

FONCIPROM

MONTAGNOLE (73)

8 LOTS - ROUTE DE LA PLAINE

Dossier n° 18.8310.B

Rapport d'étude géotechnique préliminaire  
Mission G1 ES + PGC



FONCIPROM

MONTAGNOLE (73)

8 LOTS - ROUTE DE LA PLAINE

Dossier n° 18.8310.B

Date	Version	Ingénieur chargé du dossier	Ingénieur contrôleur externe
18/02/2019	5	C.ISOARD	L.BELORGEY <a href="mailto:l.belorgey@kaena.fr">l.belorgey@kaena.fr</a> ☎ 06 75 59 34 16
05/10/2018	4	C.ISOARD	L.BELORGEY <a href="mailto:l.belorgey@kaena.fr">l.belorgey@kaena.fr</a> ☎ 06 75 59 34 16
27/06/2018	3	Thibaut GRANDIDIER	L.BELORGEY <a href="mailto:l.belorgey@kaena.fr">l.belorgey@kaena.fr</a> ☎ 06 75 59 34 16
26/06/2018	2	Thibaut GRANDIDIER	L.BELORGEY <a href="mailto:l.belorgey@kaena.fr">l.belorgey@kaena.fr</a> ☎ 06 75 59 34 16

<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
<b>Synthèse géotechnique</b> .....	<b>8</b>
4. Les sols.....	8
5. L'eau souterraine .....	10
6. Caractéristiques géomécaniques .....	11
7. Risques sismiques – Données règlementaires.....	11
8. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site .....	12
<b>Description du projet et de son environnement</b> .....	<b>13</b>
9. Caractéristiques du projet .....	13
10. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet.....	14
11. Sensibilité générale du projet.....	15
<b>Adaptation de l'ouvrage au site</b> .....	<b>16</b>
12. Analyse globale.....	16
13. Applications pratiques.....	17
<b>Recommandations pour la gestion des Eaux Pluviales</b> .....	<b>21</b>
14. Description des ouvrages de gestion des eaux pluviales préconisés .....	21
15. Pré-dimensionnement du système de gestion des eaux pluviales.....	22
<b>Recommandations pour la gestion des eaux usées</b> .....	<b>35</b>
16. Réglementation technique .....	35
17. Pré-dimensionnement du système de gestion des eaux usées.....	35
18. Études et missions complémentaires.....	37
19. Aléas géotechniques.....	37
<b>Annexes</b> .....	<b>38</b>

## 1. Intervenants, missions, documents communiqués

### 1.1. Intervenants

Les intervenants dans l'acte de construire sont :

Maître d'Ouvrage
FONCIPROM

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

Contrat de prestation géotechnique entre Kaëna et FONCIPROM : contrat référencé n° D.8310 en date du 19/02/ 2018.

#### ▶ 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 préalable – Phase Principe Généraux de Construction (G1 PGC) :

- Effectuer une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants.
- Définir si nécessaire, un programme d'investigations géotechniques, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, et certains principes généraux de construction envisageables et une première identification des risques.
- Fournir un rapport donnant les principes 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 cadastral avec esquisse du projet (8 Lots + voirie)	Cadastre.gouv.fr	PDF	19/02/2018

## 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 cadastral 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 un nivellement relatif au projet (repère 100,0 = regard de la plaque d'égout à la limite entre les parcelles 53 et 54 et la route de Chartreuse).

L'altimétrie des sondages a été relevée par nos soins à partir d'un point de référence altimétrique (cf. plan d'implantation) : regard de réseau. L'altimétrie de ce point de référence a été fixée à la cote relative 100,0. La précision des mesures est de l'ordre de  $\pm 5$  cm.

### 2.2. Reconnaissances in-situ

#### ▶ Sondages de reconnaissance géologique par :

- 10 puits à la pelle descendus entre 0,9 m et 2,9 m de profondeur et référencés P1 à P10.

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

- 7 sondages au pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2 descendus au refus, entre 0,85 m et 4,7 m de profondeur et référencés SD1 à SD7.

#### ▶ Essais de perméabilité par :

- 3 essais de perméabilité par injection à charge variable de type Matsuo dans les sondages P101, P104 et P110 respectivement à 2,8 m, 2,6 m et 0,9 m de profondeur (et référencés P1+EE ...).

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

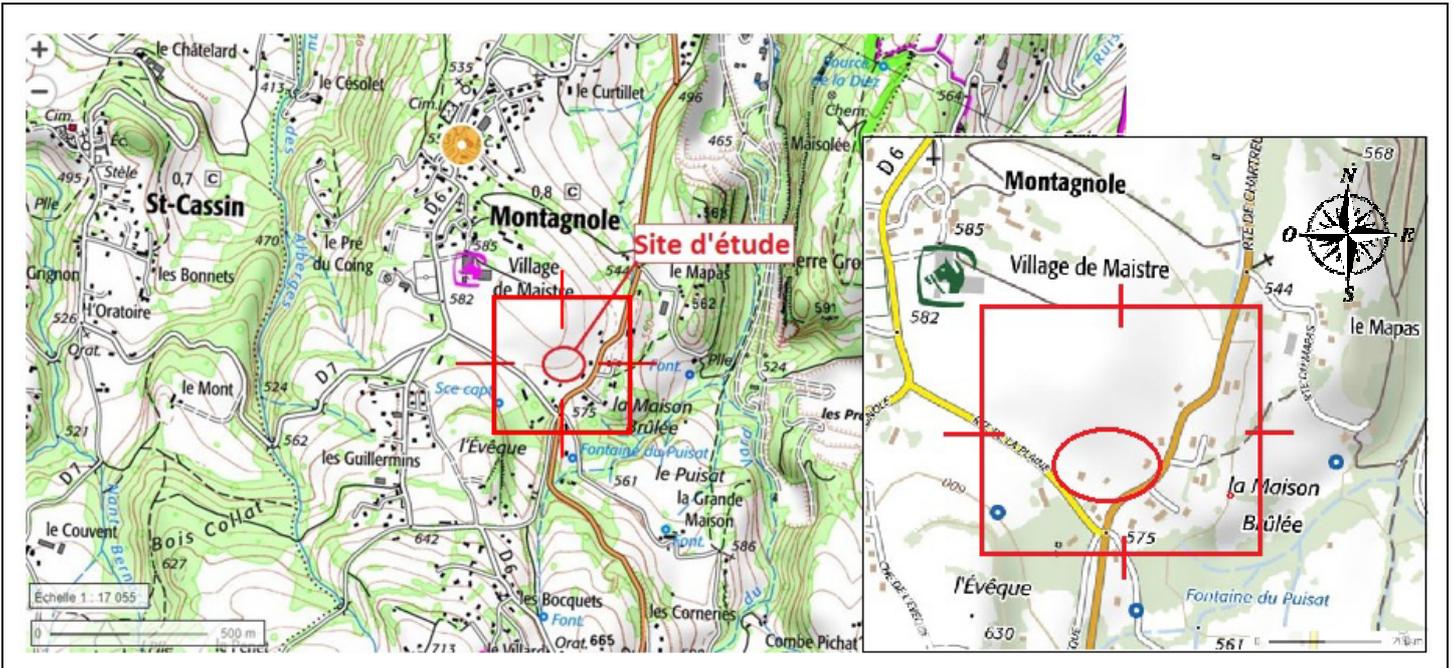
# DESCRIPTION DU SITE ET DU CONTEXTE

## 3. État des lieux

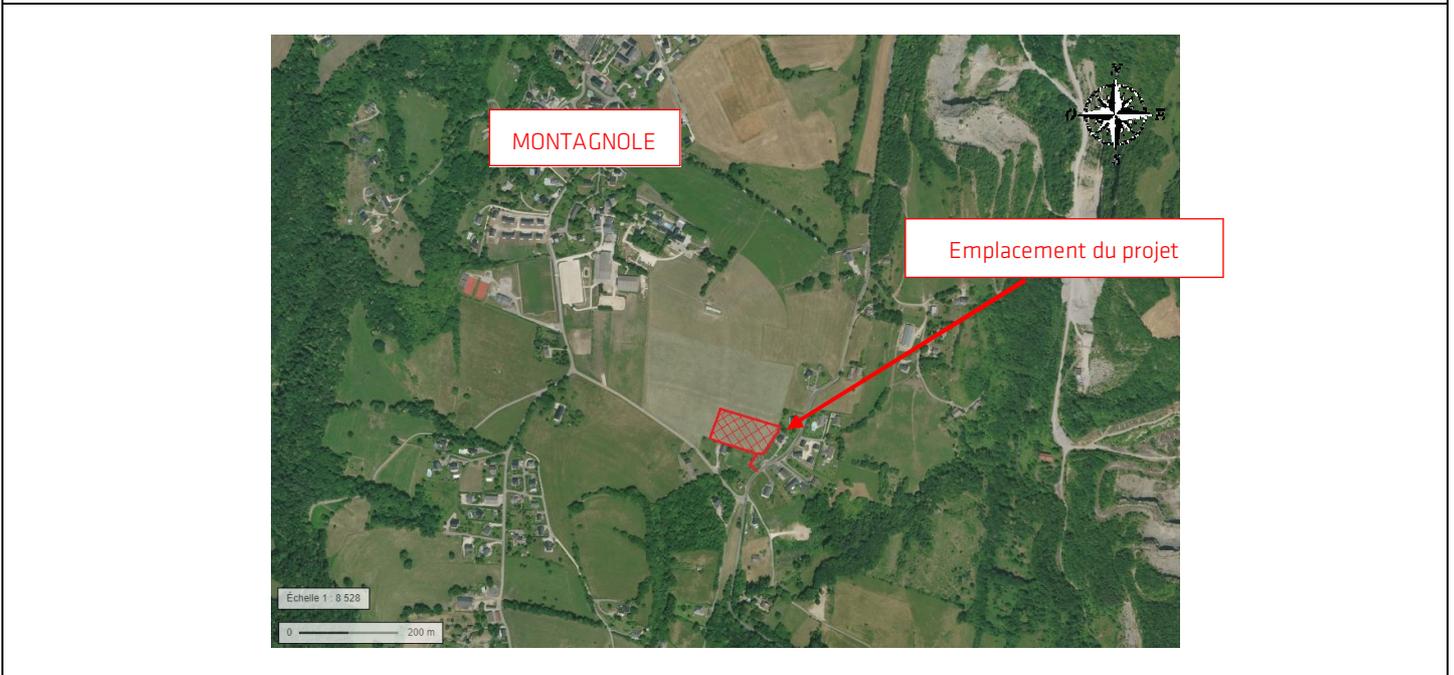
### 3.1. Localisation

Commune : MONTAGNOLE (73)

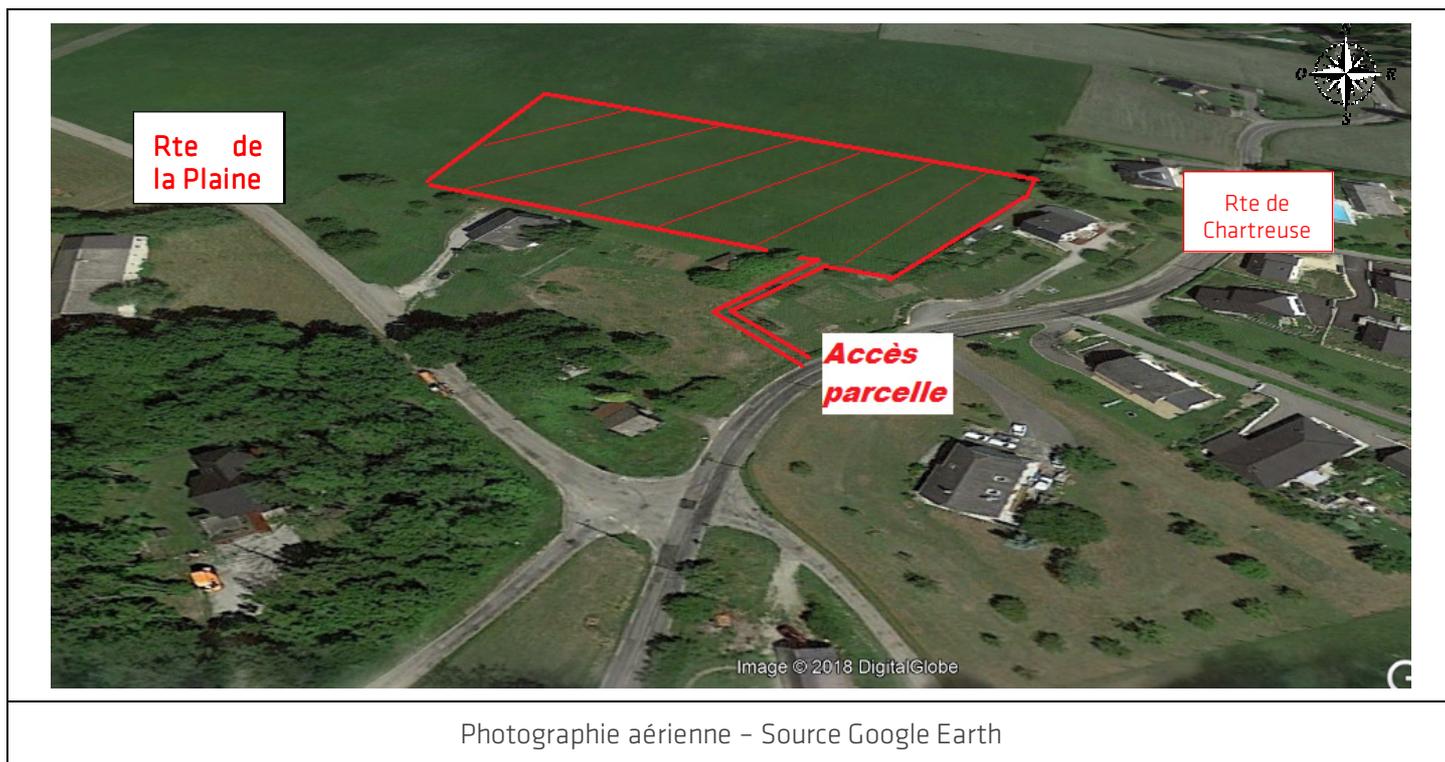
Route de la Plaine



Extrait Carte IGN 1/50 000 - Source Géoportail



Photographie aérienne - Source Géoportail



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

- ▶ **Altitude moyenne** : 580 m NGF.
- ▶ **Altimétrie du terrain** : Comprise entre les cotes 570 m NGF côté Sud (voirie prévue avant l'intersection des routes de la plaine et de Chartreuse) et 585 m NGF côté Nord (Butte topographique du champ).
- ▶ **Contexte général** : Terrain naturel en basse montagne sur un versant globalement orienté vers le Nord/Nord-Est, avec une pente locale d'environ 15° orientée vers le Sud.
- ▶ **Végétation** : Terrain en deux parties avec :
  - En partie haute, où seront réalisés les logements ; Un champ, jusqu'à peu de temps cultivé, avec des herbes à fourrage basses.
  - En partie basse, où sera réalisé l'accès ; Un replat semi-marécageux occupé par des plantes hydrophiles (Presles, mélisse sauvage...).
- ▶ **Occupation du site** : Terrain occupé par un pré en amont et une zone plate en aval (probablement le terrain d'une ancienne bâtisse aujourd'hui à l'abandon). La zone aval, qui constitue un replat, est le siège de circulations de versant et recueille également les eaux d'une source. Ce replat a fait l'objet de travaux de drainage (réseau, drains et rejet dans le talweg de la route).
- ▶ **Géomorphologie** :
  - Terrain semi-naturel et remodelé par l'activité agricole.
  - Terrain intégré au versant Sud d'une butte topographique présente à l'amont (au Nord) du chef-lieu de Montagnole.

- Terrain plat à l'aval, et en pente irrégulière à l'amont, de l'ordre de 5 à 15° orientée vers le Sud.
- Pas d'indice d'instabilité visible, pentes faibles sans ruptures.

▶ **Eau :**

- Résurgence d'eau souterraine en partie basse du terrain, concernée par la voirie d'accès (source).
- Présence de résurgences temporaires dans le terrain (fossé drainant parcelle 57, puit privé parcelle 53 à une dizaine de mètres de la partie plate du terrain d'étude, tranchée drainante à l'aval de l'autre côté de la route de Chartreuse).
- Sources et captages connus dans le secteur (Fontaine du Puisat, captage de source dans la butte en amont au lieu-dit « L'Evêque »).
- Indices de stagnation d'eau ou de rétention en partie basse du site (forme de replat, cuvette, plantes).
- Cours d'eau permanent à 500 m à l'Est (au fond du vallon).

### 3.2. 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 :

- Enquête auprès des riverains, des services de la commune, des entreprises locales.
- La carte « information des acquéreurs et des locataires des biens immobiliers sur les risques majeurs » sur le site internet de la préfecture.
- La liste des risques et des arrêtés de catastrophe naturelle disponible sur le site <http://www.georisques.gouv.fr> du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD).
- La carte du PPRn sur le site de la commune ou de la préfecture.
- 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.

▶ **Arrêtés de catastrophes naturelles :**

Phénomène	Nombre d'arrêtés	Date la plus récente
Inondation	1	22/12/16

▶ **Données obtenues :**

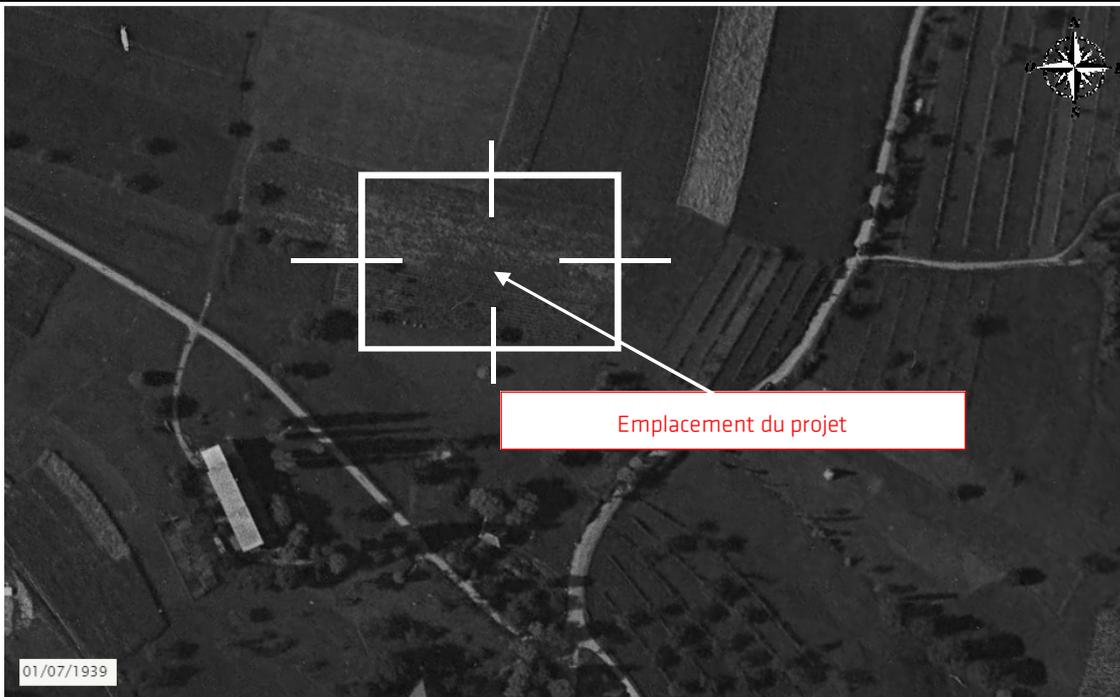
D'après enquête, les éléments suivants ont été recueillis :

- Commune réglementée par un PPRn approuvé (PPRi - Bassin Chambéry Amont) le 3 décembre 2002 ne classant pas le projet dans une zone soumise à des aléas naturels.
- Carte des argiles : aléa faible de retrait-gonflement.

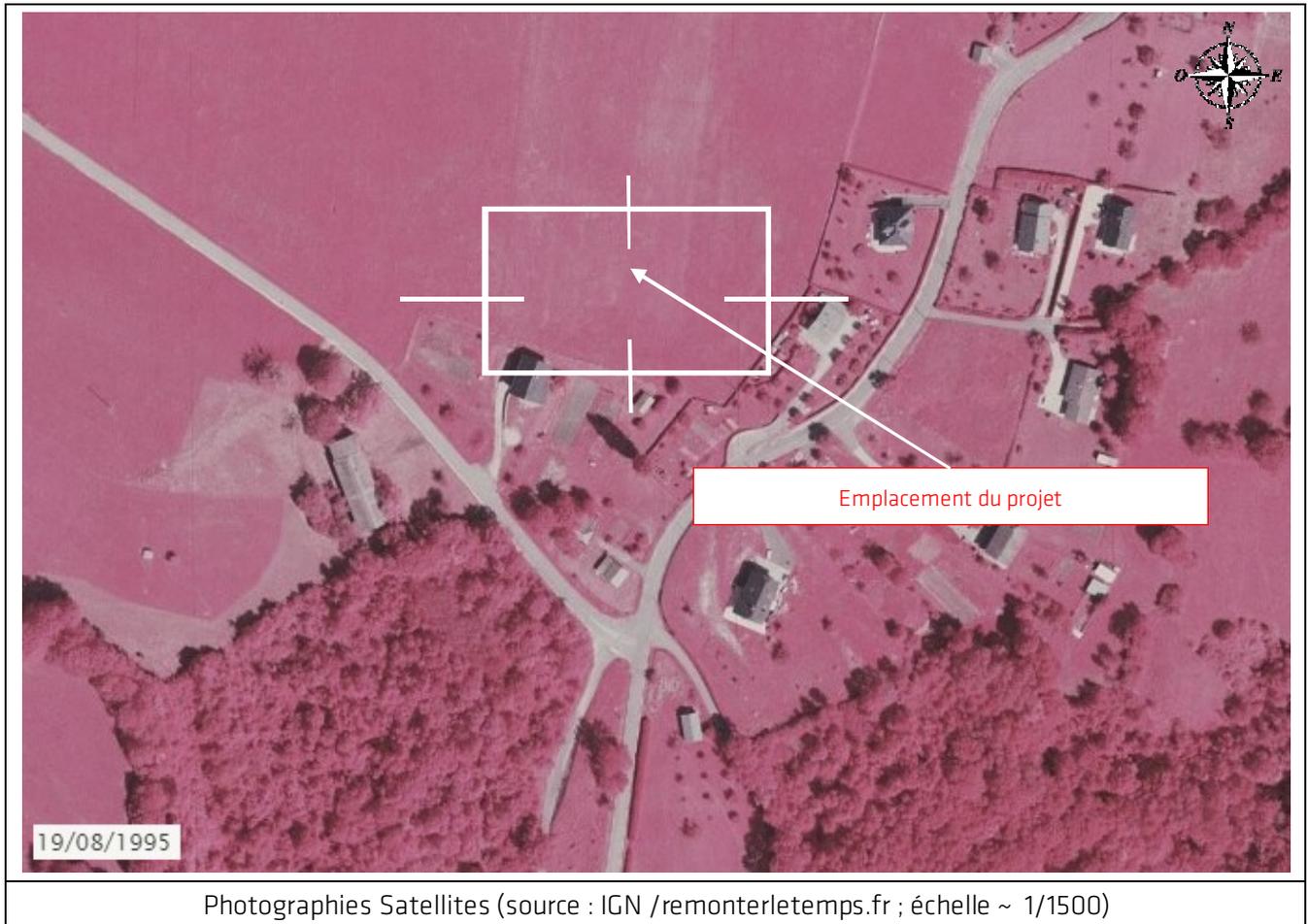
▶ **Zonage sismique :** Zone 4 (aléa moyen).

### 3.3. Occupation ancienne du site - Historique connu

Terrain naturel exploité pour des activités agricoles. D'après enquête par l'examen visuel du site des photos aériennes d'archive, il apparaît que le site a été occupé par des cultures depuis aussi longtemps que des photos satellites sont disponibles (1939 pour ce secteur). A cette époque, seulement 2 maisons constituaient le hameau, et ce jusque dans les années 1970. L'une d'elles, actuellement à l'abandon, est située avec, sa dépendance (probablement ferme), entre la voirie prévue et le croisement des routes de Chartreuse et de la Plaine.



Photographies Satellites (source : IGN /remonterletemps.fr ; échelle ~ 1/1500)



### 3.4. 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 :

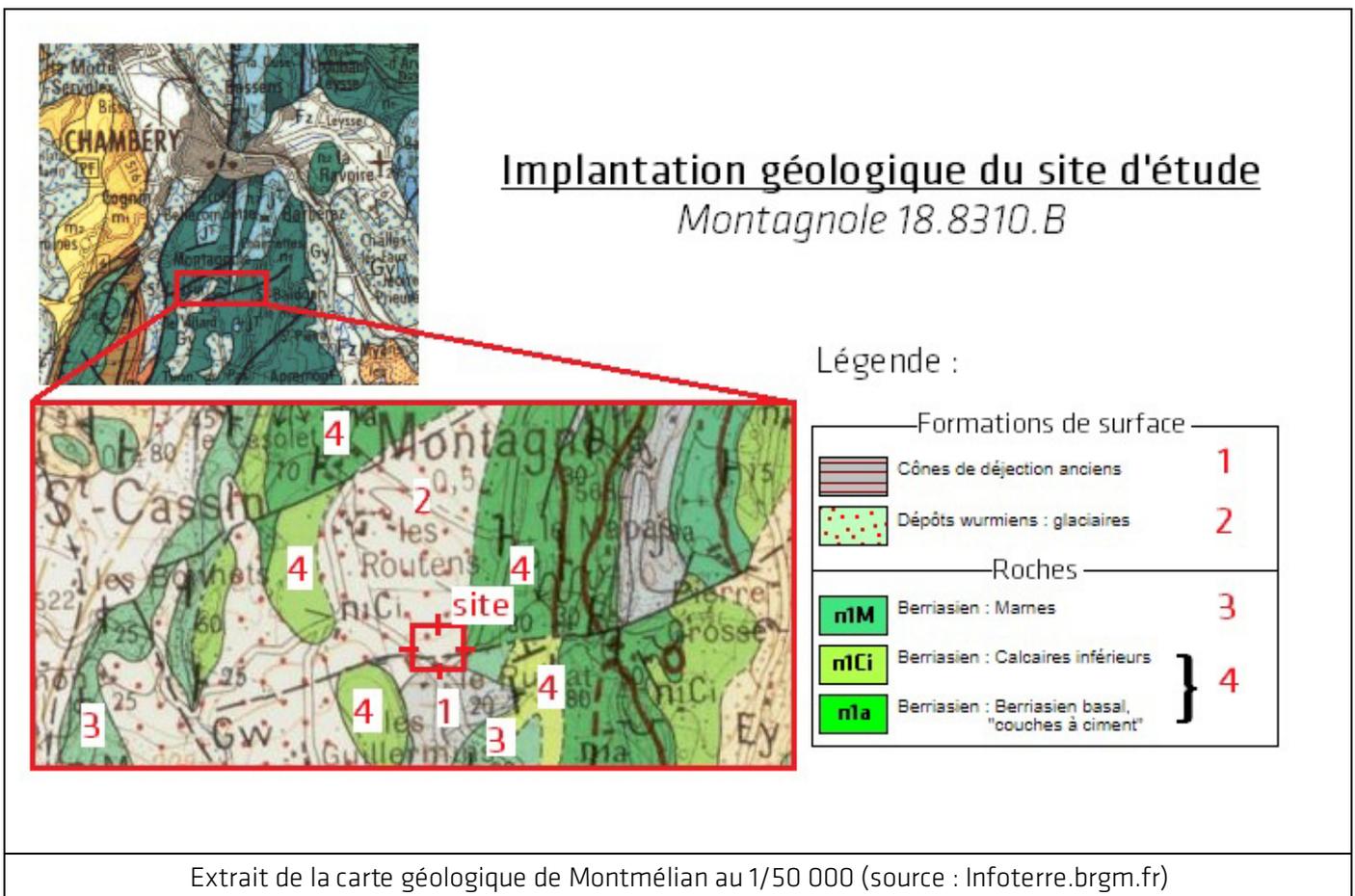
- ▶ Aléa faible lié à la sensibilité des sols au retrait-gonflement.
- ▶ Problématique d'écoulement des eaux de surface et des eaux souterraines du fait de la localisation du terrain dans un versant drainant les eaux du bassin versant vers le point bas du projet.
- ▶ Pas de risque apparent lié à l'histoire connue du terrain.

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).

## 4. Les sols

D'après la carte géologique de MONTMELIAN au 1/50 000, le terrain se situe dans un contexte de dépôts superficiels d'origine glaciaire et torrentiel (moraines, cône de déjection proche). Ces formations servent de couverture aux couches géologiques constituant le substrat rocheux qui affleure ponctuellement (Marno-calcaires du Berriasien).



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

- ☞ **Terre végétale limoneuse brune** reconnue sur 0,2 à 0,3 m et présentant localement des *racines* et *traces d'éléments anthropiques* (briques, bois ...).
- ☞ **Horizon limono-argileux** décomposé en deux ensembles reconnus de 0,4 m/TN jusqu'à 2,5 m/TN :
  - **Limon terreux brun** (a priori issu de colluvions de pente) présentant des *passes argileuses* et des *passes à graviers/cailloutis* de calcaire blanc et reconnu au droit des sondages de 0,4 m jusqu'à 1,1 m/TN.
  - **Limon du substratum marneux, gris-brun** présentant des *passes à dominance limoneuse brun foncé* et des *passes à forte fraction argileuse grise avec des cailloux et blocs polygéniques* (schiste et quartzite,  $D_{max} < 20$  cm). Ces unités ont été reconnues au droit des sondages jusqu'à une profondeur de l'ordre de 0,8 à 2,5 m/TN.
- ☞ **Horizon argilo-limoneux d'altération**, brun à gris, constitué d'*argile bariolée gris/ocre* (= traces d'hydromorphie) et contenant des graviers, cailloux voir des blocs blancs ( $D_{max} \sim 20$  cm). Cette unité très hétérogène n'a été reconnue qu'au droit des sondages (P8, P9 et P10) localisés sur le replat aval sur une profondeur allant de 0,3 m à 2,6 m/TN.
- ☞ **Substrat rocheux marno-calcaire** présentant des alternances de *bancs fins de calcaire* (2-5 cm) *gris-blanc*, peu résistant et de *couches de marnes grises*. Ces marnes sont *très friables* (organo-détritiques) et d'une grande hétérogénéité d'épaisseur entre le point haut (butte topographique) et le point bas du terrain (voirie d'accès) sont intercalées dans les calcaires.

L'absence d'affleurements et la profondeur des lithologies dans les puits n'ont pas permis de mesurer le pendage des couches mais d'après les données (carte géologique...), il peut être estimé par un pendage faible ( $< 10^\circ$ ) vers l'Est. De plus, cette masse rocheuse est fracturée dans différentes directions mais la perméabilité de l'ensemble, dite « en grand » reste faible du fait de la compacité des couches et de leur remplissage par un matériel imperméable (marnes, argiles).

Cet ensemble géologique est nommé « Berriasien » (à  $\sim 130$  Ma). La partie supérieure, recouverte par les horizons présentés ci-dessus, est sujette à l'infiltration d'eau de pluie sur une épaisseur variable allant de quelques centimètres à des mètres. Cette frange d'altération du substratum présente donc des caractéristiques mécaniques moindres que dans les parties saines de la roche.

Le toit de cette formation a été reconnu aux profondeurs et cotes suivantes :

Toit d'apparition de la formation de Marno-calcaires altérés selon les essais au pénétromètre							
Sondage : Référence et cote relative au nivellement effectué	SD1* (105.2)	SD2* (101.9)	SD3* (106.7)	SD4* (110.9)	SD5* (113.4)	SD6* (109.0)	SD7* (111.5)
Profondeur d'apparition du toit de la formation	-2,4*	-2,8*	-0,8*	-2,4*	-1,6*	-1,0*	-1,6*
Cote correspondante (mètres relatifs)	102,8	99,1	105,9	110,5	111,8	108,0	109,9

\* : 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.

Toit d'apparition de la formation de Marno-calcaires altérés selon les puits de reconnaissance										
Puits : Référence et cote relative au nivellement effectué	P1 (102.5)	P2 (104.0)	P3 (109.8)	P4 (110.7)	P5 (114.3)	P6 (108.0)	P7 (109.1)	P8 (100.5)	P9 (101.3)	P10 (101.3)
Profondeur d'apparition du toit de la formation	-2,5	-1,2	-1,3	-2,4	-0,8	-1,5	-1,6	> 2,6 (*)	-1,7	> 1,6 (*)
Cote correspondante (mètres relatifs)	100,0	102,8	107,2	108,3	113,5	106,5	107,5	> 97,9	99,6	> 99,7

(\*) : Ces essais n'ont pas permis l'identification visuelle de l'horizon de Marno-calcaires altéré ou compact, les cotes ainsi détaillées correspondent à la profondeur de fond de trou et donnent une indication sur la présence de la roche plus en profondeur.

## 5. L'eau souterraine

### 5.1. Résultat des mesures et des enquêtes

Absence d'eau dans les sondages lors de l'intervention sauf pour le puit P8.

Le niveau d'eau mesuré est résumé dans le tableau ci-après :

Niveaux d'eau mesurés dans les sondages de reconnaissance en date du	
Sondage n°	P8
Niveau d'apparition	Venue d'eau moyenne à -1,5 / TN
Niveau pseudo-stabilisé	5 cm d'hauteur d'eau en fond de trou après ½h

D'après l'enquête et l'analyse effectuées à partir de l'examen visuel du site, la banque de données en notre possession et les renseignements obtenus auprès des habitants du quartier interrogés, les éléments suivants ont été collectés :

- ☞ Résurgences d'eau dans le talus de la route et sur le replat connues, en période de fonte des neiges.
- ☞ Existence d'ouvrages de pompages et de drainage (puits, captage, tranchée drainante) dans l'environnement immédiat du projet.

### 5.2. 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.
- ☞ Des rétentions d'eau sous forme de « poche d'eau » au sein des couches argileuses et des zones à replat.

### 5.3. 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
Marnes tendres + horizon altéré argilo-limoneux	Matsuo à charge variable	P1	2,8 m	$4,7 \cdot 10^{-6}$ m/s	Très faible
Marne compacte + horizon altéré argilo-limoneux		P4	2,6 m	$3,6 \cdot 10^{-6}$ m/s	Très faible
Argilo-limoneux à cailloutis		P10	1,6 m	$2 \cdot 10^{-6}$ m/s	Très faible

**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*.

## 6. 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	Pénétromètre dynamique
	Résistance de pointe $q_d$ (MPa)
Unité 1 Horizon limono-argileux	[1,5 - 10] <b>2</b>
Unité 2 Horizon argilo-limoneux	[2 - 10] <b>3</b>
Unité 3 Substrat marno-calcaire + frange d'altération de 10 à 20 cm	[> 20] <b>20</b>

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

## 7. 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	Paramètres caractéristiques	Coefficient d'amplification S
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériaux moins résistant	$V_{s,30} > 800$ m/s	1,0

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

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

Zone sismique	Pic d'accélération de référence $a_{gr}$ ( $m/s^2$ ) pour un sol de classe A	Coefficient d'importance de l'ouvrage $\gamma_I$			
		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		1,2 (pente inférieure à 30°)	

Avec :

- $a_{gr}$  : pic d'accélération de référence pour le sol de classe A.
- $\gamma_I$  : coefficient d'importance de l'ouvrage.
- $S_T$  : coefficient topographique : 1,0 (le projet concernant des ouvrages de catégorie d'importance II).

- ▶ **Risque de liquéfaction** : Sols non suspects de liquéfaction, pour les raisons suivantes :
  - Absence de nappe phréatique jusqu'à au moins 2,9 m.
  - Sol résistants et hétérométriques jusqu'à plus de 2,9 m.

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

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

- ▶ Le substratum rocheux a été détecté à partir de 0,8 jusqu'à 2,9 m. Son toit est susceptible de varier brutalement en quelques mètres de distance pouvant induire des difficultés lors des travaux. Peu ou pas d'aléas liés à la structure géotechnique du site, sauf anomalie très localisée.
- ▶ Contexte hydrogéologique marqué par des circulations d'eau provenant du versant à faible profondeur.
- ▶ Les formations en place sont constituées en partie de formations glaciaires. La présence de blocs de grande taille est possible, même si les sondages n'ont détecté que des blocs de taille modérée.
- ▶ Le substratum rocheux est constitué de formations sensibles à des phénomènes de dissolution en présence d'eau : la formation de karsts, lapiaz, dolines, fontis peut exister localement même si aucun indice n'a été détecté dans les sondages et dans l'examen visuel du site.

## 9. Caractéristiques du projet

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

Projet prévoyant l'aménagement du terrain en 8 lots envisagés pour la construction de villas individuelles. Les caractéristiques des villas ne sont pas connues à ce stade du projet.

Il s'agit en première approche de villas en construction libre de type RDC ou R+1, vraisemblablement légèrement enterrées à légèrement surélevées compte tenu de la topographie du site, et en construction libre.

La desserte du projet est prévue par une voirie en partie centrale.

Les eaux pluviales (EP) des lots seront gérées par un ou plusieurs ouvrages de rétention commune avec débit de fuite, de même que celles de la voirie.

#### ▶ Chaussées :

Désignation	7Voirie de desserte/Parkings
Type chaussée envisagée	Voirie légère
Surface approximative	766 m <sup>2</sup>

#### ▶ Ouvrages de gestion des eaux pluviales

Pour le traitement des eaux pluviales du projet, les dispositifs envisagés sont les suivants :

- Dispositifs de stockage par bassins de rétention et rejet dans un collecteur E.P.
- Possibilité de surverse vers le réseau E.P. de la commune, avec un débit de fuite que Kaëna fixe en première approche à 23.5 l/s (sous réserve de l'accord des autorités compétentes).

Les surfaces à traiter sont les suivantes :

Types de surfaces	Toiture + Surface imperméabilisée	Voiries et parkings	Espaces verts
Superficie (m <sup>2</sup> )	150 x 8 =1200	766	3230

### 9.2. Terrassements prévus

Les mouvements de terre en déblai /remblai associés au projet ne sont pas connus. Compte tenu de la topographie du terrain, des terrassements importants peuvent être attendus en fonction des choix de construction adoptés (sous-sol ou niveau semi-enterré...). De plus, les fortes variations du toit du substratum rocheux pourraient contraindre l'utilisation d'un BRH, ou brise roche hydraulique, à prévoir lors des terrassements.

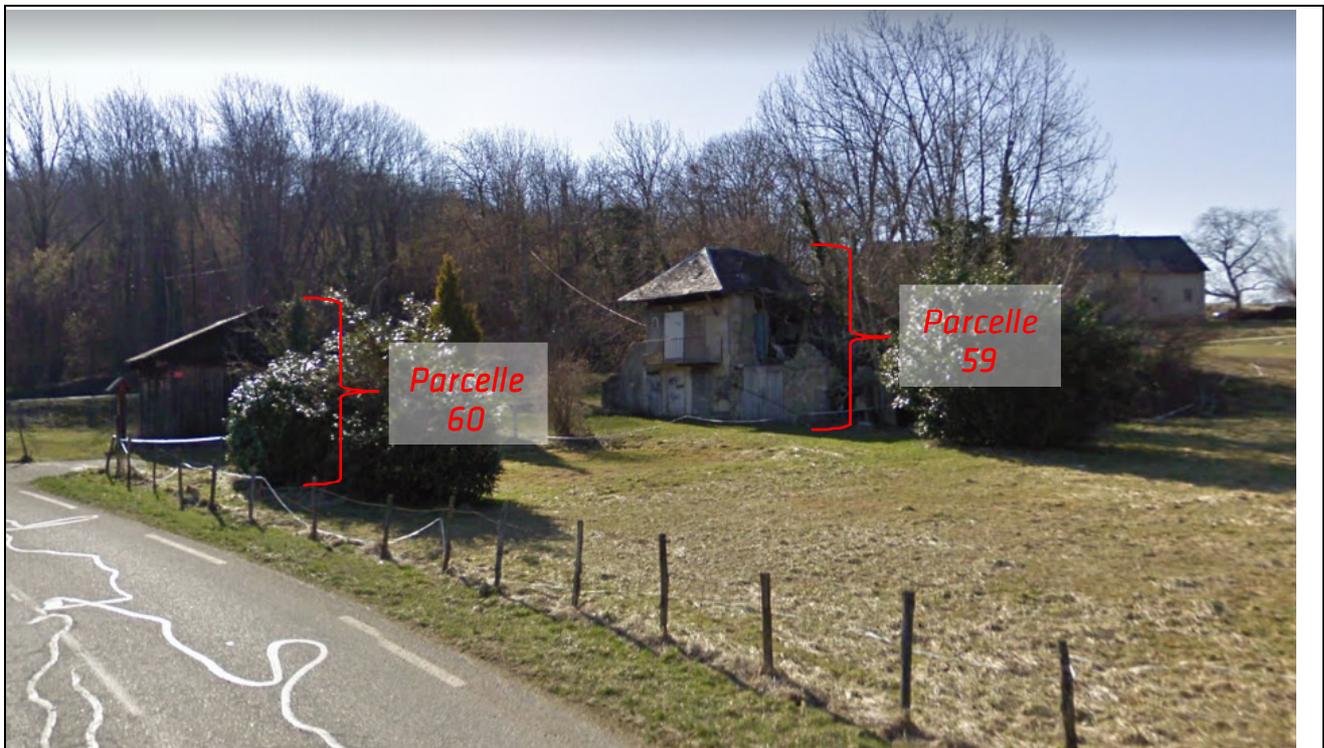
## 10. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet

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 en pente où est placé le futur projet.
- ▶ La route de Chartreuse et ses réseaux associés situés entre 20 et 30 m du point bas du terrain (Est), et la route de la plaine à l'Ouest.
- ▶ Un champ cultivé présentant une butte topographique délimitant le projet sur toute la limite Nord.
- ▶ Un replat topographique concerné par l'aménagement de la voirie d'accès. Il présente des signes de résurgence d'eau (plantes, sols...) et est connu pour faire transiter les eaux non canalisées de la source captée quelques dizaines de mètres en amont. Il est constitué d'une partie en herbe basse et d'une partie en bosquet et en friche (parcelles 58, 59-2130, 60 et 61...). Comme le présente la photo ci-dessous, deux de ces parcelles (59-2130 et 60) sont concernées par d'anciens bâtis abandonnés.



Photographie des anciens bâtis à proximité de la voirie (source : Google Maps)

- ▶ La présence d'ouvrages mitoyens de 1 à 2 niveaux maximum, avec ou sans sous-sol, à l'aval de la parcelle :
  - Parcelle 52 et 53 : Maisons respectivement à 25 m et 6 m des limites de propriété, de type R+1 avec comble et sous-sol semi-enterré et datant des années 1960 (enquête de voisinage et images satellite). On note la présence d'une cuve à gaz à proximité de la limite de parcelle 53 et de la maison, ainsi qu'un puits d'infiltration dans la partie basse du terrain (côté Sud). D'après enquête auprès du propriétaire, ce puits de fabrication artisanale fut construit pour assainir ce terrain qui collecte les eaux de l'amont.
  - Parcelle 57 : Maison en R+1 avec garage semi-enterré, à environ 3 m de distance de la limite de propriété et datant des années 1970. Le terrain est traversé en long (du Nord-Ouest au Sud-Est) par un fossé drainant qui présente un exutoire en amont du point bas du projet (voirie d'accès). La présence d'un abri avec cave à la jonction entre la voirie et le terrain du projet est à noter (à moins de 3 m des limites de propriété).

On note la présence d'autres éléments d'aménagements du secteur rapproché du projet tels que :

- Parcelle 58 : De l'autre côté de la route en aval, une maison de type R+2 semi-enterrée avec comble est présente bien que suffisamment éloignée.
- Parcelle 59-2055 : Maison de type R+2 à environ 12 m des limites de propriétés. L'enquête auprès des riverains a signalée la présence d'une tranchée drainante réalisée entre la maison et la route afin d'assainir le terrain souvent humide.
- Parcelles 63-30D et 64-30A: Deux maisons nouvellement construites placées au minimum à 4 m des limites de propriétés.

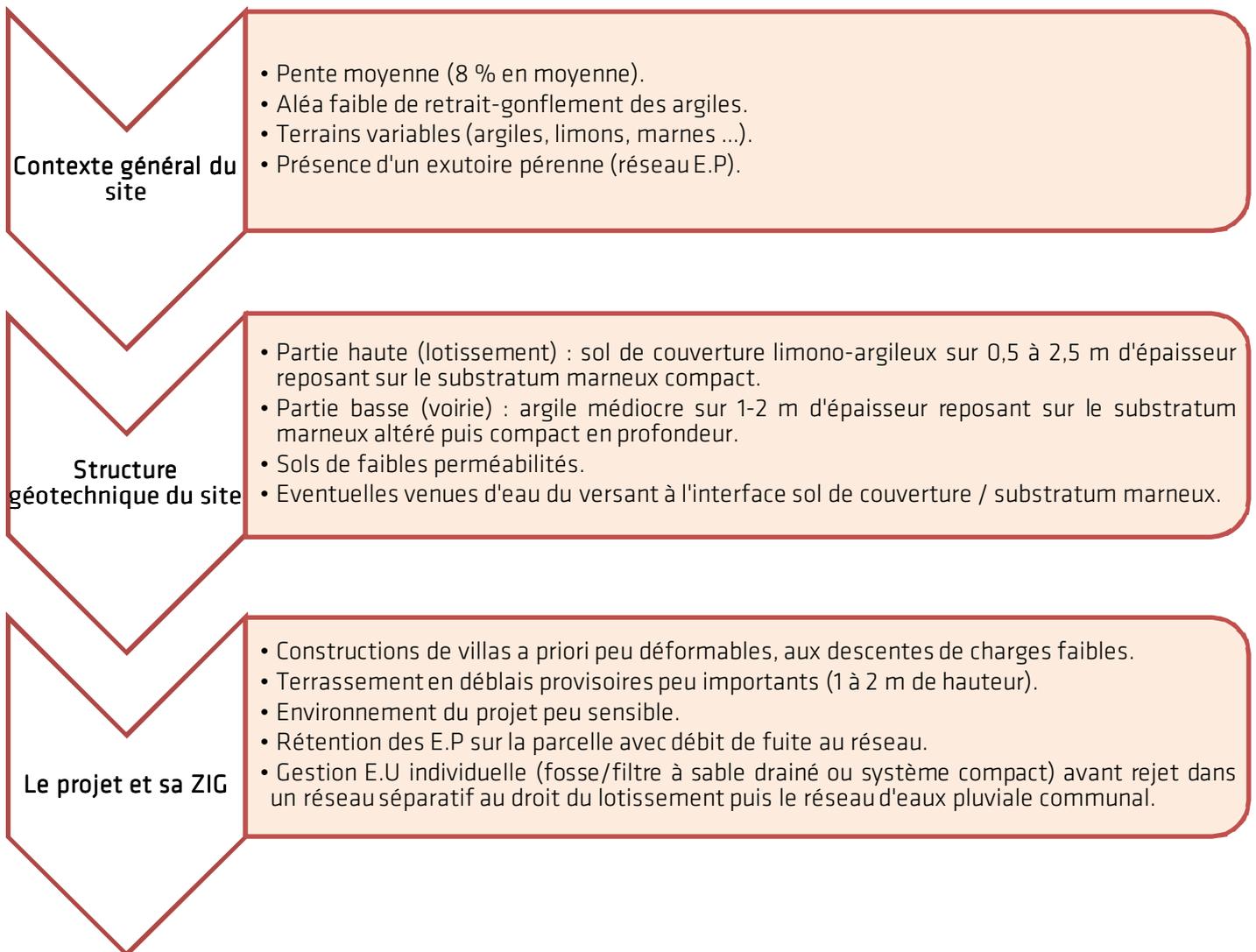
## 11. Sensibilité générale du projet

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

- Ouvrages à priori peu déformables aux descentes de charges faibles.
- Travaux de terrassements probables à proximité d'ouvrages existants ainsi que dans un terrain en pente modérée.
- Modification des conditions d'écoulement de l'eau dans les sols : Nécessité de réaliser des ouvrages correctement drainés. Nécessité de gérer les E.P. des surfaces étanchéifiées sur la parcelle et notamment à proximité d'ouvrages avec sous-sol.
- Projet nécessitant des phasages de travaux successifs.

## 12. 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 :

**Orientations à suivre pour optimiser l'adaptation du projet au site et réduire les aléas liés à l'interaction sol-structure.**

- ▶ **Plan masse** : le découpage des lots est satisfaisant. Pas de contrainte particulière. A noter qu'une étude G2 AVP permettrait entre autres, de préciser les aléas et les adaptations liés à la présence du substrat rocheux à des profondeurs faibles afin d'adapter au mieux les terrassements et la structure envisagée des bâtiments.

- ▶ **Calage des niveaux bas des villas** : calage proche du TN satisfaisant. Si possible, limiter les sous-sols et niveaux enterrés sauf si drainage et protections spécifiques vis-à-vis de l'eau. Possibilité de profil en déblai/remblai de moins de 1.5 m de hauteur.
- ▶ **Nombre de niveaux des villas** : construction en R+1 à R+2 sans difficulté particulière.
- ▶ **Structure des villas** : structure B.A en soubassement au moins.
- ▶ **Solution de fondation des villas** : semelles superficielles isolées ou continues, ancrées hors gel et dans un horizon homogène de résistance suffisante. Selon la profondeur du substratum rocheux :
  - Si la plateforme de terrassement recoupe localement le toit des marnes, ancrer toutes les fondations d'un même ouvrage dans la roche quitte à utiliser des rattrapages en gros béton.
  - Si la plateforme de terrassement ne recoupe pas le substrat rocheux, ancrer les fondations dans l'horizon de couverture de meilleure résistance à la profondeur minimale hors-gel.
- ▶ **Niveaux bas des villas** : Niveau bas contraint par la présence d'eau dans le terrain. Un plancher porté sur vide technique est recommandé notamment pour des projets surélevés par rapport au TN ; dallage sur terre-plein possible sur couche de forme qui sera drainante impérativement.
- ▶ **Protection du projet vis-à-vis de l'eau dans le sol** : Drainage périphérique des constructions et sous dallage pour les parties enterrées.
- ▶ **Terrassements et soutènements définitifs** : Limiter l'importance des terrassements en déblais d'1 à 2 m. Talutage admis jusqu'à 2 m de hauteur. Soutènement par enrochements ou mur poids au-delà...
- ▶ **Gestion des eaux pluviales des lots et de la voirie** : Collecte puis rétention de l'ensemble des surfaces imperméabilisées avec rejet au réseau d'E.P de la commune (Route de la Chartreuse, sous réserve de l'accord de Chambéry-Métropole).

## 13. Applications pratiques

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.

### 13.1. Plan masse

Le découpage des lots est satisfaisant. Pas de contrainte particulière vis à vis de la structure géotechnique.

Toutefois, il est préférable :

- D'implanter les villas à 4.0 m et plus des limites de propriété, permettant ainsi en cas de niveaux enterrés, de s'affranchir de soutènements provisoires et de terrasser en simple talutage.
- Eviter une implantation au droit des zones remaniées en surface.

### 13.2. Calage du niveau bas

Du fait de la problématique de drainage, la réalisation de niveaux complètement enterrés est déconseillée. De plus, la surélévation des structures à pour intérêt d'éviter des terrassements importants en cas de niveaux rocheux à faible profondeur. La réalisation de niveaux à moitié enterrés (1,0 à 1,5 m côté amont) peut être une solution d'adaptation satisfaisante.

Prendre en compte les règles d'Urbanisme et relatives au Plan de Prévention des Risques.

### 13.3. Nombre de niveaux

Construction en R+1 envisageable avec surélévation, sans difficulté particulière. Privilégier toutefois des trames courtes et structures légères afin de limiter les descentes de charges sur fondations.

### 13.4. Structure

Une structure B.A est bien adaptée au moins pour le niveau bas afin de prendre en compte les hétérogénéités de résistance et de nature du sol ainsi que la pente du terrain, et d'assurer une bonne rigidification de la structure.

Il est recommandé au niveau de la conception de l'architecture et de la structure des projets de prendre en compte les points suivants :

- ▶ Orienter les porteurs principaux dans le sens de la pente pour aboutir à la meilleure stabilité de l'ouvrage (reprise des efforts de poussées, stabilité vis-à-vis de la pente).
- ▶ Relative liberté dans le choix des matériaux de construction et des structures (maçonnerie traditionnelle, blocs de béton cellulaire, brique, ossature bois ...).

### 13.5. Fondation

La solution de fondation la mieux adaptée est celle par :

- ▶ *Semelles superficielles, isolées ou continues*, ancrées de 0,3 m dans un horizon homogène en nature et en résistance, soit :
  - Dans le *faciès limono-argileux de couverture* à une profondeur de 1 m minimum par rapport au TN.
  - Dans le *substrat rocheux peu altéré* dont la profondeur d'apparition varie largement entre 0,8 m/TN et 3 m/TN selon la position (voir annexes plan d'implantation et tableau de puits).
- ▶ *Cote hors gel* : 0,90 m minimum par rapport à la plus proche surface exposée en fin de travaux.
- ▶ *Contrainte admissible vis-à-vis des ELS*, soit :
  - Entre 80 et 150 kPa pour les fondations ancrées dans le faciès limono-argileux.
  - Entre 300 et 400 kPa pour les fondations ancrées dans le substrat rocheux peu altéré.

Ces résultats sont à préciser dans le cadre d'une étude d'avant-projet pour chaque lot, en fonction du calage altimétrique des projets.

- ▶ Tassements : à préciser dans le cadre d'une étude G2 AVP/PRO.

### 13.6. Traitement du niveau bas

Les niveaux bas des bâtiments seront traités préférentiellement en plancher porté sur vide technique pour les raisons suivantes :

- Meilleure protection de l'ouvrage vis-à-vis de la présence d'eau dans le sol de couverture.
- Technique peu contraignante notamment en cas de décrochements de niveaux bas.
- Solution économique notamment pour les projets surélevés par rapport au TN.

Un dallage sur terre-plein est envisageable pour les lots proches du TN ou légèrement enterrés. Dans ce cas, prévoir la mise en œuvre d'une couche de forme graveleuse drainante (diamètre 20-80 mm) et d'un drainage sous dallage (drains en épis).

### 13.7. Voirie

Pour la voirie, une couche de forme à deux niveaux peut être envisagée avec :

- Une couche supérieure de 0,5 m d'épaisseur et constituée de matériaux de granulométrie répartie (D3, 0-100 mm).
- Une couche inférieure en cloutage de 0,3 m (D=20-80 mm).

La constitution et le phasage de la réalisation de la voirie sont à préciser à partir d'une étude G2 AVP.

### 13.8. 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 général des *bâtiments non enterrés* constitué par :
  - Une imperméabilisation des murs enterrés par enduit bitumineux + protection par Delta MS.
  - Un complexe drainant (drain + gravette + géotextile) mis en place en pied des murs, sur l'arase supérieure des semelles et sous dallage (cas d'un dallage sur terre-plein), avec un dispositif de rejet gravitaire au système récupérateur d'E.P.
  - Remblaiement avec un matériau d'apport drainant.

**Remarque importante :** mise en œuvre d'une étanchéité soudée en cas de réalisation de locaux nobles en sous-sol.

- ▶ Drainage des éventuels talus en déblais pour la voirie (cas où la voirie est en déblais).

### 13.9. Terrassabilité

A préciser par les concepteurs lorsque les calages altimétriques seront connus. La réalisation des déblais ne présentera a priori pas de difficultés particulières.

Il n'a pas été rencontré de blocs de taille importante au droit des sondages. Malgré tout, il est possible d'en rencontrer sur ce site et, en cas de niveaux enterrés, les déblais seront localement réalisés dans des matériaux très résistants (substrat rocheux non altéré) ; Il peut donc être nécessaire d'utiliser des engins puissants ou des procédés spéciaux (éclateur, brise-roche hydraulique, marteau pneumatique).

La présence, , de matériaux 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.

Compte tenu de leur nature à dominante argileuse et de leur état d'humidité au moment de la reconnaissance, les matériaux de déblai sont inaptes au réemploi en remblai. Ils seront mis en décharge ou stockés dans les zones d'espaces verts. Le remblai sera réalisé par des matériaux d'apport.

### 13.10. Drainage en phase chantier

Le terrain est exposé à un risque de ruissellement provenant du versant en cas d'épisode pluvieux intense ou continu. Ces eaux de ruissellement peuvent avoir un effet déstabilisateur sur la tenue des talus provisoires et sur la portance de la plateforme de chantier.

- ▶ Les protections à prévoir sont, par exemple, la réalisation d'un fossé ou d'un merlon de protection placé côté amont.

Dans le cadre de terrassement pour la réalisation d'un niveau de sous-sol, les terrassements en déblai pourront intercepter des circulations de versant qui se manifesteront par des résurgences d'eau ou des sources de débits variables dans les talus exposés côté amont.

- ▶ En pied de talus, les eaux captées par des cunettes seront raccordées immédiatement à des exutoires adaptés : exutoire gravitaire, sinon puisards avec pompe de relevage.

Dans tous les cas, les dispositions spécifiques seront adaptées au cas par cas pour assurer à tout moment la mise au sec de la plateforme.

## RECOMMANDATIONS POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

### 14. Description des ouvrages de gestion des eaux pluviales préconisés

Au terme des investigations, il apparaît que le terrain étudié s'inscrit dans un contexte géologique et hydrogéologique peu favorable à l'assainissement pluvial par infiltration.

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.

Lorsque l'on étudie les résultats obtenus, sont favorables :

- L'absence d'un captage d'alimentation en eau potable à proximité.
- La présence d'un exutoire en aval topographique.

En revanche sont défavorables :

- La pente du terrain au droit du projet.
- La perméabilité des terrains en place.
- La collecte d'un bassin versant.

Le système de traitement des eaux pluviales le plus adapté au site semble être par ouvrage de rétention avant rejet à débit régulé à l'exutoire (réseau E.P Route de Chartreuse).

Les dimensions de l'ouvrage de rétention dépendront :

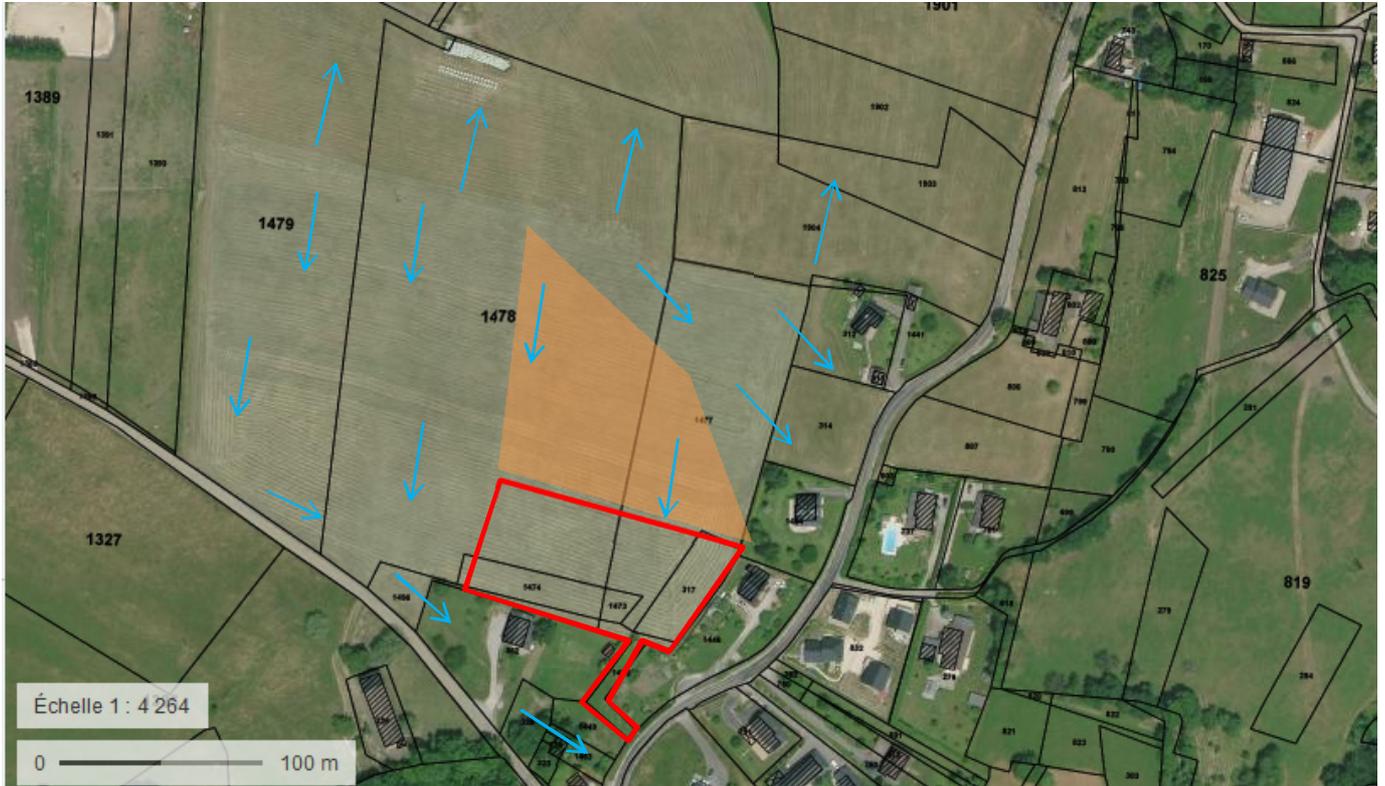
- Du dimensionnement E.P effectué à partir des données météorologiques et topographiques à disposition.
- Du choix d'aménagement de l'ouvrage (un ou plusieurs bassins, type, taille variable, installés en série...).

Dans le cas de plusieurs ouvrages en série, ils seront reliés les uns aux autres par une surverse afin de compenser un éventuel dysfonctionnement de l'un des ouvrages.

## 15. Pré-dimensionnement du système de gestion des eaux pluviales

### 15.1. Bassin versant au projet

Le projet interceptera les eaux provenant des pâtures en amont immédiat soit une surface de 9200 m<sup>2</sup>.



Bassin versant au projet de lotissement (Source : KAENA)

### 15.2. Données disponibles

#### Source bibliographique :

- ▶ CERTU (2003) "La ville et son assainissement".
- ▶ Techniques alternatives en assainissement pluvial, TEC & DOC, 1994.

#### Méthode de calcul utilisée :

- ▶ Méthode de calcul du volume de rétention nécessaire : méthode dite des Pluies. (Source : Techniques alternatives en assainissement pluvial, TEC & DOC, 1994).
- ▶ Station METEO FRANCE de référence : *Chambéry-Voglans* (73).

<b>Caractéristiques de la pluie 1 :</b>	Coefficients de Montana ( $i = a \cdot t^{-b}$ , $i$ en mm/min, $t$ en h)	6 à 30 mn	20 ans
station :		a :	5,190
Chambéry Voglans (Météo France) (1979 - 2002)		b :	0,500
<b>Caractéristiques de la pluie 2 :</b>	Coefficients de Montana ( $i = a \cdot t^{-b}$ , $i$ en mm/min, $t$ en h :	30 mn à 6 h	20 ans
station :		a :	10,321
Chambéry Voglans (Météo France) (1979 - 2002)		b :	0,710

### 15.3. Débit biennal à l'état initial

En considérant un tènement du projet de 0.5196 ha et un bassin versant de 0.92 ha, une pente de 5 %, un plus long parcours hydraulique de 250 m et un coefficient de ruissellement de 0.15 pour un terrain argileux avec substratum rocheux proche du terrain naturel, nous obtenons le résultat suivant :

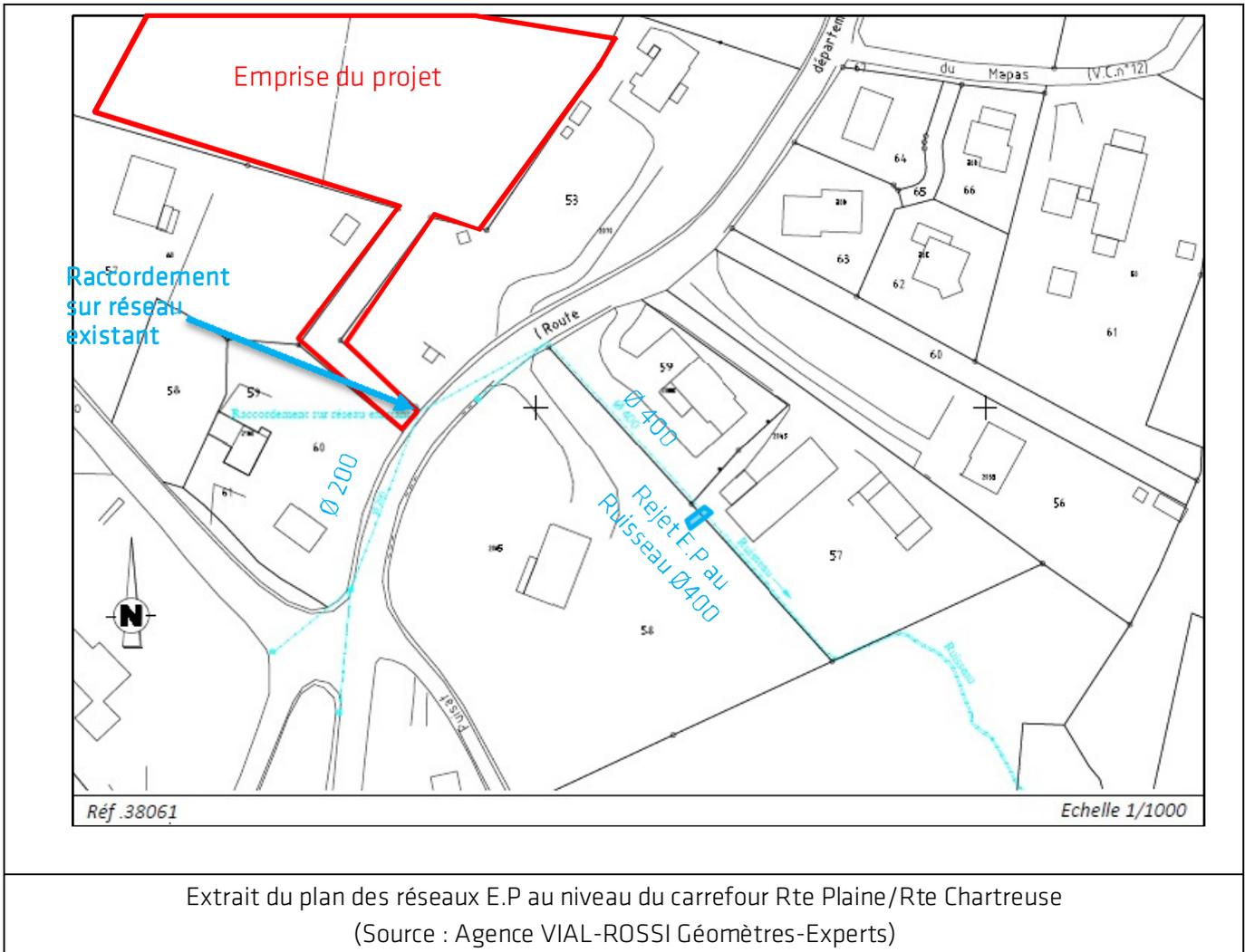
Caractéristiques du bassin versant naturel :			
Surface totale :	14396	m <sup>2</sup>	Coeff ruissellement moyen : 0,1 Coefficient de montana Chambéry (2 ans) <i>a = 2.62 et b = 0.48</i>
	1.4396	ha	
Surface projet:	5196	m <sup>2</sup>	Longueur totale : 250 m    pente : 0.05 m/m
Surface BV :	9200	m <sup>2</sup>	
Surface projet:	14396	m <sup>2</sup>	
<b>temps de concentration du bassin versant naturel :</b> (formule de Giandotti)	<b>Débit naturel biennal du bassin versant</b> (formule rationnelle) :		
Tc1 =	21	min	Intensité pluvieuse de réf. : 39.1 mm/h
Tc total =	21	min	<b>Q2 = 23.5 l/s</b>
			<b>Ratio : 16.3 l/s/ha</b>

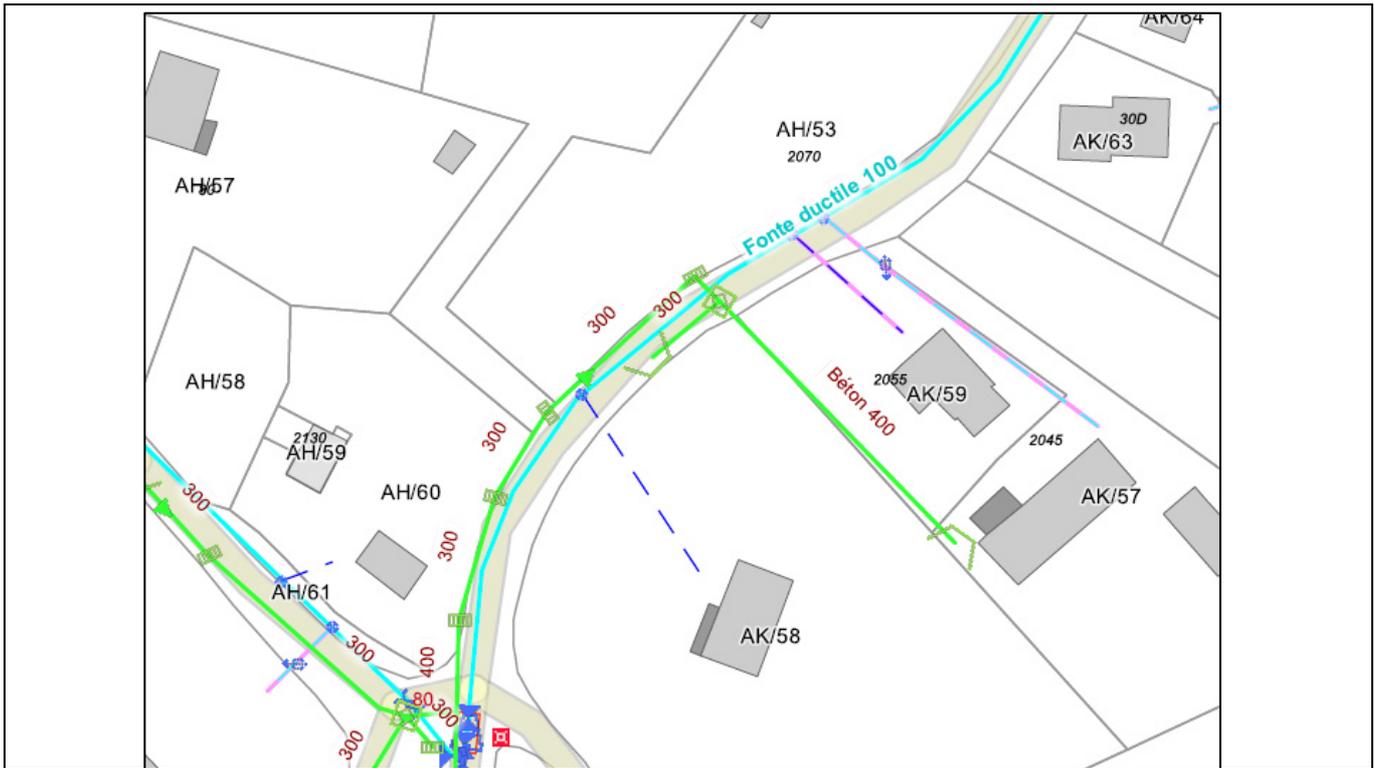
Le *débit de fuite* sera égal 23.5 l/s.

#### 15.4. Point de rejet au réseau communal - Exutoire

Plusieurs différences, mises en lumière à la lecture de ces deux plans, seront à vérifier sur le terrain :

- La taille du réseau EP collecteur des eaux du projet - Rte de Chartreuse :  $\varnothing$  200 mm /  $\varnothing$  300 mm.
- La position des réseaux entre le point de collecte et la bouche d'égout à l'entrée de la parcelle privée concernée par la servitude.





Extrait du plan des réseaux E.P du Service des Eaux de la métropole (Source : Grand Chambéry)

### 15.5. Dimensionnement du système d'E.P par rétention par lot

- Surfaces collectées d'après le plan de composition mis à disposition.

Types de surfaces	Surfaces imperméabilisées par villa toitures (hypothèse)	Surfaces imperméabilisées par villa accès (hypothèse)
Superficie (m <sup>2</sup> )	100	50
Coefficient de ruissellement	1.0	0.8
Surface active (m <sup>2</sup> )	100	40
<b>Totale (m<sup>2</sup>)</b>	<b>140</b>	

- Le dimensionnement est réalisé pour des précipitations d'occurrence vicennale (T = 20 ans) de durée allant de 6 min à 6 h.

Hypothèses prises en compte pour le calcul :

- Perméabilité du terrain :  $k = 10^{-6}$  m/s.
- Coefficients de ruissellement :
  - Surfaces imperméables toitures : 1.
  - Surfaces imperméables voie d'accès en gravillons lot : 0.8.
- Débit de fuite fixé:  $Q_f = 0.5$  l/s par lot.

Pluie 1 (60 min) - Fréquence 20 ans			
Durée pluie (min)	Intensité $i$ (mm/h)	Débit moyen (l/s)	volume rétention (m <sup>3</sup> )
6	127,1	4,9	1,6
12	89,9	3,5	2,2
18	73,4	2,9	2,5
24	63,6	2,5	2,8
30	56,9	2,2	3,1
Pluie 2 (360 min) - Fréquence 20 ans			
Durée pluie (min)	Intensité $i$ (mm/h)	Débit moyen (l/s)	volume rétention (m <sup>3</sup> )
30	55,3	2,2	3,0
60	33,8	1,3	2,9
120	20,7	0,8	2,2
150	17,7	0,7	1,7
180	15,5	0,6	1,1
210	13,9	0,5	0,5
240	12,6	0,5	0,0
300	10,8	0,4	0,0
330	10,1	0,4	0,0
360	9,5	0,4	0,0

Le débit entrant est fonction de la durée de pluie ( $Q$  entrant =  $H$  eau précipitée x  $S$  active / Durée de pluie).

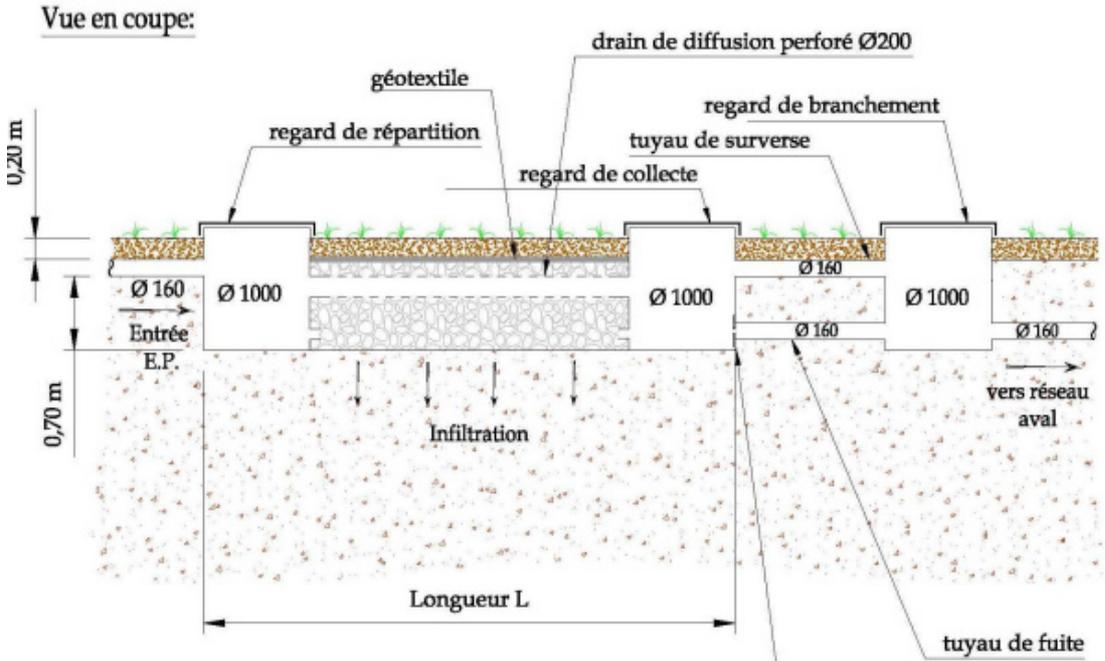
Le volume de rétention nécessaire correspond à la différence entre le volume d'eau entrant et le volume de fuite.

En fonction de l'intensité de la pluie, on retient le volume de rétention le plus important.

Le **volume de rétention maximal calculé** pour une surface active de 0,0140 Ha et pour une pluie d'occurrence vicennale de 30 minutes maximum est de **3.1 m<sup>3</sup>** par lot.

Le tableau ci-dessous récapitule les orientations principales pour la gestion des eaux pluviales

<b>Volume utile (20 ans)</b>	3.1 m <sup>3</sup> au maximum pour une surface active théorique de 140 m <sup>2</sup> Le dimensionnement précis sera à modéliser lors de la mission G2 AVP définissant précisément les ouvrages de gestion des eaux pluviales à l'échelle d'un lot en fonction des surfaces réelles
<b>Type d'ouvrage de rétention</b>	L'ouvrage pour chaque lot sera obligatoirement une tranchée de rétention/infiltration à faible profondeur à débit limité mais favorisant l'infiltration pour les petites pluies

	<p><b>Vue en coupe:</b></p> 
<p><b>Point de rejet</b></p>	<p>Noe de collecte et rétention aval pour les lots 1 à 3 - diamètre de fuite 15 mm Réseau E.P de la voirie pour les lots 4 à 8 - diamètre de fuite 15 mm</p>
<p><b>Remarque importante</b></p>	<p>Le pré dimensionnement est calculé sur la base d'une surface imperméabilisée de 150 m<sup>2</sup> par lot.</p> <p>Importance de déterminer les grands axes d'aménagement choisis afin de dimensionner au plus juste les E.P par parcelle.</p> <p>Importance de prévoir le débordement et ruissellement vers l'aval topographique sans traverser les parcelles voisines habitées en cas de pluie centennale</p>

## 15.6. Dimensionnement du système d'E.P par rétention pour le bassin versant intercepté en amont des lots 4 à 7

- ▶ Noüe de collecte n° 1 des eaux du bassin versant entre les lots 4 et 7 où une zone de rétention sera mise en place

Le débit moyen vicennal est de l'ordre de 65 l/s comme indiqué dans le tableau du calcul de rétention.

La noüe aura les dimensions suivantes :

Caractéristiques de chaque noüe		
Largeur au fond	0	m
Hauteur	0,3	m
Fruit droit	1,00	
Fruit gauche	1,00	
Largeur en gueule	0,60	m
Strickler	35	
Pente	1	%
<b>Débit maximum</b>	<b>0,071</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Vitesse moyenne</b>	<b>0,78</b>	<b>m/s</b>

Lorsque les noües ont une pente supérieure à 2 %. Il sera mise en place des redans pour limiter la vitesse du débit.

- ▶ Surfaces collectées d'après le plan de composition mis à disposition.

Types de surfaces	Bassin versant interceptés par le lotissement
Superficie (m <sup>2</sup> )	9200
Coefficient de ruissellement	0.2
Surface active (m <sup>2</sup> )	1940

- ▶ Le dimensionnement est réalisé pour des précipitations d'occurrence vicennale (T = 20 ans) de durée allant de 6 min à 6 h.

Hypothèses prises en compte pour le calcul :

- ▶ Surface bassin versant, 9200 m<sup>2</sup>.
- ▶ Perméabilité du terrain :  $k = 10^{-6}$  m/s.
- ▶ Coefficients de ruissellement :
  - Surfaces naturelles : 0,2.
- ▶ Débit de fuite fixé à l'ouvrage de la voirie:  $Q_f = 18.9$  l/s.

Pluie 1 (60 min) - Fréquence 20 ans			
Durée pluie (min)	Intensité <i>i</i> (mm/h)	Débit moyen (l/s)	volume rétention (m <sup>3</sup> )
6	127,1	65,0	16,6
12	89,9	45,9	19,5
18	73,4	37,5	<b>20,1</b>
24	63,6	32,5	19,6
30	56,9	29,1	18,3
Pluie 2 (360 min) - Fréquence 20 ans			
Durée pluie (min)	Intensité <i>i</i> (mm/h)	Débit moyen (l/s)	volume rétention (m <sup>3</sup> )
30	55,3	28,3	16,9
60	33,8	17,3	0,0
120	20,7	10,6	0,0
150	17,7	9,0	0,0
180	15,5	7,9	0,0
210	13,9	7,1	0,0
240	12,6	6,5	0,0
300	10,8	5,5	0,0
330	10,1	5,2	0,0
360	9,5	4,8	0,0

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

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.

Le **volume de rétention maximal calculé** pour une surface active de 0,1940 Ha et pour une pluie d'occurrence vicennale de 30 minutes maximum est de **20.1 m<sup>3</sup>**.

Le tableau ci-dessous récapitule les orientations principales pour la gestion des eaux pluviales

<b>Volume utile (20ans)</b>	21 m <sup>3</sup> au maximum	
<b>Type d'ouvrage de rétention</b>	Noüe à ciel ouvert le long du lot 7	
	Hauteur Bassin	0,55
	Longueur gueule	35,1
	Largeur gueule	1,1
	Longueur fond	34
	Largeur fond	0
	pente des talus	1
	Volume (m <sup>3</sup> )	21.0
<b>Point de rejet</b>	Réseau E.P de la voirie via une canalisation de fuite de diamètre 115 mm	

### 15.7. Dimensionnement du système d'E.P par rétention pour la noue de rétention des lots 1 à 3

- ▶ Noue de collecte n° 2 entre les lots 1 et 3

Le débit moyen vicennal est de l'ordre de 11 l/s comme indiqué dans le tableau du calcul de rétention.

La noue aura les dimensions suivantes :

Caractéristiques de chaque noue		
Largeur au fond	0	m
Hauteur	0,2	m
Fruit droit	1,00	
Fruit gauche	1,00	
Largeur en gueule	0,40	m
Strickler	35	
Pente	1	%
<b>Débit maximum</b>	<b>0,024</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Vitesse moyenne</b>	<b>0,60</b>	<b>m/s</b>

Lorsque les noues ont une pente supérieure à 2 %. Il sera mise en place des redans pour limiter la vitesse du débit.

- ▶ Surfaces collectées d'après le plan de composition mis à disposition.

Types de surfaces	Espaces verts lotissements interceptés par la voirie
Superficie (m <sup>2</sup> )	1294
Coefficient de ruissellement	0.2
Surface active (m <sup>2</sup> )	259

- ▶ Le dimensionnement est réalisé pour des précipitations d'occurrence vicennale (T = 20 ans) de durée allant de 6 min à 6 h.

Hypothèses prises en compte pour le calcul :

- ▶ Perméabilité du terrain :  $k = 10^{-6}$  m/s.
- ▶ Coefficients de ruissellement :
  - Surfaces naturelles : 0,2.
- ▶ Débits de fuite collectés des lots :  $3 \times 0.5$  l/s = 1.5 l/s.
- ▶ Débit de fuite fixé à l'ouvrage de la voirie:  $Q_f = 2.0$  l/s.

Pluie 1 (60 min) - Fréquence 20 ans			
Durée pluie (min)	Intensité <i>i</i> (mm/h)	Débit moyen (l/s)	volume rétention (m <sup>3</sup> )
6	127,1	10,6	3,1
12	89,9	8,0	4,3
18	73,4	6,8	5,2
24	63,6	6,1	5,9
30	56,9	5,6	6,5
Pluie 2 (360 min) - Fréquence 20 ans			
Durée pluie (min)	Intensité <i>i</i> (mm/h)	Débit moyen (l/s)	volume rétention (m <sup>3</sup> )
30	55,3	5,5	6,3
60	33,8	3,9	7,0
120	20,7	3,0	<b>7,1</b>
150	17,7	2,8	6,9
180	15,5	2,6	6,6
210	13,9	2,5	6,3
240	12,6	2,4	5,9
300	10,8	2,3	5,0
330	10,1	2,2	4,5
360	9,5	2,2	3,9

Le débit entrant est fonction de la durée de pluie ( $Q \text{ entrant} = H \text{ eau précipitée} \times S \text{ active} / \text{Durée de pluie}$ ).

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.

Le **volume de rétention maximal calculé** pour une surface active de 0,259 Ha et les débits de fuite de 3 lots et pour une pluie d'occurrence vicennale de 30 minutes maximum est de **7.1 m<sup>3</sup>**.

Le tableau ci-dessous récapitule les orientations principales pour la gestion des eaux pluviales

Volume utile (20ans)	8 m <sup>3</sup> au maximum	
Type d'ouvrage de rétention	Noue à ciel ouvert le long du lot 1 en aval topographique	
	Hauteur Bassin	0,5
	Longueur gueule	15
	Largeur gueule	1
	Longueur fond	14
	Largeur fond	0
	pente des talus	1
	Volume (m <sup>3</sup> )	7.25
Point de rejet	Réseau E.P de la voirie via une canalisation de fuite de diamètre 35 mm	

## 15.8. Dimensionnement du système d'E.P par rétention sous voirie

- ▶ Surfaces collectées d'après le plan de composition mis à disposition.

Types de surfaces	Voirie du projet	Espaces verts lotissements interceptés par la voirie
Superficie (m <sup>2</sup> )	766	1936
Coefficient de ruissellement	0.9	0.2
Surface active (m <sup>2</sup> )	722	387

- ▶ Le dimensionnement est réalisé pour des précipitations d'occurrence vicennale (T = 20 ans) de durée allant de 6 min à 6 h.

### Hypothèses prises en compte pour le calcul :

- ▶ Coefficients de ruissellement :
  - Surfaces imperméables enrobé : 0.9.
  - Surfaces naturelles : 0,2.
- ▶ Débit de fuite collecté :
  - Noue de rétention n° 1 amont : 18.9 l/s ;
  - Noue de rétention n° 2 aval : 2.0 l/s ;
  - Débit de fuite de 5 lots : 0.5 x 5 = 2.5 l/s.
  - Soit au total : 23.4 l/s.
- ▶ Débit de fuite au réseau : Qf = 23.5 l/s.

Le débit de rejet maximum au réseau public pris en compte est de **Qf = 23.5 l/s**.

Pluie 1 (60 min) - Fréquence 20 ans			
Durée pluie (min)	Intensité i (mm/h)	Débit moyen (l/s)	volume rétention (m <sup>3</sup> )
6	127,1	61,4	13,7
12	89,9	50,3	19,3
18	73,4	45,3	23,6
24	63,6	42,4	27,2
30	56,9	40,4	30,4
Pluie 2 (360 min) - Fréquence 20 ans			
Durée pluie (min)	Intensité i (mm/h)	Débit moyen (l/s)	volume rétention (m <sup>3</sup> )
30	55,3	40,0	29,6
60	33,8	33,5	36,1
120	20,7	29,6	43,8
150	17,7	28,7	46,6
180	15,5	28,0	49,0
210	13,9	27,6	51,1
240	12,6	27,2	53,0
300	10,8	26,6	56,3

330	10,1	26,4	57,7
360	9,5	26,2	<b>59,1</b>

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

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

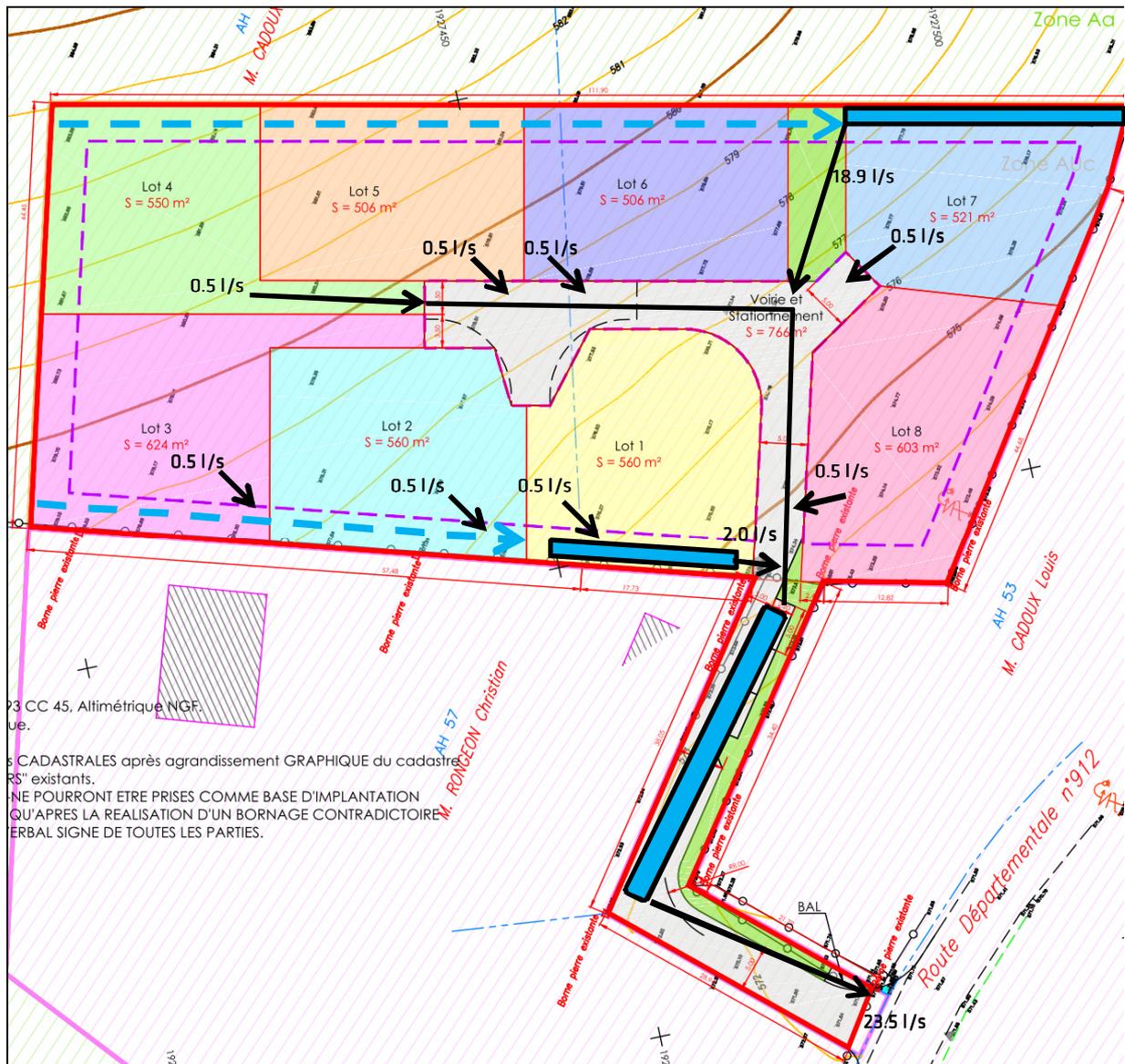
En fonction de l'intensité de la pluie, on retient le volume de rétention le plus important.

Le **volume de rétention maximal calculé** pour une surface active de 0,1077 Ha et les divers débits de fuite collecté et pour une pluie d'occurrence vicennale de 30 minutes maximum est de **59.1 m<sup>3</sup>**.

Le tableau ci-dessous récapitule les orientations principales pour la gestion des eaux pluviales

Volume utile (20ans)	59 m <sup>3</sup> au maximum
Type d'ouvrage de rétention	Bassin de rétention unique ou bassins connectés ; à débit limité (SAUL, bassins enterrés, noues, buse béton, spirel...)
Point de rejet	Réseau E.P de la voirie communal

### 15.9. Schéma de principe des eaux pluviales



### 15.10. Recommandations de mise en œuvre

- ▶ Entretien : la clé du bon fonctionnement de ce type d'ouvrage repose sur un entretien régulier (deux fois par an et à chaque dysfonctionnement) : vidange, curage...
- ▶ Ne pas planter d'arbres à moins de 3 m des ouvrages.
- ▶ Il est indispensable de disposer en amont de chaque ouvrage de rétention *d'un dispositif de décantation*.
- ▶ Prévoir des regards de visite.
- ▶ Les eaux pluviales ne devront pas être en communication avec les éventuels systèmes d'assainissement individuel.

### 15.11. Remarques importantes

Les hypothèses de dimensionnement ont été fixées par nos soins :

- ▶ Obtention de l'autorisation administrative de rejeter les eaux pluviales dans le collecteur aval.
- ▶ Débit de rejet maximum au réseau de 23.5 l/s.
- ▶ Récupération des eaux du bassin versant.
- ▶ Mise en place d'ouvrages de gestion des eaux pluviales à l'échelle de la parcelle disposant d'un débit de fuite limité à 0.5 l/s.

Ces choix et hypothèses devront être validés par les services instructeurs compétents.

### 16. Réglementation technique

Les principaux textes réglementant l'assainissement non collectif sont les suivants :

- ▶ La loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006.
- ▶ La circulaire interministérielle n°97-49 du 22 mai 1997 (circulaire d'application).
- ▶ L'arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5 (plus de 20 EH).
- ▶ Les normes AFNOR n° XP DTU 64-1 de mars 2007 et NF EN 12566-3 de novembre 2005.

Ainsi que les Arrêtés suivant :

- ▶ Arrêté du 7 septembre 2009 fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5.
- ▶ Arrêté du 7 mars 2012 modifiant l'arrêté du 7 septembre 2009 fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5.

### 17. Pré-dimensionnement du système de gestion des eaux usées

#### ▶ Avant-propos pour les futurs lots

La mise en place d'un ouvrage commun de gestion des eaux usées nécessiterait une surface minimum de plus de 500 m<sup>2</sup> soit la suppression probable du lot à bâtir n° 8. Il est donc conseillé de prévoir un système unique par lot, adapté d'autant plus à l'échelle du projet.

Le rejet de chaque filière se fera dans un réseau propre à la collecte des eaux usées traitées avant rejet dans le collecteur d'eaux pluviales. Chaque lot disposera d'un regard de contrôle permettant au service SPANC de réaliser des analyses si nécessaire.

Le pré dimensionnement pour chaque lot est calculé sur la base d'une villa de 5 pièces principales avec 3 chambres. Il est possible pour le futur acquéreur de lot de réaliser une villa +/- grande.

#### ▶ Préconisations pour chaque lot

Le projet est composé en général de 5 pièces principales dont 3 chambres. Ainsi, le volume de la fosse toutes eaux sera de 3 m<sup>3</sup> et un bac à graisse situé à moins de 2 m de l'habitation en amont de la fosse toutes eaux et d'un volume minimal de 200 litres s'il ne collecte que les eaux de cuisine, et de 500 litres s'il collecte les eaux ménagères également.

Il sera ajouté un volume de 1 m<sup>3</sup> par pièces supplémentaires de 7 m<sup>2</sup>.

L'Arrêté du 07 septembre 2009 stipule que les installations et ouvrages d'assainissement autonome doivent être vérifiés et nettoyés aussi souvent que nécessaire.

En particulier, *les boues et matières flottantes* qui s'accumulent dans la fosse *doivent être vidangées* avec une périodicité adaptée en fonction de la hauteur de boues dans la fosse qui ne doit pas dépasser 50 % du volume utile.

L'organisme assurant la vidange doit fournir à l'occupant ou au propriétaire un document comportant notamment : son nom ou sa raison sociale, son adresse, la date de vidange, les caractéristiques, la nature et la quantité des matières vidangées, ainsi que le lieu où elles sont transportées en vue de leur élimination. De plus, *les ouvrages et les regards* doivent être accessibles pour assurer *leur entretien et leur contrôle*.

▶ *Alternative 1 : Traitement des eaux usées par filière classique : Filtre à sable drainé non étanche*

• Principe :

Le filtre à sable vertical drainé reçoit les eaux prétraitées. Du sable lavé (voir XP DTU 64.1 P-I-2) est utilisé comme système épurateur et le milieu hydraulique superficiel comme moyen d'évacuation (Figure 10).

La perte de charge est importante (1 m) le dispositif nécessite un exutoire compatible (dénivelé important).

• Dimensionnement :

La surface minimale doit être de 25 m<sup>2</sup> pour 5 pièces principales, majorées de 5 m<sup>2</sup> par pièce principale supplémentaire. Pour les habitations de moins de 5 pièces principales, un minimum de 20 m<sup>2</sup> est nécessaire.

En alimentation gravitaire, le filtre à sable a une largeur de 5 mètres.

▶ *Alternative 2 : Système compact*

Nous proposons la mise en place d'un système compact gérant un nombre d'équivalent égal au nombre de pièces principales.

Nombre d'EH géré par le système compact
4-6

Le système compact est une alternative à la solution tranchée d'infiltration ou filtre à sable. Il présente l'avantage d'occuper une emprise au sol très réduite.

Les normes de rejet à respecter seront en adéquation avec l'article 7 de l'arrêté du 7 Septembre 2009, fixant les concentrations maximales à respecter lors de la procédure d'évaluation des nouveaux dispositifs d'assainissement : 30 mg/l pour les matières en suspension (MES) et 35 mg/l pour la demande biochimique en oxygène sur cinq jours (DBO5).

En termes de systèmes à mettre en place, nous pouvons retenir les suivants :

- **Système actif nécessitant de l'énergie : micro station pour traiter un flux de 4-6 EH supportant les variations de charges hydrauliques.**
- **Système passif ne nécessitant pas de l'énergie : filtre à coco ou filtre à zéolithe ou filtre à laine de roche pour traiter un flux de 4-6 EH.**

L'ensemble des systèmes agréés sont disponibles sur le site : <http://www.assainissement-non-collectif.developpement-durable.gouv.fr/dispositifs-de-traitement-agrees-r92.html>.

▶ **Point de rejet :**

**Réseau d'eaux usées du lotissement puis rejet vers le réseau d'eaux pluviales de la commune.**

Le débit de pointe maximum pour 45 E.H est de l'ordre de 0,5 l/s, soit inférieur à 1l/s, il n'aggraver pas la situation hydraulique actuelle.

Les calculs ont été réalisés à partir des formules suivantes :

- Débit Journalier ( $m^3/j$ ) :  $Q_j = \text{Nombre de Equivalent-Habitant} \times \text{rejet}/j/\text{EH}$  avec un rejet de 200 l/j/EH pour une colonie.
- Débit Moyen Horaire ( $m^3/h$ ) :  $Q_m = Q_j/24$ .
- Débit de Pointe ( $m^3/h$ ) :  $Q_p = Q_m \times C_p$  avec  $C_p = 1,5 + (2,5/\sqrt{Q_m})$ .

D'un point de vue qualitatif, le rendement épuratoire du système compact permettra un rejet d'eaux usées considéré comme « propres ».

Le rejet se fera dans l'exutoire existant sous l'accord du syndicat des eaux et avec un débit faible de l'ordre de 0,48 l/s.

Nombre d'E.H	Débit journalier ( $m^3/j$ ) : $Q_j$	Débit Moyen horaire ( $m^3/h$ ) : $Q_m$	Coefficient de pointe : $C_p$	Débit de pointe ( $m^3/h$ ) : $Q_p$	Débit de pointe (l/s) : $Q_p$
45	6,75	0,28	6,2	1,74	0,48

## 18. Études et missions complémentaires

Compte tenu :

- ▶ Du maillage relativement lâche des sondages et de l'hétérogénéité de la structure géotechnique du site.
- ▶ De la spécificité du traitement des eaux pluviales et eaux usées au vu des terrains imperméables rencontrés et des limites du projet (sensibilité des hypothèses de dimensionnement, du point de rejet...).

Afin d'optimiser les travaux et réduire les aléas, il est conseillé de prévoir :

- ▶ Une intervention du géotechnicien en mission :
  - G2 AVP (en phase AVP) du projet de lotissement et des constructions individuelles.
  - G2 PRO (étude géotechnique de conception – phase projet) pour les projets.

## 19. 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 Kaéna 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
- Tableau récapitulatif des puits de reconnaissance
- Plan d'implantation des sondages

DESIGNATION : 9 lots - Route de la Plaine  
 COMMUNE : MONTAGNOLE (38)

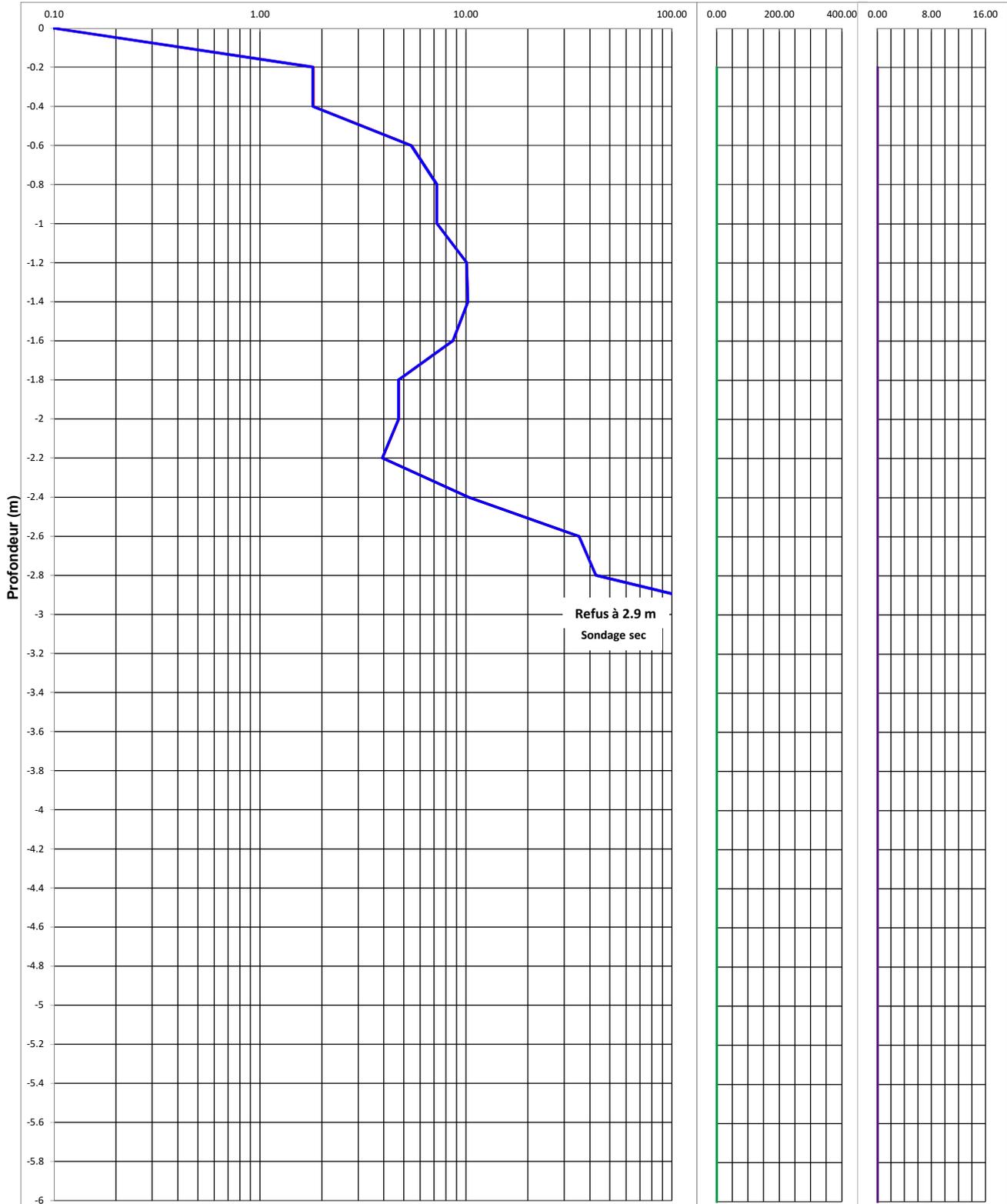
Date : 17/04/18  
 Réf. Etude : 18.8310.B  
 Opérateur : JRI

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

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

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : 9 lots - Route de la Plaine  
 COMMUNE : MONTAGNOLE (38)

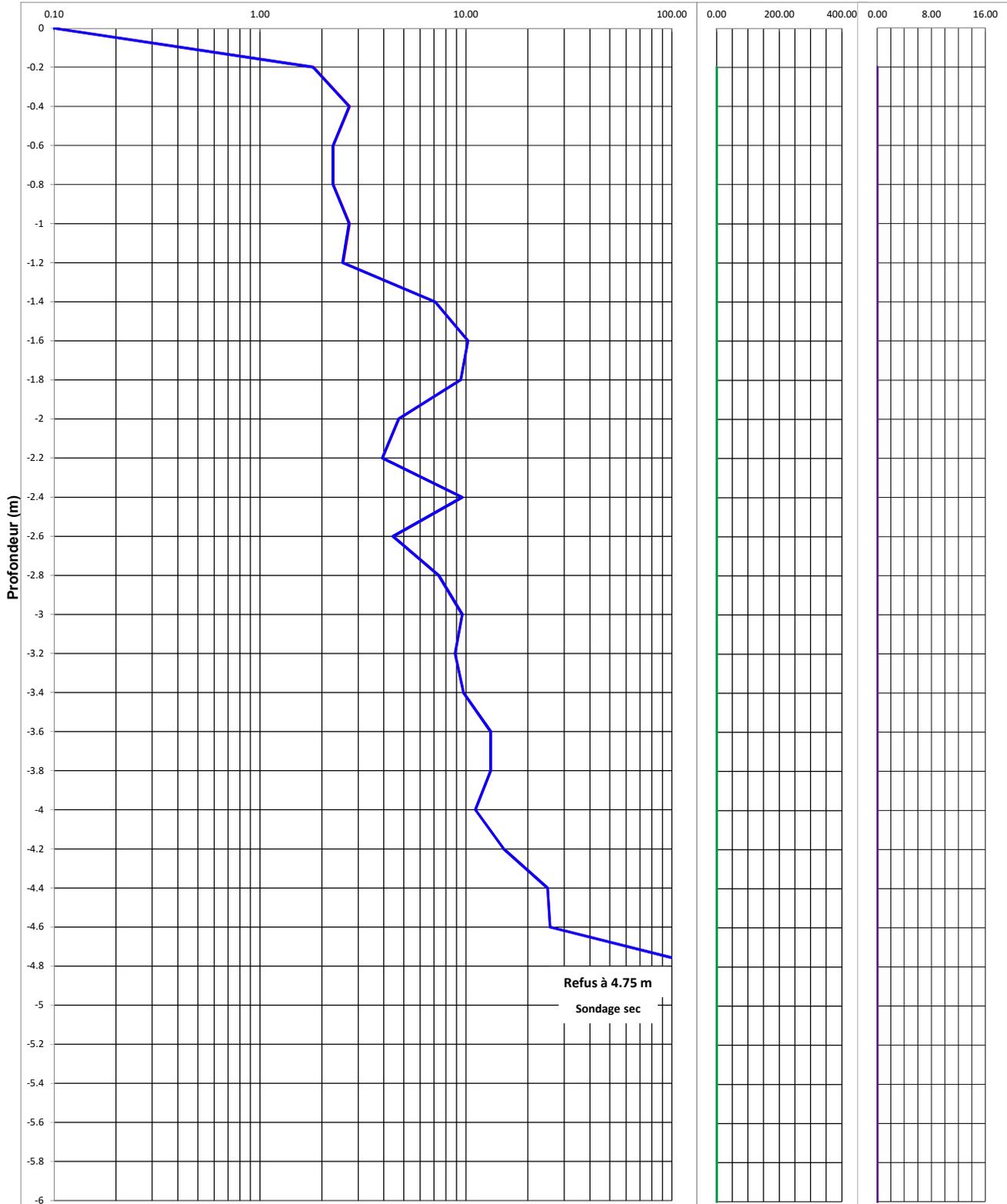
Date : 17/04/18  
 Réf. Etude : 18.8310.B  
 Opérateur : JRI

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

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

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : 9 lots - Route de la Plaine  
 COMMUNE : MONTAGNOLE (38)

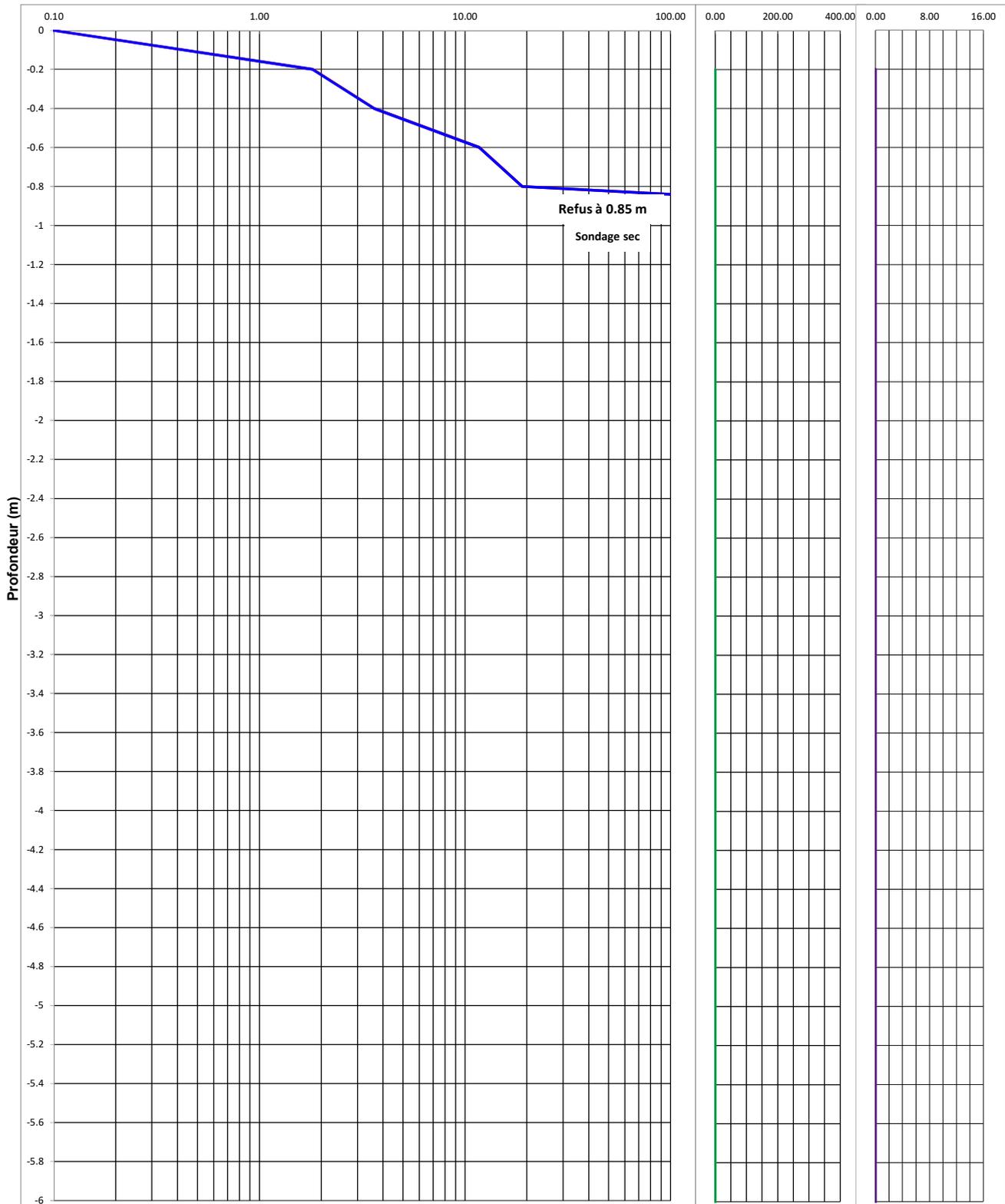
Date : 17/04/18  
 Réf. Etude : 18.8310.B  
 Opérateur : JRI

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

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

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : 9 lots - Route de la Plaine  
 COMMUNE : MONTAGNOLE (38)

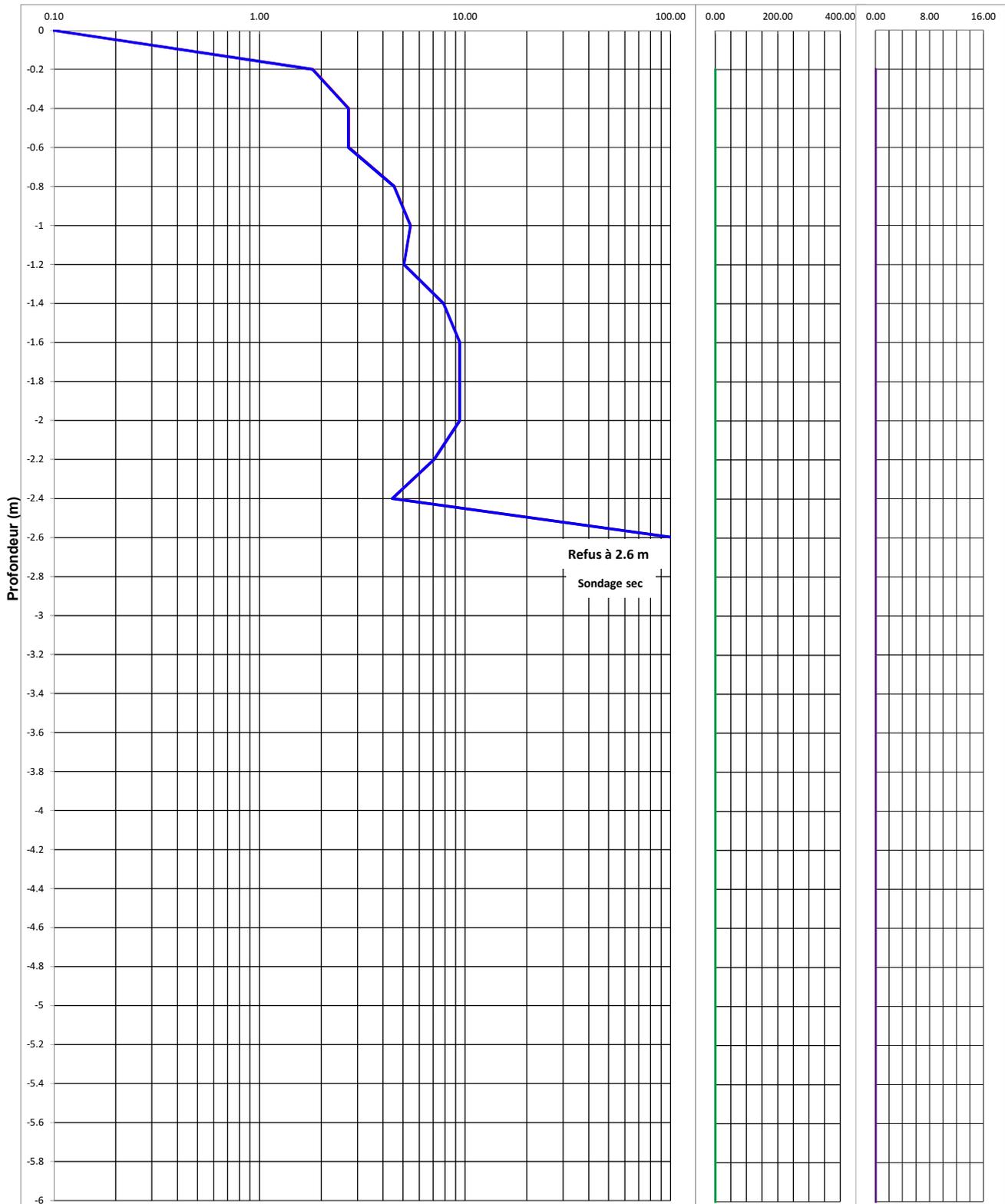
Date : 17/04/18  
 Réf. Etude : 18.8310.B  
 Opérateur : JRI

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

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

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : 9 lots - Route de la Plaine  
 COMMUNE : MONTAGNOLE (38)

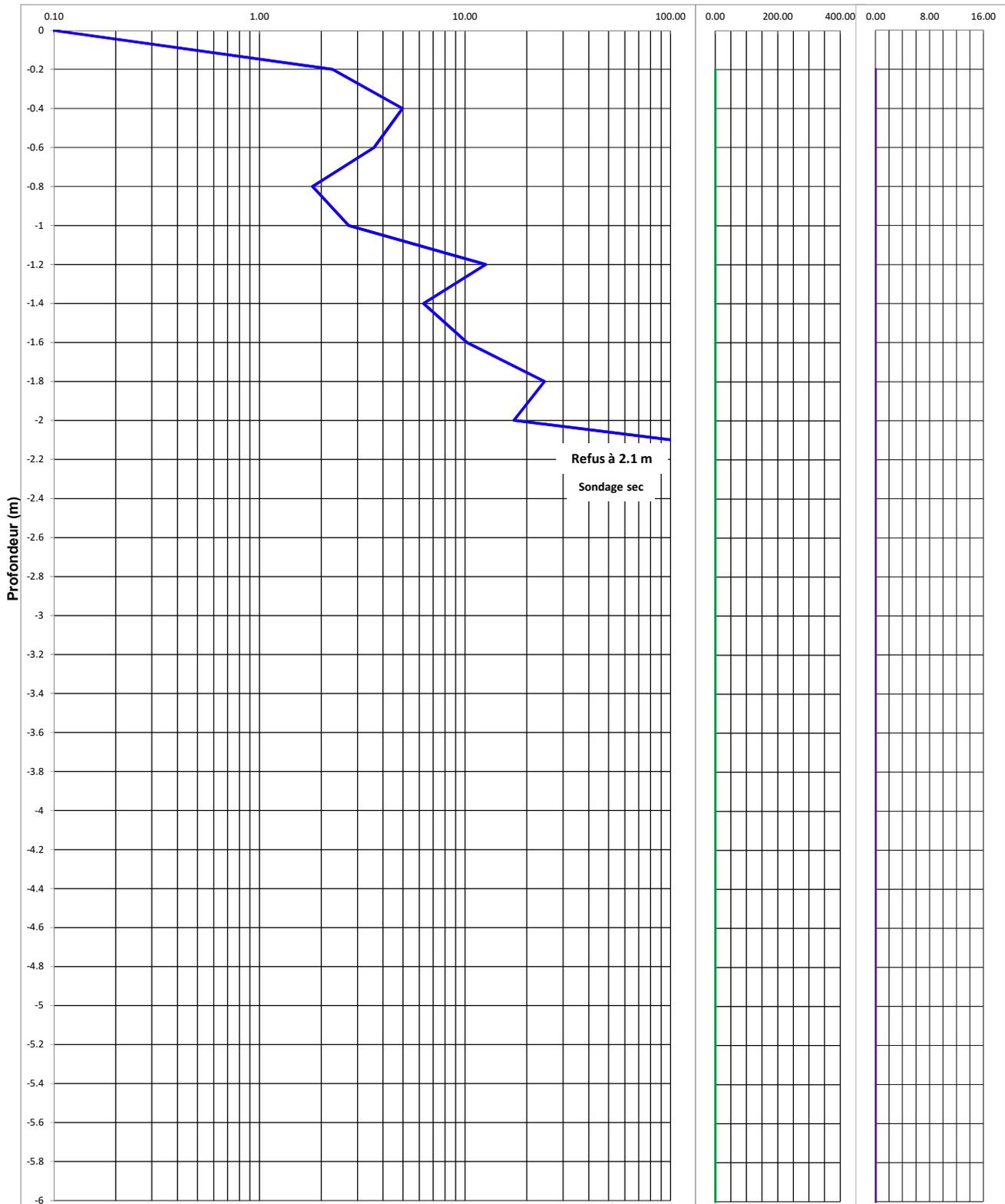
Date : 17/04/18  
 Réf. Etude : 18.8310.B  
 Opérateur : JRI

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

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

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : 9 lots - Route de la Plaine  
 COMMUNE : MONTAGNOLE (38)

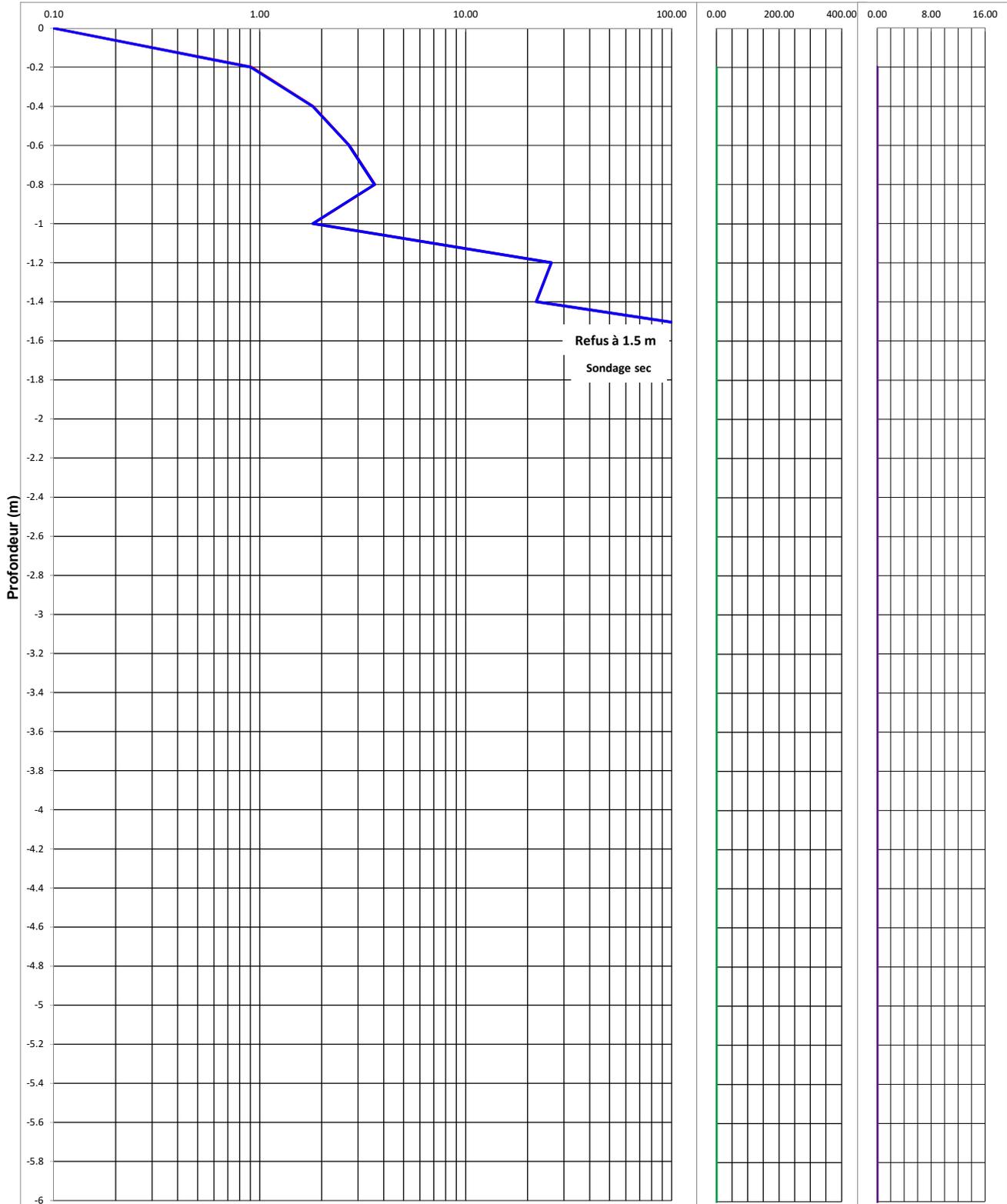
Date : 17/04/18  
 Réf. Etude : 18.8310.B  
 Opérateur : JRI

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

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

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : 9 lots - Route de la Plaine  
 COMMUNE : MONTAGNOLE (38)

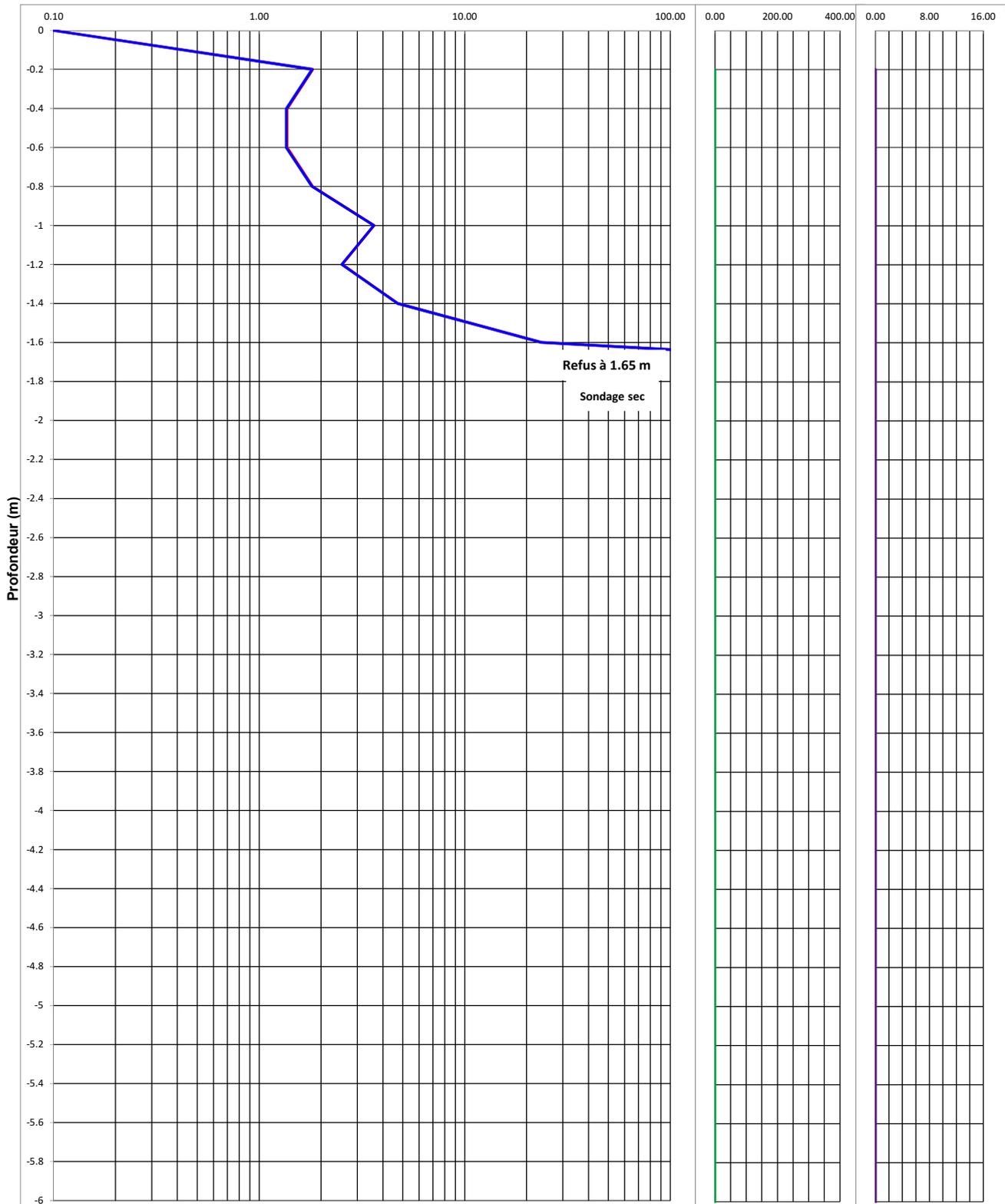
Date : 17/04/18  
 Réf. Etude : 18.8310.B  
 Opérateur : JRI

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

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

Fs (en kPa)

Rf en %



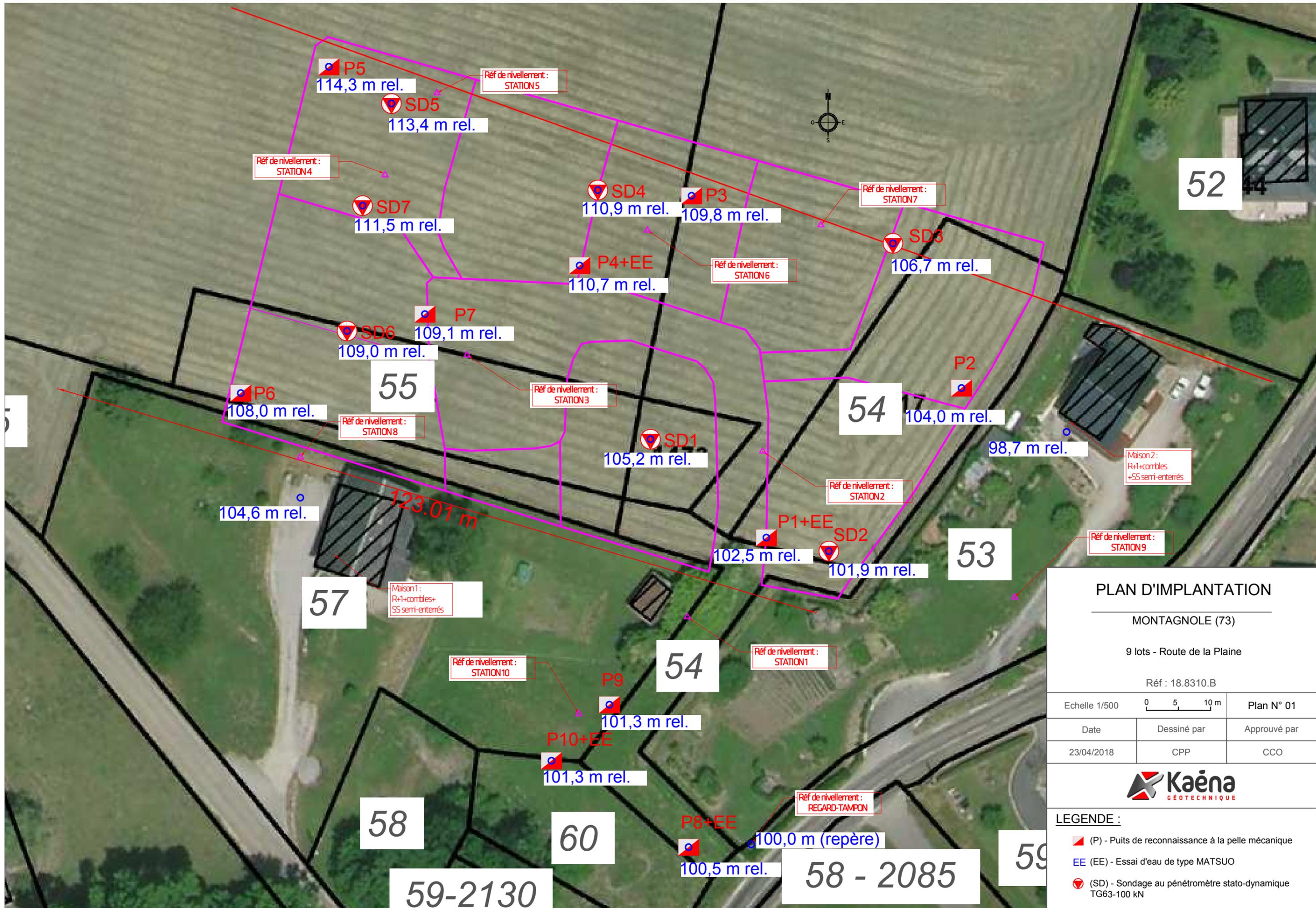


TABLEAU RECAPITULATIF DES PUIITS DE RECONNAISSANCE

Numéro de Puits et cote approximative (m relatif/repère)		Date d'intervention : 17/04/2018									
		P101 (102.5)	P102 (104.0)	P103 (109.8)	P104 (110.7)	P105 (114.3)	P106 (108.0)	P107 (109.1)	P108 (100.5)	P109 (101.3)	P110 (101.3)
Facies géologique		Profondeur en m/TN de la base de chaque faciès géologique									
Terre végétale	TVNat : Terre végétale naturelle limoneuse brune - racines - traces de matériaux anthropiques (brique, bois...)	TVNat 0.3	TVNat 0.3	TVNat 0.3	TVNat 0.3	TVNat 0.2	TVNat 0.2	TVNat 0.2	TVNat 0.2	TVNat 0.2	TVNat 0.2
	Lt : Limon terreux brun comprenant localement - des passes argileuses - des graviers/cailloutis calcaire voir éléments anthropiques	Lt 1.0	Lt 1.1	Lt 0.8	Lt 1.0	Lt 0.6	Lt 0.7	Lt 0.4 Horizon 10 cm de gros blocs marneux	Lt 0.6	Lt brun-noir 0.8 La (cailloux, blocs et racines en décomposition) 1.7	Lt (fragments bois et cailloutis) 0.4 10 cm de galets/cailloux à 0.3 m
Limon d'altération / colluvions	La : Limon d'altération gris-brun, - à dominante limoneuse brun foncé - forte fraction argileuse grise + cailloux/blocs polygéniques (schiste, quartzite en Dmax < 20 cm)	La 2.5	La 1.2	La 1.3	La 2.4	La 0.8	La 1.6 Horizon hétérogène, épaisseur variable	La 1.5			
	Ag : Argile d'altération brune à grise et fraction limoneuse - altérée (bariolées gris/ocre) - contenant des cailloux blancs/graviers voir blocs	-	-	-	-	-	-	-	-	Ag ocre à gros blocs isolés (Dmax 20 cm) 1.7 Ag bariolée > 2.6	Ag brune - Ag bariolée gris/ocre 2.4
Alternance de Marnes/calcaires	B1 : Horizon altéré sableux voir argileux gris clair à brun, débit en fines plaquettes friables (Dmax < 5cm), surfaces supérieures des plaquettes noircies par altération à l'eau (humide) = Horizon du substrat altéré	B1 (fort) Et	B1 (faible) Et	B1 (~10 cm) Et	B1 (~20 cm) Et	B1 (fort) Et	B1 (~20 cm) Et B2 > 1.5	B1 Et	-	B1 (faible) Et	-
	B2 : Horizon compact peu altéré, débit en petits feuillets ou en grosses plaques (Dmax > 50cm), pas d'humidité = Substrat rocheux, marno-calcaire peu altéré gris clair	B2 > 2.9	B2 > 1.3	B2 > 1.4	B2 > 2.6	B2 > 0.9	Alternance niveaux tendres/compacts	B2 > 1.7		B2 > 2.5	
EAU SOUTERRAINE : • Venues d'eau variable • EE : Essais d'eau (type Matsuo)		Traces d'humidité EE à 2,8 m	Non	Non	Non EE à 2,6 m	Non	Non	Non	VE moyenne à 1.5 m (5 cm en 1/2 h)	Non	Non EE à 1,6 m
Niveau pseudo-stabilisé (m NGF) :		Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	(-2.55 m / TN)	Non	Non
TENUE DES PAROIS		Très bonne	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Bonne à l'ouverture, 1h : décompression parois en grosses plaques	Très bonne	Très bonne
REMARQUES (Résistance du sol à la pelle, débit marnes...)		Puits sur le terrain agricole Débit en plaques et plaquettes	Refus net / substrat Puits sur le terrain agricole Débit en plaques et plaquettes	Refus net / substrat Puits sur le terrain agricole Débit en plaques et plaquettes	Refus net / substrat Puits sur le terrain agricole Débit en plaques et plaquettes	Refus net / substrat Puits sur le terrain agricole Débit en feuillets et plaquettes (~cm)	Refus net / substrat Puits sur le terrain agricole Débit en grosses plaques (20*10*5 cm)	Puits sur le terrain agricole Débit en petites plaquettes (< 5 cm)	Puits sur la partie plate côté voirie d'accès	Puits sur la partie plate côté voirie d'accès Débit en plaques et plaquettes	Puits sur la partie plate côté voirie d'accès Plantes semi-aquatiques

## 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'oeuvre 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 oeuvre 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'oeuvre 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).