

DOSSIER D'AUTORISATION D'OUVERTURE DE TRAVAUX ET DE DEMANDE DE PERMIS D'EXPLOITATION  
GEOtherMIQUE BASSE TEMPERATURE  
AU TITRE DU CODE MINIER VALANT AUTORISATION AU TITRE DE L'ARTICLE L.214-3 DU CODE DE  
L'ENVIRONNEMENT  
SECTEUR VERCORS DE LA ZAC PRESQU'ILE DE GRENOBLE

---

MEMOIRE DE REPONSE A L'AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE

SEM INNOVIA  
1 place Firmin Gautier  
38027 Grenoble

## TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION.....	1
2	COMPLEMENT A L'ANALYSE DE L'ETUDE D'IMPACT EN RETOUR DE L'AVIS DE LA MRAE .....	1
2.1	AVANCEMENT DU PROJET DE LA ZAC PRESQU'ILE ET DU SUIVI MIS EN PLACE .....	1
2.1.1	Avancement de projet de la ZAC presqu'île .....	1
2.1.2	Résultats du suivi mis en place .....	4
2.1.3	Retour d'expérience de la ZAC Presqu'île.....	10
2.2	ALTERNATIVES EXAMINEES ET JUSTIFICATIONS DES CHOIX RETENUS AU REGARD DES OBJECTIFS DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT.....	11
2.3	COMPLEMENT D'ANALYSE CONCERNANT L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT .....	12
2.3.1	Compatibilité du projet avec l'état des sols et des eaux souterraines .....	12
2.3.2	Compatibilité avec le SDAGE .....	15
2.3.3	Effets dominos entre les canalisations du réseau d'exhaure et la canalisation GRT gaz interceptée par le projet 16	
2.3.4	Impacts cumulés du changement climatiques et du projet sur les eaux.....	18
2.3.5	Gouvernance pour la gestion de la ressource thermique de la nappe .....	18
2.4	- ANALYSE DU CHOIX DU DISPOSITIF DU SUIVI DES MESURES ET DE LEUR EFFICACITE .....	19

## Liste des figures

Figure 1 :	Plan de l'état des lieux des bâtiments raccordés et de leurs forages de prélèvement – Zoom nord	2
Figure 2 :	Plan de l'état des lieux des bâtiments raccordés et de leurs forages de prélèvement – Zoom sud	3
Figure 3 :	Volumes annuels rejetés aux exutoires de 2017 à 2022	4
Figure 4 :	Volumes annuels rejetés aux exutoires de 2017 à 2021 comparés aux volumes réglementaires	4
Figure 5 :	Réseau d'exhaure de Fontenay et Durand-Savoyat – Suivi des débits moyens journaliers – 2017 à 2022	5
Figure 6 :	Réseau d'exhaure – Suivi des débits horaires maximum en comparaison des seuils autorisés	6
Figure 7 :	Réseau d'exhaure – Suivi des températures journalières moyennes à Fontenay et Durand-Savoyat de 2017 à 2022	7
Figure 8 :	Suivi des températures journalières de l'Isère (Source : EDF) et des exutoires	8
Figure 9.	Piézomètres de contrôle - Chroniques piézométriques – 2015 à 2020	9
Figure 10.	Piézomètres de contrôle - Chroniques piézométriques – 2021 et 2022	9
Figure 11.	Localisation des points de suivi de la nappe pour le secteur Vercors	14

# 1 INTRODUCTION

---

Le présent document est constitué en réponse à l'avis de la mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) n°2023-ARA-AP-1538 émis le 17 juillet 2023 concernant la demande d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques sur le secteur Vercors de la ZAC presqu'île de Grenoble portée par la SEM INNOVIA.

Titre:

*«Dossier d'autorisation d'ouverture de travaux et de demande de permis d'exploitation géothermique basse température au titre du Code minier valant autorisation au titre de l'article L.214-3 du Code de l'environnement »*

Les précisions attendues par la MRAe concernent les points suivants :

- avancement du projet de la ZAC Presqu'île et du suivi mis en place (2.1) ;
- alternatives examinées et justifications des choix retenus au regard des objectifs de protection de l'environnement (2.2) ;
- complément d'analyse concernant l'état initial de l'environnement et l'incidence sur l'environnement (2.3) ;
- mesures de suivi des eaux souterraines et des eaux d'exhaure (2.4).

## 2 COMPLEMENT A L'ANALYSE DE L'ETUDE D'IMPACT EN RETOUR DE L'AVIS DE LA MRAE

---

### 2.1 Avancement du projet de la ZAC Presqu'île et du suivi mis en place

*L'Autorité environnementale recommande de compléter le dossier par la présentation de l'avancement de la mise en œuvre de la Zac et de ses incidences, en les éclairant par les résultats des suivis des mesures prises pour étayer et traiter les mesures retenues.*

#### 2.1.1 Avancement de projet de la ZAC presqu'île

La ZAC Presqu'île comprenant les secteurs de Cambridge, Durand Savoyat, et Cœur Presqu'île au mois de janvier 2022 est doté :

- d'un réseau d'exhaure constitué de 2 émissaires se rejetant à l'Isère ;
- de 27 forages de prélèvements alimentant 18 bâtiments
- de 11 points de secours
- 7 piézomètres de contrôle

L'ensemble de ces éléments sont localisés sur les cartes suivantes.



Figure 1 : Plan de l'état des lieux des bâtiments raccordés et de leurs forages de prélèvement – Zoom nord

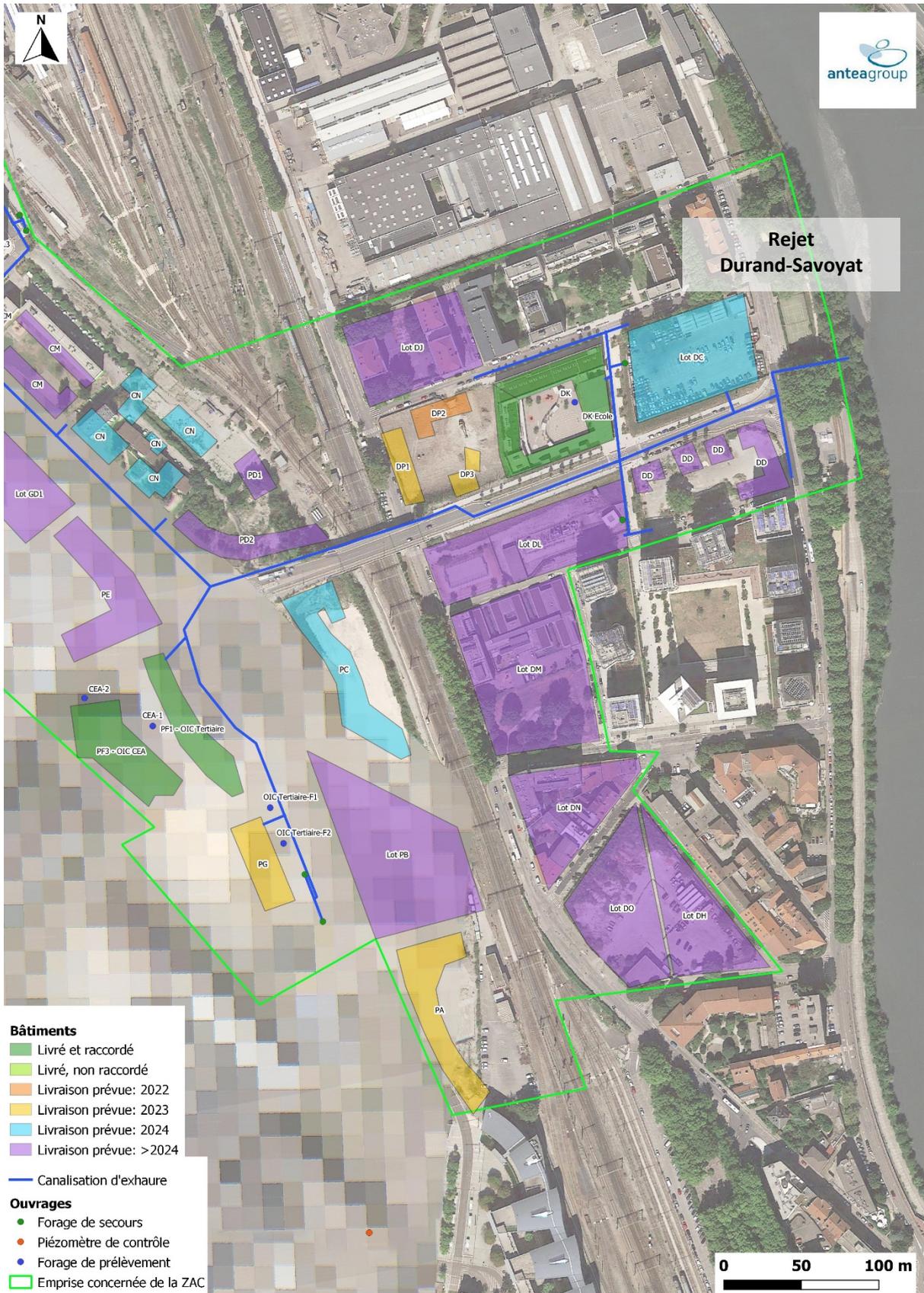


Figure 2 : Plan de l'état des lieux des bâtiments raccordés et de leurs forages de prélèvement – Zoom sud

## 2.1.2 Résultats du suivi mis en place

Les volumes annuels rejetés à l'Isère sont synthétisés dans les graphiques suivants.

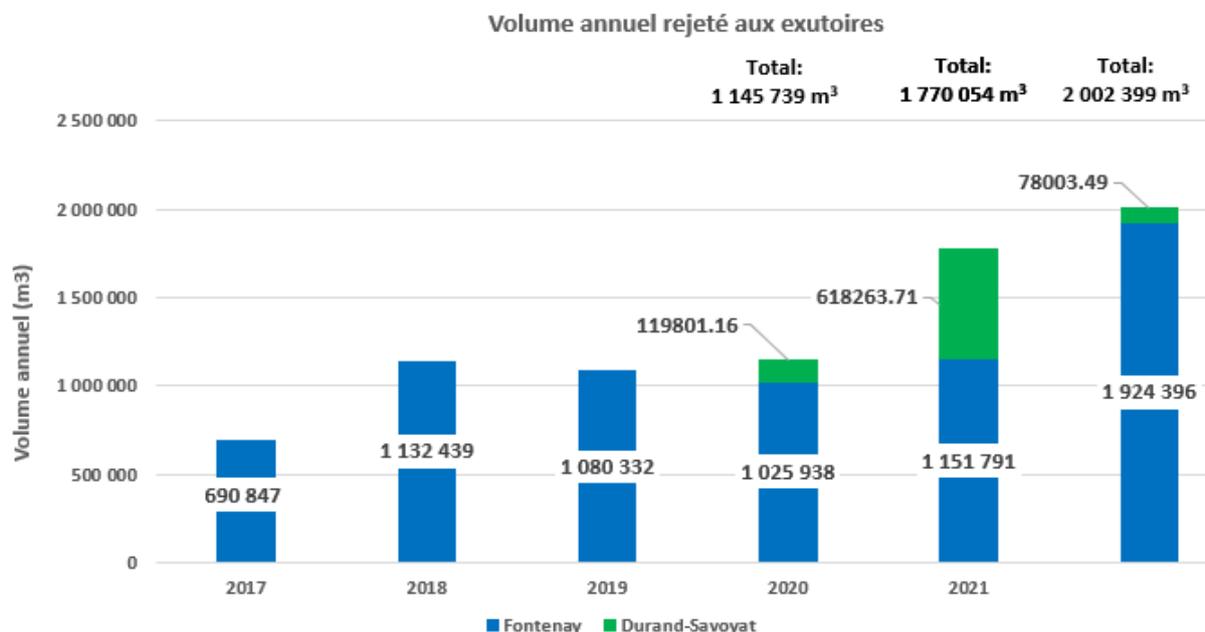


Figure 3 : Volumes annuels rejetés aux exutoires de 2017 à 2022

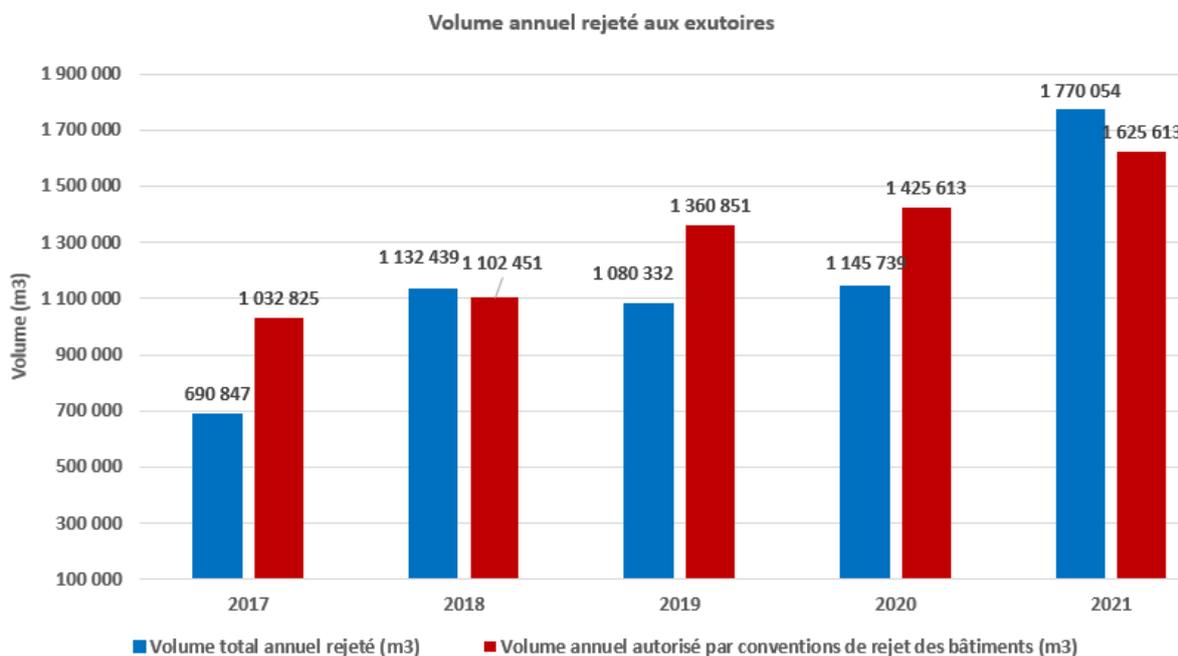


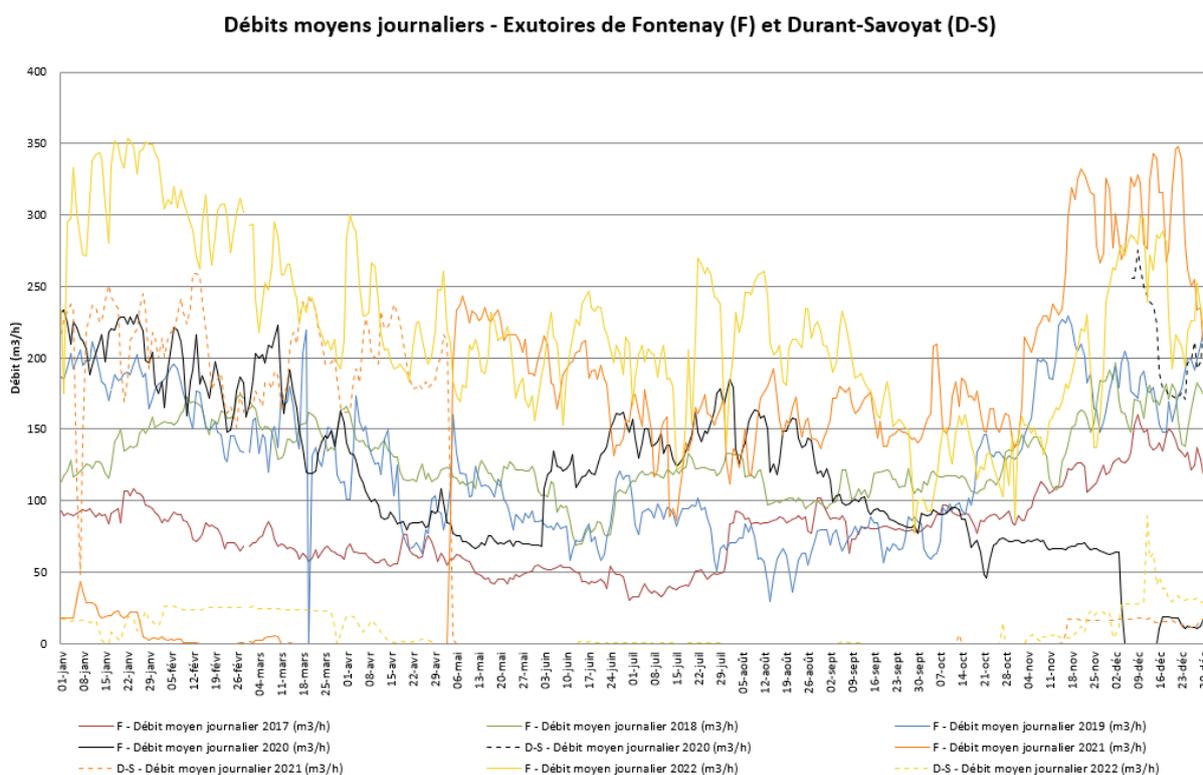
Figure 4 : Volumes annuels rejetés aux exutoires de 2017 à 2021 comparés aux volumes réglementaires

Les volumes annuels rejetés sont inférieurs au cumul des volumes annuels autorisés dans les conventions de raccordement au réseau d'exhaure de chacun des bâtiments pour les années 2017, 2019 et 2020. Ils sont supérieurs à ceux autorisés en 2018 et 2021. Le dépassement de l'année 2018 s'explique par un mauvais réglage des pompes qui fonctionnaient 24h/24 et qui ont été réajustées par

la suite. Une attention particulière est portée par l'ALEC sur les dépassements de seuil réglementaire identifié.

Le volume annuel rejeté est conforme au volume maximum global de pompage autorisé annuellement dans le gîte par arrêté préfectoral (Arrêté d'autorisation n°DDPP-ENV-2016-09-06) de 7 080 000 m<sup>3</sup>. Cet indicateur est à considérer en tenant compte du faible taux d'aménagement de la ZAC Presqu'île, de l'ordre de 25 % des surfaces prévues raccordées.

Les **débits moyens** rejetés à l'Isère sont synthétisés dans le graphique suivant.



**Figure 5 : Réseau d'exhaure de Fontenay et Durand-Savoat – Suivi des débits moyens journaliers – 2017 à 2022**

Le graphique présenté ci-avant met en évidence une notion de temporalité dans le fonctionnement des installations :

- Débits d'exploitation important du mois d'octobre jusqu'au mois d'avril, avec un débit moyen de l'ordre de 170 m<sup>3</sup>/h pour couvrir les besoins de chauffage des bâtiments.
- Baisse du débit d'exploitation du mois d'avril au mois de juillet.
- Stagnation sur les mois de juillet à septembre pour couvrir les besoins de rafraîchissement des bâtiments, pour ceux qui pratiquent le free-cooling.

Il est possible d'observer un débit horaire en hausse en 2018 par rapport à 2017 en raison de l'accroissement du nombre de bâtiments raccordés au réseau mutualisé d'exhaure. S'agissant de l'exercice 2018 par rapport à 2019, les conclusions identiques à l'analyse des volumes peuvent être formulées ici (optimisation des pompages en nappe).

A partir du 7 décembre 2020, l'exutoire Durand-Savoat est mis en service et récupère la grande majorité des eaux d'exhaure jusqu'à début mai 2021. L'exutoire de Fontenay récupère la grande majorité des eaux d'exhaure sur la seconde partie de l'année 2021.

L'année 2022 est marquée par des débits moyens journaliers plus importants au droit de l'exutoire de Fontenay avec un arrêt de l'exutoire Durand Savoyat entre fin avril et fin octobre.

Le graphique suivant présente l'évolution des débits horaires maximaux relevés au droit des deux exutoires, en comparaison du débit maximum instantané autorisé par les conventions de rejet de chacun des bâtiments raccordés au réseau d'exhaure commun (cumul des débits autorisés selon les dates de raccordement des bâtiments).

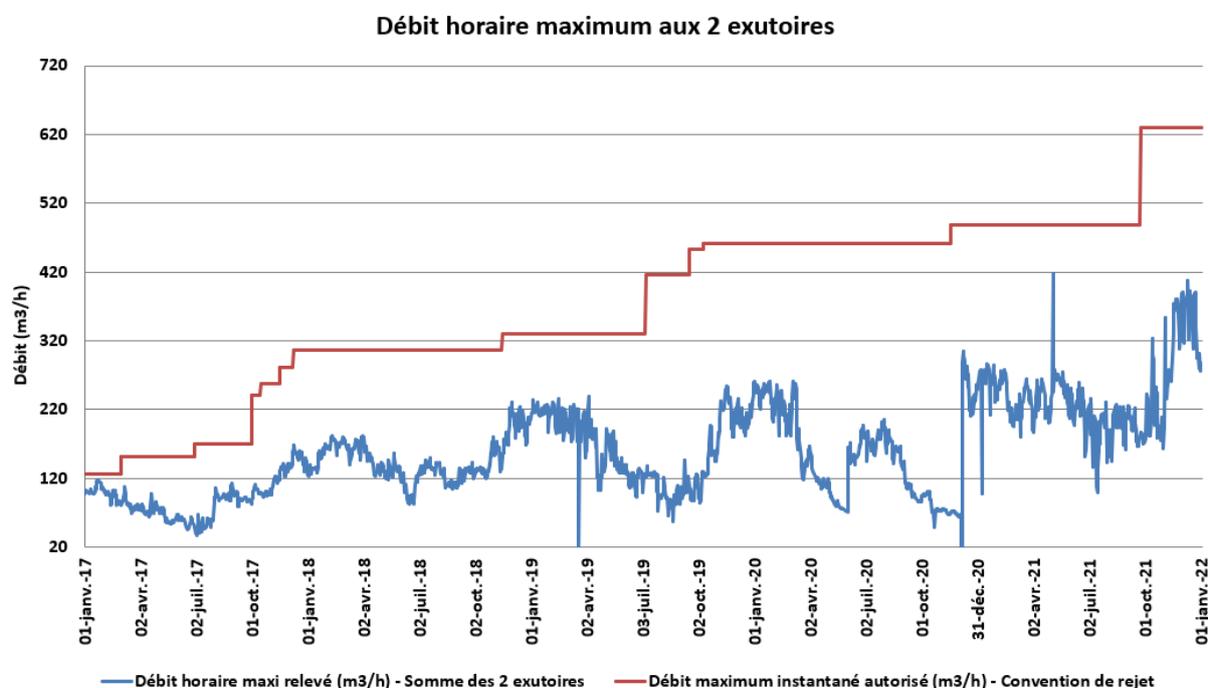


Figure 6 : Réseau d'exhaure – Suivi des débits horaires maximum en comparaison des seuils autorisés

Ce graphique met en évidence une tendance à la hausse des débits horaire maximaux relevés au droit des exutoires, expliquée par un nombre croissant de bâtiments raccordés au réseau d'exhaure. Ce débit respecte le seuil d'autorisation global fixé par les différentes conventions de rejet des bâtiments raccordés.

L'arrêté préfectoral fixe la limite réglementaire du débit volumique horaire maximum global de pompage autorisé dans le gîte à 2 030 m<sup>3</sup>/h.

Le débit maximum mesuré est de 418 m<sup>3</sup>/h (le 4 mai 2021), c'est-à-dire un débit de l'ordre de 20% du débit maximum autorisé. Cet indicateur est à considérer en tenant compte du faible taux d'aménagement de la ZAC Presqu'île, de l'ordre de 25 % des surfaces prévues raccordées.

Les **températures** rejetés à l'Isère sont synthétisés dans le graphique suivant.

Le graphique suivant présente les températures moyennes journalières relevées au droit de l'exutoire de Fontenay et de Durand-Savoyat entre 2017 et 2021. Les températures des périodes suivantes ne sont pas affichées du fait de débit nul ou inférieur à 1 m<sup>3</sup>/h au droit de l'exutoire :

- Au droit de l'exutoire de Fontenay :
  - Du 5 au 16 décembre 2020 ;
  - Du 27 janvier au 4 mai 2021.
- Au droit de l'exutoire Durand-Savoat :
  - du 4 mai au 16 novembre 2021 ;
  - les 15 et 16 janvier 2022 ;
  - du 16 au 21 avril 2022 ;
  - du 29 avril au 3 novembre 2022.

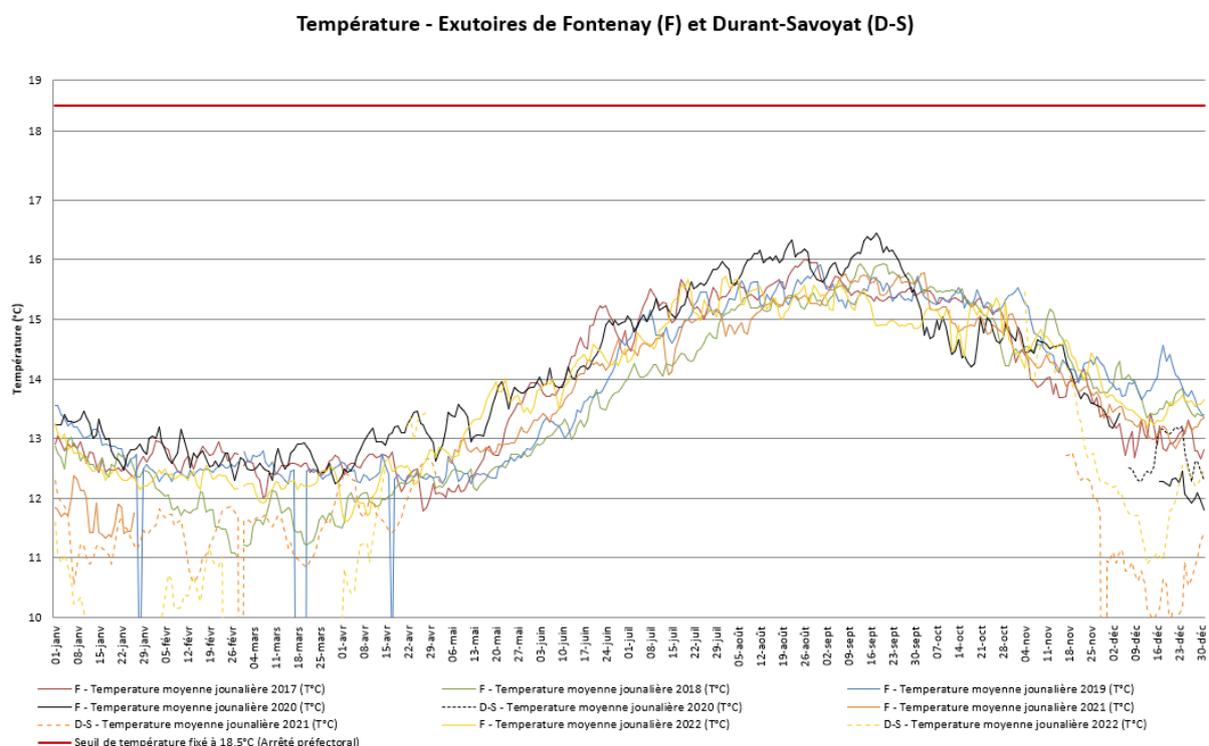


Figure 7 : Réseau d'exhaure – Suivi des températures journalières moyennes à Fontenay et Durant-Savoat de 2017 à 2022

Les températures respectent le seuil réglementaire fixé à 18,5°C sur l'ensemble de la période suivie. La température des eaux rejetées est plus faible en hiver du fait que les installations géothermiques fonctionnent en mode chauffage, impliquant un rejet d'eau plus fraîche.

A titre de comparaison, les températures de l'Isère à Pont Veurey (environ 8,5 km en aval de la Presqu'île) et au droit du campus de Saint-Martin-d'Hères (environ 7,5 km en amont de la Presqu'île) sont présentées ci-dessous.

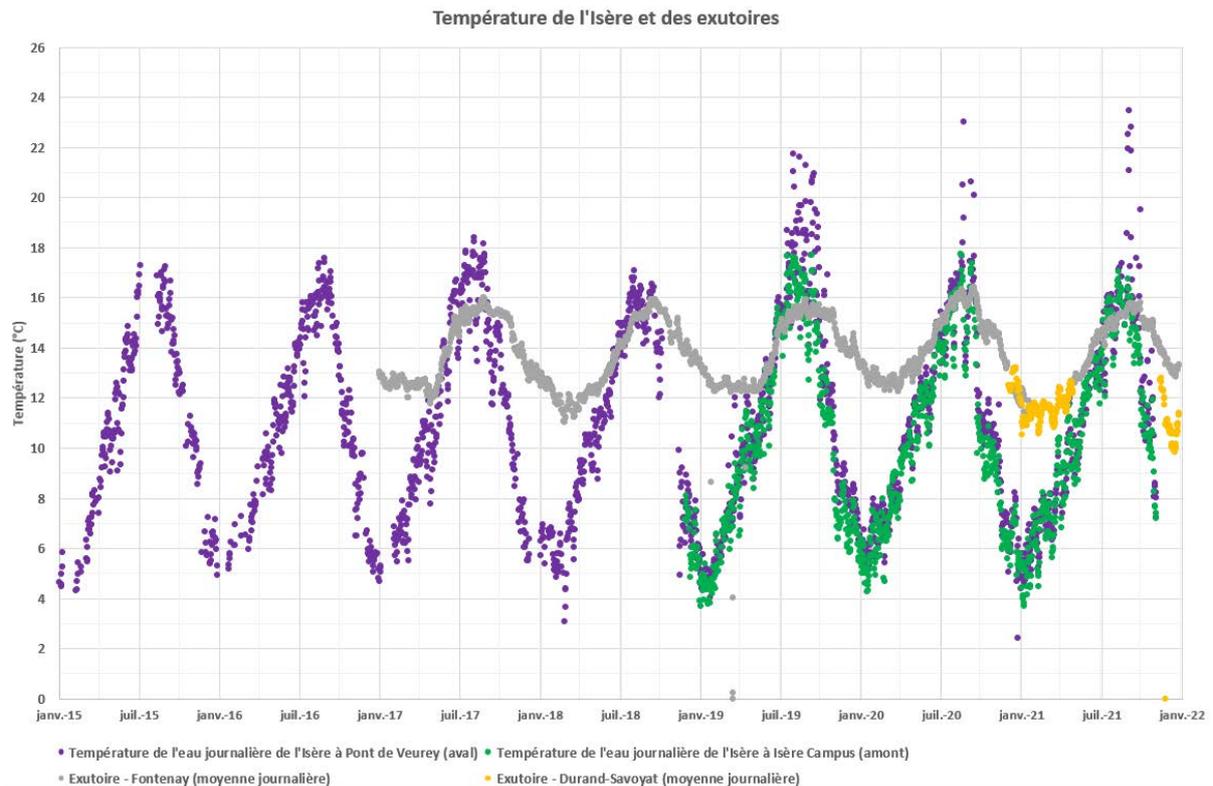


Figure 8 : Suivi des températures journalières de l'Isère (Source : EDF) et des exutoires

D'après les données disponibles, il apparaît que la température en amont de la Presqu'île de Grenoble est similaire à celle en aval durant l'ensemble de l'année mis à part sur les mois d'août et septembre. Sur ces deux mois, certaines températures journalières en aval hydraulique sont plus importantes que celles en amont. Les températures de l'eau de l'Isère en aval de la Presqu'île de Grenoble atteignent jusqu'à 23,5°C, soit un delta de température entre amont et aval de l'ordre de +4°C à +6,5°C.

Sur les mois d'août et septembre, la température des eaux rejetées via le réseau commun d'exhaure de la Presqu'île de Grenoble est de l'ordre de 16 à 17°C, ce qui est inférieur ou similaire aux températures de l'Isère observées en amont au droit du campus. Ainsi, les hausses de températures de l'Isère en aval de la Presqu'île ne sont pas imputables au fonctionnement du réseau d'exhaure de la ZAC Presqu'île.

Les graphiques suivants présentent les **chroniques piézométriques** disponibles au droit de 7 des piézomètres de suivi.

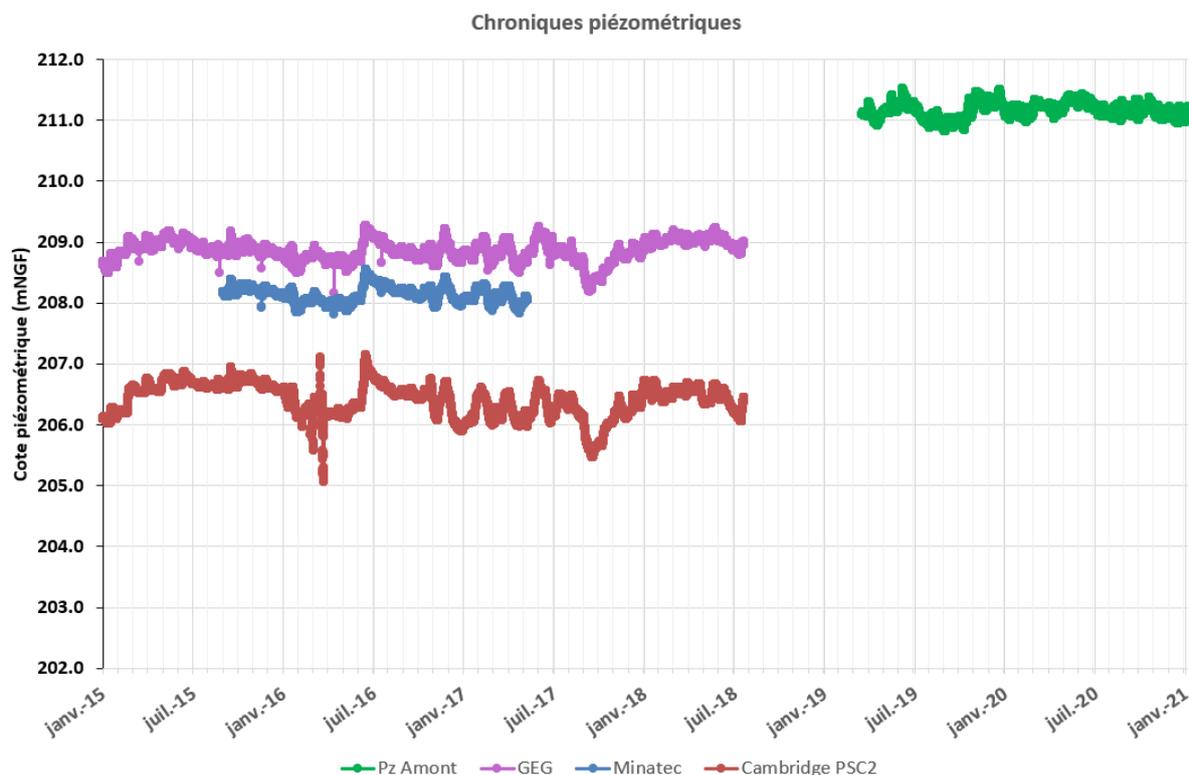


Figure 9. Piézomètres de contrôle - Chroniques piézométriques – 2015 à 2020

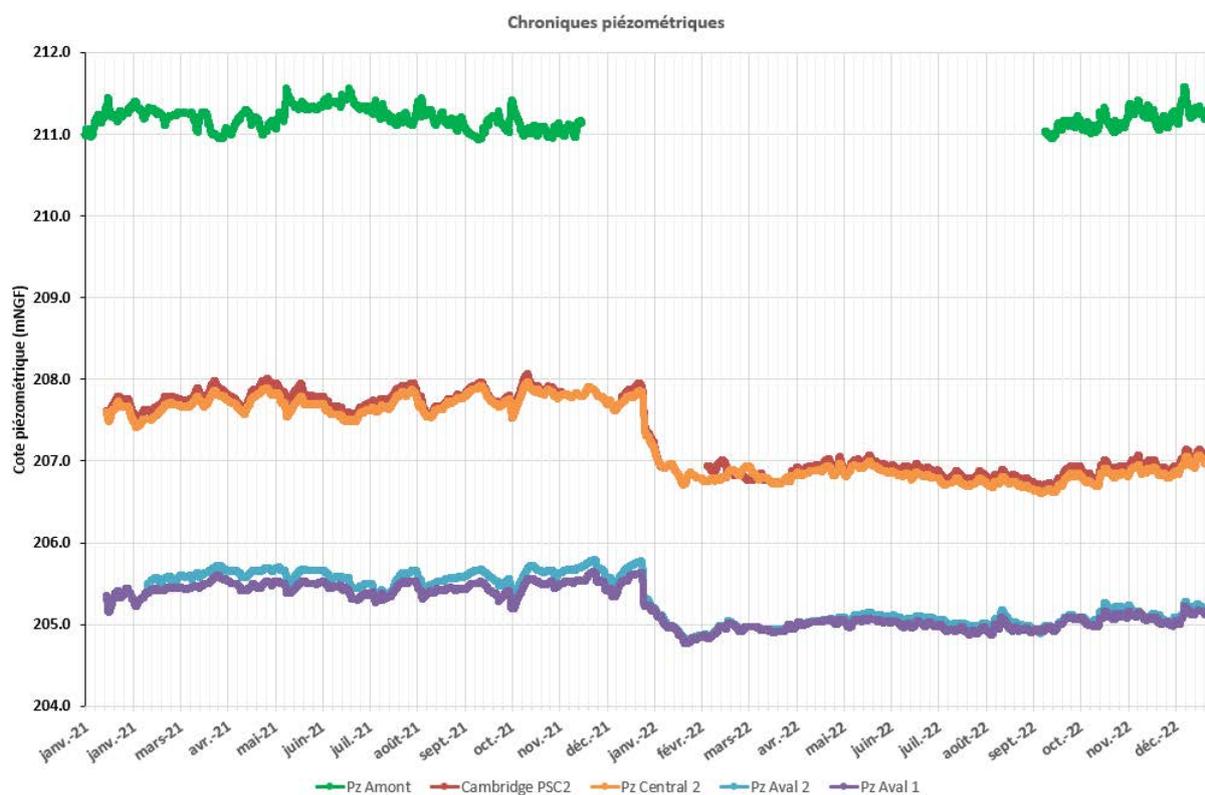


Figure 10. Piézomètres de contrôle - Chroniques piézométriques – 2021 et 2022

D'après les chroniques piézométriques il est possible de constater des variations de niveaux d'eaux identiques entre les 4 piézomètres de la ZAC Presqu'île sur 2021 et 2022, montrant un bon équilibre entre les prélèvements et le renouvellement de la ressource.

La qualité des eaux souterraines a été évaluée par un prélèvement d'eau au droit de chacun des piézomètres le 15 mars 2023. Les paramètres analysés correspondent à la liste de paramètres listés dans l'arrêté préfectoral d'exploitation mis à part pour l'oxygène dissous, ainsi que le trichloroéthylène et tétrachloroéthylène. Ces trois derniers paramètres ont été oubliés sur cette première campagne mais seront intégrés aux paramètres à analyser sur les prochaines campagnes d'analyses d'eau. Les résultats d'analyses mettent en évidence les éléments suivants :

- une faible turbidité des eaux ;
- la présence de micro-organismes revivifiables à 22°C et à 36°C en quantités importantes sur tous les piézomètres sauf sur le Pz Amont sur lequel ces bactéries ne sont pas détectés. Des coliformes sont détectés au droit du Pz Aval 1, Pz Aval 2 et Pz Amont. Les E. Coli et entérocoques sont détectés seulement sur le Pz Aval 1. Les spores de micro-organismes anaérobies sulfite-réducteurs sont détectés au droit du Pz Cambridge PSC2, et Pz Central 2.
- La présence des métaux suivants sur les cinq ouvrages :
  - o aluminium (entre 0,010 mg/l sur Pz Amont et 0,25 mg/l sur Pz Cambridge PSC2)
  - o fer (entre 0,011 mg/l sur Pz Central 2 et 0,87 mg/l sur Pz Cambridge PSC2)
- Les paramètres cuivre et zinc n'ont pas été détectés.
- Le manganèse a été mis en évidence au droit du Pz Aval 2 (0,067 mg/l) et du Pz Cambridge PSC2 (0,15 mg/l).
- Des nitrates sont mis en évidence en faibles concentrations sur les cinq piézomètres, entre 0,6 mg/l (Pz Cambridge PSC2) et 3,3 mg/l (Pz Amont). Les concentrations en nitrites sont inférieures au seuil de détection.

Ces résultats ne mettent pas en évidence de pollution significative, ils devront être comparés avec les résultats qui seront fait lors des prochaines campagnes.

### **2.1.3 Retour d'expérience de la ZAC Presqu'île**

D'un point de vue organisationnel et contractuel, les prélèvements au droit de chacun des bâtiments sont difficiles à mettre en œuvre. Par ailleurs, le coût des analyses est disproportionné par rapport au coût de raccordement au réseau. En effet, le prix d'un prélèvement avec analyse est de l'ordre de 1000 € sur 1 forage pour une participation financière à l'exploitation du réseau public d'exhaure comprise entre 700 € HT (Bâtiment CH2) et 6300 € HT (Bâtiment PF1-2) à fin 2015.

Pour cette raison, il est plus aisé de réaliser annuellement un prélèvement au droit des deux émissaires de la canalisation de rejet, ainsi que sur chacun des piézomètres de contrôle et non plus au droit de chacun des bâtiments.

Ainsi des données sur la qualité des eaux rejetées à l'Isère seront disponibles, complétées par de nombreuses données de qualité des eaux sur l'ensemble du secteur permettant de localiser une éventuelle pollution locale qui pourrait ne pas ressortir du fait de la dilution avant d'arriver au point rejet, et qui pourrait s'étendre avant de prendre de l'ampleur et d'être détectée.

Si des concentrations importantes en éléments polluants ou bactériens sont relevées, une contre analyse pourra être réalisée :

- dans le cas où ces concentrations seraient confirmées, des analyses seront réalisées aux droits de l'ensemble des bâtiments.

- dans le cas où ces concentrations ne montreraient pas de valeurs importantes, aucune suite ne serait donnée.

## 2.2 Alternatives examinées et justifications des choix retenus au regard des objectifs de protection de l'environnement

*L'Autorité environnementale recommande de préciser dans quelle mesure le dimensionnement des bâtiments construits ou rénovés a permis de minimiser les besoins énergétiques de l'ensemble des bâtiments raccordés au réseau d'exhaure.*

Le secteur Vercors concerné par le déploiement du réseau d'exhaure fait partie intégrante du périmètre de la ZAC Presqu'île au sein duquel des ambitions environnementales et énergétiques spécifiques s'appliquent à la totalité des opérations de construction ou de rénovation, qu'il s'agisse de bâtiments d'habitation ou tertiaire. A ce titre, un cahier des charges prescriptif « Ville Durable et Santé » a été établi par l'aménageur InnoVia et ses AMOs afin de définir des exigences performanciennes portant plus particulièrement sur les thématiques énergie, environnement, santé et bien-être (cf. tableau des engagements « Ville Durable et Santé » transmis en **Annexe 1** du présent document).

L'application de ce cahier des charges est imposée pour toute opération immobilière menée par un opérateur sur la ZAC Presqu'île qui se doit de justifier le respect des exigences requises depuis la conception jusqu'à la livraison du projet. Le suivi de la conformité des exigences est notamment assuré au travers d'une mission d'AMO conduite par un groupement de bureaux d'études experts intervenant respectivement sur les différentes thématiques concernées, ceci aux différentes phases de conception (dont le dépôt de permis de construire), de chantier et de réception des projets.

L'un des enjeux fondamentaux des prescriptions formulées dans le cahier des charges « Ville Durable et Santé » porte sur l'objectif de construction et de rénovation de bâtiments à haute performance énergétique et à faible impact environnemental selon l'application de la démarche « négaWatt » visant en premier lieu la sobriété en énergie, puis l'efficacité dans sa production et sa distribution, et enfin le recours maximisé aux renouvelables locales pour répondre aux besoins énergétiques ainsi optimisés.

Le déploiement du réseau d'exhaure sur les différents secteurs de la ZAC Presqu'île, et celui du secteur Vercors en particulier, permet de répondre à ce dernier objectif de recours maximisé aux énergies renouvelables locales. L'usage de ce dispositif technique permet en effet d'assurer un fonctionnement particulièrement efficace et pérenne de la géothermie sur nappe pour répondre aux besoins de chauffage et de production d'ECS (hors zones desservies par le réseau de chaleur urbain), ainsi qu'aux besoins de de froid des bâtiments tertiaire et de rafraîchissement des bâtiments d'habitation (geocooling). Ainsi, la part d'énergie renouvelable atteinte en fonction des productions est la suivante :

- Chauffage : 80% (COP pompe à chaleur = 5)
- Production ECS : 33% (COP pompe à chaleur = 3)
- Production de froid : 75% (EER pompe à chaleur réversible = 4)
- Rafraîchissement (geocooling) : 100% (pas d'usage de la pompe à chaleur)

Les objectifs prioritaires de sobriété et d'efficacité énergétiques sont quant à eux adressés par un ensemble de prescriptions portant sur la qualité d'enveloppe des bâtiments construits et rénovés, ainsi

que sur une approche bioclimatique des constructions visant à maximiser les apports gratuits. Ces prescriptions visent à atteindre des niveaux de performance supérieurs à la réglementation en vigueur et à optimiser la conception des bâtiments dans le contexte de son implantation sur le secteur de la ZAC par le biais d'une fiche de lot propre à l'opération incluant des orientations environnementales spécifiques adaptée au site d'implantation et à son environnement immédiat. Sur ce volet, on peut notamment citer les principales prescriptions suivantes :

- Exigences de performance en regard de l'isolation thermique et de l'étanchéité à l'air des bâtiments (parois, menuiseries, traitement des ponts thermiques)
- Besoins de chauffage maximum des bâtiments estimés par simulation thermique dynamique ( $\leq 30 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$  pour le tertiaire,  $\leq 35 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$  pour le logement)
- Consommation énergétique conventionnelle (Cep max) équivalent au niveaux RT2012-30% et RE2020-20%
- Mise en œuvre d'installations de chauffage fonctionnant avec des régimes basses températures, afin d'optimiser l'efficacité de la géothermie

Le confort d'été des bâtiments est également appréhendé dans les prescriptions du cahier des charges « Ville Durable et Santé » pour une gestion prioritairement passive de cette exigence afin de conduire à des consommations énergétiques les plus faibles possibles en matière de rafraîchissement des logements et de climatisation des bâtiments tertiaire. Sur ce volet, on peut notamment citer les principales prescriptions suivantes :

- Exigences en matière d'inertie mobilisable dans les bâtiments, associée à une capacité de ventilation naturelle permettant une décharge thermique nocturne
- Mise en œuvre d'occultations extérieures efficaces en fonction des orientations pour limiter les apports solaires intempestifs en période chaude
- Végétalisation et espaces de pleine terre maximisés en cœur d'îlot pour limiter l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU)

L'ambition énergétique portée sur les bâtiments sur la ZAC Presqu'île s'applique également à l'ensemble du cycle de vie (ACV). Pour y répondre, les exigences en matière de matériaux mis en œuvre dans la construction des bâtiments et leur rénovation portent en particulier sur l'obligation de recours au bois d'œuvre et aux matériaux d'origine biosourcée, ainsi que sur une quantité d'émission carbone plus ambitieuse que le niveau réglementaire en vigueur. Sur ce volet, on peut notamment citer les principales prescriptions suivantes :

- Quantité de bois minimum mis en œuvre dans la construction ( $\geq 10 \text{ dm}^3/\text{m}^2$ )
- Niveau 1 minimum du label Bâtiment Biosourcé ( $\geq 18 \text{ kg/m}^2$ )
- Niveau 2025 des indices  $IC_{\text{construction}}$  et  $IC_{\text{énergie}}$  de la RE2020.

## 2.3 Complément d'analyse concernant l'état initial de l'environnement

### 2.3.1 Compatibilité du projet avec l'état des sols et des eaux souterraines

*L'Autorité environnementale recommande de préciser dans quelle mesure le projet est compatible avec l'état des sols et des eaux souterraines et n'est pas de nature à favoriser la migration et la transformation des polluants potentiellement présents dans les sols et les eaux souterraines.*

La stratégie de gestion environnementale mise en place depuis le début de l'aménagement de la ZAC Presqu'île sera poursuivie et réalisée en conformité avec la méthodologie nationale pour la gestion des sites potentiellement pollués incluant la réalisation d'étude historique et documentaire, des investigations de terrain, d'étude des risques sanitaires prédictive EQRS (Evaluations Quantitatives des Risques Sanitaires), de Plan de Gestion (PG) si nécessaire pour traiter la pollution et l'ARR (Analyses des Risques Résiduels) pour s'assurer de la compatibilité sanitaire ainsi que, le cas échéant, de proposition d'institution de servitudes.

La même stratégie environnementale sera appliquée dans le cas d'acquisition des terrains ayant accueillis des ICPE, l'exploitant ou le maître d'ouvrage en charge de la dépollution de terrains réaliseront les études nécessaires précitées (diagnostic, EQRS, PG, dossier de servitude) pour assurer la compatibilité des terrains avec le projet d'aménagement envisagé.

Des sites BASIAS sont recensés sur le secteur Vercors et feront l'objet d'études historiques, diagnostics des terrains, EQRS, PG etc. comme sur ensemble des îlots du secteur.

A noter que dans la stratégie d'aménagement de la ZAC Presqu'île la dépollution, si les études préliminaires indiquent sa nécessité, est réalisée en conformité avec la méthodologie nationale des sites et sols pollués. Cette approche de travail fait partie intégrante de chaque projet d'aménagement et sera donc appliquée sur le secteur Vercors.

Pour la partie nord du secteur Vercors, au droit de l'îlot VA qui sera aménagé en premier, des études historiques détaillées ont été réalisées et ont mis en évidence des activités (atelier de peinture, travail de métaux, station-service) qui ont pu laisser une contamination de l'environnement particulièrement par des hydrocarbures, des composés organiques volatils et des métaux lourds. Des investigations réalisées au droit de ces terrains n'ont pas mis en évidence de source de pollution concentrée. Toutefois, un piézomètre a été installé au droit de cet îlot. Les résultats d'analyses des eaux souterraines ont révélé des concentrations inférieures aux limites de quantification du laboratoire ou à l'état de trace, toutes significativement inférieures aux valeurs de référence. Les investigations menées sur l'îlot VA ont révélé que les impacts sont limités aux sols situés en zone non saturée et que les polluants ne sont pas essuyés vers les eaux souterraines.

Des diagnostics des terrains seront réalisés sur les autres lots au fur et à mesure de l'avancement de l'aménagement du secteur.

Au droit du secteur Vercors, nous disposons des résultats d'analyses des eaux souterraines prélevées sur les ouvrages suivants :

- en amont (Bouchayer Violet) : piézomètre Pz\_Amont sur la figure ci-après ;
- en aval : puits R0 en bleu sur la figure ci-après (anciennement puits 40.11 du CEA) ; ainsi que
- le piézomètre récemment installé au nord du secteur, au droit de l'îlot VA : Pz Central 1.

Les résultats d'analyses sur ces ouvrages révèlent des concentrations inférieures aux limites de quantification ou très faibles, toutes inférieures aux normes de potabilité.

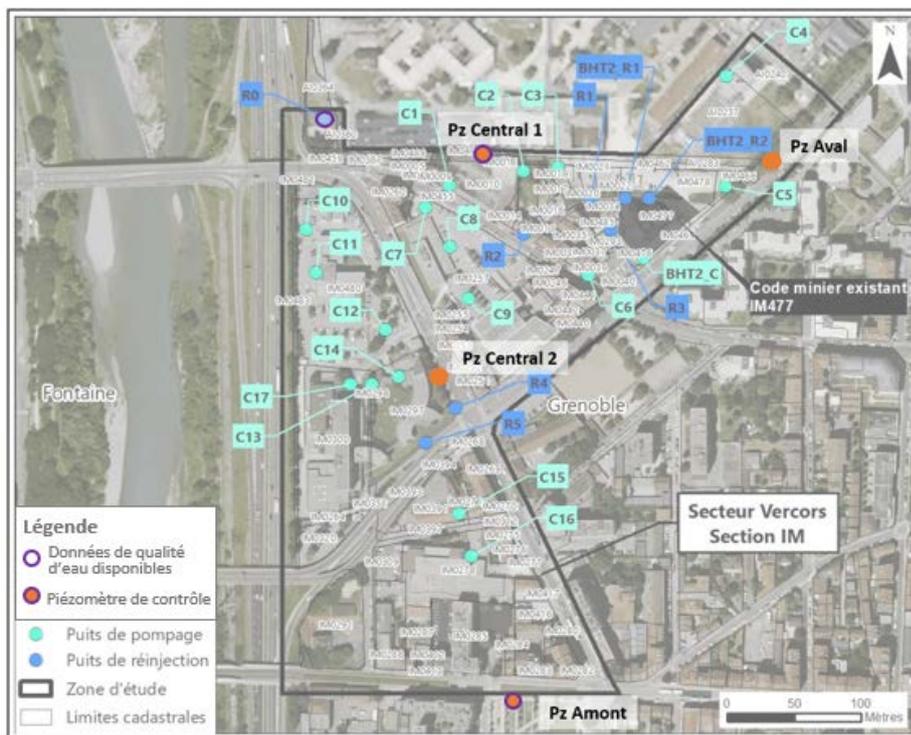


Figure 11. Localisation des points de suivi de la nappe pour le secteur Vercors

Le piézomètre Pz\_Amont est situé en aval immédiat du secteur Bouchayer Vialet où un site BASOL est recensé.

Pz\_Central 1 est situé au droit du lot VA au droit duquel des activités potentiellement polluantes ont été recensées comme présenté ci-dessus. Le piézomètre installé au droit même des zones ayant pu engendrer une contamination des eaux souterraines a révélé l'absence de pollution et des concentrations traces ou significativement inférieures aux limites de quantification du laboratoire. Les impacts sont donc limités aux sols et les composés ne sont pas transférés vers les eaux souterraines.

De ce fait, le risque de mobilisation des eaux contaminées est faible étant donné donc que les contaminants sont présents dans les sols superficiels de la zone non saturée et présentent un faible potentiel de migration et infiltration vers la zone saturée.

Ceci est en accord avec le retour d'expérience acquis depuis plus de 10 ans sur la ZAC Presqu'île qui a montré qu'effectivement les impacts concernent essentiellement les sols, plus particulièrement les remblais de surface et non les eaux souterraines et un faible potentiel d'infiltration des contaminants potentiels identifiés vers la nappe. Pour rappel, en cas de pollution avérée, la dépollution est réalisée en conformité avec la méthodologie des sites et sols pollués.

A noter que deux autres piézomètres seront installés afin d'assurer le suivi des eaux souterraines au droit du site, à savoir Pz Central 2 et Pz Aval.

Concernant les futurs ouvrages à installer dans la cadre du projet, les matériaux qui seront employés respecteront la réglementation en vigueur. Les travaux seront réalisés avec les matériaux conformes à la date de réalisation des chantiers.

Les ouvrages seront constitués de tube plein dans la partie supérieure donc sans risque de transfert de pollution des terrains superficiels vers la nappe, la crépine étant uniquement installée sur la partie saturée. Concernant les puits de réinjection et les remontées de niveau d'eau, nous précisons tout d'abord que ces puits seront utilisés très ponctuellement et uniquement lors des travaux de maintenance sur le réseau d'exhaure. De plus, le retour d'expérience sur la presqu'île et les modélisations réalisées nous montrent que la remontée des niveaux d'eau à proximité des forages de réinjection est très limitée, de maximum quelques dizaines de centimètres ce qui correspond globalement au battement naturel de la nappe. L'effet de lessivage des sols et de remobilisation des polluants dû à la réinjection est minime et en tout état de cause inférieur aux effets des variations saisonnières.

Concernant les effets cumulés, extrêmes et les effets de rinçage, le suivi de 2013 à 2018 au droit du piézomètre Diderot situé sur le périmètre Vercors ainsi que des mesures ponctuelles indiquent que la nappe se situe entre 3 à 5 mètres de profondeur pour un battement saisonnier inférieur au mètre. L'effet cumulé d'une piézométrie de hautes eaux et de la réinjection en nappe, qui induira une remontée très localisée autour du forage de 0.5 m, ne provoquera pas une remontée du niveau de nappe dans la tranche supérieure potentiellement polluée des sols (< 2 mètres) comme cela a été constaté au droit de l'îlot VA. Sachant cela ainsi que la démarche choisie lors des futurs travaux d'aménagement d'une dépollution systématique des sols dès que celle-ci a été identifiée, le ressuyage d'une pollution par remontée de nappe est donc très limité.

### **2.3.2 Compatibilité avec le SDAGE**

*L'Autorité environnementale recommande de revoir l'analyse de la compatibilité du projet avec le SDAGE et de s'assurer que le projet n'aura pas d'incidences, à moyen - long terme sur la qualité physico-chimique du milieu récepteur.*

Les simulations hydrogéologiques pour les eaux souterraines révèlent que l'impact hydraulique et thermique du projet est très faible aussi bien dans les conditions normales d'exploitation qu'en situation de secours.

Les simulations pour les eaux de surface concernant l'impact et la dilution du rejet d'exhaure dans le Drac révèlent un impact thermique négligeable.

A noter que, comme indiqué précédemment, les eaux souterraines au droit du site ne montrent pas la présence de pollutions. Le projet de géothermie ne présente pas de risque de mobilisation des eaux contaminées étant donné que les contaminants sont présents dans les sols superficiels de la zone non saturée et ils ont un faible potentiel de migration vers la zone saturée comme présenté dans le chapitre précédent.

Compte tenu de l'interconnexion du Drac avec la nappe au droit du site, la qualité de la nappe est intrinsèquement liée à la qualité des eaux du Drac. En effet, l'alimentation de la nappe grenobloise des alluvions se fait majoritairement par infiltrations des eaux du Drac. C'est donc la qualité des eaux du Drac qui régit la qualité des eaux de la nappe au droit site.

D'un point de vue dynamique, les vitesses d'écoulement souterrain peuvent être calculées pour évaluer le temps nécessaire à la nappe pour atteindre l'équilibre chimique/ qualitatif avec le Drac. En s'appuyant sur les données disponibles (perméabilité des alluvions et piézométrie), le temps de transfert depuis la rivière, comme limite d'alimentation, à l'aval du périmètre Vercors (distance ~500 m) est alors estimé de 1 à 1.5 mois. La qualité des eaux souterraines au droit du projet s'équilibrera donc rapidement avec celle du Drac. Le projet de géothermie n'aura par conséquent pas d'incidence, à moyen et long terme, sur les eaux de surface.

Effet de l'augmentation de la température sur la cinétique de diffusion

La réinjection en nappe des eaux chaudes ou froides sera réalisée 2 fois par an sur une période de quelques jours pour des opérations de maintenance sur le réseau d'exhaure. Concernant le risque de modification de la cinétique des transferts chimiques au sein de l'aquifère en raison du réchauffement ponctuel de la nappe, des travaux de recherche menés sur un site pilote lyonnais, dans un contexte hydrogéologique proche du projet Vercors, ont montré que la réinjection dans un aquifère d'eaux chaudes pendant plusieurs mois n'induisait pas de modification hydrochimique ou microbiologique nuisible à la qualité des eaux souterraines (Bezelgues et al., 2013).

D'autre part, sachant que les forages de réinjection fonctionneront très ponctuellement (quelques jours par an) et que les vitesses d'écoulement au sein des alluvions sont rapides, les eaux chaudes réinjectées seront vite dissipées au sein de l'aquifère. La perturbation thermique s'amortira au cours de son parcours et deviendra imperceptible à moins de 50 m en aval des forages de réinjection.

### **2.3.3 Effets dominos entre les canalisations du réseau d'exhaure et la canalisation GRT gaz interceptée par le projet**

*L'Autorité environnementale recommande d'étudier spécifiquement les effets dominos entre les canalisations du réseau d'exhaure et la canalisation de gaz naturel interceptée par le projet.*

Lors de la réalisation des travaux d'Exhaure, les travaux seront réalisés dans le strict cadre de la réglementation anti-endommagement. En vertu de l'article R.554-26 du Code de l'Environnement, les informations relatives à sa localisation et aux dispositions de sécurité feront obligatoirement l'objet d'un rendez-vous sur site avec GRTgaz et feront l'objet d'un PV de marquage piquetage. Les travaux avec des engins dans la zone de précaution, définie au PV de marquage piquetage, seront réalisés en la présence obligatoire de l'exploitant. Les travaux à proximité immédiate (inférieur à 40cm) seront réalisés avec l'utilisation de techniques manuelles non agressives (techniques dites « douces »), telles que la pelle à main, la lance à air, l'aspiratrice excavatrice avec bras non agressif.

Les canalisations seront posées suivant la norme NF P98-332, soit 40cm d'inter distance minimum avec la pose d'un grillage avertisseur. Le réseau est un réseau d'eau, ce n'est pas un ouvrage à risque particulier (produit chimique, inflammable ou corrosif, hydrocarbure, électrique...), cet écartement n'est du fait pas soumis à analyse spécifique et ne nécessite pas d'être augmenté. Les croisements seront réalisés suivant un angle supérieur à 45°.

En cas d'accident sur le réseau GRT-Gaz, le réseau d'exhaure peut être isolé sur les tronçons concernés au moyen des vannes de sectorisation. Ce réseau étant maillé, une continuité de service sera maintenue,

en dehors des bâtiments raccordés sur le tronçon isolé. Les puits de réinjection seront équipés de tête étanches ceci afin d'éviter les pollutions extérieures et de fait la formation de poche de gaz qui pourraient être explosives. Le projet ne présente aucune autre cavité pouvant emprisonner des poches de gaz.

En cas d'intervention sur le réseau d'Exhaure, les interventions seront réalisées dans le strict cadre de la réglementation anti-endommagement. En vertu de l'article R.554-26 du Code de l'Environnement, les informations relatives à sa localisation et aux dispositions de sécurité feront obligatoirement l'objet d'un rendez-vous sur site avec GRTgaz et feront l'objet d'un PV de marquage piquetage. Les travaux avec des engins dans la zone de précaution, définie au PV de marquage piquetage, seront réalisés en la présence obligatoire de l'exploitant. Les travaux à proximité immédiate (inférieur à 40cm) seront réalisés avec l'utilisation de techniques manuelles non agressives (techniques dites « douces »), telles que la pelle à main, la lance à air, l'aspiratrice excavatrice avec bras non agressif.

Pour la problématique thermique, nous avons deux croisements qui seront à 40cm à minima. Nous avons des tronçons en parallèle de leur conduite à une distance comprise entre 3.00 et 4.00m sur approximativement 180 ml.

Le calcul des potentiels échanges thermiques entre les conduites se fait en considérant :

- la convection interne, dans le gaz ou l'eau d'exhaure, contenue dans les conduites,
- la conduction au travers des conduites, et
- la convection externe dans la nappe phréatique pour les passages dans la nappe, ou la conduction au travers des matériaux hors nappe.

$$\phi_s = \frac{\Delta_T moy}{\frac{1}{H_i} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{H_{ext}}}$$

$\phi_s$  est exprimé en  $W.m^{-2}$

$H_i$  : coefficient de convection forcée à l'intérieur de la conduite, exprimé en  $W.m^{-2}.K^{-1}$

$\lambda$  est la conductivité thermique de la conduite en  $W.m^{-1}$

$e$  l'épaisseur de la conduite en m

$H_{ext}$  : coefficient d'échange thermique par convection externe naturelle/conduction dans l'eau de la nappe phréatique

$\Delta_T moy$  : Différence de température moyenne entre l'eau de la conduite et l'eau contenue dans la nappe.

Les eaux du réseau d'exhaure circulent pour les tronçons enterrés à la température de la nappe. Les échanges thermiques entre le réseau d'exhaure et le terrain naturel sont donc mineurs voire nuls.

Nous n'avons pas connaissance de la température du gaz naturel mais compte tenu de son temps de séjour, sa température doit être proche de celle du terrain naturel. Les échanges thermiques entre le réseau GRTGaz et le terrain naturel nous semblent mineurs.

Les interactions thermiques entre les réseaux sont donc considérés comme négligeables.

### 2.3.4 Impacts cumulés du changement climatiques et du projet sur les eaux

*L'Autorité Environnementale recommande de préciser les impacts cumulés du changement climatique et du projet sur les eaux.*

Le calcul de la dilution thermique considère un débit d'étiage dans le Drac. Pour l'exhaure, les mois d'avril et mai sont les plus défavorables, avec des débits de rejet importants et un grand écart de température du rejet par rapport au Drac.

Au mois d'avril, le débit du rejet d'exhaure est au maximum de 0,191 m<sup>3</sup>/s. Au mois de mai, le débit du rejet d'exhaure est au maximum de 0,199 m<sup>3</sup>/s. Ces deux débits restent très largement inférieurs aux débits d'étiage du Drac, que ce soit le QMNA5 médian (32,44 m<sup>3</sup>/s) ou le VCN10(5) (18,7 m<sup>3</sup>/s).

Un nouveau calcul de dilution a été réalisé en considérant le VCN10(5) du Drac. Pour ce débit de 18,7 m<sup>3</sup>/s la hauteur d'eau moyenne au droit du rejet est de 1,25 m (figure 7 du rapport présenté en Annexe 8 du dossier) et la vitesse caractéristique est de 0,8 m/s (figure 8).

Sous ces conditions, la dilution est un peu moins importante dans le champ proche mais les résultats restent comparables en champ lointain.

Pour le mois d'avril, la dilution est un peu inférieure à 6 à 3 m du rejet alors qu'elle était supérieure à 9 dans le calcul précédent. L'écart de température réglementaire de 3°C est atteint à moins de 1 m et l'échauffement est d'environ 0,17°C à 200 m en aval.

Pour le mois de mai, la dilution est un peu inférieure à 6 à 3 m du rejet alors qu'elle était supérieure à 9 dans le calcul précédent. L'écart de température réglementaire de 3°C est atteint à moins de 1 m et l'échauffement est d'environ 0,18°C à 200 m en aval.

Enfin, d'après les éléments du projet Explore 2070, les évolutions hydrologiques pour le Drac à Fontaine indiquent une baisse de 32% du QMNA5 médian en climat futur (2046-2065), soit un débit réduit à 22,06 m<sup>3</sup>/s, ce qui reste toutefois plus élevé que le débit VCN10(5) actuel.

Le calcul précédent permet donc de conclure que le projet respecte les limites réglementaires, même dans une situation future tenant compte du changement climatique.

### 2.3.5 Gouvernance pour la gestion de la ressource thermique de la nappe

*L'Autorité environnementale recommande d'exposer la gouvernance qui est mise en place permettant d'assurer une bonne gestion du commun que constitue la ressource thermique des eaux de la nappe d'accompagnement du Drac.*

**Notre projet de géothermie vise à pomper l'eau de la nappe et la rejeter dans le Drac et non la réinjecter dans la nappe.** La réinjection considérée dans notre projet est limitée uniquement en cas de secours sur le réseau d'exhaure et des opérations de maintenance sur ce même réseau (scénario considéré : 5 jours 2 fois par an, 5 jours en hiver et 5 jours en été). **Notre projet de géothermie ne favorise donc pas le développement d'îlot de chaleur urbain dans la nappe.**

D'autre part, l'incidence hydrogéologique du projet Vercors a été évaluée à l'aide d'un modèle hydrodynamique et thermique des eaux souterraines de toute la presqu'île de Grenoble. Cet outil intègre l'ensemble des forages exploitant les eaux souterraines ainsi que les projets de géothermie connus. Il permet donc d'avoir une vision d'ensemble et d'optimiser les choix d'exploitation de la nappe pour une gestion pérenne de la ressource.

La gouvernance de la gestion de la ressource thermique de la nappe est assurée par le Service d'Energie de la Métropole. La métropole s'assurera de la bonne exploitation à travers le suivi mis en place, à savoir un suivi piézométrique et un suivi des débits d'exhaure. Le suivi piézométrique permettra de vérifier l'incidence du projet sur la nappe et le suivi des débits d'exhaure s'assurera du respect des contraintes réglementaires tel que présentées dans le cadre du dossier.

## 2.4 - Analyse du choix du dispositif du suivi des mesures et de leur efficacité

*L'Autorité Environnementale recommande d'assurer avec une fréquence mieux adaptée aux variations saisonnières, et sur toute la durée d'exploitation du réseau, un suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de la nappe dans les différents points de forage, ainsi qu'un suivi régulier des eaux d'exhaure rejetés au DRAC. Elle recommande également d'effectuer le suivi physico-chimique sur une liste de substances représentatives des pollutions connues de la nappe.*

Le suivi de la nappe sera assuré grâce aux quatre piézomètres situés en amont, au sein du secteur et en aval de celui-ci. Ces piézomètres seront équipés de sondes automatiques de mesures en continu (niveau d'eau, température et conductivité) munies d'un système de télétransmission de données.

Le contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux souterraines est actuellement prévu avec une fréquence annuelle pour les deux premières années. **Ce contrôle peut être augmenté à une fréquence semestrielle pendant les deux premières années.** La fréquence sera ensuite adaptée en fonction des résultats obtenus pendant cette première période.

Nous maintenons la liste des paramètres proposés dans le cadre de ce suivi. Ces paramètres sont identiques à ceux suivis dans le cadre du projet de géothermie de la ZAC Presqu'île Exhaure 1 (arrêté n°DDPP-ENV-2016-09-06).

Au même titre que le suivi des eaux de nappe, la fréquence des analyses d'eau d'exhaure avant rejet au Drac se fera avec une fréquence semestrielle pendant les 2 premières années de fonctionnement. La fréquence sera ajustée en fonction des résultats obtenus. Les paramètres analysés seront identiques à ceux analysés dans les eaux souterraines.

---

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 Tableau engagements « Ville Durable et Santé » - Energie



**Annexe 1**

**Tableau engagements « Ville Durable et Santé » - Energie**