

ISERE HABITAT

Construction de 60 logements – Cours Jean Jaurès / Rue  
Gabriel Péri

ECHIROLLES (38)

Dossier n° 21.13422.C

Rapport d'étude géotechnique de Conception  
Phase Avant-Projet  
Mission G2 AVP





ISERE HABITAT

Construction de 60 logements – Cours Jean Jaurès / Rue Gabriel Péri

ECHIROLLES (38)

Dossier n° 21.13422.C

| Date       | Version | Ingénieur chargé du dossier  | Ingénieur contrôleur externe   |
|------------|---------|--|--|
| 20/05/2021 | 1       | Pauline DEVEZ<br><a href="mailto:p.devez@kaena.fr">p.devez@kaena.fr</a><br>07 49 15 76 48<br> | Thomas HEYMES<br><a href="mailto:t.heyms@kaena.fr">t.heyms@kaena.fr</a><br> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Presentation .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1. Intervenants, missions, documents communiqués .....                             | 1         |
| 2. Investigations géotechniques .....  | 2         |
| <b>Description du site et du contexte .....</b>                                    | <b>3</b>  |
| 3. État des lieux .....  | 3         |
| 4. Sensibilité générale du site vis-à-vis de sa situation et de son histoire ..... | 5         |
| <b>Synthèse géotechnique .....</b>   | <b>6</b>  |
| 5. Les sols .....  | 6         |
| 6. L'eau souterraine .....   | 8         |
| 7. Caractéristiques géomécaniques .....  | 10        |
| 8. Risques sismiques – Données règlementaires .....                                | 11        |
| 9. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site .....              | 12        |
| <b>Description du projet et de son environnement .....</b>                         | <b>13</b> |
| 10. Caractéristiques du projet .....   | 13        |
| 11. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet .....                            | 15        |
| 12. Sensibilité générale du projet .....   | 15        |
| <b>Adaptation de l'ouvrage au site .....</b>                                       | <b>16</b> |
| 13. Analyse globale .....  | 16        |
| 14. Préparation du site – Démolition - Terrassements provisoires .....             | 17        |
| 15. Fondation de la structure et traitement du niveau bas .....                    | 19        |
| 16. Protection des ouvrages vis-à-vis de la présence d'eau .....                   | 21        |
| 17. Remodelage du site - Terrassements définitifs .....                            | 22        |
| <b>Recommandations pour la gestion des Eaux Pluviales .....</b>                    | <b>23</b> |
| 18. Réglementation pour la gestion des eaux pluviales .....                        | 23        |
| 19. Synthèse des contraintes techniques .....                                      | 25        |
| 20. Ouvrages proposés pour la gestion des Eaux Pluviales .....                     | 25        |
| 21. Principe et données prises en compte .....                                     | 25        |
| 22. Tranchée d'infiltration en grave cru (30% de vide) .....                       | 26        |
| 23. Synthèse des recommandations pour la gestion des EP du projet .....            | 27        |

|   |    |
|---|----|
| Etudes et missions complémentaires et Aleas geotechniques ..... | 30 |
| 24. Études et missions complémentaires.....                     | 30 |
| 25. Aléas géotechniques .....                                   | 30 |
| Annexes .....   | 31 |



## 1. Intervenants, missions, documents communiqués

### 1.1. Intervenants

Les intervenants dans l'acte de construire sont :

| Maître d'Ouvrage | Architecte | B.E. structure |
|------------------|------------|----------------|
| ISERE HABITAT    | ARCANE     | IBSE           |

### 1.2. Mission du B.E. de géotechnique KAENA

Contrat de prestation géotechnique entre KAENA et ISERE HABITAT : contrat référencé n° D.13422 en date du 26/02/2021.

#### ► Investigations géotechniques :

- Procéder à l'exécution de sondages, d'essais et de mesures géotechniques selon un programme défini par Kaëna.
- Fournir la coupe des sondages, les résultats des essais et des mesures.

#### ► Étude géotechnique de conception – Phase AVP (G2 AVP) :

- Définir un programme d'investigations géotechniques détaillé, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant 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.
- Fournir un rapport donnant les principes et un prédimensionnement de solution de gestion des eaux pluviales du projet.

Les limites de cette mission et les enchaînements des missions géotechniques qui sont recommandés par la norme NF P 94-500, sont rappelés dans les extraits joints en annexe.

### 1.3. Documents communiqués

Les documents communiqués pour la présente étude sont les suivants :

| Plans et documents graphiques |                     |        |               |
|-------------------------------|---------------------|--------|---------------|
| Désignation                   | Origine / Référence | Format | Indice / Date |
| Plan topographique            | AGATE               | DWG    | 02/04/2021    |
| Plan masse                    | ARCANE              | PDF    | 10/05/2021    |
| Plan des niveaux              |                     |        |               |
| Coupe, élévations             |                     |        |               |

## 2. Investigations géotechniques

### 2.1. Implantation – Nivellement

#### ▶ Implantation des sondages :

Les sondages ont été implantés à partir des existants dans le voisinage du terrain (maison, clôture, borne de géomètre), qui sont représentés sur le fond de plan topographique transmis.

La position de ces sondages est repérée sur le plan joint en annexe.

#### ▶ Altimétrie de la tête des sondages :

Le système altimétrique de référence est le NGF normal.

L'altimétrie des sondages a été extrapolée à partir du fond de plan topographique.

### 2.2. Reconnaissances in-situ

#### ▶ Sondages de reconnaissance géologique par :

- 5 puits à la pelle descendus entre 1.8 m et 2.9 m de profondeur sous le terrain actuel (noté TA par la suite) et référencés P1 à P5.

#### ▶ Sondages et mesures de caractéristiques géomécaniques par :

- 6 sondages au pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2 descendus entre 2.1 m et 5.1 m/TA et référencés SD1 à SD5, le sondage SD3 ayant été doublé en SD3.2.
- 2 forages destructifs avec 8 essais pressiométriques / forage selon la norme NF P 94-110-1, descendus à 12 m/TA et référencés PR1 et PR2.

#### ▶ Essais de perméabilité par :

- 3 essais de perméabilité par injection à charge variable de type Matsuo dans les sondages P1 à 1.9 m, P2 à 2.6 m et P3 à 2.9 m/TA.

Le détail des résultats obtenus est donné dans les annexes correspondantes sous forme de coupes et diagrammes.



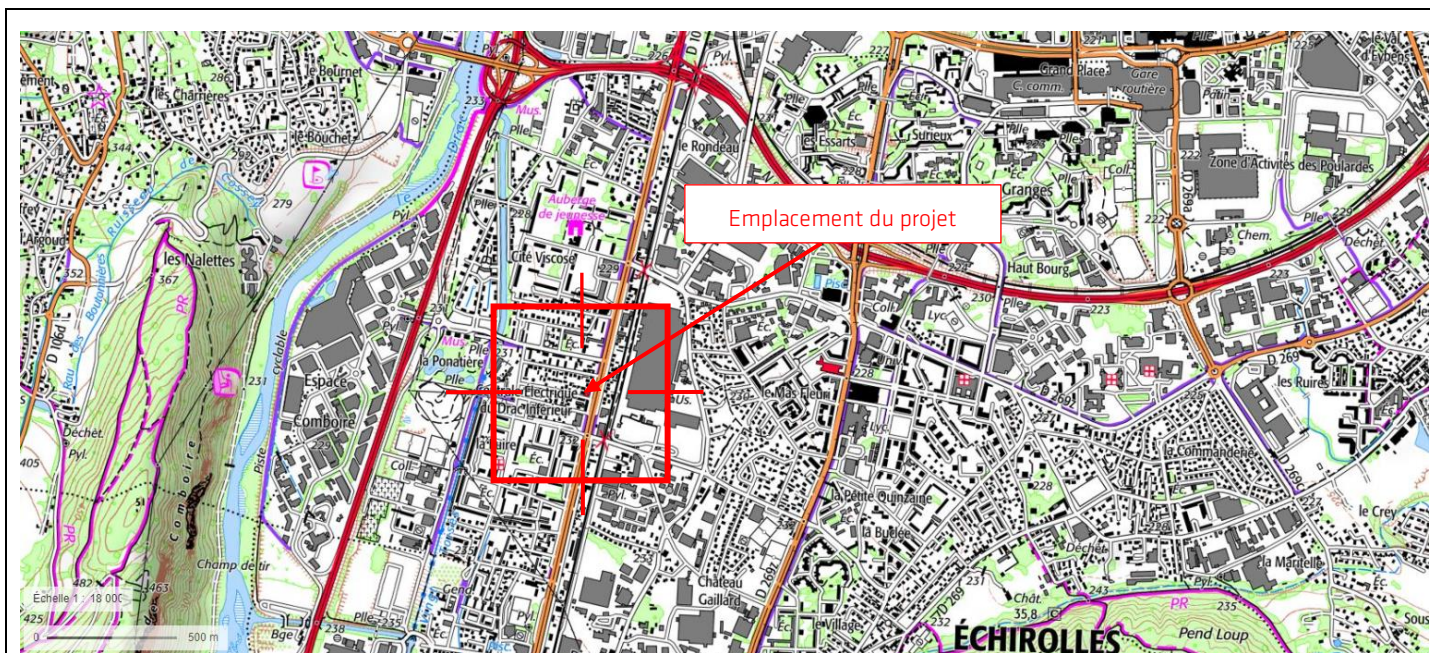
## DESCRIPTION DU SITE ET DU CONTEXTE

### 3. État des lieux

### 3.1. Localisation

Commune : ECHIROLLES (38),

Cours Jean Jaurès – Rue Gabriel Péri



Extrait Carte IGN 1/25000 - Source Géoportail



Photographie aérienne - Source Géoportail

### 3.2. Topographie et géomorphologie – Examen visuel du site

- ▶ **Altimétrie du terrain** : Comprise entre les cotes 230.0 m NGF côté Nord-Ouest et 231.2 m NGF côté Nord-Est.
- ▶ **Contexte général** : Terrain situé en zone urbaine, dans la plaine alluviale de l'Isère.
- ▶ **Occupation du site** : Terrain occupé par :
  - Un bâtiment en rez simple à R+2 sans sous-sol au Sud-Est, et deux villas d'habitations en R+1+Combles sans sous-sol au Nord.
  - Une zone de parking au Sud-Ouest et des voiries d'accès aux villas en enrobé ou graviers.
  - Des jardins particuliers.
- ▶ **Géomorphologie** :
  - Terrain non naturel remodelé par la réalisation de terrassements en déblai ou en remblai lors de la construction des bâtiments existants, des voiries et de l'aménagement paysager.
  - Terrain en légère pente vers l'Ouest.
  - Pas d'indice d'instabilité visible.
- ▶ **Eau** :
  - Pas d'indice de circulation d'eau de ruissellement ni de résurgence d'eau souterraine.
  - Cours d'eau canalisé à 400-450 m à l'Ouest des parcelles et *Le Drac* à 2 km à l'Ouest.

### 3.3. Risques Naturels

- ▶ **Sources des données sur les risques naturels** :

Les données sur les risques naturels mentionnés ci-après sont obtenues à partir de la consultation de :

- La page « information des acquéreurs et des locataires des biens immobiliers sur les risques majeurs » et les données du PPR sur le site internet de la préfecture.
- La liste des risques disponible sur le site <http://www.georisques.gouv.fr> du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD).
- La carte d'aléas de retrait-gonflement des argiles du site du BRGM <http://www.argiles.fr/donnees.asp>

Il est de la responsabilité des Constructeurs de valider ou de compléter ces informations en interrogeant les services compétents et en consultant les documents originaux sur format papier en mairie ou en préfecture. Il s'agit de s'assurer de la concordance entre les travaux envisagés et l'ensemble des mesures de protection demandées par l'administration.

- ▶ **Données obtenues** :

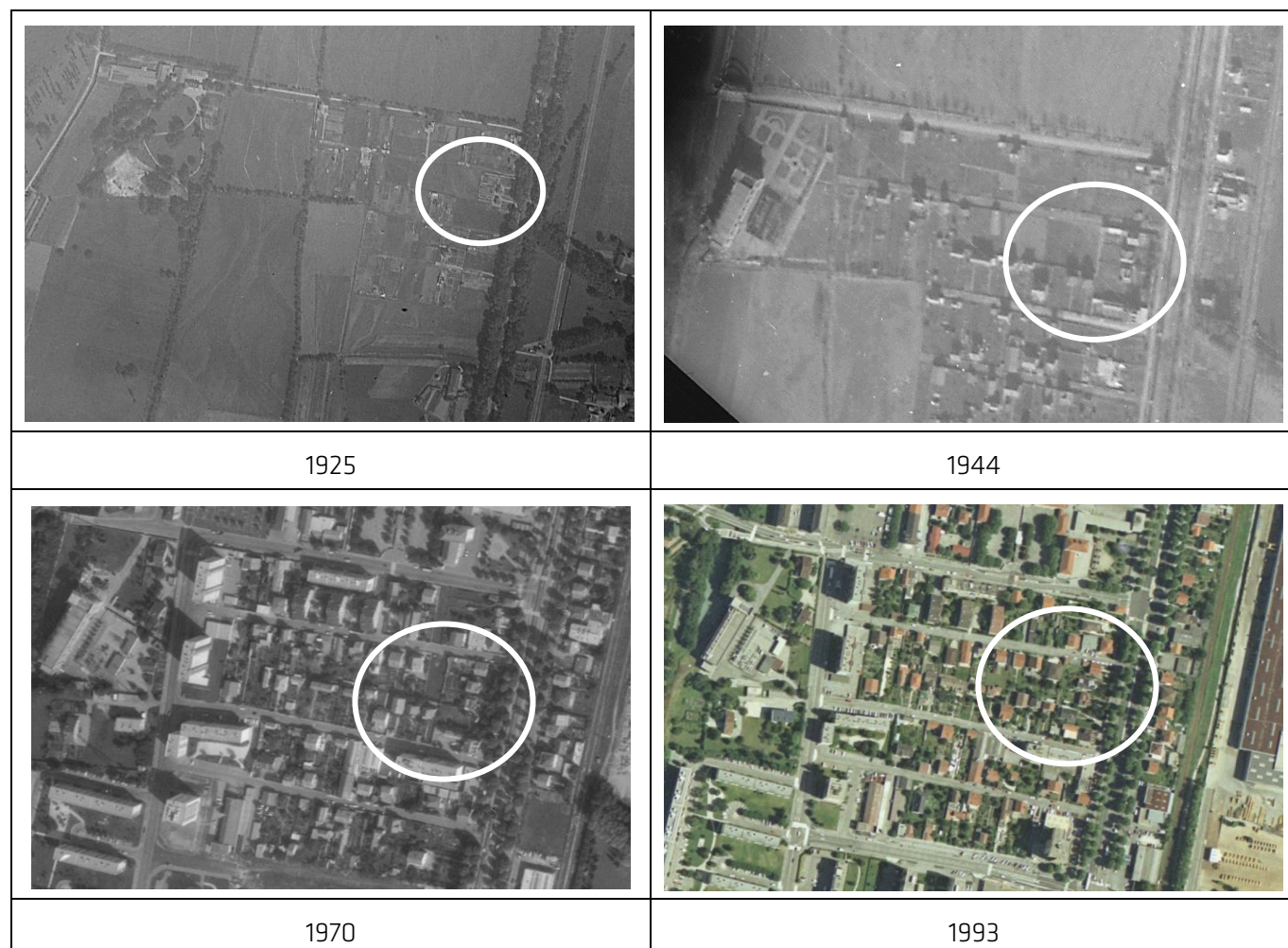
D'après enquête, les éléments suivants ont été recueillis :

- Commune réglementée par un PPRI prescrit le 14/02/2019.
- Carte réglementaire du PPRI : hors zone d'aléa d'inondation par crue du Drac.
- Carte des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux (BRGM) : aléa faible.
- Carte du zonage sismique (BRGM) : Zone 4 (aléa moyen).



### 3.4. Occupation ancienne du site – Historique connu

D'après l'examen des photos aériennes d'archive, il apparaît que le site a été occupé par les villas et bâtiments existants depuis avant 1925.



### 4. Sensibilité générale du site vis-à-vis de sa situation et de son histoire

De ces éléments, nous retiendrons les risques et aléas principaux liés à la situation du terrain, dont il faudra tenir compte dans la conception et l'adaptation du projet au site :

- ▶ Risque naturel et aléa faible lié à la sensibilité des sols au retrait-gonflement.
- ▶ Risques et aléas liés à l'histoire du site et à son occupation ancienne : présence des structures enterrées, de de remblais et terrains remaniés.

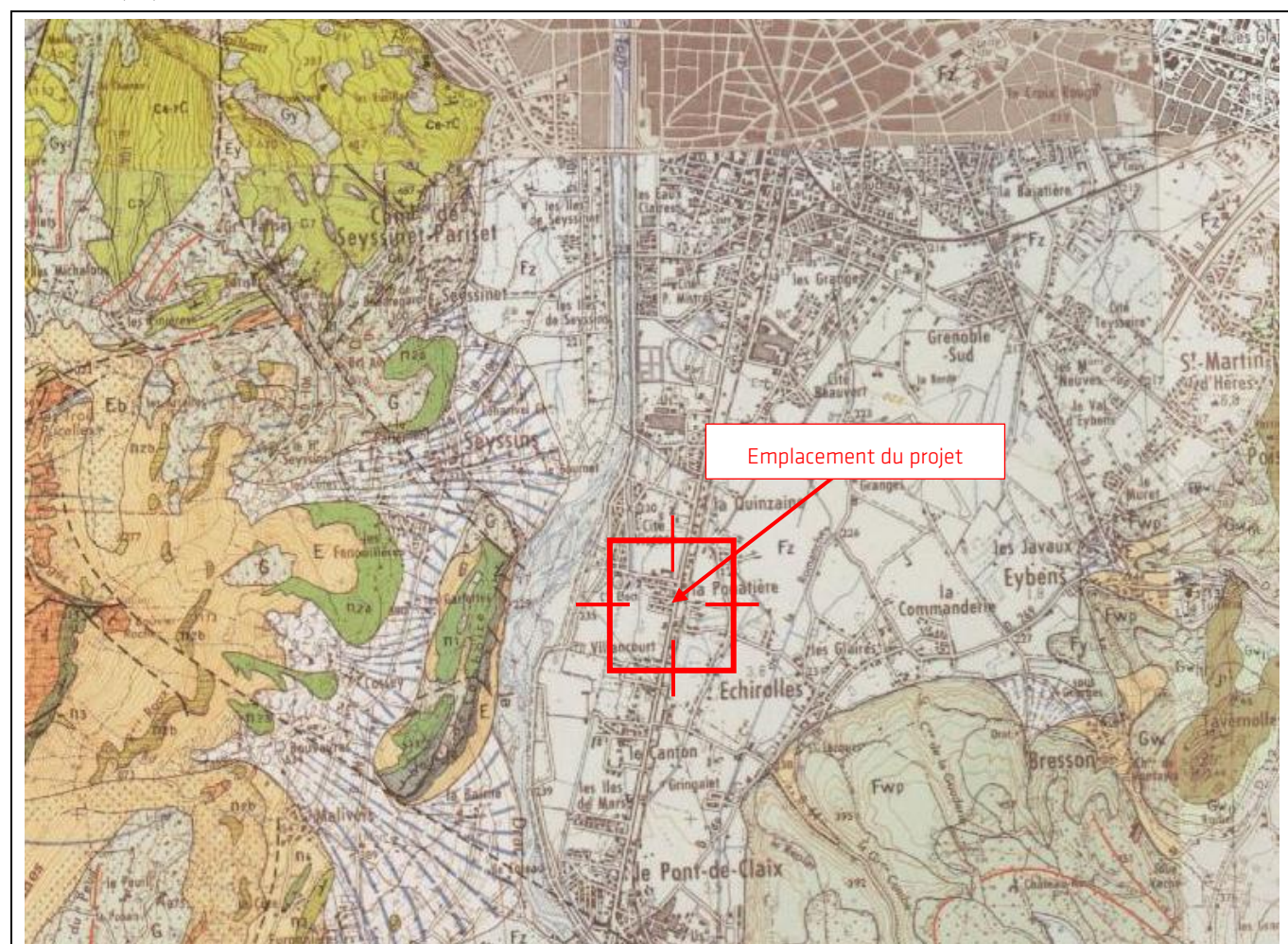
La synthèse des reconnaissances, des résultats d'enquêtes et des observations effectuées sur le site est donnée ci-après. Elle vise à apporter une représentation de la structure géotechnique du site la plus proche de la réalité possible. Cette vision est cependant par définition incomplète car basée en partie sur des sondages ponctuels, ne donnant que certaines informations partielles (par exemple uniquement visuelles, ou d'autres uniquement géomécaniques). Elle peut de ce fait ignorer ou mal évaluer la présence de certaines discontinuités ou hétérogénéités toujours possibles, le milieu naturel ne répondant pas à une logique statistique ou linéaire.

Les aléas liés à ces hétérogénéités ou discontinuités devront être précisés si besoin par des moyens de reconnaissances complémentaires, et par une intervention régulière d'un spécialiste en géotechnique au fur et à mesure de la conception et de l'exécution des ouvrages (cf. enchaînement des missions).

## 5. Les sols

### 5.1. Carte géologique

D'après la carte géologique de VIF, éditée au 1/50 000, le terrain se situe dans un contexte de dépôts d'alluvions moderne (Fz).



Extrait carte géologique de VIF au 1/50 000 – Source Géoportail



## 5.2. Modèle géotechnique

La lithologie des formations en place apparaît relativement homogène. Elle peut être décrite comme suit, du haut vers le bas :

- ☛ **Terre végétale** limoneuse ou graveleuse brune reconnue jusqu'à 0.2 à 0.4 m/TA.
- ☛ **Limon graveleux-sableux** à graves arrondies et polygéniques et sable moyen, observé dans les puits de reconnaissance géologique jusqu'à 0.7 à 1.1 m/TA, estimé dans les sondages au pénétromètre comme étant le sol de résistance moyenne à faible jusqu'à 0.7 à 2.6 m/TA et estimé dans le forage pressiométrique jusqu'à 1.0 à 1.5 m/TA.  
Identifié localement comme du **remblai** (P3, P4 et P5 avec éléments anthropiques tels que des briques, gravats etc ...) jusqu'à 0.7 à 1.0 m de profondeur.
- ☛ **Grave sablo-limoneuse** à graves arrondies et polygéniques et sable moyen à grossier, observée dans les puits de reconnaissance géologique jusqu'à 1.8 à 2.9 m/TA, estimée dans les sondages au pénétromètre comme étant le sol de résistance moyenne à élevée jusqu'à l'arrêt des sondages entre 2.1 et 5.1 m/TA et dans les forages pressiométriques jusqu'à 12 m/TA.

| Toit d'apparition de la formation de grave limono-sableuse |                |                |                |                  |                 |                |
|--|----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|----------------|
| Sondage : Référence et cote m NGF                          | P1<br>(230.1)  | P2<br>(230.7)  | P3<br>(230.1)  | P4<br>(230.9)    | P5<br>(230.3)   |                |
| Profondeur d'apparition du toit de la formation (m/TA)     | 0.4            | 1.1            | 0.8            | 0.7              | 1.0             |                |
| Cote correspondante (m NGF)                                | 229.7          | 229.6          | 229.3          | 230.2            | 229.3           |                |
| Sondage : Référence et cote m NGF                          | SD1<br>(231.3) | SD2<br>(230.2) | SD3<br>(230.1) | SD3.2<br>(230.1) | SD4*<br>(231.1) | SD5<br>(230.2) |
| Profondeur d'apparition du toit de la formation (m/TA)     | 2.6*           | 1.4*           | 1.0*           | 0.8*             | 1.3*            | 1.5*           |
| Cote correspondante (m NGF)                                | 228.7          | 228.8          | 229.1          | 229.3            | 229.8           | 228.7          |
| Sondage : Référence et cote m NGF                          | PR1<br>(229.9) |                |                | PR2<br>(230.4)   |                 |                |
| Profondeur d'apparition du toit de la formation (m/TA)     | 1.0*           |                |                | 1.5*             |                 |                |
| Cote correspondante (m NGF)                                | 228.9          |                |                | 228.9            |                 |                |

\* : ces profondeurs sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre et devront être validées visuellement lors de la réalisation des fouilles ou par quelques puits à la pelle au démarrage du chantier.

**Tenue des parois :** Tenue moyenne à mauvaise dans le limon, la grave et le remblai.

## 6. L'eau souterraine

### 6.1. Résultat des mesures et des enquêtes

#### ► Puits de reconnaissance géologique

Absence d'eau dans les sondages lors de l'intervention le 07/04/2021. Seule une légère humidité des sols est observée dans les faciès graveleux.

#### ► Sondages au pénétromètre

Les sondages au pénétromètre se sont éboulés lors de la remontée des tiges, ne permettant pas de mesure du niveau d'eau au-delà de 1.2 m à 3.1 m/TN. Pas d'eau rencontrée à ces profondeurs.

#### ► Forages pressiométriques

Des niveaux d'eau ont été mesurés à 8.0 m/TA le 13/04/2021 soit environ 221.9 m NGF.

#### ► Piézomètre

Les niveaux d'eau mesurés dans le piézomètre mis en place, sont donnés dans le tableau suivant :

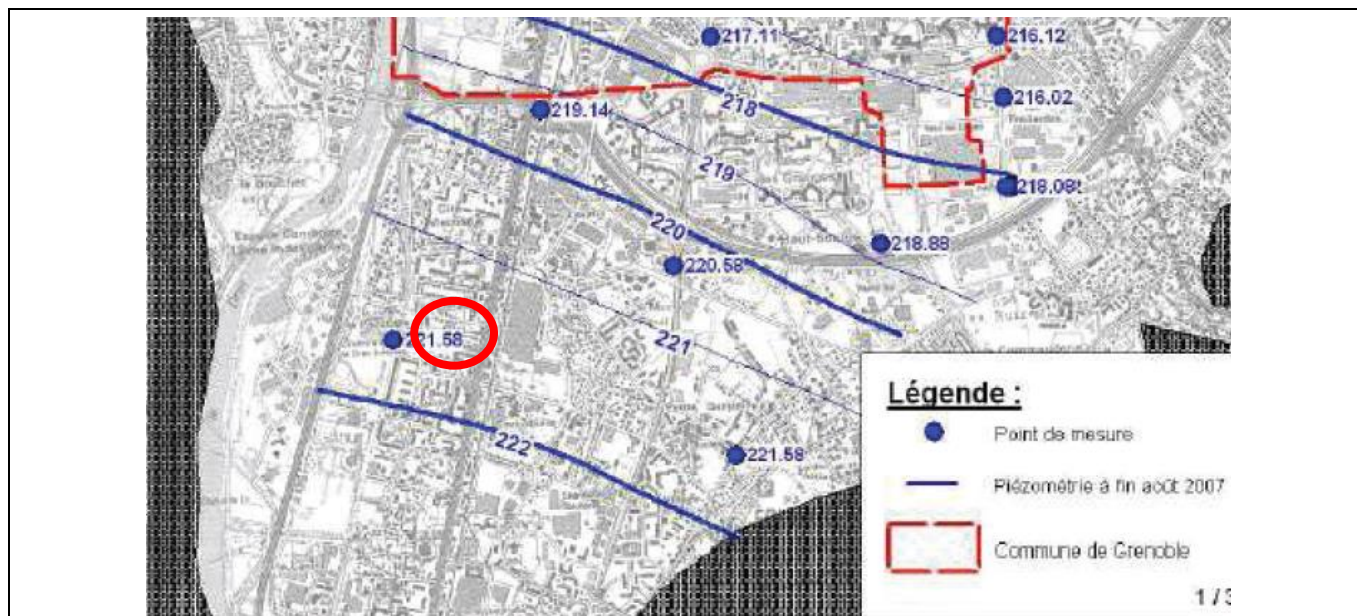
| Niveaux d'eau mesurés dans les piézomètres |               |                        |                           |
|--|---------------|------------------------|---------------------------|
| Piézomètre n°                              |               | Pz 1 – cote TN : 229.9 |                           |
|  |               | Profondeur (m/TN)      | Cote altimétrique (m NGF) |
| Mesures effectuées                         | Le 13/04/2021 | 8.0                    | 221.9                     |
|  | Le 19/04/2021 | Bouché 6.4 - sec       | < 223.5                   |
|  | Le 19/05/2021 | Bouché à 6.4 - sec     | < 223.5                   |

#### ► Enquête hydrogéologique

D'après l'analyse des différents piézomètres à proximité du site et des cartes de niveau piézométriques, le niveau de nappe a été mesuré en 2001 et 2002 à 223 m NGF en moyenne. Les cartes d'iso-piézométries montre différents niveaux :

- Piézomètre n°96 – 2001/2002 : niveau de nappe vers 222.8/222.9 m NGF. Une mesure à 225.5 m NGF en novembre 2002.
- Carte de Sogreah – 2007 : niveau de nappe entre 221 et 222 m NGF, mesure à 221.58 m NGF à proximité du terrain.
- Carte du BRGM – 2002 : niveau de nappe entre 222 et 223 m NGF.





Extrait de la carte piézométrique de la nappe de Grenoble à fin Aout 2007 (Source : Sogreah)



Extrait de la carte piézométrique de la nappe de Grenoble en juillet 2002 (Source : BRGM)

## 6.2. Analyse des mesures - Synthèse hydrogéologique

Le contexte hydrogéologique du site est marqué par :

- Des circulations d'eau probables provenant du versant. Ces circulations sont susceptibles d'apparaître selon des cheminements préférentiels (par exemple au sein de chenaux plus graveleux ou au toit du substratum), et de façon intermittente dans le temps (par exemple en période pluvieuse continue ou à la fonte des neiges). Le débit et le niveau d'apparition peuvent varier fortement en fonction des conditions météorologiques.
- Une nappe alluviale vers 222 m NGF.

Les niveaux caractéristiques de la nappe qui peuvent être retenus au sens du DTU 14.1 « Travaux de cuvelage » sont les suivants :

- Niveau courant : 222.0 NGF
- Niveau EB (eaux basses) : 221 m NGF
- Niveau EH (crue décennale) : 223 m NGF
- Niveau EE (niveau exceptionnel et conventionnel) : 225.5 m NGF

Ces niveaux devront être confirmés ou précisés par le suivi des piézomètres qui ont été mis en place, durant une année minimum (suivi qui est en cours), et par une enquête hydrogéologique fine.

### 6.3. Perméabilité des sols

La perméabilité des différents faciès a été estimée à partir des essais d'eau réalisés.

Les résultats obtenus sont les suivants :

| Description du faciès           | Essais réalisés          | Sondage | Profondeur de l'essai | Coefficient de perméabilité k | Perméabilité |
|---------------------------------|--------------------------|---------|-----------------------|-------------------------------|--------------|
| Unité 2 – Grave sablo-limoneuse | Matsuo à charge variable | P1      | 1.9 m                 | $1.10^{-4}$ m/s               | Perméable    |
|                                 |                          | P2      | 2.6 m                 | $1.10^{-4}$ m/s               |              |
|                                 |                          | P3      | 2.9 m                 | $1.10^{-4}$ m/s               |              |

**Nota important :** Ces essais sont ponctuels et ont été réalisés dans l'optique de dimensionnement d'ouvrages d'infiltration des eaux pluviales ; ils mesurent *la perméabilité en petit*. Dans le cas de nécessité de dimensionnement d'ouvrage de pompage ou de rabattement de nappe, seul un essai de pompage mesurant *la perméabilité en grand* du massif permettrait d'obtenir une estimation raisonnable des débits à prévoir ; cette perméabilité en grand peut être très différente de celle mesurée ponctuellement.

## 7. Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques géomécaniques mesurées et correspondant à l'organisation géologique décrite précédemment, sont données dans le tableau récapitulatif ci-après. Les données qui suivent ont pour objet de préciser les hypothèses de calcul pour la justification des ouvrages. En phase projet (mission G2 PRO), et en fonction des ouvrages à dimensionner, les caractéristiques à retenir pourront être sensiblement revues.

| Faciès                | Pressiomètre                  |                            | Pénétromètre dynamique           |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
|                       | Pression limite $P_l$ * (MPa) | Module Pressio $E_M$ (MPa) | Résistance de pointe $q_d$ (MPa) |
| Limon graveleux       | <b>0.06</b><br>(une mesure)   | <b>1.3</b><br>(une mesure) | [0.9 à 5]<br><b>2</b>            |
| Grave sablo-limoneuse | [2.15 à > 4.9]<br><b>4.0</b>  | [20 à 100]<br><b>40</b>    | [3 à > 50]<br><b>10</b>          |

- [ ] : Fourchette de valeurs mesurées
- xx** : Valeur représentative proposée en phase avant-projet (à préciser en phase projet)

## 8. Risques sismiques – Données réglementaires

Les normes et documents réglementaires utilisables sont les suivants :

- ▶ NF EN 1998-1, 1998-5 : Règles de l'Eurocode 8 - « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 5 : Fondations, soutènements et aspects géotechnique ».
- ▶ NF P 06-014, mars 1995 : Règles PS-MI « Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés. Domaine d'application : bâtiment neufs de catégorie II répondant à certains critères notamment géométriques, dans les zones de sismicité 3 et 4 ».
- ▶ La zone de sismicité (selon décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010).

Les principales données parasismiques déduites des éléments précédents, permettent de retenir :

- ▶ **Zone de sismicité** : Zone 4 (aléa moyen).
- ▶ **Application des règles de l'Eurocode 8**
  - Classe de sols :

| Classe de sol | Description du profil stratigraphique  | Coefficient d'amplification S |
|---------------|--|-------------------------------|
| B             | Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur | 1,35                          |

- Accélération nominale :  $a_g$  ( $m/s^2$ )

$a_g$  est définie par la relation :  $a_g = \gamma_1 \cdot S_T \cdot a_{gr}$

| Zone sismique                     | Pic d'accélération de référence $a_{gr}$ ( $m/s^2$ ) pour un sol de classe A | Coefficient d'importance de l'ouvrage $\gamma_1$ |     |                              |     |
|-----------------------------------|--|--|-----|------------------------------|-----|
|                                   |  | Catégorie d'importance de l'ouvrage              |     |                              |     |
|                                   |  | I  | II  | III                          | IV  |
| Zone 4                            | 1,6  | 0,8  | 1,0 | 1,2                          | 1,4 |
| $S_T$ : coefficient topographique |  | 1.0 quelle que soit la topographie               |     | 1.0 (pente inférieure à 15°) |     |

- ▶ **Risque de liquéfaction** : Sols non suspects de liquéfaction, pour les raisons suivantes :
  - Absence de nappe phréatique jusqu'à 8.0 m,
  - Sol résistants et hétérométriques jusqu'à plus de 12 m.

## 9. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site

Les principaux aléas liés à la structure géotechnique du site apparaissent être les suivants :

- ▶ Des remblais sont présents localement sur le site. Cette formation présente un risque de déformation dans le temps (même sans surcharge apportée), compte tenu de son épaisseur, et de l'absence de compactage probable lors de sa mise en œuvre.
- ▶ Structure géotechnique apparaissant homogène et peu déformable avec :
  - Limon graveleux moyennement résistant jusqu'à en moyenne 1.0-1.5 m/TA voire localement 2.6 m/TA
  - Grave sablo-limoneuse très résistante et perméable retrouvée jusqu'à l'arrêt des sondages entre 1.8 à 12 m/TA.
- ▶ Contexte hydrogéologique marqué par la présence de la nappe d'accompagnement de L'Isère/Drac située vers 8 m de profondeur soit environ 221-222 m NGF.



## DESCRIPTION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

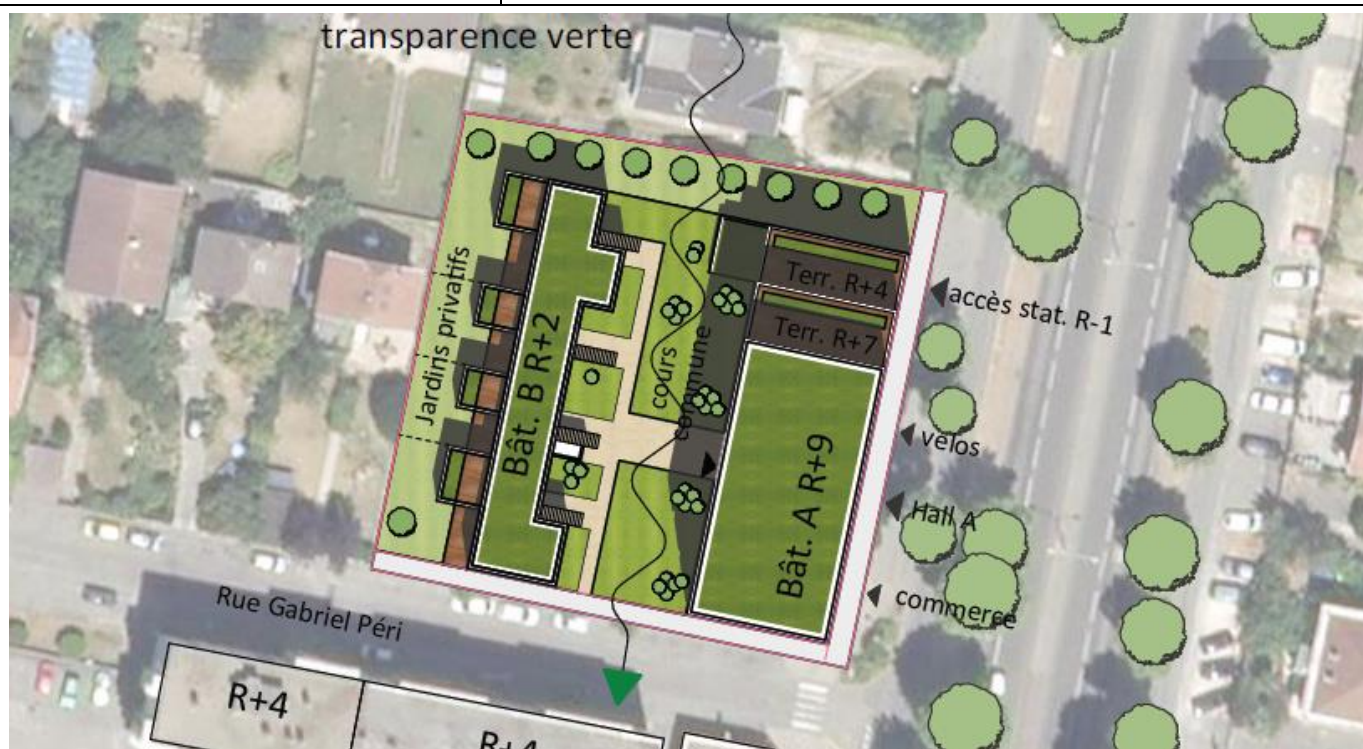
### 10. Caractéristiques du projet

#### 10.1. Description des ouvrages - Principes constructifs envisagés

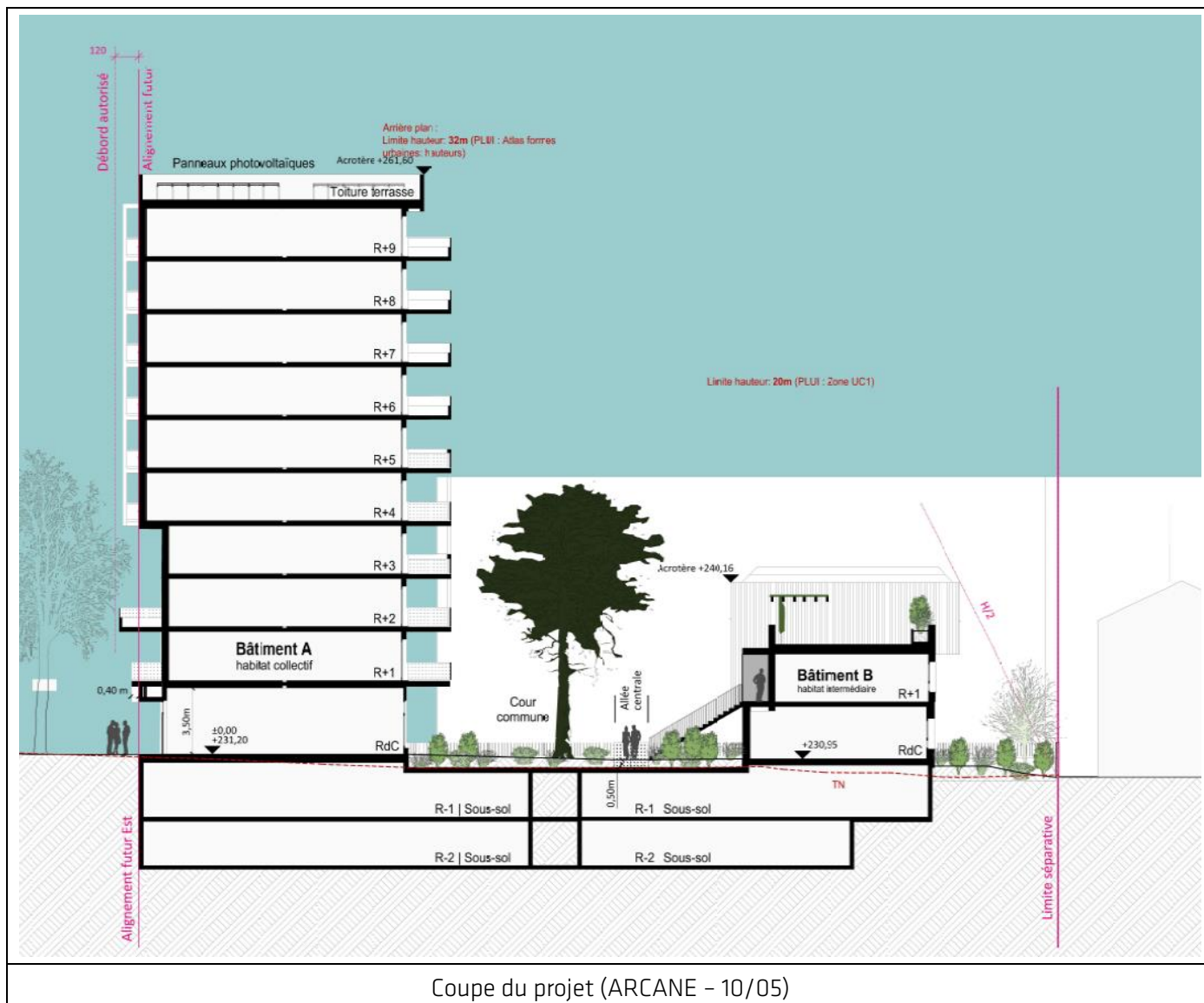
Projet prévoyant la construction de :

- **Bâtiments** dont les principales caractéristiques sont :

| Désignation                            | Bâtiment A   | Bâtiment B  |
|--|--|---|
| Dimensions approximatives              | 40 m x 14 m  | 40 m x 11 m                                       |
| Type d'ouvrage                         | Bâtiments de logements                             |   |
| Nombre de niveaux                      | R+4 à R+9 avec SS-2 commun                         | R+2 avec SS-2 commun                              |
| Cote du niveau le plus bas             | 225.2 m NGF soit environ 6 m/TA                    |   |
| Nature du niveau bas                   | A définir  |   |
| Structure                              | Maçonnerie traditionnelle                          |   |
| Descentes de charges sur la structure  | Non communiquées, estimée < 120 t/appui et 45 t/ml | Non communiquées, estimée < 25 t/appui et 20 t/ml |
| Sollicitations appliquées aux dallages | Non communiquées, estimées < 500 kg/m <sup>2</sup> |   |



Plan masse du projet (ARCANE - 12/20)



- **Chaussées** : Aucune voirie n'est prévue, seul un accès au sous-sol et des cheminements piétons seront réalisés.
- **Terrassements prévus** : Le projet nécessite des terrassements en déblais de l'ordre de 6-6.5 m de hauteur et proches des limites de propriétés.

## 11. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet

Définition de la ZIG : Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre :

- ☞ l'ouvrage (ou les travaux nécessaires à sa réalisation),
- ☞ et son environnement (sols et ouvrages environnants).

Dans le cas présent, la ZIG est constituée par :

- ▶ La parcelle où est placé le futur projet,
- ▶ Les limites de propriété Est et Sud à 2 m du projet et les limites Nord et Ouest à 4 m du projet,
- ▶ Le cours Jean Jaurès et la Rue Gabriel Péri et leurs réseaux associés situés à moins de 10 m à l'Est et au Sud du projet.

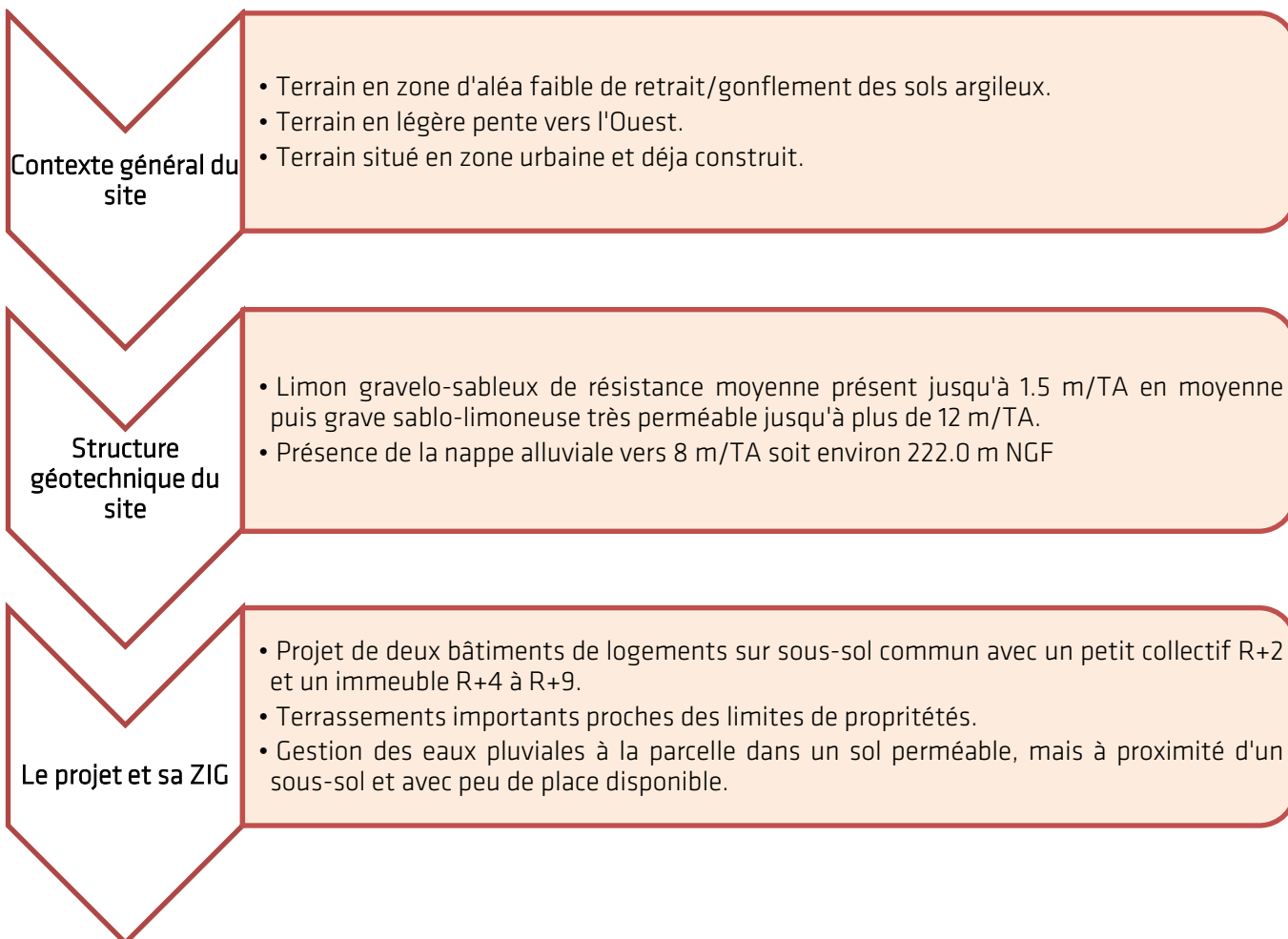
## 12. Sensibilité générale du projet

La sensibilité générale du projet vis-à-vis de sa destination et de la ZIG va être fortement conditionnée par les aspects suivants :

- ▶ Ouvrages sensibles aux tassements différentiels.
- ▶ Ouvrages aux descentes de charges moyennes à importantes.
- ▶ Travaux de terrassement en déblai avec peu de recul par rapport aux limites (0 à 4 m de distance),
- ▶ Nécessité de gérer les E.P. du projet à proximité d'ouvrages avec sous-sol.

## 13. Analyse globale

De l'analyse de l'ensemble des paramètres décrits précédemment, la conception de l'ouvrage doit prendre en compte à ce stade d'avant-projet, les points fondamentaux suivants :



Il en ressort :

### Principales applications pratiques pour l'adaptation du projet au site

- ▶ **Préparation du site** : Décapage de la terre végétale et de la végétation, démolition des bâtiments et structures existantes. Purge et dévoiement des réseaux existants.
- ▶ **Terrassements provisoires** : Terrassement en déblai de l'ordre de 6.0 à 6.5 m de hauteur, à 2 m des limites Est et Sud et à 4 m des limites Nord et Ouest.
- ▶ **Talus provisoires** :
  - Limite Est et Sud : paroi berlinoise sur toute la hauteur du terrassement.
  - Limite Nord et Ouest : paroi berlinoise sur la mi-hauteur du terrassement.



- ▶ **Solutions de fondation des ouvrages** : Semelles superficielles isolées ou continues ancrées dans la grave sablo-limoneuse.
- ▶ **Traitement du niveau bas** : Dallage sur terre-plein.
- ▶ **Gestion de l'eau dans le sol** :
  - Phase provisoire : Drainage de chantier (forme de pente, cunette, point bas collecteurs).
  - Phase définitive : Protection des murs par imperméabilisation, protection mécaniques et drainage périphérique, remblaiement des gardes de terrassements par des matériaux graveleux drainants issus éventuellement des déblais.
- ▶ **Talus et soutènements définitifs** : Talutage admis jusqu'à 2 m de hauteur. Soutènement par enrochements ou mur poids au-delà.
- ▶ **Gestion des Eaux Pluviales** : Ouvrage d'infiltration de type tranchée de 28 m x 1.5 m x 3 m/TA sollicitant la grave sablo-limoneuse avec  $k = 1.10^{-4}$  m/s.

## 14. Préparation du site – Démolition - Terrassements provisoires

Préambule : les indications des chapitres suivants, fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées : intempéries et niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières. Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu, qu'elles ne peuvent être définies précisément actuellement, et que seules des orientations peuvent être retenues à ce stade de l'étude.

### 14.1. Décapage – Préparation du sol

Il est impératif de prévoir au démarrage du chantier :

- ▶ Décapage de la végétation.
- ▶ Purge et dévoiement de l'ensemble des réseaux existants sur l'emprise du projet.

### 14.2. Terrassements provisoires

Le projet nécessite des travaux de terrassements en déblais de l'ordre de 6.0-6.5 m de hauteur. Ces terrassements seront réalisés à proximité des limites de propriétés : 2 m côté Est et Sud, et 4 m côté Nord et Ouest.

#### 14.2.1. Traficabilité - Préparation des plates-formes

##### ▶ Traficabilité

Les plates-formes au niveau de l'arase de terrassement seront constituées par des matériaux graveleux relativement peu sensibles au remaniement et à la décompression, et de traficabilité correcte.

##### ▶ Préparation des plates-formes

La méthodologie suivante est à respecter pour les bâtiments et les voiries :

- Procéder au terrassement de la dernière couche "en retro" sans faire évoluer les engins sur la pleine masse.
- Interrompre les travaux dans des conditions météorologiques trop défavorables.
- Toute zone remaniée ou décomprimée par la circulation des engins ou par des intempéries, sera purgée et remblayée avec un matériau noble insensible à l'eau.
- ▶ **Constitution des plates-formes sous voiries d'accès au garage et sous dallage**
  - Matériaux constitutifs :

- Grave naturelle alluvionnaire de classe D<sub>3</sub> selon la norme NF P11-300, de granulométrie répartie type 0/80 ou 0/100 mm par exemple.
- Des matériaux insensibles à l'eau et de comportement mécanique similaire peuvent également être admis, sous réserve de l'agrément par le Maître d'œuvre.
- Épaisseurs de la couche de forme :
  - Voirie légère : 0,4 à 0,5 m minimum pour un module Ev2 supérieur à 50 MPa.
  - Zone en dallage : 0,1 m de réglage pour un module de Westergaard visé pour le support, Kw = 50 MPa/m (critère minimum demandé par la norme NF P 11-213-1 à 3 - DTU 13.3 Dallages). Cette épaisseur devra être précisée en concertation avec le BET en fonction des sollicitations du dallage et des critères de portance requis pour le support).

**Nota important :** Ces épaisseurs sont données à titre indicatif, et tiennent compte d'une exécution des terrassements conforme à nos préconisations, et dans des conditions météorologiques satisfaisantes. Ces épaisseurs pourront être revues sensiblement (augmentées ou réduites), en fonction des conditions réelles du chantier et notamment :

- de la qualité des travaux préparatoire réalisés,
- des conditions météorologiques et hydrogéologiques au moment du chantier,
- de la qualité des matériaux mis en œuvre,
- du matériel de compactage.
- Compte tenu de l'enjeu important que représente l'exécution de la forme support de dallages, sa conception et sa mise en œuvre devront faire l'objet d'une attention particulière de la part des Concepteurs. Il conviendra de prévoir la réalisation d'une ou plusieurs planches d'essais afin de préciser si la structure prévue permet d'obtenir les résultats escomptés.

#### 14.2.2. *Terrassabilité*

La présence de matériaux limono-argileux nécessite de réaliser les travaux par temps sec, et de protéger les arases de terrassement au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

La réalisation des déblais ne présentera pas de difficultés particulières. Il n'a pas été rencontré de blocs ou d'affleurement rocheux au droit des sondages.

#### 14.2.3. *Valorisation des déblais*

Pour l'utilisation des matériaux du site en remblai :

- ▶ **Limon gravelo-sableux** : ces matériaux de déblai sont inaptes au réemploi en remblai. Ils seront mis en décharge ou stockés dans les zones d'espaces verts
- ▶ **Grave sablo-limoneuse** : ces matériaux sont probablement réutilisables en remblais périphériques drainants, couche de forme de voirie ou sous dallage, sous réserve d'un calibrage soigneux (élimination des particules fines, la granulométrie des matériaux ne devra pas dépasser une dimension de 150-200 mm).
- ▶ Pour un réemploi en couche de forme de voirie ou en remblai périphérique drainant, il convient de réaliser une étude spécifique dans le cadre d'une mission de type G2 PRO pour en préciser la faisabilité technique et économique et les précautions d'exécution. La granulométrie des matériaux ne devra pas dépasser un diamètre de 100 mm.

#### 14.2.4. *Drainage en phase chantier*

En principe, il ne doit pas être intercepté de venues d'eau. Cependant si certaines sont découvertes en cours de terrassement, elles seront collectées par une cunette périphérique en pied de talus et évacuées en dehors de la fouille.

Afin de bien évacuer les éventuelles eaux de pluies, un drainage de chantier est conseillé : forme de pente, cunettes de collectes, point bas avec évacuation gravitaire ou par relevage si besoin.

Les dispositions spécifiques seront adaptées au cas par cas pour assurer à tout moment la mise au sec de la plateforme.

## 15. Fondation de la structure et traitement du niveau bas

Les solutions de fondation envisageables sont les suivantes :

- ▶ **Semelles** superficielles isolées ou continues, ancrées de 0,3 m dans la grave sablo-limoneuse.
- ▶ **Niveau bas** traité en dallage sur terre-plein.

### 15.1. Fondations superficielles par semelles continues ou isolées

Le toit de la formation de grave sablo-limoneuse est rencontré entre 0.4 m et 2.6 m par rapport au terrain naturel au droit des sondages réalisés.

L'assise des fondations sera ancrée au minimum de 0,3 m dans cette couche repère.

Dans tous les cas, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors gel des fondations, soit une profondeur minimale de 0,8 m par rapport à la plus proche surface exposée au gel.

#### 15.1.1. Exemples de prédimensionnement

Des exemples de prédimensionnement ont été réalisés pour différentes géométries de fondation selon la norme NF P 94-261 (norme d'application de l'Eurocode 7).

Les principaux résultats obtenus sont donnés dans le tableau ci-après.

#### ▶ Contraintes de pré-dimensionnement

A partir des hypothèses géomécaniques prises en compte, on obtient une valeur représentative :

$$q_{\text{net}} = 1400 \text{ kPa}$$

En première approche, les **contraintes admissibles** calculées selon  $q_{\text{net}}$  sont les suivantes :

| États limites types :   | E.L.U.<br>transitoire et durable |                  | E.L.S.<br>caractéristique et quasi-permanent |                  |
|---|----------------------------------|------------------|--|------------------|
| Coefficients partiels de résistance $\gamma_{R,v}$ et de méthode $\gamma_{R,d,v}$ | $\gamma_{R,v}$                   | $\gamma_{R,d,v}$ | $\gamma_{R,v}$                               | $\gamma_{R,d,v}$ |
|   | 1,4                              | 1,2              | 2,3  | 1,2              |
| <b>Contrainte admissible <math>\sigma_{R,d}</math> (kPa)</b>                      | 820                              |                  | 500  |                  |

#### ▶ Tassements sous fondations

- Données prises en compte : caractéristiques géomécaniques :

| Formation             | Module pressiométrique<br>$E_M$ (en MPa) | Coefficient rhéologique<br>$\alpha$ |
|-----------------------|--|-------------------------------------|
| Grave sablo-limoneuse | 15                                       | 0.25                                |

- Estimation des tassements

| Type de fondation | Géométrie de la semelle | Contrainte effective sous E.L.S. | Sollicitations effectives sous E.L.S. | Tassements théoriques (ELS quasi-permanent) |
|-------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|
|-------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|

|                    |               |         |         |        |
|--------------------|---------------|---------|---------|--------|
| Semelles isolées   | 0.7 m x 0.7 m | 500 kPa | 24 t    | < 1 cm |
|                    | 1.0 m x 1.0 m |         | 50 t    |        |
|                    | 1.2 m x 1.2 m |         | 72 t    |        |
| Semelles continues | 0.5 m         |         | 25 t/ml |        |
|                    | 1.0 m         |         | 50 t/ml |        |
|                    | 1.2 m         |         | 60 t/ml |        |

Les tassements sont estimés pour des charges sans excentrement et sans inclinaison (charges verticales et centrées sur la fondation).

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 la norme NF 94-261 et celles du fascicule 68 – « Exécution des travaux de fondations de Génie Civil ».

Des descentes de charges hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre d'une étude complémentaire de type G2 PRO.

#### 15.1.2. *Recommandations sismiques*

Le projet se trouve en zone sismique, et les recommandations suivantes devront être appliquées :

- ▶ La conception des ouvrages doit aboutir à un comportement dissipatif et ductile d'ensemble :
  - fractionner dans la mesure du possible les blocs de tailles et volumes hétérogènes,
  - distribuer les masses et les raideurs de façon équilibrée.
- ▶ Structure à concevoir de manière à assurer le contreventement horizontal et vertical de la structure, à superposer les éléments de contreventement, à créer des diaphragmes rigides à tous les niveaux, à limiter les efforts de torsion.
- ▶ Fondation par semelles filantes à maille fermée régulière (mode le mieux adapté) ou par semelles isolées reliées par un réseau de longrines bidirectionnelles. Les fondations doivent être suffisamment rigides pour transmettre au sol de manière uniforme les actions localisées reçues de la superstructure.
- ▶ Fondations en béton armé, pour la reprise des efforts de cisaillement lors des déplacements du sol.
- ▶ Veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale.
- ▶ Système de fondations homogènes sous un même corps de bâtiment à moins de délimiter des parties par joints parasismiques.

#### 15.1.3. *Dispositions constructives*

- ▶ Pour des raisons de bonne exécution, largeur des fondations conçues supérieure ou égale à 0,5 m pour des semelles continues et 0,7 m pour les semelles isolées.
- ▶ Des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus, doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (norme NF 94-261), à moins de dispositions particulières.
- ▶ La présence d'eau pourra entraîner des sujétions de blindage de parois, et de pompages pour épuisement des fouilles et/ou de rabattement de nappe lors des travaux de fondation.
- ▶ Des sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage sont toujours possibles et pourront nécessiter des rattrapages et surconsommation de béton.

- ▶ Les fondations doivent être coulées à l'avancement et à pleine fouille impérativement et non coffrées sur une plate-forme pré-terrassée ou reconstituée. Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, ce dernier devra être protégé immédiatement et au minimum par un béton de propreté.
- ▶ Tout sol décomprimé localement sera purgé et remplacé par un béton maigre.

## 15.2. Traitement du niveau bas

Le niveau bas pourra être traité en **dallage sur terre-plein**, à la condition stricte du respect des sujétions suivantes :

- ▶ Purge complète des remblais existants.
- ▶ Exécution des terrassements en déblais et en remblais selon les préconisations décrites précédemment et permettant de conserver un sol sain et non remanié par les travaux (risque de remaniement soit par circulation des engins soit par décompression par la présence d'eau dans le cas contraire).
- ▶ L'exécution d'une forme sous dallage afin d'obtenir une portance satisfaisante pour la mise en œuvre du dallage

### 15.2.1. Caractéristiques de la forme support de dallage

Les caractéristiques de la forme support de dallage qui peuvent être retenues à ce stade de l'étude, sont décrites dans le paragraphe 14.2.1.

### 15.2.2. Module d'Young $E_s$

Pour le dimensionnement du dallage selon les préconisations du DTU 13.3, les valeurs de module d'Young à retenir pour chacun des faciès sont les suivantes, du haut vers le bas :

| Faciès                | Profondeur de la base (m/TN) | Épaisseurs (m) | Module œdométrique estimé (MPa) | Module d'Young $E_s$ (MPa) |
|-----------------------|------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------------------|
| Grave sablo-limoneuse | > 12 m                       | > 5            | 60                              | 45                         |

### 15.2.3. Critères de réception de la forme support

Les critères de réception devront être précisés impérativement par les documents de consultation ou par l'étude d'exécution de l'Entreprise.

Au stade actuel de l'étude, les critères suivants sont proposés :

| Critères de réception de la forme support du dallage |                             |   |                         |
|--|-----------------------------|---|-------------------------|
| Ouvrage  | Module de Westergaard $K_w$ | Module de déformation $E_{v2}$ , 2 <sup>ème</sup> cycle | Rapport $E_{v2}/E_{v1}$ |
| Dallage  | 50 MPa/m minimum            | 50 MPa minimum  | < 2,0                   |

## 16. Protection des ouvrages vis-à-vis de la présence d'eau

Compte tenu du contexte hydrogéologique d'une part, et de la conception du projet d'autre part, les dispositions suivantes sont à mettre en œuvre :

- ▶ Drainage périphérique du bâtiment, constitué par :
  - Une imperméabilisation des murs enterrés par enduit bitumineux + protection par Delta MS.
  - Une étanchéité collée soudée des murs enterrés par revêtement étanche notamment pour les murs enterrés à proximité de l'ouvrage d'infiltration EP (mur Nord).
  - Un complexe drainant mis en place en pied des murs enterrés, sur l'arase supérieure des semelles.

- Un remblaiement avec les matériaux graveleux et drainant du site (matériaux limoneux ou argileux à évacuer), ou avec un matériau d'apport drainant protégés par un géotextile.

## 17. Remodelage du site - Terrassements définitifs

### 17.1. Talus définitifs et terrassement définitifs

Un déblai définitif d'environ 1.0 m est prévu côté Ouest en partie amont du terrain afin de procéder à un reprofilage de la topographie.

Les talus définitifs seront dressés avec une pente de 3 de base pour 2 de hauteur et protégés du ravinement (végétalisation rapide, feuille de polyane ancrées ...), la hauteur étant inférieure à 2 m.

Les murs adossés au terrain seront dimensionnés en soutènement.

### 17.2. Remblai support de voiries et assises

Les remblais support de voiries sur lesquels reposeront les structures de chaussées seront constitués par une couche de forme dont les caractéristiques sont décrites au paragraphe 14.2.1.

Au stade actuel de l'étude, les critères suivants sont proposés :

| Critères de réception de la forme d'assise des voiries |   |                         |
|--|---|-------------------------|
| Ouvrage  | Module de déformation $E_{v2}$ , 2 <sup>ème</sup> cycle | Rapport $E_{v2}/E_{v1}$ |
| Assise voirie  | 50 MPa minimum  | < 2,0                   |

### 17.1. Aménagement périphérique du bâtiment

Nous recommandons que la périphérie du bâtiment soit aménagée avec des pentes d'écoulement permettant d'éloigner les eaux météoriques du projet et d'éviter toute stagnation d'eau en pied de mur.

## RECOMMANDATIONS POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Nous rappelons que le but premier de la gestion des eaux pluviales au droit du projet est de ne pas aggraver la situation hydraulique actuelle, voire de l'améliorer.

### 18. Réglementation pour la gestion des eaux pluviales

#### ► Norme NF EN 752.2 :

D'après la norme Européenne NF EN 752.2 en zone centre-ville, les systèmes de gestion des eaux pluviales devront être dimensionnés pour une pluie d'occurrence trentennale ( $T = 30$  ans).

| Tableau 1 Fréquences recommandées pour les projets       |   |   |
|--|---|---|
| Fréquence d'un orage donné*<br>1 fois tous les « n » ans | Lieu  | Fréquence d'inondation<br>1 fois tous les « n » ans |
| 1 par an   | Zones rurales   | 1 tous les 10 ans                                   |
| 1 tous les 2 ans   | Zones résidentielles  | 1 tous les 20 ans                                   |
| 1 tous les 2 ans<br>1 tous les 5 ans                     | Centres des villes<br>Zones industrielles ou commerciales :<br>- si le risque d'inondation est vérifié<br>- si le risque d'inondation n'est pas vérifié | 1 tous les 30 ans<br>-                              |
| 1 tous les 10 ans  | Passages souterrains routiers ou ferrés   | 1 tous les 50 ans                                   |

\* Pour ces orages, aucune mise en charge ne doit se produire.

#### ► Guide du Certu :

*Extrait de la norme NF EN 752.2*

Le guide du Certu (2003) "La ville et son assainissement" préconise de retenir la méthode des pluies pour le dimensionnement des ouvrages de traitement des eaux pluviales et de retenir un débit de fuite correspondant au débit de ruissellement annuel à l'état naturel en cas de rejet dans un réseau d'eaux pluviales ou milieu superficiel. Ces contraintes doivent être appliquées lorsque la commune ou l'agglomération où s'inscrit le projet ne disposent pas de prescriptions précises pour le traitement des eaux pluviales.

Le guide de Certu, ainsi que les Direction Départementale des Territoires (DDT) préconisent la mise en place de la base des ouvrages de rétention/infiltration à plus 1 m par rapport à la cote des eaux exceptionnelles connues.

#### ► Prescriptions de la régie assainissement – Grenoble Alpes Métropole :

Le règlement d'assainissement de la commune de GRENOBLE établi par le service de la Régie d'Assainissement de la Communauté d'Agglomération de Grenoble - La Métro précise que (extrait de des annexes sanitaires du PLUI datée du 20/12/2019) :

##### Article 42 : Principe de gestion

L'imperméabilisation croissante des sols liée à la densification urbaine de la région grenobloise et l'augmentation des débits de pointe d'eaux pluviales qui en résulte, induisent des risques importants d'inondation lors des fortes pluies et des pollutions des milieux naturels par les rejets des réseaux d'assainissement. Afin d'atténuer ces risques, les eaux pluviales doivent être gérées à l'échelle des parcelles privées et ne sont pas admises dans le réseau public d'assainissement. D'une façon générale, aucun apport supplémentaire au ruissellement sur terrain naturel au réseau public ne devra résulter de l'aménagement, quelle que soit l'occurrence de l'événement pluvieux considéré.

Dans le cas de réseaux séparatifs, la collecte et l'évacuation des eaux pluviales du domaine public sont assurées par les réseaux pluviaux, totalement distincts des réseaux d'eaux usées. Leurs destinations étant différentes, il est formellement interdit, à quelque niveau que ce soit, de mélanger les eaux usées et les eaux pluviales.

La mise en séparatif des réseaux privés est exigible jusqu'en limite de propriété quelque soit le type de réseau public (unitaire ou séparatif).



## Article 43: Modalités d'application

La première solution recherchée pour l'évacuation des eaux pluviales doit être l'infiltration. La gestion des eaux pluviales s'effectuera sur la parcelle, par tous dispositifs appropriés (noue, puits perdus, tranchées d'infiltration, fossé, ...).

Les dispositifs de gestion des eaux pluviales à la parcelle sont établis en prenant en compte une pluie de période de retour définie par la norme NF EN 752-2. Pour les pluies très exceptionnelles qui dépassent cette occurrence, il est préconisé d'admettre au moyen de modèles de terrain l'inondabilité contrôlée de zones non réservées à cet effet mais dont les usages sont compatibles avec ce type d'aléas exceptionnels.

Les aménagements d'ensemble doivent faire l'objet d'un traitement global sur l'ensemble du périmètre aménagé, y compris les surfaces de voiries.

En conséquence, un dispositif de trop-plein vers des exutoires autorisés (zones d'extensions, milieu naturel ...) ou des zones aménagées à cet effet doit être prévu, le renvoi sur domaine public ou le réseau public étant exclu.

L'impossibilité d'infiltration des eaux pluviales à la parcelle doit être justifiée en communiquant les informations nécessaires (étude de sol, réglementation locale en vigueur) à la Régie Assainissement de la Métro. Dans ces cas, les eaux pluviales des parcelles sont stockées avant rejet à débit régulé dans le réseau d'eaux pluviales, sous réserve de son existence et de sa disponibilité. La capacité de stockage est établie pour limiter drastiquement ce débit.

Un ratio de 5 l/s/ha maximum est applicable sous réserve de disponibilité du réseau public quelle que soit la situation d'imperméabilisation de la parcelle avant sa construction ou reconstruction. Pour les secteurs où la capacité d'évacuation du réseau existant est connue de la Régie Assainissement de la Métro comme faible, le débit de fuite accordé pourra être localement abaissé voir annulé. La régulation du débit restitué sera réalisée par le diamètre de la canalisation de la partie privée entre le dispositif de stockage et la boîte de branchement, justifiée par note de calcul. Un diamètre minimal de 30 mm est accepté pour limiter le risque d'obstruction.

Les informations relatives à l'implantation, à la nature et au dimensionnement des ouvrages de stockage et de régulations doivent être communiqués au service au titre de la protection du réseau public et de la gestion des risques de débordements.

Le radier des bassins de stockage/restitution devra être implanté au minimum 20cm au-dessus du niveau haut des eaux de la nappe phréatique.

L'aménageur peut définir un programme global d'équipement en ouvrages de rétention d'eaux pluviales qui sera validé par la Régie Assainissement de la Métro. Les autorisations individuelles de raccordement sont alors délivrées au vu de leur conformité au dit programme.

**Attention :** Les équipements de stockage/restitution au réseau ne sont pas à confondre avec les équipements de stockage/recyclage. L'ouvrage de stockage pour la protection du réseau public de collecte devra être en permanence vide en dehors des épisodes pluvieux.

### 43.1 Cas des extensions de constructions existantes sur une parcelle

Pour les projets d'extensions de constructions existantes, les dossiers (permis de construire, demande de raccordement neuf ou à modifier, ...) communiqués à la Régie Assainissement de la Métro seront traités au cas par cas, avec la règle générale suivante vis-à-vis des exigences définies au présent règlement :

- si l'extension génère un doublement du coefficient d'imperméabilisation initial, la gestion des eaux pluviales devra se faire sur l'ensemble de la parcelle et de la construction (existante + extension) ;
- si l'extension génère une augmentation du coefficient d'imperméabilisation initial inférieure au doublement, la gestion des eaux pluviales devra se faire seulement sur la fraction de la parcelle concernée par l'extension.

### 43.2 Procédés techniques

Le demandeur dispose de la liberté de choix des procédés techniques d'infiltration, et par défaut de rétention et de régulation, à condition qu'ils soient efficaces et contrôlables. D'une façon générale, les ouvrages de gestion à l'air libre doivent être privilégiés dans la mesure où ils permettent un contrôle de leur efficacité au cours du temps.

Pour les ouvrages enterrés, le demandeur doit décrire le mode d'entretien des ouvrages et les possibilités de visite et de contrôle.

A titre indicatif, est proposée, ci-après, une liste non exhaustive des procédés techniques envisageables :

- ouvrages d'infiltration ou de rétention : noues, puits ou bassin d'infiltration, tranchées d'infiltration, stockage en toiture ou terrasse, bassin de rétention à l'air libre, à défaut enterré (béton, tubes, canalisations surdimensionnées, ...), structures alvéolaires, etc.

### 43.3 Traitement des eaux de pluie

Les eaux issues des parkings, des voiries privées ou de certaines aires industrielles peuvent faire l'obligation d'un traitement préalable avant rejet au réseau public d'assainissement (pluvial ou unitaire).

Ces équipements annexes de dépollution doivent être dimensionnés pour traiter les eaux de ruissellement afin de garantir un rejet dans les réseaux publics avec une teneur résiduelle en hydrocarbures inférieure à 5mg/l.

Les dispositifs de traitement et d'évacuation de ces eaux font l'objet d'une inspection et d'une maintenance régulière par leurs propriétaires.

Nota : les prescriptions des Plans Locaux d'Urbanisme locaux doivent impérativement être respectés.



Dans le cadre du projet, en aucun cas un des ouvrages de rétention ne devra être utilisé pour la récupération de pluie à usage domestique (jardin, ...). Les ouvrages de rétention doivent être vides hors précipitations.

Si de la récupération de pluie doit être faite, un bac complémentaire pourra être installé en amont d'un des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

## 19. Synthèse des contraintes techniques

Au terme des investigations, il est possible de retenir pour le principe de gestion des EP, les éléments suivants :

### ► Points favorables :

- La bonne à très bonne perméabilité des terrains avec  $k$  de l'ordre de  $1.10^{-4}$  m/s,
- L'absence d'un captage d'alimentation en eau potable à proximité,
- La pente du terrain (terrain relativement plat),
- La nappe profonde à 8 m/TA.

### ► Points défavorables :

- La surface disponible limitée pour la mise en place d'un système aux normes,
- La proximité du sous-sol.

Il apparaît donc que le terrain étudié s'inscrit dans un contexte géologique hydrogéologique et hydrologique compatible avec une gestion des eaux pluviales par rétention et infiltration.

### ► Solution de gestion des EP proposée

Compte tenu des éléments techniques précédents, le **système de gestion des eaux pluviales** le mieux adapté au site apparaît être un ouvrage de rétention et infiltration sollicitant le faciès de grave sablo-limoneuse pour une perméabilité retenue de :  $k = 1.10^{-4}$  m/s.

## 20. Ouvrages proposés pour la gestion des Eaux Pluviales

Compte tenu du contexte hydrogéologique et géotechnique du site, l'ouvrage de gestion des EP envisagé est **une tranchée d'infiltration** correspondant à un massif de galets ayant un indice de vide défini et équipé d'un ou plusieurs drains de répartition d'un diamètre défini (en général 30 à 35 %)

**Remarque importante** : Les solutions proposées sont fournies à titre d'exemple, au stade de l'avant-projet. D'autres ouvrages de rétention sont possibles (à préciser par le BET VRD en phase PRO puis EXE).

## 21. Principe et données prises en compte

### 21.1. Principe et données documentaires

- **Méthode de calcul du volume de rétention nécessaire** : méthode dite des Pluies.
- **Source bibliographique** :
  - CERTU (2003) "La ville et son assainissement".
  - Techniques alternatives en assainissement pluvial, TEC & DOC, 1994.

- **Station METEO FRANCE de référence : PHILIPPEVILLE (38) la plus représentative du site d'étude.**

| Durée de pluie (min) | Hauteur d'eau précipitée (mm) T = 30 ans |
|----------------------|--|
| 6                    | 19.6                                     |
| 1440                 | 81.3                                     |

## 21.2. Données du projet

- **Surfaces imperméabilisées collectées (selon le plan masse fourni par le Maître d'Ouvrage) :**

| Types de surfaces                            | Toiture       | Espaces vert sur dalle |
|--|---------------|------------------------|
| Superficie (m <sup>2</sup> )                 | 965           | 660                    |
| Coefficient de ruissellement                 | 1.0           | 0.8                    |
| Surface active (m <sup>2</sup> )             | 965           | 528                    |
| <b>Surface active totale (m<sup>2</sup>)</b> | <b>1493.0</b> |                        |

## 22. Tranchée d'infiltration en grave cru (30% de vide)

### 22.1. Caractéristiques de l'ouvrage

Les caractéristiques de la tranchée d'infiltration prises en compte sont les suivantes :

- **Perméabilité du sol sollicité pour l'infiltration** :  $k = 1.10^{-4}$  m/s
- **Profondeur d'apparition du sol perméable sollicité** :  $P = 1.5$  m/TA
- **Longueur de la tranchée** :  $L_{tranchée} = 28.0$  m
- **Largeur de la tranchée** :  $l_{tranchée} = 1.5$  m
- **Profondeur totale de la tranchée** :  $Z_{totale} = 3.0$  m /TN
- **Cote de fil d'eau entrant dans la tranchée** : par défaut -0.5 m/tête du puits
- **Drain de répartition** : Ø 300 mm
- **Hauteur de stockage utile de la tranchée** :  $h_{utile} = 2.0$  m /base du drain (= fil d'eau entrant)
- **Surface d'infiltration** :  $S_i = 62.25$  m<sup>2</sup>.
- **Volume de stockage de l'ouvrage** :  $V_{utile \text{ de stockage}} = 32.9$  m<sup>3</sup>.

### 22.2. Pré-dimensionnement phase AVP

- **Calcul du débit de fuite de l'ouvrage par infiltration :**

Soit le débit infiltré  $Q_f = S_i \times k = 62.25 \times 1.10^{-4} = 6,5.10^{-3}$  m<sup>3</sup>/s.

Le débit de fuite par infiltration de l'ouvrage décrit précédemment (pour  $S_i = 62.25$  m<sup>2</sup>) est fixé à 6.5 l/s en considérant une perméabilité de  $k = 1.10^{-4}$  m/s.

- **Calcul du volume de rétention nécessaire  $V_{rétention}$  :**

Soit le volume entrant = surface active x hauteur d'eau précipitée.

Le débit entrant est fonction de la durée de pluie ( $Q_{entrant} = H_{eau \text{ précipitée}} \times S_a / \text{Durée de pluie}$ ).

Le volume de rétention nécessaire correspond à la différence entre le volume d'eau entrant et le volume de fuite.

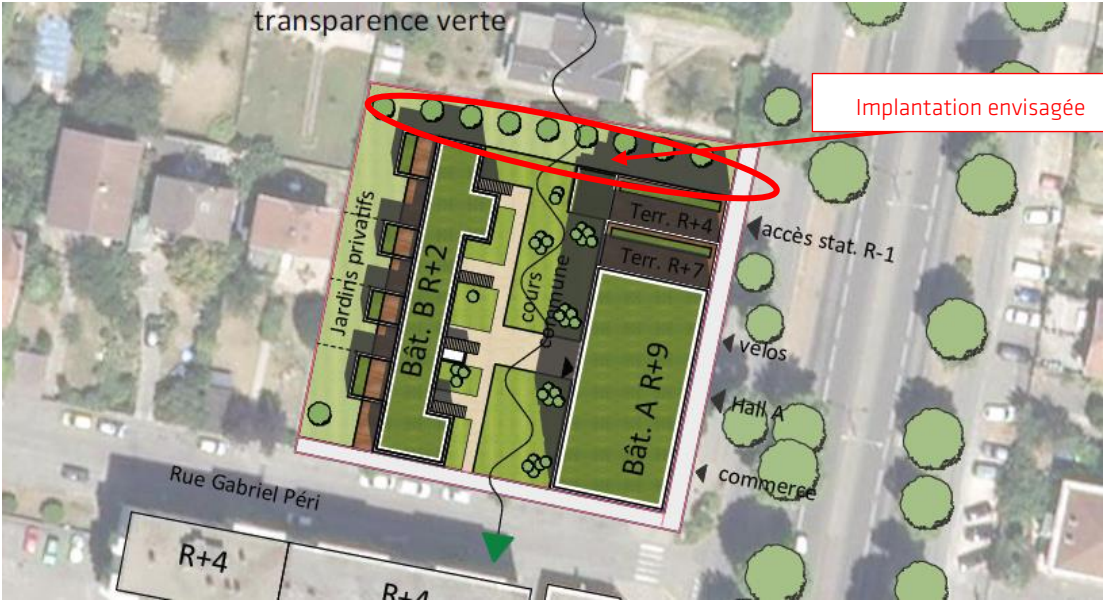
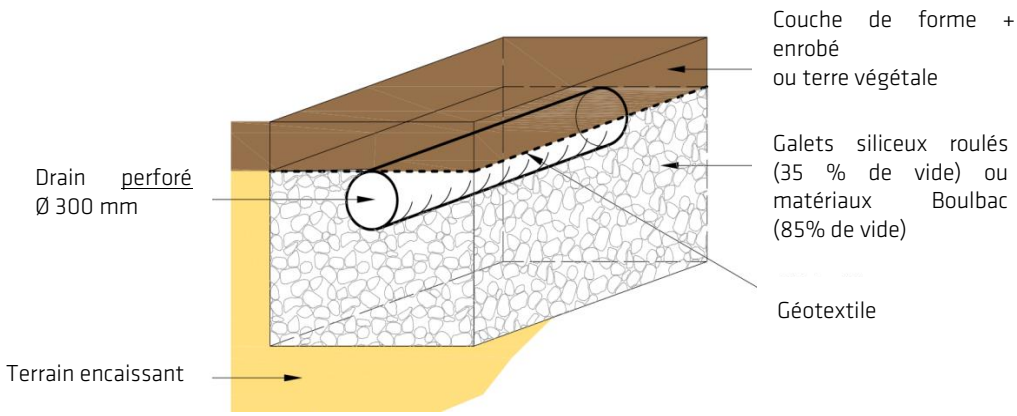
En fonction de l'intensité de la pluie, on retient le volume de rétention le plus important (en gras dans le tableau).

| Durée de pluie (min) | Hauteur d'eau précipitée (mm) | Surface active (ha) | Volume d'eau entrant (m³) | Débit de fuite (m³/s) | Volume de fuite (m³) | Volume de rétention<br>$V_{\text{rétention}}$ (m³) |
|----------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|--|
| 6                    | 19,6                          | 0,1493              | 29                        | 6,5E-03               | 2                    | 26,8   |
| 15                   | 24,8                          |                     | 37                        |                       | 6                    | 31,2   |
| 30                   | 29,7                          |                     | 44                        |                       | 12                   | <b>32,6</b>  |
| 60                   | 35,6                          |                     | 53                        |                       | 23                   | 29,6   |
| 120                  | 42,6                          |                     | 64                        |                       | 47                   | 16,6   |
| 180                  | 47,3                          |                     | 71                        |                       | 70                   | 0,2  |
| 360                  | 56,7                          |                     | 85                        |                       | 141                  | -  |
| 720                  | 67,9                          |                     | 101                       |                       | 282                  | -  |
| 1440                 | 81,3                          |                     | 121                       |                       | 564                  | -  |

Le volume à stocker en considérant une pluie d'occurrence trentennale et pour une surface active de 1493 m² est de 32.6 m³ pour un débit de fuite fixé à 6.5 l/s.

### 23. Synthèse des recommandations pour la gestion des EP du projet

| Volume utile                              | 32.6 m³ au minimum   |
|---|--|
| Type d'ouvrage de rétention /infiltration | Tranchée d'infiltration de dimension<br>28 m x 1.5 m x 3 m de profondeur totale/TA   |
|   | <p>Les ouvrages de gestion des EP envisagés pour le projet peuvent être divisés en plusieurs sous-ouvrages sous réserve de conserver le même volume utile et la même surface d'infiltration.</p> <p>D'autres solutions de gestion des EP par rétention et infiltration sont également envisageables sous réserve d'un bon équilibre entre surface d'infiltration et volume de rétention nécessaire et la prise en compte des normes et réglementations et vigueur.</p> <p>La conception et le dimensionnement définitif de l'ouvrage de rétention/infiltration à créer est à la charge du BET VRD du projet.</p> |

|   |  |
|---|--|
| <p>Implantation de l'ouvrage envisagée</p>              |    |
| <p>Parcours à moindres dommages</p>                     | <p>En cas de pluie supérieure à celle envisagée débordement vers l'aval topographique. Prévoir des pentes d'écoulement adaptée de manière à rediriger les eaux à l'écart du bâtiment</p> |
| <p>Schéma de principe d'une tranchée d'infiltration</p> | <p><b>Schéma d'une tranchée d'infiltration</b></p>   |

## 23.1. Recommandations de mise en œuvre

### 23.1.1. Mise en œuvre des dispositifs de gestion des eaux pluviales

- ▶ Ne pas planter d'arbres à moins de 3 m des ouvrages.
- ▶ Il est indispensable de disposer en amont de chaque ouvrage d'infiltration/de rétention un dispositif de décantation.
- ▶ Prévoir des regards de visite.

- ▶ Entretien : la clé du bon fonctionnement de ce type d'ouvrage (décanteurs et puits) repose sur un entretien régulier (deux fois par an et à chaque dysfonctionnement) : vidange, curage...
- ▶ Les différents éléments constituant le dimensionnement et les caractéristiques des ouvrages réalisés seront vérifiés et devront être conformes aux prescriptions du présent rapport.
- ▶ Les eaux pluviales ne devront pas être en communication avec les éventuels systèmes d'assainissement individuel.
- ▶ Le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales ne tient pas compte des eaux de drainage.

#### 23.1.2. Incidences sur la structure du bâtiment

Le dispositif de gestion des eaux pluviales prévoit la mise en œuvre de puits d'infiltration, à proximité immédiate du projet. Les précautions à respecter vis-à-vis du projet de construction, sont :

- ▶ Éloigner les ouvrages d'infiltration le plus possible de la structure car l'exécution des forages peut légèrement remanier le sol environnant : les ouvrages seront placés préférentiellement à plus de 2 m de distance, et à l'aval du projet.
- ▶ Dans le cas où les ouvrages d'infiltration sont placés à proximité immédiate de la structure, il convient de porter sur longrine les porteurs afin de limiter le risque de tassement ultérieur. La distance à respecter pour les points porteurs devra être précisé en concertation avec l'Entreprise chargée de l'exécution des puits, en fonction de la technique et de la géométrie des ouvrages d'infiltration, et du risque de remaniement des sols environnants.
- ▶ Protection des murs enterrés proches par un dispositif d'étanchéité (membrane soudée).

## 24. Études et missions complémentaires

Compte tenu :

- ▶ De l'environnement sensible de la Zone d'Influence Géotechnique du projet :
  - Cours Jean Jaurès et Rue Gabriel Péri à proximité,
  - Les limites de propriétés
- ▶ De la spécificité géotechnique des travaux à mettre en œuvre, et de la technicité importante demandée :
  - Terrassement de 6.0 à 6.5 m de hauteur dans des conditions délicates,
  - Ouvrage de soutènement,
- ▶ De l'importance du projet / Des enjeux du projet :
  - Ouvrage de 9 niveaux et 2 niveaux de sous-sol,
  - Ouvrage enterré de 6.0 m de hauteur.

Afin d'optimiser les travaux et réduire les aléas, il est indispensable de prévoir une intervention du géotechnicien en mission :

- ▶ G2 PRO (étude géotechnique de conception – phase projet),
- ▶ G4 (supervision géotechnique des travaux d'exécution).

## 25. Aléas géotechniques

- ▶ Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
- ▶ Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « *Présentation* » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à Kaëna afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
- ▶ De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venues d'eau etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

Extrait de la norme AFNOR sur les missions d'ingénierie géotechnique

Documents graphiques et résultats d'investigations

- Diagrammes des sondages au pénétromètre
- Coupes des forages pressiométriques
- Tableau récapitulatif des puits de reconnaissance
- Plan d'implantation des sondages



## ANNEXE EXTRAIT DE LA NORME FRANCAISE SUR LES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94 500 de novembre 2013)

### CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE TYPES

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

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

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

##### Phase Étude de Site (ES)

- Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.
- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

##### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

- Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

#### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

*Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :*

##### Phase Avant-projet (AVP)

- Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

##### Phase Projet (PRO)

- Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

##### Phase DCE / ACT

- Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.
- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.



### ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

#### ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Elle comprend deux phases interactives :

##### Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

##### Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

#### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

*Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière.*

Elle comprend deux phases interactives :

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

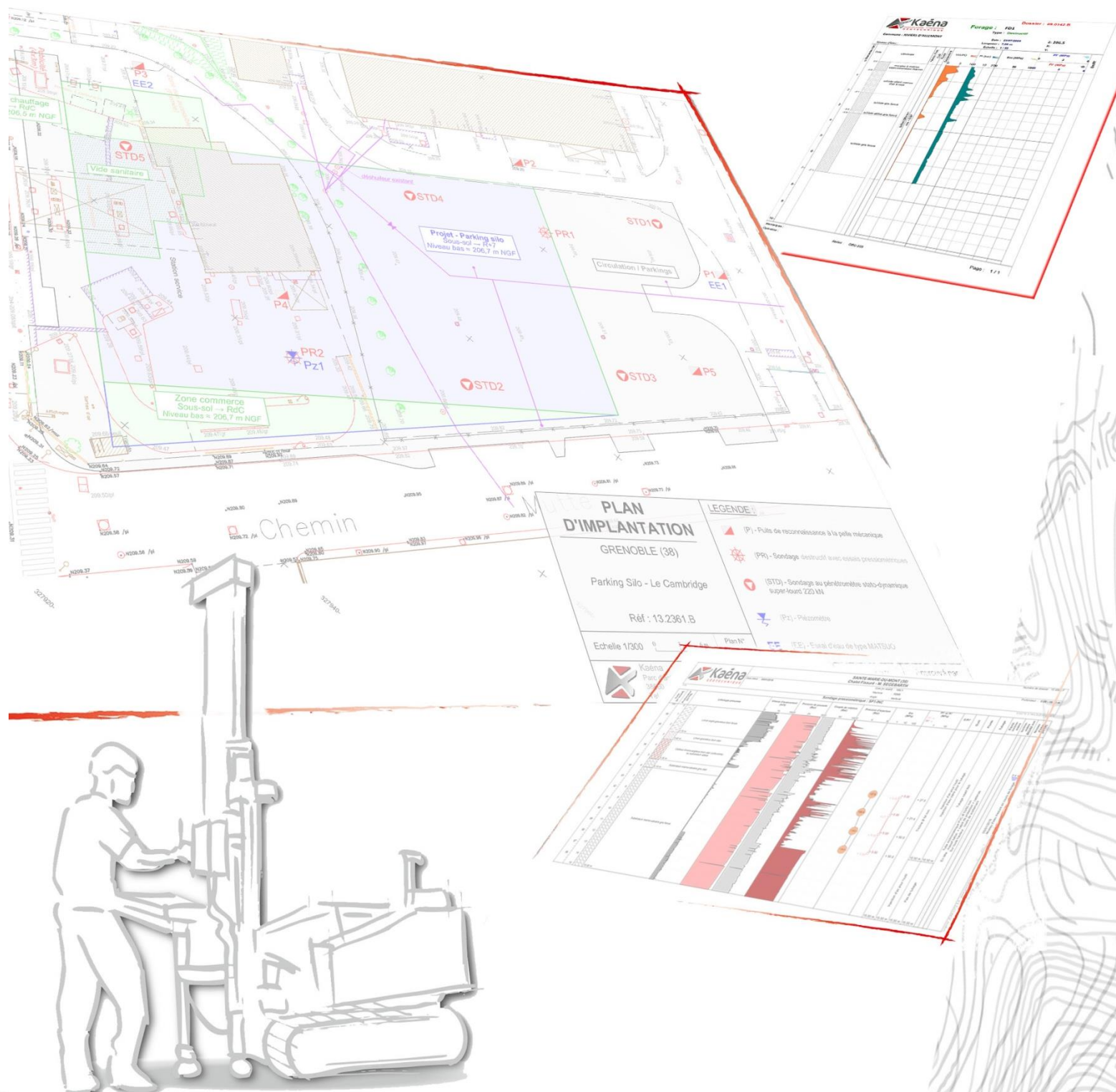
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

#### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

# DOCUMENTS GRAPHIQUES ET RESULTATS DES INVESTIGATIONS



**DESIGNATION :** 60 logements cours Jean Jaurès - Rue Gabriel Péri

**Date :** 29/03/21

**COMMUNE :** ECHIROLLES (38)

**Réf. Etude :** 21.13422.C

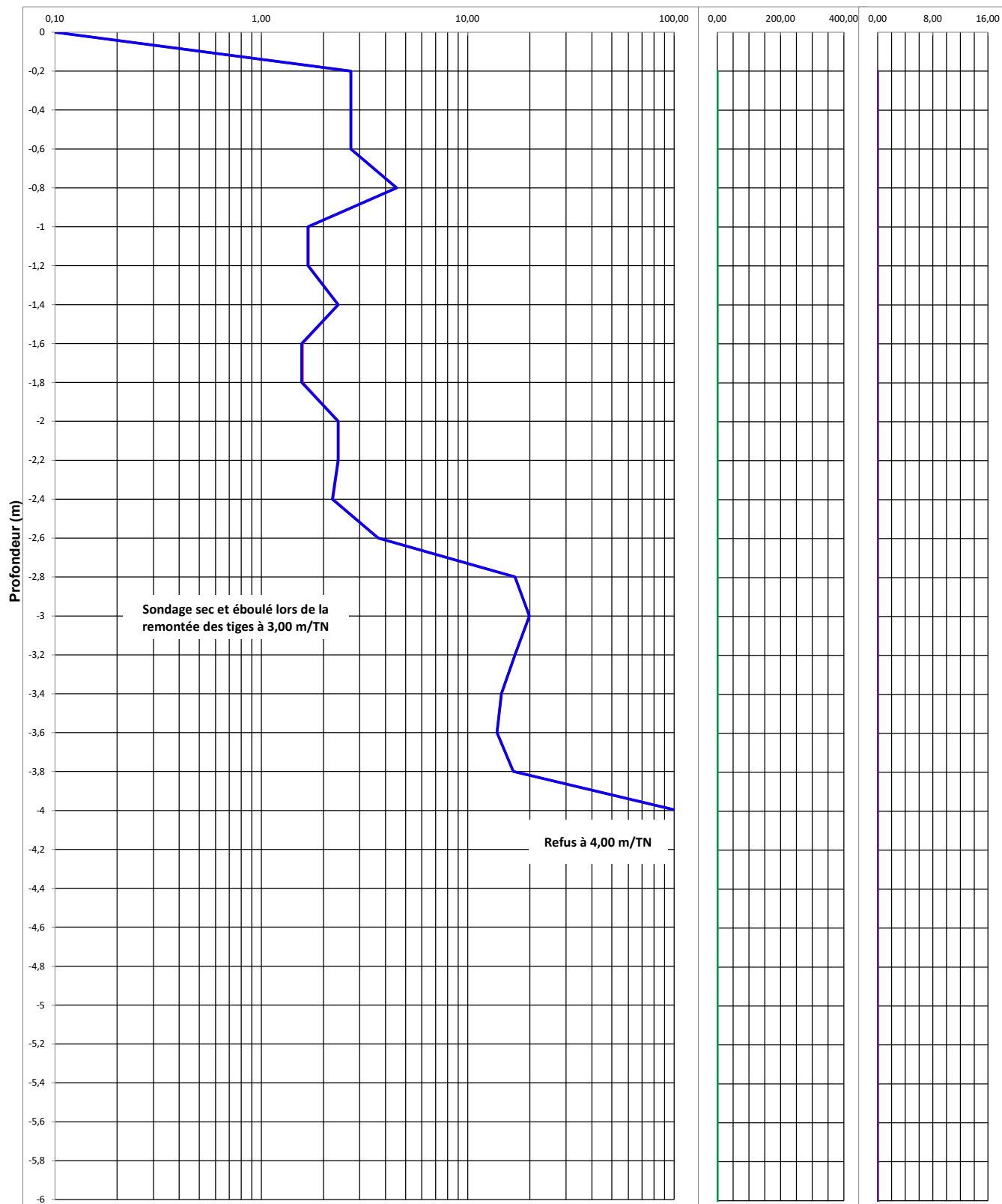
**Opérateur :** JRI

|                               |    |   |    |   |           |       |
|-------------------------------|----|---|----|---|-----------|-------|
| <b>Coordonnées du sondage</b> | X= | m | Y= | m | Z = 231.3 | m NGF |
|-------------------------------|----|---|----|---|-----------|-------|

 Résistance de pointe qc (**statique**) et qd (**dynamique**) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



**DESIGNATION :** 60 logements cours Jean Jaurès - Rue Gabriel Péri

**Date :** 29/03/21

**COMMUNE :** ECHIROLLES (38)

**Réf. Etude :** 21.13422.C

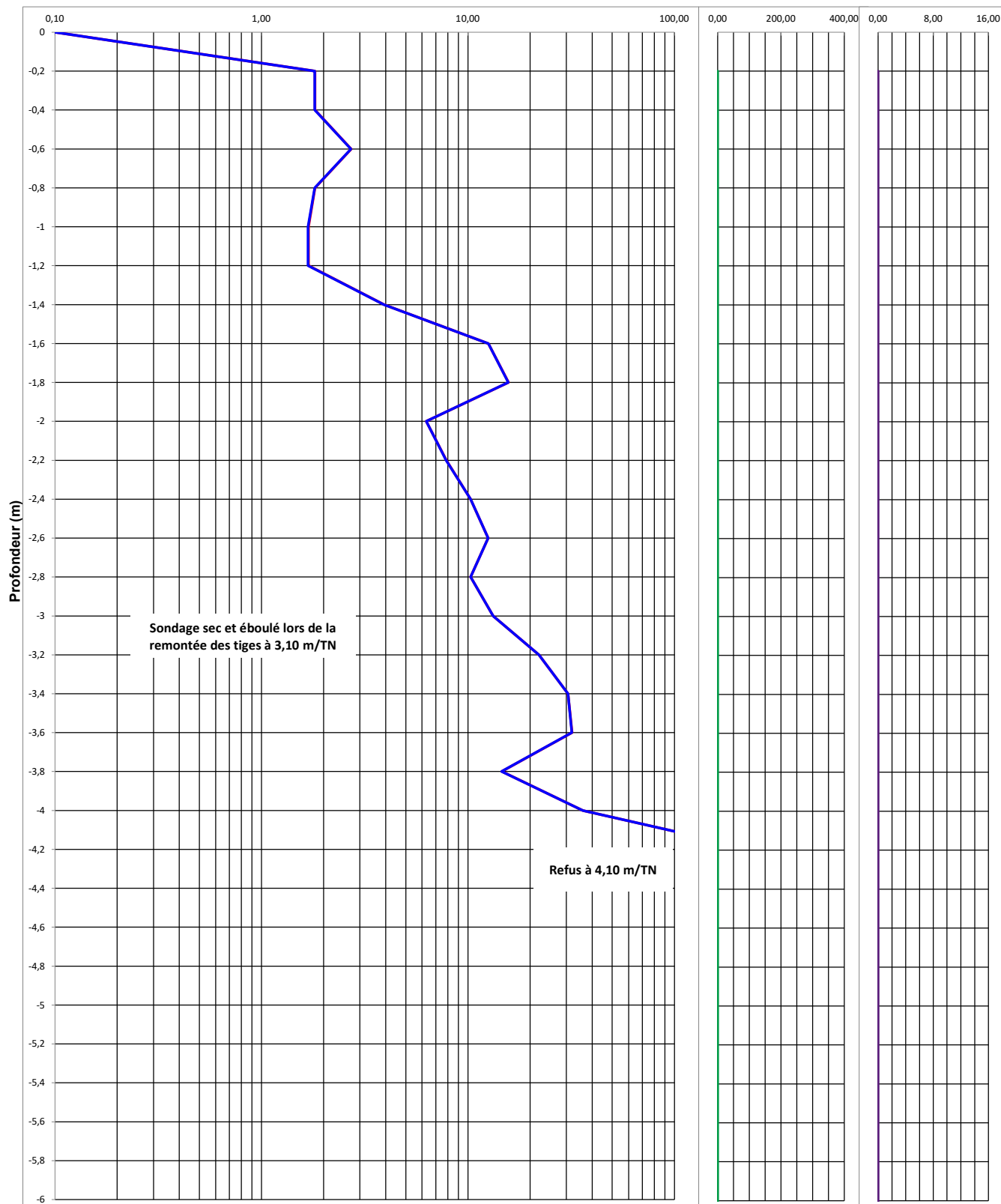
**Opérateur :** JRI

|                               |    |   |    |   |           |       |
|-------------------------------|----|---|----|---|-----------|-------|
| <b>Coordonnées du sondage</b> | X= | m | Y= | m | Z = 230.2 | m NGF |
|-------------------------------|----|---|----|---|-----------|-------|

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : 60 logements cours Jean Jaurès - Rue Gabriel Péri

Date : 29/03/21

COMMUNE : ECHIROLLES (38)

Réf. Etude : 21.13422.C

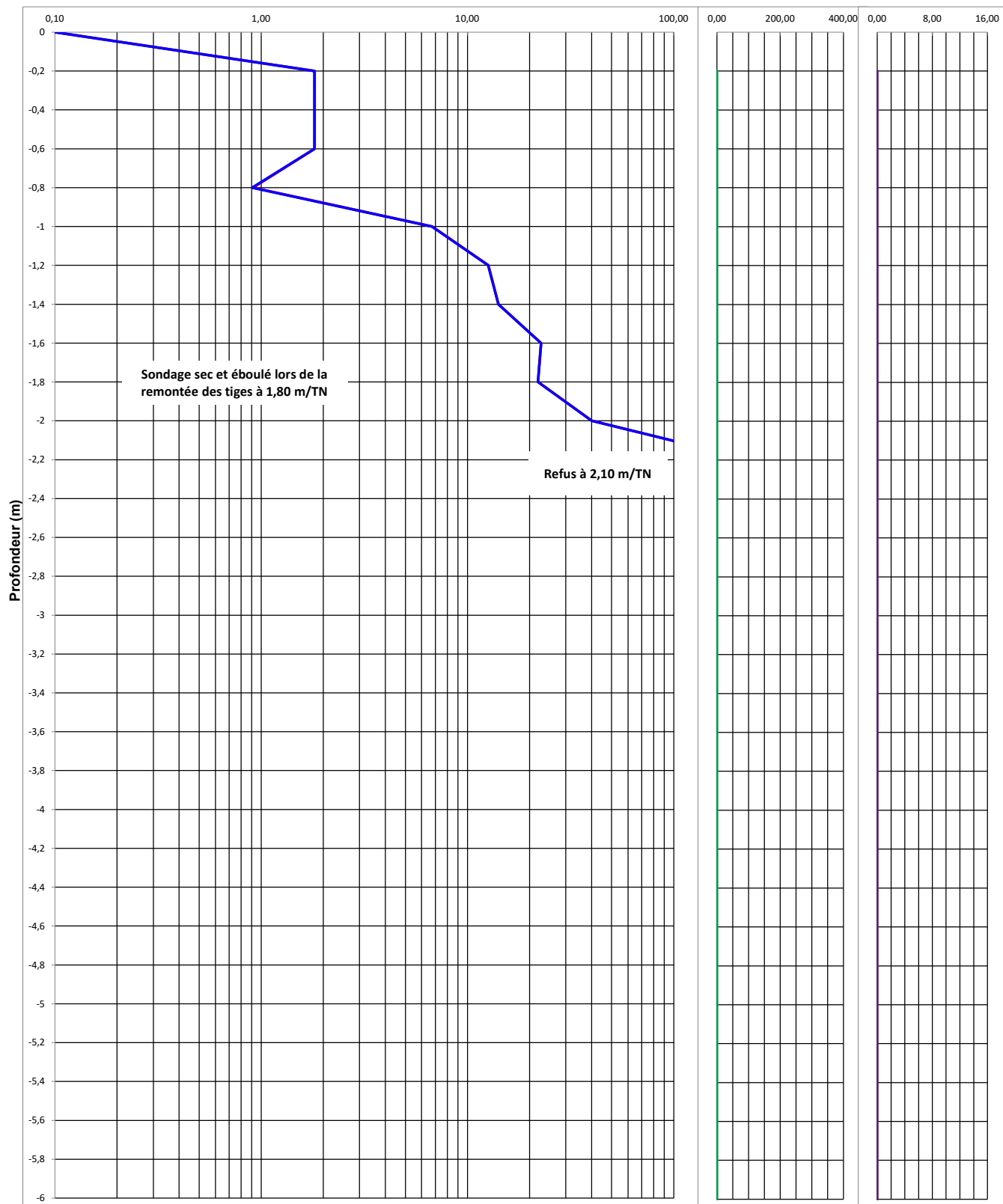
Opérateur : JRI

|                        |    |   |    |   |           |       |
|------------------------|----|---|----|---|-----------|-------|
| Coordonnées du sondage | X= | m | Y= | m | Z = 230.1 | m NGF |
|------------------------|----|---|----|---|-----------|-------|

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2

DESIGNATION : 60 logements cours Jean Jaurès - Rue Gabriel Péri

Date : 29/03/21

COMMUNE : ECHIROLLES (38)

Réf. Etude : 21.13422.C

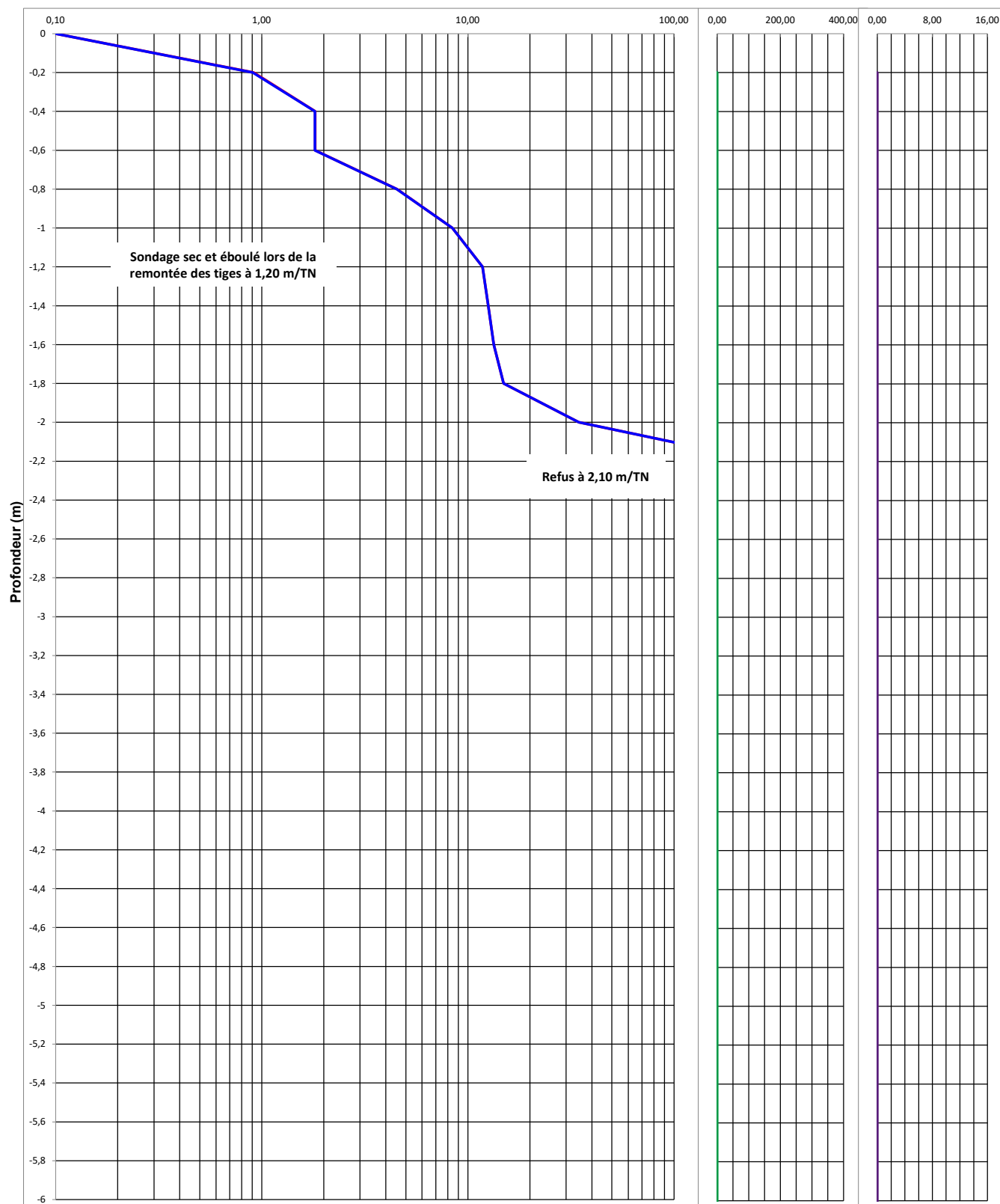
Opérateur : JRI

|                        |    |   |    |   |           |       |
|------------------------|----|---|----|---|-----------|-------|
| Coordonnées du sondage | X= | m | Y= | m | Z = 230.1 | m NGF |
|------------------------|----|---|----|---|-----------|-------|

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2



DESIGNATION : 60 logements cours Jean Jaurès - Rue Gabriel Péri

Date : 29/03/21

COMMUNE : ECHIROLLES (38)

Réf. Etude : 21.13422.C

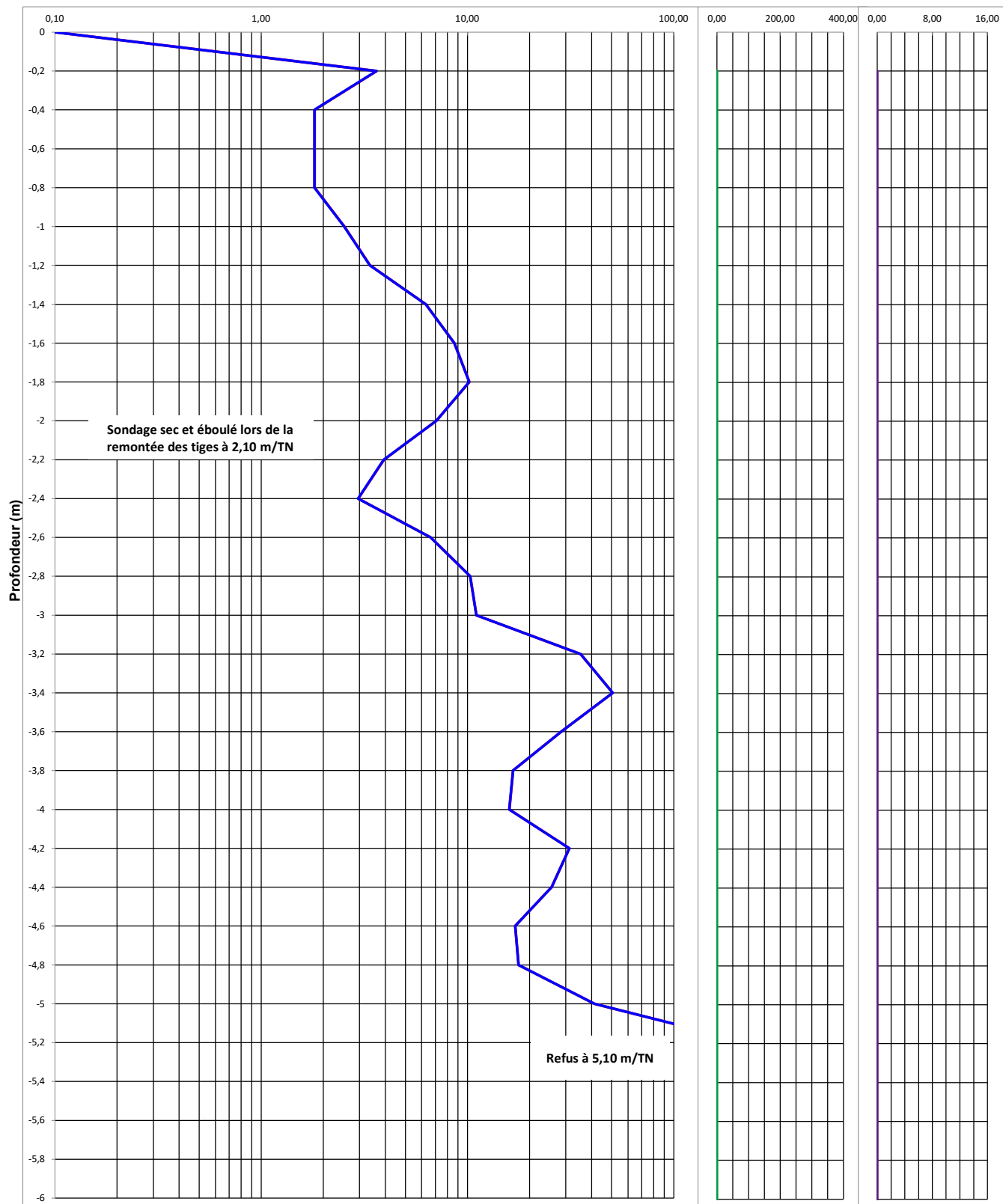
Opérateur : JRI

| Coordonnées du sondage | X= | m | Y= | m | Z = 231.1 | m NGF |
|------------------------|----|---|----|---|-----------|-------|
|------------------------|----|---|----|---|-----------|-------|

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2

DESIGNATION : 60 logements cours Jean Jaurès - Rue Gabriel Péri

Date : 29/03/21

COMMUNE : ECHIROLLES (38)

Réf. Etude : **21.13422.C**

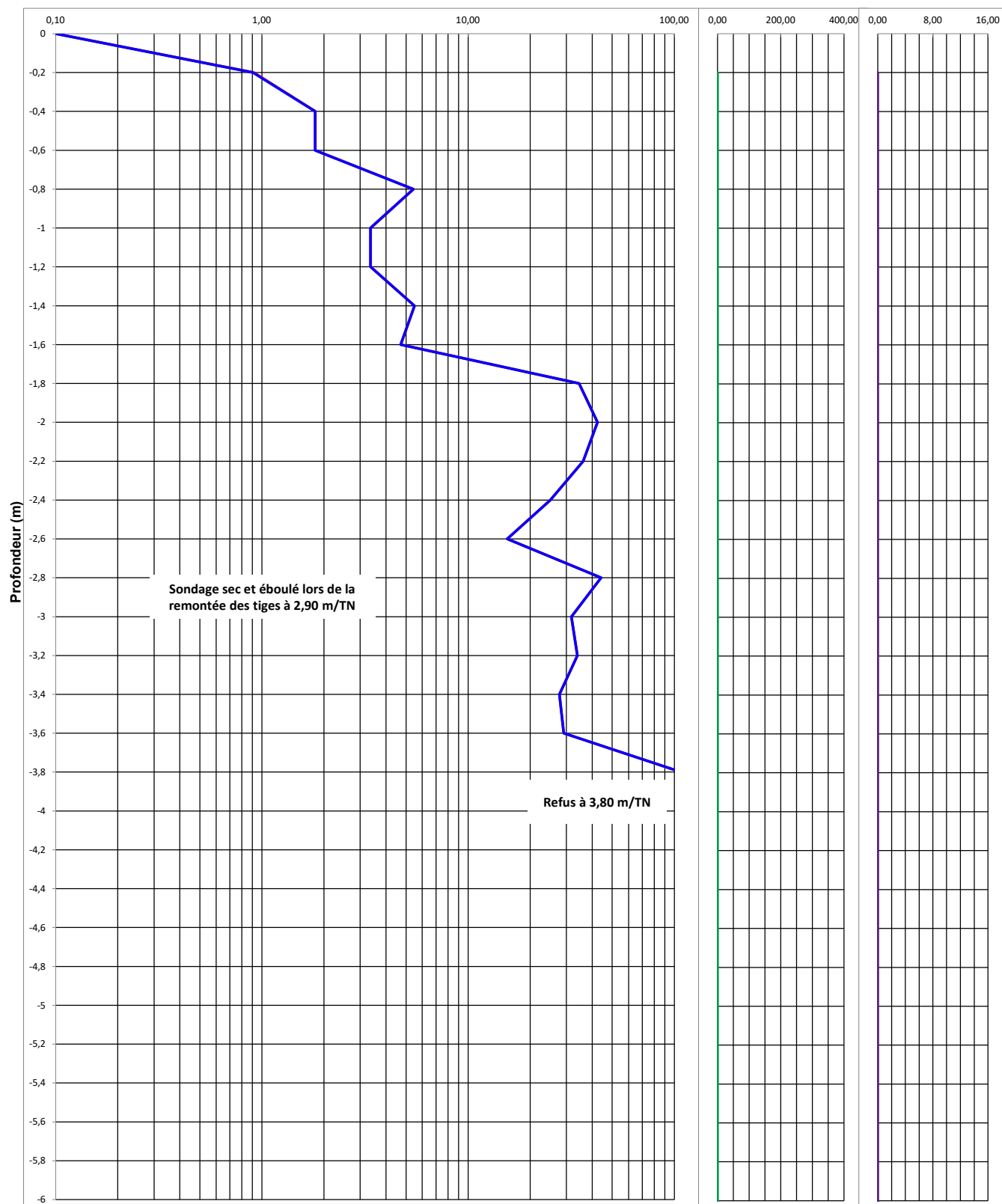
Opérateur : JRI

|                        |      |      |                 |
|------------------------|------|------|-----------------|
| Coordonnées du sondage | X= m | Y= m | Z = 230.2 m NGF |
|------------------------|------|------|-----------------|

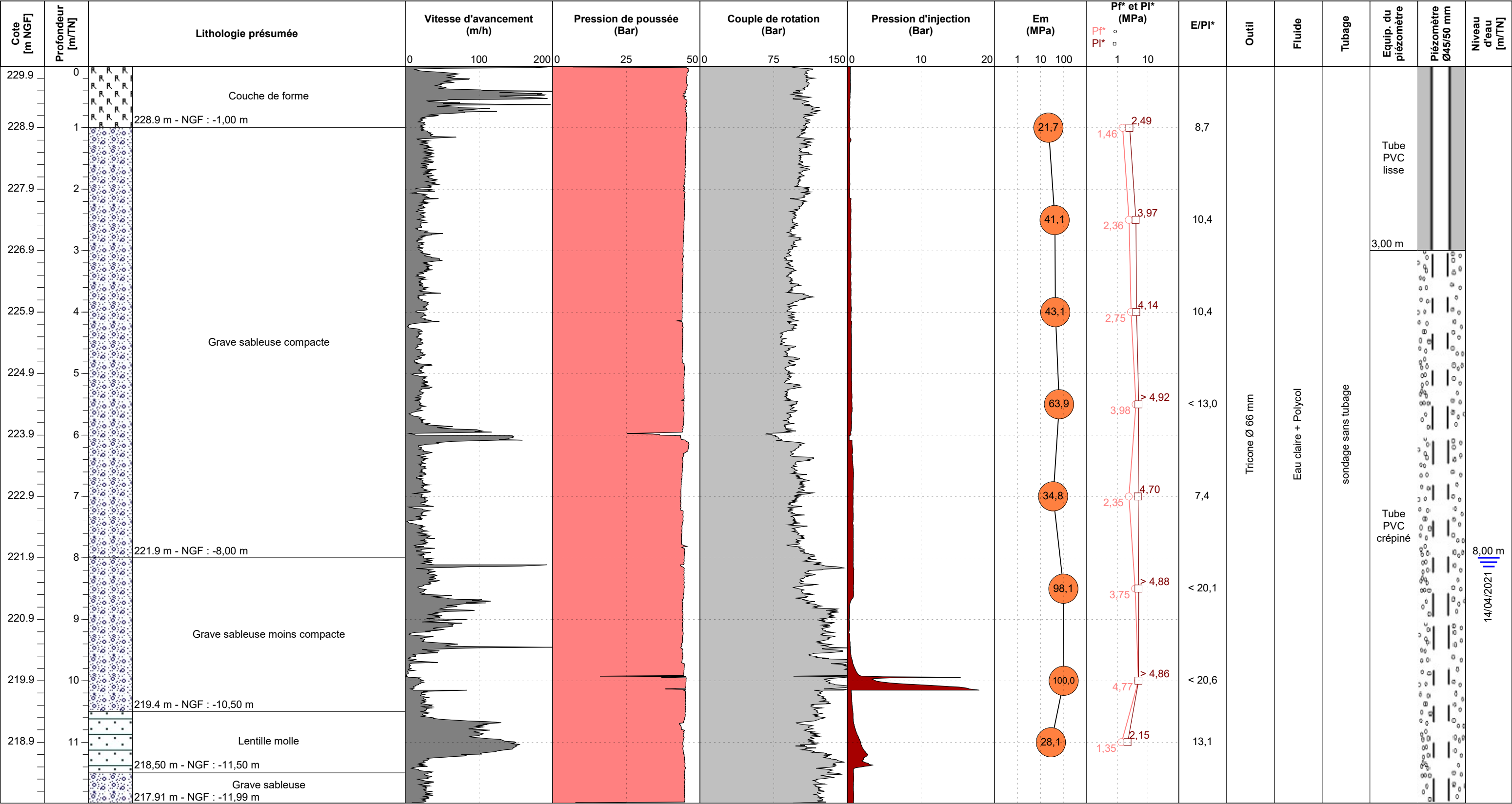
Résistance de pointe  $q_c$  (statique) et  $q_d$  (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétrömètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2



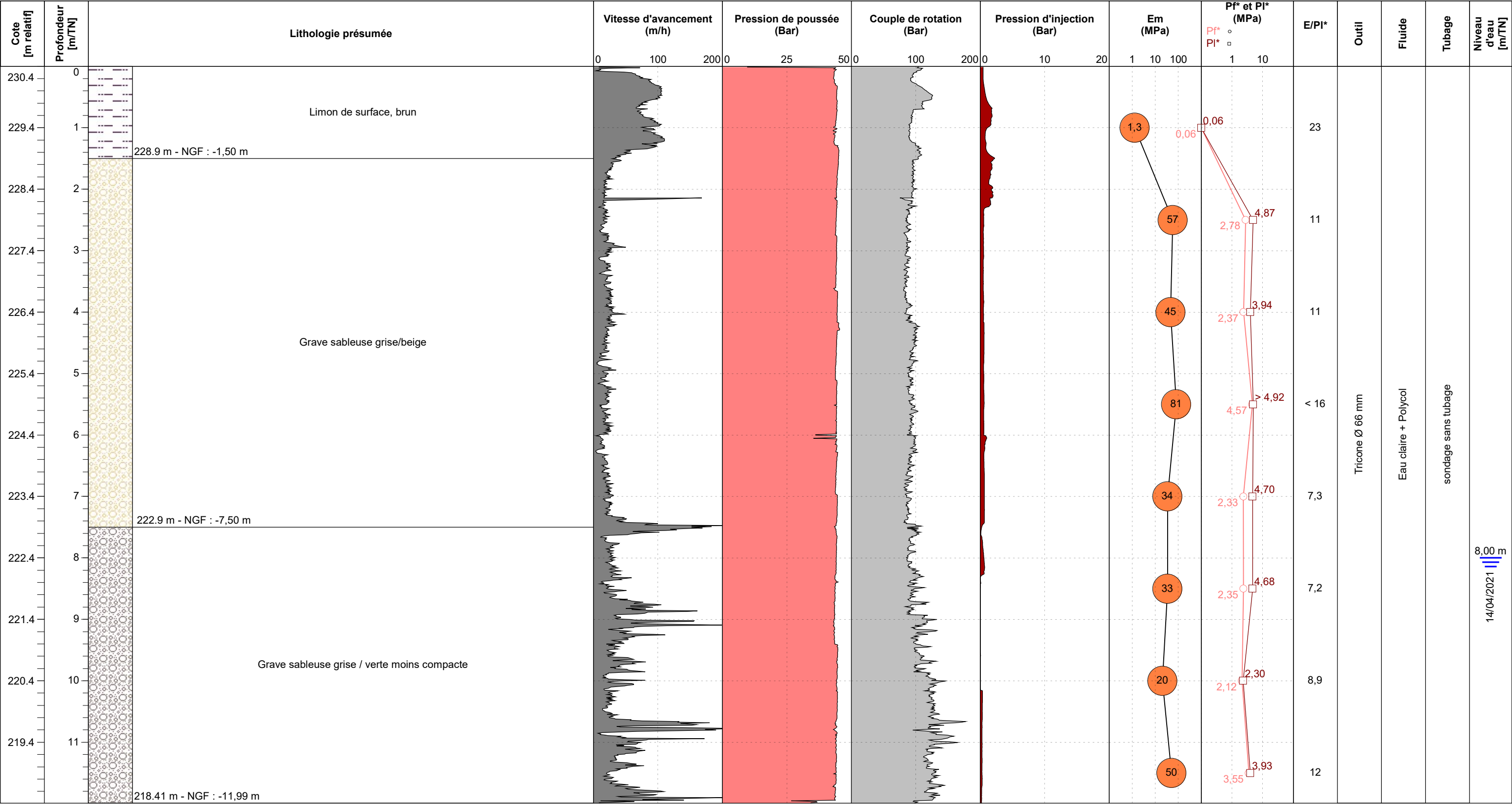


TABLEAU RECAPITULATIF DES PUIITS DE RECONNAISSANCE

| Facies géologique  | Numéro de Puits et cote approximative (m NGF)  | Date d'intervention : 07/04/2021                              |  |  |   |            |
|--|--|---|--|--|---|------------|
|  |  | P1 (230.1)  | P2 (230.7)   | P3 (230.1)   | P4 (230.9)  | P5 (230.3) |
|  |  | Profondeur en m/TN de la base de chaque faciès géologique     |  |  |   |            |
| Terre végétale marron légèrement graveleuse, gravier arrondi et polygénique ou limoneuse et gazon.               | $\Phi_{\max}$ : 40 mm<br>0.4   | $\Phi_{\max}$ : 40 mm<br>0.2                                  | $\Phi_{\max}$ : 40 mm<br>0.3                               | Limon+gazon<br>0.3                                   | Limon+gazon<br>0.2  |            |
| Limon gravelo-sableux marron, sable moyen et graves arrondies et polygéniques.                                   | -  | $\Phi_{\max}$ : 100 mm<br>1.1                                 | (R) graviers+mrcx briques<br>$\Phi_{\max}$ : 100 mm<br>0.8 | (R) mrcx de briques<br>$\Phi_{\max}$ : 100 mm<br>0.7 | (R) Alternance graves et limons + elts anthropiques + gravats + couche noirâtre<br>$\Phi_{\max}$ : 50 mm<br>1.0 |            |
| Grave sablo-limoneuse brun/gris, sable moyen à grossier, grave arrondie et polygénique.                          | $\Phi_{\max}$ : 220 mm<br>Paroi très instable<br>EE à 1.9 m<br>>1.9                              | Très sableuse<br>EE à 2.6 m<br>$\Phi_{\max}$ : 220 mm<br>>2.6 | EE à 2.9 m<br>$\Phi_{\max}$ : 240 mm<br>>2.9               | $\Phi_{\max}$ : 170 mm<br>>2.1                       | $\Phi_{\max}$ : 150 mm<br>>1.8  |            |
| EAU SOUTERRAINE :  | Pas de venue sur la durée des sondages mais plus humide en fond de fouille.                      |   |  |  |   |            |
| TENUE DES PAROIS   | Moyenne à mauvaise dans les limons, remblais et graves, sur la durée des sondages et hors d'eau. |   |  |  |   |            |
| NOTA : essais d'eau dans P1, P2 et P3. Difficile de maintenir le niveau d'eau voire impossible pour les P1 et P3 |  |   |  |  |   |            |







[www.kaena.fr](http://www.kaena.fr)

**Kaéna - Siège social** - Parc d'Activités Eurékalp  
L'Epicentre-38660 Saint Vincent de Mercuze  
Tel 04 76 97 94 64 - Fax 04 76 97 94 65  
[contact@kaena.fr](mailto:contact@kaena.fr) - [www.kaena.fr](http://www.kaena.fr)

**Kaéna - Pays de Savoie**  
439 route de l'Aiglière  
74370 Argonay - Tel 04 58 10 05 74  
[paysdesavoie@kaena.fr](mailto:paysdesavoie@kaena.fr)

SAS au capital de 98 350,00 € - N°SIREN 510 277 478 - Code NAF 7112B RCS Grenoble - TVA FR 77510 277 478

