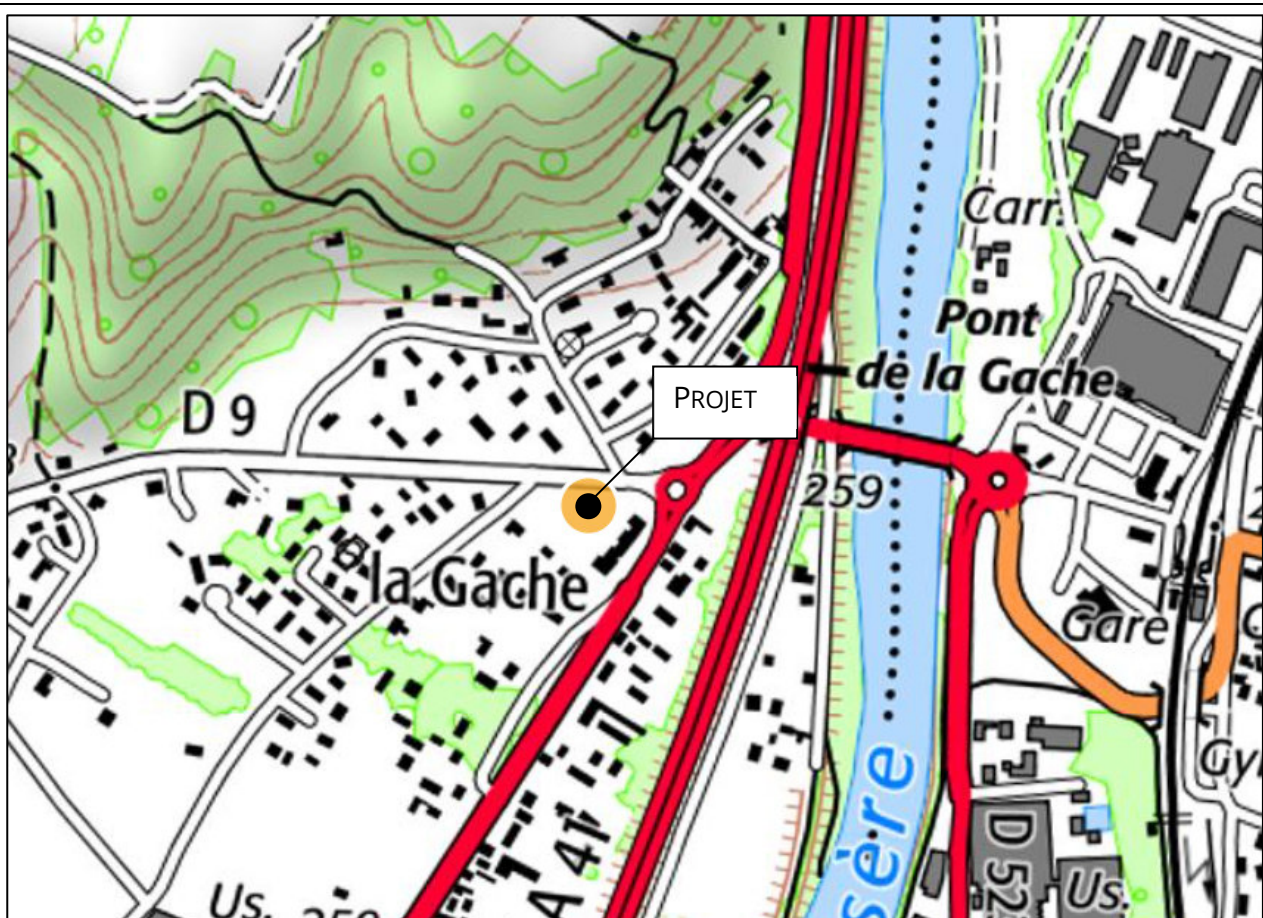
L'emprise du grand bâtiment ne semble pas interférer avec l'emprise des projets, toutefois, compte tenu de l'incertitude de l'emplacement exact de ces ouvrages démolis résultant de la qualité médiocre de l'image satellite, des vestiges d'ouvrages et des zones constituées de remblais sont à attendre sous l'emprise des bâtiments des lots n°2 et n°3.

*Historique du site*



Zone d'Influence  
géotechnique (Z.I.G)  
1ère approche

- Un bâtiment à l'Est, une route au Nord, des parcelles pavillonnaires au Sud-Ouest.



*Carte IGN topographique du site (source Géoportail)*



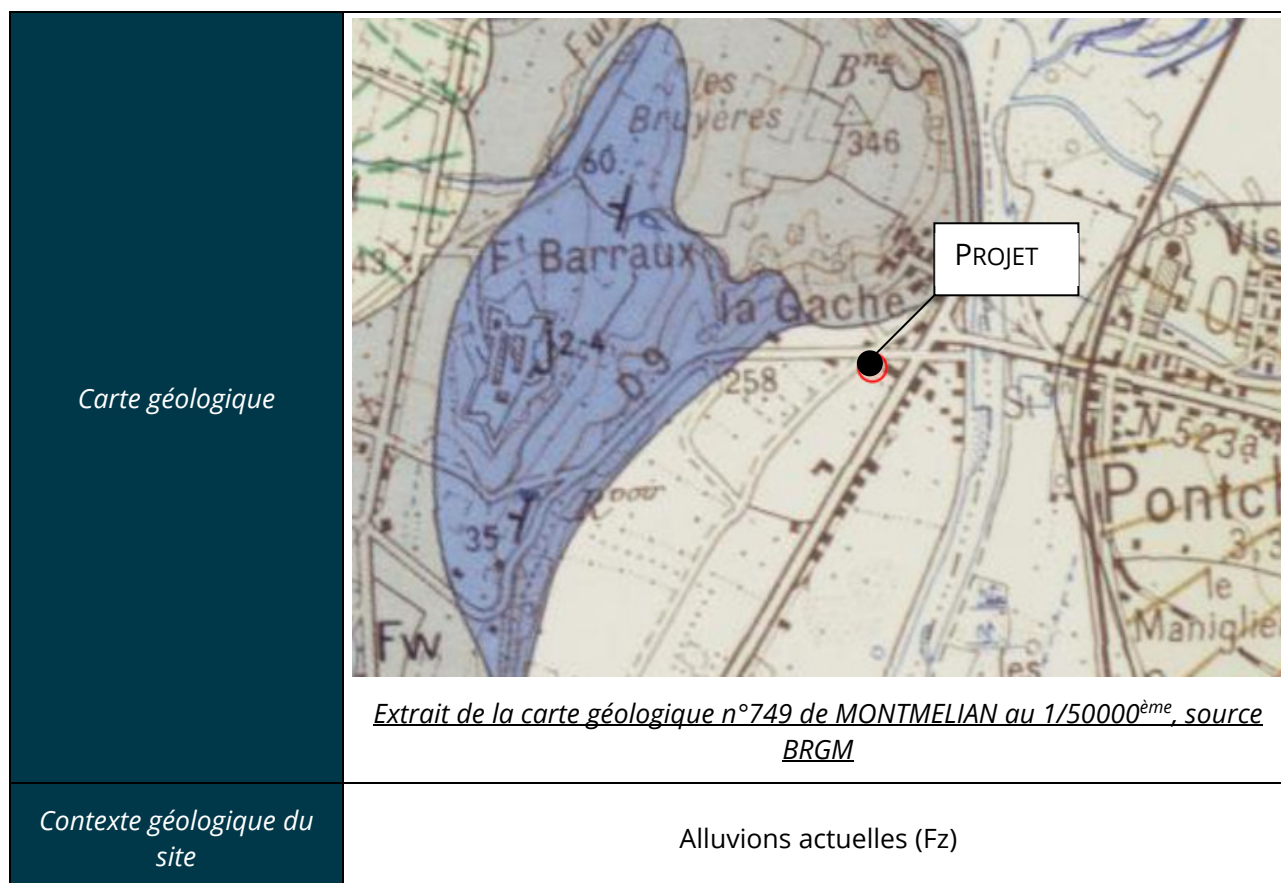
*Photo aérienne du site (source Géoportail)*



*Photo générale du site*



## 2.2. Contexte géologique




## 2.3. Contexte hydrogéologique

|   |   |
|---|---|
| <p>Contexte hydrogéologique du site</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le site, du fait de sa localisation dans une plaine alluviale/à proximité d'un cours d'eau, est susceptible de recevoir des écoulements souterrains préférentiels et/ou d'abriter une nappe</li> </ul> |
|---|---|

## 2.4. Risques naturels


**NOTA :** Il appartient au Maître d'Ouvrage/Maître d'Œuvre de se renseigner sur la situation du projet par rapport au Plan de Prévention des Risques, aux cartes d'aléas, aux périmètres de protection des captages AEP, et sur les prescriptions réglementaires locales liées à l'infiltration des eaux pluviales.

|  |   |
|--|---|
| Exposition à l'aléa retrait/gonflement des argiles |  <p>Aléa faible</p> |
| Sismicité selon l'arrêté du 22/10/2010             | Zone 4 (Moyenne)  |

Liste non exhaustive sur la base des données bibliographiques disponibles (site internet InfoTerre, Géorisques...)

## 2.5. Documents en notre possession

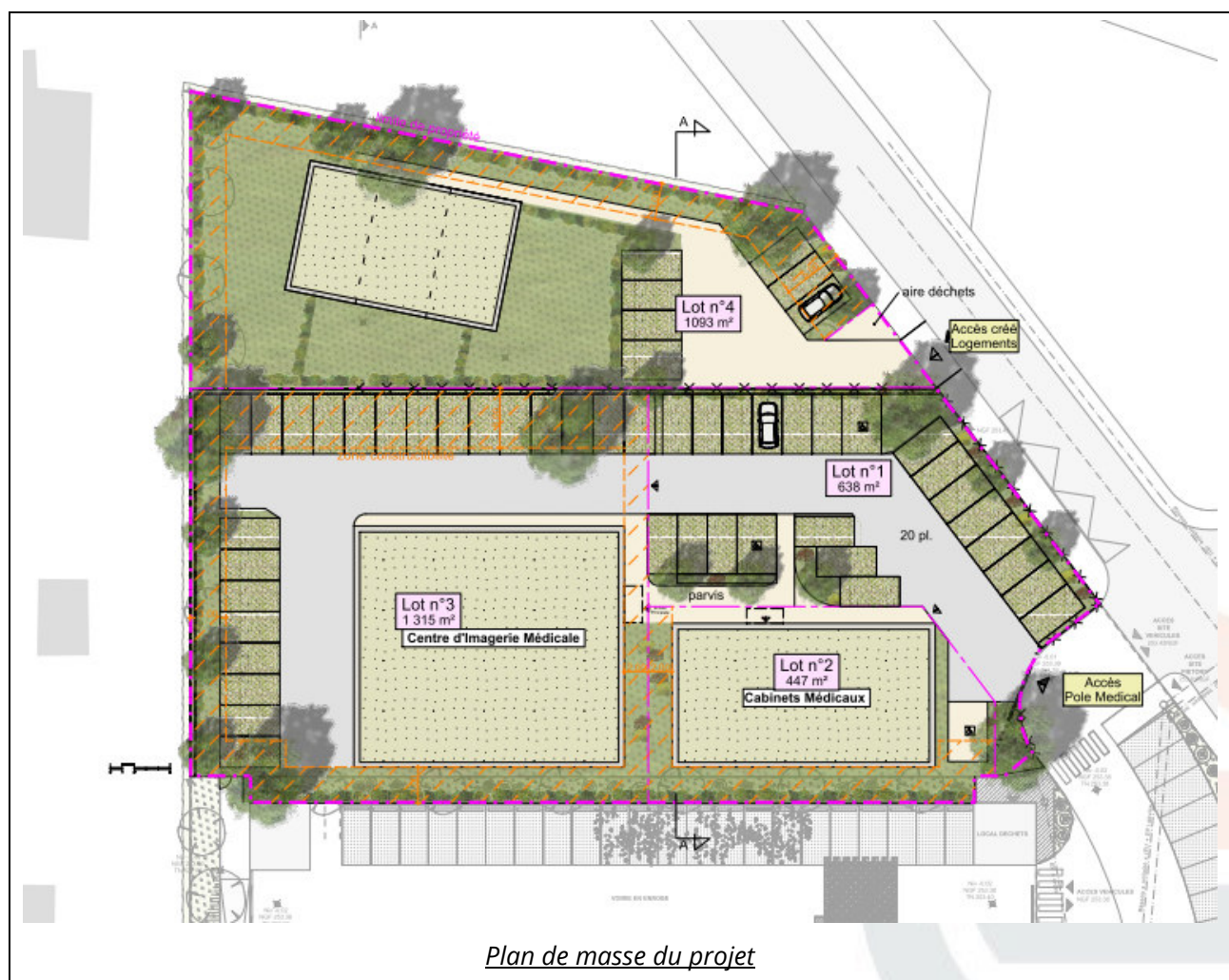
Documents en notre possession au 29/12/2023 :

| Nature et Source   | Échelle | Référence  | Date d'édition | Format |
|--|---------|------------|----------------|--------|
| Plan de masse du projet<br> | 1/500   | A-21-14-01 | 14/03/2022     | pdf    |

## 2.6. Le projet

|  |   |
|--|---|
| Nature du projet / surface / mitoyenneté | <ul style="list-style-type: none"> <li>Projet de construction d'un pôle médical de 2 bâtiments en RDC à R+1, d'une emprise au sol de 250 et 450 m<sup>2</sup> environ. Il est prévu des voiries et stationnements.</li> <li>Le projet prévoit également la construction de 3 villas mitoyennes en RDC à R+1 au Nord-Ouest.</li> </ul> |
| Partie enterrée / décalage de niveaux    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Projet à priori sans sous-sol ni décalage de niveaux</li> </ul>  |
| Calage du projet                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Calage du niveau <math>\pm 0,00</math> à <math>\pm 0,5</math> m/TA</li> </ul>  |

|  |  |
|--|--|
| <i>Terrassements</i>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauteur des terrassements en déblai : de l'ordre de 1,0 m/TA</li> <li>• Hauteur des terrassements en remblai (surélévation) : inférieurs à 0,5 m/TA</li> </ul>  |
| <i>Descentes de charges<br/>ELS (hypothèses)</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 kN/ml en filant ;</li> <li>• 400 kN en ponctuel ;</li> <li>• Charge Uniformément Répartie sur dallage :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2,5 kN/m<sup>2</sup> pour les maisons</li> <li>- 5 kN/m<sup>2</sup> pour les bâtiments médicaux</li> </ul> </li> </ul> |
| <i>Gestion des eaux<br/>pluviales</i>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche d'une solution de gestion sur la parcelle</li> </ul>  |



Si le projet venait à être modifié par rapport à ces données, nos conclusions deviendraient caduques.

### 3. Campagne de reconnaissance des sols et résultats

#### 3.1. Campagne de reconnaissances

Nous avons réalisé, le 13/12/2023, la campagne de reconnaissance des sols suivante :

|                               | Nombre | Nature                        | Notation |
|-------------------------------|--------|-------------------------------|----------|
| <i>Sondages à la pelle</i>    | 6      | Reconnaissance géologique     | PM       |
| <i>Essais au pénétromètre</i> | 6      | Dynamique DPSH-B              | Pnd      |
|                               | 2      | Statique 10 t ou 20 t         | ST       |
| <i>Tests de perméabilité</i>  | 3      | Type Matsuo (niveau variable) | EP       |

L'implantation des sondages a été réalisée au mieux en fonction des conditions d'accès au terrain, des réseaux existants et de la précision des plans fournis pour notre intervention.

L'implantation des sondages, le principe ainsi que les résultats sont présentés en annexe.

#### 3.2. Remarques préalables

Les descriptions de faciès que nous donnons (lithologie, humidité) sont basées sur la réalisation des sondages à la pelle mécanique (profondeur d'investigation jusqu'à environ 2,8 m/TA) sur la base d'une reconnaissance visuelle ne se substituant en aucun cas à des essais en laboratoire.

Au droit des essais pénétrométriques, les faciès ne sont donc qu'une interprétation basée sur les résultats de ces essais qui sont des essais « en aveugle » ne permettant pas de connaître précisément la nature géologique des terrains traversés, ou ceux ayant provoqués le refus. De cette interprétation résulte également le fait que les cotes ou profondeurs indiquées ne sont que des estimations et non des références absolues.

Ces descriptions ne résultent donc pas d'une description visuelle du matériau in-situ telle que celles pouvant être effectuées au droit de puits à la pelle mécanique ou à l'aide de sondages carottés (échantillons intacts), seules investigations pouvant caractériser avec précision la nature géologique des sols rencontrés en profondeur.

La tenue des parois indiquée dans les sondages à la pelle n'est valable que pour la réalisation d'un puits ponctuel de très courte durée.

Notons que les reconnaissances effectuées sont ponctuelles et que des variations latérales de faciès sont toujours possibles.

Toutes les cotes altimétriques précisées dans ce rapport découlent d'un nivellement effectué par nos soins mais ne résultent en aucun cas d'un relevé topographique pouvant être effectué par un géomètre. Le point de référence choisi pour le nivellement de nos sondages est indiqué sur le plan d'implantation des sondages en annexe (nivellement NGF IGN 69).



### 3.3. Modèle géologique et géotechnique – Première approche

| Description  | Tenue des parois | Résistances mécaniques   | Compacité            |
|--|------------------|--|----------------------|
| <b>Formation 1 :</b><br>Remblais de graves sableuses et sable grossier (plate-forme en partie Nord-Est du site, ancien bâtiment démoli, Pnd3, Pnd5, Pnd6, PM4, PM6 ) | Médiocre         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rda &gt; 10 MPa</li> </ul>  | Elevée               |
| <b>Formation 2 :</b><br>Limon sableux  | Moyenne          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rda ≈ 0,2 à 2,0 MPa</li> <li>q<sub>c</sub> ≈ 0,9 à 1,0 MPa</li> </ul> | Très faible à faible |
| <b>Formation 3 :</b><br>Graves sableuses et sable grossiers gris   | Mauvaise         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rda &gt; 7 MPa</li> <li>q<sub>c</sub> &gt; 10 MPa</li> </ul>          | Élevée               |

**Remarque :** Notons qu'au droit de l'essai Pnd 6, les caractéristiques mécaniques varient de 3,5 à 10 MPa sur une hauteur de 2,6 m. Cette hétérogénéité peut caractériser une zone remaniée (ou simplement une lentille de sable au sein des graves ?), et cela est d'autant plus probable que l'emplacement de l'essai Pnd 6 se trouve à proximité directe de l'emprise du bâtiment démoli (cf historique du site §2.1). Des rattrapages en gros béton seront donc à prévoir dans le secteur de l'ancien bâtiment démoli.

On notera également une forte anomalie de compacité en surface au droit de l'essai Pnd 1 sur 1,0 m d'épaisseur (Rda ~ 0,2 MPa) représentant une portance pratiquement nulle (zone marécageuse, période très pluvieuse).

**Modèle géotechnique :** Le tableau ci-après récapitule au droit de nos sondages les profondeurs et cotes estimées/interprétées des différentes formations géotechniques mises en évidence. Notons que les reconnaissances effectuées sont ponctuelles et que des variations latérales de faciès sont toujours possibles. Les profondeurs des faciès données ci-dessous ne sont que des estimations issues d'interprétation servant de prévision mais qui pourront nécessiter des recalages lors de reconnaissances ultérieures ou en phases chantier selon le contexte géotechnique réellement observé.

| Sondage   | Cote de la tête<br>du sondage | Toit de la formation 2 |         | Toit de la formation 3 |                   |
|-----------|-------------------------------|------------------------|---------|------------------------|-------------------|
|           |                               | Prof.                  | Cote    | Prof.                  | Cote              |
|           | [m NGF]                       | [m/TA]                 | [m NGF] | [m/TA]                 | [m NGF]           |
| PM1+EP1   | 252,9                         | 0,2                    | 252,7   | 0,8                    | 252,1             |
| PM2       | 252,9                         | 0,2                    | 252,7   | 1,3                    | 251,6             |
| PM3       | 253,1                         | 0,2                    | 252,9   | 0,7                    | 252,4             |
| PM4+EP3   | 254,0                         | 0,8                    | 253,2   | 1,4                    | 252,6             |
| PM5 + EP2 | 253,0                         | 0,2                    | 252,8   | 0,6                    | 252,4             |
| PM6       | 253,8                         | 0,8                    | 253,0   | 1,6                    | 252,2             |
| Pnd1      | 252,9                         | 0,2                    | 252,7   | 1,2                    | 251,7             |
| Pnd2      | 252,8                         | 0,2                    | 252,6   | 1,2                    | 251,6             |
| Pnd3      | 253,8                         | 0,8                    | 253,0   | 1,4                    | 252,4             |
| Pnd4      | 253,7                         | 0,8                    | 252,9   | 1,4                    | 252,3             |
| Pnd5      | 253,8                         | 0,6                    | 253,2   | 1,4                    | 252,4             |
| Pnd6      | 253,8                         | -                      | -       | 1,4 ou<br>2,6          | 252,4 ou<br>251,2 |
| St1       | 253,0                         | 0,2                    | 252,8   | 0,8                    | 252,2             |
| St2       | 253,2                         | 0,2                    | 253,0   | 0,8                    | 252,4             |

### 3.4. Données hydrogéologiques

Lors de notre reconnaissance du 13/12/2023, aucune venue d'eau n'a été observée au droit de nos sondages à la pelle descendus jusqu'à une profondeur maximale de 2,8 m et à la cote minimale de 250,3 m NGF.

Toutefois, notre intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne nous permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où les informations mentionnées ci-dessus correspondent nécessairement à un moment donné, sans possibilité d'apprécier les variations inéluctables des nappes et circulations d'eau qui dépendent notamment des conditions météorologiques.

### 3.5. Tests d'infiltration

Les essais d'infiltration réalisés et les perméabilités mesurées sont récapitulés dans le tableau ci-après :

| <i>Essai</i> | <i>Sondage</i> | <i>Prof.</i> | <i>Faciès testé</i>                      | <i>K</i>      | <i>K</i> |
|--------------|----------------|--------------|--|---------------|----------|
|              |                | [m/TA]       |  | [m/s]         | [mm/h]   |
| EP1          | PM1            | 1,3          | Graves sableuses et sable grossier gris. | $2,9.10^{-4}$ | 1034     |
| EP2          | PM5            | 1,0          | Graves sableuses et sable grossier gris. | $9,6.10^{-4}$ | 3441     |
| EP3          | PM4            | 2,5          | Graves sableuses et sable grossier gris. | $3,2.10^{-4}$ | 1137     |

 Les sols de la formation 3 présentent de bonnes perméabilités.



## 4. SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS

### 4.1. Risques géotechniques potentiels : identification et impact

#### RISQUES GEOTECHNIQUES LIES AU SITE ET AU PROJET

- Projet au droit ou à proximité directe de l'emprise d'anciens bâtiments démolis → risque de tassements absolus et différentiels → nécessité de purger les vestiges d'ouvrages et d'ancrer les fondations au terrain naturel au-delà des remblais.
- Formation 2 pouvant présenter de très faibles caractéristiques mécaniques ( $R_{da} \approx 0,2$  MPa au droit de Pnd 1) → risque de tassements, portance quasi nulle, risque d'enfoncement et de problème de traficabilité (purgé cloutage à prévoir).
- Terrains sensibles à l'eau → risque de matelassage, de perte de portance, problème de traficabilité

### 4.2. Aléa sismique et susceptibilité à la liquéfaction

Le profil stratigraphique et la classe de sol associée définis selon la norme NF EN 1998-1 (Eurocode 8 – Septembre 2005) ainsi que le risque de liquéfaction sont donnés ci-dessous :

| Classe de sol | Profil stratigraphique   | Liquéfaction    |
|---------------|--|-----------------|
| C             | Dépôts (sables, graviers, limons, argiles) de densité moyenne, moyennement raides, profonds (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres) | Non liquéfiable |

### 4.3. Fondations

#### 4.3.1. Solution de fondation

|                                |   |     |     |
|--------------------------------|---|-----|-----|
| Type de fondation envisageable | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fondations superficielles de type semelles filantes et/ou isolées en béton armé avec rattrapages en gros béton au-delà de tous remblais.</li> </ul>  |     |     |
| Profondeur minimale            | <ul style="list-style-type: none"> <li>0,8 m minimum par rapport au terrain fini pour la garde hors-gel</li> <li>Approfondissement en gros béton au-delà de tous remblais de la formation 1 et limon sableux de la formation 2</li> </ul> |     |     |
| Faciès d'assise                | <b>Formation 3 : graves sableuses</b><br>(Estimation du toit du faciès <u>hors ancrage</u> des fondations au § 3-3)   |     |     |
| Ancrage minimal des fondations | 0,2 m dans le faciès d'assise   |     |     |
| États Limites                  | Rupture   | ELU | ELS |



|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| <b>Facteurs partiels</b>  | $\gamma_{r,v} = 1,0$<br>$\gamma_{rd,v} = 1,0$  | $\gamma_{r,v} = 1,4$<br>$\gamma_{rd,v} = 1,2$ | $\gamma_{r,v} = 2,3$<br>$\gamma_{rd,v} = 1,2$ |
| <b>Contrainte de calcul :</b><br>$\frac{R_{vd}}{A' \cdot i_\delta \cdot i_\beta}$ [MPa] | 0,690  | 0,411   | <b>0,25</b>                                   |
| <b>Angle de frottement d'interface fondation/terrain <math>\delta_{a,k}</math></b>      | $\delta_{a,k} = \phi'$ si coulé pleine fouille<br>$\delta_{a,k} = 2/3 \phi'$ si fondation préfabriquée<br>$\phi' = 33^\circ$ |   |   |

$R_{vd}$  : valeur de calcul de la résistance verticale du terrain sous la fondation

$A'$  : surface de sol comprimée sous la fondation

$i_\delta$  : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (1,0 si charge verticale)

$i_\beta$  : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus (1,0 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus  $> 8 B$ ,  $B$  : largeur de la fondation).

$R_0$  : poids du volume de sol occupé par la fondation ( $R_0 = 0$  par simplification et sécurité)

Le dimensionnement des fondations sera à réaliser conformément aux Eurocodes (Eurocode 7 « Géotechnique » et Eurocode 8 « Sismique ») et à la norme d'application nationale de justification des fondations superficielles NF P 94-261. Les fondations seront à justifier vis-à-vis du poinçonnement, du glissement et de l'excentrement sous les différentes combinaisons de charges ELS et ELU.

Des variations latérales des faciès et des profondeurs variables du faciès d'assise sous les terrains de couverture (terre végétale, remblais, limons de la formation n°2, racines, souches, blocs  $> 500$  mm, vestiges enterrés...) sont possibles par rapport aux prévisions des sondages. Dans tous les cas, ces matériaux devront être purgés et le rattrapage de niveau sera réalisé à l'aide de gros béton coulé pleine fouille. Un traitement analogue sera de rigueur en cas de rencontre en fond de fouille de tous faciès différents du faciès d'assise décrit ci-dessus.

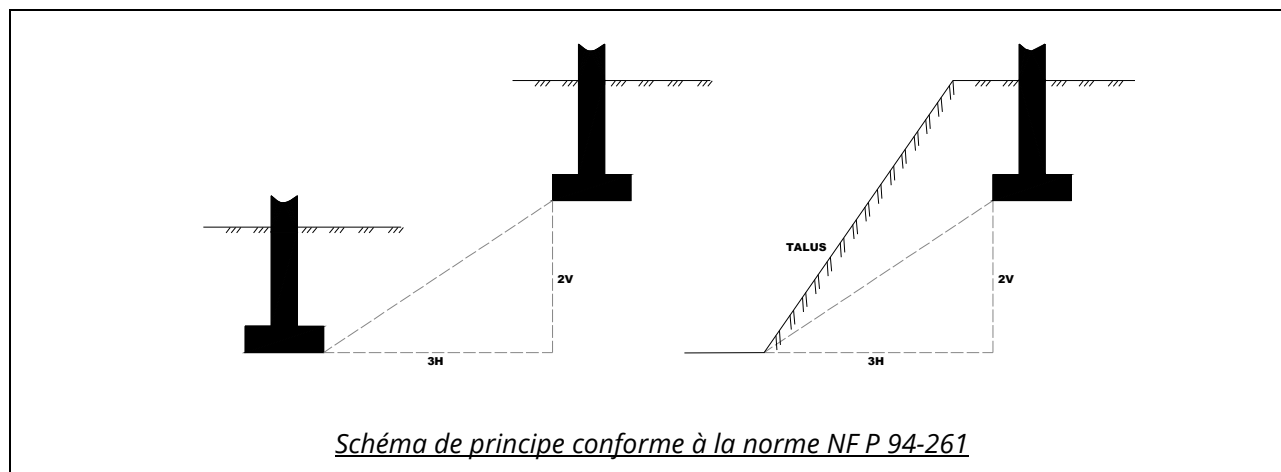
Les fondations devront être coulées immédiatement après ouverture en pleine fouille sur un sol sain, non remanié, damé, non gelé (avec mise en place d'un béton de propreté ou gros béton). Les sur-profondeurs seront rattrapées au gros béton

Compte tenu de la tenue mauvaise des parois des puits à la pelle mécanique, la mise en œuvre d'un blindage pourra être nécessaire. La surconsommation de béton coulé pleine fouille due aux hors profils sera à prévoir par rapport au volume théorique.

Dans cette optique, pour visualiser les fonds de fouilles de fondations, nous conseillons au Maître d'Ouvrage de faire réaliser un complément de mission de visite des fonds de fouilles (mission G4 ou G5) afin de s'assurer que les fondations intéressent bien les faciès préconisés.

#### 4.3.2. Dispositions constructives

En cas de dénivelé entre fondations, une pente maximale de 2V/3H sera à respecter entre 2 fondations voisines ou 2 redans successifs (règle NF P 94-261).



La structure devra disposer de chaînages horizontaux et verticaux mis en œuvre dans les règles de l'art.

#### 4.4. Traitement des niveaux bas

L'hypothèse retenue est une charge uniformément répartie (C.U.R au sens du DTU 13.3) de **5 kN/m<sup>2</sup>** pour les bâtiments médicaux et de **2,5 kN/m<sup>2</sup>** pour les maisons. Ces hypothèses devront nécessairement être validées par le bureau d'études structures.

Compte tenu des très faibles caractéristiques mécaniques mesurées au droit de l'essai Pnd 1, le niveau bas des maisons devra être traité en dalle portée à moins de purger substituer l'ensemble des formations 1 et 2 soit sur environ 1,0 m à 1,2 d'épaisseur au droit des maisons, par des remblais techniques Une solution de dalle portée semble plus appropriée dans ce cas.

Compte tenu de la nature prévisible des terrains d'assise sous dallage et de la surcharge considérée, un dallage sur terre-plein est envisageable pour les bâtiments médicaux.

Il est également possible d'envisager le remplacement du dallage sur terre-plein par une dalle portée. Cette deuxième solution présente l'avantage d'éviter tous problèmes liés au compactage (vibrations sur les avoisinants, risque de microfissuration), au tassement différentiel avec la structure, à la gestion des travaux de terrassement pour préserver le fond de fouille en fonction des intempéries, à l'adaptation de l'épaisseur de plate-forme vis-à-vis des hétérogénéités géologique et d'état hydrique, et à la réception de la plate-forme support de dallage (tassement, drainage, cloutage...).

Conformément au DTU 13.3 dallage, les dallages sur terre-plein seront mis en place sur un sol support qui doit satisfaire aux critères de portance et de granulométrie définis au § A.2.2.1.1 de l'annexe A du DTU 13.3 Dallage.

Les terrains prévisibles sous dallage au regard des reconnaissances réalisées (formation 2) ne répondent pas à ces critères. Il sera donc nécessaire de prévoir la mise en œuvre d'une couche de forme. Les préconisations pour les couches de formes (épaisseurs prévisibles, mise en œuvre) sont présentées au § 4-5.

Les modules de réaction du sol notés  $E_s$  (modules à long terme) à considérer au sens du **DTU 13.3** sont donnés ci-après.



| Couches de sol                  | Module $E_s$ |
|---------------------------------|--------------|
| -                               | [MPa]        |
| Couche de forme D <sub>31</sub> | 45           |
| Formation 2                     | 4            |
| Formation 3                     | 16           |

\* Les profondeurs des différentes formations sont données au § 3-3

## 4.5. Couche de forme et remblais techniques

Les complexes de couches de forme proposés ci-dessous ne sont que des estimations basées sur les données en notre possession à ce stade du projet et seront à adapter en phase chantier selon les conditions d'exécution, les matériaux utilisés, et les hétérogénéités du fond de terrassement. Il s'agit là de donner une prévision qui suppose la réalisation des travaux dans les règles de l'art dans des conditions météorologiques favorables (temps non pluvieux). Seuls les critères de portance sont à considérer comme obligation de résultats et il appartient à l'entreprise de mettre en œuvre des matériaux et épaisseurs adaptés afin de les respecter.

D'après le DTU 13.3 Dallage, les critères de portance à respecter à minima sont :

-  EV2  $\geq$  30 MPa pour un dallage de maison individuelle ;
-  EV2  $\geq$  50 MPa pour une C.U.R inférieure ou égale à 20 kN/m<sup>2</sup> ;

Des essais de laboratoire et une planche d'essais de chargement à la plaque pourront être réalisés pour préciser les épaisseurs réellement à mettre en œuvre, avant le démarrage des travaux.



## PREVISIONS DES COMPLEXES DE COUCHE DE FORME

|   | Dallage bâtiments médicaux<br>et Voirie PF2   |
|---|---|
| Critères à atteindre  | $K_w > 50 \text{ MPa/m}$ - $EV_2 > 50 \text{ MPa}$ - $EV_2/EV_1 < 2,2$  |
| Essais de contrôle  | Essais de chargement à la plaque<br>1 unité/300m <sup>2</sup> - Minimum 2   |
| Exemple de matériaux de couche de forme                                     | GTR D <sub>31</sub> 0/80 mm bien étagé, < 12 % de fines, VBS < 0,1<br>Naturels et drainants insensibles à l'eau ( $E_y > 120 \text{ MPa}$ ) |
| Hypothèses des caractéristiques du fond de forme                            | Limon brun<br>$EV_{2FF} \approx 6 \text{ à } 8 \text{ MPa}$ <sup>(1)</sup> par corrélation à partir d'essais in-situ                        |
| Complexe de couche de forme estimée pour atteindre les critères de portance | Cloutage 50/150 mm sur 20 cm d'épaisseur environ (hors sol) (2)<br>Géotextile anti contaminant<br>(classe 5)<br>+ 60 cm de couche de forme  |

(1) Le fond de forme étant sensible à l'eau, sa portance (valeur de  $EV_{2FF}$ ) peut rapidement chuter si sa teneur en eau augmente (venues d'eau souterraines, zones plus humides, précipitations...) nécessitant la réalisation de purges/substitutions ou d'un cloutage éventuellement associé à un réseau de tranchées drainantes pour assainir le fond de terrassement.

(2) Si le fond de terrassement intéresse la formation 3, le cloutage ne sera pas nécessaire (secteur ST1, ST2 et PM3 potentiellement selon le calage du projet).

NOTA : au droit des plates-formes existantes, des essais de chargement à la plaque et des essais en laboratoire pourront être réutilisés pour envisager une réutilisation.

## CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE / PHASAGE

Les plates-formes devront être réalisées en respectant les recommandations du guide technique SETRA LCPC (1992) et les dispositions constructives et phasage suivants :

- Purge en totalité de la terre végétale, des racines, des souches, des vestiges d'ouvrages (ou recépage à -1,0 m sous dallage), des remblais évolutifs (briques, plâtre, bois, textile, déchets poubelliers...) et décaissement à l'avancement à la pelle rétro au godet de curage sans dent jusqu'à la cote de fond de terrassement ;



- Terrassement en évitant la circulation des engins pour ne pas provoquer de remaniement ;
- Cloutage des zones peu portantes présentes en fond de terrassement, jusqu'à obtenir une portance  $EV_{2FF}$  au moins égale à 15 MPa (AR1), l'épaisseur de cloutage sera de 20 cm hors sol environ ;
- Mise en place d'un géotextile anti contaminant à l'avancement (classe 5 minimum) ;
- Mise en œuvre de la couche de forme soigneusement compactée à l'avancement selon les règles en vigueur, par couches de 0,3 m au maximum ;
- Vérification du compactage ;
- Couche de réglage.

## 4.6. Risques de déformation des terrains

### SOUS FONDATION

D'après les hypothèses évoquées plus haut, dans ces conditions, les tassements absolus prévisibles seront inférieurs au centimètre pour une exécution soignée.

### SOUS DALLAGE

Sous réserve d'une bonne exécution de la plate-forme sous dallage, les tassements absolus prévisibles sous dallage seront inférieurs au centimètre.

### SOUS REMBLAI

Aucun remblai de surélévation de plus de 0,5 m de haut par rapport au terrain initial ne devra être réalisé en périphérie du projet après le gros-œuvre (risque de tassement induit sur la structure).

## 4.7. Protection vis-à-vis de l'eau

Même si aucune venue d'eau n'a été observée, le site est prédisposé à recevoir des eaux de ruissellement ou une nappe dans l'aquifère sablo-graveleux.

### GESTION DES EAUX EN PHASE DEFINITIVE - DRAINAGE

Compte tenu de la faible perméabilité des terrains superficiels, un drainage périphérique est conseillé.

Le drainage devra être réalisé conformément au DTU 20.1 avec des drains de type autoroutier, résistants et crépinés aux deux tiers, emballés de graviers dans une chaussette géotextile et des regards visitables aux changements de direction.

On recherchera à aménager les abords immédiats des ouvrages pour diriger les eaux vers l'extérieur en dehors de l'emprise des ouvrages.

### ETANCHEITE

On veillera à réaliser une arase étanche conforme au DTU 20.1 (15 cm minimum au-dessus du sol extérieur).

## GESTION DES EAUX EN PHASE PROVISoire - POMPAGE

Des précautions d'usage seront à respecter pour conserver le fond de terrassement de nature limoneuse, sensible à l'eau :

- Réaliser les travaux en période sèche, non pluvieuse, et à l'avancement ;
- Régler le fond de terrassement de manière à permettre une évacuation gravitaire des eaux ;
- Protéger le fond de fouille en cas d'intempéries : les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries ;
- Protéger les talus avec des bâches imperméables résistantes correctement fixées ;
- Réaliser des cunettes de collectes ou des tranchées drainantes en pied de talus pour évacuer les eaux en dehors de l'emprise du projet ;
- En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage (tranchées drainantes descendues au moins 0,5 m sous le fond de terrassement et puisards) et évacuation gravitaire ou d'un système de pompage si nécessaire sera à prévoir. Si de l'eau a stagné sur le fond de terrassement, les épaisseurs de plate-forme données dans ce rapport pourront ne plus être valables.

## 4.8. Terrassement - Talutage - Soutènement

### TERRASSEMENT

Des ouvrages ont été démolis sur le site par le passé.

Tous les vestiges d'ouvrages existants ou gros blocs présents sur le site devront être purgés ou recepés sous dallage à -1,0 m/sous dallage. Le remblaiement de ces purges devra être réalisé avec des matériaux drainants et naturels insensibles à l'eau de type GTR D<sub>31</sub> soigneusement compactés à 98,5 % de l'OPN (qualité q<sub>3</sub>). Des essais pénétrométriques et des essais de chargement à la plaque seront à prévoir pour vérifier la bonne compacité de ces remblaiements.

Les réseaux recoupant l'emprise des terrassements du projet ou se situant à proximité immédiate devront être préalablement purgés ou dévoyés.

Les travaux de terrassement seront réalisés en période sèche, non pluvieuse et devraient pouvoir s'effectuer en totalité à l'aide d'une pelle mécanique puissante. Quoi qu'il en soit, les moyens devront être adaptés à la géologie constatée.

### REMBLAIEMENT

Les différents remblaiements devront être mis en œuvre en respectant les recommandations du guide technique SETRA LCPC (GTR 1992) avec un compactage à 95 % de l'OPN pour une qualité remblai (q<sub>4</sub>) et 98,5 % de l'Optimum Proctor pour une qualité couche de forme (q<sub>3</sub>).

## TALUS

En l'absence de problèmes d'emprise vis-à-vis des limites de propriétés, des avoisinants, des réseaux, et sous réserve que le fond de terrassement se situe au-dessus d'arrivées d'eau, un terrassement par talutage est envisageable.

| <i>Phase</i>                    | <i>Pente max.</i> | <i>Hauteur max.</i> |
|---------------------------------|-------------------|---------------------|
| <i>Provisoire (&lt; 3 mois)</i> | 1V/1H (45°)       | 1,5 m               |
| <i>Définitive</i>               | 2V/3H (33°)       | 1,5 m               |

**IMPORTANT :** Les pentes de talus données ci-dessus devront être adaptées en phase chantier. Dans cette optique, une mission de suivi des terrassements pourra nous être confiée (mission de type G4, cf. norme NF P 94-500).

Si des talus provisoires de plus grande hauteur ou de pente plus raide sont envisagés, ils nécessiteront une étude spécifique justifiant leur stabilité.

On évitera toute surcharge en crête de talus (voirie, remblais, grue...).

Les talus provisoires devront être protégés par des bâches imperméables et résistantes correctement fixées ou par des éperons drainants ou masques drainants en cas d'arrivées d'eau.

Les talus définitifs devront être revégétalisés afin d'être protégés contre l'érosion superficielle. Si des talus définitifs de plus grande hauteur ou de pente plus raide sont envisagés, ils nécessiteront une étude spécifique justifiant leur stabilité.



## 4.9. Gestion des eaux pluviales

### 4.9.1. Préambule

Dans tous les cas, il conviendra de s'assurer, auprès des autorités concernées, de la possibilité de réaliser les solutions énoncées ci-après vis-à-vis d'éventuelles mesures de protection des milieux récepteurs souterrains ou superficiels.

### 4.9.2. Caractéristiques du site

- Les terrains graveleux de la formation 3 présentent des perméabilités élevées de l'ordre de  $3.10^{-4}$  m/s à  $9.10^{-4}$  m/s ;
- Aucune venue d'eau n'a été mise en évidence dans les sondages à la pelle jusqu'à 2,8 m/TA.

### 4.9.3. Faisabilité de l'infiltration des eaux pluviales

Les valeurs de perméabilité mesurées dans la formation 3 sont favorables à l'infiltration des eaux pluviales au moyen, de puits et/ou tranchées d'infiltration.

### 4.9.4. Éléments de dimensionnement

Le dimensionnement du dispositif de gestion des eaux pluviales dépend du type d'évènement pluvieux contre lequel on désire ou l'on doit se protéger. Il ne nous appartient pas de définir ce niveau de protection, néanmoins il est généralement demandé une protection :

- Face à une pluie de référence décennale pour les zones rurales ;
- Face à une pluie de référence vicennale pour les zones résidentielles et lotissements, les zones industrielles ou artisanales ;
- Face à une pluie de référence trentennale pour les zones urbaines

Le dimensionnement des dispositifs de gestion des eaux pluviales pourra être réalisé en tenant compte :

- Des surfaces rendues imperméables suite à la réalisation de l'opération (toiture/voirie/parking...) et des taux d'absorption des revêtements le cas échéant ;
- De l'implantation du ou des dispositifs d'infiltration et des surfaces qu'ils recueillent ;
- De la coupe géologique et des valeurs de perméabilité mesurées dans les faciès traversés (un facteur de sécurité de 2 sera pris sur la perméabilité pour tenir compte des phénomènes de colmatage) ;
- Du niveau de la nappe ou des circulations d'eau dans le terrain ;
- Du niveau de protection souhaité (intensité et durée de pluies).

NOTA : Pour pouvoir réutiliser une partie des eaux de pluies, une cuve de stockage peut être mise en place avant le dispositif. Ce volume de stockage est indépendant et non déductible du volume tampon nécessaire pour le dimensionnement de l'ouvrage de gestion des eaux pluviales.



#### 4.9.5. Exemples de prédimensionnement

Afin de prévision au stade de l'avant-projet, nous donnons ci-dessous des exemples de prédimensionnement d'ouvrages d'infiltration.

Ces exemples de prédimensionnement ne se substituent pas à une note d'exécution. Les surfaces réellement imperméabilisées devront être précisées tout comme le choix de la pluie de référence pour la note de dimensionnement d'exécution.

Le prédimensionnement a été réalisé suivant la méthode dite « des pluies ». Ce dimensionnement consiste alors à définir les dimensions et le nombre d'ouvrages d'infiltration nécessaires pour la gestion des eaux recueillies sur les surfaces imperméabilisées considérées.

##### Hypothèses de calcul :

| Type de surface                         | Surface | Coefficient de ruissellement<br>$0 < C < 1$ | Surface active |
|---|---------|---|----------------|
| Toiture imperméable                     | 925     | 0,95  | 879            |
| Enrobé                                  | 540     | 0,9   | 486            |
| Balthazar                               | 310     | 0,8   | 248            |
| Stationnement type EcoGreen             | 654     | 0,6   | 392            |
| Totale de la surface aménagée du projet | 2429    | Surface active totale                       | 2005           |

|  |       |              |
|--|-------|--------------|
| Perméabilité du sol $k$<br>(sans facteur de colmatage) | [m/s] | $3.10^{-4}$  |
| Facteur de colmatage appliqué sur la perméabilité      |       | 0,5          |
| Station météo/période de retour                        |       | SMH - 30 ans |

Dans ces conditions, et dans le cas où l'on souhaite qu'un seul ouvrage gère l'ensemble des surfaces imperméabilisées, il pourrait être mis en œuvre sous voirie, une tranchée d'infiltration, dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-après.

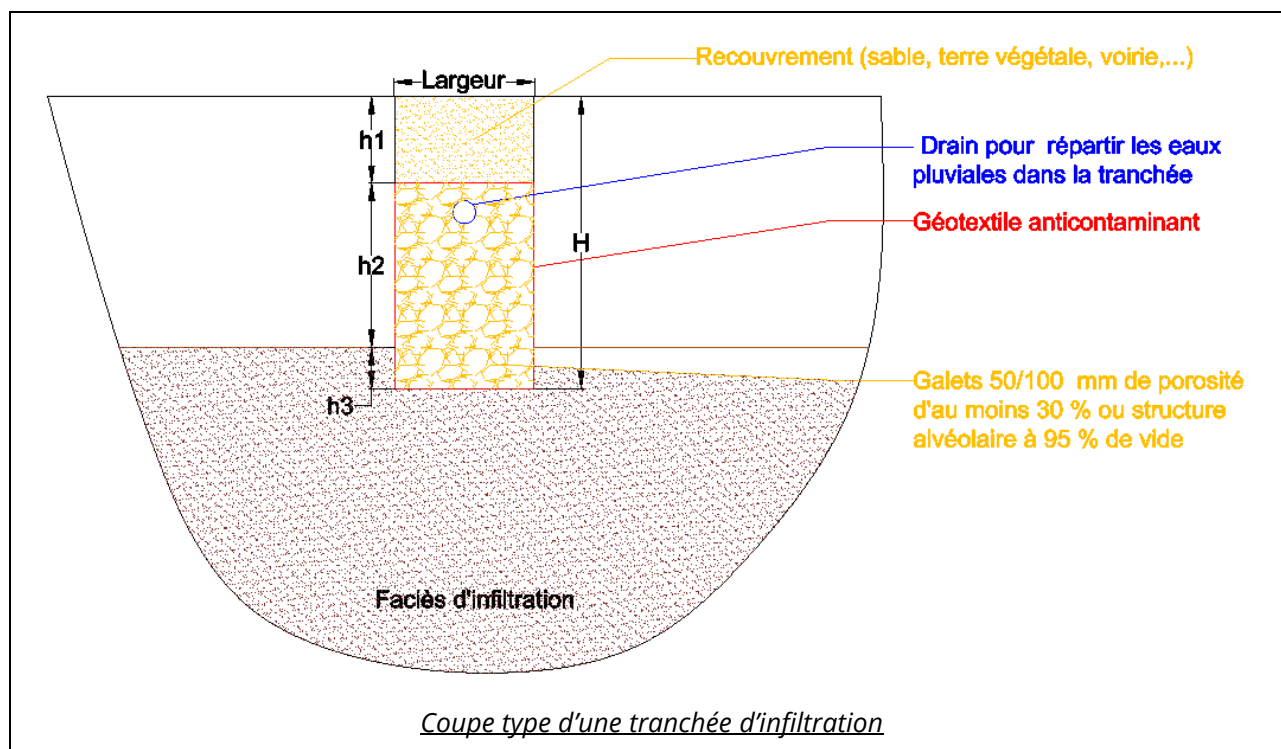
Tranchées d'infiltration sous voirie (gère toutes les surfaces imperméabilisées du projet) :

En structure alvéolaire :

| Longueur | Largeur | Hauteur inutile recouvrement $h1$ | Hauteur de stockage $h2$ | Hauteur d'infiltration $h3$ | Prof. totale $H$ | Remplissage de la tranchée porosité   |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------|---------------------------------------|
| [m]      | [m]     | [m]                               | [m]                      | [m]                         | [m]              |                                       |
| 25       | 1,5     | 1,0                               | 0,5                      | 0,5                         | 2,0              | Structure alvéolaire<br>Porosité 0,95 |

Remplie de galets :

| Longueur | Largeur | Hauteur inutile recouvrement $h1$ | Hauteur de stockage $h2$ | Hauteur d'infiltration $h3$ | Prof. totale $H$ | Remplissage de la tranchée porosité |
|----------|---------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------------------|
| [m]      | [m]     | [m]                               | [m]                      | [m]                         | [m]              |                                     |
| 40       | 1,5     | 1,0                               | 0,5                      | 0,5                         | 2,0              | Galets<br>Porosité 0,35             |

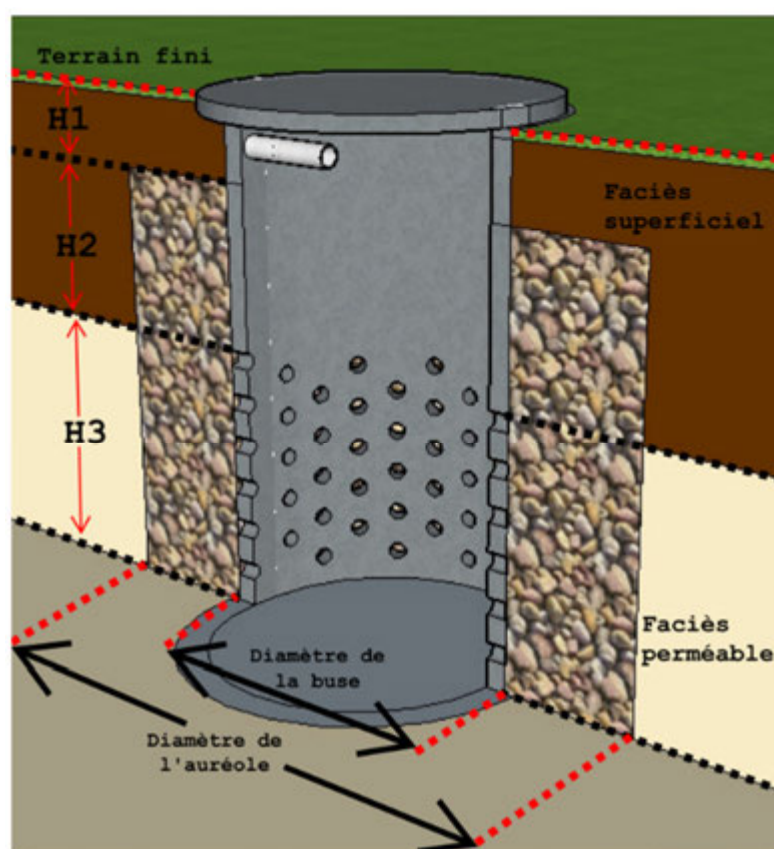


A titre informatif, et dans la mesure où il serait nécessaire de gérer les eaux de pluies par l'intermédiaire de plusieurs ouvrages, nous proposons ci-dessous différents systèmes d'infiltration, chacun en mesure de gérer 250 m<sup>2</sup> de surface active (surface active = surface x coefficient de ruissellement) :

**Puits d'infiltration pouvant gérer 250 m<sup>2</sup> de surface active :**

| Nombre de puits | Diamètre Buse <b>B</b> | Diamètre auréole | Hauteur inutile <b>h1</b> | Hauteur de stockage <b>h2</b> | Hauteur d'infiltration <b>h3</b> | Prof. totale <b>H</b> | Remplissage du puits et porosité |
|-----------------|------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
|                 | [m]                    | [m]              | [m]                       | [m]                           | [m]                              | [m]                   |                                  |
| 1               | 0,8                    | 2,0              | 1,0                       | 0,5                           | 1,5                              | 3,0                   | Creux<br>Porosité 1,00           |

(Espace minimum de 3 mètres entre puits pour éviter toute interaction entre eux)



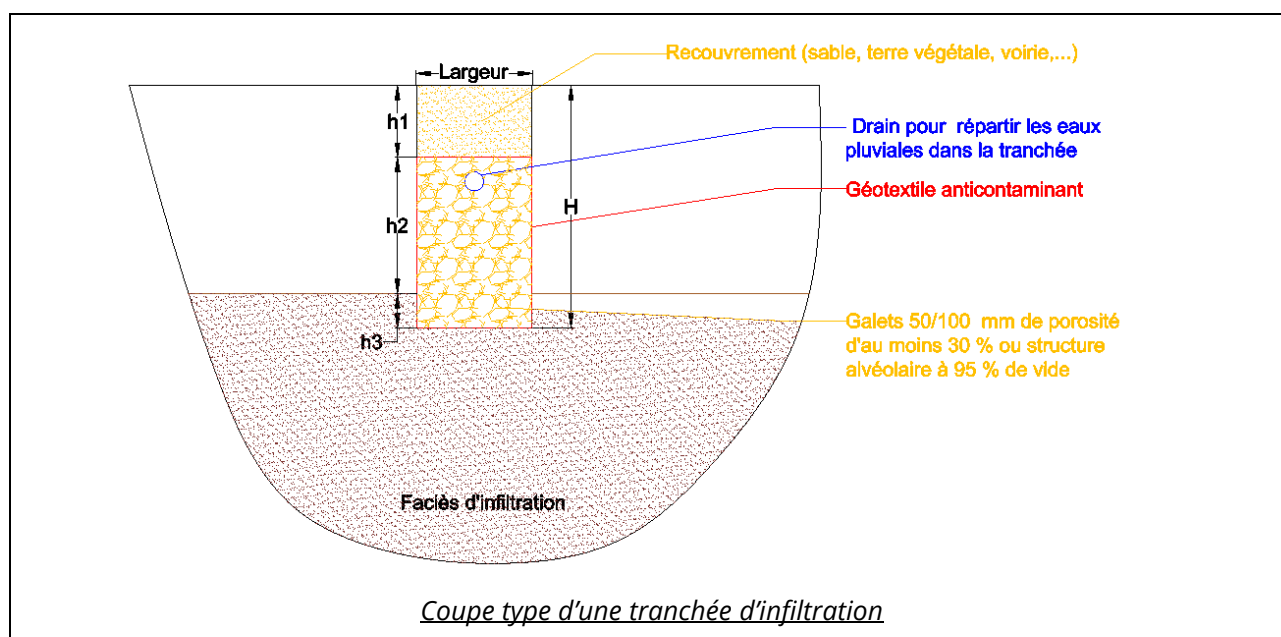
*Schéma du puits d'infiltration avec auréole en galets*

**Tranchée d'infiltration en galets pouvant gérer 250 m<sup>2</sup> de surface active :**

| Longueur | Largeur | Hauteur inutile recouvrement<br><i>h1</i> | Hauteur de stockage<br><i>h2</i> | Hauteur d'infiltration<br><i>h3</i> | Prof. totale<br><i>H</i> | Remplissage de la tranchée porosité |
|----------|---------|---|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| [m]      | [m]     | [m]                                       | [m]                              | [m]                                 | [m]                      |                                     |
| 5,0      | 1,5     | 1,0                                       | 0,5                              | 0,5                                 | 2,0                      | Galets<br>Porosité 0,35             |

**Tranchée d'infiltration en structure alvéolaire pouvant gérer 250 m<sup>2</sup> de surface active :**

| Longueur | Largeur | Hauteur inutile recouvrement<br><i>h1</i> | Hauteur de stockage<br><i>h2</i> | Hauteur d'infiltration<br><i>h3</i> | Prof. totale<br><i>H</i> | Remplissage de la tranchée porosité |
|----------|---------|---|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| [m]      | [m]     | [m]                                       | [m]                              | [m]                                 | [m]                      |                                     |
| 3,0      | 1,5     | 1,0                                       | 0,5                              | 0,5                                 | 2,0                      | Galets<br>Porosité 0,95             |



Selon l'implantation finale pour le dispositif de gestion des eaux pluviales et la solution retenue, des investigations complémentaires pourront être nécessaires.

#### 4.9.6. Recommandations pour la mise en œuvre du dispositif de gestion des eaux pluviales

Il est vivement recommandé d'éviter tout apport de terre vers le dispositif de gestion des eaux pluviales afin de limiter son colmatage. Ainsi, on tâchera :

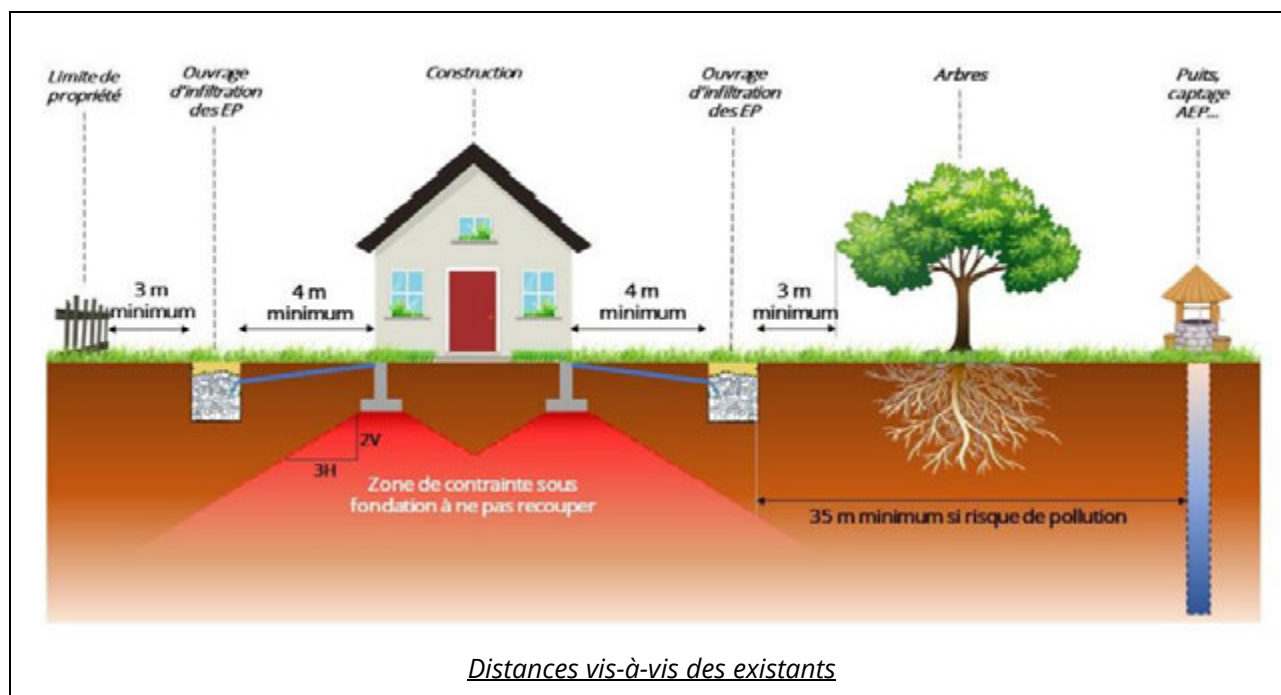
- De construire le dispositif ou de le mettre en service dans les dernières étapes du chantier. Il faut alors mettre en place une solution provisoire pour récupérer et évacuer les eaux de ruissellement ;
- De séparer les surfaces « productrices » de fines (espaces verts, zones en terre, en stabilisé) des surfaces drainées par le dispositif de gestion des eaux pluviales ;
- De mettre en place un dispositif de type dégrilleur, décanteur et débourbeur, de manière à s'affranchir des problèmes de colmatage par les fines, les feuilles et de la pollution par hydrocarbures (notamment pour les parkings et les voiries communes).

Les systèmes de gestion des eaux pluviales seront prioritairement disposés à l'aval des constructions, de manière à privilégier un fonctionnement gravitaire.

Une efficacité pérenne des dispositifs de gestion des eaux pluviales nécessite un entretien périodique de ces derniers.

La profondeur des dispositifs sera limitée à ce stade à 3,0 m de profondeur en l'absence de sondage plus profonds (pelle ou piézomètre).

En première approche, il est recommandé de positionner les dispositifs d'infiltration des eaux pluviales de manière à respecter les distances d'éloignement vis-à-vis des habitations (4 m), des arbres et limites de propriété (3 m), des puits destinés à la consommation courante (35 m), et des autres ouvrages de gestion des eaux pluviales ou d'assainissement autonome des eaux usées (4 m).



Ces distances pourront toutefois être adaptées selon le projet et le contexte géologique du site.






## 5. Remarques et suggestions particulières – Aléas et incertitudes

Tout changement, concernant le plan de masse et/ou les caractéristiques du projet, devra nous être signalé. En effet toutes modifications pourraient influencer les solutions retenues et il pourrait alors être nécessaire de revoir tout ou partie de nos conclusions. Cette réflexion est notamment valable au cas où les descentes de charges du projet seraient supérieures à nos hypothèses. Les résultats sont valables uniquement au droit de nos sondages, en effet, des variations latérales sont toujours possibles.

Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit de la société EG Sol *Dauphiné Savoie*, ne saurait engager sa responsabilité.

Le présent rapport de type « G2 AVP » rentre dans le cadre de l'enchaînement des missions géotechniques types décrit dans la norme NFP 94-500. Nous restons à la disposition du Maître d'ouvrage pour assurer des missions de type G2 PRO et DCE/ACT, G4 et G5 en concordance avec la norme NFP 94-500 jointe en annexe applicable depuis novembre 2013.

En particulier, au stade actuel de l'information sur l'ingénierie géotechnique du chantier, il reste des points à préciser et ce dans le cadre de l'enchaînement des missions géotechniques :

-  La vérification des tassements et contraintes de calculs en fonction des descentes de charges réelles (mission G2 PRO) ;
-  Le contrôle et la validation des fonds de fouille des fondations (mission G4) ;
-  La réception des couches de formes sous dallage le cas échéant.

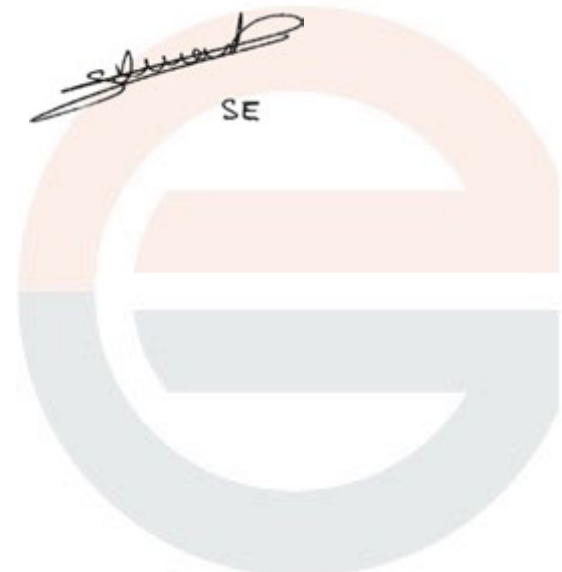
*Le Chargé d'affaire ,*

**Clément ARRAGAIN**



*Contrôle Interne,*

**Steven DURAND**

  
SE

## **ANNEXES**

**EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 REVISEE EN 2013**

**PLAN DE SITUATION**

**PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES**

**COUPES DES PUIITS A LA PELLE**

**DIAGRAMMES DES ESSAIS PENETROMETRIQUES**



# EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 REVISEE EN 2013

**Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

| Enchaînement des missions G1 à G4                     | Phases de la maîtrise d'œuvre     | Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission                                     |  | Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques  | Niveau de management des risques géotechniques attendu  | Prestations d'investigations géotechniques à réaliser  |
|---|-----------------------------------|---|--|--|---|--|
| Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)           |                                   | Étude géotechnique préalable (G1)<br>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)<br>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)<br>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)<br>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)<br>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)<br>Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi) | Supervision géotechnique d'exécution (G4)<br>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)<br>Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude) | Supervision géotechnique d'exécution (G4)<br>Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude) | Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage       |   | Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux |
| À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant  | Diagnostic                        | Diagnostic géotechnique (G5)  |  | Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant               | Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés  | Fonction de l'élément géotechnique étudié  |

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

### **ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)**

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

#### **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.

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)****ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)****ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

**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)**

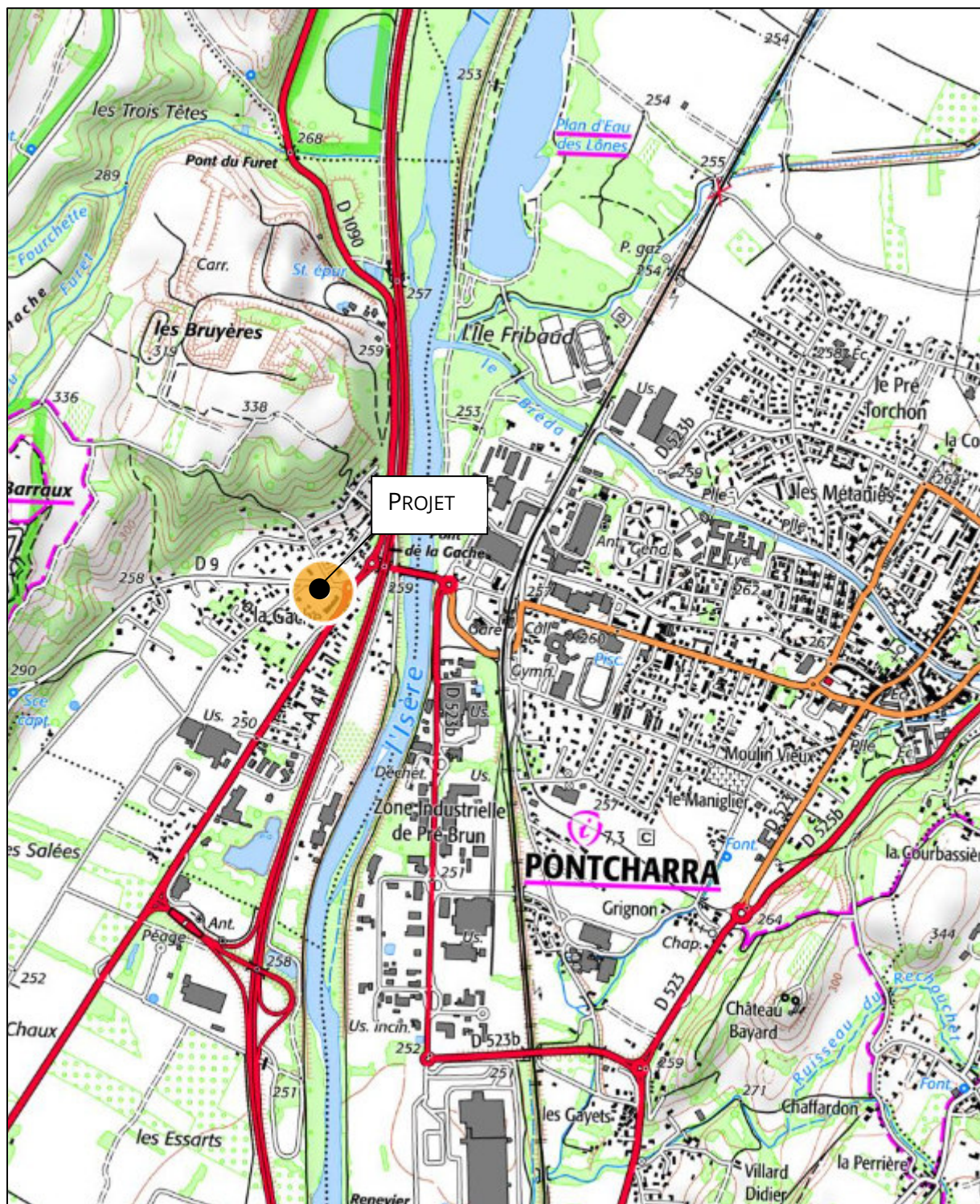
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou 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).



# PLAN DE SITUATION

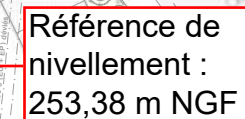
BARRAUX (38 - ISERE)



## PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES







## COUPES DES PUIITS A LA PELLE

### PM1+EP1

Date : 13/12/2023

| <i>Epaisseurs</i> | <i>Cote du toit de couche</i> | <i>Profondeurs</i> | <i>Description lithologique</i>  |
|-------------------|-------------------------------|--------------------|--|
| [m]               | [m NGF]                       | [m]                |  |
| 0,2               | 252,9                         | 0,0 à 0,2          | Couverture végétale.   |
| 0,6               | 252,7                         | 0,2 à 0,8          | Limon finement sableux marron puis gris, légèrement humide.              |
| 1,7               | 252,1                         | 0,8 à 2,5          | Graves sableuses et sable grossier gris, légèrement humide, Dmax = 16cm. |
| Fin du sondage    | 250,4                         |                    |  |

**Remarques :** Aucune venue d'eau observée.

Bonne tenue des parois dans les limons, puis très mauvaise dans les graves.

Test d'infiltration EP1 à 1,3 m/TA.





## PM2

Date : 13/12/2023

| <i>Epaisseurs</i> | <i>Cote du toit de couche</i> | <i>Profondeurs</i> | <i>Description lithologique</i>  |
|-------------------|-------------------------------|--------------------|--|
| <i>[m]</i>        | <i>[m NGF]</i>                | <i>[m]</i>         |  |
| 0,2               | 252,9                         | 0,0 à 0,2          | Couverture végétale.   |
| 1,1               | 252,7                         | 0,2 à 1,3          | Limon légèrement sableux marron puis gris, légèrement humide.            |
| 1,3               | 251,6                         | 1,3 à 2,6          | Graves sableuses et sable grossier gris, légèrement humide, Dmax = 34cm. |
| Fin du sondage    | 250,3                         |                    |  |

**Remarques :** Aucune venue d'eau observée.

Bonne tenue des parois dans les limons, puis très mauvaise dans les graves.





**PM3**

Date : 13/12/2023

| <i>Epaisseurs</i> | <i>Cote du toit de couche</i> | <i>Profondeurs</i> | <i>Description lithologique</i>  |
|-------------------|-------------------------------|--------------------|--|
| <i>[m]</i>        | <i>[m NGF]</i>                | <i>[m]</i>         |  |
| 0,2               | 253,1                         | 0,0 à 0,2          | Couverture végétale.   |
| 0,5               | 252,9                         | 0,2 à 0,7          | Limon finement sableux marron puis gris, légèrement humide.              |
| 1,8               | 252,4                         | 0,7 à 2,5          | Graves sableuses et sable grossier gris, légèrement humide, Dmax = 33cm. |
| Fin du sondage    | 250,6                         |                    |  |

**Remarques :** Aucune venue d'eau observée.

Bonne tenue des parois dans les limons, puis très mauvaise dans les graves.



**PM4+EP3**

Date : 13/12/2023

| <i>Epaisseurs</i> | <i>Cote du toit de couche</i> | <i>Profondeurs</i> | <i>Description lithologique</i>  |
|-------------------|-------------------------------|--------------------|--|
| <i>[m]</i>        | <i>[m NGF]</i>                | <i>[m]</i>         |  |
| 0,8               | 254,0                         | 0,0 à 0,8          | Remblais : graves sableuses et sable grossier marron/gris. Légèrement humide, Dmax = 19cm. |
| 0,6               | 253,2                         | 0,8 à 1,4          | Limon finement sableux marron puis gris. Légèrement humide.                                |
| 1,4               | 252,6                         | 1,4 à 2,8          | Graves sableuses et sable grossier gris, humide, Dmax = 42cm.                              |
| Fin du sondage    | 251,2                         |                    |  |

**Remarques :** Aucune venue d'eau observée.

Bonne tenue des parois dans les limons, puis très mauvaise dans les graves.

Test d'infiltration EP3 à 2,5 m/TA.



## PM5 + EP2

Date : 13/12/2023

| <i>Epaisseurs</i> | <i>Cote du toit de couche</i> | <i>Profondeurs</i> | <i>Description lithologique</i>   |
|-------------------|-------------------------------|--------------------|---|
| <i>[m]</i>        | <i>[m NGF]</i>                | <i>[m]</i>         |   |
| 0,2               | 253,0                         | 0,0 à 0,2          | Couverture végétale. Eau en surface. Saturé.  |
| 0,4               | 252,8                         | 0,2 à 0,6          | Limons finement sableux marron puis gris, humide. Venue d'eau sur parois forte en raison de l'eau en surface. |
| 2,0               | 252,4                         | 0,6 à 2,6          | Graves sableuses et sable grossier gris, humide, Dmax = 32cm. Présence de lentilles de sable fin.             |
| Fin du sondage    | 250,4                         |                    |   |

**Remarques :** Venue d'eau observée sur parois provenant de l'eau en surface.

Bonne tenue des parois dans les limons, puis très mauvaise dans les graves.

Test d'infiltration EP2 à 1,0 m/TA.



## PM6

Date : 13/12/2023

| <i>Epaisseurs</i> | <i>Cote du toit de couche</i> | <i>Profondeurs</i> | <i>Description lithologique</i>  |
|-------------------|-------------------------------|--------------------|--|
| <i>[m]</i>        | <i>[m NGF]</i>                | <i>[m]</i>         |  |
| 0,8               | 253,8                         | 0,0 à 0,8          | Remblais : graves sableuses et sable grossier marron/gris. Légèrement humide, Dmax = 22cm. |
| 0,8               | 253,0                         | 0,8 à 1,6          | Limons finements sableux marron puis gris. Légèrement humide.                              |
| 1,2               | 252,2                         | 1,6 à 2,8          | Graves sableuses et sables grossier gris. Dmax = 32cm.                                     |
| Fin du sondage    | 251,0                         |                    |  |

**Remarques :** Aucune venue d'eau observée.

Bonne tenue des parois dans les limons, puis très mauvaise dans les graves.





## DIAGRAMMES DES ESSAIS PENETROMETRIQUES

### Principe du pénétromètre dynamique - NF EN 22476-2

L'essai pénétrométrique consiste à battre, à l'aide d'un mouton de masse 63,50 kg un train de tiges équipé d'un cône de pénétration de surface connue (20 cm<sup>2</sup>). La hauteur de chute du mouton est de 75 cm. Le principe de l'essai consiste à noter le nombre de coups nécessaire à un enfoncement unitaire de 20 cm.

Les essais de pénétration permettent de déterminer la *résistance dynamique apparente* **R<sub>da</sub>** des terrains traversés, calculée à partir de la formule présentée ci-dessous :

$$R_{da} = \frac{Mgh}{Ae} + \frac{M}{M + M'}$$

avec : *M*      masse du mouton,  
*g*      accélération de la pesanteur (9,8 ms<sup>-2</sup>),  
*h*      hauteur de chute libre (75 cm),  
*A*      section droite de la pointe (20 cm<sup>2</sup>),  
*e*      l'enfoncement par coup,  
*M'*      masse cumulée restante.





# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

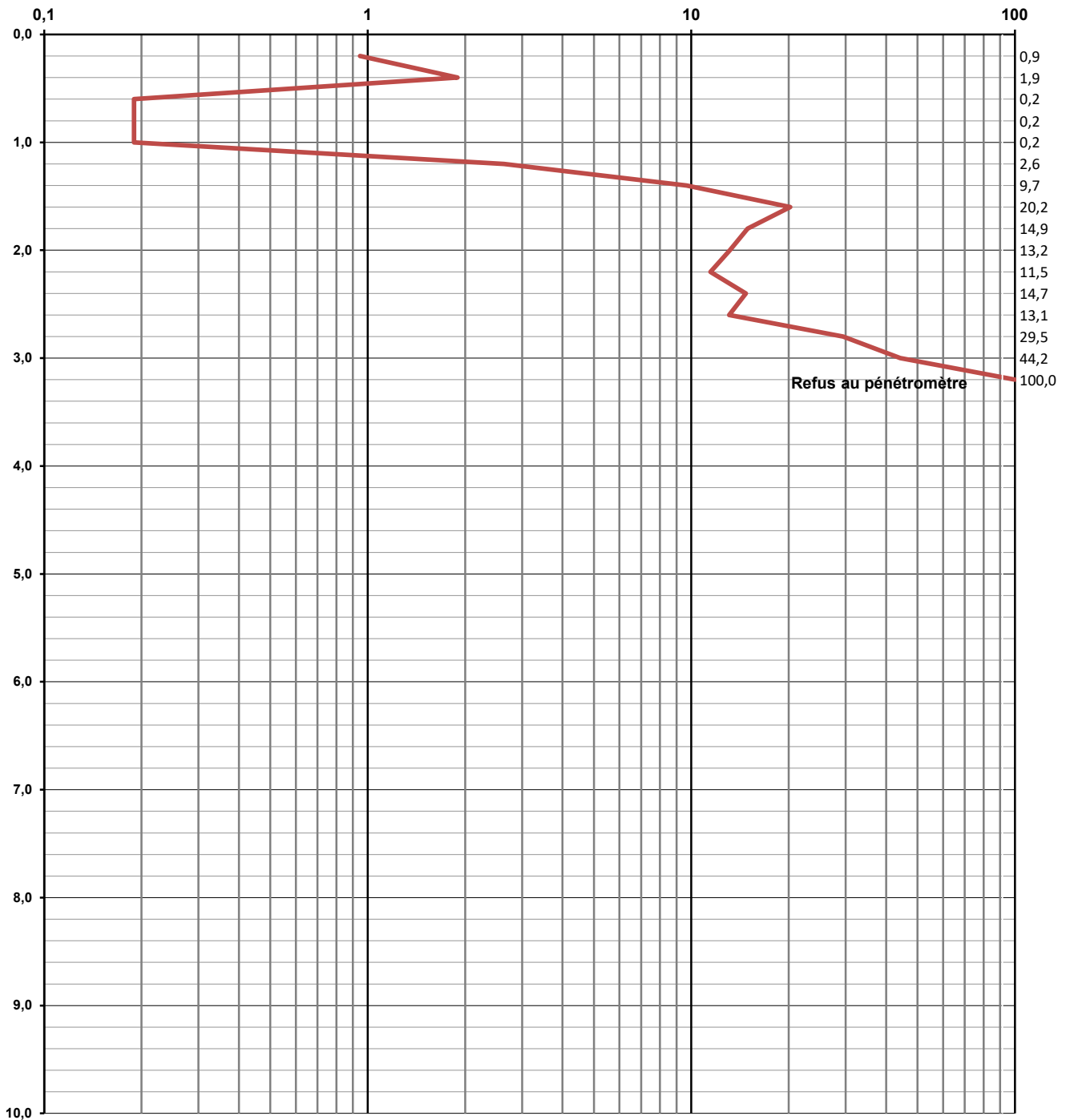
## ESSAI Pnd1



Projet : projet de Pôle Médical et de logements sectoriels  
 Client : X-RAY IMMO SAS - LAGACHE SAS  
 Commune : BARRAUX

Numéro du dossier : 38/23/27387\_G+E  
 Date de réalisation : 13/12/2023  
 Cote du sondage : 252,9 m NGF

### RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R<sub>da</sub> (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm<sup>2</sup>

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 8,584 kg

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd2



Projet : projet de Pôle Médical et de logements sectoriels

Numéro du dossier : 38/23/27387\_G+E

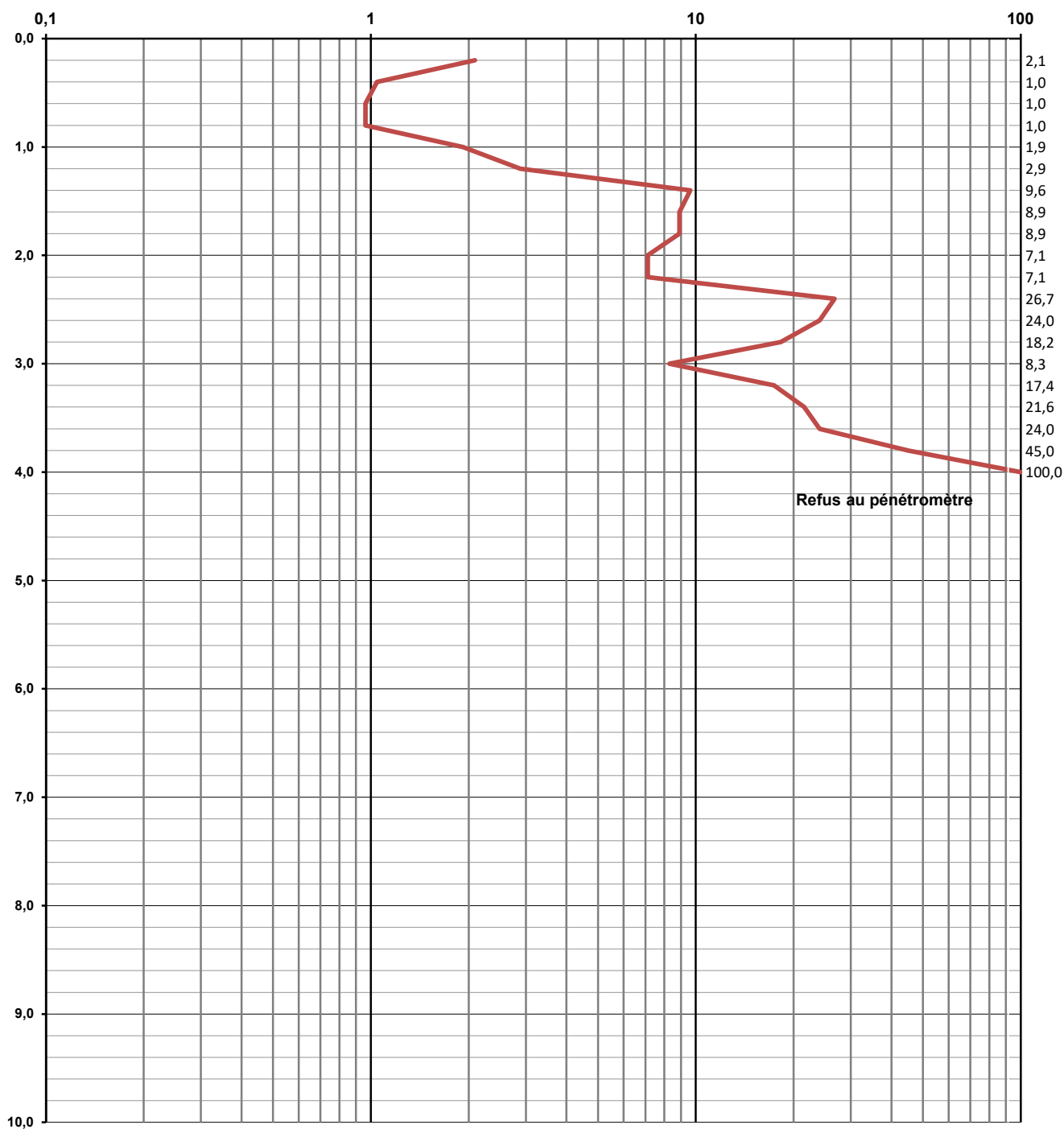
Client : X-RAY IMMO SAS - LAGACHE SAS

Date de réalisation : 13/12/2023

Commune : BARRAUX

Cote du sondage : 252,8 m NGF

### RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R<sub>da</sub> (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm<sup>2</sup>

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 1,284 kg

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

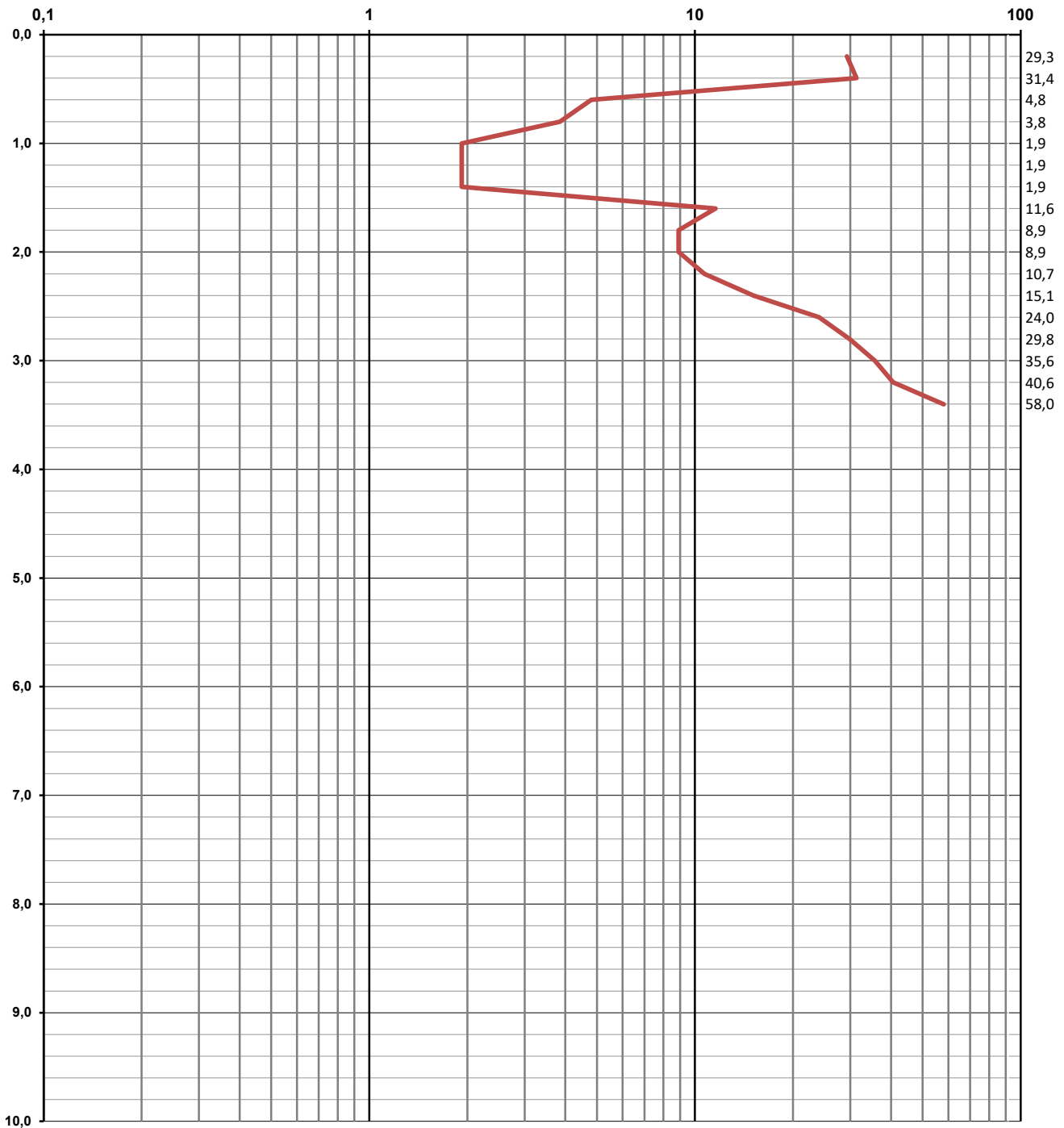
## ESSAI Pnd3



Projet : projet de Pôle Médical et de logements sectoriels  
 Client : X-RAY IMMO SAS - LAGACHE SAS  
 Commune : BARRAUX

Numéro du dossier : 38/23/27387\_G+E  
 Date de réalisation : 13/12/2023  
 Cote du sondage : 253,8 m NGF

### RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R<sub>da</sub> (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm<sup>2</sup>

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 1,284 kg

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

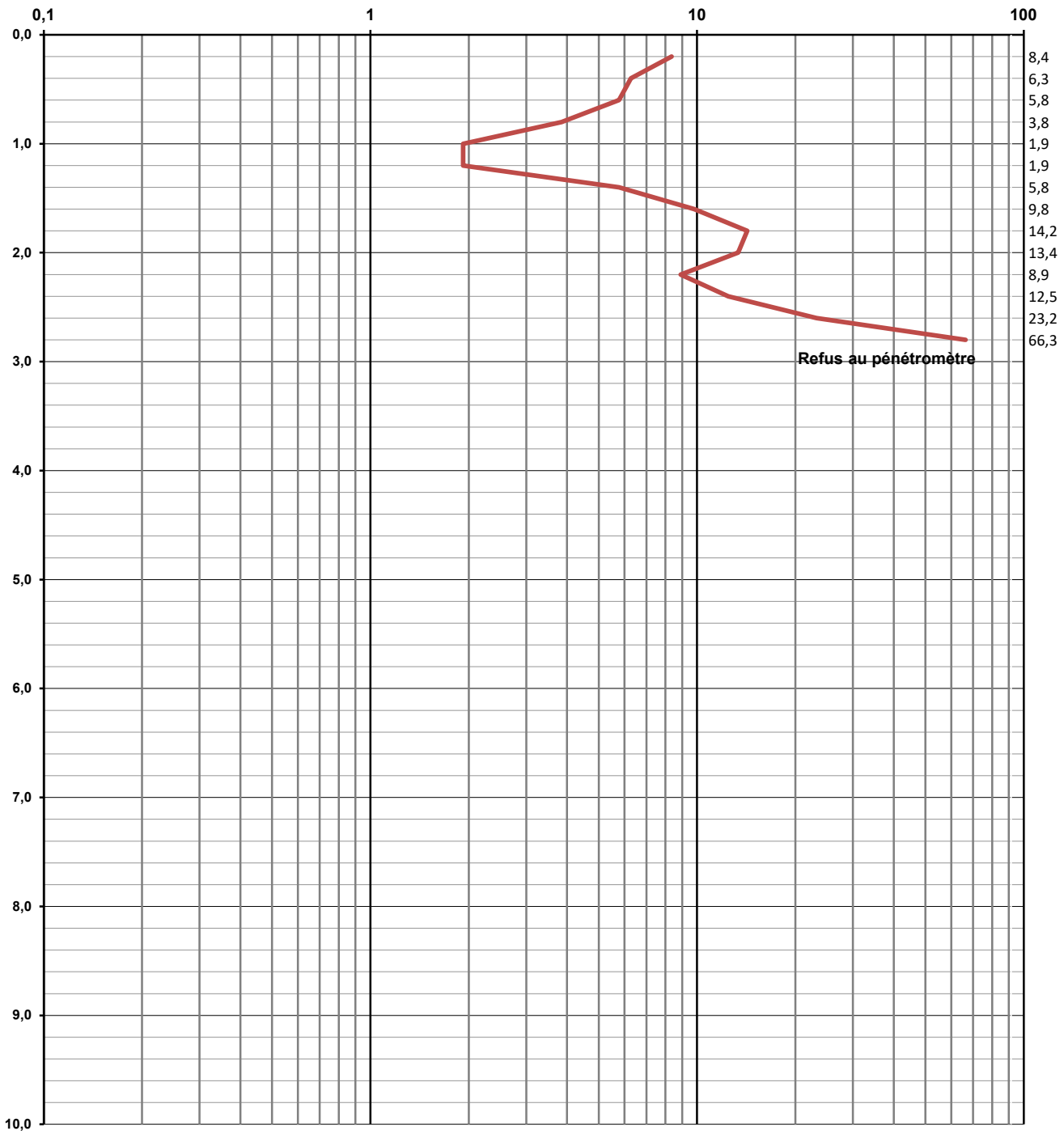
## ESSAI Pnd4



Projet : projet de Pôle Médical et de logements sectoriels  
 Client : X-RAY IMMO SAS - LAGACHE SAS  
 Commune : BARRAUX

Numéro du dossier : 38/23/27387\_G+E  
 Date de réalisation : 13/12/2023  
 Cote du sondage : 253,7 m NGF

### RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R<sub>da</sub> (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm<sup>2</sup>

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 1,284 kg

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

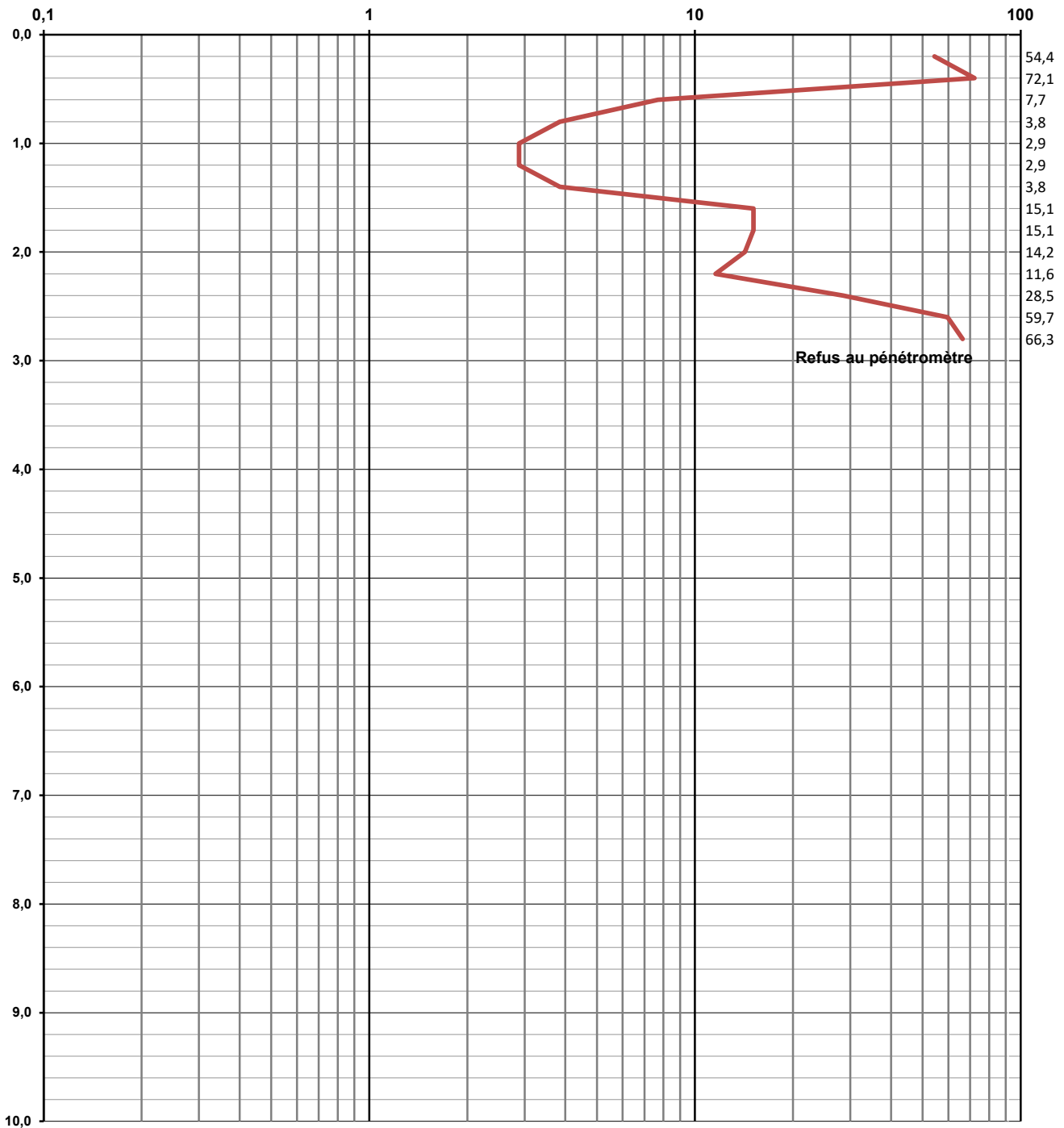
## ESSAI Pnd5



Projet : projet de Pôle Médical et de logements sectoriels  
 Client : X-RAY IMMO SAS - LAGACHE SAS  
 Commune : BARRAUX

Numéro du dossier : 38/23/27387\_G+E  
 Date de réalisation : 13/12/2023  
 Cote du sondage : 253,8 m NGF

### RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R<sub>da</sub> (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm<sup>2</sup>

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 1,284 kg

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

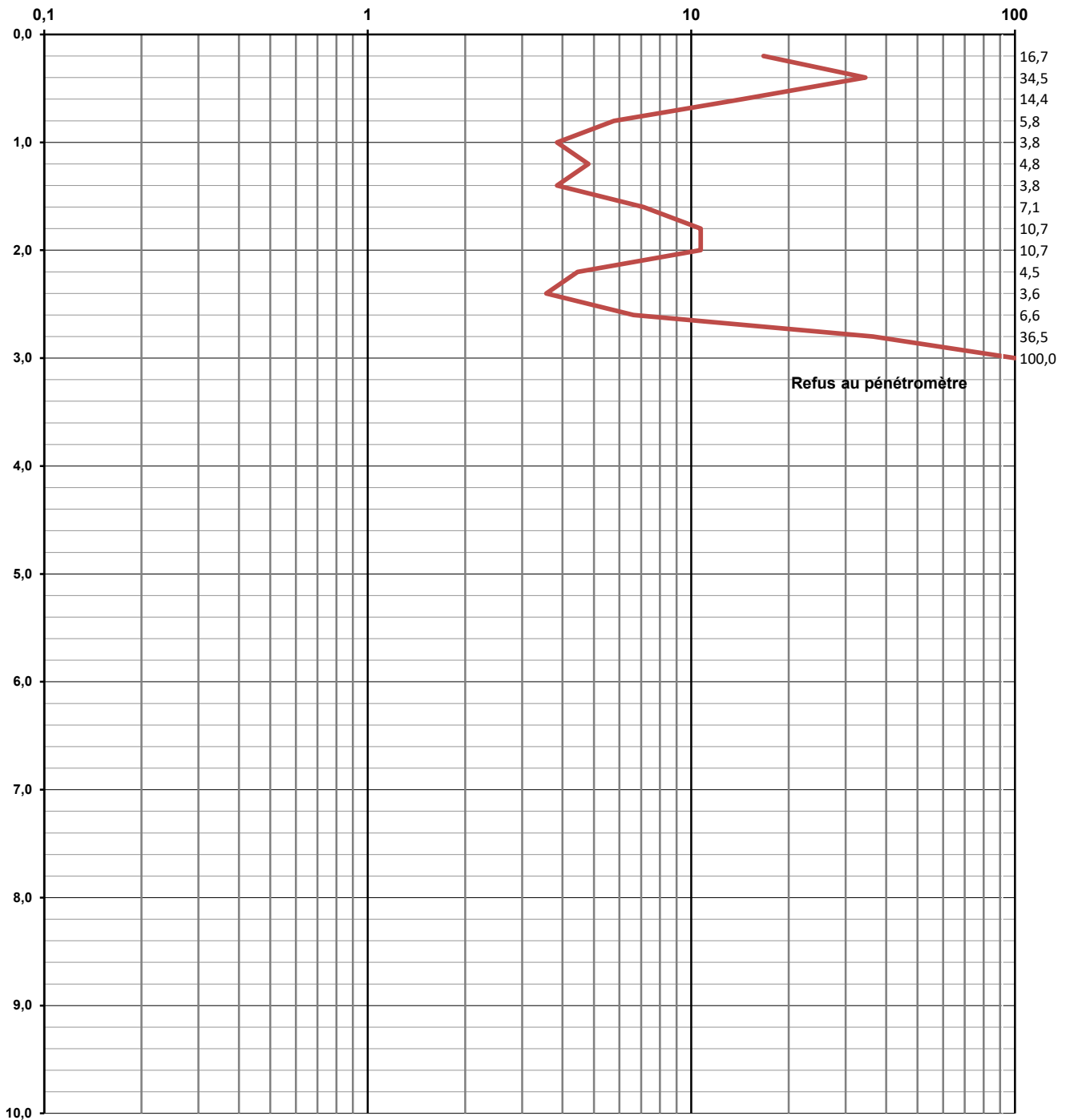
## ESSAI Pnd6



Projet : projet de Pôle Médical et de logements sectoriels  
 Client : X-RAY IMMO SAS - LAGACHE SAS  
 Commune : BARRAUX

Numéro du dossier : 38/23/27387\_G+E  
 Date de réalisation : 13/12/2023  
 Cote du sondage : 253,8 m NGF

### RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R<sub>da</sub> (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm<sup>2</sup>

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 1,284 kg



# ESSAI AU PENETROMETRE STATIQUE/DYNAMIQUE

## ESSAI St1



Projet : projet de Pôle Médical et de logements sectoriels

Numéro du dossier : 38/23/27387\_G+E

Client : X-RAY IMMO SAS - LAGACHE SAS

Date de réalisation : 13/12/2023

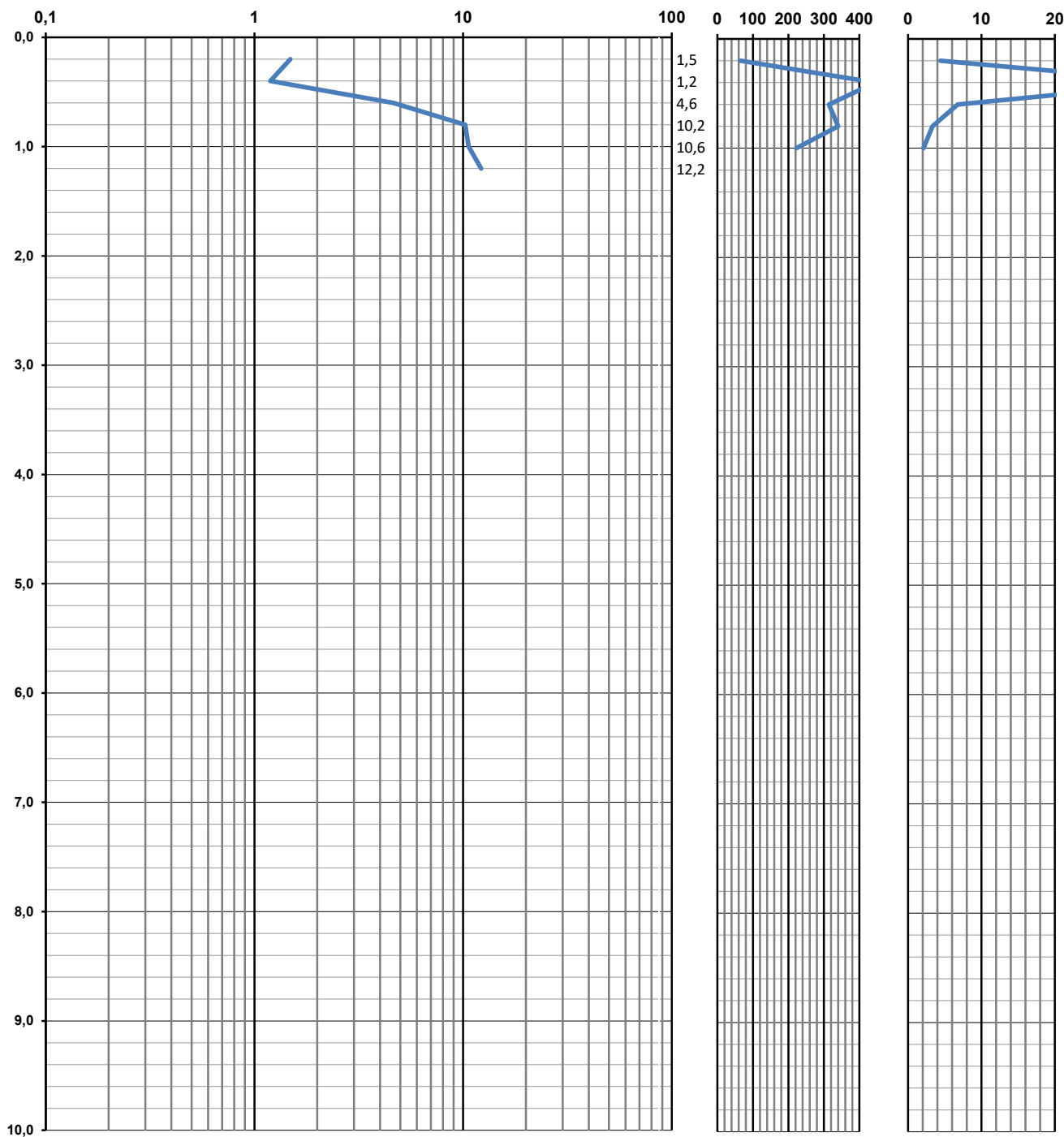
Commune : BARRAUX

Cote du sondage : 253 m NGF

RESISTANCE DE POINTE STATIQUE  $Q_c$  OU DYNAMIQUE  $R_{da}$  (MPa)

Frottement  
(kPa)

$F_s/Q_c$  (%)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE STATIQUE (Norme NF EN ISO 22476-12)

Surface de la pointe = 10 cm<sup>2</sup>

Angle de la pointe = 60°

Vitesse d'avancement = 2 cm/s

Diamètre de la pointe = 35,7 mm

— : Pénétration statique

—■— : Pénétration dynamique

# ESSAI AU PENETROMETRE STATIQUE/DYNAMIQUE

## ESSAI St2



Projet : projet de Pôle Médical et de logements sectoriels

Número du dossier : 38/23/27387\_G+E

Client : X-RAY IMMO SAS - LAGACHE SAS

Date de réalisation : 13/12/2023

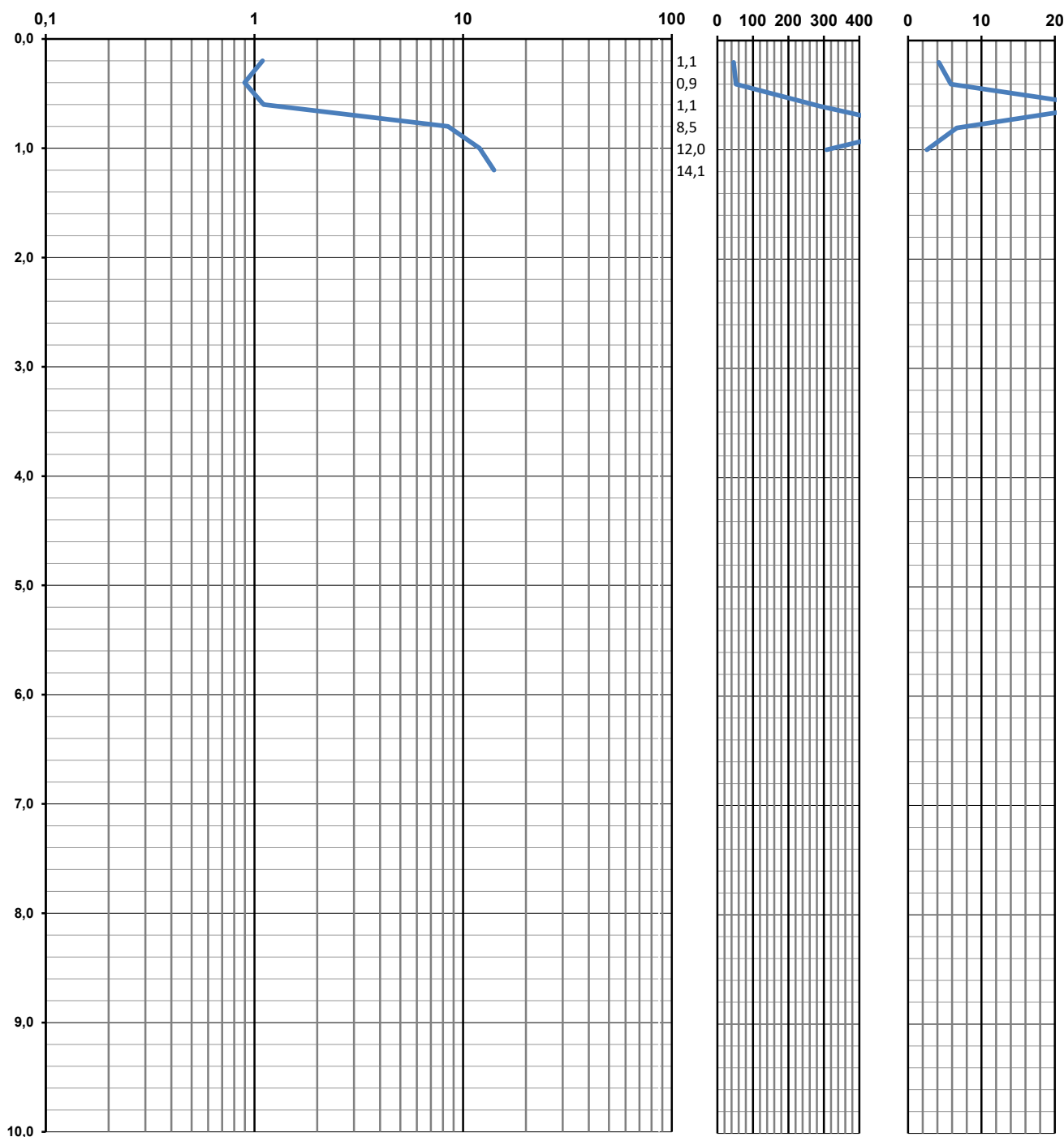
Commune : BARRAUX

Cote du sondage : 253,2 m NGF

RESISTANCE DE POINTE STATIQUE  $Q_c$  OU DYNAMIQUE  $R_{da}$  (MPa)

Frottement  
(kPa)

$F_s/Q_c$  (%)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE STATIQUE (Norme NF EN ISO 22476-12)

Surface de la pointe = 10 cm<sup>2</sup>

Angle de la pointe = 60°

Vitesse d'avancement = 2 cm/s

Diamètre de la pointe = 35,7 mm

— : Pénétration statique

—■— : Pénétration dynamique