



**NACARAT**  
**Demathieu & Bard Immobilier**



## **SPRING - Lot PA - Presqu'île de Grenoble (38)**

### **Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques – Etude de faisabilité**



**Rapport n°104254/version A– 20 avril 2020**

Projet suivi par Edouard TISSIER – 06.24.50.54.41 – [edouard.tissier@anteagroup.com](mailto:edouard.tissier@anteagroup.com)





## Fiche signalétique

### SPRING - Lot PA - Presqu'île de Grenoble (38) Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques – Etude de faisabilité

CLIENT	SITE
NACARAT Demathieu & Bard Immobilier	Lot PA – Presqu'île de Grenoble
NACARAT 83-85 Boulevard Vivier Merle 69003 LYON	38000 Grenoble
Contact : Philippe Coquerelle 04 37 91 98 00 <a href="mailto:pcoquerelle@nacarat.com">pcoquerelle@nacarat.com</a>	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Edouard TISSIER
Interlocuteur commercial	Edouard TISSIER
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation de Lyon
Rapport n°	104254
Version n°	version A
Votre commande et date	Offre RHAA2000041 du 25/10/2019
Projet n°	RHAP2000041

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Charlie VIOLLET	Ingénieur d'étude	Avril 2020	
Approbation	Edouard TISSIER	Chef de projet	Avril 2020	
Relecture qualité	Cindy YAFFA	Secrétariat	Avril 2020	

### Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
<b>Version A</b>	20/04/2020	30	2	



# Sommaire

1.	Contexte et objectif .....	5
2.	Contexte environnemental.....	6
2.1.	Topographie .....	6
2.2.	Géologie .....	6
2.2.1.	Cadre géologique .....	6
2.2.2.	Lithologie au droit du site .....	7
2.3.	Hydrogéologie .....	7
2.3.1.	Description des aquifères.....	7
2.3.2.	Alimentation de la nappe.....	7
2.3.3.	Piézométrie .....	7
2.3.4.	Sens d'écoulement, gradient hydraulique .....	8
2.3.5.	Température de la nappe.....	8
2.3.6.	Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe.....	9
2.3.7.	Qualité des eaux.....	10
2.3.8.	Exploitation de la nappe .....	11
3.	Définition du dispositif de prélèvement.....	13
3.1.	Exploitation envisagée .....	13
3.2.	Constitution du futur dispositif de prélèvement.....	13
3.3.	Implantation du dispositif de prélèvement.....	13
3.4.	Hypothèses retenues pour le dimensionnement.....	14
3.5.	Faisabilité hydraulique .....	14
3.6.	Faisabilité thermique.....	14
3.7.	Caractéristiques des forages .....	15
4.	Dispositions techniques.....	16
4.1.	Etude de faisabilité .....	16
4.2.	En amont des travaux.....	16
4.1.	En phase travaux .....	16
4.2.	En phase d'exploitation .....	17
5.	Aspects réglementaires .....	18
6.	Conclusions et recommandations .....	19



## Table des figures

Figure 1. Localisation du projet .....	21
Figure 2. Carte géologique .....	22
Figure 3. Localisation des ouvrages et des coupes lithologiques autour du projet .....	23
Figure 4 : Résultats de la simulation de pompage en régime transitoire pendant 5 ans, impact hydraulique au mois de mars (SEM InnoVia, avril 2015) .....	24
Figure 5: Résultats de la simulation de pompage en régime transitoire pendant 5 ans, impact hydraulique au mois d'août (SEM InnoVia, avril 2015) .....	25
Figure 6: Chronique piézométrique à proximité du projet .....	26
Figure 7 : Température de la nappe à proximité du projet.....	27
Figure 8. Implantation des forages de géothermie au droit du projet .....	28
Figure 9. Localisation prévisionnelle des forages de prélèvement au droit du projet.....	29
Figure 10. Coupes lithologique et technique prévisionnel des forages de prélèvement .....	30

## Table des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques du projet .....	6
Tableau 2. Mesures in situ .....	10
Tableau 3. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau en fonction de la température.....	10
Tableau 4: Principaux prélèvements à proximité du projet.....	12



## 1. Contexte et objectif

Dans le cadre d'un projet immobilier situé sur la Presqu'île de Grenoble (38), il est envisagé la possibilité d'exploiter les eaux souterraines à des fins géothermiques. Ce projet permettra de répondre aux besoins en chauffage et rafraîchissement des futurs bâtiment.

En effet, le projet s'inscrit dans l'aménagement de la ZAC Presqu'île. A ce titre, l'aménageur de la ZAC : La SEM Innovia demande que chaque nouveau projet, mette en place une installation de géothermie sur nappe avec un ou plusieurs forages de prélèvement. L'installation de géothermie est raccordée à un réseau d'exhaure, permettant de rejeter ces eaux à l'Isère. Les démarches réglementaires sont prises en compte par la SEM InnoVia, une convention est à établir avec la Métropole de Grenoble pour pouvoir faire le raccordement.

La localisation du projet est reportée sur la carte IGN au 1/25 000<sup>e</sup> en **figure 1**.

Selon les informations fournies par le bureau d'études thermique Amstein Walthert, les hypothèses de fonctionnement retenues, pour l'exploitation géothermique envisagée sur la nappe, sont les suivantes :

<b>Fonctionnement prévisionnel de la future installation géothermique</b>		
<b>Période</b>	<b>Hivernale</b>	<b>Estivale</b>
Durée (mois)	5	4
Période	NOV-MARS	JUIN - SEPTEMBRE
Fonctionnement	Chauffage	Rafraîchissement
Besoins énergétiques (kW)	500	250
Installation fonctionnant sur eau de nappe		
Ecart thermique maximal entre eau pompée et eau rejetée ( $\Delta T$ )	-4 °C	+2 °C
Débit maximal pompé en nappe (m <sup>3</sup> /h)	86	159
Durée de fonctionnement du débit maximum	2 h	4 h
Débit moyen pompé en nappe sur la période (m <sup>3</sup> /h)	25	25
Volume prélevé en nappe (m <sup>3</sup> )	35 000	

Dans cette perspective, Antea Group a été missionné pour la réalisation d'une étude destinée à apprécier les possibilités d'exploitation des eaux souterraines au droit du site, objet du présent rapport.



## 2. Contexte environnemental

### 2.1. Topographie

D'après la carte IGN 3335OT de Grenoble à l'échelle 1/25 000<sup>e</sup> le projet est situé en zone urbaine sur la presqu'île de Grenoble, zone de confluence entre l'Isère et le Drac, sur la rue Felix Esclangon.

Les caractéristiques du projet sont les suivantes :

	m NGF
Rez-de-chaussée haut	214,12
Rez-de-chaussée bas	210,76
Sous-sol -1	207,86

Tableau 1. Caractéristiques du projet

L'Isère est localisé à environ 265 m à l'Est du site. Il s'écoule du Sud-est vers le Nord-ouest autour de la presqu'île, à une altitude d'environ 206,3 m NGF.

La côte moyenne du Drac, à 750 m à l'Ouest du site, est d'environ 207,8 m NGF.

La localisation du projet est présentée en **figure 1**.

### 2.2. Géologie

#### 2.2.1. Cadre géologique

D'après la carte géologique de Grenoble n° 772 à l'échelle 1/50 000<sup>e</sup> (**figure 2**), dans le secteur de la plaine de Grenoble, les alluvions du Drac et de l'Isère reposent sur un substratum constitué d'argiles lacustres (Quaternaire).

Ces dépôts d'alluvions sont irréguliers et lenticulaires. Il peut exister dans la masse alluviale des chenaux caractérisés par de grandes lentilles de sables et graviers très perméables entourées de limons argileux. Cette masse alluviale est constituée d'une imbrication de faciès correspondant à l'intercalation d'alluvions grossières (sables grossiers, graviers et galets) provenant préférentiellement du Drac et d'alluvions moins grossières et parfois argileuses (sables fins à moyens, graviers et limons sablonneux pouvant présenter parfois des niveaux argileux d'origine lacustre avec de la tourbe) provenant préférentiellement de l'Isère. L'ensemble de ces matériaux reposent sur le substratum argileux.

Localement ces alluvions sont recouvertes par des remblais.



## 2.2.2. Lithologie au droit du site

La lithologie au droit du site a pu être appréciée à partir de coupes géologiques d'ouvrages réalisées dans le secteur du projet. La localisation de ces ouvrages est présentée en **figure 3** et les coupes en **Annexe I**.

La lithologie prévisionnelle au droit du projet serait la suivante :

- De 213,8 à 214,8 m NGF : Terre végétale
- De 210,8 à 213,8 m NGF : Remblais
- De 195,8 à 210,8 m NGF : Galets, graviers et sables (alluvions)
- A partir de 195,8 m NGF : Argile

## 2.3. Hydrogéologie

### 2.3.1. Description des aquifères

Dans le secteur étudié, un aquifère renferme une ressource en eaux souterraines significative et susceptible d'être exploitée. Il s'agit de la nappe des alluvions de la plaine de Grenoble (nappe d'accompagnement du Drac et de l'Isère). Cette nappe est constituée d'une alternance d'horizons sablo-graveleux caractérisés par des valeurs de perméabilité fortes à moyennes et d'horizons plus ou moins argileux de moindre perméabilité. La masse d'eau concernée est la FRDG317 « Alluvions de l'Y grenoblois Isère/Drac/Romanche ».

La nappe est recoupée sur une dizaine de mètres. Au-delà les terrains sableux restent saturés en eau, mais présentent une perméabilité bien moins élevée.

Cette nappe « superficielle », qui peut être assimilée à la nappe d'accompagnement du Drac, est la cible du projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques.

### 2.3.2. Alimentation de la nappe

L'alimentation de la nappe par infiltration des eaux du Drac constitue la part la plus importante de l'alimentation de la nappe de Grenoble. D'une manière générale, l'imperméabilisation de la ville limite l'alimentation de la nappe par les pluies. Toutefois, localement des zones non imperméabilisées doivent permettre une certaine infiltration et des dispositifs de gestion d'eaux pluviales localisés sur les projets immobiliers les plus récents doivent également favoriser l'infiltration.

### 2.3.3. Piézométrie

Deux simulations hydrodynamiques ont été réalisées par la SEM InnoVia pour évaluer l'impact hydraulique du fonctionnement de l'ensemble des installations de géothermie sur le secteur (cf. **figures 4 et 5**). Elles montrent dans le secteur étudié des écoulements qui se font globalement du Sud vers le Nord. La forme des isopièzes à proximité du Drac montre que celle-ci recharge la nappe alluviale, tandis que l'Isère la draine.

Localement les directions d'écoulement sont modifiées par la présence de drains qui imposent une côte piézométrique. Ainsi, dans le cas d'une crue de l'Isère, l'écoulement se fera préférentiellement de l'Isère vers le drain situé au Sud-ouest et en période d'étiage de l'Isère, la nappe pourrait présenter un gradient faible (niveau relativement plan)



Les niveaux de nappe influencés par les pompages, définis à partir de ces 2 cartes piézométriques sont de l'ordre de 205,5 et 206,75 m NGF.

D'après des mesures effectuées sur les forages de réinjection de la ZAC SEM InnoVia (cf. **figure 3**), le niveau de la nappe était à 206,91 m NGF sur le forage P1 le 21 février 2019 et de 207,75 m NGF sur le forage P2 le 28 février 2019.

D'après le rapport du bureau d'études géotechnique Equaterre (sm/ - 1911010 - GRENOBLE (38) - LE SPRING - LOT PA du 31/01/2020), les niveaux caractéristiques de la nappe sont les suivants :

- EE > 100 ans : 209,25 m NGF
- EH : 50 ans : 208,75 m NGF
- EF : 1 an : 207,5 m NGF
- EB : moyen annuel : 207,0 m NGF

A partir de ces valeurs et de la base des alluvions productives définies à 195,8 m NGF, la hauteur d'alluvions mouillées serait comprise entre 11 et 12 m. Dans la suite de l'étude nous retiendrons une valeur moyenne de 11 m.

Les chroniques piézométriques disponibles dans le secteur de la presqu'île (**figure 6**) mettent en évidence :

- Des périodes de hautes eaux durant les mois de novembre et décembre, mais également en mai et juin ;
- Des étiages en août, septembre et février ;
- Les piézomètres proches de l'Isère présentent des fluctuations plus importantes et des réactions plus rapides.

Un suivi piézométrique sera réalisé par Equaterre dans le piézomètre présent au droit du site, permettant de mieux appréhender les fluctuations de la nappe.

#### 2.3.4. Sens d'écoulement, gradient hydraulique

Les cartes piézométriques mettent en évidence un sens d'écoulement du Sud-est vers le Nord-Ouest.

Le gradient hydraulique de la nappe au droit du site est compris entre  $2,3 \cdot 10^{-2}$  et  $7 \cdot 10^{-3}$  m/m.

#### 2.3.5. Température de la nappe

Des suivis de température ont été effectués à proximité du projet. La chronique des températures est présentée en **figure 7**.

Il apparaît que les températures varient en fonction des saisons, en effet en hiver la température de la nappe est plus basse et en été inversement.

Les températures varient entre 10°C et 19°C.

Un suivi de température, conjoint au suivi piézométrique sera réalisé par Equaterre dans le piézomètre présent au droit du site, permettant de mieux appréhender les fluctuations.



### 2.3.6. Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe

La perméabilité des alluvions récentes du Drac est comprise entre :

- $4.10^{-3}$  et  $8.10^{-3}$  m/s pour les graviers grossiers à galets ;
- $1.10^{-3}$  et  $2.10^{-3}$  m/s pour les sables graveleux.

Lors des pompages d'essais réalisés sur les forages de réinjection de la ZAC SEM InnoVia, les résultats sont les suivants :

- PC1

Durée	1 h	45 min	45 min	1 h	1h
Débit (Q en m <sup>3</sup> /h)	43	60	81	102	116
Rabatement (s en m)	0,48	0,72	1,03	1,35	1,44
Débit spécifique (Q/s en m <sup>3</sup> /h/m)	90	84	78,6	75,6	80,7
Transmissivité déduite du débit spécifique (Tds en m <sup>2</sup> /s)	2,49E-02	2,32E-02	2,18E-02	2,10E-02	2,24E-02
Pertes de charges linéaires (bQ en m)	0	0,59	0,79	0,99	1,13
Pertes de charges quadratiques (cQ <sup>2</sup> en m)	0,06	0,13	0,23	0,36	0,47
Rendement (bQ/(bQ+cQ <sup>2</sup> ) en %)	87%	82%	77%	73%	71%
Transmissivité déduite des pertes de charges linéaire (Tpl en m <sup>2</sup> /s)	2,85E-02				

- PC2

Durée	1 h	1 h	1 h	1 h
Débit (Q en m <sup>3</sup> /h)	43,2	66,6	95,4	121,0
Rabatement (s en m)	0,25	0,38	0,57	0,70
Débit spécifique (Q/s en m <sup>3</sup> /h/m)	172,8	175,3	167,4	174,1
Transmissivité déduite du débit spécifique (Tds en m <sup>2</sup> /s)	4,80E-02	4,87E-02	4,65E-02	4,84E-02
Pertes de charges linéaires (bQ en m)	0,2	0,35	0,51	0,64
Pertes de charges quadratiques (cQ <sup>2</sup> en m)	0,01	0,02	0,04	0,07
Rendement (bQ/(bQ+cQ <sup>2</sup> ) en %)	96%	95%	93%	91%
Transmissivité déduite des pertes de charges linéaire (Tpl en m <sup>2</sup> /s)	5,24E-02			

La transmissivité est comprise entre 2,8 et  $5,4.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s, pour une valeur moyenne de  $4,1.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s. En considérant une épaisseur d'alluvions mouillées de 12,5 m, la perméabilité serait de  $3,2.10^{-3}$  m/s.

Le coefficient d'emmagasinement (non mesuré) pourrait être de  $10^{-1}$ , valeur correspondant à une nappe libre contenue dans des alluvions.

Ces données sont valables dans le cas où aucun aléa géologique (variation latérale de faciès notamment) n'est rencontré.



### 2.3.7. Qualité des eaux

Un prélèvement d'eau a été réalisé à proximité du projet le 2 octobre 2019, dont les résultats sont les suivants :

- Mesure de terrain

Paramètres	Unité	Mesure
pH	-	7,38
Température	°C	14,4
Conductivité	μS/cm	420
Potentiel Redox	mV	174,3

Tableau 2. Mesures in situ

- Analyses en laboratoire (**Annexe II**)

Les analyses des différents sels mettent en évidence une bonne connaissance de la composition de l'eau. En effet la balance anions/cations est très bonne à une précision de l'ordre de 1 %.

Le pH de l'eau (pH d'équilibre ou pH de saturation) est de 7,38 à une température de 14,4°C. Cette valeur permet d'estimer les différents indices définissant la caractéristique physico-chimique de l'eau. Ces indices ont été calculés ci-après aux températures de 4,4 ; 9,4 ; 14,4 ; 19,4,9 et 24,4°C pour définir leur évolution :

Température (°C)	4,4	9,4	14,4	19,4	24,4
pH de saturation (pHs)	7,5	7,4	7,3	7,2	7,2
Indice de Langelier	-0,11	-0,03	0,06	0,14	0,22
Indice de Ryznar	7,6	7,4	7,3	7,1	6,9

Tableau 3. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau en fonction de la température

*Note : L'indice de Langelier informe sur l'aspect entartrant ou agressif de l'eau par rapport au carbonate de calcium.  
L'indice de Ryznar informe sur l'aspect entartrant ou corrosif de l'eau par rapport à l'acier.*

Ces paramètres permettent de conclure que l'eau a un caractère :

- De dissolution à faible température et à une tendance à dépôt à moyenne et forte température (Indice de Langelier),
- D'agressivité notable à faible température, légèrement agressive à moyenne température et à l'équilibre à forte température (Indice de Ryznar).

Le prélèvement effectué n'a pas mis en évidence la présence de fer dissout. Cependant il a mis en évidence la présence de fer total et de manganèse sous formes dissoutes et totale.

Au niveau bactériologique, l'eau présente un très large spectre de bactérie à tendance aérobie (bactéries revivifiables à 22 et 36 °C), tandis qu'il y a peu ou pas bactéries sulfato-réductrices et absence de bactéries ferrugineuses.

La turbidité de l'eau est importante (16 NTU) mettant en évidence une forte présence en matière en suspension (38 mg/l).

De plus, il y a la présence de certains métaux et de COHV en faibles concentrations.



#### Commentaires :

L'eau a une tendance de dissolution à faible température et à une tendance à dépôt à moyenne et forte température. Elle est également d'une agressivité notable à faible température, légèrement agressive à moyenne température et à l'équilibre à forte température

Il est à noter la présence de fer et de manganèse sous les formes dissoutes et totales. Ces concentrations apparaissent comme inférieures à celles mesurées sur des installations géothermiques présentant des problèmes liés à ces paramètres. Les valeurs mesurées n'apparaissent donc pas en l'état comme problématique, il convient toutefois dans le cadre d'une exploitation future de porter une vigilance sur l'évolution de ces paramètres.

La présence de bactéries aérobies peut entraîner une prolifération bactérienne, notamment si présence de zones mortes. Ce risque pourrait être accru avec l'augmentation de la température.

Il sera nécessaire de contrôler régulièrement la qualité bactérienne en fer et en manganèse de l'eau, son évolution au cours des saisons afin d'apprécier la nécessité de faire des nettoyages des installations.

### 2.3.8. Exploitation de la nappe

Le recensement d'ouvrages exploitant la nappe a été réalisé dans un rayon de 700 m. Ce recensement est issu des bases de données existantes (banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau (BNPE), banque de données du sous-sol (BSS), consultation des entreprises de forages, archives Antea Group.

Il faut noter ici que l'inventaire réalisé ne peut être considéré comme exhaustif.



Plusieurs ouvrages sont situés à proximité du projet et montrent une bonne productivité de la nappe (**figure 8**).

Forage	Nature	X (L2 étendu)	Y (L2 étendu)	Usage	Débit d'exploitation	Profondeur (m)
« PAC T5 »	Prélèvement	865032	2028343	Chauffage et rafraichissement	67 (max)	12
« PAC Nord »	Prélèvement	864901	2028398	Chauffage et rafraichissement	67 (max)	14
« PAC T8 »	Réinjection	865089	2028126	Chauffage et rafraichissement		23
« PAC Patio »	Réinjection	864979	2028284	Chauffage et rafraichissement		13,5
« PAC T7 »	Prélèvement	865209	2028151	Chauffage et rafraichissement	100 (max)	10
Ecole Simone Lagrange	Prélèvement	865221	2027819	Chauffage et rafraichissement	30 (max)	12,5
SCI Trinity	Prélèvement	864839	2027958	Chauffage et rafraichissement	31,5 (max)	13,7
Logements commerces CL1	Prélèvement	864801	2027939	Chauffage et rafraichissement	32 (max)	13,7
Logements commerces CL1	Prélèvement	864813	2027925	Chauffage et rafraichissement	32 (max)	12,4
Brigades SNCF	Prélèvement	864827	2028020	Chauffage et rafraichissement	19,3 (max)	12,5
Ilot CK1	Prélèvement	864753	2028017	Chauffage et rafraichissement	20,7(max)	12,2
Ilot CE2	Prélèvement	864709	2028158	Chauffage et rafraichissement	20,3 (max)	13,7
Ilot CE2	Prélèvement	864688	2028131	Chauffage et rafraichissement	20,3 (max)	13,3
Bâtiment UP	Prélèvement	864633	2028160	Chauffage et rafraichissement	21,2 (max)	13,6
Panache	Prélèvement	864633	2028122	Chauffage et rafraichissement	40,6 (max)	12
Pavillon de la mobilité	Prélèvement	864586	2028133	Chauffage et rafraichissement		15,1
Pavillon de la mobilité	Prélèvement	864573	2028139	Chauffage et rafraichissement		13,2
BSS001WQPS	Forage	864846	2027618	Eau industrielle		25
BSS001WQNH	Forage	865037	2027358	Eau industrielle		21,3
OIC Tertiaire	2 forages de prélèvement			Chauffage et rafraichissement	160 (max)	14
SEM InnoVia	2 forages de réinjection					19

Tableau 4: Principaux prélèvements à proximité du projet



## 3. Définition du dispositif de prélèvement

### 3.1. Exploitation envisagée

Dans le cadre d'un projet immobilier situé sur la Presqu'île de Grenoble (38), il est envisagé la possibilité d'exploiter les eaux souterraines à des fins géothermiques. Ce projet permettra de répondre aux besoins en chauffage et rafraîchissement des futurs bâtiment.

En effet, le projet s'inscrit dans l'aménagement de la ZAC Presqu'île. A ce titre, l'aménageur de la ZAC : La SEM Innovia demande que chaque nouveau projet, mette en place une installation de géothermie sur nappe avec un ou plusieurs forages de prélèvement. L'installation de géothermie est raccordée à un réseau d'exhaure, permettant de rejeter ces eaux à l'Isère. Les démarches réglementaires sont prises en compte par la SEM InnoVia, une convention est à établir avec la Métropole de Grenoble pour pouvoir faire le raccordement.

### 3.2. Constitution du futur dispositif de prélèvement

Au vu de la productivité de la nappe, des besoins du projet, il apparaît qu'au droit du site, deux forages de prélèvement sollicitant les alluvions doivent permettre d'atteindre les objectifs fixés pour le projet.

Afin d'assurer l'alimentation en eau des installations, le dispositif préconisé consisterait en :

- 2 forages de prélèvement de 22 m de profondeur/terrain naturel avec des tubages inox de diamètre 800 mm et des crépines en fil enroulé.

En première approche, il a été considéré la réalisation des forages de prélèvement par rapport au terrain naturel, soit à une côte d'environ 214,8 m. Ces valeurs seront confirmées par le plan de terrassement.

En termes de sécurisation de l'installation de géothermie, les diamètres des forages de prélèvement permettront la mise en place de 2 pompes.

Bien entendu, ces caractéristiques sont valides sous réserve de rencontrer au droit du site, les mêmes conditions géologiques et hydrogéologiques que celles déterminées à partir des données bibliographiques.

Les coupes techniques détaillées de ces ouvrages sont précisées dans les paragraphes suivants.

### 3.3. Implantation du dispositif de prélèvement

Le principe général d'implantation des ouvrages de prélèvement est de positionner les ouvrages de prélèvement à une distance suffisamment grande l'un de l'autre pour éviter ou limiter les risques de chevauchement des cônes de rabattements.

En outre, la position des ouvrages doit être définie de telle manière qu'il n'y ait pas d'interaction trop importante entre les différentes installations sur eau de nappe qui sont exploitées au voisinage du site.

Plusieurs implantations de forages sont proposées.



Le forage F1 a été localisé en prenant en compte les éléments suivants :

- Dans le RDB pour être au-dessus des niveaux EB et EF de la nappe définis par Equaterre ;
- Au droit de places de stationnement, pour ne pas gêner lors des opérations de maintenance la continuité de circulation dans le parking ;
- En dehors de la superstructure pour pouvoir faire des opérations depuis la surface, avec l'aménagement de tampon au droit de chaque dalle séparant le forage de la surface ;
- En déplaçant la zone de rétention infiltration des eaux pluviales ;
- De l'infiltration des eaux pluviales en cœur d'îlot ;

Pour l'implantation du 2<sup>ème</sup> forage, 2 positions sont proposées : F2-1 et F2-2, qu'il conviendra de valider ultérieurement.

F2-1 a été défini pour privilégier l'altimétrie de la tête de forage par rapport aux niveaux EB et EF de la nappe définis par Equaterre.

F2-2 a été défini pour privilégier un accès en dehors de la superstructure, avec un risque d'introduction de la nappe dans les sou-sols par la tête de forage aux vues des niveaux EB et EF de la nappe définis par Equaterre.

Pour faciliter les opérations de maintenance, il convient qu'un crochet soit fixé dans le plafond à l'aplomb du forage pour les opérations de levage des pompes immergées.

L'implantation prévisionnelle des forages est présentée en **figure 9**.

### 3.4. Hypothèses retenues pour le dimensionnement

Les hypothèses retenues pour caractériser le site et la nappe au droit du projet sont les suivantes :

- Aquifère sollicité : nappe des alluvions récentes du Drac
- Gradient hydraulique de la nappe :  $1,6.10^{-3}$  m/m ;
- Sens général d'écoulement de la nappe : Sud-est vers le Nord- ouest ;
- Transmissivité :  $4,1.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s ;
- Hauteur d'alluvions mouillées : 11 m ;

### 3.5. Faisabilité hydraulique

Les données disponibles sur l'exploitation des eaux souterraines dans le secteur d'étude permettent d'envisager d'atteindre le débit d'objectif moyennant la réalisation de forages adaptés.

L'exploitation de la nappe créera une baisse du niveau d'eau dans le secteur des forages de prélèvement.

La faisabilité repose donc sur la possibilité d'implanter les ouvrages de telle sorte que les cônes de rabattements ne se superposent pas entre eux, ainsi qu'avec le forage de prélèvement de l'école.

### 3.6. Faisabilité thermique

En raison du fait que le rejet des eaux prélevées se fera à l'Isère, la problématique de recyclage thermique par la réinjection des eaux en nappe n'a pas lieu d'être.



### 3.7. Caractéristiques des forages

Les caractéristiques des forages ont été établies à partir des données bibliographiques disponibles dans le secteur du projet.

Les coupes techniques prévisionnelles des forages sont présentées sur la **figure 10**.

La tête des forages sera accessible depuis les sous-sols, sous un tampon. La tête des forages sera équipée de bride, presses étoupes et mamelon de manière à garantir l'absence d'introduction d'eau superficielle dans les forages.

En fonction de la nature des terrains rencontrés au cours de la foration, la position et la hauteur des crépines pourront être modifiées.



## 4. Dispositions techniques

### 4.1. Etude de faisabilité

L'étude de faisabilité, objet du présent document, doit faire la synthèse des conditions d'exploitation de la nappe à des fins géothermiques et identifier les éventuelles contraintes à prendre en compte.

Elle sera complétée par les résultats des sondages géotechniques, la réalisation d'un prélèvement et analyse d'eau ainsi que la mise en place d'une sonde enregistreuse de niveau d'eau et température sur un piézomètre qui aura été réalisé sur le site.

### 4.2. En amont des travaux

La réalisation de forages, le prélèvement d'eau souterraine et la réalisation d'une installation géothermique sont soumis à une réglementation spécifique.

Les démarches administratives préfectorales doivent être effectuées en amont de la réalisation des travaux.

#### 4.1. En phase travaux

Ingénierie du projet réalisée par un bureau d'études hydrogéologie avec :

- Maîtrise d'œuvre pour les forages de prélèvement et de réinjection ;
- Recommandations pour les équipements de pompage et de mesures ;
- Suivi et interprétation de la foration et des pompages d'essais ;
- Qualité de l'eau ;
- Adaptation du projet en fonction de la réalité du terrain.

Equipements et dispositions spécifiques :

- **Tête de puits** : une attention particulière devra être apportée aux équipements de tête afin d'empêcher toute infiltration d'eaux depuis la surface vers la nappe (cimentation annulaire, tube hors sol et tampon étanche). Le forage de réinjection devra être équipé de manomètres et d'un robinet 2" pour la réalisation de mesures ponctuelles.
- **Pompage** : pompe équipée de variateur de vitesse afin d'optimiser au mieux l'installation, le débit d'exploitation sera ainsi régulé en fonction des besoins réels de l'installation ;
- **Robinet de prélèvements et manomètres** en amont et aval de l'échangeur ;
- **Equipements de mesure** : débitmètre, niveau d'eau, température sur chaque forage. Ces mesures doivent être enregistrées.
- **Filtre** : mise en place d'un dispositif de filtres autonettoyants permettant de retenir les particules fines tout en maintenant une exploitation géothermique de l'installation. Le nombre de filtre devra être doublé et installé en parallèle, de manière à pouvoir réaliser des opérations de maintenance en plus de celles réalisées par l'auto nettoyage.



- **Echangeur** : le nombre d'échangeur devra être doublé et installé en parallèle de manière à pouvoir réaliser des opérations de maintenance. Les échangeurs devront être démontables pour pouvoir procéder à leur nettoyage éventuel.
- **Local technique** : l'espace autour des filtres et échangeurs devra être suffisant pour permettre une libre circulation et le démontage de ces éléments.

## 4.2. En phase d'exploitation

Le suivi du volume, du débit d'exploitation, du niveau d'eau et de la température mesurés sur les forages de pompage et de rejet permettra :

- **Le contrôle de la productivité des forages géothermiques.** Il s'agit de calculer, à partir des données de débits et de niveaux d'eau, les débits spécifiques observés au cours de la période de suivi pour les forages d'exploitation, puis de vérifier l'absence d'écart et de dérive (évolution) par rapport à la courbe caractéristique initiale des forages.
- **Le contrôle des apports thermiques à la nappe par rapport aux prévisions.** Il s'agit d'évaluer, à partir des volumes et températures relevés, les apports thermiques effectués à la nappe au cours de la période de suivi, puis de vérifier l'absence d'écart ou de dérive par rapport à l'exploitation initialement envisagée.

En cas de constat d'écarts ou de dérives, des mesures préventives et/ou correctives seront à mettre en œuvre.

Par ailleurs, des actions ponctuelles consistant en :

- **Une analyse d'eau au point de production** (physico-chimique et bactériologique) permettra d'évaluer le caractère de l'eau (entartrant et/ou corrosif), les risques liés à son exploitation (entartrage, développement bactérien, etc.), ainsi que de suivre l'évolution de sa qualité dans le temps. Sur la 1<sup>ère</sup> année, la fréquence sera mensuelle et en fonction des résultats pourra être espacée dans le temps.
- **Une inspection vidéo des forages de production et de rejet** au bout de 6 mois, puis tous les 2 ans permettra de vérifier le bon état des ouvrages dans leur ensemble, des ouvertures des crépines et de la présence de particules en fond d'ouvrages.



## 5. Aspects réglementaires

La réalisation et la mise en exploitation d'une installation de géothermie nécessitent d'effectuer un dossier réglementaire en vue d'une instruction administrative.

Le projet entre dans le cadre du Code Minier et des installations de basse température (<150°C) qui nécessitent l'obtention d'un titre minier de recherche et d'exploitation et d'une autorisation.

Dans le cas présent l'installation de géothermie étant raccordée au réseau d'exhaure de la ZAC Presqu'île, celle-ci est d'un point de vue réglementaire intégré dans l'arrêté préfectoral DDPP-ENV-2016-09-06 porté par la SEM InnoVia. Toutefois, il est nécessaire d'établir une convention de rejet avec la Métropole de Grenoble pour l'utilisation du réseau d'exhaure vers l'Isère. Cette convention oblige le maître d'ouvrage à mettre en œuvre une instrumentation (décrite dans 4. Dispositions techniques) et une remontée de cette dernière pour répondre aux exigences réglementaires.



## 6. Conclusions et recommandations

Dans le cadre d'un projet immobilier situé sur la Presqu'île de Grenoble (38), il est envisagé la possibilité d'exploiter les eaux souterraines à des fins géothermiques. Ce projet permettra de répondre aux besoins en chauffage et rafraîchissement des futurs bâtiment.

En effet, le projet s'inscrit dans l'aménagement de la ZAC Presqu'île. A ce titre, l'aménageur de la ZAC : La SEM Innovia demande que chaque nouveau projet, mette en place une installation de géothermie sur nappe avec un ou plusieurs forages de prélèvement. L'installation de géothermie est raccordée à un réseau d'exhaure, permettant de rejeter ces eaux à l'Isère. Les démarches réglementaires sont prises en compte par la SEM InnoVia, une convention est à établir avec la Métropole de Grenoble pour pouvoir faire le raccordement.

Selon les informations fournies par le bureau d'études thermique Amstein Walthert, les hypothèses de fonctionnement retenues, pour l'exploitation géothermique envisagée sur la nappe, sont les suivantes :

Fonctionnement prévisionnel de la future installation géothermique		
Période	Hivernale	Estivale
Durée (mois)	5	4
Période	NOV-MARS	JUIN - SEPTEMBRE
Fonctionnement	Chauffage	Rafrachissement
Besoins énergétiques (kW)	500	250
Installation fonctionnant sur eau de nappe		
Ecart thermique maximal entre eau pompée et eau rejetée ( $\Delta T$ )	-4 °C	+2 °C
Débit maximal pompé en nappe (m <sup>3</sup> /h)	86	159
Durée de fonctionnement du débit maximum	2 h	4 h
Débit moyen pompé en nappe sur la période (m <sup>3</sup> /h)	25	25
Volume prélevé en nappe (m <sup>3</sup> )	35 000	

D'après l'examen des données bibliographiques et les caractéristiques du projet, il apparaît que la réalisation de deux forages de prélèvement permettra d'assurer les besoins en eau souterraine de l'installation thermique du projet. Après passage dans les échangeurs thermiques, les eaux prélevées seront intégralement rejetées à l'Isère. Ces forages solliciteront la nappe des alluvions récentes du Drac.

Enfin, sur le plan réglementaire, une convention de rejet est à établir avec la Métropole de Grenoble.

Les démarches administratives préfectorales doivent être effectuées en amont de la réalisation des travaux.



### **Observations sur l'utilisation du rapport**

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



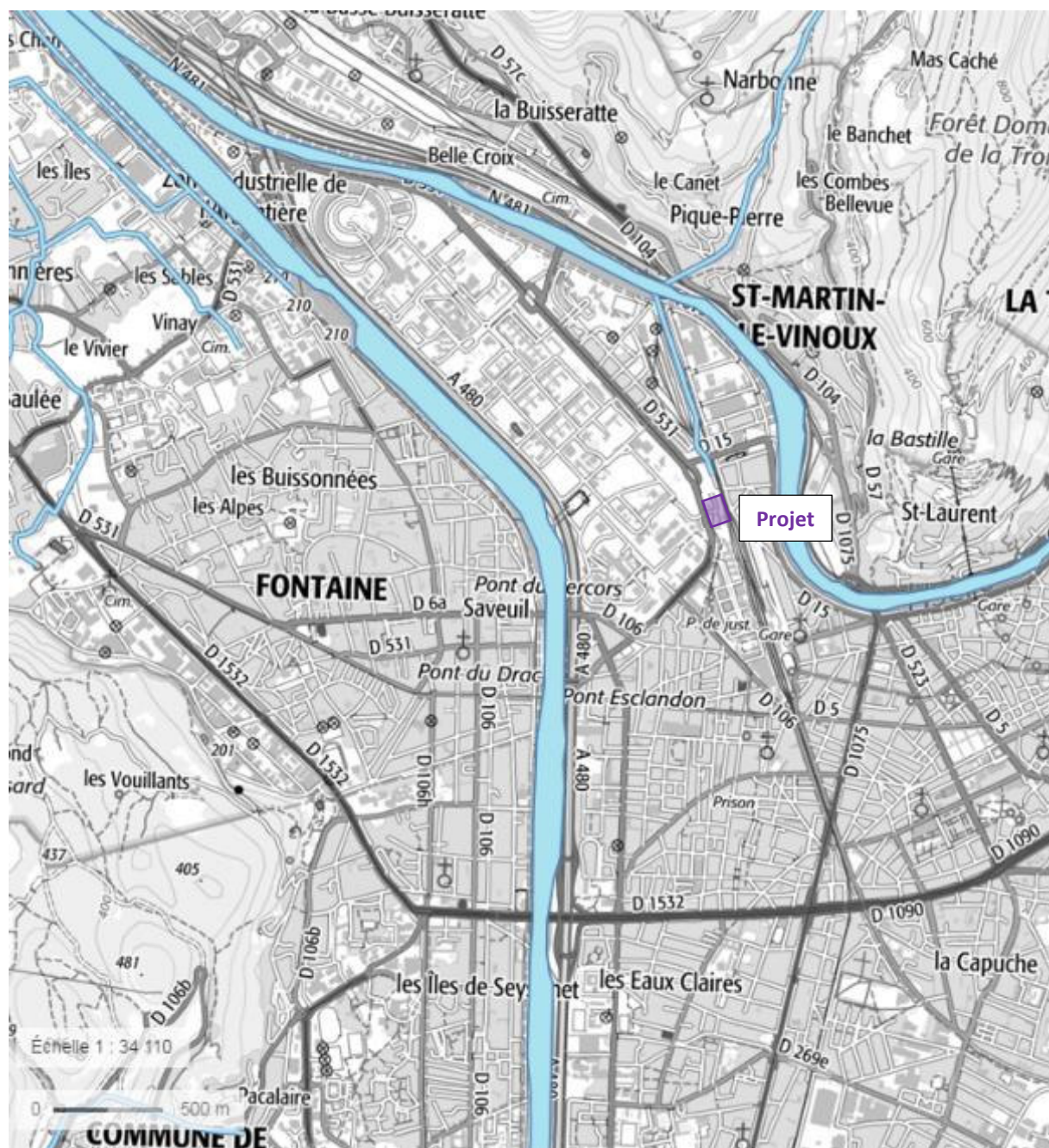


Figure 1. Localisation du projet



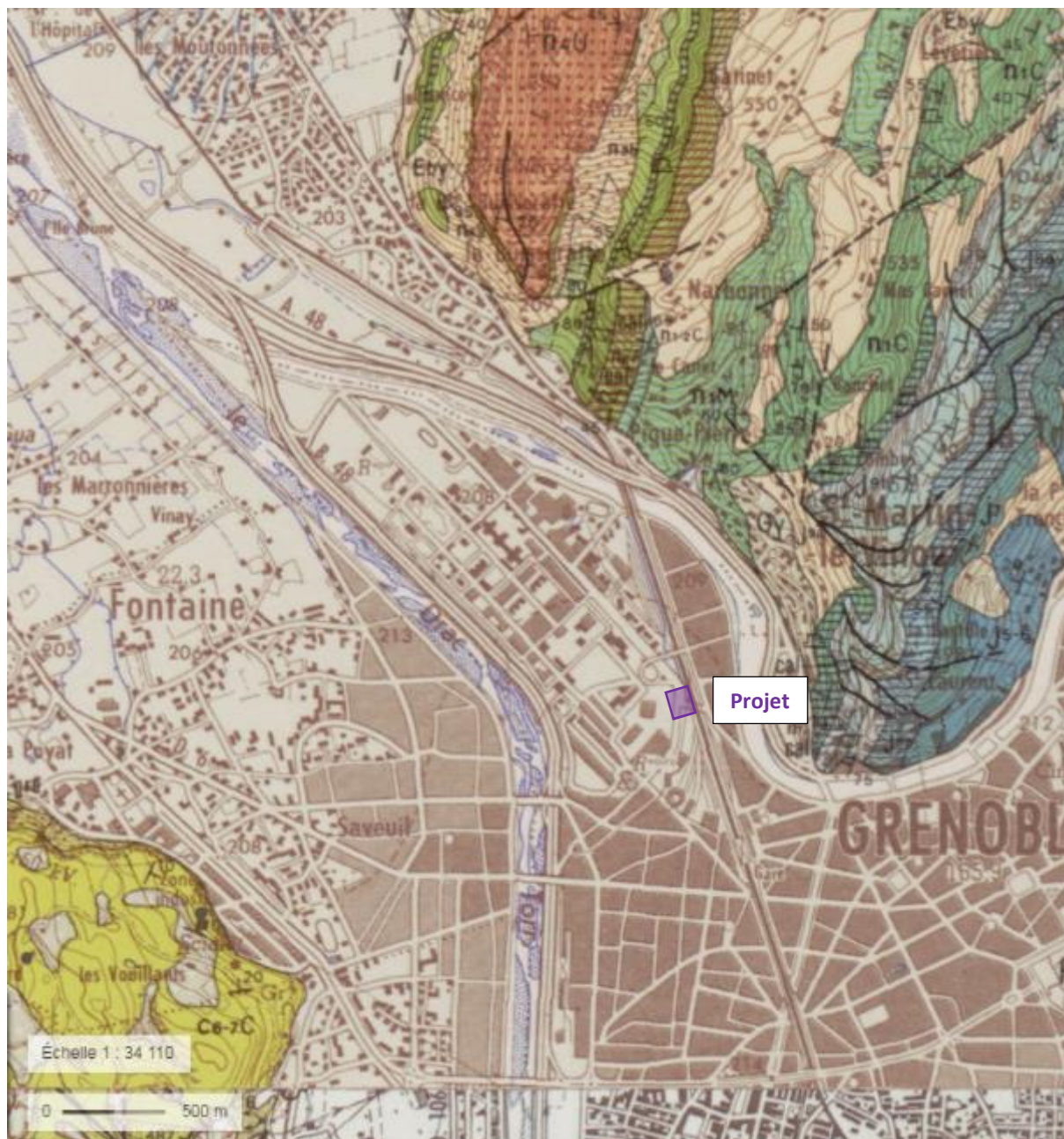


Figure 2. Carte géologique





Figure 3. Localisation des ouvrages et des coupes lithologiques autour du projet



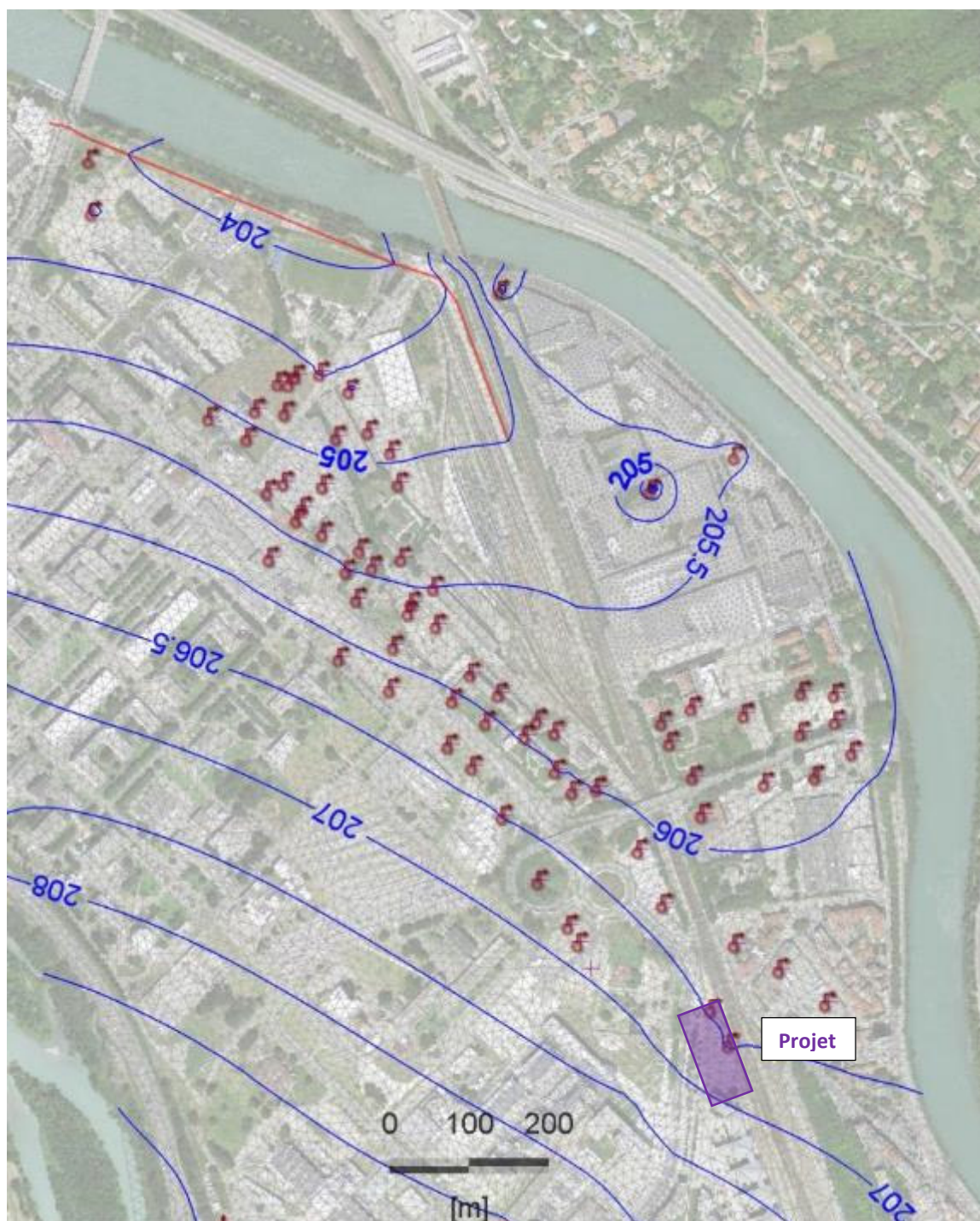


Figure 4 : Résultats de la simulation de pompage en régime transitoire pendant 5 ans, impact hydraulique au mois de mars (SEM  
 InnoVia, avril 2015)



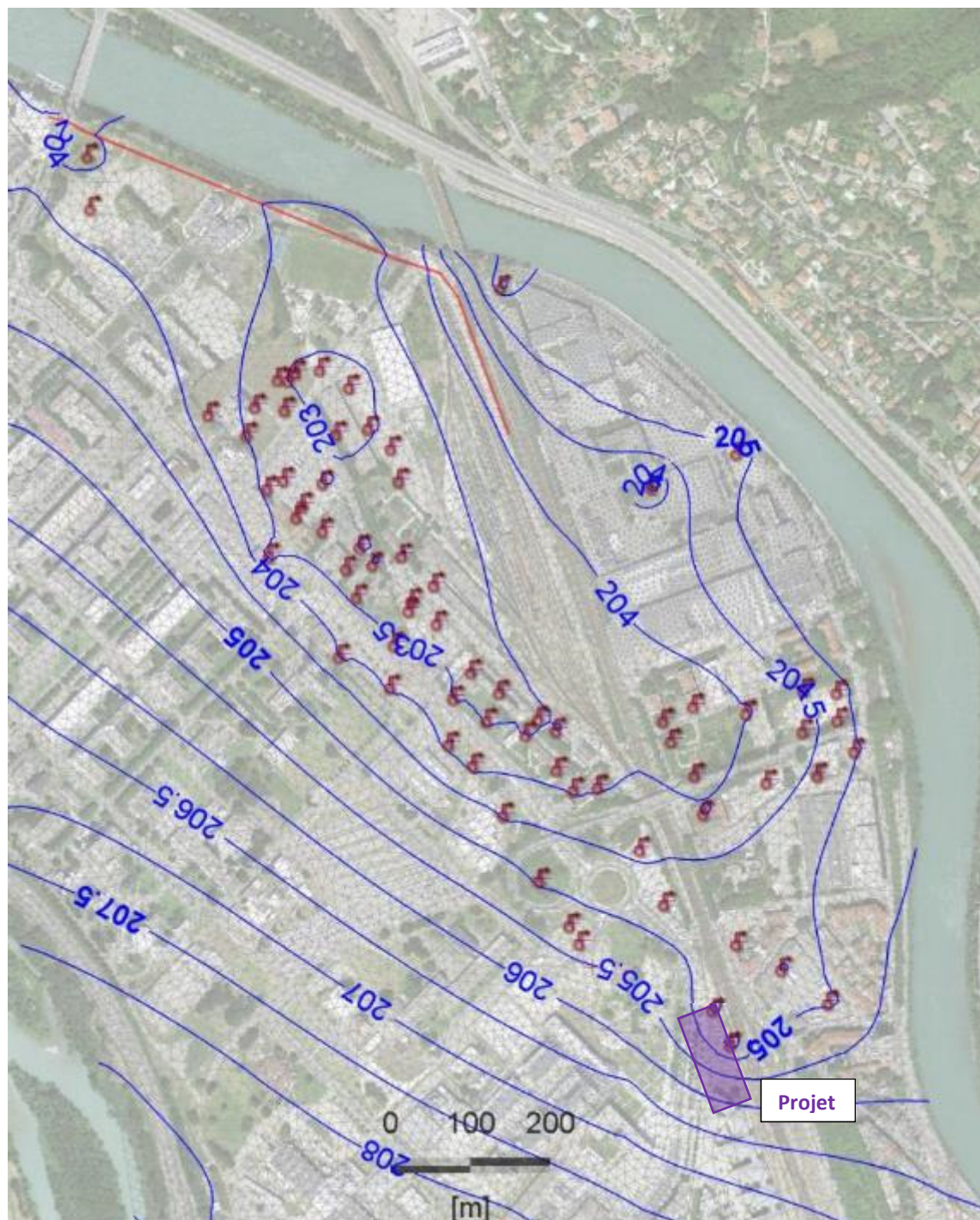


Figure 5: Résultats de la simulation de pompage en régime transitoire pendant 5 ans, impact hydraulique au mois d'août (SEM InnoVia, avril 2015)



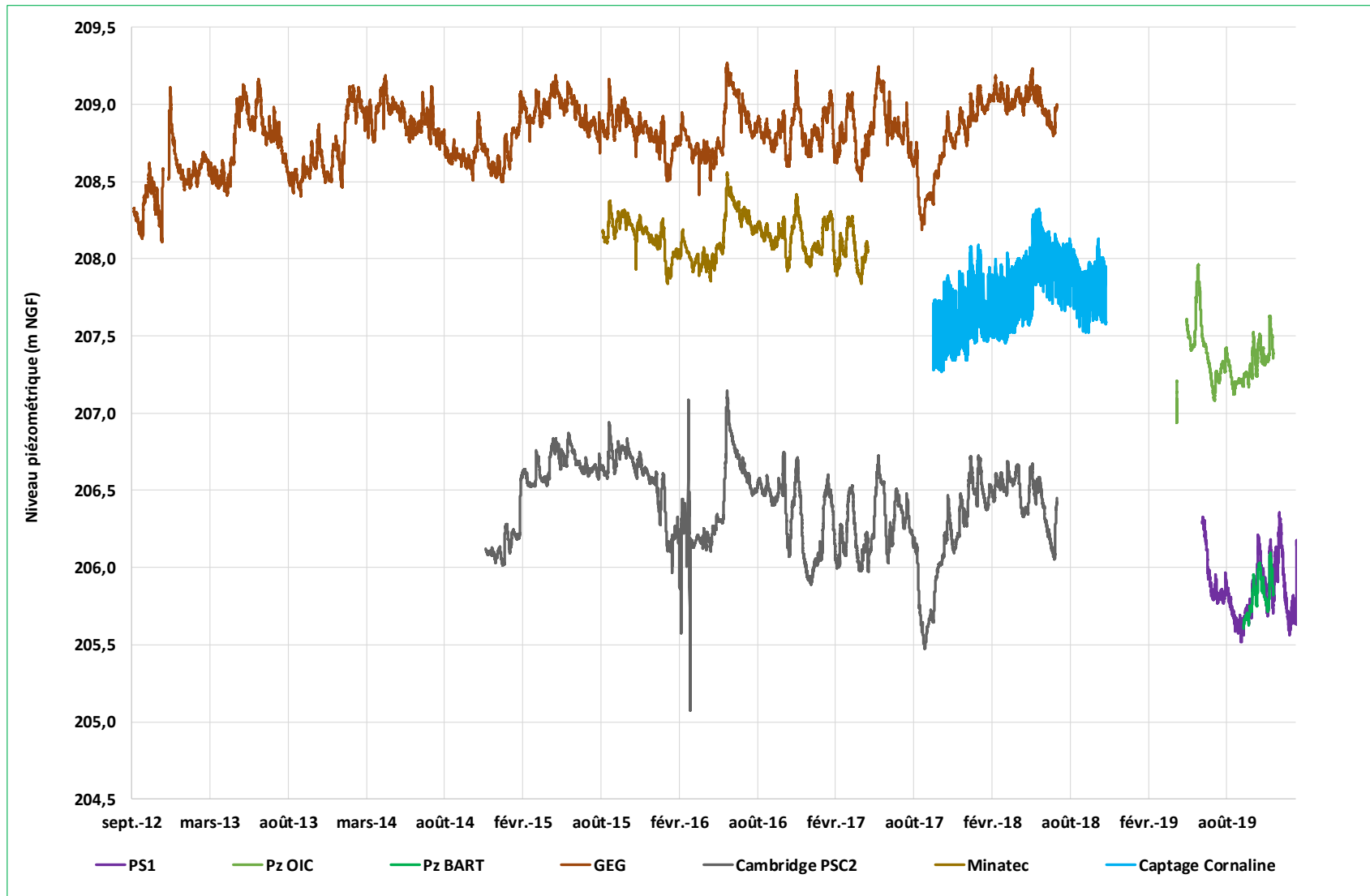


Figure 6: Chronique piézométrique à proximité du projet



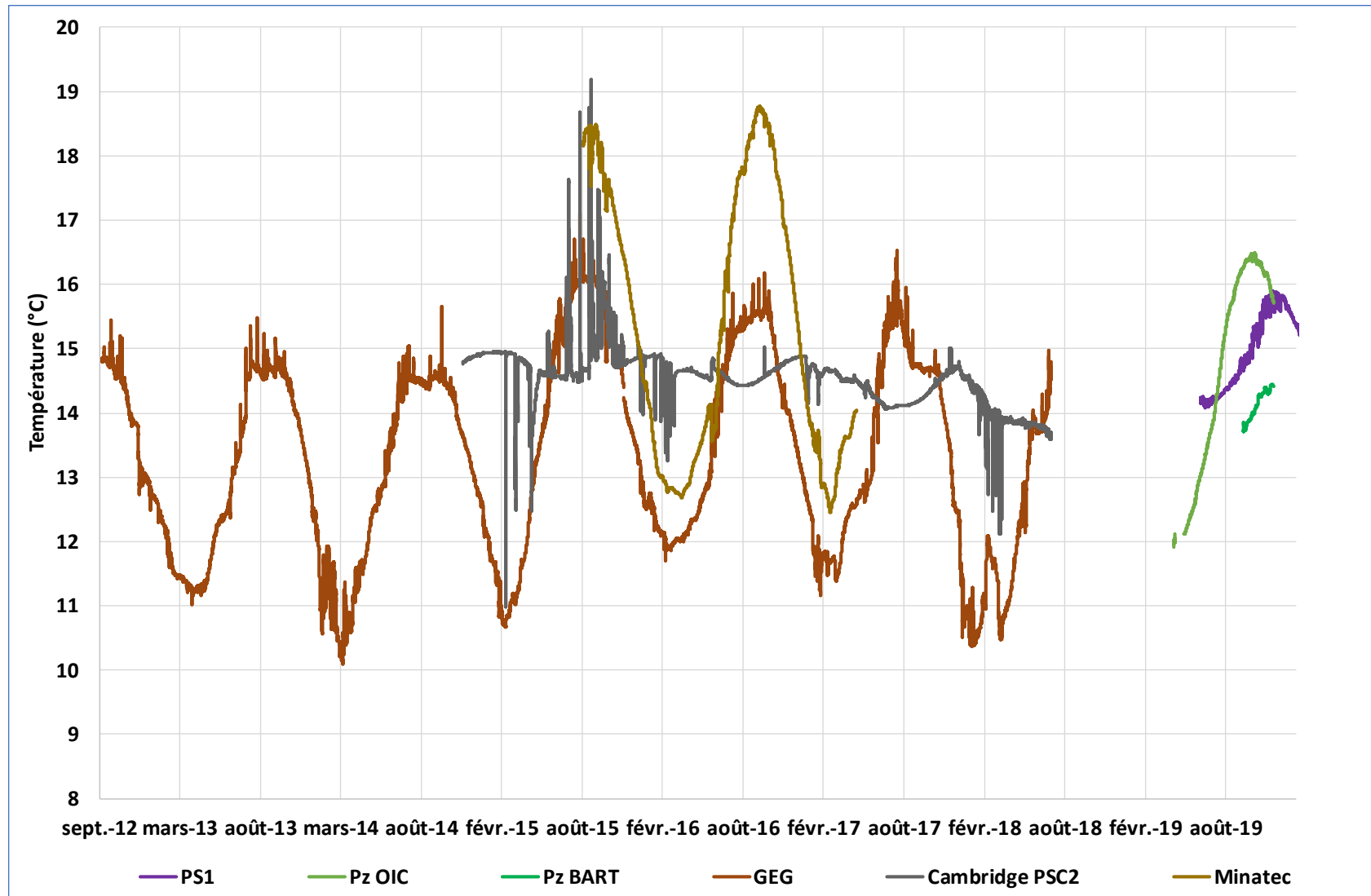


Figure 7 : Température de la nappe à proximité du projet



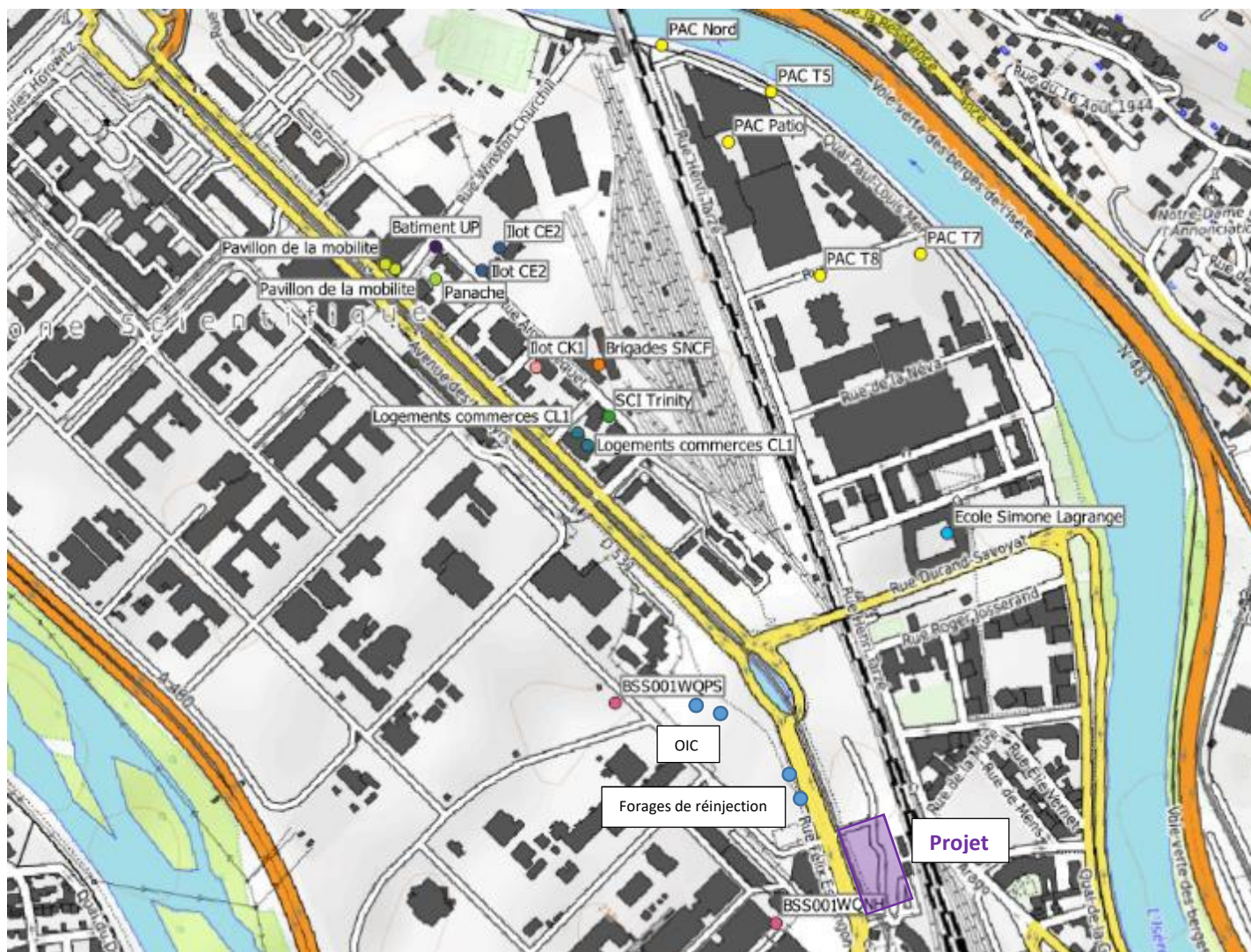


Figure 8. Implantation des forages de géothermie au droit du projet







Renseignements géologiques			Renseignements techniques	Equipement		Altimétrie		
Prof. (m)	Nature du Sol		Niveau de la nappe	Foration	Tampon étanche et verrouillable à l'aplomb du forage diamètre 800 mm minimum			
				0,0 RDH		214,12		
		Remblais	208		Tampon étanche et verrouillable à l'aplomb du forage diamètre 800 mm minimum			
4,0				3,4 RDB			210,76	
		Alluvions gravelo-sableuse		4,9		Regard de visite	209,26	
				6,9	Cimentation	Tube plein en acier INOX diamètre 600 mm de 4,4 à 8,4 m/RDH (4 m)		
				6,4 Bouchon d'argile			206,1	
		207		Foration selon la technique Benoto avec mise en place de tubes de soutènement provisoires diamètre 1200 mm	Massif filtrant 2/4 mm	Tube crépiné en acier INOX diamètre 800 mm de 8,4 à 18,4 m/RDH (10 m) fil enroulé slot 1 mm		
19,0								195,8
21,4		Argile					21,4	Tube plein en acier INOX diamètre 800 mm de 18,4 à 21,4 m/RDH (3 m)

Figure 10. Coupes lithologique et technique prévisionnel des forages de prélèvement





# ANNEXES

- Annexe I :        Coupes lithologiques des forages à proximité du projet  
Annexe II :      Analyse d'eau réalisé à proximité du projet



## Annexe I : **Coupes lithologiques des forages à proximité du projet**



Affaire : 815.09.0083

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 926.06

Y : 4 225 214.71

Site : Secteur Minatec

Coordonnée altimétrique

Date : 03/10/2012

Z : +211.79

Technicien : E. Evrard

COTES	PROF. (m)	STRAT	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	INDICES ORGANOLEPTIQUES		MESURES		ECHANT. (m) ▨ prélevé ■ analysé	FORATION		PIEZOMETRE et NIVEAU d'EAU
				Description	-	+	PID (ppmV)	( )	Outil	Tubage	
+211.79	0.00	0	Remblais : limons								0.20m
+210.79	1.00	1	Graviers sableux								1.00m
	2										2.00m
	3										
	4										
+206.79	5.00	5	Graviers sableux et argileux								
+205.79	6.00	6	Graviers sableux								
	7										
+203.79	8.00	8									8.00m



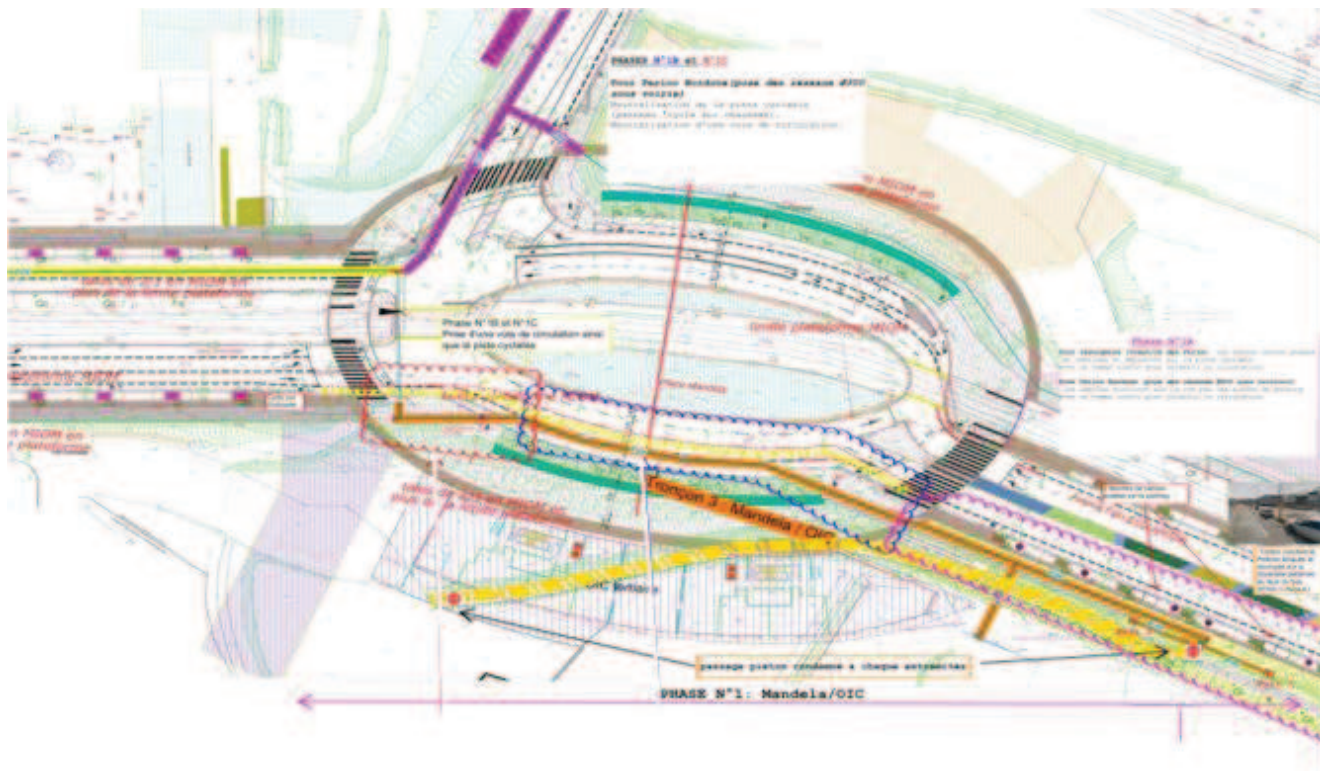


Figure 2 : Localisation du chantier

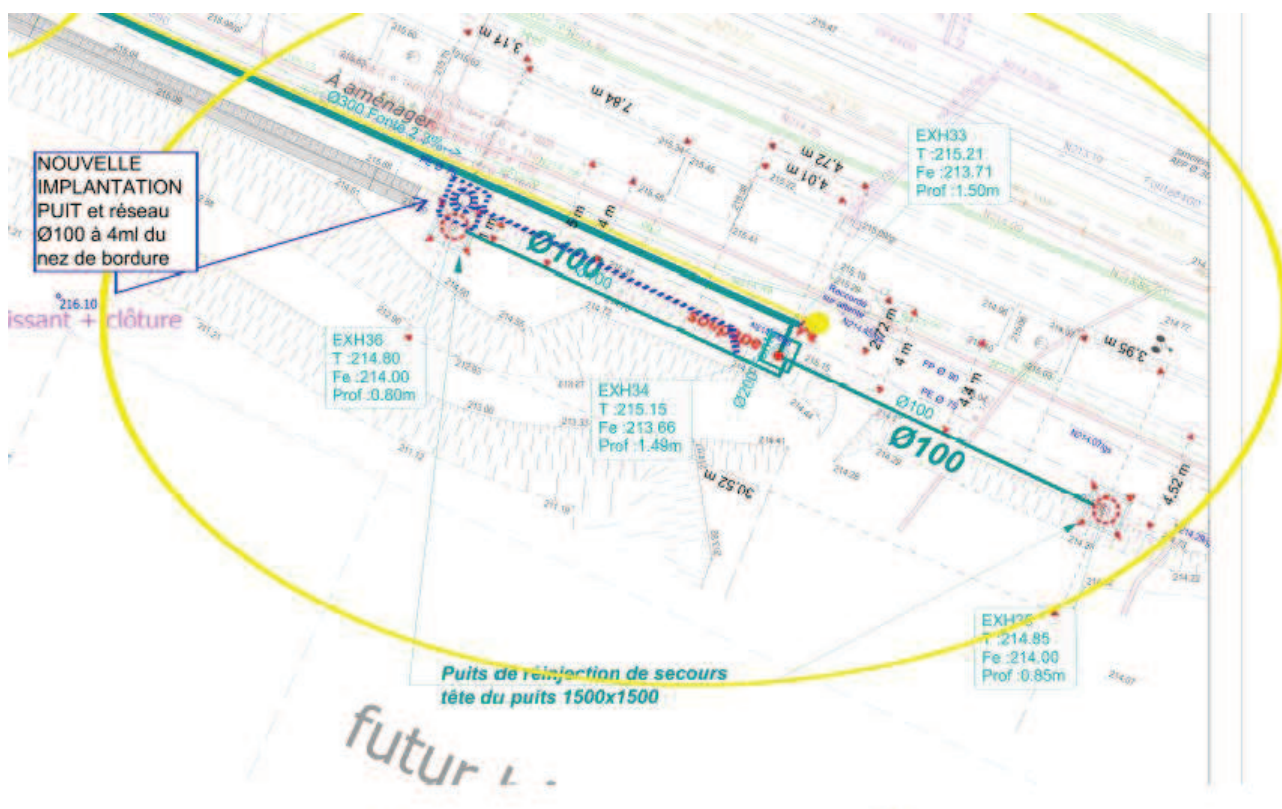
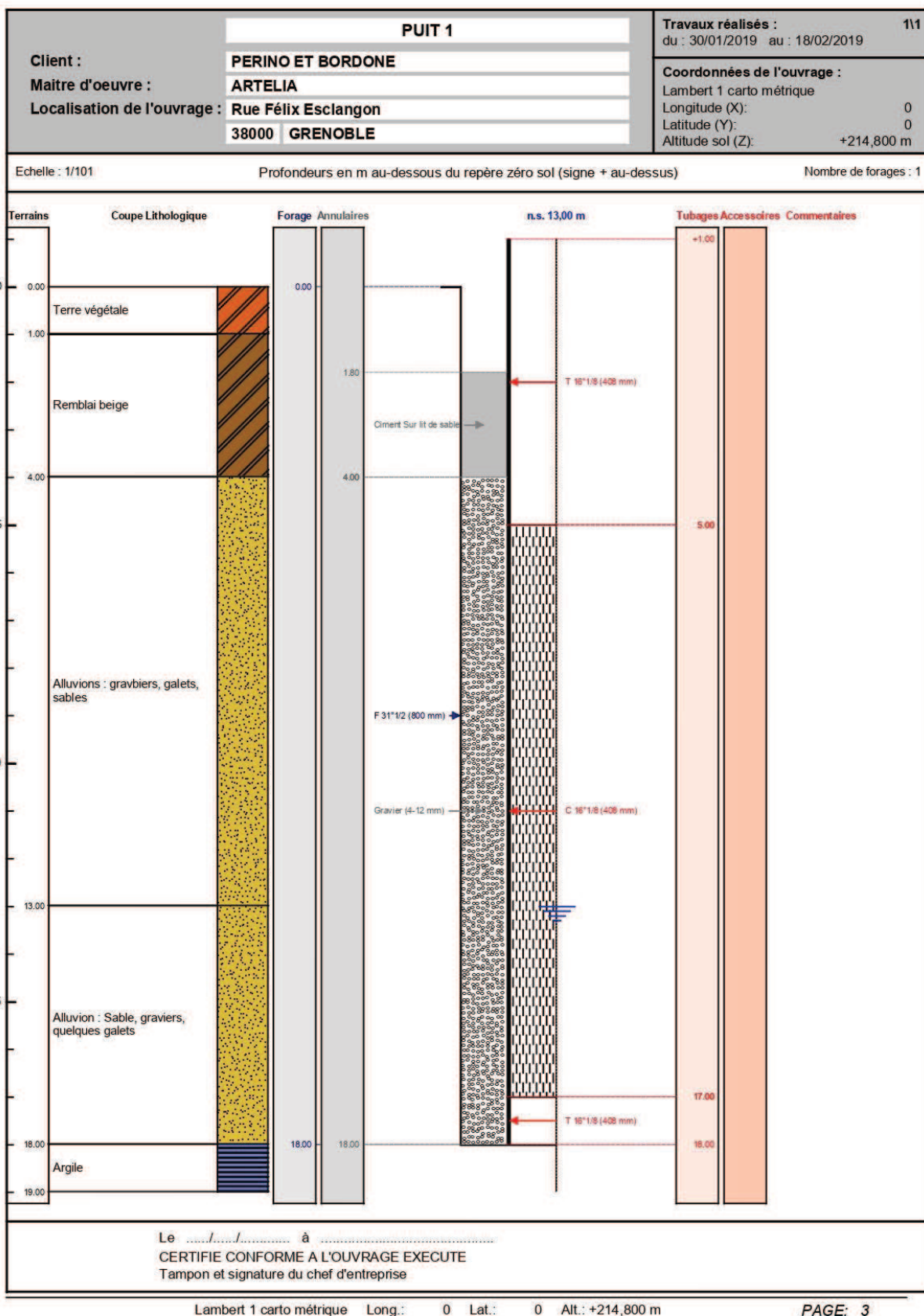


Figure 3: Plan d'implantation des forages





**Figure 4: Coupe technique et géologique du forage Injection de secours P1**



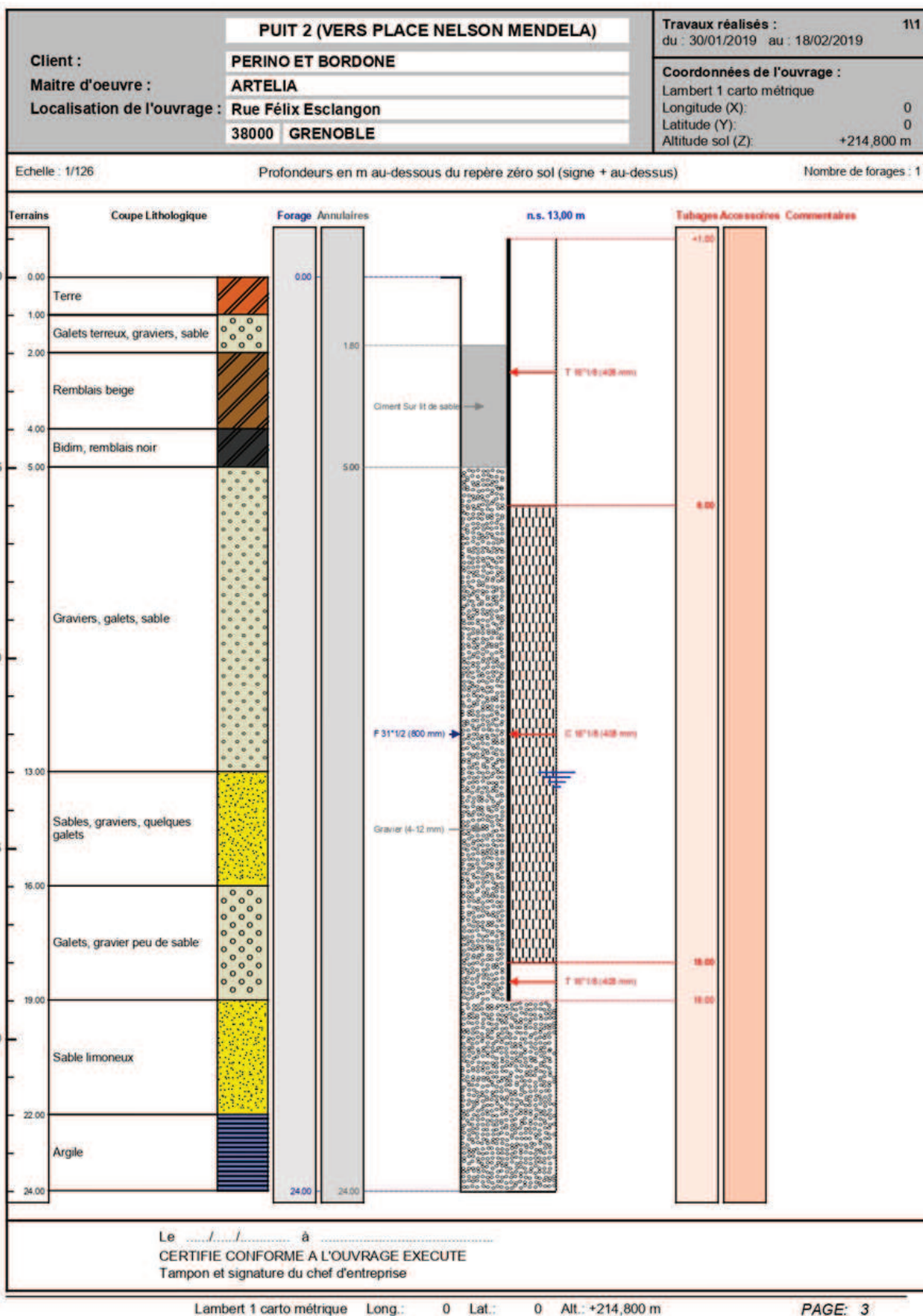


Figure 5 : Coupe technique et géologique du Forage Injection de secours P2



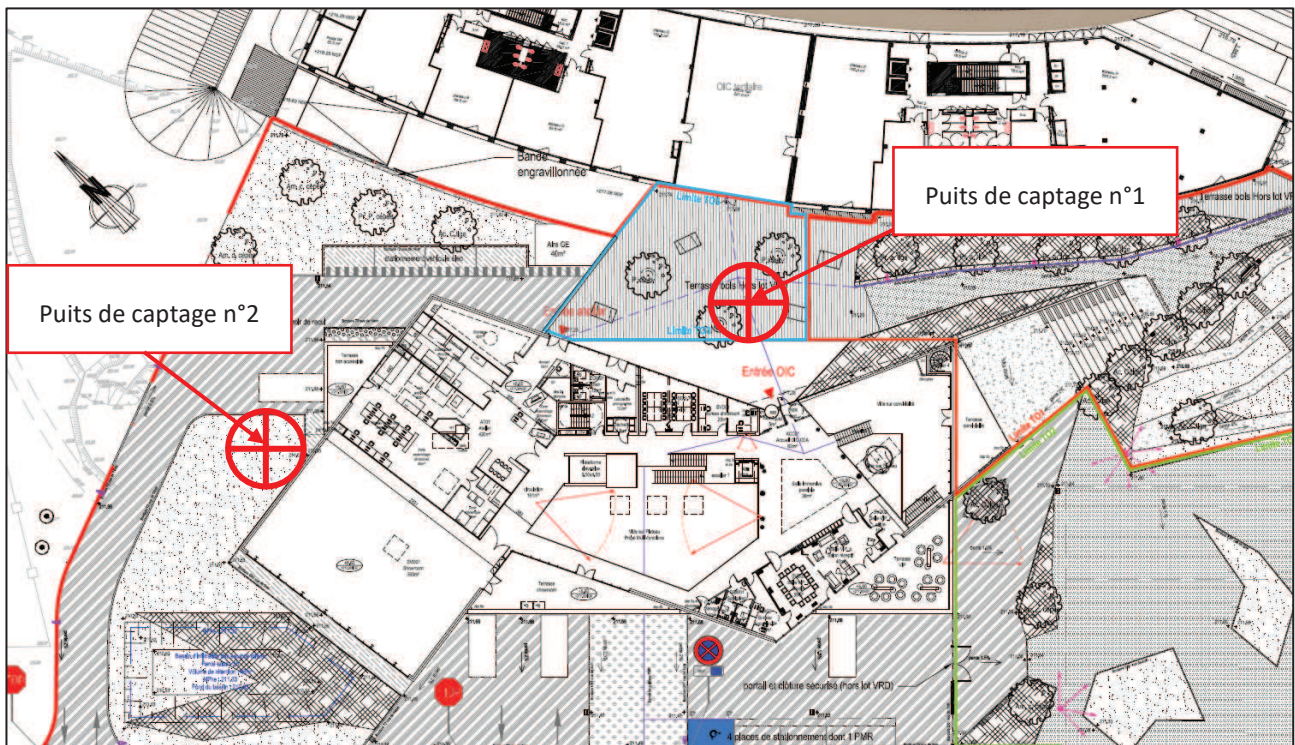


Figure 2 : Plan de masse du projet

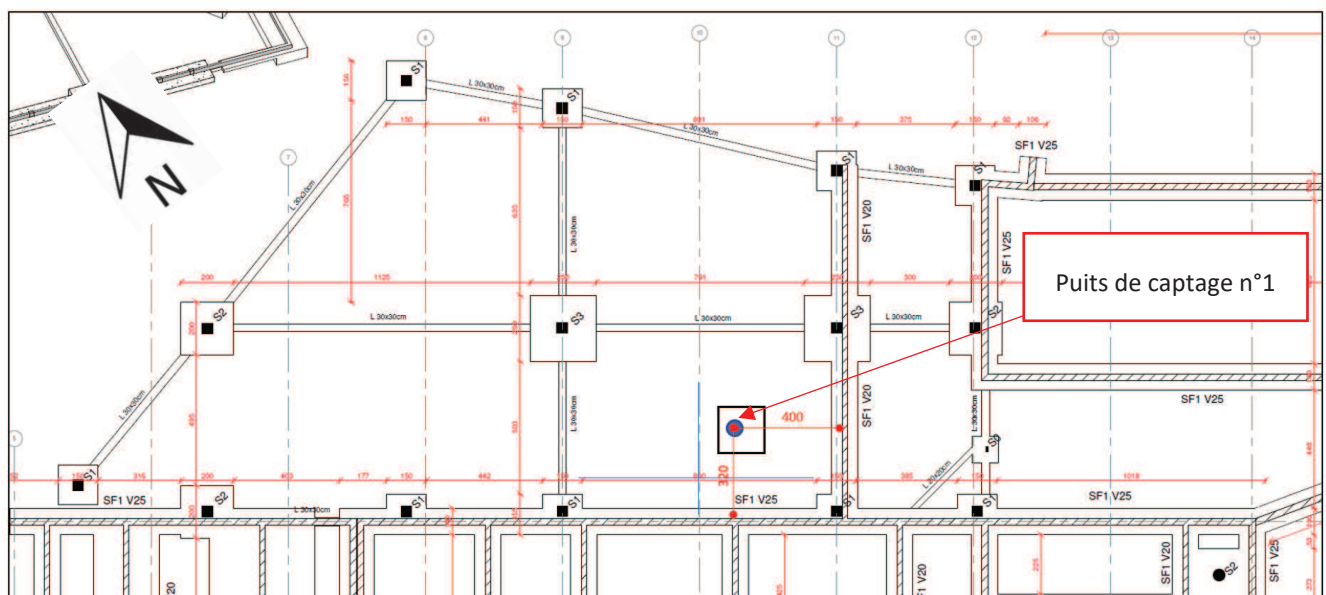


Figure 3 : plan d'implantation du puits n°1



## 4. COUPES TECHNIQUES DES PUIITS

Nom de l'ouvrage		Puits de captage géothermique n°1		
Date de réalisation		septembre et octobre 2018		
Méthode de forage		Forage par Havage BENOTO ø 880 mm		
Coupe lithologique	Profondeur en m	Coupe technique		Altitude en m NGF
		Equipement	Complétion	
	0,0	<i>Niveau supérieur de la dalle de couverture du regard béton</i>		211,48
Galets	1,6	Regard de visite 1500x1500 mm	Remblai	209,88
Sables fins 60% et galets 40%	4,0	Tube plein acier inoxydable 304L Øext610 mm épaisseur de 5 mm résistance à l'écrasement 2,1 bars	Béton C25/30 XC1	207,48
	5,0		argile en billes	206,48
	6,0			205,48
Galets	8,0	Tube acier inoxydable 304L Ø587x609 mm	Graviers roulés lavés siliceux 4 à 8 mm	203,48
Galets 70% et sables moyens 30%	11,0	Crépine à fil enroulé slot 0,75 mm vide 18% débit admissible = 36 m3/h/m à 3cm/s		200,48
	11,6	résistance à l'écrasement 2 bars		199,88
Galets dans matrice argileuse noir	12,0			199,48
Argile silteuse noire	13,0	Tube plein acier inoxydable 304L Øext609 mm épaisseur de 5 mm et fond plein soudé ep 5 mm		198,48
	14,0			197,48
	15,0			196,48



Nom de l'ouvrage		Puits de captage géothermique n°2		
Date de réalisation		avril 2019		
Méthode de forage		Forage par Havage BENOTO ø 880 mm		
Coupe lithologique	Profondeur en m	Coupe technique		Altitude en m NGF
		Equipement	Complétion	
	0,0	<i>Niveau supérieur du tampon fonte</i>		211,50
Sables 50% et galets	1,6	Regard de visite 1500x1500 mm	Remblai	209,90
	4,0	Tube plein acier inoxydable 304L Øext610 mm épaisseur de 5 mm résistance à l'écrasement 2,1 bars	Béton C25/30 XC1	207,50
	5,0		argile en billes	206,50
Graviers 80% et sable	7,5	Tube acier inoxydable 304L Ø587x609 mm Crépine à fil enroulé slot 0,75 mm vide 18% débit admissible = 36 m3/h/m à 3cm/s résistance à l'écrasement 2 bars	Graviers roulés lavés siliceux 2 à 4 mm	204,00
	8,5			203,00
	9,5			202,00
Sables 80% et graviers, galets	11,5	Tube plein et fond plein soudé ep 5 mm	Graviers roulés lavés siliceux 4 à 8 mm	200,00
	12,5		Graviers roulés lavés siliceux 2 à 4 mm	199,00
	13,5			198,00
Silts noirs	15,0			196,48



Annexe II : **Analyse d'eau réalisé à proximité du projet**



Edité le : 22/10/2019

Rapport d'analyse Page 1 / 4

ANTEA

M. Edouard TISSIER

109 Rue des Mercières  
69140 RILLIEUX LA PAPE**Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 4 pages.****La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.****L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.****Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).**

<b>Identification dossier :</b>	LSE19-173698	<b>Référence contrat :</b>	LSEC19-5505
<b>Identification échantillon :</b>	<b>LSE1910-29916-1</b>		
<b>Doc Adm Client :</b>	Cde 19399 - Imputation RHAP190552		
<b>Nature:</b>	Eau souterraine		
<b>Origine :</b>	BART		
<b>Dept et commune :</b>	<b>38 GRENOBLE</b>		
<b>Prélèvement :</b>	Prélevé le 02/10/2019 à 12h00 Réception au laboratoire le 02/10/2019 Prélevé par le client ANTEA / Mlle VIOLETT Circonstances atmosphériques : Pluie Température : 15 °C		

**Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.**

Date de début d'analyse le 02/10/2019

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
<b>Analyses microbiologiques</b>							
Bactéries ferrugineuses	Absence	-	Examen microscopique				
Bactéries sulfato-réductrices	[1-10]	/ml	Kit Labège BSR	Méthode interne semi-quantitative			#
Microorganismes aérobies à 36°C	> 300	UFC/ml	Incorporation	NF EN ISO 6222			#
Microorganismes aérobies à 22°C	> 300	UFC/ml	Incorporation	NF EN ISO 6222			#
<b>Caractéristiques organoleptiques</b>							
Turbidité	16	NFU	Néphélométrie	NF EN ISO 7027			#
<b>Analyses physicochimiques</b>							
<b>Analyses physicochimiques de base</b>							
Indice hydrocarbures (C10-C40)	< 0.1	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			1
Profil d'hydrocarbures	-	-	GC/FID	NF EN ISO 9377-2			#
Indice hydrocarbures volatils	< 50	µg/l	HS/GC/FID	Méthode interne M_ET164			#
Conductivité électrique brute à 25°C	607	µS/cm	Conductimétrie	NF EN 27888			#
TA (Titre alcalimétrique)	0.00	° f	Potentiométrie	NF EN 9963-1			#

.../...



Doc Adm Client : Cde 19399 - Imputation RHAP190552

Paramètres analytiques		Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité
TAC (Titre alcalimétrique complet)		19.00	° f	Potentiométrie	NF EN 9963-1		#
Matières en suspension totales		38	mg/l	Gravimétrie après filtration-filtre Whatman 934 AH	NF EN 872		#
TH (Titre Hydrotimétrique)		25.42	° f	Calcul à partir de Ca et Mg	Méthode interne M_EM144		#
Résidu sec à 105°C		430	mg/l	Gravimétrie	NF T90-029		1
Fluorures		0.11	mg/l F-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1		#
<b>Analyse des gaz</b>							
Hydrogène sulfuré		0	-	Test olfactif qualitatif	Méthode interne		
<b>Cations</b>							
Calcium dissous		85.7	mg/l Ca++	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885		#
Magnésium dissous		9.7	mg/l Mg++	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885		#
Sodium dissous		28.2	mg/l Na+	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885		#
Potassium dissous		2.2	mg/l K+	ICP/AES après filtration	NF EN ISO 11885		#
<b>Anions</b>							
Carbonates		0	mg/l CO3--	Potentiométrie	NF EN 9963-1		#
Bicarbonates		232.0	mg/l HCO3-	Potentiométrie	NF EN 9963-1		#
Chlorures		46.4	mg/l Cl-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1		#
Sulfates		61	mg/l SO4--	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1		#
Nitrates		3.8	mg/l NO3-	Flux continu (CFA)	NF EN ISO 13395		#
<b>Métaux</b>							
Arsenic total	8METBAS	1.60	µg/l As	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Cadmium total	8METBAS	0.015	µg/l Cd	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Chrome total	8METBAS	0.8	µg/l Cr	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Fer dissous		< 0.010	mg/l Fe	ICP/MS après filtration	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Fer total		0.462	mg/l Fe	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Manganèse dissous		0.015	mg/l Mn	ICP/MS après filtration	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Manganèse total		0.071	mg/l Mn	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Nickel total	8METBAS	1.5	µg/l Ni	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Plomb total	8METBAS	1.82	µg/l Pb	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Cuivre total	8METBAS	1.72	µg/l	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Mercure total	8METBAS	< 0.01	µg/l Hg	Fluorescence après minéralisation bromure-bromate	Méthode interne M_EM156		#
Zinc total	8METBAS	5.5	µg/l Zn	ICP/MS après acidification et décantation	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
<b>COV : composés organiques volatils BTEX</b>							
Benzène	TBTEX	< 0.5	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 11423-1		#
Toluène	TBTEX	3.0	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 11423-1		#
Ethylbenzène	TBTEX	< 0.5	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 11423-1		#
Xylènes (m + p)	TBTEX	< 0.1	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 11423-1		#
Xylène ortho	TBTEX	< 0.05	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 11423-1		#



Doc Adm Client : Cde 19399 - Imputation RHAP190552

Paramètres analytiques		Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité
Styrène	TBTEX	< 0.5	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 11423-1		#
Isopropylbenzène (cumène)	TBTEX	< 0.5	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 11423-1		#
Somme des BTEX quantifiés	TBTEX	3.00	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 11423-1		
<b>Solvants organohalogénés</b>							
1,1,2,2-tétrachloroéthane	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		
1,1,1-trichloroéthane	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
1,1,2-trichloroéthane	76OHV	< 0.20	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
1,1-dichloroéthane	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
1,1-dichloroéthylène	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
1,2-dichloroéthane	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Cis 1,2-dichloroéthylène	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Trans 1,2-dichloroéthylène	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Bromoforme	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Chloroforme	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Dibromochlorométhane	76OHV	< 0.20	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Dichlorobromométhane	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Somme des trihalométhanes	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		
Tétrachloroéthylène	76OHV	1.1	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Tétrachlorure de carbone	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Trichloroéthylène	76OHV	< 0.50	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		#
Somme des tri et tétrachloroéthylène	76OHV	1.10	µg/l	HS/GC/MS	NF EN ISO 10301		
<b>HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques</b>							
<b>HAP</b>							
2-méthyl fluoranthène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
2-méthyl naphtalène	T41B	< 10	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Acénaphthène	T41B	< 10	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Acénaphthylène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Anthracène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Benzo (a) anthracène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Benzo (b) fluoranthène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Benzo (k) fluoranthène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Benzo (a) pyrène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Benzo (ghi) pérylène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Indéno (1,2,3 cd) pyrène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Chrysène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Fluoranthène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Dibenzo (a,h) anthracène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Fluorène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#
Naphtalène	T41B	< 10	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083		#

.../...



Doc Adm Client :                      Cde 19399 - Imputation RHAP190552

Paramètres analytiques		Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	
Pyrène	T41B	< 5	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083			#
Phénanthrène	T41B	< 10	ng/l	GC/MS après extr. SPE	Méthode M_ET083			#
<b>PCB : Polychlorobiphényles</b> <i>PCB par congénères</i>								
PCB 28	T11L	<20	ng/l	GC/MS après extraction LL	NF EN ISO 6468			1
PCB 52	T11L	< 10	ng/l	GC/MS après extraction LL	NF EN ISO 6468			#
PCB 101	T11L	< 10	ng/l	GC/MS après extraction LL	NF EN ISO 6468			#
PCB 118	T11L	< 10	ng/l	GC/MS après extraction LL	NF EN ISO 6468			#
PCB 138	T11L	< 10	ng/l	GC/MS après extraction LL	NF EN ISO 6468			#
PCB 153	T11L	< 10	ng/l	GC/MS après extraction LL	NF EN ISO 6468			#
PCB 180	T11L	< 10	ng/l	GC/MS après extraction LL	NF EN ISO 6468			#
Somme des 7 PCB identifiés	T11L	< 20	ng/l	GC/MS après extraction LL	NF EN ISO 6468			

**8METBAS**                      8 METAUX TOTAUX PAR ICP-MS LIMITE BASSE  
**TBTEX**                        BTEX DANS L'EAU  
**T41B**                            18 H.A.P DONT ACENAPHTYLENE  
**76OHV**                        OHV + TRI-TETRACHLOROETHYLENE (CG14-DD76)  
**T11L**                            PCB PAR CONGENERES PAR GC/MS/LL (ech. chargé en MES)

ABSENCE DU LOGO COFRAC

1            L'absence du logo Cofrac provient d'un délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

Hydrocarbures : L'indice hydrocarbure étant négatif il n'y aura pas de profil associé

Les résultats sont rendus en prenant en compte les matières en suspension (MES) sauf quand la filtration est indiquée dans les normes analytiques.

Ludovic RIMBAULT  
Responsable Technique Microbiologie







#### Références :



Portées  
communiquées  
sur demande