

Ilot Peugeot – Route de Lyon Quartier de l’Esplanade à Grenoble (38)

Projet d’exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques

Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2015-15 et n°2006-649 modifié par le décret n°2016-1304 et regroupant :

- *la demande d’autorisation d’ouverture de travaux,*
- *la demande de permis d’exploitation*

*Juin 2018
Rapport n°92043/C*

SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007
S/C Grenoble Habitat

CS 82625
44 Avenue Marcelin Berthelot
38036 GRENOBLE

AGENCE RHONE-ALPES MEDITERRANEE
Métier “Eau”
109, rue des Mercières
69140 RILLIEUX-LA-PAPE
Tél. : 04.37.85.19.60 - Fax : 04.37.85.19.61

Sommaire

| | Pages |
|--|--------------|
| 1. Résumé de l'étude d'impact | 6 |
| 1.1. Etat initial | 6 |
| 1.2. Effets du projet | 7 |
| 2. Contexte et objectifs | 12 |
| 3. Description du projet..... | 18 |
| 3.1. Caractéristiques générales..... | 18 |
| 3.2. Identification du demandeur | 18 |
| 3.3. Capacités techniques du demandeur | 20 |
| 3.4. Localisation géographique et cadastrale | 21 |
| 3.5. Exploitation prévisionnelle des eaux souterraines | 27 |
| 3.6. Durée du titre sollicitée | 28 |
| 3.7. Volume d'exploitation | 28 |
| 4. Description des installations | 31 |
| 4.1. Description de l'installation thermique | 31 |
| 4.2. Description de l'installation géothermique | 34 |
| 5. Documents de santé et de sécurité | 47 |
| 5.1. Document de santé et de sécurité afférent aux travaux..... | 47 |
| 5.2. Document de santé et de sécurité en phase d'exploitation..... | 50 |
| 6. Etude d'impact | 57 |
| 6.1. Méthode d'évaluation des impacts | 57 |
| 6.2. Description du projet..... | 59 |
| 6.3. Etat initial..... | 59 |
| 6.4. Appréciation des impacts du projet | 83 |
| 6.5. Les mesures prises pour éviter, réduire et compenser | 110 |
| 7. Conclusion | 118 |

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des bâtiments, forages et propriétés du projet Ilot Peugeot 19

Figure 2 : Localisation du projet..... 23

Figure 3 : Localisation de l'emprise de réflexion du projet d'aménagement de l'esplanade (en jaune) et périmètre du projet Ilot Peugeot (en vert) sur photographie aérienne (source : www.grenoble-esplanade.fr) 24

Figure 4 : Localisation prévisionnelle des forages sur le plan d'aménagement du projet Ilot Peugeot 25

Figure 5 : Point de rejet en Isère (fond : géoportail)..... 26

Figure 6 : Définition de la zone d'appel liée au fonctionnement des forages de prélèvement de l'ilot Peugeot..... 30

Figure 7 : Schéma de principe de l'ODEX (source : www.dpmf.fr) 35

Figure 8 : Coupes géologique et technique prévisionnelle des ouvrages de prélèvement P1, P2 et P5..... 41

Figure 9 : Coupes géologique et technique prévisionnelle des ouvrages de prélèvement P3 et P4..... 42

Figure 10 : Plan prévisionnel de la future canalisation de rejet des eaux de géothermie 45

Figure 11 : Photographies de l'extrémité et de l'exutoire de la galerie sur l'Isère..... 46

Figure 12 : Coupe technique prévisionnelle dans le cadre d'un comblement des forages P1, P2 et P5..... 55

Figure 13 : Coupe technique prévisionnelle dans le cadre d'un comblement des forages P3 et P4..... 56

Figure 14 : Précipitations moyennes mensuelles à Grenoble..... 61

Figure 15 : Directions des vents dans la ville de Grenoble (source : PLU de Grenoble) ... 62

Figure 16 : Extrait de la carte géologique n°772 de Grenoble 64

Figure 17 : Suivi piézométrique sur le quartier de l'Esplanade..... 66

Figure 18 : Variations du niveau d'eau de l'Isère sur la période 2003-2012 70

Figure 19 : Variations de la température de l'Isère sur la période 2010-2016..... 73

Figure 20 : Extrait du schéma du réseau d'assainissement (source : PLU de Grenoble) .. 77

Figure 21 : Recensement des espaces protégés 79

Figure 22 : Localisation des zones Natura 2000..... 80

Figure 23 : Extrait de l'AVAP de la ville de Grenoble (source : PLU de Grenoble) 81

Figure 24 : Ambiances acoustiques à Grenoble (source : PLU de Grenoble)..... 83

Figure 25 : Etat initial de la nappe alluviale de l'Isère..... 89

Figure 26 : Etat final de la nappe des alluvions de l'Isère à la fin de l'été après 10 ans de fonctionnement (5 pompages Ilot Peugeot) 91

Figure 27 : Etat final de la nappe alluviale de l'Isère à la fin de l'hiver après 10 ans de fonctionnement (5 pompages Ilot Peugeot) 92

Figure 28 : Etat final de la nappe alluviale de l'Isère à la fin de l'été après 10 ans de fonctionnement (10 pompages Ilot Peugeot+ Ilots voisins) 94

Figure 29 : Etat final de la nappe alluviale de l'Isère à la fin de l'hiver après 10 ans de fonctionnement (10 pompages Ilot Peugeot+ Ilots voisins) 95

Figure 30 : Comparaison des débits de l'Isère et de rejet du projet..... 97

Figure 31 : Comparaison des températures des cours d'eau et de rejet du projet..... 98

Figure 32 : Zonage réglementaire du PPR Inondation Isère Amont (Octobre 2007)..... 108

Figure 33 : Cartographie des zones inondables dans le secteur du projet 109

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

| | |
|--|-----|
| Figure 34 : Extrait du zonage du PLU de Grenoble | 110 |
| Figure 35 : Coûts comparatifs des énergies géothermiques (avec aides) et conventionnelles en €/MWh pour les trois secteurs | 116 |

Liste des tableaux

| | |
|--|-----|
| Tableau 1 : Fonctionnement prévisionnel de la future installation..... | 12 |
| Tableau 2 : Besoins du projet à intégrer dans la modélisation hydrodynamique et thermique..... | 13 |
| Tableau 3 : Répartition entre bâtiments, forages et pompes à chaleur..... | 13 |
| Tableau 4 : Régime réglementaire applicable au projet..... | 15 |
| Tableau 5 : Contenu du présent rapport en lien avec la réglementation concernée..... | 17 |
| Tableau 6 : Références cadastrales des ouvrages..... | 22 |
| Tableau 7 : Répartition des besoins énergétiques, des débits d'exploitation et des volumes prélevés estimés..... | 27 |
| Tableau 8 : Alimentation des différents bâtiments | 28 |
| Tableau 9 : Description des machines et fluides frigorigènes | 32 |
| Tableau 10 : Alimentation des différents bâtiments | 34 |
| Tableau 11 : Paramètres analysés..... | 39 |
| Tableau 12 : Dates et durées des travaux..... | 40 |
| Tableau 13 : Activités et risques associés lors des travaux..... | 48 |
| Tableau 14 : Mesures de prévention lors des travaux..... | 49 |
| Tableau 15 : Activités et risques associés en exploitation | 51 |
| Tableau 16 : Mesures de prévention en exploitation..... | 52 |
| Tableau 17 : Caractéristiques quantitatives et qualitatives de la masse d'eau souterraine FRDG313 | 68 |
| Tableau 18 : Débits caractéristiques de l'Isère et du Drac..... | 70 |
| Tableau 19 : Station de Meylan (Isère - amont du projet)..... | 71 |
| Tableau 20 : Station de Tullins (Isère - aval du projet) | 72 |
| Tableau 21 : Caractéristiques quantitatives et qualitatives de la masse d'eau souterraine FRDG354c | 74 |
| Tableau 22 : Caractéristiques des ouvrages de gestion d'eaux pluviales..... | 76 |
| Tableau 23 : Indice ATMO de l'agglomération de Grenoble entre 2012 et 2016..... | 81 |
| Tableau 24 : Débits moyens mensuels considérés au droit des forages de prélèvement | 90 |
| Tableau 25 : Débits moyens mensuels considérés au droit des forages de prélèvement | 93 |
| Tableau 26 : Compatibilité des projets avec l'article L.211-1 | 104 |
| Tableau 27 : Répartition des besoins énergétiques, des débits d'exploitation et des volumes prélevés estimés | 118 |
| Tableau 28 : Régime réglementaire applicable au projet..... | 119 |

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Liste des Annexes

Annexe A : Extrait Kbis et capacités financières de la société Grenoble Habitat

Annexe B : Localisation des ouvrages sur plan cadastral

Annexe C : Etude thermique

Annexe D : Schéma de principe des pompes à chaleur

Annexe E : Schémas de principe d'un forage BENOTO

Annexe F : Besoins des autres ilots

Annexe G : Plan de gestion des terres

Annexe H : Qualité des eaux

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

1. Résumé de l'étude d'impact

La description du projet est présentée de manière détaillée dans le paragraphe 3. *Description du projet* et résumée ci-après.

Le projet de l'Ilot Peugeot de la SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007 prévoit la construction de 7 bâtiments composés de 235 logements collectifs dans le quartier Esplanade sur la route de Lyon à Grenoble (38). Le projet est localisé sur une parcelle triangulaire d'une superficie de 9000 m² qui est bordée à l'Est par la route de Lyon et à l'Ouest par le Boulevard de l'Esplanade. Cette construction s'inscrit dans le programme global du renouvellement urbain du quartier de l'Esplanade pour lequel il est prévu la mise en œuvre d'installations de géothermie à l'échelle de chaque bâtiment qui seront alimentées dans leur emprise foncière au moyen de forage de prélèvement et dont les eaux seront ensuite collectées dans une canalisation communautaire pour se rejeter à l'Isère.

Le présent dossier porte sur l'installation de géothermie de l'ilot Peugeot uniquement. Les autres installations feront l'objet d'un ou d'autres dossiers en fonction de l'avancée des projets et de leurs études techniques. Toutefois dans le cadre de ce dossier il est pris en compte l'impact possible de l'exploitation de l'ensemble des installations par le prélèvement sur la nappe et le rejet dans l'Isère.

L'implantation des bâtiments de l'Ilot Peugeot a été étudiée de manière à favoriser une conception bioclimatique permettant d'atteindre les objectifs de performance fixés par la réglementation thermique en vigueur (RT2012).

La technique d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques a été retenue pour le projet de chauffage des bâtiments, ainsi que pour la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) avec une réinjection des eaux dans l'Isère.

Ainsi, l'installation fonctionnera à partir de 5 ouvrages de prélèvement dans la nappe alluviale de l'Isère, forages de 12 à 15 m de profondeur qui alimenteront une installation de géothermie. La réinjection sera effectuée à l'Isère à environ 170 m à l'ouest du site dans une canalisation.

La puissance totale maximale échangée sur la nappe sera de 413 kW. Le volume annuel prélevé en nappe et rejetés dans l'Isère serait de l'ordre de 59 220 m³/an, avec un débit de pointe de 89 m³/h et un écart de température de + 4°C.

1.1. Etat initial

Le site est localisé en rive droite de l'Isère (à environ 170 m à l'est), dans la plaine alluviale, en limite avec le Massif de la Chartreuse. Il s'agit d'un quartier actuellement dédié aux manifestations festives et au parking et qui fait l'objet d'un renouvellement urbain afin de revaloriser l'espace entre le Boulevard de l'Esplanade et la Route de Lyon.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Les futurs forages seront situés en dehors de tout périmètre de protection de captage AEP.

La commune est concernée par le SDAGE Rhône – Méditerranée, et plus particulièrement par les alluvions de l'Isère à l'aval de Grenoble.

Aucune zone Natura 2000 n'est concernée par le projet. Cependant, le rejet est réalisé en Isère qui est classée en zone ZNIEFF de type II « Zone fonctionnelle de la rivière Isère à l'aval de Meylan » (n°820000424).

Le projet étant situé en zone urbaine, il n'a pas d'effet sur le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE).

Aucun prélèvement d'eau n'est recensé dans un rayon de 200 m autour du projet. Seules les eaux de drainage des galeries de VICAT sont situées à proximité du projet. Elles ont pour origine le Massif de la Chartreuse et sont rejetées à l'Isère au moyen d'une canalisation enterrée. Ces eaux ne sont donc pas en relation avec la nappe exploitée pour le projet.

1.2. Effets du projet

Au vu des impacts réels ou potentiels, l'étude présente l'analyse des effets temporaires causés par la phase travaux et les effets permanents en exploitation.

1.2.1. Impacts paysagers et urbanisme

Les travaux de forages seront réalisés dans 2 diamètres différents et emploieront donc 2 techniques de forage :

- en gros diamètre, seront utilisés une grue, un louvoyeur et une benne preneuse : BENOTO ;
- en petit diamètre, seront utilisés une machine de forage, un compresseur pour une foration selon la méthode ODEX.

Les travaux pour la pose de la canalisation de collecte et d'exhaure des eaux de géothermie nécessitent la réalisation de tranchées. Ces travaux seront réalisés au moyen de pelle hydraulique.

L'impact visuel durant les travaux sera proche d'un impact paysager généré par un chantier de construction de bâtiment. Cela est également valable pour la construction des locaux techniques. De plus, la réalisation des forages et de la canalisation d'exhaure s'inscrit dans la construction immobilière et sera menée en même temps.

Les installations prévues, que ce soit les équipements thermiques mis en place dans les locaux techniques ou le forage positionné sous un tampon situé à ras de sol, n'auront aucun impact paysager particulier. Aucune incompatibilité n'a été relevée avec le règlement d'urbanisme.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

1.2.2. Impacts sonores

La phase chantier de réalisation des forages mettra en œuvre une grue, un louvoyeur et une benne preneuse (BENOTO) ainsi qu'une machine de foration et un compresseur (ODEX). Les travaux liés à la pose de la canalisation de collecte et d'exhaure nécessitant la réalisation de tranchées utilisent une pelle hydraulique. Ces techniques de travaux utilisent les mêmes engins que ceux habituellement utilisés sur les chantiers de construction de bâtiments. Le chantier n'aura donc pas plus d'impact sonore qu'un chantier habituel de travaux publics.

En phase d'exploitation, les installations thermiques installées dans les locaux techniques isolés ne créeront pas de gêne acoustique.

1.2.3. Impacts sur l'air

Les principales sources d'émissions atmosphériques seront liées aux travaux de forage et pose de canalisation : émissions gazeuses (gaz d'échappements des moteurs diesel) liées au matériel utilisé.

Ces émissions seront ponctuelles et limitées dans le temps (durée du chantier : 4 mois).

Les gaz d'échappement seront limités par l'entretien régulier des engins à moteur qui seront conformes à la législation en vigueur et dont le contrôle par le service des mines sera scrupuleusement respecté. Le trafic engendré par la phase travaux sera limité à l'approvisionnement du matériel.

La génération de poussières liée aux méthodes de foration est limitée, car les matériaux sont ramassés et posés sur le côté du trou (BENOTO) ou remontent par l'injection d'air et sont récupérés en sortie de forage (ODEX).

En phase d'exploitation, la ventilation des locaux techniques sera dimensionnée conformément à la norme NFE 35-400. Elle sera dimensionnée en fonction de la masse de fluide frigorigène contenue dans le groupe.

De plus, le risque de fuite de fluide frigorigène est limité puisque contenu dans la pompe à chaleur qui fera l'objet de contrôles périodiques.

1.2.4. Déchets

Les déblais de forages présentent un volume de l'ordre de 54 m³ pour les 5 forages.

Le plan de gestion est le suivi des travaux montrent que les zones sur lesquels sont implantées les forages ont été préalablement terrassées pour la réalisation des sous-sols à proximité de même les terrains pollués ont été excavés et évacués du site. Ainsi ces déblais ne présentent pas de pollution. Une analyse d'eau faite à la suite d'un pompage de longue durée de 20 heures à 23 m³/h, n'a pas mis en évidence de pollutions organiques ou métalliques, à l'exception d'éléments organohalogénés, le Cis 1,2-dichloroéthylène

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

(1,8 µg/l) et le tétrachloroéthylène (18 µg/l) et de traces de zinc et cuivre. Dans ces conditions les déblais de forage ne sont devraient pas présenter de pollution.

Un protocole de gestion des déblais de forage de géothermie est proposé avec en fonction de la nature des terres et de la présence ou non de pollution.

Dans le cadre de son fonctionnement, l'installation ne sera pas génératrice de déchets liés au fluide frigorigène pour lequel aucune régénération ou remplacement n'est nécessaire. Dans le cas d'un abandon de l'installation, le fluide caloporteur sera enlevé dans les règles de l'art par une entreprise spécialisée. Une fois extrait, ce fluide sera retraité dans la filière adéquate.

1.2.5. Impact sur les eaux souterraines et superficielles

La mise en œuvre au droit de chaque forage de tampon étanche et verrouillable, de brides étanches et cimentation de 2 m scellée sur la base du regard de visite empêche toute introduction d'éléments dans les eaux souterraines.

L'exploitation des installations de géothermie du projet associée à celles des installations des autres îlots entraîne sur la nappe alluviale de l'Isère au bout de 10 ans, au droit du projet, un abaissement n'excédant pas 0,4 m au niveau des forages de prélèvements.

Au vu des rabattements générés sur la nappe, les incidences hydrauliques du projet sur les eaux souterraines sont négligeables.

Au vu du débit de l'Isère et du débit rejeté, l'écart de température n'aura pas d'incidence sur les eaux de surface. L'impact hydrodynamique et thermique est ainsi considéré en étant négligeable.

1.2.6. Impact de la pollution du sol

Dans le cadre du projet, les terres polluées ont été excavées et évacuées hors site après tri granulométrique sous crible capoté. Ainsi les travaux et l'exploitation du site seront réalisés sur des terrains exempts de pollution.

1.2.7. Impact sur les structures et ouvrages voisins

L'ensemble des infrastructures, projet et voisins, est construit hors nappe.

De plus, les études géologiques ont révélé la présence de matériaux sablo-graveleux et l'absence d'éléments tourbeux ou argileux à capacité de rétention/résorption d'eau (par exemple argiles gonflantes). Ainsi, les terrains présents ne sont pas concernés par des phénomènes de modification volumique des matériaux et de déstabilisation des structures environnantes.

Par ailleurs, les forages seront conçus selon les règles de l'art, de manière à ne solliciter que la nappe et ne pas entraîner l'arrivée de fines-sables. Une attention particulière sera

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

portée lors de la réalisation des forages afin d'adapter l'équipement (crépines et massif filtrant) en fonction des terrains sollicités.

1.2.8. *Evaluation des incidences sur les milieux naturels*

Le rejet des eaux sera réalisé en Isère, classée en zone ZNIEFF de type II. Les eaux rejetées seront claires et sans particules en suspension. Ainsi, il n'y aura pas d'augmentation des matières en suspension dans l'Isère au droit des points de rejet et en aval. Il n'y aura pas de modification de la qualité physico-chimique de l'eau lors du passage dans les échangeurs (hors la température) et ainsi il n'y aura pas de risque du point de vue de la qualité des eaux rejetées en Isère.

En vue du débit de l'Isère et du débit rejeté par le projet, l'écart de température entre les eaux n'aura pas d'impact sur la rivière. L'incidence hydrodynamique sur le cours d'eau est négligeable.

L'implantation des zones Natura 2000 les placent hors de toute influence potentielle du projet géothermique.

1.2.9. *Impact du fluide frigorigène*

Les fluides frigorigènes utilisés seront R410A (PAC électrique sur les bâtiments A) et du R717 (PAC gaz sur les bâtiments B et C) car ils présentent les avantages suivant :

- R410A :
 - fluide frigorigène présentant un ODP (Ozone Depletion Potential = Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone) nul, ce qui permet au maître d'ouvrage d'entretenir le matériel aisément et durablement et d'avoir du fluide frigorigène disponible plus longtemps ;
 - fluide ininflammable.
- R717 :
 - fluide disponible actuellement sur le marché présentant un GWP₁₀₀ (Global Warning Potential sur 100 ans = Potentiel de réchauffement global) de 0, représentant un impact négligeable sur l'environnement et permettant d'anticiper les changements liés à la nouvelle réglementation européenne F-GAZ ;
 - fluide avec une limite d'explosivité élevée ;
 - fluide frigorigène présentant un ODP (Ozone Depletion Potential = Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone) nul, ce qui permet au maître d'ouvrage d'entretenir le matériel aisément et durablement et d'avoir du fluide frigorigène disponible plus longtemps.

Des contrôles périodiques de fuite de fluide frigorigène seront réalisés dans ces locaux, conformément à l'art.4 §3 de la réglementation européenne n° 517/2014. Ces contrôles d'étanchéité périodiques des équipements prévus par la réglementation européenne

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

seront conduits avec des appareils dont la sensibilité sera inférieure à 5 g/an et permettront de lutter contre une possible pollution.

1.2.10. *Impact sur les besoins énergétiques*

L'ensemble des éléments décrits ci-après permettront de réduire les besoins énergétiques et les prélèvements en nappe :

- conception des bâtiments ;
- fonctionnement à débit variable des pompes de forage.

L'étude d'impact est conforme et répond à toutes les incidences possibles du projet pendant les travaux et en phase d'exploitation. D'un point de vue paysager et urbanistique et de même que pour l'impact sonore, les travaux ne sont que temporaires. Pour ce qui est de la pollution de l'air, en phase d'exploitation, les PAC seront contrôlées et situées dans des locaux techniques qui seront ventilés selon la norme NFE 35-400. Au niveau des déchets, en phase travaux, cela correspond aux cuttings du forage soit 54,2 m³. En phase d'exploitation aucun déchet ne sera produit.

Pour ce qui est de l'impact sur les eaux souterraines, en phase d'exploitation, l'eau prélevée par les 5 forages de prélèvement sera intégralement rejetée dans l'Isère. D'après la modélisation, le rabattement des niveaux piézométriques observé au droit du forage de prélèvement n'excédera pas 40 cm. Les incidences hydrauliques sont donc négligeables à acceptables. Au niveau qualitatif, l'impact thermique sur les eaux de surface est considéré comme négligeable au vu des débits rejetés par rapport au débit de l'Isère.

La dépollution du sol a été effectuée en amont des travaux de forage. Le projet n'est pas concerné par la possible incidences des voisins ou des ouvrages souterrains, ceux-ci sont hors nappe. Enfin, le projet est concerné par une ZNIEFF de type II au droit de l'Isère. Les caractéristiques de l'eau rejetée (physico-chimie, température et débit) permettent de considérer un impact négligeable à acceptable sur cette zone naturelle.

2. Contexte et objectifs

Dans le cadre de la construction immobilière, Ilot Peugeot sur le quartier de l'Esplanade, route de Lyon à Grenoble (38), il est envisagé la possibilité d'exploiter les eaux souterraines à des fins géothermiques.

Une étude de faisabilité (rapport Antea Group 86444/A d'octobre 2016) et des travaux de reconnaissance (rapport Antea Group 87955/A de février 2017) ont permis de préciser les caractéristiques de la nappe dans le secteur d'étude, son mode de fonctionnement, le dispositif de prélèvement/rejet et le cadre réglementaire.

Le projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques consiste en 5 ouvrages de prélèvement de la nappe alluviale, forages qui alimenteront 19 pompes à chaleurs réparties dans 7 bâtiments. Les eaux seront ensuite rejetées à l'aide d'une canalisation d'exhaure en Isère. Il est prévu que ce rejet soit à terme exploité également par d'autres installations géothermiques qui viendront à être construites dans le cadre de projets immobiliers voisins et futurs, s'inscrivant dans un grand projet de ville d'évolution du quartier de l'Esplanade.

Les informations sur les besoins énergétiques (fournis par INGENERGIE) sont présentées dans le tableau suivant :

| Période | Hivernale | Estivale | Année |
|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| Durée | 7 mois (octobre à avril) | 5 mois (mai à septembre) | 12 mois |
| Fonctionnement | Chauffage + ECS | ECS | Chauffage et ECS |
| Puissance maximale prélevée sur nappe (kW) | 413 | 413 | 413 |
| Ecart thermique maximal (°C) | + 4 | + 4 | + 4 |
| Débit maximal (m ³ /h) | 89 | 89 | 89 |
| Débit moyen sur la période (m ³ /h) | 8 | 5 | 7 |
| Volume prélevé (m ³) | 40 920 | 18 300 | 59 220 |

Tableau 1 : Fonctionnement prévisionnel de la future installation

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

| Mois | P1 (m ³ /h) | P2 (m ³ /h) | P3 (m ³ /h) | P4 (m ³ /h) | P5 (m ³ /h) | Cumul (m ³ /h) |
|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Janvier | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 11 |
| Février | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 7 |
| Mars | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 7 |
| Avril | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Mai | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Juin | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Juillet | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Août | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Septembre | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Octobre | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Novembre | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 8 |
| Décembre | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 11 |

Tableau 2 : Besoins du projet à intégrer dans la modélisation hydrodynamique et thermique

La répartition entre bâtiments, forages et pompes à chaleur est présentée dans le tableau suivant :

| Bâtiment | Puissance maximale échangée sur la nappe (kW) | Ecart thermique maximal (°C) | Forage concerné | Nombre de pompes | Débit de pointe (m ³ /h) | Débit de pointe par forage (m ³ /h) |
|------------------------------|---|------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|--|
| A1 | 73,5 | 4 | P1 | 1 | 15,8 | 15,8 |
| A2 | 93,0 | 4 | P2 | 1 | 20,0 | 20,0 |
| B1 | 49,2 | 4 | P3 | 1 | 10,6 | 21,2 |
| B2 | 49,2 | 4 | | 1 | 10,6 | |
| B3 | 49,2 | 4 | P4 | 1 | 10,6 | 21,2 |
| C1-C1i (local PAC commun) | 49,2 | 4 | | 1 | 10,6 | |
| C2-C2i (local PAC commun) | 49,2 | 4 | P5 | 1 | 10,6 | 10,6 |
| TOTAL | 412,5 | 4 | 5 | 7 | 88,8 | 88,8 |

Tableau 3 : Répartition entre bâtiments, forages et pompes à chaleur

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Dans le cadre de l'aménagement des installations géothermiques, il n'a pas été envisagé la mise en œuvre d'un dispositif de prélèvement en nappe commun, ni d'installation thermique mutualisée (entre l'Ilot Peugeot et les autres projets immobiliers) en raison notamment des éléments suivants :

- décalage temporel des études et travaux entre les différents programmes ;
- portage technique et financier par des acteurs différents non encore identifiés pour certains.

Les forages P1 et P2 et le réseau d'exhaure ont été réalisés pour répondre aux exigences constructives du projet. Les forages de prélèvement seront équipés d'un dispositif de pompage répondant aux besoins de pointe du projet. Il est prévu la mise en place d'une pompe pour répondre aux besoins totaux de chaque bâtiment, soit 7 pompes.

Les installations géothermiques permettront de couvrir l'intégralité des besoins thermiques du projet.

Le cadre réglementaire s'appliquant au projet est le suivant :

- Réglementation relative au Code Minier :
 - décret n°78-498 du 28 mars 1978, modifié par le décret n°2006-649 du 2 juin 2006, modifié par le décret n°2016-1304 du 4 octobre 2016
 - décret n°2015-15 du 8 janvier 2015 relatif aux travaux miniers
 - article L.411-1 du Code Minier
- Réglementation relative au Code de l'Environnement :
 - article R. 122-5 relatif à l'étude d'impact

Conformément à l'article L. 162-11 du code minier, l'autorisation d'ouverture de travaux miniers vaut autorisation au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement (loi sur l'eau). Votre projet est concerné par les rubriques suivantes de la loi sur l'eau :

- 1.1.1.0: Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau.
- 5.1.2.0 : Travaux de recherche et d'exploitation de gîtes géothermiques (A).

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

| Régime réglementaire applicable au projet de géothermies ouverts exploitant un gîte géothermique de basse température ≤ 150°C - Décret 2015-15 du 8 janvier 2015 | | | | |
|---|--|------------------------------------|--|--|
| Nature de l'opération | Régime réglementaire | | Données du projet | Régime réglementaire applicable au projet |
| <i>Travaux souterrains</i> | <i>Profondeur < 10 m</i> | <i>Non soumis</i> | <i>12 - 15 m</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>Profondeur ≥ 10 m</i> | <i>GMI*</i> | | |
| <i>Température de prélèvement en sortie d'ouvrage</i> | <i>Température < 25°C</i> | <i>GMI*</i> | <i>< 25°C</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>Température ≥ 25°C</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| <i>Profondeur</i> | <i>Profondeur < 200 m</i> | <i>GMI*</i> | <i>12 - 15 m</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>Profondeur ≥ 200 m</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| <i>Besoin thermique maximum</i> | <i>Puissance < 500 kW</i> | <i>GMI*</i> | <i>413 kW</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>Puissance ≥ 500 kW</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| <i>Prélèvement en nappe</i> | <i>aquifère prélèvement = aquifère réinjection</i> | <i>GMI*</i> | <i>aquifère prélèvement ≠ aquifère réinjection</i> | <i>Procédure basse température</i> |
| | <i>aquifère prélèvement ≠ aquifère réinjection</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| | <i>volume prélevé = volume réinjecté</i> | <i>GMI*</i> | <i>volume prélevé = volume réinjecté</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>volume prélevé ≠ volume réinjecté</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| <i>Zonage</i> | <i>Vert</i> | <i>GMI*</i> | <i>Vert</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>Orange</i> | <i>GMI* et avis expert</i> | | |
| | <i>Rouge</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| <i>Réinjection en nappe</i> | <i>Qmax < 80 m³ /h</i> | <i>GMI*</i> | <i>89 m³/h</i> | <i>Procédure basse température</i> |
| | <i>Qmax ≥ 80 m³ /h</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| Cadre réglementaire applicable au projet | | | Procédure basse température | |

**GMI : régime correspondant à la Géothermie de Minime Importance*

Tableau 4 : Régime réglementaire applicable au projet

Au vu des besoins et dans ces conditions, le dossier réglementaire est soumis à la procédure de basse température au titre du Code Minier (autorisation).

Le projet nécessite donc d'établir un dossier d'autorisation au titre du Code Minier, pour lequel 2 dossiers distincts sont à fournir :

- dossier d'autorisation d'ouvertures de travaux ;
- dossier de demande de permis d'exploiter.

Conformément à l'article 9 du Décret n°78-498 du 28 mars 1978, modifié par le Décret n°2015-15 du 8 janvier 2015 : « La demande d'autorisation de recherches ou de permis d'exploitation et la demande d'autorisation d'ouverture des travaux mentionnés au 3° de l'article 3 du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006, modifié par le décret n°2016-1304 du 4 octobre 2016 peuvent être présentées simultanément. Dans ce cas, un dossier unique est constitué qui comprend les renseignements et documents énumérés aux articles 5 à 8 du

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

présent décret et au I de l'article 6 du décret n° 2006-649 du 2 juin 2006, modifié par le décret n°2016-1304 du 4 octobre 2016.

Ce présent document constitue donc le dossier unique comprenant les éléments du Code Minier et du Code de l'Environnement. La liste de ces éléments et leur report dans le présent document sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

| Procédure concernée | Contenu détaillé | Paragraphe correspondant dans le présent rapport |
|--|--|--|
| Autorisation de recherches ou de permis d'exploitation de gîtes géothermiques à basse température (cf. articles 5 à 8 du décret n°2015-15) | 1° les nom, prénoms, qualité, nationalité et domicile | Chapitre 3.2 |
| | 2° la justification des capacités techniques et financières | Chapitre 3.3 |
| | 3° la durée du titre sollicité | Chapitre 3.6 |
| | 4° le volume d'exploitation | Chapitre 3.7 |
| | 6° le programme des travaux | Chapitre 3.5 |
| | 7° limites et les justifications du périmètre de protection | |
| | 8° Dispositions prévues pour des ouvrages | Chapitres 4 |
| | 9° caractéristiques des éventuels déversements et écoulements susceptibles de compromettre la qualité des eaux et les dispositions prévues pour éviter une altération de cette qualité | Chapitre 6.1.2 |
| | 10° les volumes d'exploitation et éventuellement les périmètres de protection | Chapitre 3.5 |
| | Documents graphiques | Figures 1 à 5 |
| Autorisation de recherches pour des forages (cf. articles 5 à 8 du décret n°2015-15) | 1° caractéristiques de chacun des forages | Chapitre 4.2 |
| | 2° l'horizon géologique concerné | Chapitre 6.3.5.5 |
| | 3° la puissance thermique et les débits instantanés maximaux et les volumes journaliers maximaux d'eau | Chapitre 3.5 |
| | Mémoire justifiant les éléments mentionnés aux 1° et 2° | Chapitres 6.3.4 et 6.3.5 |
| Permis d'exploitation (cf. articles 5 à 8 du décret n°2015-15) | 1° la puissance thermique | Chapitre 3.5 |
| | 2° le volume d'exploitation sollicité | Chapitre 3.5 |
| | 3° l'emplacement et caractéristiques des forages | Chapitre 4.2 |
| Autorisation d'ouverture de travaux miniers (cf. I de l'article 6 du décret n°2006-649 modifié par le décret n°2016-1304) | 1° L'indication de la qualité en laquelle le dossier est présenté | Chapitre 3.1 |
| | 2° les caractéristiques principales des travaux prévus | Chapitre 4 |
| | 3° Un exposé relatif aux méthodes d'exploitation | Chapitre 4 |
| | 4° Etude d'impact définie à l'article R. 122-5 du code de l'environnement | Chapitre 6 |
| | 5° Le document de sécurité et de santé prévu à l'article 28 | Chapitre 5 |
| | 6° Conditions de l'arrêt des travaux ainsi que l'estimation de son coût | Chapitre 4.2 |
| | 7° Incidences des travaux sur la ressource en eau ainsi que la compatibilité du projet avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux | Chapitre 6 |
| | 8 Compatibilité des risques industriels du projet avec la sécurité publique | Chapitre 6.4 |
| Etude d'impact définie cf. article R. 122-5 du code de l'environnement) | 1° Une description du projet | Chapitre 6.2 |
| | 2° Une analyse de l'état initial de la zone et des milieux | Chapitre 6.3 |
| | 3° Une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme | Chapitre 6.4 |
| | 4° Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus | Chapitre 6.4 |
| | 5° Une esquisse des principales solutions de substitution | Chapitre 6.5 |
| | 6° Les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols | Chapitre 6.4 |
| | 7° Les mesures prévues pour éviter les effets négatifs et les compenser | Chapitre 6.5 |
| | 8° Une présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial | Chapitre 6.1 |
| | 9° Une description des difficultés éventuelles rencontrées pour réaliser cette étude | Chapitre 6.1 |
| | 10° Les noms et qualités des auteurs de l'étude d'impact | Chapitre 3.2 |

Tableau 5 : Contenu du présent rapport en lien avec la réglementation concernée

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

3. Description du projet

3.1. Caractéristiques générales

Le projet de l'Ilot Peugeot de la SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007 prévoit la construction de 7 bâtiments composés de logements collectifs dans le quartier Esplanade sur la route de Lyon à Grenoble (38). Le projet est localisé sur une parcelle triangulaire d'une superficie de 9000 m² qui est bordée à l'Est par la route de Lyon et à l'Ouest par le Boulevard de l'Esplanade. Cette construction s'inscrit dans le programme global du renouvellement urbain du quartier de l'Esplanade.

L'implantation de ces bâtiments a été étudiée de manière à favoriser une conception bioclimatique permettant d'atteindre les objectifs de performance fixés par la réglementation thermique en vigueur (RT2012).

Les caractéristiques du projet sont les suivantes :

- Champ d'application : l'ouverture de travaux de recherches et d'exploitation des gîtes géothermiques mentionnés à l'article L. 112-1 du code minier, à l'exception de l'ouverture de travaux d'exploitation des gîtes géothermiques de minime importance ;
- Ecart thermique sur eau de nappe : + 4°C
- Volume annuel prélevé et réinjecté en nappe : 59 220 m³/an ;
- Volume annuel rejeté en Isère : 59 220 m³/an ;
- Débit de prélèvement de pointe et de rejet : 89 m³/h ;
- Puissance thermique maximale : 413 kW.

Le projet se trouve sur la section AM et les parcelles cadastrales suivantes : 63, 64, 88, 89, 86, 84, 82, 83, 85, 87.

Les 5 forages de prélèvement sont réalisés dans l'emprise foncière du projet immobilier par la SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007.

L'exhaure à l'Isère est constituée par un premier tronçon : canalisation sous pression et le second tronçon : galerie existante et visitable.

La canalisation sous-pression a été réalisée par la SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007 et qui sera à terme rétrocédée à la Métro de Grenoble qui en aura la charge.

La galerie existante et visitable est exploitée par la Métro de Grenoble et collecte actuellement les eaux pluviales et les eaux de drainage d'une partie des galeries de VICAT.

3.2. Identification du demandeur

La SCI 51/57 route de Lyon 2007 (dont Grenoble Habitat est actionnaire pour moitié) est à l'initiative de la demande car le projet de l'Ilot Peugeot est le 1^{er} projet immobilier à être

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

construit sur l'Esplanade. Celui-ci répond à un souhait de la Ville de Grenoble de réaliser du chauffage à partir d'une installation de géothermie sur nappe. Les moyens de prélèvement n'ont pu être mutualisés car le programme général du quartier n'est pas arrêté.

Le projet de l'Ilot Peugeot compte 235 logements, Grenoble Habitat en sa qualité de bailleur social restera propriétaire et gestionnaire de 95 logements locatifs (A1, B1, C1 et C1i) et intervient en tant que maître d'ouvrage (par le biais de la SCI 51/57 route de Lyon 2007) pour les immeubles en accession (A2, B2, B3, C2 et C2i). Les immeubles en accession sont organisés en copropriété dont le mandat de syndic provisoire a été confié à NEXITY.

La localisation des bâtiments et forages avec répartition par propriétaires sont présentés dans la figure ci-après.

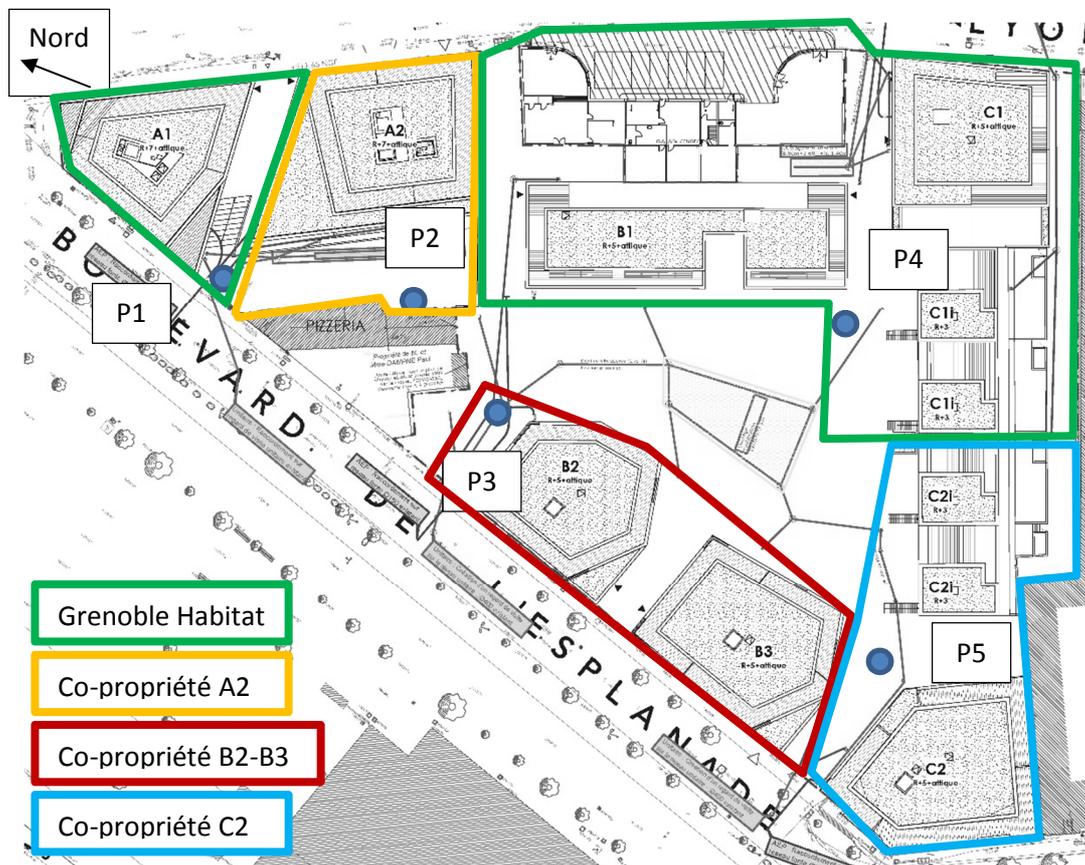


Figure 1 : Localisation des bâtiments, forages et propriétés du projet Ilot Peugeot

A terme, environ 700 logements doivent être réalisés sur le site de l'Esplanade.

Pour permettre à l'opération de l'Ilot Peugeot de fonctionner avec cette solution énergétique, la demande d'autorisation et la réalisation des forages et du réseau d'exhaure ont été prises en charge par la SCI 51/57 route de Lyon 2007. Le réseau

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

d'exhaure servira pour l'ensemble des constructions à venir sur ce secteur et sera rétrocédé à la Métro de Grenoble.

Nom du demandeur : SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007

Adresse de suivi du dossier : SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007
S/C Grenoble Habitat
CS 82625
44 Avenue Marcelin Berthelot
38036 GRENOBLE

Représenté par : BARD Eric – Directeur Général de Grenoble Habitat
co gérant de la SCI 51/57 route de Lyon 2007
Tel : 04 76 33 47 39
Gregoire RIBOUD - Chargé d'opérations au sein de Grenoble Habitat
e-mail : gregoire.riboud@grenoble-habitat.fr

Les informations concernant l'identification, la personne morale, l'administration et l'activité commerciale sont présentées dans l'extrait Kbis. Ce document et les capacités financières de la société sont présentés en **annexe A**.

Rédacteur du dossier réglementaire :

Antea Group
Edouard TISSIER
04.37.85.19.60 - 06.24.50.54.41
109 rue des Mercières - 69140 RILLIEUX-LA-PAPE
edouard.tissier@anteagroup.com

3.3. Capacités techniques du demandeur

La société Grenoble Habitat Co-Gérant de la SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007 a :

- une date d'immatriculation et de début d'exploitation à la fin de l'année 2007 ;
- un capital de 900 000 € ;
- son adresse du siège au 4 Rue Clotilde Bizolon, 69002 Lyon ;
- une durée de la société jusqu'en novembre 2106.

Les capacités financières de 2014 à 2016 communiquées montrent que sur cette période le montant net du chiffre d'affaires varie entre 126 327 € (2014) et 186 452 € (2015). En 2016, il est de 141 667 €. Le résultat d'exercice a baissé de 139 840 € en 2014 à 89 759 € en 2015. En 2016, le résultat d'exercice a augmenté à 228 407 €.

D'après l'étude thermique jointe en **Annexe C** :

- le montant global des travaux est estimé à 952 300 € HT. Les logements sociaux locatifs (B1, C1 et C1i) vendus par la SCI à Grenoble Habitat sont financés aux moyens de subvention et prêts locatifs. Les bâtiments destinés à l'accession (B2, B3 et C2) vendus par la SCI sont financés par un prêt.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

- le coût d'exploitation par la géothermie est de 84 400 € HT/an, pour une valeur de 107 400 € HT/an à partir du gaz. Sur 30 ans, sans prendre en compte la hausse du prix de l'énergie l'écart cumulé est de l'ordre de 690 000 € HT à la faveur de la géothermie sur la gaz.

La SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007 ne dispose pas actuellement des compétences techniques pour la réalisation des études et travaux nécessaires à la réalisation et la mise en production des forages géothermiques.

Dans le cadre de ce projet, la SCI a désigné :

- Un bureau d'études fluides et thermique, pour tout ce qui concerne le chauffage (Ingénergie) ;
- Un bureau d'études hydrogéologique, pour tout ce qui concerne le dimensionnement et le suivi des travaux de forages (Antea Group) ;
- Une entreprise de forages, pour tout ce qui concerne les travaux de forages (Aquifore pour la réalisation des forages P1 et P2 et non désignée à ce jour pour les autres forages) ;
- Une entreprise pour les travaux d'installation de plomberie, chauffage et sanitaires (Guiboud) ;
- Une entreprise spécialisée pour tous les aspects techniques qui relèvent de la maintenance des installations d'exploitation géothermique et de chauffage (non désigné à ce jour).

3.4. Localisation géographique et cadastrale

Le projet est situé en zone urbaine, route de Lyon à Grenoble (38). La parcelle est plane avec un décroché altimétrique, la partie est étant plus haute que la partie ouest. Elle est bordée à l'Est par la route de Lyon et à l'Ouest par le Boulevard de l'Esplanade.

D'après la carte IGN à l'échelle 1/25 000^e, le site est localisé en rive droite de l'Isère, dans la plaine alluviale, en limite avec le Massif de la Chartreuse.

L'Isère se situe à environ 170 m à l'Ouest du projet géothermique. Elle s'écoule du Sud vers le Nord, à une altitude d'environ 206,5 m NGF.

La localisation du projet est reportée sur carte IGN au 1/25 000^e en **figure 2**, ainsi que sur l'emprise de réflexion du projet d'aménagement de l'Esplanade reportée sur photographie aérienne en **figure 3**. Le plan de masse du projet est présenté en **figure 4**. La **figure 5** montre la localisation des points de rejet en Isère.

Les 5 ouvrages de prélèvement ainsi que les points de rejet sont situés sur le territoire de la commune de Grenoble (38). Les ouvrages de prélèvement seront répartis sur la parcelle.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

Les références cadastrales prévisionnelles des 5 forages destinés à l'alimentation des systèmes géothermiques des futurs bâtiments et des 2 points de rejet en Isère concerné par le projet sont présentées dans le **Tableau 6** suivant. L'**annexe B** présente la projection des ouvrages de prélèvement sur un extrait de carte cadastrale.

| Points | X (Lambert II étendu) | Y (Lambert II étendu) | Z sol (m NGF) | Parcelle cadastrale | Profondeur prévisionnelle |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------------|---------------------------|
| P1 | 865660 | 2027669 | 216 +/-1m | Section AM, n°79 | 12 m |
| P2 | 865674 | 2027632 | 216 +/-1m | Section AM, n°79 | 12 m |
| P3 | 865665 | 2027612 | 216 +/-1m | Section AM, n°78 | 15 m |
| P4 | 865690 | 2027582 | 216 +/-1m | Section AM, n°78 | 15 m |
| P5 | 865645 | 2027569 | 216 +/-1m | Section AM, n°78 | 12 m |
| Point de Rejet | 865513 | 2027803 | 214 +/-1m | Section AM | - |
| Point de Rejet secours | 865500 | 2027606 | 214 +/-1m | Section AM | - |

Tableau 6 : Références cadastrales des ouvrages

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

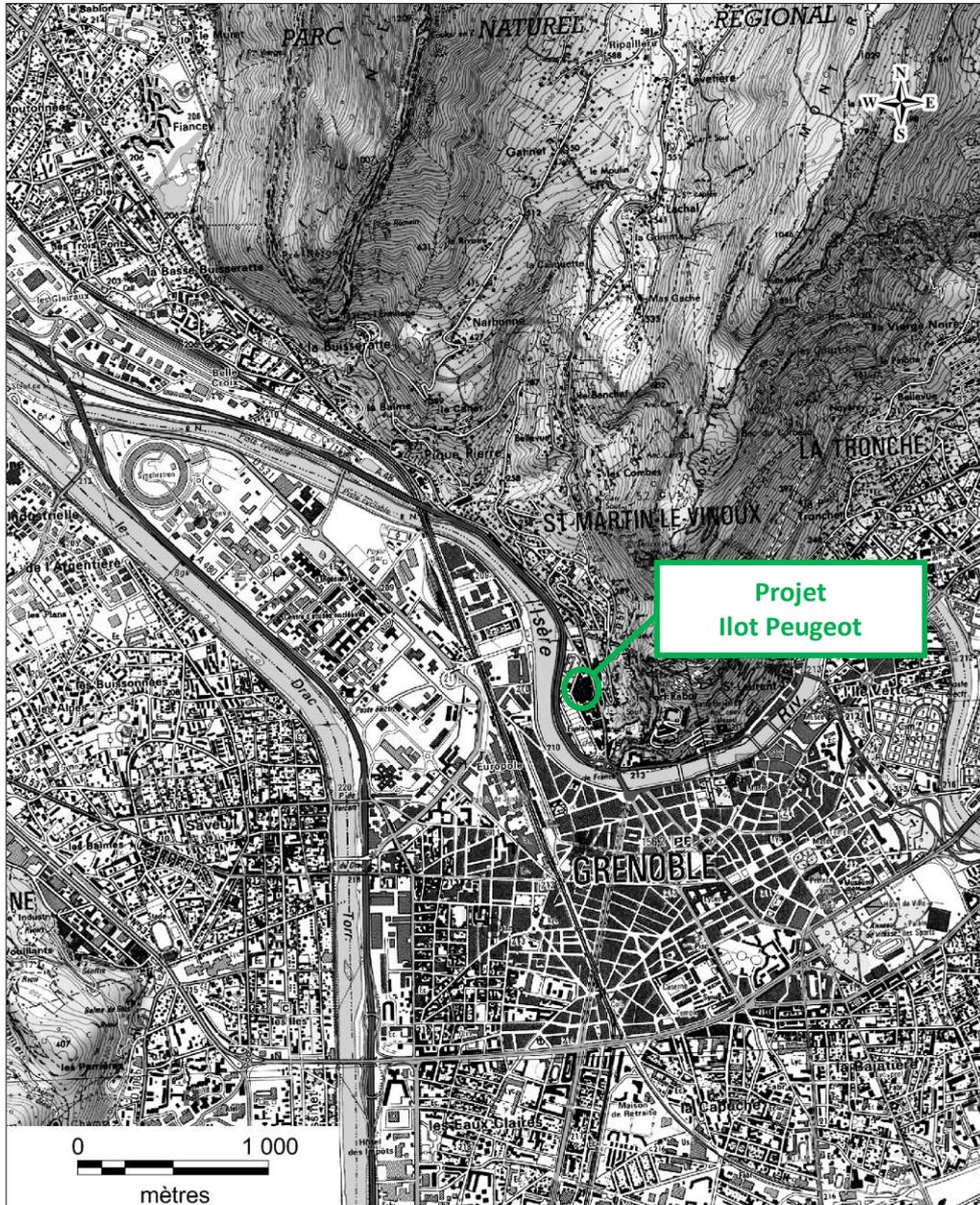


Figure 2 : Localisation du projet

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*



Figure 3 : Localisation de l'emprise de réflexion du projet d'aménagement de l'esplanade (en jaune) et périmètre du projet Ilot Peugeot (en vert) sur photographie aérienne (source : www.grenoble-esplanade.fr)

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*



Figure 4 : Localisation prévisionnelle des forages sur le plan d'aménagement du projet Ilot Peugeot

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

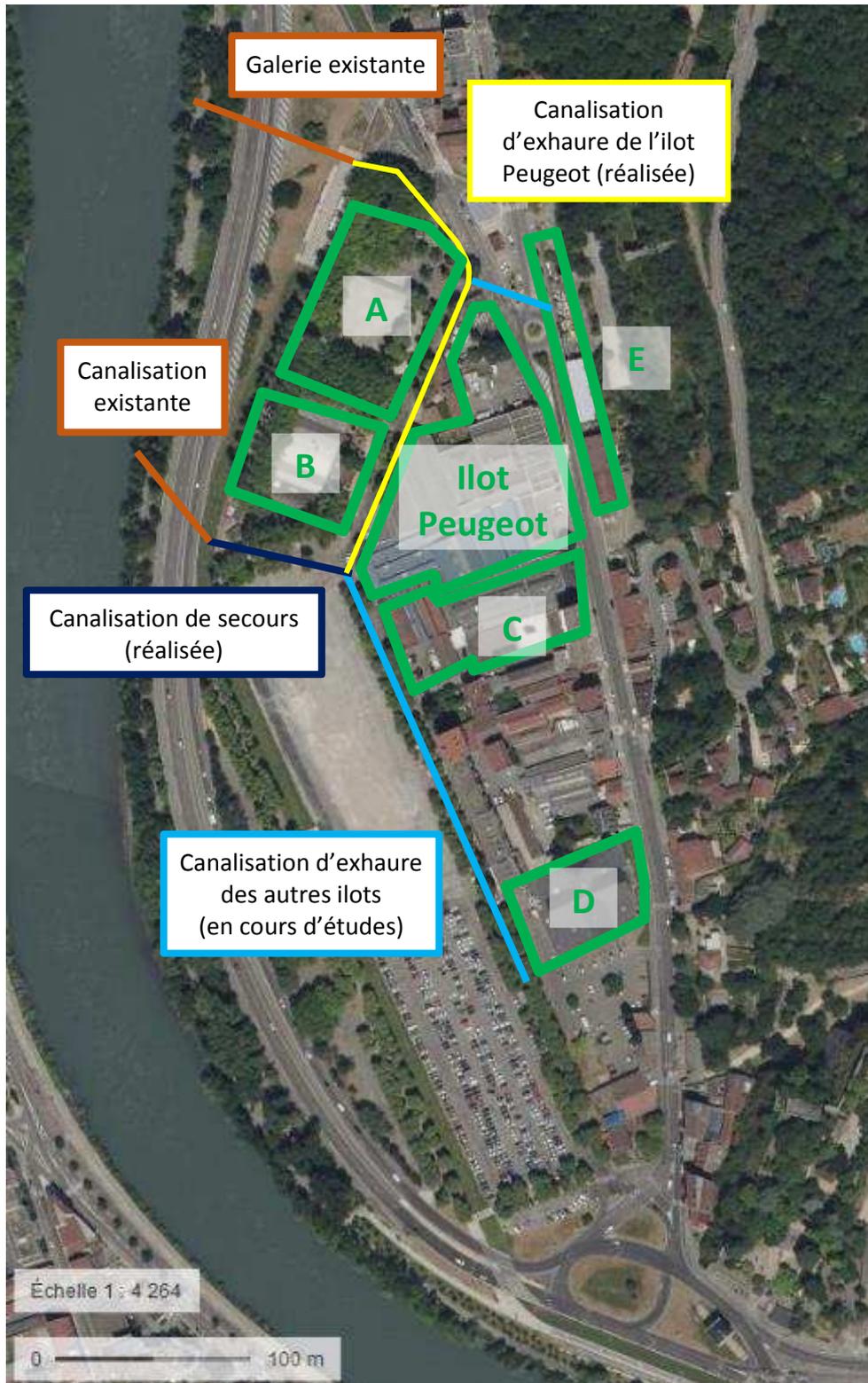


Figure 5 : Points de rejet en Isère (fond : géoportail)

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

3.5. Exploitation prévisionnelle des eaux souterraines

Le projet de construction de la SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007 consiste en la création de 7 bâtiments dédiés à des logements collectifs sur une surface d'environ 9000 m² (cf. figure 1).

La technique d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques a été retenue pour le projet de chauffage des bâtiments, ainsi que pour la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) avec une réinjection des eaux dans l'Isère.

Les travaux de forages sont réalisés en fonction de l'avancée globale des travaux de construction des bâtiments. C'est pour cette raison que les forages P1 et P2 ainsi que le réseau d'exhaure ont été réalisés.

Les pompages d'essai seront effectués suite à la réalisation des ouvrages de prélèvement. Les locaux techniques ainsi que la pose des installations géothermiques seront réalisés lors de la construction générale des bâtiments.

Une tranchée a été réalisée pour la pose de la canalisation d'exhaure des eaux de géothermie. Cette canalisation a été mise en place entre la propriété de l'ilot Peugeot et une canalisation existante. La nouvelle canalisation sera en charge et dimensionnée pour pouvoir collecter les eaux de géothermie des autres ilots qui viendront à se réaliser dans le futur. La canalisation existante, visitable, collecte actuellement les eaux pluviales et eaux de drainage d'une partie des galeries de VICAT pour les rejeter gravitairement à l'Isère. Cette dernière recevra par surverse les eaux de géothermie.

Les besoins énergétiques, les débits maximums d'exploitation et les volumes d'eau de nappe annuels prélevés pour le fonctionnement du système géothermique du site ont été communiqués par le bureau d'études INGENERGIE et sont présentés dans le tableau suivant :

| Période | Hivernale | Estivale | Année |
|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| Durée | 7 mois (octobre à avril) | 5 mois (mai à septembre) | 12 mois |
| Fonctionnement | Chauffage + ECS | ECS | Chauffage et ECS |
| Puissance maximale prélevée sur nappe (kW) | 413 | 413 | 413 |
| Ecart thermique maximal (°C) | + 4 | + 4 | + 4 |
| Débit maximal (m ³ /h) | 89 | 89 | 89 |
| Débit moyen sur la période (m ³ /h) | 8 | 5 | 7 |
| Volume prélevé (m ³) | 40 920 | 18 300 | 59 220 |

Tableau 7 : Répartition des besoins énergétiques, des débits d'exploitation et des volumes prélevés estimés

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Les données ayant permis de déterminer ces besoins s'appuient sur l'étude thermique reportée en **Annexe C**.

Le circuit de l'eau de nappe se composera de :

- 5 forages de prélèvement ;
- un rejet dans une canalisation allant à l'Isère, capable d'absorber la totalité du débit de pompage.

Les ouvrages ne sont, à ce jour, pas encore réalisés. Les forages de prélèvement seront équipés d'un dispositif de pompage répondant aux besoins de pointe du projet de 89 m³/h. Le tableau ci-dessous définit l'alimentation en eau de chaque bâtiment, avec une pompe par bâtiment.

| Bâtiment | Forage concerné | Débit de pointe (m ³ /h) | Nombre de pompes | Débit de pointe par forage (m ³ /h) |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|------------------|--|
| A1 | Forage P1 | 15,8 | 1 | 15,8 |
| A2 | Forage P2 | 20,0 | 1 | 20,0 |
| B1 | Forage P3 | 10,6 | 1 | 21,2 |
| C1-C1i (local PAC commun) | Forage P3 | 10,6 | 1 | |
| B2 | Forage P4 | 10,6 | 1 | 21,2 |
| B3 | Forage P4 | 10,6 | 1 | |
| C2-C2i (local PAC commun) | Forage P5 | 10,6 | 1 | 10,6 |
| TOTAL | 4 | 88,8 | 7 | 88,8 |

Tableau 8 : Alimentation des différents bâtiments

3.6. Durée du titre sollicitée

Conformément aux dispositions de l'article L134-8 du Code Minier et au vu de l'usage des bâtiments, la durée du titre sollicitée correspond à la période maximale autorisée, soit 30 ans.

3.7. Volume d'exploitation

Le volume d'exploitation doit être centré sur la protection de l'installation de l'ilot Peugeot pour permettre son bon fonctionnement et ne pas aggraver les impacts sur la ressource. Conformément à l'article 18 du décret n°78-498, toute installation relevant du régime de la géothermie de minime importance est interdite dans ce volume.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

Le volume d'exploitation correspondant à la zone d'appel des prélèvements de l'installation de géothermie de l'ilot Peugeot est présenté en **figure 6**.

La zone d'appel a été définie à l'aide de la modélisation hydrodynamique exploitée pour établir l'incidence du projet sur la nappe. Cette zone couvre plus de la moitié de la surface du quartier de l'Esplanade, soit environ 60 000 m². A l'extérieur de cette zone, il peut être considéré que l'impact des installations géothermiques soumises à la réglementation sur la Géothermie de Minime Importance, est acceptable.

Au vu des éléments précédemment présentés, les caractéristiques du volume d'exploitation sollicité sont les suivantes :

- **Compris entre 212 et 198 m NGF : altimétries correspondant au toit et substratum extrêmes relevés dans le secteur, de l'aquifère à nappe libre alluviale de l'Isère, classée dans la masse d'eau n°FRDG313 « alluvions de l'Isère à l'aval de Grenoble »**
- **Un périmètre présenté sous la forme d'un parallélépipède orange sur la figure 5, dont les coordonnées Lambert II étendu sont présentées dans le tableau ci-après.**

| Angle du périmètre | Nord-Ouest | Nord-Est | Sud-Est | Sud-Ouest |
|---------------------------|-------------------|-----------------|----------------|------------------|
| X (m) | 865630 | 865720 | 895820 | 865670 |
| Y (m) | 2027690 | 2027710 | 2027170 | 2027160 |

Le périmètre assimile ainsi une partie du quartier de l'Esplanade de Grenoble.

Conformément à l'article L134-6 du Code Minier il est demandé qu'un droit exclusif d'exploitation soit conféré dans l'emprise de ce volume d'exploitation.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

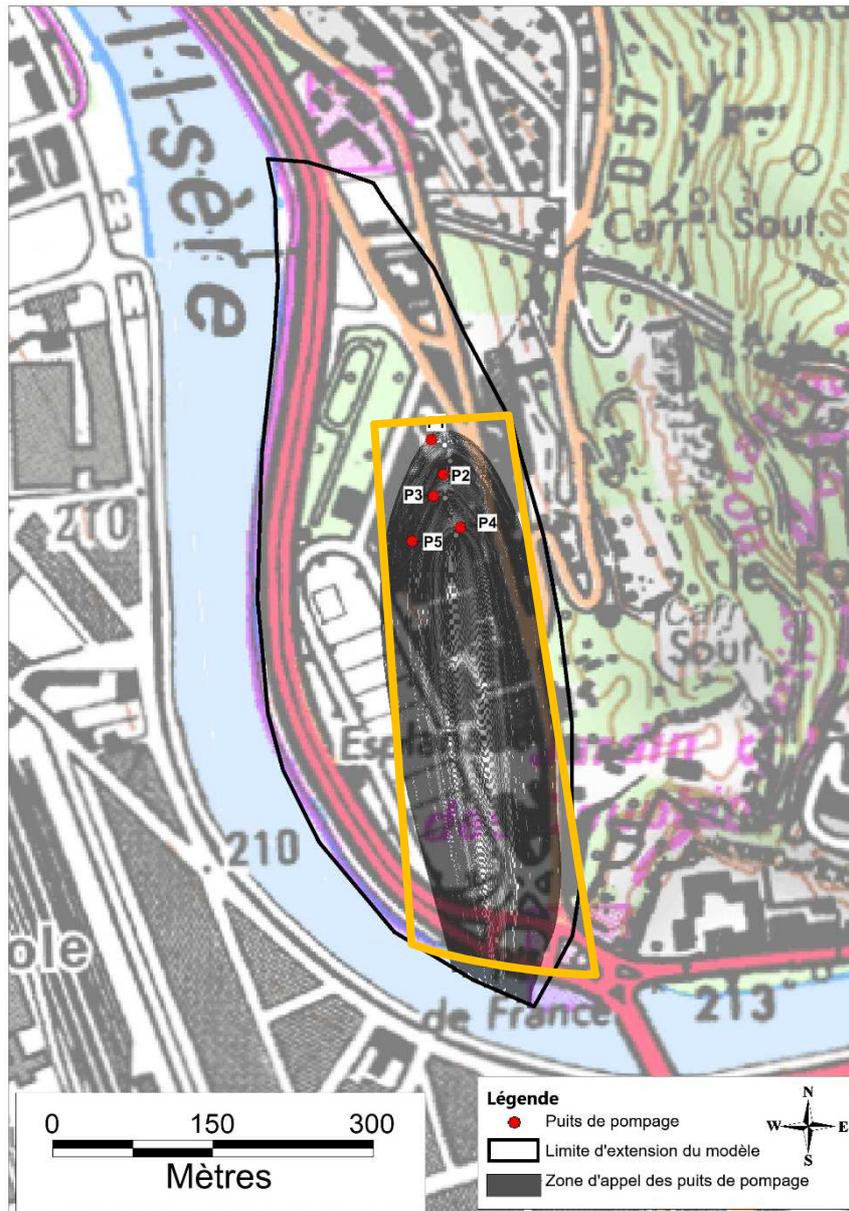


Figure 6 : Définition de la zone d'appel liée au fonctionnement des forages de prélèvement de l'ilot Peugeot

Un droit sera accordé aux autres installations de géothermie qui viendront à s'implanter sur l'Esplanade sous réserve qu'elles fonctionnent au moyen d'un prélèvement en nappe et rejet à l'Isère et que leur exploitation soit compatible avec celles des installations en cours de fonctionnement.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

4. Description des installations

4.1. Description de l'installation thermique

4.1.1. Locaux techniques

Chaque bâtiment dispose d'un local technique qui est localisé en sous-sol. Ainsi, 7 locaux techniques seront réalisés lors de la construction de l'Ilot Peugeot.

L'accès au local sera réservé exclusivement aux personnels techniques habilités à pénétrer (personnels formés aux installations et pompiers).

Par ailleurs, aucune présence humaine permanente n'est prévue dans ce local.

4.1.2. Machine de production et fluide frigorigène

La production calorifique nécessaire aux bâtiments sera assurée par plusieurs centrales spécifiques de production d'énergie dites pompes à chaleur (PAC) fonctionnant sur la nappe phréatique.

Pour la première tranche, correspondant aux bâtiments A1 et A2, il a été retenu une solution PAC électrique pour des raisons économiques. Pour les tranches suivantes, correspondant aux bâtiments B1, B2, B3, C1i et C2i, afin de limiter le volume prélevé sur la nappe, il a été retenu une solution PAC gaz, qui à performance équivalente en énergie primaire permet de réduire fortement la quantité d'eau prélevée sur la nappe. L'objectif global étant de limiter les prélèvements en nappe afin d'éviter une possible surexploitation de cette dernière. En tout, 19 PAC seront installées dans 7 locaux techniques.

Les pompes à chaleur couvrent chacune 100 % des besoins du bâtiment.

Les bâtiments A1 et A2, chaque chaufferie est équipée de 2 pompes à chaleur (chaque PAC couvrant un peu plus de 50% des besoins). Dans les autres chaufferies (B1-B2-B3-C1-C2) il est prévu 3 pompes à chaleur et une chaudière pouvant secourir une des pompes à chaleur (permettant de palier l'arrêt d'une PAC). Il n'est pas prévu de secours électrique direct par résistance électrique.

Le détail des installations est présenté dans le tableau ci-après :

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

| Bâtiment | Nombre de PAC/Chaufferie | Type de machine | Puissance machine unitaire (kW) | Puissance totale machine (kW) | Type de fluide frigorigène | Charge prévisionnelle de fluide frigorigène (kg) | |
|---------------------------|--------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--|------|
| A1 | 2 | PAC électrique : type AQUASNAP 61WG de CARRIER ou équivalent | 49,5 | 99,0 | R410A | 9,2 | 24,4 |
| A2 | 2 | | 61,5 | 123,0 | | 15,2 | |
| B1 | 3 | PAC à gaz : type GAHP-GS/WS de la marque ROBUR ou équivalent | 37,6 | 112,8 | AMMONIAC R717+H2O | 21+10 | 105 |
| B2 | 3 | | 37,6 | 112,8 | | 21+10 | |
| B3 | 3 | | 37,6 | 112,8 | | 21+10 | |
| C1-C1i (local PAC commun) | 3 | | 37,6 | 112,8 | | 21+10 | |
| C2-C2i (local PAC commun) | 3 | | 37,6 | 112,8 | | 21+10 | |
| TOTAL | 19 | | | 786,0 | | | |

Tableau 9 : Description des machines et fluides frigorigènes

Les pompes à chaleur retenues sur l'ensemble de l'opération sont des produits industriels livrés en base avec des fluides frigorigènes définis par le constructeur.

Les schémas de principes des PACs sont reportés en **annexe D**.

Le fonctionnement de la pompe en place dans le forage de prélèvement sera asservi au fonctionnement de la PAC : l'arrêt de la PAC engendre l'arrêt des pompes primaires, et de la même façon la remise en marche de la PAC nécessite une mise en route préalable des pompes primaires et secondaires. De plus, l'ensemble des réseaux et organes hydrauliques seront calorifugés.

4.1.3. Motivation du choix technique

Une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie des bâtiments de l'Ilot Peugeot a été réalisée en juillet 2015 par le bureau d'études INGENERGIE.

Dans l'étude, la solution retenue par le maître d'ouvrage pour le chauffage et la production d'eau chaude des bâtiments (pompe à chaleur) a été comparée à différentes variantes en termes de consommation énergétique, impact environnemental et investissement. Le niveau de performance visé est la RT2012.

Les sept solutions suivantes ont été étudiées :

- système solaire thermique,
- système solaire photovoltaïque,
- chaudière à gaz naturel à condensation,
- chaudière à gaz naturel à condensation et systèmes de cogénération,
- production au bois,
- réseau de chaleur,
- système éolien.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Il est à noter que le système éolien a été écarté dès le début de l'étude en raison d'une vitesse moyenne des vents trop faible au droit du site.

De plus, le projet a de fortes contraintes d'urbanisme, du fait de la proximité du site de la Bastille et de la Casa Maures classée monument historique, il a été interdit de placer des éléments techniques sur la toiture. De fait cela a éliminé les solutions de pompe à chaleur air/eau. Les solutions solaires thermiques ou photovoltaïques n'ont pas non plus été retenues pour cette raison, mais aussi par la présence du masque formé par le massif de la Chartreuse. L'exploitation de la nappe permet de résoudre toutes ces contraintes par l'intégration de la production de chaleur à l'intérieur des bâtiments sans impact visuel.

Il en découle que le système prévu en base (pompe à chaleur) est performant. L'adoption de la production de l'eau chaude sanitaire solaire ou la mise en place de panneaux photovoltaïques n'est pas nécessaire. Le projet respecte la réglementation thermique 2012 ainsi que les exigences de consommation de la ville de Grenoble.

Parmi les différentes pompes à chaleur disponibles sur le marché, il a été décidé de ne garder uniquement celle fonctionnant au R410A (PAC électrique) ou alors à l'ammoniac R717 (PAC à gaz). Les avantages de chacun des fluides sont récapitulés ci-après :

- R410A :
 - fluide frigorigène présentant un ODP (Ozone Depletion Potential = Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone) nul, ce qui permet au maître d'ouvrage d'entretenir le matériel aisément et durablement et d'avoir du fluide frigorigène disponible plus longtemps ;
 - fluide ininflammable.
- R717 :
 - fluide disponible actuellement sur le marché présentant un GWP₁₀₀ (Global Warning Potential sur 100 ans = Potentiel de réchauffement global) de 0, représentant un impact négligeable sur l'environnement et permettant d'anticiper les changements liés à la nouvelle réglementation européenne F-GAZ ;
 - fluide avec une limite d'explosivité élevée ;
 - fluide frigorigène présentant un ODP (Ozone Depletion Potential = Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone) nul, ce qui permet au maître d'ouvrage d'entretenir le matériel aisément et durablement et d'avoir du fluide frigorigène disponible plus longtemps.

4.2. Description de l'installation géothermique

4.2.1. Description des ouvrages de prélèvement en nappe

Il est prévu la mise en place de 5 forages de prélèvement implantés au centre de la parcelle selon un axe Nord-Sud. L'implantation finale des 5 ouvrages sera déterminée sur site en présence du Maître d'œuvre et du Maître d'Ouvrage.

Les ouvrages P1, P2 et P5 seront réalisés selon la méthode ODEX avec tubage de soutènement à l'avancement. La méthode de foration pressentie pour la réalisation des ouvrages de prélèvement P3 et P4 est la méthode BENOTO avec tubage de soutènement à l'avancement.

Les forages en gros diamètre permettent d'alimenter des bâtiments qui sont en copropriétés (B1 avec C1 et B2 avec B3). A l'inverse les autres bâtiments étant en gestion propre, il a été décidé d'alimenter chacun d'entre eux au moyen de forage en petit diamètre. Cette solution évite la mise en place de servitudes entre les propriétés et facilite la gestion et l'exploitation de chaque installation géothermique.

La répartition des débits par forage est présentée dans le tableau ci-après :

| Bâtiment | Forage concerné | Nombre de pompes | Débit de pointe (m ³ /h) | Débit de pointe par forage (m ³ /h) |
|------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|--|
| A1 | P1 | 1 | 15,8 | 15,8 |
| A2 | P2 | 1 | 20,0 | 20,0 |
| B1 | P3 | 1 | 10,6 | 21,2 |
| B2 | | 1 | 10,6 | |
| B3 | P4 | 1 | 10,6 | 21,2 |
| C1-C1i (local PAC commun) | | 1 | 10,6 | |
| C2-C2i (local PAC commun) | P5 | 1 | 10,6 | 10,6 |
| TOTAL | 4 | 7 | 88,8 | 88,8 |

Tableau 10 : Alimentation des différents bâtiments

Il a été retenu pour les petits diamètres que la profondeur des forages n'excéderait pas de la base des alluvions productives de l'aquifère, en raison de la présence d'une seule pompe dans l'ouvrage et du refroidissement de cette dernière par les vitesses de circulation de l'eau le long du corps du moteur immergé. Pour les forages en gros diamètre en raison de la présence de 2 pompes, il est nécessaire d'avoir une hauteur sous eau plus importante et par conséquent descendre en dessous de la base des alluvions

productives de l'aquifère. En effet, pour l'exploitation des pompes dans un même forage, les aspirations des 2 pompes doivent être décalée pour éviter toute perturbation.

Il est précisé que l'approfondissement des forages en gros diamètre recoupe des terrains constituant le même aquifère mais présentant une granulométrie (taille des éléments) trop petite pour être exploitée.

La foration par méthode ODEX est une foration à roto-percussion qui est adaptée aux matériaux meubles mais composés de matériaux durs (graviers, galets...). Le tubage à l'avancement utilisé a la fonction de tenir les parois du trou de forage de façon à ce qu'elles ne s'effondrent pas.

Un taillant pilote avec aléreur excentrique permet de forer des trous d'un diamètre légèrement supérieur au diamètre extérieur des tubes. Le tubage est ainsi entraîné progressivement à la suite de l'aléreur sous l'effet de son propre poids et de l'énergie de percussion du marteau. L'évacuation des cuttings est assurée par la remontée d'air entre les tiges et le tubage.

Le schéma de principe de la foration à l'Odex est reporté en **Figure 7** ci-après.

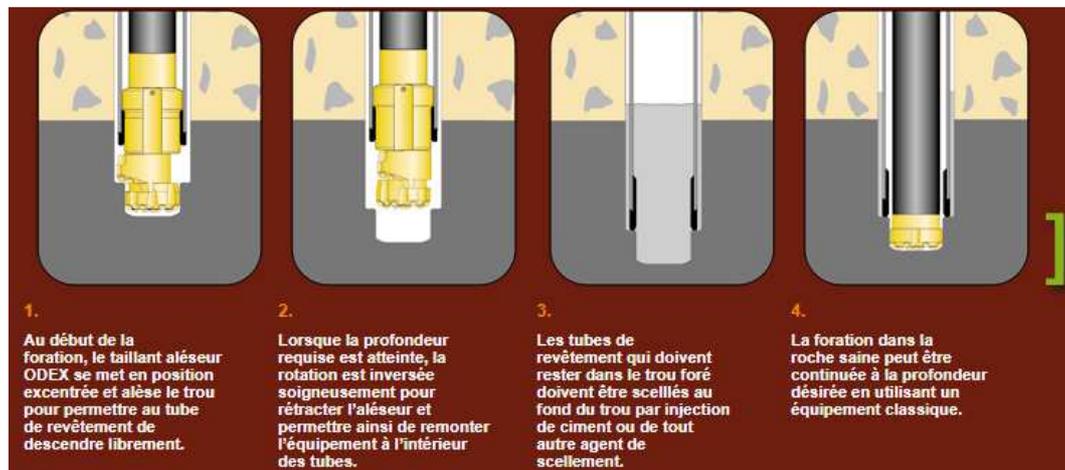


Figure 7 : Schéma de principe de l'ODEX (source : www.dpmf.fr)

Le forage par méthode BENOTO (havage et louvoisement) est un forage par curage, le louvoisement intervenant pour faciliter la descente des tubes de soutènement provisoires. Le louvoyeur est constitué de puissants vérins exerçant des couples alternatifs et une poussée sur un tubage de soutènement muni d'une couronne tranchante à sa base. Le tubage de soutènement est vidé progressivement à la benne ou à la soupape.

Après la mise en place de l'équipement définitif, l'espace annulaire entre les tubages définitifs et les tubes de soutènement provisoires est comblé par du gravier filtre, puis par une cimentation de tête afin d'isoler l'aquifère capté des infiltrations de surface.

Au cours de ces phases de comblement, les tubes de soutènement sont progressivement retirés.

Le schéma de principe du BENOTO est joint en **annexe E**.

Cette technique est particulièrement adaptée au forage, en gros diamètre (équipement supérieur ou égale à 600 mm), de formations meubles telles que les terrains alluvionnaires grossiers de la plaine de Grenoble. Elle permet une exécution rapide à faible ou moyenne profondeur sans aménagement spécifique ni fluide de forage (boues) et offre la possibilité d'examiner et de localiser avec précision les différents horizons géologiques. Son emploi est limité par la rencontre de terrains durs (passées conglomératiques ou argileuses compactes par exemple) ou par la friction des tubes de soutènement (effet de ventouse au droit des niveaux argileux).

Dans le cadre de la réalisation de forages en domaine alluvial, en gros diamètre, cette technique, traditionnellement utilisée en plaine de Grenoble, paraît la plus pertinente pour la réalisation des forages de prélèvement géothermiques P3 et P4 prévus.

Les coupes géologiques et techniques prévisionnelles des quatre ouvrages sont présentées sur les **figures 8 et 9**.

La lithologie au droit du site a pu être appréciée à partir des investigations récentes réalisés dans le secteur d'étude dans le cadre de l'aménagement général du quartier de l'Esplanade. La coupe géologique rencontrée à proximité du site est la suivante :

- 0 à 2 m : limons argileux gris-marron ;
- 2 à 12 m : alluvions sablo-graveleuses ;
- 12 à 15 m : sables gris fins et argiles grises.

Les principales caractéristiques des forages de prélèvement envisagées sont les suivantes :

- aquifère sollicité : nappe des alluvions de l'Isère ;
- niveau statique de la nappe : environ 5 m/terrain naturel ;
- forages P1, P2 et P5 = ODEX Ø 284 mm, avec mise en place de tubes de soutènement provisoires en 240 mm ;
- forages P3 et P4 = BENOTO Ø 800 mm, avec mise en place de tubes de soutènement provisoires ;
- tubage P1, P2 et P5 = tubes pleins et crépinés DN 178 mm en acier INOX ;
- tubage P3 et P4 = tubes pleins et crépinés DN 600 mm en acier INOX.

La coupe technique prévisionnelle des ouvrages de prélèvement P1, P2 et P5 est la suivante (repère pris par rapport au TN) :

- 0 à 2 m : regard de visite diamètre 2000 mm ;
- 1,5 à 6 m/TN : tubage plein en acier INOX DN 178 mm ;
- 6 à 12 m/TN : tubage crépiné en acier INOX DN 178 mm, fil enroulé, slot 0,5 mm, bouchon de fond.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

L'espace annulaire des forages P1, P2 et P5 sera composée comme suite :

- cimentation de 2 à 4 m/TN (cimentation gravitaire) ;
- bouchon d'argile de 4 à 4,5 m/TN ;
- massif filtrant : de 4,5 à 12 m : graviers filtre siliceux roulés et lavés 2/4 m.

La coupe technique prévisionnelle des ouvrages de prélèvement P3 et P4 est la suivante (repère pris par rapport au TN regard) :

- 0 à 2 m : regard de visite diamètre 2000 mm ;
- 1,5 à 6 m/TN : tubage plein en acier INOX DN 600 mm ;
- 6 à 12 m/TN : tubage crépiné en acier INOX DN 600 mm, fil enroulé, slot 0,75 mm ;
- 12 à 15 m/TN : tubage plein en acier INOX DN 600 mm, bouchon de fond.

L'espace annulaire des prélèvements P3 et P4 sera composée comme suite :

- cimentation de 2 à 4 m/TN (cimentation gravitaire) ;
- bouchon d'argile de 4 à 4,5 m/TN ;
- massif filtrant : de 4,5 à 15 m : graviers filtre siliceux roulés et lavés 2/4 m.

Afin d'éviter toute infiltration d'eau souillée dans la nappe, les équipements de tête seront contenus dans un tampon étanche et verrouillable. Le volume de débris sortis lors des travaux est de 0,6 m³ pour les ouvrages P1, P2 et P5 ainsi que de 8 m³ pour les ouvrages P3 et P4, soit un volume total de 6,5 m³. Il convient d'ajouter les 40 m³ liés aux regards de visite.

Suite aux travaux de forages, des pompages de développement et des pompages d'essais seront effectués. A ce jour, le programme d'essai envisagé est le suivant :

- Développement des ouvrages sera réalisé sur au moins 8 heures par pompage à débit croissant avec des « pistonages » provoqués par des marches-arrêts de la pompe. Les débits prévisionnels sont les suivants :
 - pour P1, P2 et P5 : 10, 15, 20 et 25 m³/h ;
 - Pour P3 et P4 : 10, 20, 30 et 40 m³/h.

Ainsi le volume pompé lors du développement sur les 5 ouvrages sera de l'ordre de 750 m³.

- Après développement, des pompages par paliers enchaînés d'une heure seront réalisés sur chaque ouvrage. Les débits prévisionnels sont les suivants :
 - pour P1, P2 et P5 : 10, 15, 20 et 25 m³/h ;
 - Pour P3 et P4 : 10, 20, 30 et 40 m³/h.

Ainsi le volume pompé lors des paliers sur les 5 ouvrages sera de l'ordre de 750 m³.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

- Après les pompages par paliers, un pompage longue durée sera réalisé sur chacun des ouvrages. Les débits prévisionnels sont les suivants :
 - pour P1, P2 et P5 : 25 m³/h ;
 - Pour P3 et P4 : 35 m³/h.

Le volume pompé lors des pompages de longue durée sur les 5 ouvrages sera de l'ordre de 3 480 m³.

Le volume total pompé dans la nappe des alluvions de l'Isère à la suite de l'ensemble des essais sera donc environ de 4 980 m³. Il est important à noter que le programme de pompage indiqué ci-dessus devra être adapté en fonction des rabattements et de la productivité réelle des forages.

Les eaux pompées seront rejetées après décantation dans le réseau public après vérification que celui-ci le permet ou dans la canalisation d'exhaure à l'Isère. L'obtention des autorisations nécessaires sont à la charge de l'entreprise de forage. Les eaux doivent être claires et exemptes de toute pollution.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Une analyse chimique et bactériologique des eaux sera réalisée en fin de pompage d'essai en continu. Les paramètres analysés seront les suivants :

| | |
|-----------------------------------|---|
| Analyses microbiologiques | Microorganismes aérobies à 22 °C |
| | Micoorganismes aérobies à 36 °C |
| | Bactérie sulfato-réductrices |
| | Bactéries ferrugineuses |
| Analyses physiques | Granulométrie laser |
| Analyses physicochimiques de base | Conductivité à 25°C |
| | Titre Alcalimétrique Complet (TAC) |
| | Titre Alcalimétrique simple (TA) |
| | Titre hydrotimétrique |
| | Résidu sec à 105 °C |
| Essai au marbre | |
| Analyse des gaz | Hydrogène sulfuré |
| Cations | Calcium |
| | Magnésium |
| | Potassium |
| | Sodium |
| Anions | Chlorures |
| | Sulfates |
| | Bicarbonates |
| | Carbonates |
| | Nitrates |
| Divers | Métaux totaux dont fer dissous et fer total et manganèse dissous et manganèse total |
| | Hydrocarbures totaux |
| | PCB |
| | COHV |

Tableau 11 : Paramètres analysés

En phase d'exploitation, chaque ouvrage de prélèvement sera équipé d'un dispositif de pompage permettant d'assurer les besoins des bâtiments concernés.

Les travaux seront réalisés selon la norme en vigueur (NF-X10-999) et suivis par un maître d'œuvre spécialisé dans le domaine de l'hydrogéologie.

*Ilot Peugeot – Route de Lyon - Quartier de l’Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d’autorisation d’ouverture de travaux et la demande de permis d’exploitation
Rapport n° 92043/C*

Les dates et durées prévisionnelles des travaux sont présentées dans le tableau ci-après.

| | Date | Durée |
|---|---|---------------------------------|
| Etude de préféabilité | Octobre 2016 | 2 mois |
| Travaux de reconnaissance : un forage en inox pouvant être utilisé en forage définitif (P2 – bâtiment A2) | Décembre 2016 à février 2017 | 2 mois |
| Réalisation d’un forage définitif en inox (P1– bâtiment A1) | Mars 2018 et juin 2018 | 1 mois (période d’interruption) |
| Installation des échangeurs et pompes à chaleur dans les bâtiments A1 et A2 | Mai 2018 | 1 mois |
| Mise en service des installations géothermiques et livraison des bâtiments A1 et A2 | Juillet 2018 | - |
| Réalisation de la canalisation d’exhaure | 1 ^{er} trimestre 2018 | 1 mois |
| Réalisation de 3 forages complémentaires (P3, P4 et P5) | Septembre 2018 | 2 mois |
| Installation des échangeurs et pompes à chaleur dans les bâtiments B1-C1, B2-B3 et C2 | B2 B3 mars 2019 B1, C1 septembre 2019 C2 date non établie (fonction de la déconstruction de locaux municipaux) | 1 mois |
| Mise en service des installations géothermiques et livraison des bâtiments B1-C1, B2-B3 et C2 | B1, B2et B3 juin et octobre 2019 C1 début 2020 C2 date non établie (fonction de la déconstruction de locaux municipaux) | - |

Tableau 12 : Dates et durées des travaux

Ce planning de travaux a été défini par rapport aux éléments suivants :

- Dates de démolition des bâtiments et infrastructures existantes
- Dates de construction des bâtiments,
- Possibilités d’accès aux différentes zones pour la réalisation des forages
- Date de réception des bâtiments.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques*

*Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

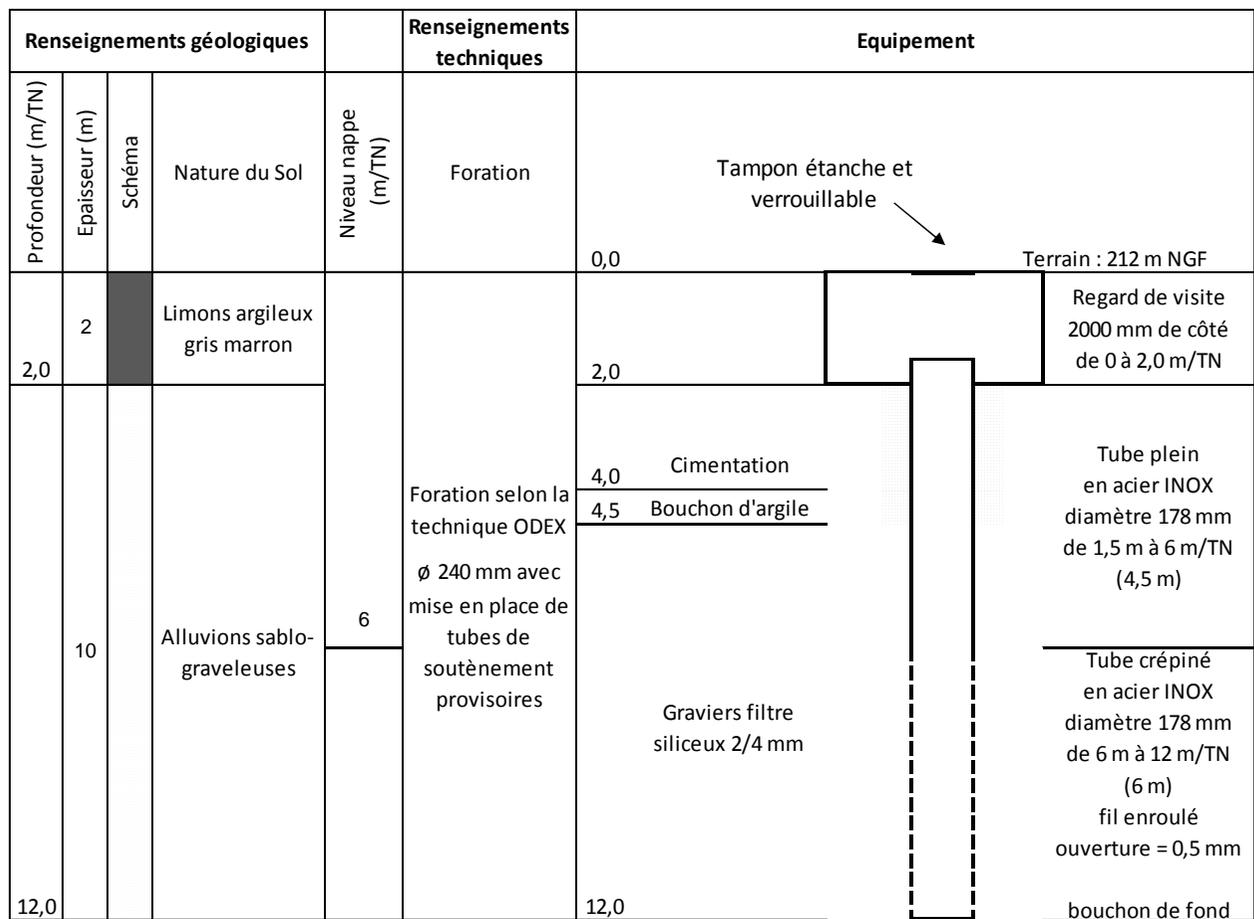


Figure 8 : Coupes géologique et technique prévisionnelle des ouvrages de prélèvement P1, P2 et P5

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques*

*Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

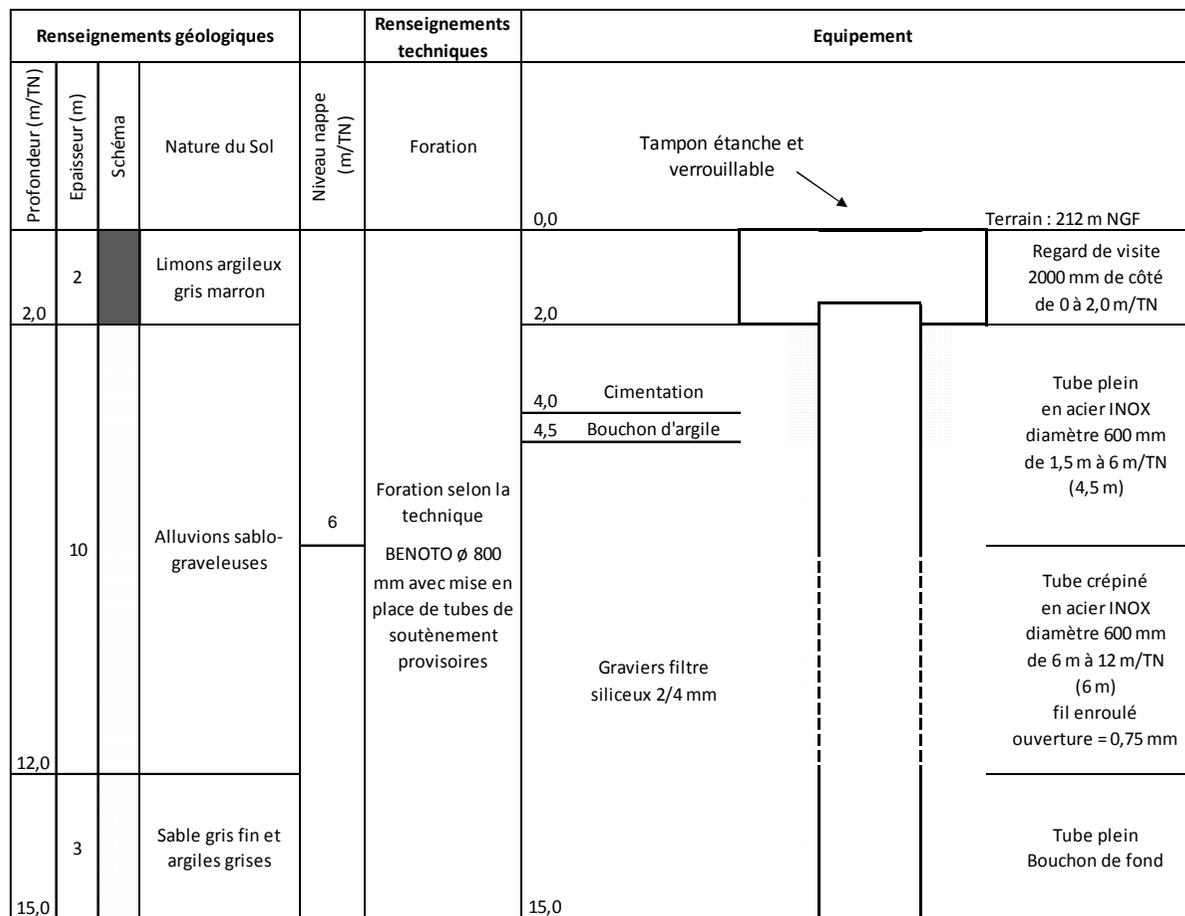


Figure 9 : Coupes géologique et technique prévisionnelle des ouvrages de prélèvement P3 et P4

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

4.2.2. Description de la canalisation de rejet

En sortie des échangeurs géothermiques, les eaux seront collectées dans une canalisation afin de pouvoir les rejeter à l'Isère.

La canalisation principale sera sur la partie amont en PEHD en diamètre 355 mm de manière à pouvoir collecter l'ensemble des eaux de géothermie provenant des différents quartiers de l'Esplanade. Le débit de pointe a été estimé autour de 440 m³/h (cf. **annexe F**). Il s'agit d'un ouvrage neuf en charge dédié exclusivement à la collecte des eaux de géothermie. Le diamètre intérieur de 290 mm permet une vitesse maximale de circulation de l'eau dans la canalisation de 1,85 m/s, valeur restant dans la tolérance pour une canalisation sous-pression.

Les eaux déboucheront ensuite dans une galerie existante et visitable (hauteur 1,5 m largeur 0,5 m). Cette galerie collecte actuellement les eaux pluviales et les eaux de drainage d'une partie des galeries de VICAT pour les rejeter gravitairement à l'Isère. Cette galerie recevra donc en plus les eaux de géothermie pour s'écouler gravitairement vers l'Isère. L'emploi de cette galerie est conforme aux débits pouvant circuler et son linéaire se trouve sous la voie de tram et la route nationale 481, limitant ainsi des travaux neufs qui auraient été rendus difficile en raison de ces 2 axes de circulation.

Ces 2 tronçons que sont la canalisation neuve et la galerie existante est et seront propriétés et gérées par les services de la Régie Réseaux de chaleur et la Régie Eaux et Assainissement de Grenoble Alpes Métropole. Les conditions de rejet sont donc soumises à convention :

- entre la SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007 et Grenoble Alpes Métropole (pour rejet des eaux dans les canalisations) ;
- entre la SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007 et EDF (pour rejet des eaux à l'Isère).

La canalisation de secours est actuellement à l'étude, son diamètre pourra être équivalent à celui de la canalisation principale de manière à pouvoir reprendre l'intégralité des eaux des installations de géothermie de la zone.

Des échanges sont en cours entre les différentes parties afin d'établir une convention.

La convention précisera les débits et volumes de rejet autorisés, la température maximale autorisée, la mise en place d'appareils de mesure permettant de suivre ces valeurs et la mise en place de contrôle de ces appareils. La convention sera de même nature que celle établie dans le cadre du raccordement de la ZAC Presqu'île de Grenoble.

4.2.3. Description des outils de mesure

Sur la boucle géothermale, les outils de mesure mis en place seront les suivants :

- Dans les forages :
 - 1 capteur de pression pour la mesure du niveau d'eau de la nappe

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

- Sur la canalisation de sortie de chaque forage de prélèvement :
 - Un débitmètre
- En amont et aval de chaque échangeur alimentant les pompes à chaleur :
 - 1 capteur de température,
 - 1 sonde de conductivité,

L'ensemble de ces organes seront raccordés à des dispositifs d'enregistrement.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques*

*Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

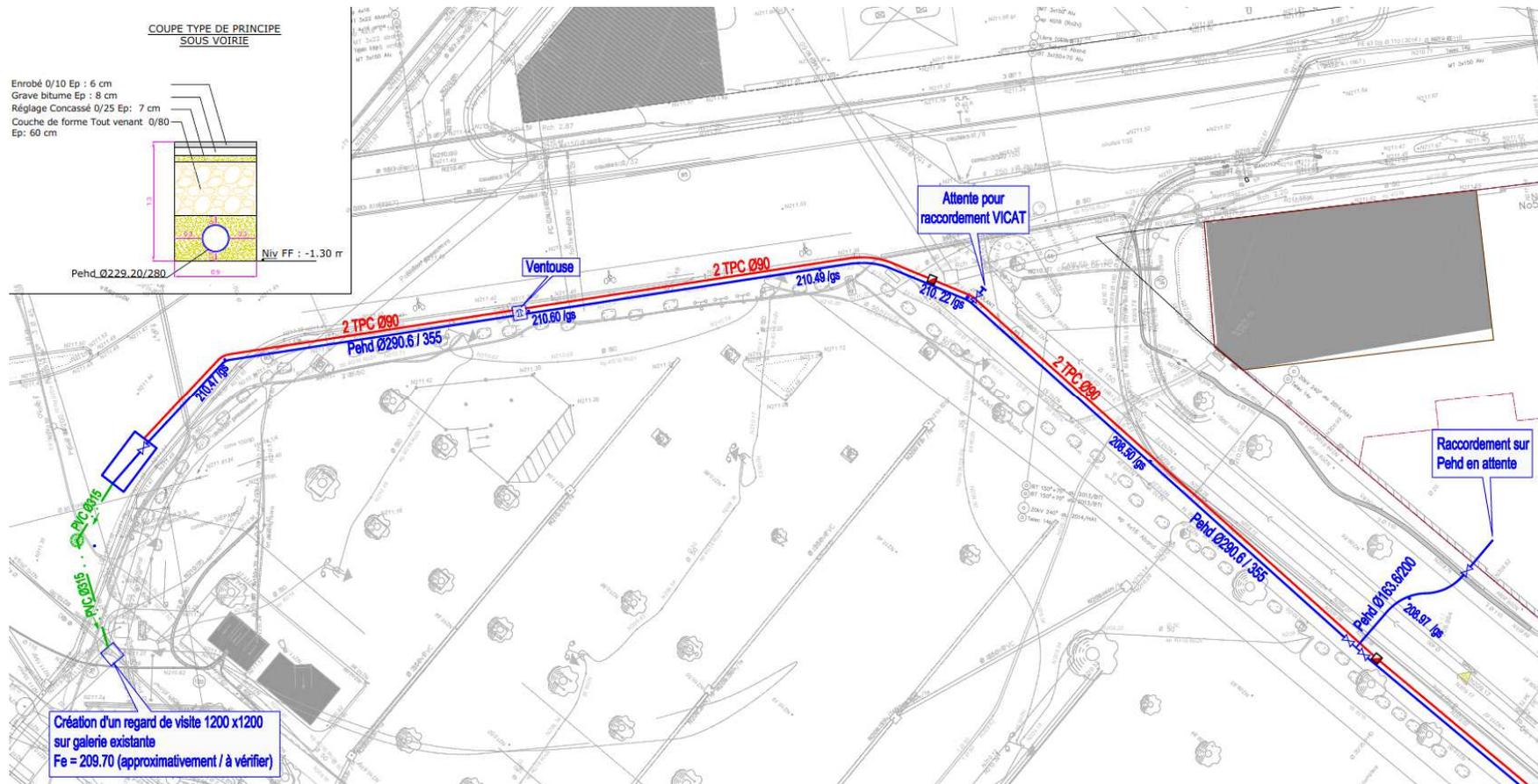


Figure 10 : Plan prévisionnel de la future canalisation de rejet des eaux de géothermie

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C



Figure 11 : Photographies de l'extrémité et de l'exutoire de la galerie sur l'Isère

4.2.4. Motivation du choix technique

La réalisation d'une installation géothermique fonctionnant à partir de forages de prélèvement et rejetant en Isère a été définie en raison du contexte géologique local, des besoins du projet.

En effet, la nappe contenue dans les alluvions de l'Isère présente une bonne productivité. L'épaisseur d'alluvions mouillées est peu importante, de l'ordre de 6 m sans prendre en compte les sables fins. La transmissivité est comprise entre $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ et $3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Cependant, le sens d'écoulement est régi par le niveau d'eau de l'Isère à l'Ouest et présente globalement un gradient faible.

Au vu des besoins du projet, le prélèvement d'eau pour un usage de géothermie est favorable. La réinjection en nappe est délicate en raison d'un recyclage thermique fort dû à un gradient hydraulique faible et un sens d'écoulement variable en fonction des fluctuations de l'Isère.

Ainsi il a été décidé de rejeter les eaux en surface, dans l'Isère, à environ 200 m au Nord-ouest de la parcelle.

5. Documents de santé et de sécurité

Le Maître d’Ouvrage réalisera un Plan de Prévention et de Secours (P.P.S.) pour la période des travaux, puis un P.P.S. spécifique à la phase d’exploitation. Ces documents fixeront les principes et les modalités d’organisation relatives à la sécurité et à la santé en application du Code Minier et du Code du Travail. Le Maître d’Ouvrage prendra ses dispositions pour organiser la mission de coordination de la sécurité et de la santé sur le site.

Les P.P.S. seront constitués des Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (P.P.S.P.S.) de chacune des entreprises intervenant sur le site en phase travaux ou en phase d’exploitation. Ils définiront :

- les intervenants,
- l’organisation des travaux,
- l’impact sur l’environnement,
- les règles de sécurité,
- l’analyse et la prévention des risques.

Le Maître d’œuvre vérifiera l’existence de ces documents et leur application.

5.1. Document de santé et de sécurité afférent aux travaux

5.1.1. Analyse des risques et mesures de prévention

Les activités et les risques associés sont décrits dans les tableaux ci-après :

| Situation de travail Phasage | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Circulations | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Circulation / passage sur voiries | | | | X | | | X | | X | | | X | X | | | X |
| Circulation des personnes | X | | | X | | | | | | | | X | | | | X |
| Transport du matériel | X | | | X | | | X | | X | | | X | X | | | X |
| Exécution des forages | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Foration | X | X | X | | X | X | X | X | X | | X | X | | X | X | X |
| Équipement | X | X | X | | X | X | | X | X | | X | X | | | X | X |
| Complétion | X | X | X | | X | X | | X | | | X | X | | | X | X |
| Exécution des pompages | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pompage | X | X | X | X | X | X | | X | | X | X | X | | X | X | X |

S1 : Risque lié aux circulations piétonnes
S2 : Risque lié à l'activité physique

S3 : Risque lié à la manutention mécanique
S4 : Risque lié à la conduite d'engins ou de véhicules

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

- | | |
|--|---|
| S5 : Risque lié aux effondrements et aux chutes d'objets | S12 : Risque lié à l'intervention d'une entreprise extérieure |
| S6 : Risque lié aux outils | S13 : Risque lié au manque de formation |
| S7 : Risque et nuisance liés au bruit | S14 : Risque lié à un fluide sous pression |
| S8 : Risque physico-chimique | S15 : Risque lié au manque de protection individuelle |
| S9 : Risque d'incendie, d'explosion | S16 : Risque lié au comportement individuel |
| S10 : Risque lié à l'électricité | |
| S11 : Risque lié au manque d'hygiène | |

Tableau 13 : Activités et risques associés lors des travaux

Pour chacun de ces risques, les mesures de prévention suivantes seront mises en place sur le chantier :

| Mesures liées au mode opératoire | |
|---|--|
| Foration | <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de balisage adapté - Vérifier le bon fonctionnement des engins - Port des EPI - Personnel formé et habilité - Vérification et contrôles périodiques des machines de forage |
| Equipement | <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de balisage adapté - Vérifier les outillages nécessaires à la mise en œuvre - Port des EPI - Personnel formé et habilité |
| Complétion | <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de balisage adapté - Vérifier les outillages nécessaires à la mise en œuvre - Port des EPI - Personnel formé et habilité |
| Pompage | <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de balisage adapté - Vérifier les outillages nécessaires à la mise en œuvre - Port des EPI - Personnel formé et habilité |

| Mesures liées aux risques significatifs | |
|--|--|
| SI. : risque lié à la circulation piétonne | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel - Organisation des accès et de la circulation |
| S2 : risque lié à l'activité physique | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel (gestes et postures) - Fourniture et port des EPI adaptés - Manipulations lentes et soignées - Organisation des accès et de la circulation pour la manutention |
| S3 : risque lié à la manutention mécanique | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation aux risques de manutentions - Fourniture et port des EPI adaptés - Vérifier les outillages nécessaires à la mise en œuvre - Manipulations lentes et soignées - Organisation des accès et de la circulation pour la manutention |

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

| Mesures liées aux risques significatifs | |
|---|---|
| S4 : risque lié à la conduite d'engins ou véhicules | <ul style="list-style-type: none"> - Personnel formé et habilité - Sensibilisation aux risques de circulation - Respect du code de la route - Organisation des accès et de la circulation - Nettoyer régulièrement les accès et les zones de travail |
| S5 : risque lié aux effondrements et aux chutes d'objets | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation aux risques de chutes d'objets - Vérifier l'état du matériel et des outils |
| S6 : risque lié aux outils | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Port des EPI - Sensibilisation du personnel |
| S7 : risque et nuisance lié au bruit | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Port des EPI |
| S8 : risque physico-chimique | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Port des EPI - Respect des FDS |
| S9 : risque d'incendie, d'explosion | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Sensibilisation aux risques d'incendie et d'explosion - Présence d'extincteurs sur le chantier |
| S10 : risque lié à l'électricité | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Sensibilisation aux risques d'électrocution - Sensibilisation du personnel |
| S11 : risque lié au manque d'hygiène | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel - Port des EPI - Maintenance de l'hygiène des vêtements de travail - Nettoyer régulièrement les accès et les zones de travail |
| S12 : risque lié à l'intervention d'une entreprise extérieure | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel à la co-activité |
| S13 : risque lié au manque de formation | <ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de personnel qualifié - Formation continue du personnel |
| S14 : risque lié à un fluide sous pression | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Sensibilisation aux risques de rupture de flexibles sous pression - Présence de kit anti-pollution sur les chantiers |
| S15 : risque lié au manque de protection individuelle | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel au port des EPI - Fournir et faire porter les EPI adaptés |
| S16 : risque lié au comportement individuel | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel - Personnel formé et habilité |

Tableau 14 : Mesures de prévention lors des travaux

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

5.1.2. Moyens d'informations

5.1.2.1. Registre de sécurité

Un registre de sécurité sera tenu à jour et mis à la disposition de l'Administration pendant toute la durée du chantier.

Le registre de sécurité comprend les notices d'utilisation des engins présents sur le chantier avec leurs certificats de conformité et leurs rapports de révision.

5.1.2.2. Consignes de sécurité

Une information sur les règles de sécurité habituelles, devant se dérouler pendant les horaires de travail, sera dispensée par le chef de chantier forage ou le superviseur de forage à tout le personnel intervenant sur le chantier.

Lors de la circulation sur la plateforme et la voie d'accès, la réglementation routière devra être respectée et la vitesse réduite afin de limiter les risques d'accident et les nuisances pour les riverains et les autres usagers (visibilité réduite, bruits, poussière...).

Les consignes de sécurité seront affichées en permanence sur le site.

Les documents suivants seront affichés dans le bureau du Chef de chantier :

- un plan des moyens de lutte contre l'incendie,
- la liste des noms des personnes et des services à contacter en cas d'accident :
 - pompiers ;
 - services médicaux d'urgence (SAMU ou SMUR) ;
 - services du Maître d'Ouvrage ou de son délégué ;
 - services du Maître d'œuvre ;
 - services de l'Entrepreneur.

5.2. Document de santé et de sécurité en phase d'exploitation

5.2.1. Analyse des risques et mesures de prévention globales

Les activités et les risques associés sont décrits dans les tableaux ci-après :

| Situation de travail Phasage | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Circulations | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Circulation / passage sur voiries | | | | X | | | X | | X | | | X | X | | | X |
| Circulation des personnes | X | | | X | | | | | | | | X | | | | X |
| Suivi et contrôle | X | | | | | | X | | X | | | X | X | | X | X |
| Maintenance | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

- | | |
|--|---|
| S1 : Risque lié aux circulations piétonnes | S9 : Risque d'incendie, d'explosion |
| S2 : Risque lié à l'activité physique | S10 : Risque lié à l'électricité |
| S3 : Risque lié à la manutention mécanique | S11 : Risque lié au manque d'hygiène |
| S4 : Risque lié à la conduite d'engins ou de véhicules | S12 : Risque lié à l'intervention d'une entreprise extérieure |
| S5 : Risque lié aux effondrements et aux chutes d'objets | S13 : Risque lié au manque de formation |
| S6 : Risque lié aux outils | S14 : Risque lié à un fluide sous pression |
| S7 : Risque et nuisance liés au bruit | S15 : Risque lié au manque de protection individuelle |
| S8 : Risque physico-chimique | S16 : Risque lié au comportement individuel |

Tableau 15 : Activités et risques associés en exploitation

Pour chacun de ces risques, les mesures de prévention suivantes seront mises en place sur le chantier :

| Mesures liées au mode opératoire | |
|---|--|
| Suivi et contrôle | <ul style="list-style-type: none"> - Vérifier le bon fonctionnement des engins - Port des EPI - Personnel formé et habilité - Vérification et contrôles périodiques des machines d'exploitation |
| Maintenance | <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de balisage adapté - Vérifier le bon fonctionnement des engins - Vérifier les outillages nécessaires à la mise en œuvre - Port des EPI - Personnel formé et habilité - Vérification et contrôles périodiques des machines de levage |

| Mesures liées aux risques significatifs | |
|---|--|
| S1 : risque lié à la circulation piétonne | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel - Organisation des accès et de la circulation |
| S2 : risque lié à l'activité physique | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel (gestes et postures) - Fourniture et port des EPI adaptés - Manipulations lentes et soignées - Organisation des accès et de la circulation pour la manutention |
| S3 : risque lié à la manutention mécanique | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation aux risques de manutentions - Fourniture et port des EPI adaptés - Vérifier les outillages nécessaires à la mise en œuvre - Manipulations lentes et soignées - Organisation des accès et de la circulation pour la manutention |
| S4 : risque lié à la conduite d'engins ou véhicules | <ul style="list-style-type: none"> - Personnel formé et habilité - Sensibilisation aux risques de circulation - Respect du code de la route - Organisation des accès et de la circulation - Nettoyer régulièrement les accès et les zones de travail |

*Ilot Peugeot – Route de Lyon - Quartier de l’Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d’autorisation d’ouverture de travaux et la demande de permis d’exploitation
Rapport n° 92043/C*

| Mesures liées aux risques significatifs | |
|---|---|
| S5 : risque lié aux effondrements et aux chutes d’objets | - Sensibilisation aux risques de chutes d’objets - Vérifier l’état du matériel et des outils |
| S6 : risque lié aux outils | - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Port des EPI - Sensibilisation du personnel |
| S7 : risque et nuisance lié au bruit | - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Port des EPI |
| S8 : risque physico-chimique | - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Port des EPI - Respect des FDS |
| S9 : risque d’incendie, d’explosion | - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Sensibilisation aux risques d’incendie et d’explosion - Présence d’extincteurs sur le chantier |
| S10 : risque lié à l’électricité | - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Sensibilisation aux risques d’électrocution - Sensibilisation du personnel |
| S11 : risque lié au manque d’hygiène | - Sensibilisation du personnel - Port des EPI - Maintenance de l’hygiène des vêtements de travail - Nettoyer régulièrement les accès et les zones de travail |
| S12 : risque lié à l’intervention d’une entreprise extérieure | - Sensibilisation du personnel à la co-activité |
| S13 : risque lié au manque de formation | - Utilisation de personnel qualifié - Formation continue du personnel |
| S14 : risque lié à un fluide sous pression | - Vérifier et maintenir le bon fonctionnement des outils et des machines - Sensibilisation aux risques de rupture de flexibles sous pression - Présence de kit anti-pollution sur les chantiers |
| S15 : risque lié au manque de protection individuelle | - Sensibilisation du personnel au port des EPI - Fournir et faire porter les EPI adaptés |
| S16 : risque lié au comportement individuel | - Sensibilisation du personnel - Personnel formé et habilité |

Tableau 16 : Mesures de prévention en exploitation

5.2.2. Analyse des risques et mesures de prévention spécifiques

Les risques induits par l’exploitation de l’installation géothermique sont principalement liés :

- à l’émanation de fluides frigorigènes des pompes à chaleur,
- aux travaux de maintenance des forages.

5.2.2.1. Protection les émanations de fluides frigorigènes

Les locaux dédiés aux pompes à chaleur seront accessibles uniquement au personnel technique habilité. Toutes les dispositions seront prises pour respecter les contrôles

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

périodiques de fuite de fluide frigorigène dans ces locaux, conformément à l'art.4 §3 de la Réglementation européenne n° 517/2014. Les contrôles d'étanchéité périodiques des équipements prévus par la Réglementation européenne seront conduits avec des appareils dont la sensibilité sera inférieure à 5 g/an.

Les locaux des PAC sont considérés par la norme NF EN 378 comme des salles des machines et à ce titre ils doivent donc être ventilés. Dans les locaux techniques des bâtiments B1, B2, B3, C1-C1i et C2-C2i, la quantité totale de fluide frigorigène dans les locaux étant supérieure à 25 kg, il sera mis en place une extraction d'urgence conforme à la partie 3 de la norme précitée. Le ventilateur servira à la fois à la ventilation d'urgence du local et également à la ventilation du local.

La commande du ventilateur sera gérée de deux manières indépendantes :

- par un thermostat positionné judicieusement dans le local technique afin d'évacuer les calories du local ;
- par un système de sécurité conforme à la NF EN 378 et décrit ci-dessous (marche d'urgence).

La marche d'urgence sera déclenchée par un détecteur de fluide frigorigène positionné à proximité de chaque PAC. En cas de dépassement du seuil il sera procédé à :

- la mise en marche forcé du ventilateur d'urgence ;
- le déclenchement d'un signal sonore et lumineux dans le local technique ainsi qu'à proximité de chaque accès au local ;
- la remontée de l'information à la GTC (=Gestion Technique Centralisée).

Les installations envisagées seront dotées de moyens de surveillance et d'intervention adaptés aux risques et conformes aux normes en vigueur.

Les principaux moyens qui seront mis en œuvre pour parer à toute éventualité en cas de sinistre (incendie, explosion, pollution accidentelle) sont les suivants :

Moyens de surveillance :

- détection de fluide frigorigène et incendie dans les locaux techniques ;
- instruments de contrôle des débits, températures et pressions ;
- télésurveillance de l'installation par GTC avec possibilité de renvoi vers un système de télésurveillance ;
- maintenance des installations par une entreprise habilitée et spécialisée ;
- mise à jour régulière du document de sécurité.

Moyens de prévention et d'intervention :

- coffrets de coupure « force » et « éclairage » situés aux entrées du local ;
- plans de secours et consignes de sécurité affichés dans le local technique ;
- accès au local strictement réservé aux personnes habilitées et formées ;
- équipements de lutte contre l'incendie avec extincteurs à CO2 pour feu électrique ;

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

- équipements limitant la propagation d'incendie avec parois du local coupe-feu 2h ;
- ventilation du local asservie à la détection de fluide frigorigène ;
- mise en place d'un signal sonore et lumineux dans le local et à chaque accès.

5.2.2.2. *Cas de travaux de maintenance des forages*

Les interventions que l'exploitant est susceptible de faire réaliser par une entreprise extérieure sur les puits sous la supervision d'un Maître d'œuvre sont les suivantes :

- manœuvres de remplacement du groupe de pompage immergé ;
- réalisation périodique de diagraphies de contrôle ;
- travaux de maintenance ou de réparation du puits.

A cette occasion, un document de sécurité spécifique sera établi par l'entrepreneur en charge des travaux décrivant le programme technique et l'ensemble des mesures et des moyens mis en œuvre pour assurer la sécurité des biens et des personnes pendant la phase d'intervention (PPSPS).

5.2.2.3. *Cas de l'arrêt des travaux d'exploitation de la nappe (abandon)*

Si pour une raison quelconque, Grenoble Habitat décide d'abandonner l'exploitation de son installation géothermique, les pompes à chaleur seront vidangées de leur fluide frigorigène et les forages seront comblés.

Les fluides frigorigènes contenues dans les pompes à chaleur seront collectés dans leur intégralité pour être :

- soit remis aux distributeurs les fluides frigorigènes récupérés ainsi que les emballages ayant contenu des fluides frigorigènes ;
- soit faire traiter sous leur responsabilité ces fluides et emballages. Articles R 543-88 et R 543-92 du Code de l'environnement.

Les forages seront comblés selon les règles de l'art et la norme NF X 10-999 d'août 2014, permettant de garantir l'absence de circulation d'eau et l'absence de transfert de pollution et selon la réglementation en vigueur (arrêté ministériel du 11 septembre 2003).

Préalablement à leur comblement, les forages seront déséquipés des installations électriques et hydrauliques (pompes, colonnes verticales, appareils de mesure...). En fonction de la nécessité de conserver ou non le regard de visite, ce dernier sera conservé ou comblé par cimentation.

Le comblement sera réalisé conformément à la **Figure 12** et à la **Figure 13** ci-après.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

| Equipement | | Comblement en cas d'abandon |
|------------|---|-----------------------------|
| 0,0 | Tampon étanche et verrouillable Terrain 212 m NGF | |
| 2,0 | Regard de visite 2000 mm de côté de 0 à 2 m/TN | |
| 4,0 | Cimentation | Cimentation |
| 4,5 | Bouchon d'argile | Bouchon d'argile |
| 12,0 | Graviers filtre siliceux 2/4 mm | Graviers filtre siliceux |
| | Tube plein en acier INOX diamètre 178 mm de 1,5 m à 6 m/TN (4,5 m) | |
| | Tube crépiné en acier INOX diamètre 178 mm de 6 m à 12 m/TN (6 m) fil enroulé ouverture = 0,5 mm | |

Figure 12 : Coupe technique prévisionnelle dans le cadre d'un comblement des forages P1, P2 et P5

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

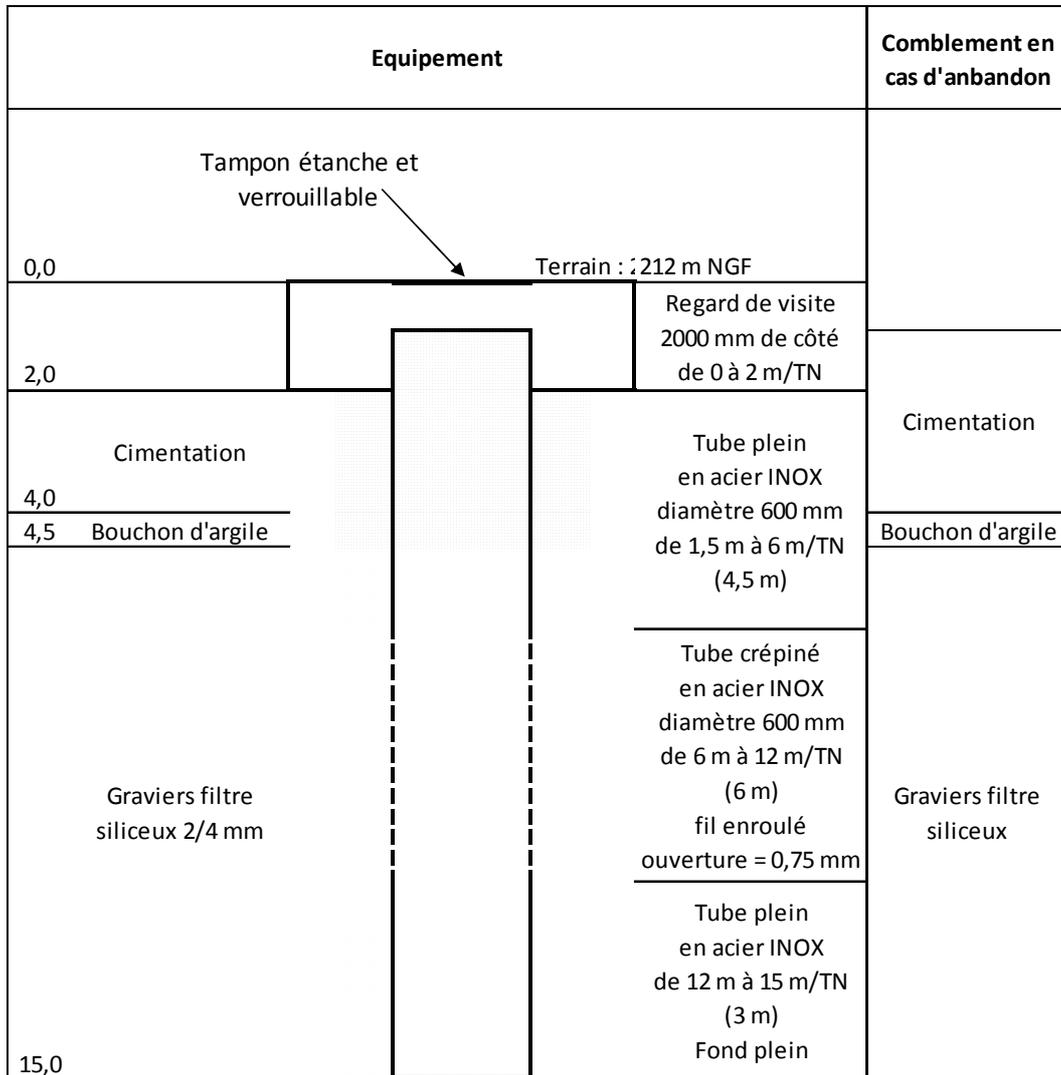


Figure 13 : Coupe technique prévisionnelle dans le cadre d'un comblement des forages P3 et P4

Lorsque le Maître d'Ouvrage décidera de l'arrêt partiel ou total de l'exploitation géothermique, que ce soit pour des raisons techniques, économiques ou autres, il en informera l'autorité administrative et mettra en place toute mesure destinée à prévenir les désordres pouvant survenir de l'arrêt des exploitations.

Il est à noter que les coûts d'abandon des ouvrages (environ 10 000 € HT pour le rebouchage de chaque forage et 2 000 € HT pour la collecte et traitement des fluides frigorigènes par pompes à chaleur) sont compatibles avec les capacités financières du Maître d'Ouvrage.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

6. Etude d'impact

Les éléments présentés ci-après concernent l'impact du projet de géothermie (phase travaux et phase d'exploitation). Cette étude a été réalisée par le bureau d'étude Antea Group également porteur du dossier réglementaire.

6.1. Méthode d'évaluation des impacts

6.1.1. Présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial

Les principaux impacts d'une installation de géothermie portent sur le milieu de prélèvement et le milieu de rejet tant sur les volumes et débits que sur la température. En ce qui concerne le projet, il s'agit de la nappe des alluvions de l'Isère (prélèvement) et de l'Isère (rejet).

Afin de pouvoir définir l'état initial et ensuite les incidences du projet ainsi que les effets cumulés au droit de l'Ilot Peugeot, le fonctionnement hydrodynamique de la nappe des alluvions de l'Isère a été simulé. Le logiciel employé est MARTHE, développé par le BRGM.

Antea Group propose de mettre en œuvre le logiciel MARTHE, développé par le BRGM et utilisé depuis près de 20 ans pour les opérations de modélisation hydrodynamique et thermique réalisées sur Lyon, en France et à l'étranger.

Développé au sein du BRGM, MARTHE est régulièrement mis à jour depuis 1980 pour répondre aux évolutions des standards informatiques et pour intégrer de nouvelles fonctionnalités en hydrodynamique, transport, thermique, chimie, etc. Ce code de modélisation en différences finies est dédié spécifiquement à la simulation des écoulements souterrains (évaluation et gestion des ressources aquifères, impact de prélèvements et d'aménagements souterrains) et des migrations d'effluents liquides (éléments chimiques, éléments radioactifs, biseaux salés, couplage hydrodynamique-transport-chimie).

Il s'agit d'un code de calcul en différences finies, utilisant un maillage de type « écossais » (colonnes et lignes de largeurs variables), monocouche (en plan ou en coupe verticale), multicouche ou 3D, avec possibilité de sous-maillages gigognes pour une représentation précise des géométries, simulant l'hydrodynamique et le transport hydrodispersif en régime permanent et en régime transitoire.

Des fonctions plus complexes permettent, en outre, de modéliser les écoulements densitaires, diphasiques, thermiques, en zone non saturée ou en milieu fracturé, éventuellement couplés avec le réseau hydrographique.

Pour représenter avec précision la variabilité spatiale des milieux géologiques et des aménagements, les paramètres sont spatialisés, c'est-à-dire qu'ils sont définis maille par maille ou en zones homogènes de mailles contiguës ou non. Sont notamment traités de cette façon, la géométrie des couches aquifères (base et sommet), les perméabilités, les coefficients d'emmagasinement, les débits pompés et injectés, les recharges pluviales, les cours d'eau, etc.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

Sur le plan de la convivialité, l'interface graphique WINMARTHE permet de gérer et de modifier très facilement tous les paramètres, ainsi que d'actualiser le modèle de manière aisée, aussi bien pour les chroniques hydroclimatiques et de pompage que pour la création de scénarios de gestion des eaux.

L'accès direct aux fichiers de données sous forme ASCII complète utilement l'interface graphique sous Windows. Les données et résultats sont visualisables sous MARTHE et exportables vers les principaux Système d'Informations Géographiques, ce qui permet de les combiner avec d'autres couches d'information (cartes IGN, réseaux divers, limites de périmètres de protection, etc.).

Cet outil a été calé à partir de données bibliographiques, de campagne d'investigations portant sur des forages de reconnaissances afin de déterminer la géologie, de pompages d'essais pour fixer les paramètres hydrodynamiques de la nappe souterraine, de suivis des fluctuations des niveaux de la nappe et de sa température, ainsi que des suivis des niveau de l'Isère pour apprécier les relations entre les cours d'eau et les eaux souterraines.

6.1.2. Description des difficultés éventuelles rencontrées de nature technique et scientifique

Hydrologie : la température de l'Isère n'a pas fait l'objet de suivi continu, ni d'étude particulière, seules des données ponctuelles qui ont pu être collectées sur 6 ans ont été exploitées pour apprécier l'incidence des rejets sur le cours d'eau. Ainsi, il est possible que les valeurs de température de la nappe soient plus importantes que celles présentées.

Les mesures de température réalisées sur Ilot Peugeot entre janvier et octobre 2017 montre des températures comprises entre 13 et 16 °C. Dans le cadre d'une exploitation de la nappe il est possible que les valeurs de température soient plus en relation avec celle de l'Isère et donc présentent des variations plus importantes que celles mesurées au droit du site. En l'absence de suivi de la température de l'Isère il peut être retenu en première approche des températures ayant des variations plus grandes de 2°C que celles mesurées au droit du site. Les températures estimées seraient alors comprises entre 11 et 18°C. Seul le suivi en cours d'exploitation permettra d'apprécier les températures réellement prélevées.

6.1.3. Références des études ayant contribué à la rédaction de l'étude d'impact

Climatologie : Les données sur les précipitations et les températures présentées ci-après sont issues de la station météorologique de Saint-Martin-d'Hères ;

Géologie et hydrogéologie : investigations réalisées au droit du site, utilisation des données régionales et des référentiels existants principalement issus du BRGM et des reconnaissances réalisées dans le secteur ;

Hydrologie : utilisation des données hydrométriques de l'Isère et du Drac extraites de la Banque Hydro, qualité de l'eau de l'Isère analysée à la station de mesures du Réseau National de Bassin (RNB) à l'aval de Grenoble et au niveau du pont du Vercors pour le Drac. Mesures ponctuelles faites sur la température de l'eau de l'Isère sur une année ;

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Qualité du sol : rapport de la société Améten n°16.116 de décembre 2016 en **Annexe G**.

6.2. Description du projet

La description du projet est présentée de manière détaillée dans le paragraphe 3. *Description du projet* et résumée ci-après.

Le projet de l'Ilot Peugeot de la SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007 prévoit la construction de sept bâtiments composés de logements collectifs dans le quartier Esplanade sur la route de Lyon à Grenoble (38). Le projet est localisé sur une parcelle en triangle d'une superficie de 9000 m² qui est bordée à l'Est par la route de Lyon et à l'Ouest par le Boulevard de l'Esplanade. Cette construction s'inscrit dans le programme global du renouvellement urbain de l'Esplanade.

L'implantation de ces bâtiments a été étudiée de manière à favoriser une conception bioclimatique permettant d'atteindre les objectifs de performance fixés par la réglementation thermique en vigueur (RT2012).

La technique d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques a été retenue pour le chauffage des bâtiments ainsi que la production d'Eau Chaude Sanitaire, avec une réinjection des eaux dans l'Isère. Ainsi, l'installation fonctionnera à partir de quatre ouvrages de prélèvement dans la nappe alluviale de l'Isère, forages qui alimenteront une installation de géothermie. Leur profondeur prévisionnelle est comprise entre 12 et 15 m. Une canalisation d'une longueur d'environ 100 m sera construite afin de rejoindre une galerie existante d'une longueur de 100 m qui se rejette dans l'Isère.

La puissance thermique maximale de l'installation sera de 326 kW. Le volume annuel prélevé en nappe et rejeté en Isère serait de l'ordre de 54 300 m³/an, avec un débit de pointe de 89 m³/h et un écart de température de + 4°C.

6.3. Etat initial

6.3.1. Population, sites et paysages

Le site est localisé en rive droite de l'Isère (à environ 170 m à l'est), dans la plaine alluviale, en limite avec le Massif de la Chartreuse.

Le quartier de l'Esplanade est actuellement dédié aux manifestations festives et au parking. Il constitue la porte d'accès au centre-ville de Grenoble et plus particulièrement au centre historique. Cependant, ce quartier renvoie une image plutôt négative du fait du délabrement du bâti environnant et de l'obsolescence de l'aménagement des espaces publics.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Par conséquent, le quartier fait l'objet d'un renouvellement urbain afin de revaloriser l'espace entre le Boulevard de l'Esplanade et la Route de Lyon. Les objectifs de la municipalité sont, entre autres, le maintien de l'espace public, la construction d'immeubles neufs comprenant du logement social et de l'accession sociale dans les secteurs actuellement urbanisés du quartier, la construction d'une passerelle sur l'Isère réservée aux piétons et aux cycles, etc. Le projet immobilier de Grenoble Habitat s'inscrit ainsi dans le projet de la transformation du quartier de l'Esplanade.

6.3.2. Climatologie

Le climat de Grenoble est de type continental sous influence montagnarde. Il est marqué par un contraste saisonnier important avec des hivers froids et des étés chauds.

Les massifs montagneux qui entourent l'agglomération constituent à la fois un « réservoir à froid » et un obstacle à l'évacuation des masses d'air humides en provenance de l'Ouest. Les données sur les précipitations et les températures présentées ci-après sont issues de la station météorologique de Saint-Martin-d'Hères ; celles sur les vents sont issues de la station météorologique du CEA implantée à l'extrémité nord de la Presqu'île de Grenoble, à environ 1 km au Sud-ouest de la parcelle du projet.

La hauteur des précipitations annuelles moyennes à Grenoble est de 1001 mm. Les précipitations sont assez régulières tout au long de l'année ; les écarts mensuels n'excèdent pas 16 % par rapport à la moyenne annuelle. Les pluies sont fréquentes (110 jours/an) mais généralement faibles (36 jours/an où les précipitations dépassent 10 mm).

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

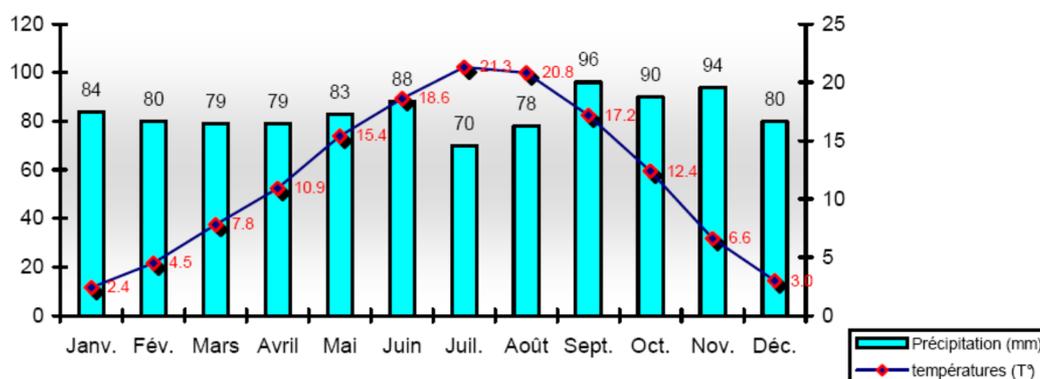


Figure 14 : Précipitations moyennes mensuelles à Grenoble

Le graphique ci-dessus représente l'évolution des températures au cours de l'année. La température moyenne annuelle est de 12°C. L'amplitude thermique entre janvier (mois le plus froid) et juillet (mois le plus chaud) est de 19°C. Les étés sont chauds, avec des moyennes mensuelles supérieures à 20°C pour les mois de juillet et août où plus d'un tiers des journées dépasse 30°C. La température maximum absolue enregistrée à Grenoble est de 38.8°C (août 2003). En hiver, les gelées sont fréquentes (71 jours/an) mais les journées sans dégel restent exceptionnelles (4 jours/an).

Le climat de Grenoble est marqué par un fort contraste saisonnier avec des hivers froids et des étés chauds.

La carte des vents reportée en **Figure 15** ci-après met en évidence que le quartier de l'Esplanade est majoritairement affecté par des vents du NNW et du SSE.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

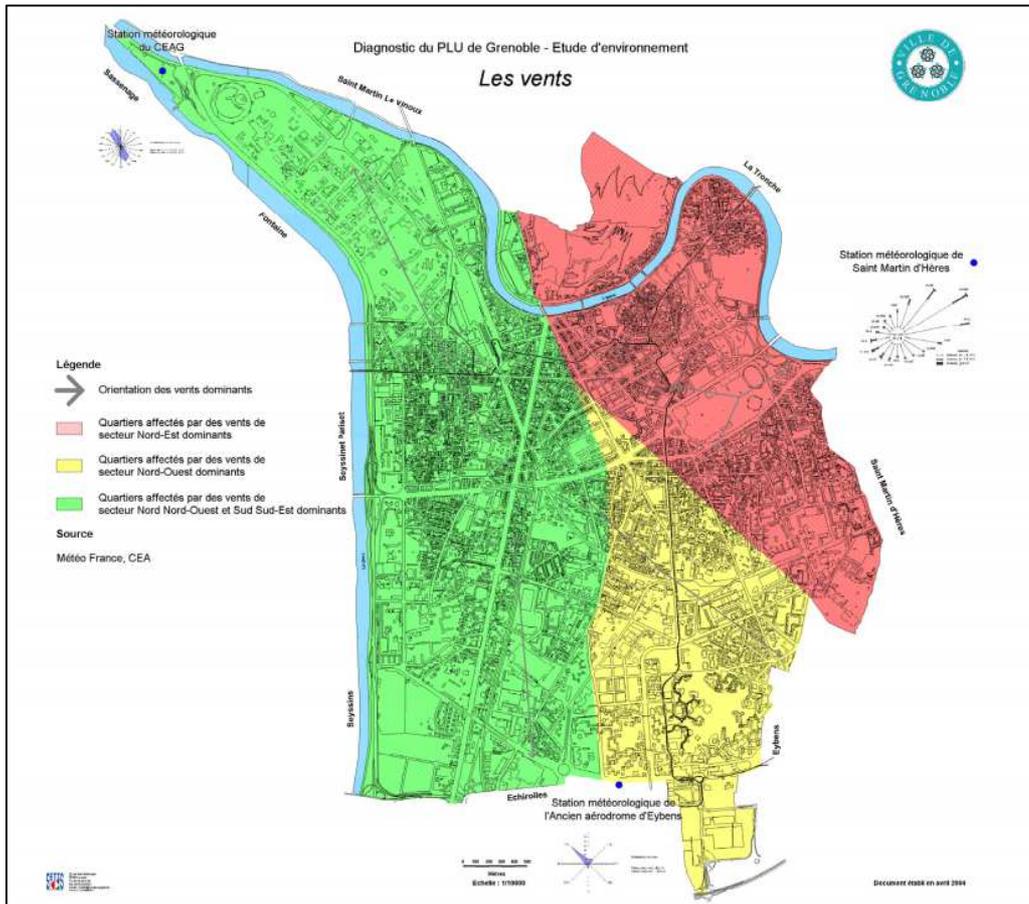


Figure 15 : Directions des vents dans la ville de Grenoble (source : PLU de Grenoble)

6.3.3. Topographie

Le projet est situé en zone urbaine, route de Lyon à Grenoble (38). La parcelle est plane avec un décroché altimétrique, la partie est étant plus haute que la partie ouest. L'altitude est de l'ordre de 216 m NGF.

D'après la carte IGN à l'échelle 1/25 000^e, le site est localisé en rive droite de l'Isère, dans la plaine alluviale, en limite avec le Massif de la Chartreuse.

L'Isère se situe à environ 170 m à l'Ouest de la zone d'étude. Elle s'écoule du Sud vers le Nord, à une altitude d'environ 206,5 m NGF.

6.3.4. Contexte géologique

D'après la carte géologique n°772 de Grenoble (cf. **Figure 16**), les terrains présents au droit du site correspondent aux formations alluviales de la plaine de l'Isère. Ces alluvions sont limitées en partie ouest et sud par l'Isère et en partie est et nord par le massif de la Chartreuse de type calcaire marneux.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

Ces alluvions reposent en partie ouest sur des formations argileuses et en partie est sur le rocher calcaire marneux. La base des alluvions productive a été reconnue seulement en partie ouest à une cote de 199 à 201 m NGF. Au droit du site la base des alluvions sablo-graveleuses a été reconnue vers 200 m NGF.

Des investigations récentes réalisées dans le secteur dans le cadre de l'aménagement général du quartier de l'Esplanade a permis de définir la coupe géologique prévisionnelle :

- 0 à 2 m : limons argileux gris-marron,
- 2 à 12 m : alluvions sablo-graveleuses,
- 12 à 15 m : sables gris fins et argiles grises.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques*

*Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

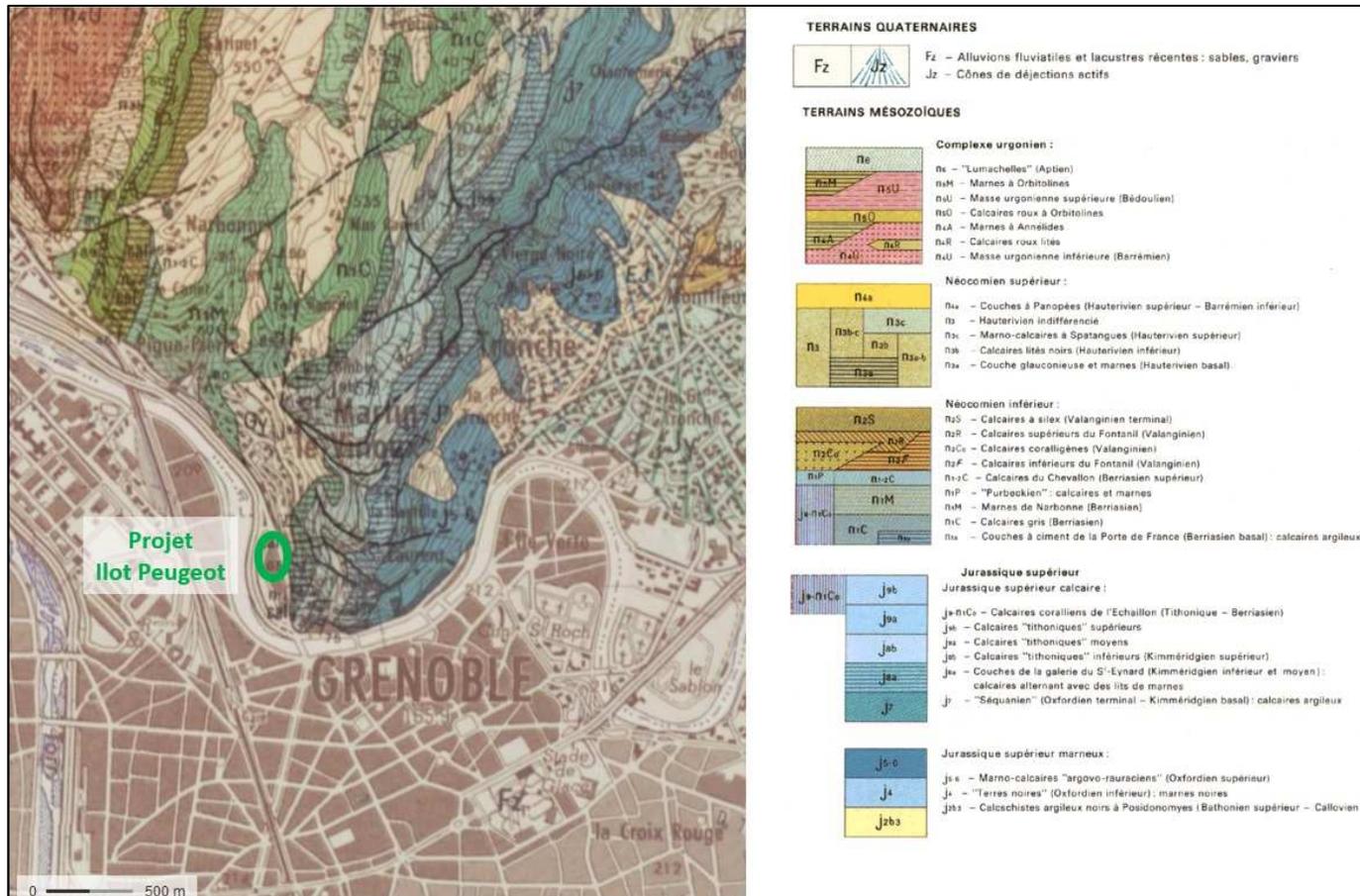


Figure 16 : Extrait de la carte géologique n°772 de Grenoble

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

6.3.5. Contexte hydrogéologique

Dans le secteur étudié, un aquifère renferme une ressource en eaux souterraines susceptible d'être exploitée. Il s'agit de la nappe des alluvions de l'Isère. Cette nappe est relativement réduite en extension en raison de ces limites naturelles matérialisées à l'Est et au Nord par le Massif de la Chartreuse, au Sud et à l'Ouest par l'Isère.

6.3.5.1. Alimentation de la nappe

L'alimentation de la nappe se fait latéralement depuis l'Isère à l'Ouest et au Sud et de dans une moindre proportion par le Massif de la Chartreuse à l'Est.

6.3.5.2. Profondeur et épaisseur de la nappe

Au droit du site la base des alluvions sablo-graveleuses a été reconnu vers 200 m NGF.

D'après les relevés piézométriques réalisés entre janvier et septembre 2017 au droit du site, cf. figure suivante, le niveau d'eau se situe à une altimétrie d'environ 206,0 m NGF. Le piézomètre Ilot Peugeot se trouve au droit du site et le piézomètre Pz7 est en partie sud de l'Esplanade. Le piézomètre Pz7, réalisé par la Métro de Grenoble, se trouve à 150 m au sud-ouest du projet.

Ainsi, en retenant la cote de la nappe des alluvions de l'Isère vers 206 m NGF et la base des alluvions productives vers 200 m NGF, l'épaisseur des alluvions mouillées serait d'environ 6 m.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques*

*Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

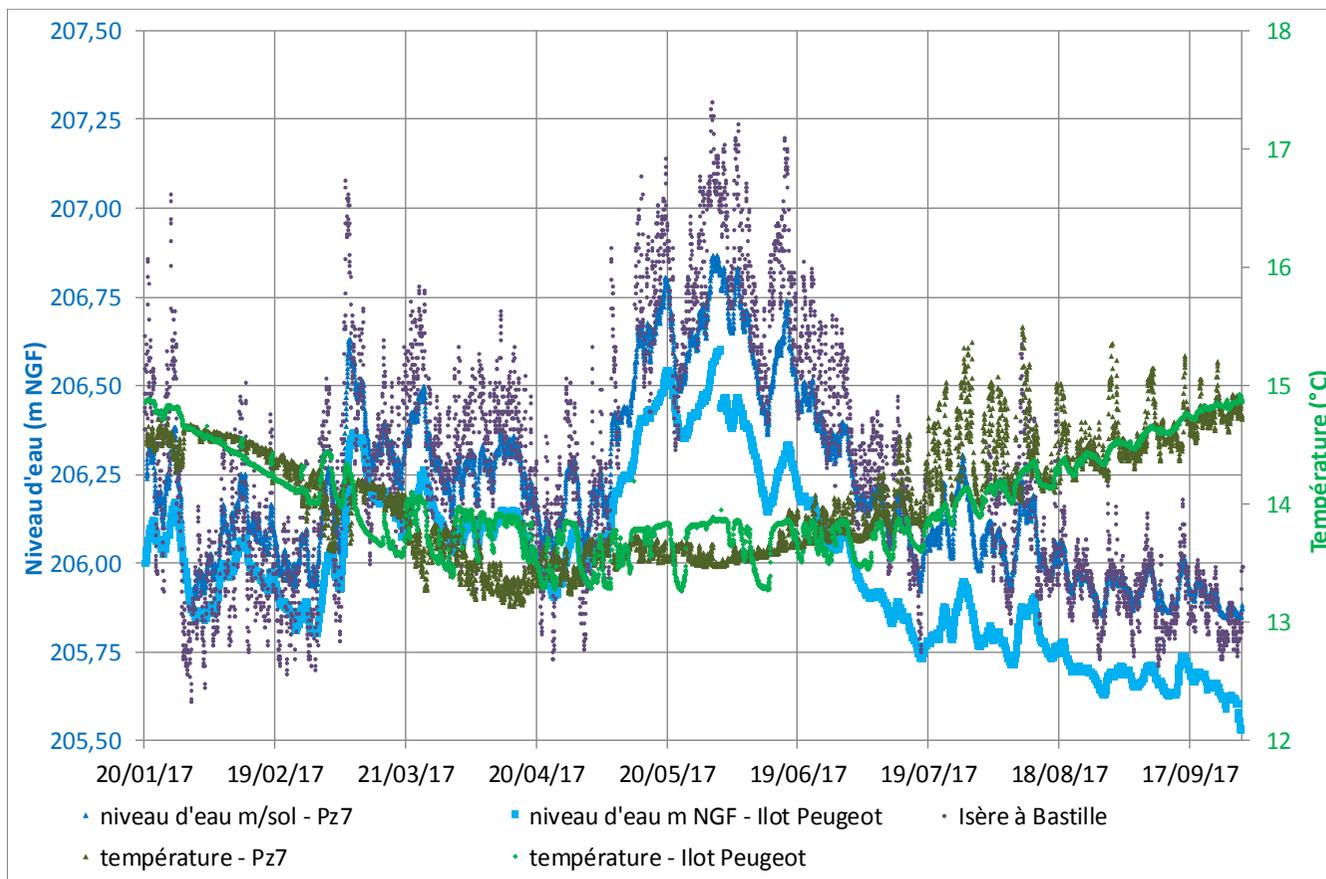


Figure 17 : Suivi piézométrique sur le quartier de l'Esplanade

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

6.3.5.3. *Sens d'écoulement, gradient hydraulique*

D'après les relevés piézométriques de janvier à septembre 2017, présentées dans la figure précédente :

- Les niveaux de la nappe sur en partie sud de l'Esplanade (Pz7) et ceux au droit du site (Ilot Peugeot) sont synchrones avec ceux de l'Isère ;
- les niveaux en partie sud de l'Esplanade (Pz7) sont globalement plus hauts que ceux au droit du site, traduisant un sens d'écoulement de la nappe du Sud vers le Nord. L'écart est au maximum de 0,3 à la fin de la période estivale
- Ponctuellement les écarts entre les niveaux de Pz7 et l'Ilot Peugeot sont presque nuls (janvier – mars), traduisant un niveau plan de la nappe.

Ainsi, selon les fluctuations de l'Isère, la nappe des alluvions peut présenter un écoulement Sud-Nord, ou un niveau plan.

6.3.5.4. *Paramètres hydrodynamiques*

Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe des alluvions ont pu être appréciées à l'aide de pompages d'essais réalisés dans le secteur du projet.

D'après ces données, la perméabilité serait comprise entre 3,3 à $5,0 \cdot 10^{-3}$ m/s, en considérant une hauteur d'alluvions mouillée de 6 m, une transmissivité comprise entre $2 \cdot 10^{-2}$ et $3 \cdot 10^{-2}$ m²/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) ne serait rencontré.

6.3.5.5. *Qualité des eaux*

Un échantillon d'eau a été prélevé le 18 janvier 2017 sur le forage P2 présent au droit du site (Ilot Peugeot) pour analyse chimique dont les résultats sont les suivants et reportés en **Annexe G**.

Les analyses des différents sels mettent en évidence une bonne connaissance de la composition chimique de l'eau. En effet la balance anions/cations est correcte, à l'équilibre à 1 % près.

La concentration en MES est inférieure au seuil de détection du laboratoire et l'analyse granulométrique indique l'absence de particules de taille granulométrique comprises entre 0,2 µm et 2 mm. Le risque d'encrassement des équipements de surface mais aussi des installations de réinjection semblent ainsi faible.

Au niveau bactériologique, l'eau présente qu'une faible quantité de bactéries aérobies revivifiables à 22°C et 36°C. Il est constaté une absence de bactéries ferrugineuses et sulfito-réductrices. Ainsi, il n'y a pas de nécessité d'envisager une protection bactérienne.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Les concentrations en fer total et en magnésium total sont inférieures au seuil de détection du laboratoire.

Les analyses complémentaires réalisées ne mettent pas en évidence de pollutions organiques ou métalliques, à l'exception de deux éléments organohalogénés, le Cis 1,2-dichloroéthylène (1,8 µg/l) et le tétrachloroéthylène (18 µg/l) et de traces de zinc et cuivre.

Les mesures de température réalisées sur Ilot Peugeot entre janvier et octobre 2017 montre des températures comprises entre 13 et 16 °C, avec les valeurs les plus basses en avril (correspondant à la fonte des neiges) et les plus hautes en août (correspondant à l'épisode de canicule). Il est à noter que sur l'été 2017, les températures sont plus élevées au sud de l'Esplanade qu'au droit du projet. Cela peut s'expliquer par une influence plus forte de l'Isère sur ce point. Ainsi dans le cadre d'une exploitation de la nappe il est possible que les valeurs de température soient plus en relation avec celle de l'Isère et donc présentent des variations plus importantes que celles mesurées. En l'absence de suivi de la température de l'Isère il peut être retenu en première approche des températures ayant des variations plus grandes de 2°C que celles mesurées au droit du site. Les températures estimées seraient alors comprises entre 11 et 18°C. Seul le suivi en cours d'exploitation permettra d'apprécier les températures réellement prélevées.

6.3.5.6. *Identification des masses d'eau concernées*

Une masse d'eau souterraine est concernée : Prélèvement dans les alluvions de l'Isère à l'aval de Grenoble (n°FRDG313). La masse d'eau présente un bon état quantitatif et chimique en 2009.

| MASSES D'EAU | | ÉTAT QUANTITATIF | | | | ÉTAT CHIMIQUE | | | | | | |
|--------------|---|------------------|---------|--------------|--------------------|---------------|-----------|---------|------------|--------------|--------------------|------------|
| N° | NOM | 2009 | | OBJ. BE ① | MOTIFS DU REPORT ① | | 2009 | | TEND. ① | OBJ. BE ① | MOTIFS DU REPORT ① | |
| | | ÉTAT ① | NC ① | | CAUSES | PARAMÈTRES | ÉTAT ① | NC ① | | | CAUSES | PARAMÈTRES |
| FRDG313 | Alluvions de l'Isère aval de Grenoble | BE | | 2015 | | | BE | | | 2015 | | |
| BE | Bon état | | | | | | | | | | | |
| MED | État mauvais | | | | | | | | | | | |
| ? | Information insuffisante pour attribuer un état | | | | | | | | | | | |
| | Absence ou insuffisance de données | | | | | | | | | | | |

Tableau 17 : Caractéristiques quantitatives et qualitatives de la masse d'eau souterraine FRDG313

6.3.5.7. *Les prélèvements*

Le recensement d'ouvrages exploitant la nappe a été réalisé dans un rayon de 200 m, correspondant à l'extension maximale en raison des limites naturelles de la nappe (matérialisées par le Massif de la Chartreuse et l'Isère).

Ce recensement s'est effectué à partir 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).

Seule la source VICAT, alimentée par le drainage de galeries présentes dans le Massif de la Chartreuse est référencée. Les eaux sont évacuées en direction de l'Isère à partir d'un

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

fossé en pied des remparts. Les débits de la source fluctuent en fonction des conditions météorologiques. En 2009, il avait été mesuré des débits variant de 25 à 100 m³/h. Il est à noter que ces eaux proviennent d'une masse d'eau différente de celle exploitée pour les forages de géothermie : Calcaires et marnes du massif de la Chartreuse (FRDG145).

Par conséquent, sur la masse d'eau souterraine des alluvions de l'Isère à l'aval de Grenoble (n°FRDG313), situé au pied du Massif de la Chartreuse, il n'y a pas d'usage de ces eaux.

6.3.6. Contexte hydrologique

6.3.6.1. Hydrologie

L'Isère prend sa source au col de l'Iseran en Savoie. Son bassin versant à sa confluence avec le Drac est de 5 720 km². Six barrages avec retenue sont aménagés sur son cours en amont de Grenoble. Le premier ouvrage hydroélectrique présent à l'aval de l'agglomération est celui de Saint-Egrève / Noyarey, 3 km à l'aval de la confluence Drac / Isère.

Les installations hydroélectriques présentes le long du cours d'eau influencent ses débits.

L'Isère présente un régime hydrologique de type nival à influence pluviale avec une période de hautes eaux d'avril à juillet en relation avec la fonte des neiges en altitude et deux périodes de basses eaux ; l'une en début d'automne, l'autre en hiver lorsque les précipitations sont retenues sous forme de manteau neigeux dans la partie haute du bassin. Le débit moyen annuel de l'Isère à Grenoble est de l'ordre de 180 m³/s.

Le débit de crue décennale est d'environ 820 m³/s ; celui de la crue cinquantennale de 1 000 m³/s ; celui de la crue centennale de 1 430 m³/s et celui de la crue bi-centennale de 1 540 m³/s.

Le barrage de Saint-Egrève Noyarey, construit en 1992 pour la production d'électricité par EDF, est implanté sur l'Isère 2,5 km à l'aval de la confluence Drac / Isère.

Le plan d'eau créé à l'amont de la retenue a induit une élévation du niveau de l'eau de l'Isère et de la nappe à l'amont du barrage. Cette élévation est perceptible jusqu'aux abords du pont de la porte de France sur l'Isère.

Des équipements spécifiquement mis en place et gérés par EDF assurent le maintien du niveau de la nappe à un niveau similaire à celui préexistant avant la création du barrage (drains) ainsi que le relevage.

Les variations hydrométriques de ces deux cours d'eau entre 2003 et 2012, le long de la Presqu'île, sont présentées dans les graphiques ci-après.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

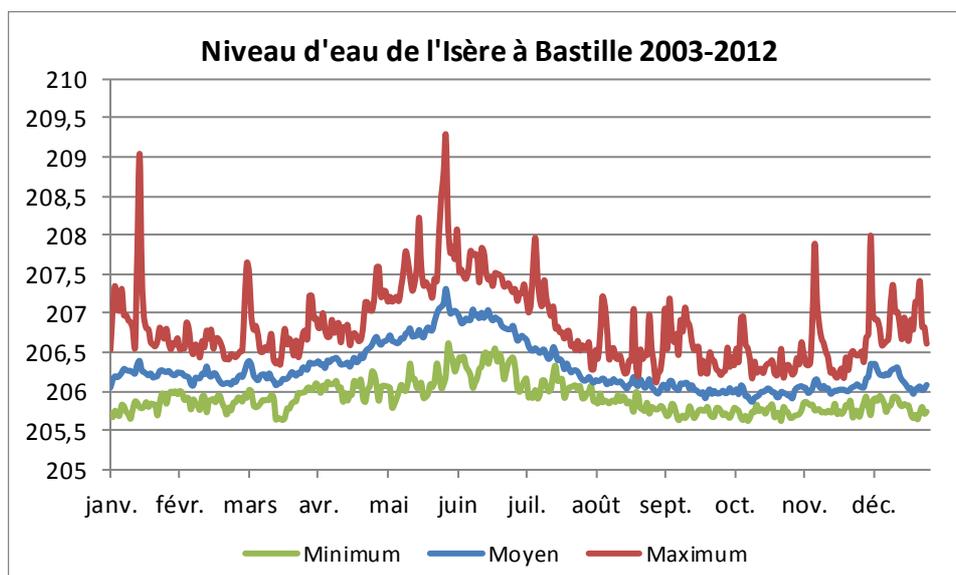


Figure 18 : Variations du niveau d'eau de l'Isère sur la période 2003-2012

Il est possible de constater que les hautes eaux de l'Isère sont observées en mai-juin et janvier.

Les débits caractéristiques de ces cours d'eaux (extrait Banque Hydro 2017) sont les suivants :

| | ISERE amont confluence (Bastille) | ISERE aval confluence (Port St Gervais) |
|----------------------|--|--|
| QMNA5 (m³/s) | 89 | 150 |
| 2 % QMNA5 (m³/h) | 6 400 | 10 800 |
| 5 % QMNA5 (m³/h) | 16 000 | 27 000 |
| MODULE (m³/s) | 178 | 306 |
| 5 % MODULE (m³/j) | 768 960 | 1 321 920 |
| 25 % MODULE (m³/j) | 3 844 800 | 6 609 600 |

Tableau 18 : Débits caractéristiques de l'Isère et du Drac

6.3.6.2. Qualité des eaux superficielles

❖ Isère amont

La qualité de l'eau de l'Isère est analysée à la station de mesures du Réseau National de Bassin (RNB) présente à l'entrée de Grenoble. Les analyses réalisées à cette station révèlent :

- une qualité bonne à très bonne pour les matières organiques et oxydables, azotées phosphorées ;

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

- une pollution modérée par les métaux et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) ;
- une pollution nette par les micropolluants organiques.

L'état des eaux de l'Isère à Meylan (code station : 06141900), à environ 4 km en amont du site, montre une qualité moyenne pour les nutriments P, les diatomées et le potentiel écologique. Les autres rubriques montrent une qualité de l'eau bonne à très bonne à l'entrée de Grenoble.

| Années (1) | Bilan de l'oxygène | Température | Nutriments | | Acidification | Polluants spécifiques | Invertébrés benthiques | Diatomées | Macrophytes | Poissons | Hydromorphologie | Pressions hydromorphologiques | ÉTAT ÉCOLOGIQUE | POTENTIEL ÉCOLOGIQUE | ÉTAT CHIMIQUE |
|------------|--------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------------|----------|------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------|---------------|
| | | | Nutriments N | Nutriments P | | | | | | | | | | | |
| 2017 | TBE | TBE | TBE | MOY ☺ | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | BE |
| 2016 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | MAUV ☹ |
| 2015 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | BE | | | | Faible | | BE | BE |
| 2014 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | BE | | | | Faible | | BE | MAUV ☹ |
| 2013 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | BE | | | | Faible | | BE | MAUV ☹ |
| 2012 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | BE | | | | Faible | | BE | MAUV ☹ |
| 2011 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | MAUV ☹ |
| 2010 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | BE | | | | Faible | | BE | MAUV ☹ |
| 2009 | TBE | TBE | BE | TBE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | MAUV ☹ |
| 2008 | TBE | TBE | BE | TBE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | MAUV ☹ |

| | |
|------|---------------|
| TBE | Très bon état |
| BE | Bon état |
| MOY | État moyen |
| MED | État médiocre |
| MAUV | État mauvais |

Tableau 19 : Station de Meylan (Isère - amont du projet)

❖ **Isère aval**

La qualité de l'eau de l'Isère, en aval du projet et après confluence avec le Drac, est analysée à la station de mesures du Réseau National de Bassin (RNB) présente à Tullins.

L'état des eaux de l'Isère à Tullins (code station : 06147130), à environ 20 km en aval du site, montre une qualité moyenne pour les diatomées et le potentiel écologique ainsi qu'un état chimique mauvais en raison de la présence de Benzo(a)pyrène, Benzo (ghi)pérylène, benzo(b)fluoranthène et hexachlorocyclohexane. Les autres rubriques montrent une qualité de l'eau bonne à très bonne au niveau de Tullins.

*Ilot Peugeot – Route de Lyon - Quartier de l’Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d’autorisation d’ouverture de travaux et la demande de permis d’exploitation
Rapport n° 92043/C*

| Années (1) | Bilan de l'oxygène | Température | Iutriments | | Acidification | Polluants spécifiques | Invertébrés benthiques | Diatomées | Macrophytes | Poissons | Hydromorphologie | Pressions hydromorphologiques | ÉTAT ÉCOLOGIQUE | POTENTIEL ÉCOLOGIQUE | ÉTAT CHIMIQUE |
|------------|--------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------------|----------|------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------|---------------|
| | | | Nutriments N | Nutriments P | | | | | | | | | | | |
| 2017 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | BE |
| 2016 | TBE | TBE | BE | TBE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | BE |
| 2015 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | BE |
| 2014 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | MAUV ⚠ |
| 2013 | BE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | MAUV ⚠ |
| 2012 | BE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | MAUV ⚠ |
| 2011 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | MED | | | | Faible | | MED | MAUV ⚠ |
| 2010 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | MAUV ⚠ |
| 2009 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | BE | | MOY | | | | Faible | | MOY | BE |
| 2008 | TBE | TBE | BE | BE | TBE | Ind | | BE | | | | Faible | | BE | MAUV ⚠ |

État écologique

| | |
|------|--|
| TBE | Très bon état |
| BE | Bon état |
| MOY | État moyen |
| MED | État médiocre |
| MAUV | État mauvais |
| Ind | État indéterminé : absence actuelle de limites de classes pour le paramètre considéré, ou absence actuelle de référence pour le type considéré (biologie), ou données insuffisantes pour déterminer un état (physicochimie). Pour les diatomées, la classe d'état affichée sera "indéterminé" si l'indice est calculé avec une version de la norme différente de celle de 2007 (Norme AFNOR NF T 90-354) |
| NC | Non Concerné |
| | Absence de données |

État chimique

| | |
|------|---|
| BE | Bon état |
| MAUV | Non atteinte du bon état |
| Ind | Information insuffisante pour attribuer un état |
| | Absence de données |

Tableau 20 : Station de Tullins (Isère - aval du projet)

6.3.6.3. Température des eaux superficielles

Les relevés de température sur l’Isère et le Drac sont extraits du suivi de mesures du Réseau National de Bassin (RNB) sur les stations présentées précédemment.

Les variations de températures de ces deux cours d’eau entre 2010 et 2016 sont présentées dans le graphique ci-après.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

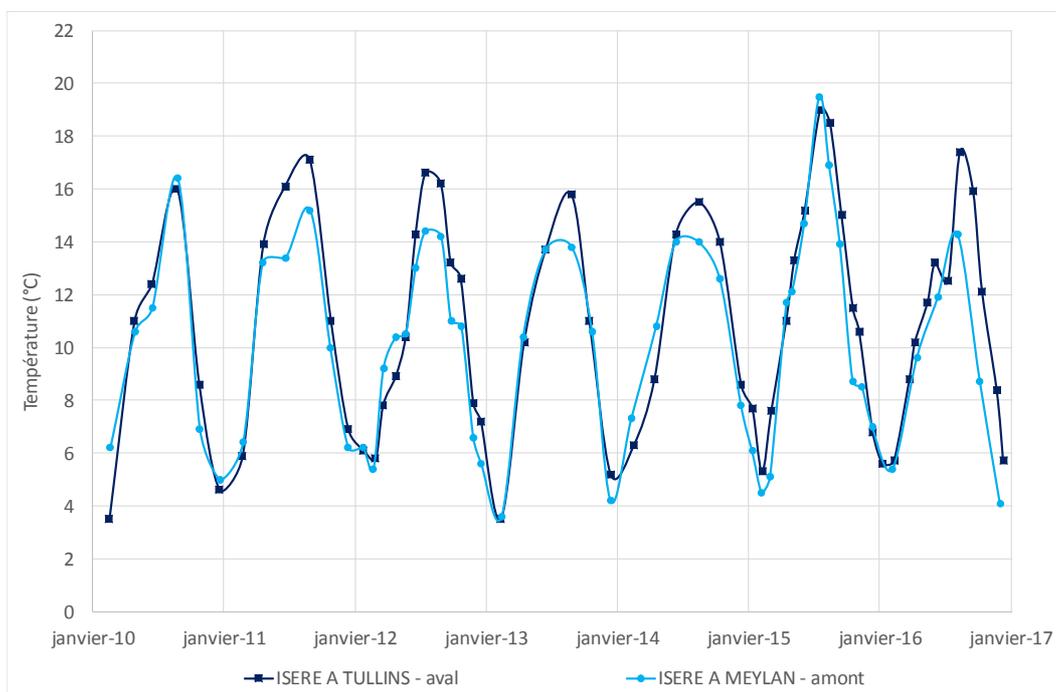


Figure 19 : Variations de la température de l'Isère sur la période 2010-2016

D'après ces éléments :

- Les fluctuations et amplitudes sont similaires entre les 2 points ;
- les basses températures sont observées en période hivernale, au minimum à 3,5°C ;
- les hautes températures sont observées en période estivale au maximum à 19,5°C ;

Il convient de préciser qu'il s'agit de mesures ponctuelles et que ces valeurs peuvent présenter des écarts plus importants.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

6.3.6.4. Identification des masses d'eau concernées

Une masse d'eau superficielle est concernée : Rejet dans l'Isère du Bréda au Drac (n°FRDR354c). En 2009, l'état écologique de ce tronçon était moyen, l'état chimique mauvais. Le bon état écologique était susceptible d'être atteint en 2009. L'atteinte du bon état chimique a été reportée à 2021 en raison d'une présence d'une pollution ponctuelle par des substances autres que des pesticides.

| MASSES D'EAU | | | ÉTAT ÉCOLOGIQUE | | | | | ÉTAT CHIMIQUE | | | | | |
|-----------------|------------------------|--------|-----------------|------|----------|---------|--------------------|---------------|--------|------|-----------|--------------------|------------------|
| N° | NOM | STATUT | 2009 | | | OBJ. BE | MOTIFS DU REPORT ① | | 2009 | | | MOTIFS DU REPORT ① | |
| | | | ÉTAT ① | NC ① | NR NQE ① | | CAUSES | PARAMÈTRES | ÉTAT ① | NC ① | OBJ. BE ① | CAUSES | PARAMÈTRES |
| FRDR354c | Isère du Bréda au Drac | MEFM | MOY | 3 | | 2015 | | | MAUV | 3 | 2021 | FTr | Autres polluants |
| État écologique | | | | | | | | | | | | | |
| TBE | Très bon état | | | | | | | | | | | | |
| BE | Bon état | | | | | | | | | | | | |
| MOY | État moyen | | | | | | | | | | | | |
| MED | État médiocre | | | | | | | | | | | | |
| MAUV | État mauvais | | | | | | | | | | | | |
| État chimique | | | | | | | | | | | | | |
| BE | Bon état | | | | | | | | | | | | |
| MAUV | État mauvais | | | | | | | | | | | | |

Tableau 21 : Caractéristiques quantitatives et qualitatives de la masse d'eau souterraine FRDG354c

6.3.7. Présentation du site

Le site était anciennement exploité par un garage automobile Peugeot Bernard.

Il est actuellement en chantier pour la construction des immeubles de logement, devant être chauffés par géothermie.

6.3.8. Historique du secteur : sensibilité environnementale

La société Améten a établi un plan de gestion (dossier n°16.116 de décembre 2016) qui reprend, entre autres, l'historique du secteur et une caractérisation des sols.

L'étude historique et le diagnostic de sol au droit du site ont identifiés les impacts suivants de l'activité précédente du site :

- présence d'une zone de pollution par des hydrocarbures C10-C40 et des BTEX autour des fosses et cuve de récupération des huiles usagées (ilots B1 et B2) ;
- quelques spots ponctuels de pollution par des hydrocarbures C10-C40, probablement peu étendus et dispersés, à relier à certaines sources de pollution (fosses, cabine peinture, etc...) ;
- quelques spots ponctuels de pollution par des métaux, dispersés, à relier à l'hétérogénéité des remblais.

Compte tenu des polluants en présence, des techniques de dépollution disponibles et de la situation du site, le bilan coûts/avantages a permis d'identifier la solution la plus viable

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

d'un point de vue environnemental et économique, à savoir un traitement des matériaux par excavation et évacuation hors site après tri granulométrique sous crible capoté.

Les travaux se sont déroulés entre août et octobre 2017. Au final ce sont environ 2600 t de terres polluées qui ont été traitées ainsi que 75 t de bétons souillés.

Le rapport de fin de travaux de dépollution des sols est n'a pas finalisé. Toutefois l'analyse des risques résiduels réalisée sur la base des concentrations résiduelles mesurées après travaux montre que le projet est compatible avec les concentrations résiduelles présentes sur site d'un point de vue sanitaire.

Des restrictions d'usages sont à prévoir :

- l'usage des eaux souterraines au droit du site à d'autres fins que de la géothermie ;
- la présence de jardins potagers et d'arbres fruitiers.

Les zones sur lesquels sont implantées les forages ont été préalablement terrassées pour la réalisation des sous-sols à proximité. Ainsi les déblais de forages de l'ordre de 54,2 m³ pour les 5 forages ne présentent pas de pollution. Une analyse d'eau faite à la suite d'un pompage de longue durée de 20 heures à 23 m³/h, n'a pas mis en évidence de pollutions organiques ou métalliques, à l'exception d'éléments organohalogénés, le Cis 1,2-dichloroéthylène (1,8 µg/l) et le tétrachloroéthylène (18 µg/l) et de traces de zinc et cuivre. Dans ces conditions les déblais de forage ne devraient pas présenter de pollution.

Il est à noter qu'au droit des futurs forages, aucun sondage n'a pu être réalisé en raison de la non-accessibilité de ces zones lors des diagnostics en raison de la présence des bâtiments et infrastructures historiques.

6.3.9. Gestion des eaux pluviales

En ce qui concerne la gestion des eaux pluviales, celles-ci seront infiltrées à la parcelle. L'infiltration se fera par le biais d'ouvrages d'infiltration de type tranchée drainante en galets ou bassin drainant en galets ou tout autre dispositif approprié. Au total, il y aura trois d'ouvrages d'infiltration : pour l'Ilot A, pour l'Ilot B et C2 et C3 et pour l'Ilot C1. La réalisation des ouvrages prendra en compte le niveau de hautes eaux de la nappe alluviale (fonds des ouvrages prévus à 0,2 m au-dessus du niveau de hautes eaux). L'excédent d'eau pluviale dû à des épisodes pluvieux exceptionnels sera géré par débordement au niveau d'une grille ou d'une noue placée dans les espaces verts communs.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

Les caractéristiques des ouvrages sont récapitulées dans le **Tableau 22** ci-dessous :

| Ilot concerné | Type d'ouvrage | Localisation | Surface |
|---------------|--------------------|--|--------------------------|
| A | Tranchée drainante | Sous les espaces verts et les cheminements piétons | 26,5 m * 1,6 m * 1,5 m |
| B, C2, C3 | Bassin drainant | Sous les espaces verts | 210 m ² * 1 m |
| C1 | Tranchée drainante | Sous les espaces verts | 8,8 m*2,7 m * 1,4 m |

Tableau 22 : Caractéristiques des ouvrages de gestion d'eaux pluviales

6.3.10. Réseaux

6.3.10.1. Déclaration de travaux à proximité de réseaux

Les DT et DICT ont été établies avant les travaux des forages P1 et P2. De même pour les forages P3, P4 et P5 de nouvelles DICT seront réalisées.

Le site étant en profonde transformation, notamment par la réalisation de sous-sols, tous les anciens réseaux ont été rendus inertes. Les nouveaux réseaux sont mis en œuvre en prenant en compte la présence de l'ensemble des ouvrages souterrains (sous-sols, forages, autres réseaux).

6.3.10.2. Réseaux d'assainissement

Compte tenu de la localisation du projet immobilier en milieu urbain, il n'est pas potentiellement possible d'assurer, conformément aux prescriptions de l'article 4 de l'arrêté du 11 septembre 2003, le respect d'une distance minimale de 35 m fixée pour les forages par rapport aux réseaux d'assainissement. En effet, le schéma des réseaux d'assainissement du PLU de la ville de Grenoble met en évidence que des réseaux d'assainissement sont posés au droit du Boulevard de l'Esplanade et de la Route de Lyon (cf. **Figure 20**). Ainsi la distance approximative des forages P1 et P2 aux réseaux d'assainissement est de 16 m, tandis que les forages P3 et P4 sont plus éloignés, de l'ordre de 35 m.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*



Figure 20 : Extrait du schéma du réseau d'assainissement (source : PLU de Grenoble)

Au vu de cette situation, et afin de garantir un niveau de protection des eaux souterraines équivalent à celui prévu par l'arrêté, des mesures compensatoires sont prévues pour permettre d'assurer au droit du site, la préservation de la qualité des eaux souterraines.

Ces mesures sont décrites ci-après.

❖ **Aménagement de têtes de protection étanches des ouvrages**

Afin d'éviter toute infiltration d'eau potentiellement contaminées dans les ouvrages, des têtes de protection étanches et verrouillables seront aménagées au droit de chaque ouvrage. Ces têtes seront constituées de regards de visite en béton équipées de tampons étanches et boulonnés. A l'intérieur des têtes de protection, un hors sol de 0,5 m sera conservé.

Ces dispositions doivent permettre d'éviter toute infiltration d'eau potentiellement contaminée dans chaque ouvrage.

❖ **Cimentations annulaires des ouvrages entre l'équipement (tube plein) et les terrains**

Afin d'assurer l'étanchéité de l'ouvrage vis-à-vis d'éventuelles contaminations qui pourraient provenir des réseaux d'assainissement, sous le regard de visite situé entre 0 et 2 m de profondeur, une cimentation annulaire est mise en œuvre entre 2 et 4 m de profondeur, soit sur une hauteur de 2 m. Cette cimentation située en face de la partie supérieure des alluvions sablo-graveleuses, est positionnée sous les réseaux

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

d'assainissement localisés entre 1 et 1,5 m de profondeur et le toit de la nappe vers 6 m de profondeur.

Ces mesures compensatoires, représentées sur les coupes techniques prévisionnelles des ouvrages doivent permettre d'éviter la contamination des eaux souterraines par des eaux potentiellement contaminées qui pourraient provenir d'éventuelles fuites des réseaux d'assainissement.

Au final, et compte tenu du contexte urbain du site, une demande de dérogation est nécessaire et est donc sollicitée au regard du non-respect (potentiel) de la distance de 35 m fixée pour les forages de prélèvement par rapport aux réseaux d'assainissement.

6.3.11. *Milieu naturel*

Le projet est implanté en contexte urbain. Les parcelles sont actuellement construites et font l'objet du renouvellement urbain. La majeure partie des surfaces encadrant le site est imperméabilisée. Le site est localisé à environ 170 m à l'est de l'Isère et bordé au nord-est par l'Isère et à une centaine de mètres des premiers reliefs du Massif de Chartreuse.

Le projet de l'Ilot Peugeot n'est pas localisé au sein d'un espace naturel protégé. A proximité du site, deux zones ZNIEFF de type II, ainsi qu'une zone ZNIEFF de type I sont recensées (cf. **Figure 21**) :

- ZNIEFF de type II n°820000424 « Zone fonctionnelle de la rivière Isère à l'aval de Meylan » ;
- ZNIEFF de type II n° 820006899 « Versants méridionaux de la Chartreuse » ;
- ZNIEFF de type I n° 820032108 « Mont Jalla, Mont Rachais ».

L'espace protégé concerné par le projet correspond à l'Isère en raison du rejet des eaux dans cette rivière après passage dans l'échangeur géothermique. Cette zone intègre l'ensemble fonctionnel formé par le cours inférieur de l'Isère, ses annexes fluviales et les zones humides voisines. Ce zonage souligne les multiples interactions existant au sein de ce réseau fluvial, dont les tronçons qui abritent les habitats où les espèces les plus remarquables sont retranscrites par plusieurs zones de type I (de taille plus réduite, les ZNIEFF de type I intègrent des espèces ou milieux rares ou remarquables).

Aucune zone Natura 2000 n'est concernée par le projet (pas de zone Natura 2000 recensée à plusieurs kilomètres du projet). La zone la plus proche est localisée à 7 km à l'ouest du projet (cf. **Figure 21**). Il s'agit du plateau du Sornin, qui n'est d'aucune manière en relation avec le site étudié.

En ce qui concerne les paysages et l'agriculture, aucune spécificité locale n'a été identifiée du fait de la localisation du projet en milieu urbain.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

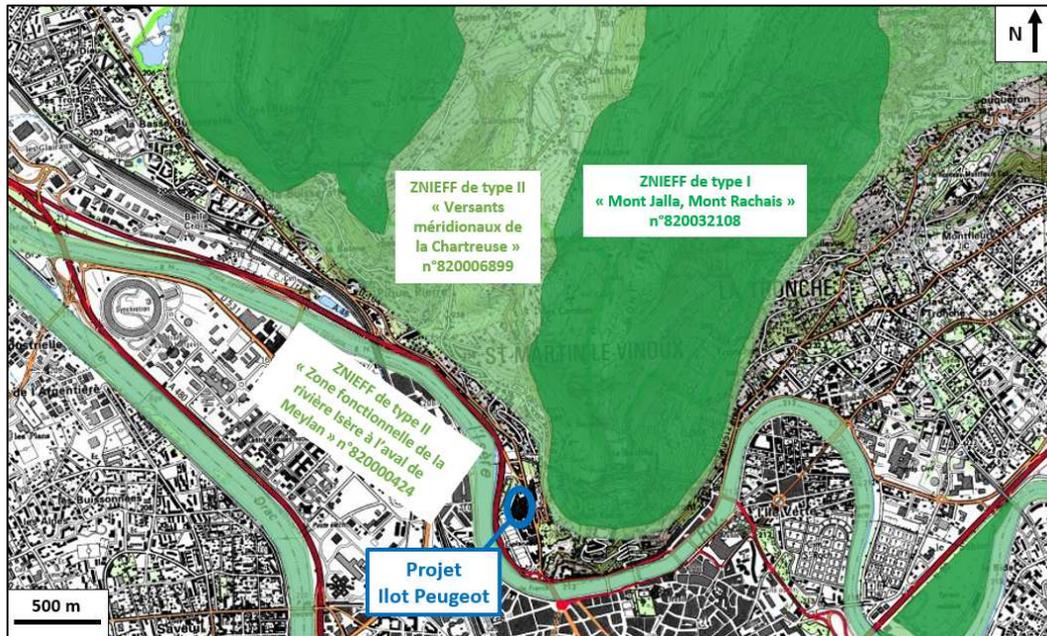


Figure 21 : Recensement des espaces protégés

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

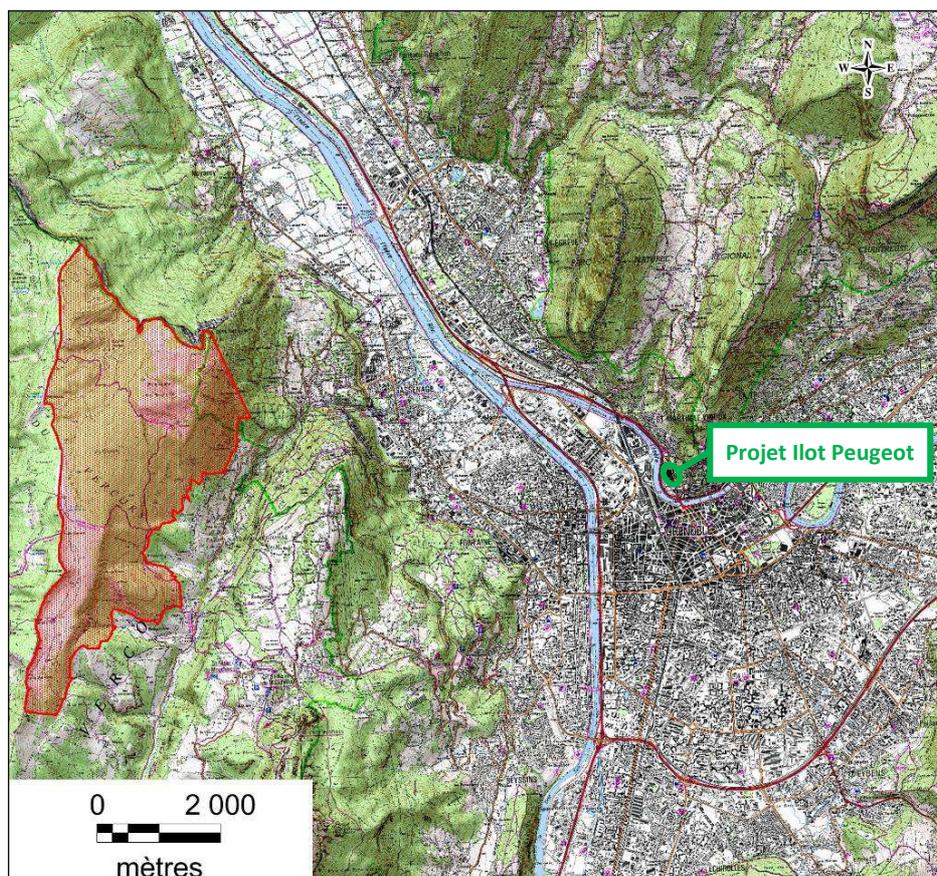


Figure 22 : Localisation des zones Natura 2000

6.3.12. *Archéologie et Architecture*

Deux sites archéologiques sont répertoriés en rive droite de l'Isère, peu après la confluence du DRAC :

- une sépulture gallo-romaine ;
- des vestiges qui sembleraient être une nécropole datant de l'âge de bronze ou de fer.

La ZPPAUP (Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager) instaurée par AP du préfet de Région le 25 juillet 2005 a été remplacée par l'AVAP (Aire de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine) approuvée le 18 novembre 2013. Le projet Ilot Peugeot est situé dans un « espace à requalifier » (cf. **Figure 23**). Un immeuble d'intérêt patrimonial remarquable (l'auvent de l'ancien garage Peugeot et une partie du garage) ainsi qu'un immeuble d'intérêt patrimonial ordinaire sont localisés à proximité du site, mais exclus du périmètre de projet. Il est à noter que le projet fait partie intégrale d'un renouvellement urbain qui est réalisé dans le respect du patrimoine bâti, urbain et paysager.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

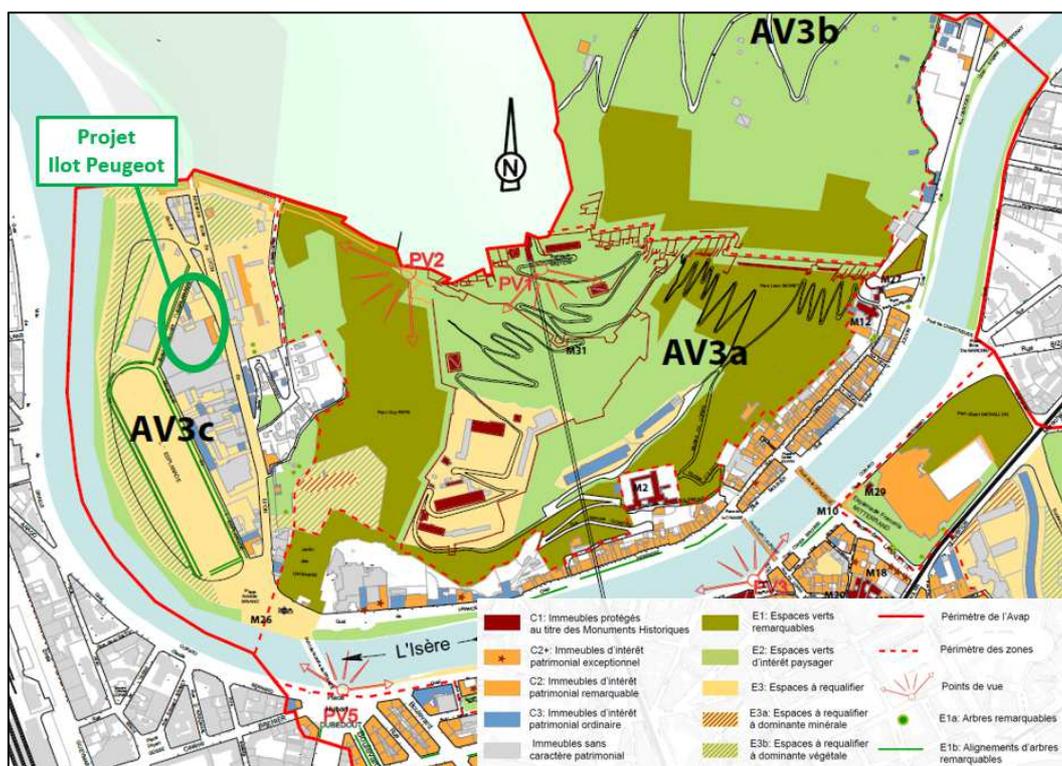


Figure 23 : Extrait de l'AVAP de la ville de Grenoble (source : PLU de Grenoble)

6.3.13. Qualité de l'air

Il n'existe pas de station permanente sur le secteur de l'Esplanade. De manière générale, le site du projet est entouré de deux axes routiers (route de Lyon et RN481) et ainsi exposé à des polluants atmosphériques tels que le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, l'ozone et des particules (PM10).

L'organisme Air Rhône-Alpes dispose de 6 stations de mesure sur l'agglomération. Le **Tableau 23** ci-dessous synthétise les indices ATMO¹ journaliers des cinq dernières années sur le territoire de l'agglomération de Grenoble.

| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|
| Bon (%) | 51 | 62 | 68 | 53 | 63 |
| Moyen/Médiocre (%) | 45 | 33 | 29 | 45 | 36 |
| Mauvais (%) | 4 | 5 | 2 | 2 | 1 |

Tableau 23 : Indice ATMO de l'agglomération de Grenoble entre 2012 et 2016

¹ L'indice ATMO concerne toutes les grandes agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants. Il est déterminé à partir des niveaux de pollution mesurés au cours de la journée par les stations de fond, caractéristiques de la pollution générale de l'agglomération. Il ne prend pas en compte les stations de mesure le long du trafic.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

De nombreux objectifs en matière de sauvegarde du climat, protection de la qualité de l'air et réduction des consommations d'énergies fossiles sont fixés par la réglementation environnementale au niveau national et européen. Ces objectifs sont largement traduits au niveau territorial par la politique environnementale adoptée par la METRO. La METRO et ses nombreux partenaires constituent une entité pilote très engagée dans la mise en œuvre de plans d'actions visant à décliner ces objectifs en fonction des potentialités de son territoire. Le Plan Air Energie Climat fixe sur le territoire de la métropole des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et des polluants locaux aux horizons 2014, 2020, 2030 et 2050.

6.3.14. *Bruit*

6.3.14.1. *Le relief*

Le secteur d'étude se présente comme une surface quasiment plane qui se poursuit de l'autre rive de l'Isère vers l'ouest. A l'est, le relief devient rapidement marqué (versants méridionaux de la Chartreuse). Ainsi, à environ 500 m à l'est du site, l'altitude est de 460 m NGF, soit environ 240 m au-dessus de la cote du projet.

6.3.14.2. *Les axes de circulation*

Autour du futur Ilot Peugeot, plusieurs axes de circulation sont recensés :

- la route de Lyon, qui borde le projet à l'est ;
- le Boulevard de l'Esplanade, bordant le site à l'ouest;
- la RN481, située à une centaine de mètres à l'ouest du projet et suivant l'Isère
- le pont de la Porte de France, à 450 m au sud du site et menant au centre-ville de Grenoble.

L'ambiance sonore du site est donc particulièrement influencée par le bruit induit par les voies routières. Il est à noter que la N481 est équipée d'un revêtement phonique.

L'étude environnemental réalisée dans le cadre du diagnostic du PLU de Grenoble a mis en évidence les ambiances acoustiques sur la commune. L'extrait en met en évidence que le site du projet Ilot Peugeot est localisé en zone bruyante potentiellement exposées aux nuisances de voiries (cf. Figure 24).

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

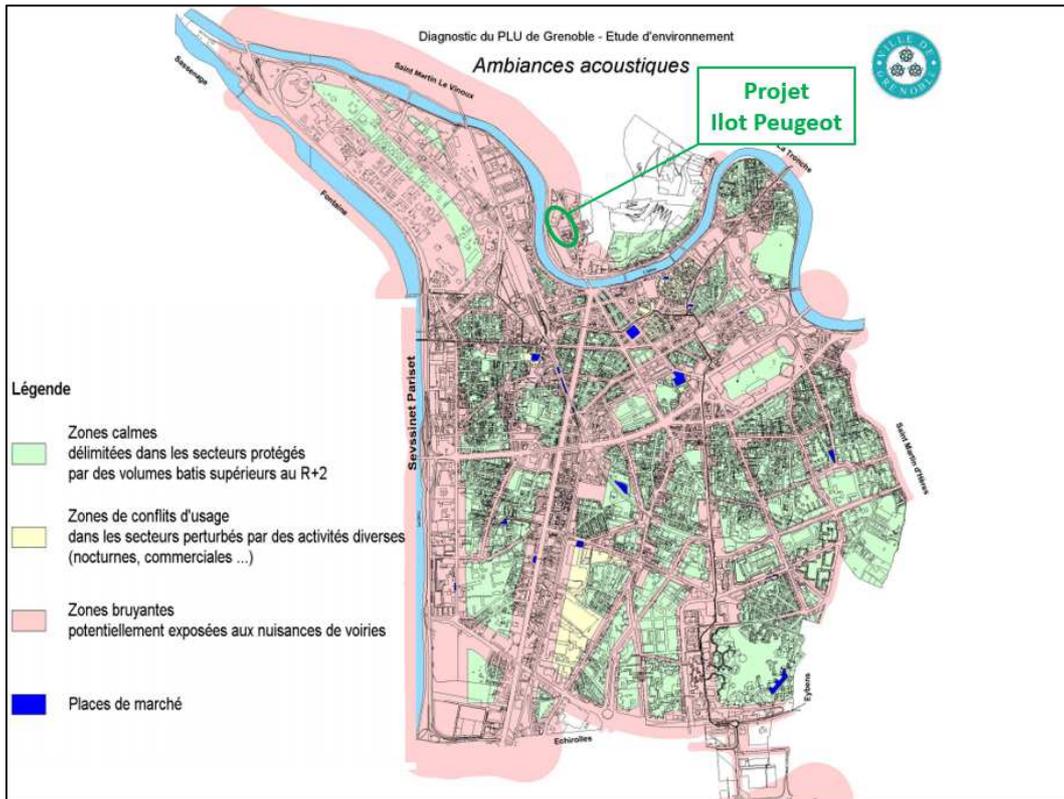


Figure 24 : Ambiances acoustiques à Grenoble (source : PLU de Grenoble)

6.4. Appréciation des impacts du projet

Les éléments présentés ci-après concernent l'impact du projet d'exploitation géothermique (phase travaux et phase d'exploitation).

6.4.1. Impacts sur l'environnement

6.4.1.1. Impacts paysagers et urbanisme

Les travaux de forages au BENOTO nécessitent l'utilisation d'une grue, d'un louvoyeur et d'une benne preneuse. Une machine de foration et un compresseur sont utilisés lors de la foration à l'ODEX. L'impact visuel durant les travaux sera proche d'un impact paysager généré par un chantier de construction de bâtiment. Cela est également valable pour la construction des locaux techniques. De plus, la réalisation des forages s'inscrit dans la construction immobilière et sera menée en même temps.

Les installations prévues, que ce soit les équipements thermiques mis en place dans les locaux techniques ou les forages positionnés sous des tampons situés à ras de sol, n'auront aucun impact paysager particulier en phase d'exploitation.

Aucune incompatibilité n'a été relevée avec le règlement d'urbanisme.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

6.4.1.2. *Impacts sonores*

La phase chantier de réalisation des forages mettra en œuvre une grue, un louvoyeur et une benne preneuse (BENOTO) ainsi qu'une machine de foration et un compresseur (ODEX). Ces techniques de foration utilisent les mêmes engins que ceux habituellement utilisés sur les chantiers de construction de bâtiments. Le chantier n'aura donc pas plus d'impact sonore qu'un chantier habituel de travaux publics.

En phase d'exploitation, les installations thermiques installées dans des locaux techniques ne créeront pas de gêne acoustique.

6.4.1.3. *Impacts sur l'air*

Les principales sources d'émissions atmosphériques seront liées :

- aux travaux d'aménagement de la plate-forme : poussières et gaz d'échappement des engins ;
- aux travaux de forage : émissions gazeuses (gaz d'échappements des moteurs diesel) liées au matériel utilisé.

Ces émissions seront ponctuelles et limitées dans le temps (durée du chantier de 2 mois).

Les gaz d'échappement seront limités par l'entretien régulier des engins à moteur qui seront conformes à la législation en vigueur et dont le contrôle par le service des mines sera scrupuleusement respecté. Le trafic engendré par la phase travaux sera limité à l'approvisionnement du matériel.

La génération de poussières liée aux méthodes de foration est limitée, car les matériaux sont ramassés et posés sur le côté du trou (BENOTO) ou remontent par l'injection d'air et sont récupérés en sortie de forage (ODEX).

En phase d'exploitation, la ventilation des locaux techniques sera dimensionnée conformément à la norme NFE 35-400. Elle sera dimensionnée en fonction de la masse de fluide frigorigène contenue dans le groupe.

6.4.1.4. *Déchets*

Les méthodes de foration choisie étant la méthode BENOTO et la méthode ODEX, aucun déchet lié à la foration en elle-même ne sera créé (pas de boue de forage).

Les principaux déchets produits par le projet seront :

- les déblais de forage et déblais de tranchées ;
- les bidons usagés des produits nécessaires au fonctionnement des installations de forage (fuel, graisses, hydrocarbures) ;
- des déchets divers comme: emballages, plastiques, sacs, ferrailles, bois, morceaux de tubes, bidons...

Le volume de déblais de forage sortis sera de l'ordre de 54,2 m³ pour les 5 forages.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Un protocole de gestion des déblais de forage de géothermie est proposé ci-après :

Dans le cas où les déblais de forage sont réemployés sur le site, ils ne sont pas considérés comme des déchets. Il sera précisé les volumes et les zones de réemploi de ces matériaux sur un plan.

Dans le cas où les déblais de forages sont retirés du site, ces derniers doivent être tracés en fonction de la nature des terrains selon le protocole suivant :

- Terrains superficiels (remblais – limons)

Sur ces matériaux, il sera nécessaire de réaliser un prélèvement sur les déblais correspondant à ces terrains afin de définir la filière de traitement adaptée.

Dans l'attente des résultats d'analyses, les déblais seront stockés dans une benne étanche dès leur extraction du sol. Les délais d'analyses de sols sont d'environ 2 semaines, entraînant une durée équivalente d'immobilisation des bennes de déblais sur l'emprise du chantier.

En retenant une cote de plateforme chantier autour de 212 m NGF et une cote sécuritaire vers 210 m NGF, la hauteur de remblais serait de l'ordre de 2 m, soit un volume de 8 m³ pour chaque forage (tête d'ouvrage de 2m x 2m x 2m), soit un volume total de 40 m³. Cette cote sera ajustée lors de la foration en fonction des terrains recoupés.

- Terrains alluvionnaires (sables – graviers)

Les terrains situés plus en profondeur sont constitués de sables et graviers. En raison de leur propriété, dans le cas d'une pollution, cette dernière ne serait pas retenue (adsorbée) par les matériaux en place. Lors de la foration s'il n'est pas constaté de manière visuel et olfactive de pollution, ces matériaux pourront être réemployés sans nécessité d'analyse complémentaire. Il conviendra dans ce cas de préciser les volumes et la destination de réemploi de ces matériaux, ainsi que de fournir une planche photographique correspondant à ces terrains.

Si une pollution est suspectée, les déblais seront placés en benne étanche, analysés, et évacués dans une filière de traitement adaptée.

Pour les forages en petit diamètre (diamètre 240 mm à 284 mm), en retenant pour altimétrie de ces terrains 200 et 210 m NGF, l'épaisseur forée serait de l'ordre de 10 m, soit un volume de 0,6 m³ par forage.

Pour les forages gros diamètre (diamètre 800 mm), en retenant pour altimétrie de ces terrains 197 et 210 m NGF, l'épaisseur forée serait de l'ordre de 13 m, soit un volume de 6,5 m³ par forage. Cette cote sera ajustée lors de la foration en fonction des terrains recoupés.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Dans le cadre de son fonctionnement, l'installation ne sera pas génératrice de déchets liés au fluide frigorigène pour lequel aucune régénération ou remplacement n'est nécessaire. Dans le cas d'un abandon de l'installation, le fluide caloporteur sera enlevé dans les règles de l'art par une entreprise spécialisée. Une fois extrait, ce fluide sera retraité dans la filière adéquate.

6.4.1.5. *Impacts sur la stabilité des sols :*

Les techniques de foration BENOTO et ODEX utilisent des tubages de soutènement pour la réalisation des forages. Les tubages de soutènement permettent de tenir le terrain au cours de la foration. Ainsi il n'y a pas de risque de création de cavités et d'éboulement du terrain alluvionnaire.

6.4.2. *Impact sur les eaux souterraines et superficielles*

6.4.2.1. *Impact en phase chantier*

❖ **Réalisation des forages**

Les méthodes de foration choisies étant la méthode BENOTO et la méthode ODEX, aucun impact qualitatif n'aura lieu sur la nappe (pas de boue de forage).

La prise en compte des prescriptions formulées dans la norme NF X 10-999 doit permettre de réduire les potentiels impacts sur le milieu souterrain :

- chantier clôturé et balisé avec signalétique adaptée ;
- mise en place d'un dispositif de stockage, de protection et de collecte des éventuelles fuites d'hydrocarbures et autres produits potentiellement polluants ;
- mise en place de moyens d'évacuation des déblais et des eaux issues du forage ;
- utilisation de matériel conforme CE, entretenu et en bon état de propreté.

Suite aux travaux de forages, des pompages de développement et des pompages d'essais seront effectués. A ce jour, le programme d'essai envisagé est le suivant :

- Développement des ouvrages sera réalisé sur au moins 8 heures par pompage à débit croissant avec des « pistonages » provoqués par des marches-arrêts de la pompe. Les débits prévisionnels sont les suivants :
 - pour P1, P2 et P5 : 10, 15, 20 et 25 m³/h ;
 - Pour P3 et P4 : 10, 20, 30 et 40 m³/h.

Ainsi le volume pompé lors du développement sur les 5 ouvrages sera de l'ordre de 750 m³.

- Après développement, des pompages par paliers enchaînés d'une heure seront réalisés sur chaque ouvrage. Les débits prévisionnels sont les suivants :
 - pour P1, P2 et P5 : 10, 15, 20 et 25 m³/h ;
 - Pour P3 et P4 : 10, 20, 30 et 40 m³/h.

Ainsi le volume pompé lors des paliers sur les 5 ouvrages sera de l'ordre de 750 m³.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

- Après les pompages par paliers, un pompage longue durée sera réalisé sur chacun des ouvrages. Les débits prévisionnels sont les suivants :
 - pour P1, P2 et P5 : 25 m³/h ;
 - Pour P3 et P4 : 35 m³/h.

Le volume pompé lors des pompages de longue durée sur les 5 ouvrages sera de l'ordre de 3 480 m³.

Le volume total pompé dans la nappe des alluvions de l'Isère à la suite de l'ensemble des essais sera donc environ de 4 980 m³. Il est important à noter que le programme de pompage indiqué ci-dessus devra être adapté en fonction des rabattements et de la productivité réelle des forages.

Les eaux pompées seront rejetées après décantation dans le réseau public après vérification que celui-ci le permet ou dans la canalisation d'exhaure à l'Isère. L'obtention des autorisations nécessaires sont à la charge de l'entreprise de forage. Les eaux doivent être claires et exemptes de toute pollution.

❖ **Réalisation des sous-sols**

Le niveau le plus bas des sous-sols se trouve à 206,27 m NGF. Ces derniers ont été réalisés durant l'été 2017 alors que le niveau de la nappe se trouvait entre 205,5 et 206 m NGF. Ainsi il n'a pas été nécessaire de mettre en œuvre de dispositif de rabattement de nappe. De plus, lors de cette phase de travaux il n'a pas été observé d'incident pouvant avoir un impact sur la qualité des eaux souterraines.

6.4.2.2. *Impact en exploitation*

Afin de pouvoir définir l'état initial et ensuite les incidences du projet ainsi que les effets cumulés au droit de l'Ilot Peugeot, le fonctionnement hydrodynamique de la nappe des alluvions de l'Isère a été simulé. Le logiciel employé est MARTHE, développé par le BRGM.

Le modèle s'étend de l'inflexion de l'Isère au sud jusqu'à environ 150 m au nord du point de rejet principal des eaux dans l'Isère. La limite est correspond au massif de la Chartreuse qui constitue une limite étanche. L'Isère correspond à la limite ouest du modèle (limite d'alimentation). Aucune recharge pluviale n'a été appliquée en raison d'une forte urbanisation et ainsi imperméabilisation de la zone.

Le calage du modèle s'appuie sur les éléments suivants :

- données géologiques extraites de sondages réalisés au droit du site et sur l'Esplanade ;
- données hydrogéologiques issues de l'étude de la nappe alluviale réalisée par Artélia en janvier 2013 (pompages d'essais sur des forages au sud, au nord et dans la partie centrale du site et suivi piézométrique) ;
- données hydrologiques de l'Isère issues de la station de la Bastille gérée par la DREAL Rhône Alpes (W1410010).

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

A partir de ce modèle il a été réalisé plusieurs simulations hydrodynamiques de la nappe des alluvions de l'Isère :

- un état initial ;
- un état final du projet correspondant à l'exploitation des 5 forages de prélèvement alimentant l'ilot Peugeot ;
- un état final projeté correspondant à l'exploitation des 5 forages de prélèvement alimentant l'ilot Peugeot et 5 forages alimentant les autres ilots.

La modélisation hydrodynamique a été réalisée sur une période de 10 ans, puisque l'équilibre entre les conditions d'exploitations des eaux souterraines des différentes installations et le milieu récepteur a été atteint avant cette période. Ainsi l'incidence évaluée pour 10 ans est la même que celle projetée pour les 30 ans correspondant à la durée du titre sollicitée.

Il a été considéré que l'état initial ne comportait aucun pompage dans la nappe. L'état final tient compte des 5 forages de pompage sur l'Ilot Peugeot. De plus, un état final considérant 5 pompages supplémentaires sur les ilots voisins a été réalisé.

Les résultats de cette modélisation et la mise en œuvre d'une installation de géothermie sur nappe au droit de chaque ilot sont fonction de la géologie et hydrogéologie rencontrées. Il conviendra dans le cadre de chaque projet de réaliser des investigations afin de valider de la conformité entre ressource et besoins. De même, les hypothèses thermiques présentées par Antea Group constituent des éléments estimatifs, nécessaire pour l'évaluation de l'impact probable de l'ensemble de ces usages sur la nappe. Il est nécessaire dans le cadre de chaque projet qu'une étude thermique soit réalisée afin de déterminer au plus juste les besoins et consommations.

7.4.2.2.1. Etat initial

L'état initial de la nappe, présenté en **Figure 25** présente des écoulements globalement du sud-sud-est vers le nord-nord-ouest, avec un gradient moyen faible de 0,5 ‰. La forme des isopièzes à proximité de l'Isère montre que la rivière recharge la nappe alluviale.

Les cotes piézométriques à hauteur de l'ilot Peugeot sont comprises entre 205,75 m NGF et 205,69 m NGF.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

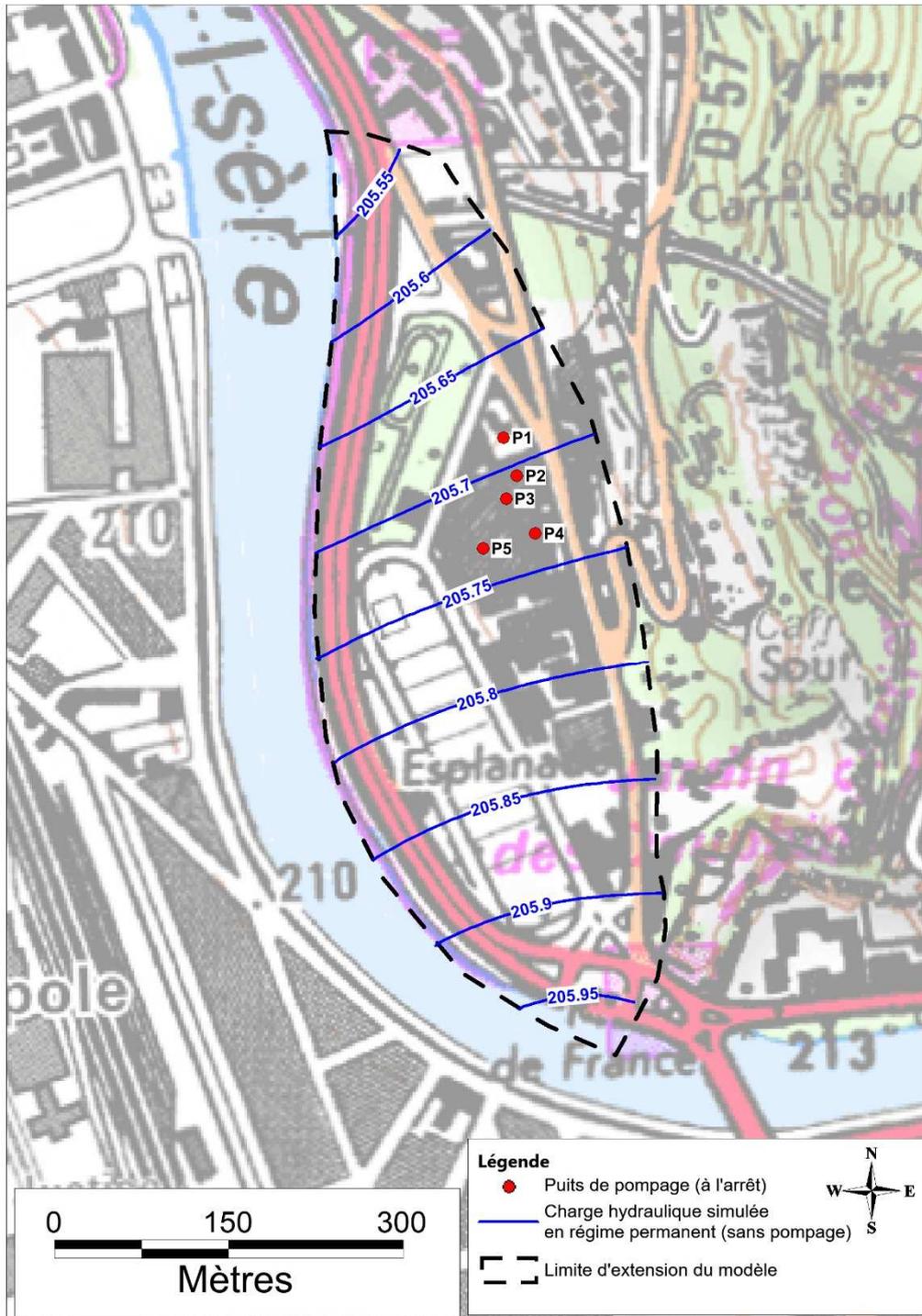


Figure 25 : Etat initial de la nappe alluviale de l'Isère

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l’Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d’autorisation d’ouverture de travaux et la demande de permis d’exploitation
Rapport n° 92043/C*

7.4.2.2.2. Etat final du projet de l’Ilot Peugeot

L’état final de la nappe reprend les données d’entrée exploitées pour l’état initial auxquelles sont ajoutées les conditions de fonctionnement des installations de géothermie. Les débits moyens mensuels considérés sont les suivants.

| Mois | P1 (m ³ /h) | P2 (m ³ /h) | P3 (m ³ /h) | P4 (m ³ /h) | P5 (m ³ /h) | Cumul (m ³ /h) |
|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Janvier | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 11 |
| Février | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 7 |
| Mars | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 7 |
| Avril | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Mai | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Juin | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Juillet | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Août | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Septembre | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Octobre | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Novembre | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 8 |
| Décembre | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 11 |

Tableau 24 : Débits moyens mensuels considérés au droit des forages de prélèvement

Ainsi il convient d’étudier l’impact hydraulique sur la nappe d’eau souterraine.

Les prélèvements seront réalisés dans les formations perméables situées jusqu’à une douzaine de mètres de profondeur au droit du site. Compte tenu de la proximité de l’Isère, la nappe est en communication exclusivement ou quasi exclusivement avec le cours d’eau. L’impact hydraulique global du projet est limité spatialement du fait de la bonne productivité de la nappe (perméabilité) et de son renouvellement naturel (gradient hydraulique).

Afin de mieux comprendre l’impact des projets de géothermie sur la nappe, il a été réalisé deux simulations hydrodynamiques, présentant l’ensemble des exploitations au bout de 10 ans, une au mois de janvier correspondant à la fin de l’hiver (pic d’usage annuel) et une seconde au mois d’octobre correspondant à la fin de l’été.

Les **Figure 26 à 27** illustrent le résultat de ces deux simulations.

La simulation de l’état final a été réalisée en régime transitoire à un débit moyen mensuel compris entre 4 et 11 m³/h en hiver et entre 3 et 5 m³/h en été sur une période de 10 ans (débit cumulé des 5 ouvrages).

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Impact hydraulique à la fin de l'été

Les résultats de la simulation pour le mois d'octobre sont présentés en **Figure 26**.

Pour le mois d'octobre on observe une légère descente des niveaux piézométriques de l'ordre centimétrique au droit des ouvrages de pompage. L'influence des pompages sur les écoulements sont négligeables.

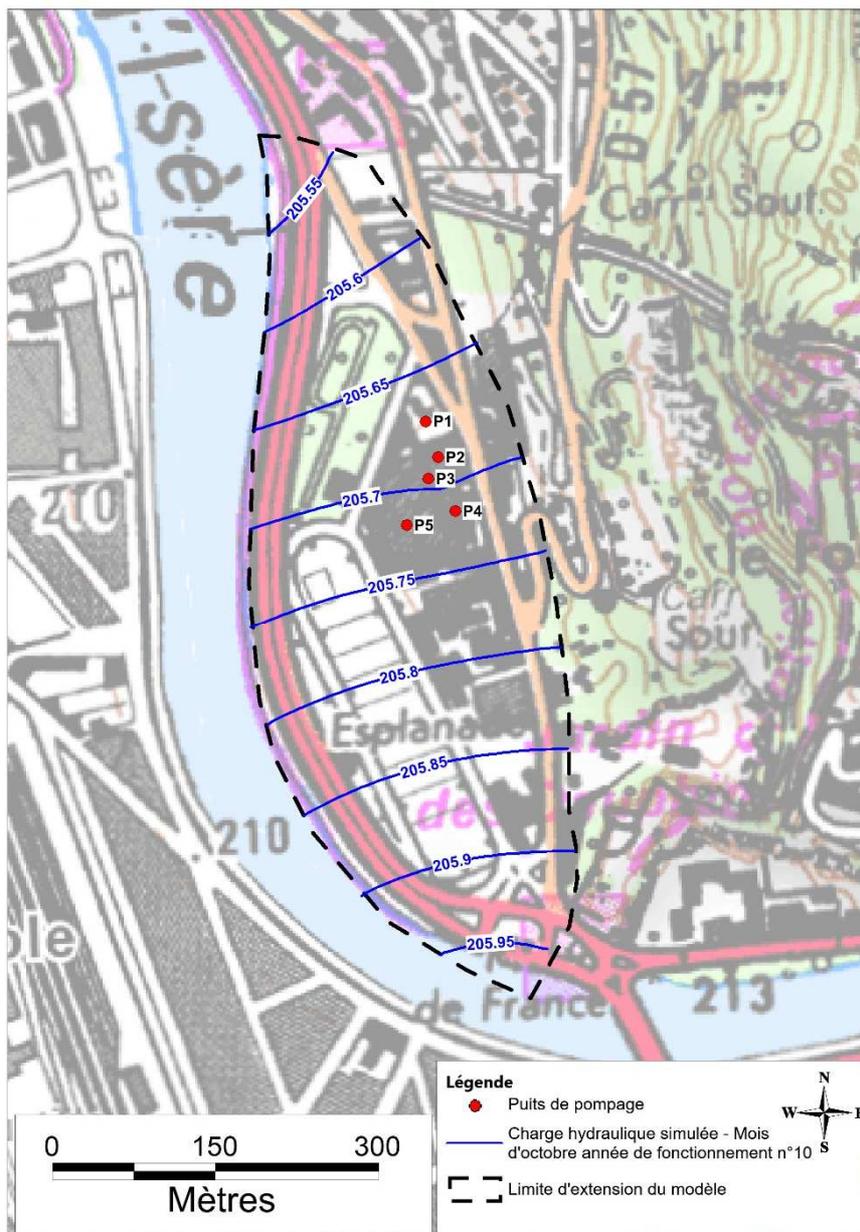


Figure 26 : Etat final de la nappe des alluvions de l'Isère à la fin de l'été après 10 ans de fonctionnement (5 pompages Ilot Peugeot)

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
 Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C*

Impact hydraulique à la fin de l'hiver

Les résultats de la simulation pour le mois de janvier correspondant au pic d'usage sont reportés dans la **Figure 27**.

Au droit des ouvrages de pompage, des rabattement induits sont inférieurs à 0,1 m. La zone d'appel des pompages a une largeur maximale de 150 m et s'étend de l'ouvrage P1 sur 550 m vers le sud.

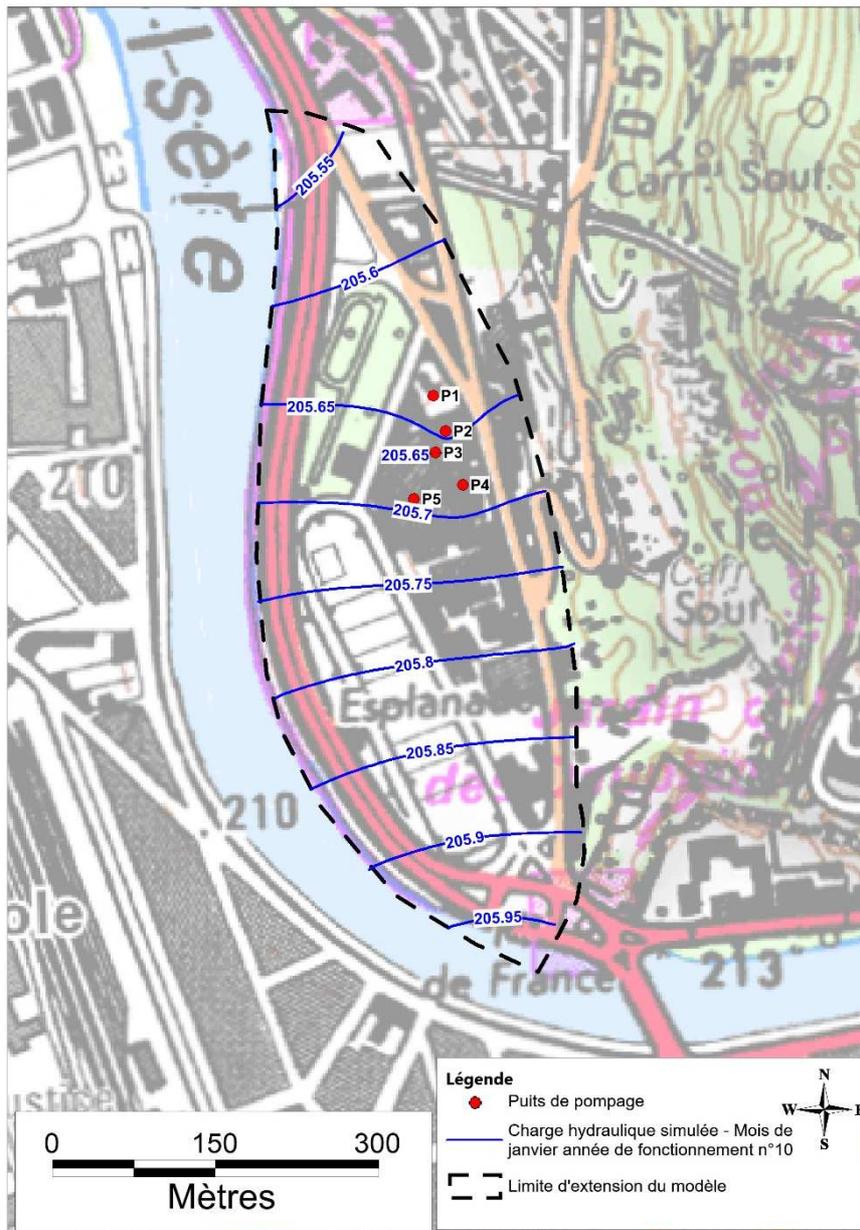


Figure 27 : Etat final de la nappe alluviale de l'Isère à la fin de l'hiver après 10 ans de fonctionnement (5 pompages Ilot Peugeot)

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

7.4.2.2.3. Etat final sur l'ensemble du quartier de l'Esplanade

L'état final de la nappe reprend les données d'entrée exploitées pour l'état initial auxquelles sont ajoutées les conditions de fonctionnement des installations de géothermie de l'ilot Peugeot et des autres ilots. Les débits moyens mensuels considérés sont les suivants.

| Mois | P1 (m ³ /h) | P2 (m ³ /h) | P3 (m ³ /h) | P4 (m ³ /h) | P5 (m ³ /h) | Ilot A (m ³ /h) | Ilot B (m ³ /h) | Ilot C (m ³ /h) | Ilot D (m ³ /h) | Ilot E (m ³ /h) | Cumul (m ³ /h) |
|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Janvier | 2 | 2 | 3 | 5 | 1 | 30 | 20 | 14 | 27 | 16 | 120 |
| Février | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 22 | 15 | 11 | 20 | 12 | 87 |
| Mars | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 21 | 14 | 10 | 19 | 11 | 80 |
| Avril | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 22 | 14 | 10 | 19 | 12 | 82 |
| Mai | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 22 | 15 | 11 | 20 | 12 | 83 |
| Juin | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 34 | 23 | 16 | 31 | 19 | 127 |
| Juillet | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 36 | 24 | 17 | 32 | 20 | 133 |
| Août | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 35 | 24 | 17 | 32 | 19 | 131 |
| Septembre | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 19 | 13 | 9 | 18 | 11 | 74 |
| Octobre | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 | 13 | 9 | 18 | 11 | 75 |
| Novembre | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 21 | 14 | 10 | 19 | 12 | 86 |
| Décembre | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 31 | 21 | 15 | 28 | 17 | 124 |

Tableau 25 : Débits moyens mensuels considérés au droit des forages de prélèvement

Ainsi il convient d'étudier l'impact hydraulique sur la nappe d'eau souterraine.

Les prélèvements seront réalisés dans les formations perméables situées jusqu'à une douzaine de mètres de profondeur au droit du site. Compte tenu de la proximité de l'Isère, la nappe est en communication exclusivement ou quasi exclusivement avec le cours d'eau. L'impact hydraulique global du projet est limité spatialement du fait de la bonne productivité de la nappe (perméabilité) et de son renouvellement naturel (gradient hydraulique).

Afin de mieux comprendre l'impact des projets de géothermie sur la nappe, il a été réalisé deux simulations hydrodynamiques, présentant l'ensemble des exploitations au bout de 10 ans, une au mois de janvier correspondant à la fin de l'hiver (pic d'usage annuel) et une seconde au mois d'octobre correspondant à la fin de l'été.

Les **Figures 28 à 29** illustrent le résultat de ces deux simulations.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Impact hydraulique à la fin de l'été

Les pompages simultanés dans la nappe alluviale de l'Isère induisent une baisse des niveaux piézométriques inférieure à 0,3 m au droit des ouvrages de l'Ilot Peugeot. L'écoulement se dirige en direction des pompages et ainsi vers le nord-est.

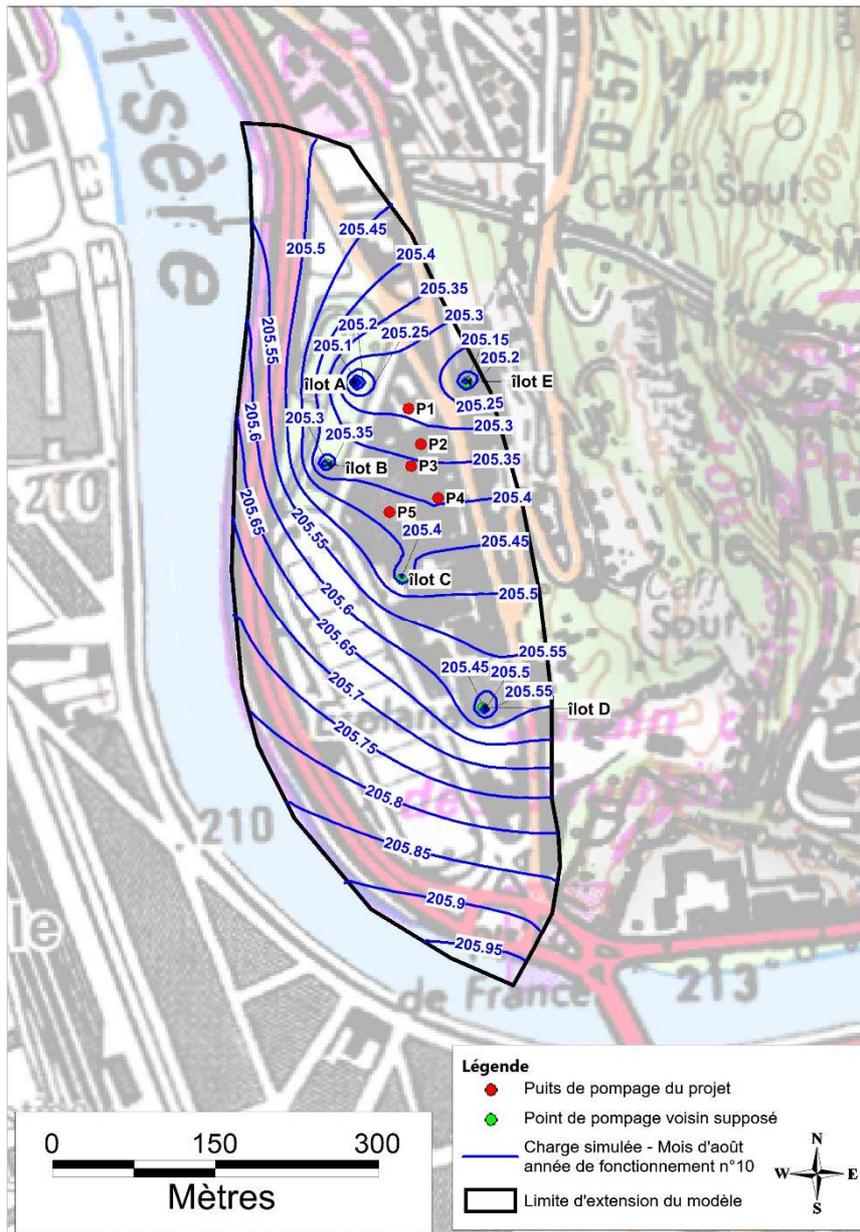


Figure 28 : Etat final de la nappe alluviale de l'Isère à la fin de l'été après 10 ans de fonctionnement (10 pompages Ilot Peugeot+ Ilots voisins)

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

Impact hydraulique à la fin de l'hiver

A la fin de l'hiver, on observe un sens d'écoulement du sud-ouest vers le nord-est en direction des pompages. Au droit des forages, les isopièzes sont quasi perpendiculaire à l'Isère indiquant une sollicitation exclusive du cours d'eau.

Les rabattements induits au droit des ouvrages de l'Ilot Peugeot sont inférieurs à 0,4 m.

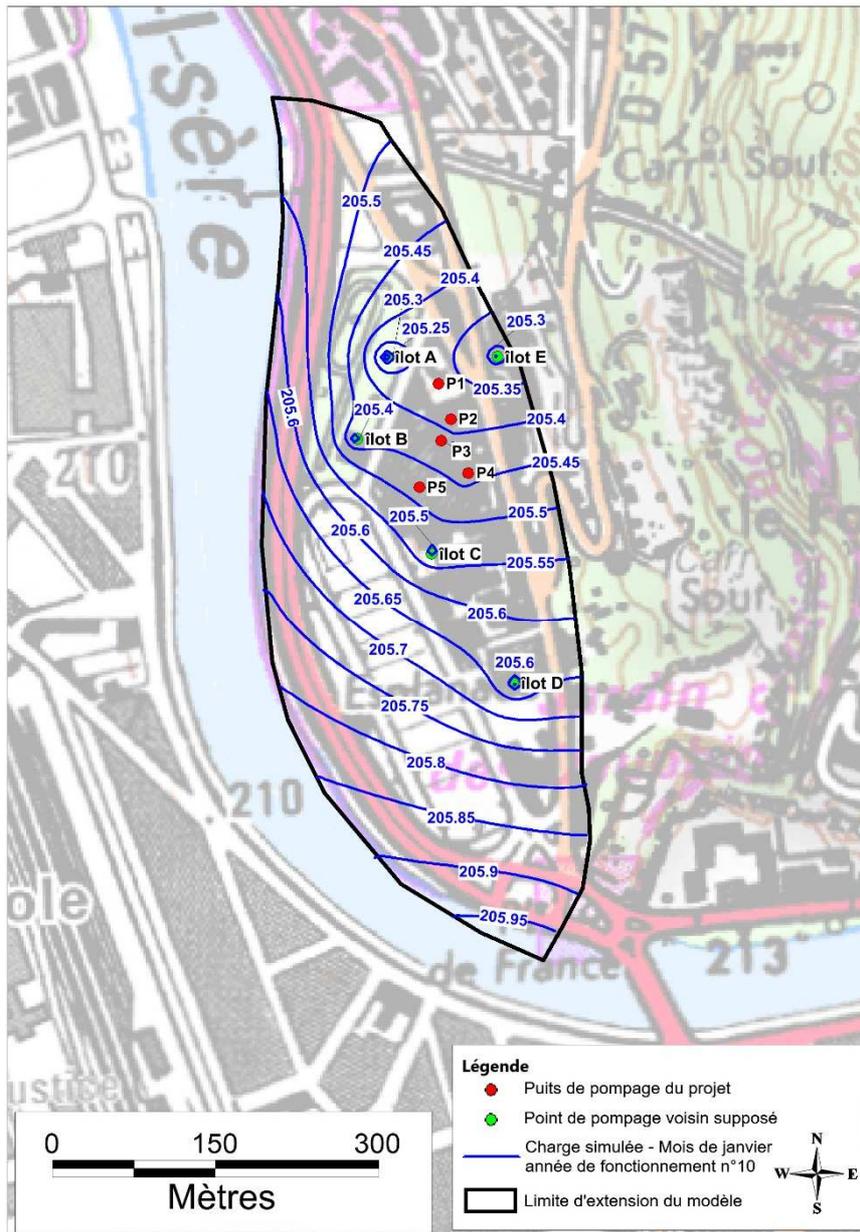


Figure 29 : Etat final de la nappe alluviale de l'Isère à la fin de l'hiver après 10 ans de fonctionnement (10 pompages Ilot Peugeot+ Ilots voisins)

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

❖ Synthèse

Les simulations indiquent un rabattement n'excédant pas 0,4 m au niveau des forages de pompages pour les débits les plus importants en période hivernale et en prenant en compte les probables installations de pompage sur les ilots voisins.

L'influence seul du projet de l'Ilot Peugeot induit une zone d'appel d'une largeur de 150 m et d'une extension vers le sud de 550 m, ainsi que des rabattements inférieurs à 0,1 m.

Les faibles rabattements sur l'ilot Peugeot, extraits de la simulation sur une période de 10 ans, montrent une bonne recharge de la nappe, traduisant l'atteinte d'un équilibre entre les débits pompés et le renouvellement de la ressource. Ainsi les impacts entre l'Ilot Peugeot et les autres ilots apparaissent acceptable.

Par ailleurs, lors de l'exploitation des installations à débit maximum, un rabattement plus important sera observé au droit de chaque forage de prélèvement. Latéralement, les rabattements seront également plus importants et pourront impactés les ouvrages géothermiques voisins. Cependant, au vu de la productivité de la nappe, les rabattements induits devraient être acceptables pour le fonctionnement des forages de l'Ilot Peugeot et des ouvrages voisins. De plus, l'effet généré est faible en raison d'un pompage ponctuel à un débit maximal.

En vue des résultats, les incidences hydrauliques peuvent être considérées comme négligeables.

7.4.2.2.4. Impact hydraulique et thermique de l'ilot Peugeot sur l'Isère

En ce qui concerne le rejet, le débit moyen mensuel du projet est de 6 m³/h, soit 0,0017 m³/s et le débit de pointe est de 89 m³/h, soit 0,025 m³/s.

La station de mesure de l'Isère est située en amont direct de l'Ilot Peugeot (Bastille). Le débit moyen de l'Isère en amont est de 178 m³/s et le débit d'étiage (QMNA5) en amont est de 89 m³/s.

En considérant une situation moyenne (projet et cours d'eau), le débit du projet est négligeable par rapport à celui du cours d'eau, soit inférieur à 0,001 % pour l'amont.

Par ailleurs, en considérant la situation extrême avec la conjonction du débit de pointe du projet et du débit d'étiage du cours d'eau, le débit du projet représente un pourcentage de l'ordre de 0,03 % pour l'amont.

La figure suivante compare les débits moyens mensuels du projet et de l'Isère.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

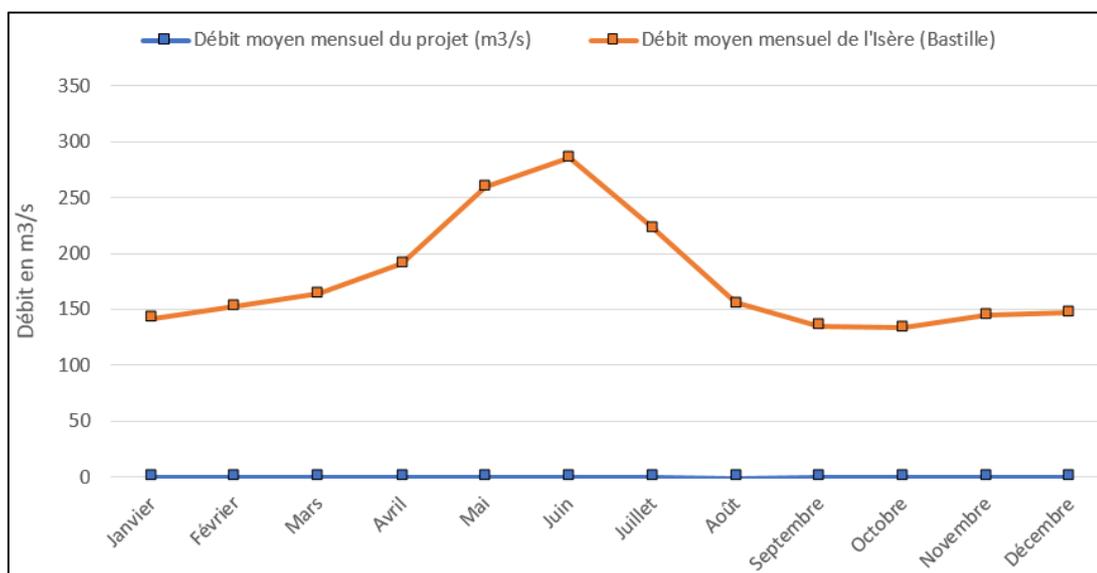


Figure 30 : Comparaison des débits de l'Isère et de rejet du projet

Les variations de températures de l'Isère entre 2010 et 2016 sont présentées dans le graphique ci-après.

La température de la nappe sont estimées entre 11 et 18°C. L'installation de géothermie sera dimensionnée pour fonctionner avec un écart de température de +4°C sur toute l'année entre l'eau de nappe pompée et l'eau rejetée, valeur validée par la Direction de la Transition Énergétique de la Métro de Grenoble.

Ainsi en considérant la situation estivale, la température de l'eau rejetée à l'Isère serait de 22°C.

Pour la situation hivernale, la température de l'eau rejetée à l'Isère serait de l'ordre de 15°C, soit supérieure à la valeur minimale de l'Isère.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

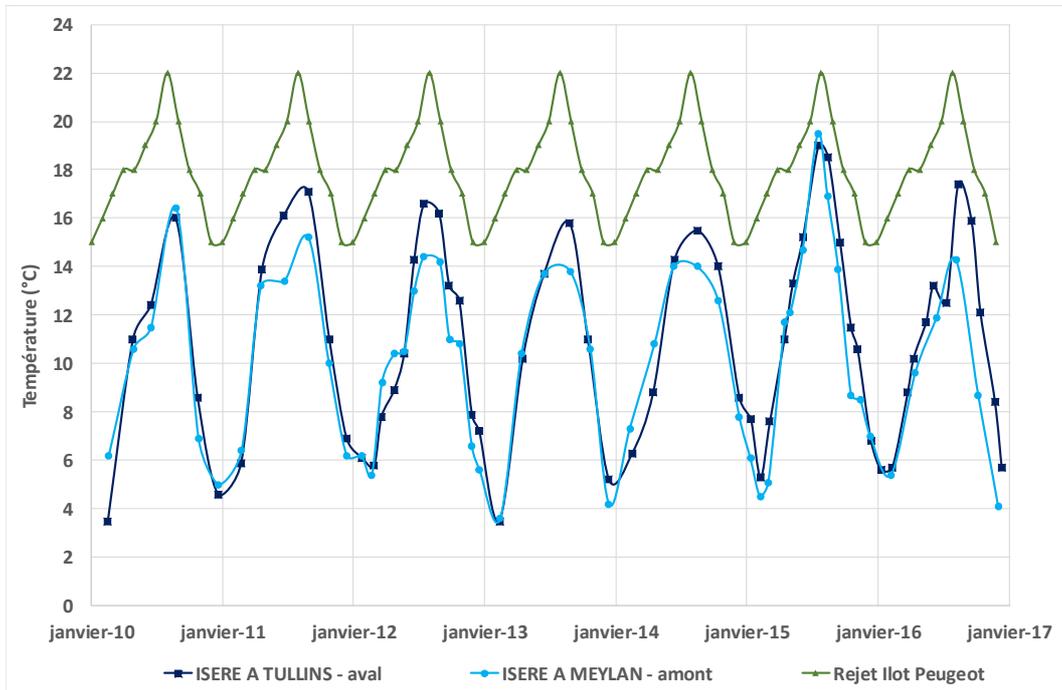


Figure 31 : Comparaison des températures des cours d'eau et de rejet du projet

Au vu des débits de l'Isère et de rejet du projet, l'augmentation réelle de la température de l'Isère varie entre 0,001 et 0,03°C au cours de l'année. Ainsi les écarts entre les eaux rejetées et les eaux de l'Isère et donc l'impact thermique du projet sur le cours d'eau est considéré comme négligeable.

❖ Synthèse

Par conséquent, les incidences hydrodynamique et thermique du projet sur l'Isère en période estivale et en période hivernale correspondant au pic d'usage annuel sont négligeables.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

6.4.3. Impact de la pollution du sol

La société Améten a établi un plan de gestion (dossier n°16.116 de décembre 2016) qui reprend, entre autres, l'historique du secteur et une caractérisation des sols.

Le visionnement d'anciennes photos aériennes a montré une occupation du site depuis au moins 1926. Sur le site, des activités de garage et d'entretien de véhicules (avec station-service) ont été recensées (ICPE, récépissé de 1994). Le groupe BERNARD a informé la Préfecture de la cessation de ses activités à compter du 31 août 2007. Le site comprenait, entre autres, une zone de distribution de carburant et cuves associées, une aire de stockage de déchets divers, une cuve d'huiles usagées etc.

Plusieurs investigations de caractérisations des sols ont été réalisées dans le passé (Etude LISEC de 2006, Etude Améten de 2015 – rapport n°15.149, Etude Améten de 2016 - rapport n°16.116). Au total, 36 sondages ont fait l'objet d'une analyse. Les impacts identifiés sont les suivants :

- présence d'une zone de pollution par des hydrocarbures C10-C40 et des BTEX autour des fosses et cuve de récupération des huiles usagées (ilots B1 et B2) ;
- quelques endroits ponctuels de pollution par des hydrocarbures C10-C40, probablement peu étendus et dispersés, à relier à certaines sources de pollution (fosses, cabine peinture, etc.) ;
- quelques endroits ponctuels de pollution par des métaux, dispersés, à relier à l'hétérogénéité des remblais.

Compte tenu des polluants en présence, des techniques de dépollution disponibles et de la situation du site, le bilan coûts/avantages a permis d'identifier la solution la plus viable d'un point de vue environnemental et économique, à savoir un traitement des matériaux par excavation et évacuation hors site après tri granulométrique sous crible capoté.

Les travaux se sont déroulés entre août et octobre 2017. Au final ce sont environ 2600 t de terres polluées qui ont été traitées ainsi que 75 t de bétons souillés.

Le rapport de fin de travaux de dépollution des sols n'est pas finalisé. Toutefois l'analyse des risques résiduels réalisée sur la base des concentrations résiduelles mesurées après travaux montre que le projet est compatible avec les concentrations résiduelles présentes sur site d'un point de vue sanitaire.

Des restrictions d'usages sont à prévoir :

- l'usage des eaux souterraines au droit du site à d'autres fins que de la géothermie ;
- la présence de jardins potagers et d'arbres fruitiers.

Les zones sur lesquels sont implantées les forages ont été préalablement terrassées pour la réalisation des sous-sols à proximité. Ainsi les déblais de forages de l'ordre de 54,2 m³ pour les 5 forages ne présentent pas de pollution. Une analyse d'eau faite à la suite d'un pompage de longue durée de 20 heures à 23 m³/h, n'a pas mis en évidence de pollutions

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

organiques ou métalliques, à l'exception d'éléments organohalogénés, le Cis 1,2-dichloroéthylène (1,8 µg/l) et le tétrachloroéthylène (18 µg/l) et de traces de zinc et cuivre. Dans ces conditions les déblais de forage ne sont devraient pas présenter de pollution.

Dans le cadre des travaux des sous-sols, il n'a pas été nécessaire de procéder à un rabattement de la nappe. De plus, une attention particulière est portée sur l'entretien des machines de forage et la fermeture des têtes de forage à chaque arrête de chantier, de manière à limiter tout risque de pollution de la nappe.

En ce qui concerne la gestion des eaux pluviales, les eaux étant infiltrées à l'aide de matériaux inertes, ne devraient pas altérer la qualité de la nappe, et par conséquent la qualité des eaux prélevées par les forages de géothermie.

6.4.4. *Impact qualitatif*

➤ Prélèvement en nappe

La conception des ouvrages et leur protection (cimentation annulaire, bouchon d'argile, tête étanche) doivent permettre d'éviter toute problématique de contamination de la nappe par des eaux superficielles par infiltration.

➤ Rejet en Isère

La conception des ouvrages et leur protection (cimentation, massif filtrant, nature des matériaux mis en œuvre- inox) doivent permettre de garantir de prélever une eau claire sans particule en suspension et donc un rejet avec une eau claire et sans particule, d'autant plus que l'eau aura, au préalable, alimentée l'installation thermique et sera donc passée sur différents filtres et échangeurs.

L'installation projetée ne constitue pas un risque du point de vue de la qualité des eaux rejetées car il n'y aura aucune modification de la qualité physico-chimique de l'eau au passage dans les échangeurs (hors la température).

Les eaux pompées (volume estimé à 54 300 m³ par an) seront rejetées à l'Isère. Le rejet sera donc soumis à convention avec le gestionnaire de la canalisation d'exhaure et les mesures seront prises pour suivre les prescriptions en vigueur.

6.4.5. *Impact sur le milieu naturel*

Le rejet des eaux sera réalisé en Isère, classée en zone ZNIEFF de type II « Zone fonctionnelle de la rivière Isère à l'aval de Meylan ». Les eaux rejetées seront claires et sans particules en suspension. Ainsi, il n'y aura pas d'augmentation des matières en suspension dans l'Isère au droit des points de rejet et en aval. Il n'y aura pas de modification de la qualité physico-chimique de l'eau lors du passage dans les échangeurs (hors la température) et ainsi il n'y aura pas de risque du point de vue de la qualité des eaux rejetées en Isère.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

En vue du débit de l'Isère et du débit rejeté par le projet, l'écart de température entre les eaux n'aura pas d'impact sur la rivière. L'incidence hydrodynamique sur le cours d'eau est négligeable.

L'implantation des zones Natura 2000 les placent hors de toute influence potentielle du projet géothermique.

Le projet étant situé en zone urbaine, il n'a pas d'effet sur le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE).

6.4.6. *Impact sur les structures et ouvrages voisins*

Le projet prévoit la réalisation de deux niveaux de sous-sol hors nappe.

Par ailleurs, les forages seront conçus selon les règles de l'art, de manière à ne solliciter que la nappe et ne pas entraîner l'arrivée de fines-sables. Une attention particulière sera portée lors de la réalisation des forages afin d'adapter l'équipement (crépines et massif filtrant) en fonction des terrains sollicités.

6.4.7. *Compatibilité règlementaire*

6.4.7.1. *Périmètres de protection des captages AEP*

Les captages d'alimentation en eau potable les plus proches sont localisés sur les communes de Saint Egrève et La Tronche à 4 à 5 km au Nord et Nord-Est du projet. Situés sur le Massif de la Chartreuse, ces captages et leur bassins d'alimentation sont topographiquement plus hauts que le projet de l'Esplanade et ne sont donc pas impactés par le projet.

6.4.7.2. *Etat des masses d'eau*

L'ampleur du projet ne créant aucun impact quantitatif ou qualitatif sur les eaux souterraines et superficielles, il est compatible avec les objectifs fixés pour la masse d'eau souterraine sollicitée (nappe des alluvions de l'Isère) ainsi que pour la masse d'eau superficielle dans laquelle l'eau sera rejetée (Isère de Bréda au Drac).

6.4.7.3. *Compatibilité avec la Directive Cadre Européenne*

6.4.7.3.1 *Présentation*

La Directive Cadre Européenne définit deux principes :

- lutter contre le déversement de substances dangereuses ou polluantes dont le cadmium, le mercure et les composés du tributylétain ;
- définir des normes de qualité sur des zones spécifiques ou pour des usages particuliers.

L'objectif de cette directive est donc de parvenir à un "bon état des eaux", c'est-à-dire :

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

- restaurer, améliorer et protéger les eaux de surface et souterraines en arrêtant un cadre destiné à prévenir de toute nouvelle détérioration en vue de parvenir à un bon état des eaux pour le 31 décembre 2010 ;
- protéger les écosystèmes ;
- promouvoir un usage durable de l'eau ;
- contribuer à une lutte contre les inondations et la sécheresse ;
- mettre fin à l'utilisation de substances dangereuses dans le milieu naturel.

La directive cadre conduit à déterminer et à anticiper la détérioration des usages de l'eau afin de parvenir à un état des eaux satisfaisant.

6.4.7.3.2 Compatibilité

Le projet est compatible avec les objectifs de la directive cadre européenne qui visent, entre autres, à améliorer et protéger les eaux de surface et souterraines et à promouvoir un usage durable de l'eau car tant au niveau quantitatif que qualitatif, les incidences sur le milieu récepteur sont très faibles.

Il est à noter que la zone étudiée ne se situe pas à l'intérieur d'un SAGE.

Les travaux projetés respectent les objectifs et principes de la Directive Cadre Européenne.

6.4.7.4. *Compatibilité avec les articles D.211-10 du Code de l'Environnement*

6.4.7.4.1 Présentation

Les articles D.211-10 du Code de l'Environnement fixent des objectifs de qualité assignés aux eaux superficielles en fonction des usages (vie piscicole, production d'eau alimentaire, baignade) en vue d'assurer une amélioration continue de l'environnement.

6.4.7.4.2 Compatibilité

Le projet est compatible avec cet article dans la mesure où il ne conduira pas à déclasser la qualité de eaux de surface et souterraines et ne créera pas d'obstacle à la continuité piscicole.

Le projet est donc compatible avec les objectifs de l'article D.211-10 du Code de l'Environnement

6.4.7.5. *Compatibilité avec l'article L.211-1 du Code de l'Environnement*

6.4.7.5.1 Présentation

L'article L.211-1 du code de l'environnement a pour objet une gestion équilibrée de la ressource en eau.

Cette gestion équilibrée vise à assurer :

- la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ;

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

- la protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement par tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse des eaux superficielles, souterraines ou des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales ;
- la restauration de la qualité de ces eaux et leur régénération ;
- le développement et la protection de la ressource en eau ;
- la valorisation de l'eau comme ressource économique et, en particulier, pour le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable ainsi que la répartition de cette ressource.

La gestion équilibrée doit permettre de satisfaire ou concilier, lors des différents usages, activités ou travaux, les exigences :

- de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population ;
- de la vie biologique du milieu récepteur, et spécialement de la faune piscicole ;
- de la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations ;
- de l'agriculture, des pêches et des cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, et en particulier pour assurer la sécurité du système électrique, des transports, du tourisme, de la protection des sites, des loisirs et des sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées.

6.4.7.5.2 Compatibilité

Le projet est compatible avec l'article L.211-1 du code de l'environnement dans la mesure où il ne dégrade pas les écosystèmes aquatiques. L'impact quantitatif et qualitatif du projet est négligeable.

Ilot Peugeot – Route de Lyon - Quartier de l’Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d’autorisation d’ouverture de travaux et la demande de permis d’exploitation
 Rapport n° 92043/C

| | Objectif de l’article L.211-1 du code de l’environnement | Compatibilité |
|----------|--|--|
| 1 | Préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides | Le projet présenté ne porte pas atteinte aux eaux superficielles ni aux eaux souterraines. Les eaux rejetées en Isère seront claires (sans matières en suspension) et exemptes de pollution. De plus, aucune zone humide ne sera touchée par les travaux projetés. |
| 2 | Protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement par tout fait susceptible de provoquer ou d’accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu’il s’agisse des eaux superficielles, souterraines ou des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales | L’Isère ne sera pas dégradée par le projet en raison d’un rejet d’eaux claires (sans matières en suspension) et exemptes de pollution. Une pollution accidentelle pourra, avec la mise en place de dispositifs spécifiques (bacs de rétention, de décantation), être isolée en amont des points de rejet. |
| 3 | Restauration de la qualité de ces eaux et leur régénération | L’Isère ne sera pas impactée de manière négative par le projet. |
| 4 | Développement et la protection de la ressource en eau | La qualité des eaux de la nappe de l’Isère et la qualité de l’Isère ne seront pas modifiées par les travaux projetés. La réalisation des forages dans les règles de l’art empêchera l’infiltration des eaux superficielles souillées dans la nappe souterraine. |
| 5 | Valorisation de l’eau comme ressource économique et, en particulier, pour le développement de la production d’électricité d’origine renouvelable ainsi que la répartition de cette ressource. | Le projet valorise la ressource en utilisant les eaux souterraines pour l’alimentation d’une installation thermique. |

Tableau 26 : Compatibilité des projets avec l’article L.211-1

Le projet est compatible avec les objectifs de l’article L.211-1 du Code de l’Environnement

6.4.7.6. *Compatibilité avec le SDAGE Rhône – Méditerranée*

6.4.7.6.1 Présentation des objectifs du SDAGE

Un SDAGE (Schéma Directeur d’Aménagement et de Gestion des Eaux) est un document public élaboré à l’échelle d’un grand bassin hydrographique (au nombre de six en France) qui fixe les orientations fondamentales d’une gestion équilibrée de la ressource en eau et des objectifs en termes de qualité et de quantité des eaux. Une fois arrêté par le bassin, le SDAGE devient un cadre légal et obligatoire avec lequel doivent être compatibles les décisions et les projets élaborés dans le domaine de l’eau.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Les orientations fondamentales du SDAGE et les dispositions sont opposables aux décisions administratives dans le domaine de l'eau (réglementation locale, programme d'aide financières, etc.), aux SAGE et à certains documents tels que les plans locaux d'urbanisme, les schémas de cohérence territoriale et les schémas départementaux de carrière.

Le SDAGE Rhône-Méditerranée 2016-2021 est entré en vigueur le 21 décembre 2015. Il fixe pour une période de 6 ans les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et intègre les obligations définies par la Directive Européenne sur l'Eau, ainsi que les orientations du Grenelle de l'environnement pour un bon état des eaux d'ici 2021.

Le SDAGE fixe les grandes orientations de préservation et de mise en valeur des milieux aquatiques, ainsi que des objectifs de qualité à atteindre d'ici 2021. Les huit orientations fondamentales du SDAGE 2010-2015 ont été actualisées et une nouvelle orientation a été introduite.

Les orientations du SDAGE sont les suivantes :

1. Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité ;
2. Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques ;
3. Intégrer les dimensions sociales et économiques dans la mise en œuvre des objectifs environnementaux ;
4. Organiser la synergie des acteurs pour la mise en œuvre de véritables projets territoriaux de développement durable ;
5. Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé ;
6. Préserver et re-développer les fonctionnalités naturelles des bassins et des milieux aquatiques ;
7. Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ;
8. Gérer les risques d'inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau ;
9. Adaptation au changement climatique.

Le SDAGE définit également des principes de gestion spécifiques des différents milieux : eaux souterraines, cours d'eau de montagne, grands lacs alpins, rivières à régime méditerranéen, lagunes, littoral.

6.4.7.6.2 Mesures à l'échelle des alluvions de l'Isère

L'état quantitatif et chimique des alluvions de l'Isère à l'aval de Grenoble est bon et il n'y a pas d'objectifs particulières à respecter dans le programme du SDAGE 2016-2021.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

6.4.7.6.3 Compatibilité du projet avec l'orientation fondamentale n°2 du SDAGE

L'orientation fondamentale n°2 du SDAGE exige de concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques. Le projet Ilot Peugeot de Grenoble Habitat prévoit d'exploiter les eaux souterraines au droit du quartier de l'Esplanade à Grenoble à des fins géothermiques au biais quatre ouvrages de prélèvement et un rejet des eaux dans l'Isère.

Lors des travaux de ouvrages, les produits polluants (carburants, huiles) seront stockés conformément à la législation en vigueur. Les huiles seront évacuées pour être traités par des organismes spécialisés.

L'introduction d'eaux superficielles et de ruissellement sera empêchée par la mise en place dans la partie supérieure des forages de tampon étanche et verrouillable. Les brides étanches en tête de forage et la cimentation de 2 m par ouvrage renforce l'étanchéité entre le regard de visite et l'intérieur du forage et empêche ainsi tout échange entre les eaux superficielles et les eaux souterraines. De plus, la base du regard de visite sera scellée avec la hauteur respective de cimentation annulaire, augmentant ainsi la hauteur isolant la nappe de la surface.

Les pompages de développement et d'essais ne solliciteront pas de volume supérieur au débit de pointe d'exploitation du dispositif géothermique.

Les prélèvements en nappe seront adaptés aux besoins énergétiques des bâtiments. Le projet est conçu pour n'exploiter que les débits effectivement nécessaires au fonctionnement des installations.

Le fluide frigorigène sera placé dans les locaux techniques qui se situeront en sous-sol des futurs bâtiments. Toutes les précautions seront prises afin de minimiser le risque d'inondation et de remontée de nappe au droit des locaux techniques. Dans les locaux techniques, il y aura disconnexion des circuits primaires et secondaires. Par conséquent, il n'y aura pas d'échange direct entre l'eau de nappe et le circuit primaire constitué de fluide frigorigène.

En ce qui concerne les eaux superficielles, en vue du débit de l'Isère et du débit rejeté par la projet, l'impact hydrodynamique et thermique sera négligeable. Les eaux rejetées dans la rivière seront claires (sans matières en suspension) et exempte de pollution.

Il peut être considéré que les mesures d'évitement et de réduction prévues, par rapport aux impacts du projet sur les milieux aquatiques, sont suffisantes et ne nécessitent pas de mesures de compensation.

Au vu de ces éléments, et en considérant les mesures associées au projet, ce dernier est compatible avec les dispositions spécifiques associées aux orientations fondamentales du SDAGE.

6.4.7.7. Compatibilité avec le SAGE

Le SAGE est un outil de planification visant la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau à une échelle plus locale que le SDAGE.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Le projet Ilot Peugeot n'est pas concerné par un périmètre de SAGE.

6.4.7.8. *Compatibilité avec le PPRI*

Il n'y a pas d'incompatibilité du projet avec le PPRI en cours sur la ville de Grenoble. Le site se trouve dans une zone de contrainte faible caractérisée par des crues historiques et des remontées de nappe (zone BI3). La hauteur de référence dans cette zone est définie à + 0,5 m par rapport au terrain naturel. Dans cette zone sont interdits :

- les remblais autres que ceux strictement nécessaires à la mise en œuvre des projets et aménagements autorisés ;
- tous travaux de terrassements, d'excavation ou de dessouchage ayant pour effet d'affouiller les berges naturelles, de mettre en danger la stabilité des talus de rive ou de faire obstacle au libre écoulement des eaux ;
- les changements de destination des locaux existants situés, pour tout ou en partie en dessous du terrain naturel, conduisant à la création de locaux d'habitation.

Tous les projets nouveaux y sont autorisés sous réserve du respect des prescriptions reportées dans le règlement du plan de prévention du risque inondations de l'Isère.

Les prescriptions listées dans le règlement du plan de prévention du risque inondation sont respectées par le présent projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques.

De plus, sur un extrait du site du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie sur les inondations et remontées de nappe, le site est cartographié comme étant situé en sensibilité faible vis-à-vis de nappe sub-affleurante (Figure 33).

Toutefois, les aménagements réalisés sur l'Esplanade et les suivis piézométriques n'ont pas montré de remontée de nappe marquée.

Dans le cas d'une inondation du dispositif géothermique, l'installation sera arrêtée dans les meilleurs délais. Avant la remise en service, des contrôles hydrauliques et électriques seront effectués afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation géothermique.

Par conséquent pour empêcher la contamination de l'aquifère par les eaux de surface au droit des forages de géothermie, les moyens prévus sont les suivants :

- les têtes des chambres des forages seront équipées de tampons étanches et verrouillables avec une résistance à l'étanchéité de l'ordre de 0,3 bar ;
- la partie supérieure des tubes de forages dans les chambres de forages seront équipées de brides.

Cette double sécurité permettra de garantir l'absence d'infiltration d'eau superficielle dans les chambres des forages et dans les forages eux-mêmes.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Les locaux techniques seront localisés en sous-sol des futurs bâtiments. Toutes les précautions seront prises afin de minimiser le risque d'inondation et de remontée de nappe au droit des locaux techniques.

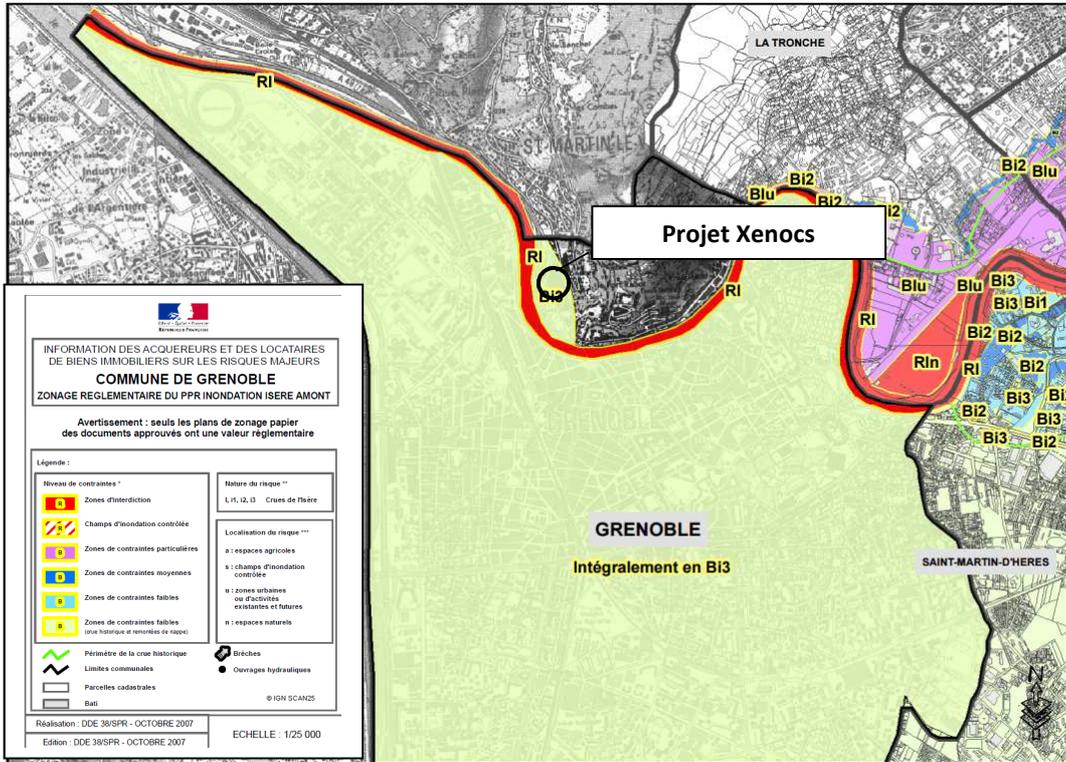


Figure 32 : Zonage réglementaire du PPR Inondation Isère Amont (Octobre 2007)

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

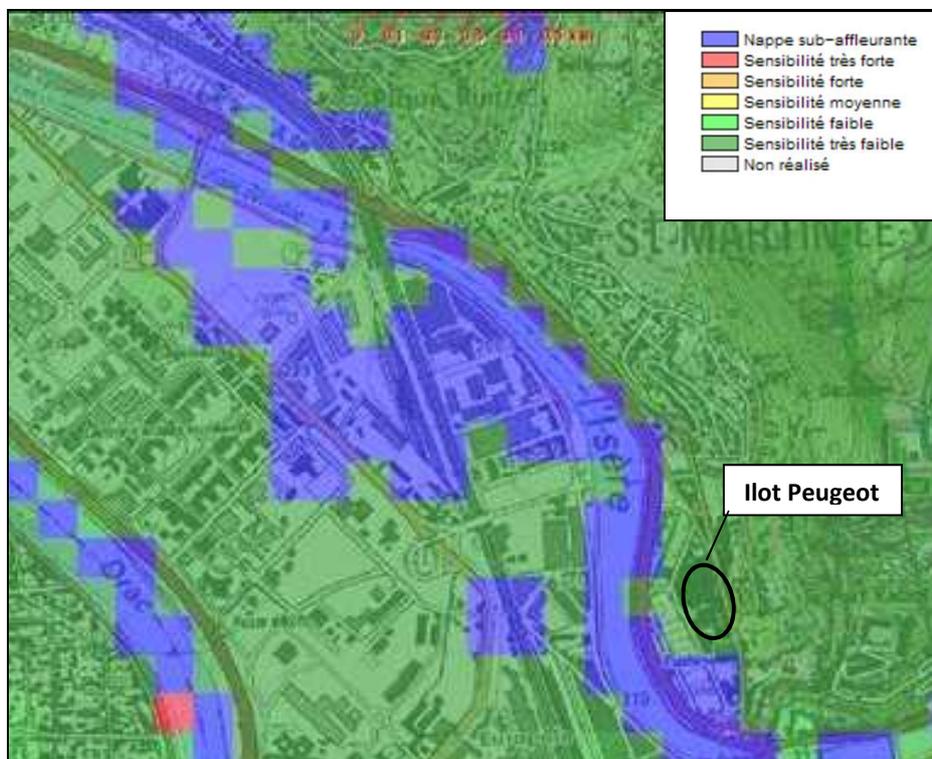


Figure 33 : Cartographie des zones inondables dans le secteur du projet

6.4.7.9. *Compatibilité avec le PLU*

Il n'y a pas d'incompatibilité du projet avec le règlement d'urbanisme.

Le site est classé en zone UM-C (cf. **Figure 34**) qui correspond à une zone urbaine mixte au tissu hétérogène accueillant une pluralité d'usages. Le secteur présente un potentiel de renouvellement urbain s'insérant dans le tissu existant.

Le renouvellement urbain du quartier dans lequel s'inscrit la création de l'Ilot Peugeot et la réalisation des ouvrages de géothermie respecte les prescriptions de la zone UM-C.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

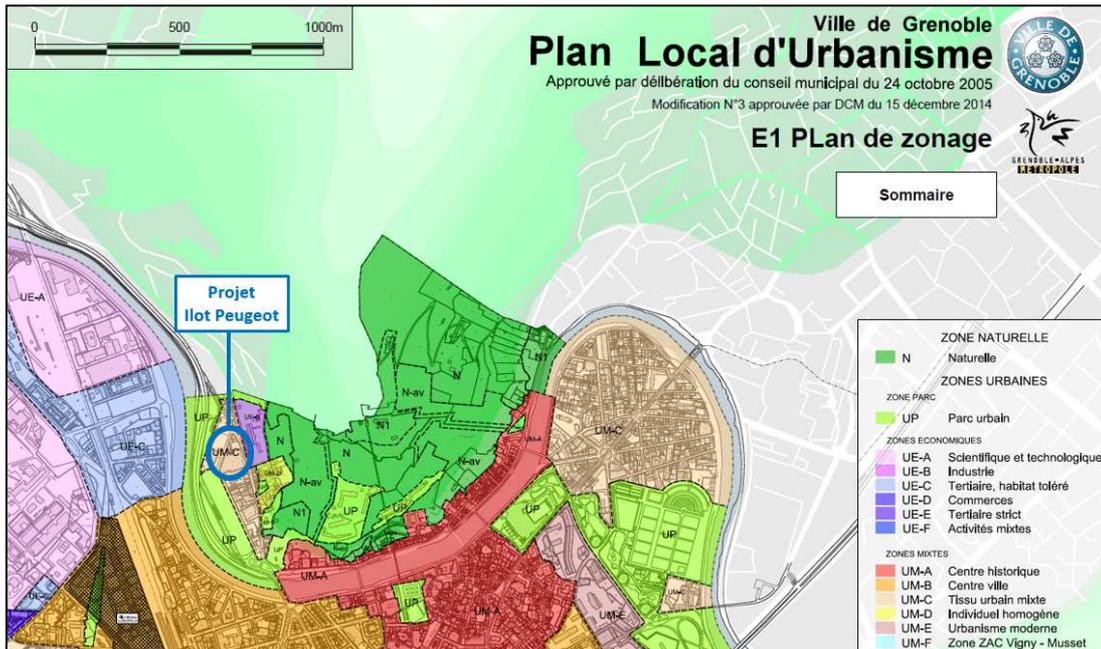


Figure 34 : Extrait du zonage du PLU de Grenoble

6.4.8. Impact sur la sécurité publique

Les risques industriels du projet générés dans le cadre du projet ne concernent uniquement les forages de prélèvement ainsi que les échangeurs géothermiques.

Les ouvrages ainsi que leurs équipements de tête seront contenus dans des regards de visite étanches et cadenassés ce qui exclut tout accès de personnes étrangères aux services. Une fosse de récupération des eaux d'égouttement et de ruissellement sous le regard de visite empêche tout déversement d'eau en domaine public.

Les échangeurs seront placés dans les locaux techniques qui seront verrouillés et dont l'accès est réservé exclusivement aux personnels techniques habilités. De nombreuses mesures de sécurité seront mises en œuvre dans le local technique (ventilation, étanchéité, coupure de l'installation en cas de pression trop basse ou trop haute dans le réseau géothermique, etc.).

Au vu des éléments, les risques industriels liés au dispositif géothermique sont compatibles avec la sécurité publique.

6.5. Les mesures prises pour éviter, réduire et compenser

Le coût total du dispositif géothermique est de 270 000 €. Ce coût prend en compte la réalisation des ouvrages, les pompes d'exploitation, la pose des canalisations et l'échangeur du dispositif géothermique. Les mesures d'évitement et de réduction décrites ci-dessous sont intégrées dans le coût global de réalisation.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

6.5.1. Les mesures d'évitement

6.5.1.1. Déblais de forage

Le volume de déblais de forage sortis sera de l'ordre de 54,2 m³ pour les 5 forages.

Plusieurs investigations de caractérisations des sols ont été réalisées dans le passé (Etude LISEC de 2006, Etude Améten de 2015 – rapport n°15.149, Etude Améten de 2016 - rapport n°16.116). Au total, 36 sondages ont fait l'objet d'une analyse. Les impacts identifiés sont les suivants :

- présence d'une zone de pollution par des hydrocarbures C10-C40 et des BTEX autour des fosses et cuve de récupération des huiles usagées (ilots B1 et B2) ;
- quelques endroits ponctuels de pollution par des hydrocarbures C10-C40, probablement peu étendus et dispersés, à relier à certaines sources de pollution (fosses, cabine peinture, etc.) ;
- quelques endroits ponctuels de pollution par des métaux, dispersés, à relier à l'hétérogénéité des remblais.

Compte tenu des polluants en présence, il a été retenu, par la société Améten, une solution d'excavation et de traitement hors site des terres impactées. Cette mesure de gestion devra être couplée avec une caractérisation à l'avancement des terres excavées ou par un diagnostic complémentaire consécutif à la déconstruction du site.

Un protocole de gestion des déblais de forage de géothermie est proposé ci-après :

Dans le cas où les déblais de forage sont réemployés sur le site, ils ne sont pas considérés comme des déchets. Il sera précisé les volumes et les zones de réemploi de ces matériaux sur un plan.

Dans le cas où les déblais de forages sont retirés du site, ces derniers doivent être tracés en fonction de la nature des terrains selon le protocole suivant :

- Terrains superficiels (remblais – limons)

Sur ces matériaux, il sera nécessaire de réaliser un prélèvement sur les déblais correspondant à ces terrains afin de définir la filière de traitement adaptée.

Dans l'attente des résultats d'analyses, les déblais seront stockés dans une benne étanche dès leur extraction du sol. Les délais d'analyses de sols sont d'environ 2 semaines, entraînant une durée équivalente d'immobilisation des bennes de déblais sur l'emprise du chantier.

En retenant une cote de plateforme chantier autour de 212 m NGF et une cote sécuritaire vers 210 m NGF, la hauteur de remblais serait de l'ordre de 2 m, soit un volume de 3,5 m³ pour chaque forage (tête d'ouvrage de 1,5m x 1,5m x 1,5m), soit un volume total de 14 m³. Cette cote sera ajustée lors de la foration en fonction des terrains recoupés.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

- Terrains alluvionnaires (sables – graviers)

Les terrains situés plus en profondeur sont constitués de sables et graviers. En raison de leur propriété, dans le cas d'une pollution, cette dernière ne serait pas retenue (adsorbée) par les matériaux en place. Lors de la foration s'il n'est pas constaté de manière visuel et olfactive de pollution, ces matériaux pourront être réemployé sans nécessité d'analyse complémentaire. Il conviendra dans ce cas de préciser les volumes et la destination de réemploi de ces matériaux, ainsi que de fournir une planche photographique correspondant à ces terrains.

Si une pollution est suspectée, les déblais seront placés en benne étanche, analysés, et évacués dans une filière de traitement adaptée.

Pour les forages en petit diamètre (diamètre 240 mm à 284 mm), en retenant pour altimétrie de ces terrains 200 et 210 m NGF, l'épaisseur forée serait de l'ordre de 10 m, soit un volume de 0,6 m³ par forage.

Pour les forages gros diamètre (diamètre 800 mm), en retenant pour altimétrie de ces terrains 197 et 210 m NGF, l'épaisseur forée serait de l'ordre de 13 m, soit un volume de 6,5 m³ par forage. Cette cote sera ajustée lors de la foration en fonction des terrains recoupés.

6.5.1.2. *Pollution de la nappe souterraine*

Lors des travaux de forage, les produits polluants (carburants, huiles) seront stockés conformément à la législation en vigueur. Les huiles seront évacuées pour être traitées par des organismes spécialisés.

L'introduction d'eaux superficielles et de ruissellement sera empêchée par la mise en place dans la partie supérieure des forages de tampon étanche et verrouillable. Les brides étanches en tête de forage et la cimentation de 2 m renforce l'étanchéité entre le regard de visite et l'intérieur du forage et ainsi empêche tout échange entre les eaux superficielles et les eaux souterraines. De plus, la base du regard de visite sera scellée avec la hauteur respective de cimentation annulaire, augmentant ainsi la hauteur isolant la nappe de la surface.

Dans les locaux techniques, il y aura disconnexion des circuits primaires et secondaires à l'aide d'un échangeur. Il n'y aura pas d'échange direct entre l'eau de nappe et le circuit primaire constitué de fluide frigorigène.

Afin de contrôler l'exploitation de l'installation et l'incidence sur le milieu il est prévu la mise en œuvre des appareils suivants :

- débitmètre ;
- capteurs de niveau d'eau et de température dans les forages de prélèvement.

Les appareils seront raccordés à une GTC permettant un relevé horaire des données et leur enregistrement.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Annuellement, une analyse physico-chimique sera réalisée sur des eaux extraites sur forage de prélèvement 3 étant situé en partie centrale de l'Ilot Peugeot . Les paramètres analysés seront les suivants :

- mesures in situ (température, pH, conductivité)
- ions majeurs (calcium, potassium, sodium, magnésium, chlorures, sulfates, bicarbonates, nitrates)
- métaux (fer dissous et total, manganèse dissous ou total)

Tous les dix ans, une inspection vidéo des forages sera réalisée.

Les données et mesures seront transmises semestriellement aux services de la Police des mines (DREAL Auvergne-Rhône-Alpes).

6.5.1.3. *Pollution des eaux superficielles*

Le circuit d'eau géothermale étant fermé entre les forages de prélèvement et le rejet à l'Isère, aucune pollution ne peut s'introduire dans ce circuit et contaminer les eaux superficielles.

La conception des ouvrages et leur protection (cimentation, massif filtrant, nature des matériaux mis en œuvre – inox) doivent permettre de garantir de prélever une eau claire sans particules en suspension et ainsi un rejet avec une eau claire et sans particules, d'autant plus que l'eau aura, au préalable, alimentée l'installation thermique et sera donc passée sur différents filtres et échangeurs.

Il n'y aura aucune modification de la qualité physico-chimique de l'eau au passage dans les échangeurs, à l'exception de la température. Toutefois, en vue du débit de l'Isère et du débit rejeté, l'écart de température n'aura qu'un impact négligeable sur le cours d'eau.

6.5.1.4. *Pollution par fluide frigorigène*

Parmi les différentes pompes à chaleur disponibles sur le marché, il a été décidé de ne garder que celle fonctionnant au R410A (PAC électrique) et au R717 (PAC gaz). Ils présentent les avantages suivants :

- R410A :
 - fluide frigorigène présentant un ODP (Ozone Depletion Potential = Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone) nul, ce qui permet au maître d'ouvrage d'entretenir le matériel aisément et durablement et d'avoir du fluide frigorigène disponible plus longtemps ;
 - fluide ininflammable.
- R717 :
 - fluide disponible actuellement sur le marché présentant un GWP₁₀₀ (Global Warning Potential sur 100 ans = Potentiel de réchauffement global) de 0, représentant un impact négligeable sur l'environnement et permettant d'anticiper les changements liés à la nouvelle réglementation européenne F-GAZ ;
 - fluide avec une limite d'explosivité élevée ;

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

- fluide frigorigène présentant un ODP (Ozone Depletion Potential = Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone) nul, ce qui permet au maître d'ouvrage d'entretenir le matériel aisément et durablement et d'avoir du fluide frigorigène disponible plus longtemps.

Conformément aux textes réglementaires et normes en vigueur, les locaux de production seront équipés d'une détection de fluide frigorigène. La détection du fluide sera assurée par un système de détecteur de gaz réfrigérant.

Des contrôles périodiques de fuite de fluide frigorigène seront réalisés dans ces locaux par une personne agréé, conformément à l'art.4 §3 de la réglementation européenne n° 517/2014. Ces contrôles d'étanchéité périodiques des équipements prévus par la réglementation européenne seront conduits avec des appareils dont la sensibilité sera inférieure à 5 g/an et permettront de lutter contre une possible pollution.

6.5.2. Les mesures de réduction

6.5.2.1. Réduction de la consommation en énergie liée au type d'installation

Une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie des bâtiments de l'Ilot Peugeot a été réalisée en juillet 2015 par le bureau d'études INGENERIE.

Dans l'étude, la solution retenue par le maître d'ouvrage pour le chauffage et la production d'eau chaude des bâtiments (pompe à chaleur) a été comparée à différentes variantes en termes de consommation énergétique, impact environnemental et investissement. Le niveau de performance visé est la RT2012.

Les sept solutions suivantes ont été étudiées :

- système solaire thermique,
- système solaire photovoltaïque,
- chaudière à gaz naturel à condensation,
- chaudière à gaz naturel à condensation et systèmes de cogénération,
- production au bois,
- réseau de chaleur,
- système éolien.

Il est à noter que le système éolien a été écarté dès le début de l'étude en raison d'une vitesse moyenne des vents trop faible au droit du site.

Il en découle que le système prévu en base (pompe à chaleur) est performant. L'adoption de la production de l'eau chaude sanitaire solaire ou la mise en place de panneaux photovoltaïques n'est pas nécessaire. Le projet respecte la réglementation thermique 2012 ainsi que les exigences de consommation de la ville de Grenoble.

Cette méthode consiste à pomper l'eau d'un aquifère par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs forages pour l'acheminer (via un échangeur) jusqu'à une pompe à chaleur afin

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

d'en prélever les calories ou les thermies, avant de la réinjecter dans le même aquifère ou dans le milieu naturel.

La géothermie sur nappe présente des avantages spécifiques appréciables, qui sont détaillées dans les paragraphes suivants :

- elle est écologique,
- elle est locale,
- elle est renouvelable,
- elle est économique.

6.5.2.2. La géothermie sur nappe est écologique

La géothermie fait appel à des ressources renouvelables : les calories du sous-sol. Son mode d'exploitation n'engendre que peu d'émissions de gaz à effet de serre (CO₂...) ; les seules consommations d'électricité sont liées au fonctionnement des pompes hydrauliques et des pompes à chaleur.

6.5.2.3. La géothermie sur nappe est locale

La géothermie, par nature, est consommée là où elle est produite. Elle a donc l'avantage de n'engendrer aucune perte d'énergie ni de pollution liées à son transport.

6.5.2.4. La géothermie sur nappe est renouvelable

La géothermie ne se vide pas de son réservoir au fur et à mesure que l'on s'en sert. L'eau présente dans l'aquifère se recharge naturellement par les précipitations et les apports des cours d'eau.

6.5.2.5. La géothermie sur nappe est économique

Une étude technico-économique entre les différents systèmes a été réalisée en 2014 par l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG). Les principaux résultats sont repris ci-après.

Afin de pouvoir comparer l'intérêt de la géothermie par rapport à ces énergies d'un point de vue strictement financier, le coût du MWh est calculé pour chaque technologie pour une durée de vie de l'installation de 50 ans. Les coûts intègrent les coûts de fonctionnement, de maintenance et d'investissement de chaque technologie.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

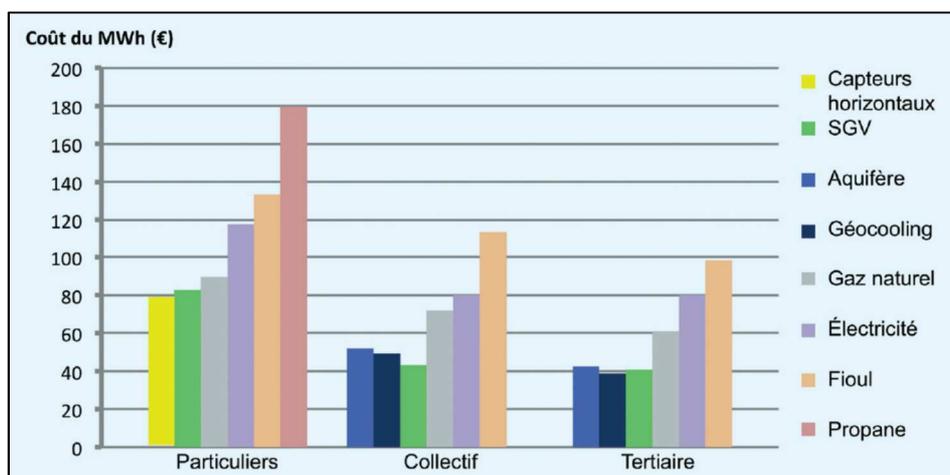


Figure 35 : Coûts comparatifs des énergies géothermiques (avec aides) et conventionnelles en €/MWh pour les trois secteurs

Pour le secteur tertiaire, les géothermies sur aquifère et sur sondes verticales sont les plus rentables, avec un coût du MWh autour de 44€. Par rapport à une chaudière à gaz, la rentabilité est atteinte au bout de 9 ans. Si on y ajoute une option rafraîchissement, la rentabilité est obtenue en 7 ans.

6.5.2.6. Réduction de l'impact sur le milieu aquatique et de la consommation en énergie

La construction du projet Ilot Peugeot de Grenoble Habitat est soumise à la réglementation RT2012.

Conformément à l'article 4 de la loi Grenelle 1, la RT 2012 a pour objectif de limiter la consommation d'énergie primaire des bâtiments neufs à un maximum de 50 kWhEP/(m².an) en moyenne, tout en suscitant :

- une évolution technologique et industrielle significative pour toutes les filières du bâti et des équipements,
- un très bon niveau de qualité énergétique du bâti, indépendamment du choix de système énergétique,
- un équilibre technique et économique entre les énergies utilisées pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

A titre de comparaison, l'ancienne réglementation, RT 2005, imposait quant à elle une consommation énergétique limitée à 150 kWhEP/(m².an) en moyenne.

Les exigences de résultats imposées par la RT2012 sont de trois types :

- **L'efficacité énergétique du bâti** : Cette exigence impose une limitation simultanée du besoin en énergie pour les composantes liées à la conception du bâti (chauffage, refroidissement et éclairage), imposant ainsi son optimisation indépendamment des systèmes énergétiques mis en œuvre.
- **La consommation énergétique du bâtiment** : Cette exigence impose, en plus de l'optimisation du bâti, le recours à des équipements énergétiques performants, à haut rendement. Elle porte sur les consommations de chauffage, de

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires (pompes et ventilateurs).

- **Le confort d'été dans les bâtiments non climatisés** : A l'instar de la RT 2005, la RT 2012 définit des catégories de bâtiments dans lesquels il est possible d'assurer un bon niveau de confort en été sans avoir à recourir à un système actif de refroidissement. Pour ces bâtiments, la réglementation impose que la température la plus chaude atteinte dans les locaux, au cours d'une séquence de 5 jours très chauds d'été n'excède pas un certain seuil.

L'ensemble des éléments décrits ci-après permettront de réduire les besoins énergétiques et les prélèvements en nappe :

- Conception des bâtiments ;
- Modifications de consignes de fonctionnement en fonction de l'occupation ;
- Fonctionnement à débit variable des pompes de forage.

6.5.3. *Les mesures de compensation*

Il peut être considéré que les mesures d'évitement et de réduction prévues, par rapport aux impacts du projet sur les milieux, sont suffisantes et ne nécessitent pas de mesures de compensation.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

7. Conclusion

Dans le cadre de la construction immobilière, Ilot Peugeot sur le quartier de l'Esplanade, route de Lyon à Grenoble (38), il est envisagé la possibilité d'exploiter les eaux souterraines à des fins géothermiques.

Le projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques consiste en quatre ouvrages de prélèvement de la nappe alluviale, forages qui alimenteront une installation de géothermie. Les eaux seront ensuite réinjectées en Isère à environ 170 m de la parcelle du projet.

Les informations sur les besoins énergétiques (fournis par Ingénergie) sont présentées dans le tableau suivant :

| Période | Hivernale | Estivale | Année |
|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| Durée | 7 mois (octobre à avril) | 5 mois (mai à septembre) | 12 mois |
| Fonctionnement | Chauffage + ECS | ECS | Chauffage et ECS |
| Puissance maximale prélevée sur nappe (kW) | 413 | 413 | 413 |
| Ecart thermique maximal (°C) | + 4 | + 4 | + 4 |
| Débit maximal (m ³ /h) | 89 | 89 | 89 |
| Débit moyen sur la période (m ³ /h) | 8 | 5 | 7 |
| Volume prélevé (m ³) | 40 920 | 18 300 | 59 220 |

Tableau 27 : Répartition des besoins énergétiques, des débits d'exploitation et des volumes prélevés estimés

Les ouvrages ne sont à ce jour pas encore réalisés. Les prélèvements seront équipés d'un dispositif de pompage répondant aux besoins de pointe des bâtiments concernés.

Le cadre réglementaire s'appliquant au projet est le suivant :

- Réglementation relative au Code Minier :
 - décret n°78-498 du 28 mars 1978, modifié par le décret n°2006-649 du 2 juin 2006, modifié par le décret n°2016-1304 du 4 octobre 2016 ;
 - décret n°2015-15 du 8 janvier 2015 relatif aux travaux miniers,
 - article L.411-1 du Code Minier.
- Réglementation relative au Code de l'Environnement :
 - article R. 122-5 relatif à l'étude d'impact.

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

| Régime réglementaire applicable au projet de géothermies ouverts exploitant un gîte géothermique de basse température ≤ 150°C - Décret 2015-15 du 8 janvier 2015 | | | | |
|---|--|------------------------------------|--|--|
| Nature de l'opération | Régime réglementaire | | Données du projet | Régime réglementaire applicable au projet |
| <i>Travaux souterrains</i> | <i>Profondeur < 10 m</i> | <i>Non soumis</i> | <i>12 - 15 m</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>Profondeur ≥ 10 m</i> | <i>GMI*</i> | | |
| <i>Température de prélèvement en sortie d'ouvrage</i> | <i>Température < 25°C</i> | <i>GMI*</i> | <i>< 25°C</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>Température ≥ 25°C</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| <i>Profondeur</i> | <i>Profondeur < 200 m</i> | <i>GMI*</i> | <i>12 - 15 m</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>Profondeur ≥ 200 m</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| <i>Besoin thermique maximum</i> | <i>Puissance < 500 kW</i> | <i>GMI*</i> | <i>413 kW</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>Puissance ≥ 500 kW</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| <i>Prélèvement en nappe</i> | <i>aquifère prélèvement = aquifère réinjection</i> | <i>GMI*</i> | <i>aquifère prélèvement ≠ aquifère réinjection</i> | <i>Procédure basse température</i> |
| | <i>aquifère prélèvement ≠ aquifère réinjection</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| | <i>volume prélevé = volume réinjecté</i> | <i>GMI*</i> | <i>volume prélevé = volume réinjecté</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>volume prélevé ≠ volume réinjecté</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| <i>Zonage</i> | <i>Vert</i> | <i>GMI*</i> | <i>Vert</i> | <i>GMI*</i> |
| | <i>Orange</i> | <i>GMI* et avis expert</i> | | |
| | <i>Rouge</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| <i>Réinjection en nappe</i> | <i>Q_{max} < 80 m³ /h</i> | <i>GMI*</i> | <i>89 m³/h</i> | <i>Procédure basse température</i> |
| | <i>Q_{max} ≥ 80 m³ /h</i> | <i>Procédure basse température</i> | | |
| Cadre réglementaire applicable au projet | | | Procédure basse température | |

**GMI : régime correspondant à la Géothermie de Minime Importance*

Tableau 28 : Régime réglementaire applicable au projet

Au vu des besoins et dans ces conditions, le dossier réglementaire est soumis à la procédure basse température autorisation au titre du Code Minier (autorisation).

La durée du titre sollicitée est de 30 ans (période maximale autorisée).

Les installations seront conçues et exécutées dans le respect des textes réglementaires et des normes en vigueur, notamment en ce qui concerne les règles de sécurité en cas d'incident majeur.

Ce projet est compatible avec les documents réglementaires en vigueur (SDAGE, PLU, PPRI, Natura 2000...).

Les simulations hydrodynamiques indiquent que les incidences hydrauliques du projet en période estivale et en période hivernale correspondant au pic d'usage annuel sont négligeables.



*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'ANTEA ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par ANTEA ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

ANNEXES

*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Annexe A

Extrait Kbis et capacités financières de la société Grenoble Habitat

(28 pages)



N° de gestion 2007D02190

Extrait Kbis**EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIÉTÉS**

à jour au 20 septembre 2017

IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

Immatriculation au RCS, numéro 500 913 843 R.C.S. Lyon
Date d'immatriculation 09/11/2007
Dénomination ou raison sociale **SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007**
Forme juridique Société civile immobilière
Capital social 900 000,00 Euros
Adresse du siège 4 Rue Clotilde Bizolon 69002 Lyon
Activités principales A Grenoble (38000) Bastille l'acquisition, la propriété, la mise en valeur, la transformation par voie de démolition puis reconstruction, le développement de tout projet immobilier, l'administration, la location et la gestion de tous biens et droits immobiliers. La revente des constructions nouvellement édifiées en totalité ou par lots, à terme, en l'état futur d'achèvement ou après achèvement à compter de ce jour.
Durée de la personne morale Jusqu'au 09/11/2106

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTRÔLE, ASSOCIÉS OU MEMBRES

Gérant

Dénomination GARAGE BELLECOUR
Forme juridique Société à responsabilité limitée
Adresse 5 Place Gailleton 69002 Lyon
Immatriculation au RCS, numéro 956 513 873 RCS Lyon

Associé

Dénomination GARAGE BELLECOUR
Forme juridique Société à responsabilité limitée
Adresse 5 Place Gailleton 69002 Lyon
Immatriculation au RCS, numéro 956 513 873 RCS Lyon

Gérant

Dénomination GRENOBLE HABITAT
Forme juridique Société anonyme d'économie mixte
Adresse 44 Avenue Marcelin Berthelot 38000 Grenoble
Immatriculation au RCS, numéro 066 500 463 RCS Grenoble
Personne ayant le pouvoir de diriger, gérer ou engager à titre habituel
Nom, prénoms BARD Eric

Associé

Dénomination GRENOBLE HABITAT
Forme juridique Société anonyme d'économie mixte
Adresse 44 Avenue Marcelin Berthelot 38000 Grenoble
Immatriculation au RCS, numéro 066 500 463 RCS Grenoble
Personne ayant le pouvoir de diriger, gérer ou engager à titre habituel
Nom, prénoms BARD Eric

Associé

Dénomination BELLECOUR PARTICIPATION
Forme juridique Société par actions simplifiée

Greffé du Tribunal de Commerce de Lyon

44 RUE DE BONNEL
69433 LYON CEDEX 03

N° de gestion 2007D02190

Adresse 14 Avenue des Mimosas 83350 Ramatuelle
Immatriculation au RCS, numéro 333 785 434 RCS Fréjus

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ACTIVITE ET A L'ETABLISSEMENT PRINCIPAL

Adresse de l'établissement 4 Rue Clotilde Bizolon 69002 Lyon

Activité(s) exercée(s) A Grenoble (38000) Bastille l'acquisition, la propriété, la mise en valeur, la transformation par voie de démolition puis reconstruction, le développement de tout projet immobilier, l'administration, la location et la gestion de tous biens et droits immobiliers. La revente des constructions nouvellement édifiées en totalité ou par lots, à terme, en l'état futur d'achèvement ou après achèvement à compter de ce jour.

Date de commencement d'activité 31/10/2007

Origine du fonds ou de l'activité Création

Mode d'exploitation Exploitation directe

Le Greffier



FIN DE L'EXTRAIT

Bilan Actif

Etat exprimé en euros

| | | 31/12/2014 | | | 31/12/2013 |
|--|--|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | Brut | Amort. et Dépréc. | Net | Net |
| Capital souscrit non appelé (I) | | | | | |
| ACTIF IMMOBILISE | IMMOBILISATIONS INCORPORELLES | | | | |
| | Frais d'établissement | | | | |
| | Frais de développement | | | | |
| | Concessions brevets droits similaires | | | | |
| | Fonds commercial (1) | | | | |
| | Autres immobilisations incorporelles | | | | |
| | Avances et acomptes | | | | |
| | IMMOBILISATIONS CORPORELLES | | | | |
| | Terrains | | | | |
| | Constructions | | | | |
| | Installations techniques, mat. et outillage indus. | | | | |
| | Autres immobilisations corporelles | | | | |
| | Immobilisations en cours | | | | |
| | Avances et acomptes | | | | |
| | IMMOBILISATIONS FINANCIERES (2) | | | | |
| Participations évaluées selon mise en équival. | | | | | |
| Autres participations | | | | | |
| Créances rattachées à des participations | | | | | |
| Autres titres immobilisés | | | | | |
| Prêts | | | | | |
| Autres immobilisations financières | | | | 19 350 | |
| TOTAL (II) | | | | | 19 350 |
| ACTIF CIRCULANT | STOCKS ET EN-COURS | | | | |
| | Matières premières, approvisionnements | | | | |
| | En-cours de production de biens | | | | |
| | En-cours de production de services | | | | |
| | Produits intermédiaires et finis | | | | |
| | Marchandises | 4 368 422 | | 4 368 422 | 4 361 807 |
| | Avances et Acomptes versés sur commandes | | | | |
| | CREANCES (3) | | | | |
| | Créances clients et comptes rattachés | 70 667 | | 70 667 | 7 635 |
| | Autres créances | 16 432 | | 16 432 | 15 109 |
| Capital souscrit appelé, non versé | | | | | |
| VALEURS MOBILIERES DE PLACEMENT | | | | 121 800 | |
| DISPONIBILITES | 63 810 | | 63 810 | 78 530 | |
| Charges constatées d'avance | 1 955 | | 1 955 | 1 904 | |
| TOTAL (III) | | 4 521 286 | | 4 521 286 | 4 586 786 |
| COMPTES DE REGULARISATION | Frais d'émission d'emprunt à étaler (IV) | | | | |
| | Primes de remboursement des obligations (V) | | | | |
| | Ecart de conversion actif (VI) | | | | |
| TOTAL ACTIF (I à VI) | | 4 521 286 | | 4 521 286 | 4 606 136 |

(1) dont droit au bail

(2) dont immobilisations financières à moins d'un an

(3) dont créances à plus d'un an

19 350

Bilan Passif

Etat exprimé en euros

| | | 31/12/2014 | 31/12/2013 |
|---|--|------------------|------------------|
| Capitaux Propres | Capital social ou individuel | 600 000 | 600 000 |
| | Primes d'émission, de fusion, d'apport ... | | |
| | Ecarts de réévaluation | | |
| | RESERVES | | |
| | Réserve légale | | |
| | Réserves statutaires ou contractuelles | | |
| | Réserves réglementées | | |
| Autres réserves | 106 016 | 78 756 | |
| Report à nouveau | | | |
| Résultat de l'exercice | (139 840) | 27 260 | |
| Subventions d'investissement | | | |
| Provisions réglementées | | | |
| | Total des capitaux propres | 566 176 | 706 016 |
| Autres fonds propres | Produits des émissions de titres participatifs | | |
| | Avances conditionnées | | |
| | Total des autres fonds propres | | |
| Provisions | Provisions pour risques | | |
| | Provisions pour charges | | |
| | Total des provisions | | |
| DETTES (1) | DETTES FINANCIERES | | |
| | Emprunts obligataires convertibles | | |
| | Autres emprunts obligataires | | |
| | Emprunts dettes auprès des établissements de crédit (2) | 3 846 434 | 3 846 434 |
| | Emprunts et dettes financières divers | 108 000 | 53 000 |
| | Avances et acomptes reçus sur commandes en cours | | |
| | DETTES D'EXPLOITATION | | |
| | Dettes fournisseurs et comptes rattachés | 676 | 686 |
| | Dettes fiscales et sociales | | |
| | DETTES DIVERSES | | |
| Dettes sur immobilisations et comptes rattachés | | | |
| Autres dettes | | | |
| Produits constatés d'avance (1) | | | |
| | Total des dettes | 3 955 110 | 3 900 120 |
| | Ecarts de conversion passif | | |
| | TOTAL PASSIF | 4 521 286 | 4 606 136 |
| | Résultat de l'exercice exprimé en centimes | (139 839,86) | 27 259,76 |
| (1) | Dettes et produits constatés d'avance à moins d'un an | 3 955 110 | 100 120 |
| (2) | Dont concours bancaires courants, et soldes créditeurs de banques et CCP | | |

Compte de Résultat 1/2

Etat exprimé en euros

31/12/2014

31/12/2013

| | | France | Exportation | 12 mois | 12 mois |
|---|---|--------|-------------|----------------|----------------|
| PRODUITS D'EXPLOITATION | Ventes de marchandises | | | | |
| | Production vendue (Biens) | | | | |
| | Production vendue (Services et Travaux) | | | | |
| | Montant net du chiffre d'affaires | | | | |
| | Production stockée | | | | |
| | Production immobilisée | | | | |
| | Subventions d'exploitation | | | | |
| Reprises sur provisions et amortissements, transfert de charges | | | 55 660 | 62 607 | |
| Autres produits | | | 70 667 | 236 124 | |
| Total des produits d'exploitation (1) | | | | 126 327 | 298 731 |
| CHARGES D'EXPLOITATION | Achats de marchandises | | | | |
| | Variation de stock | | | (6 615) | (10 510) |
| | Achats de matières et autres approvisionnements | | | | |
| | Variation de stock | | | | |
| | Autres achats et charges externes | | | 23 224 | 25 206 |
| | Impôts, taxes et versements assimilés | | | 55 833 | 62 784 |
| | Salaires et traitements | | | | |
| | Charges sociales du personnel | | | | |
| | Cotisations personnelles de l'exploitant | | | | |
| | Dotations aux amortissements : | | | | |
| | - sur immobilisations | | | | |
| | - charges d'exploitation à répartir | | | | |
| | Dotations aux dépréciations : | | | | |
| - sur immobilisations | | | | | |
| - sur actif circulant | | | | | |
| Dotations aux provisions | | | | | |
| Autres charges | | | | | |
| Total des charges d'exploitation (2) | | | | 72 442 | 77 479 |
| RESULTAT D'EXPLOITATION | | | | 53 885 | 221 252 |

Compte de Résultat 2/2

Etat exprimé en euros

31/12/2014

31/12/2013

| | | 31/12/2014 | 31/12/2013 |
|--|---|----------------------------|-------------------------|
| RESULTAT D'EXPLOITATION | | 53 885 | 221 252 |
| Opéra. comm. | Bénéfice attribué ou perte transférée Perte supportée ou bénéfice transféré | | |
| PRODUITS FINANCIERS | De participations (3) D'autres valeurs mobilières et créances d'actif immobilisé (3) Autres intérêts et produits assimilés (3) Reprises sur provisions et dépréciations et transferts de charges Différences positives de change Produits nets sur cessions de valeurs mobilières de placement | 136 319 | 188 |
| Total des produits financiers | | 456 | 188 |
| CHARGES FINANCIERS | Dotations aux amortissements, aux dépréciations et aux provisions Intérêts et charges assimilées (4) Différences négatives de change Charges nettes sur cessions de valeurs mobilières de placement | 194 180 | 194 180 |
| Total des charges financières | | 194 180 | 194 180 |
| RESULTAT FINANCIER | | (193 724) | (193 992) |
| RESULTAT COURANT AVANT IMPOTS | | (139 840) | 27 260 |
| PRODUITS EXCEPTIONNELS | Sur opérations de gestion Sur opérations en capital Reprises sur provisions et dépréciations et transferts de charges | | |
| Total des produits exceptionnels | | | |
| CHARGES EXCEPTIONNELLES | Sur opérations de gestion Sur opérations en capital Dotations aux amortissements, aux dépréciations et aux provisions | | |
| Total des charges exceptionnelles | | | |
| RESULTAT EXCEPTIONNEL | | | |
| PARTICIPATION DES SALARIES IMPOTS SUR LES BÉNÉFICES | | | |
| TOTAL DES PRODUITS | | 126 783 | 298 919 |
| TOTAL DES CHARGES | | 266 622 | 271 660 |
| RESULTAT DE L'EXERCICE | | (139 840) | 27 260 |

- (1) dont produits afférents à des exercices antérieurs
(2) dont charges afférentes à des exercices antérieurs
(3) dont produits concernant les entreprises liées
(4) dont intérêts concernant les entreprises liées

Détail de l'Actif

Etat exprimé en euros

| | 01/01/2014 31/12/2014 | 12 mois | 01/01/2013 31/12/2013 | 12 mois | Variations | % |
|--|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------------|----------------|
| Capital souscrit non appelé | | | | | | |
| TOTAL II - Actif Immobilisé NET | | | 19 350,00 | 0,42 | (19 350,00) | -100,00 |
| Autres immobilisations financières | | | 19 350,00 | 0,42 | (19 350,00) | -100,00 |
| 27500000 DEPOTS CAUTIONS VERSES | | | 19 350,00 | 0,42 | (19 350,00) | -100,00 |
| TOTAL III - Actif Circulant NET | 4 521 286,24 | 100,00 | 4 586 785,53 | 99,58 | (65 499,29) | -1,43 |
| Marchandises | 4 368 422,00 | 96,62 | 4 361 807,00 | 94,70 | 6 615,00 | 0,15 |
| 37100000 STOCK ACQUIS.121207 | 4 368 422,00 | 96,62 | 4 361 807,00 | 94,70 | 6 615,00 | 0,15 |
| Créances clients et comptes rattachés | 70 667,00 | 1,56 | 7 635,00 | 0,17 | 63 032,00 | 825,57 |
| 41100000 COLLECTIF CLIENTS | | | 7 635,00 | 0,17 | (7 635,00) | -100,00 |
| 41810000 CLIENTS FACT A ETABLIR | 70 667,00 | 1,56 | | | 70 667,00 | |
| Autres créances | 16 432,00 | 0,36 | 15 109,00 | 0,33 | 1 323,00 | 8,76 |
| 44551000 TVA A PAYER | 16 432,00 | 0,36 | 15 109,00 | 0,33 | 1 323,00 | 8,76 |
| Valeurs mobilières de placement | | | 121 800,20 | 2,64 | (121 800,20) | -100,00 |
| 50310000 TITRES DE PLACEMENT | | | 121 800,20 | 2,64 | (121 800,20) | -100,00 |
| Disponibilités | 63 810,24 | 1,41 | 78 530,33 | 1,70 | (14 720,09) | -18,74 |
| 51210000 BANQUE CAISSE EPARGNE | 63 810,24 | 1,41 | 78 530,33 | 1,70 | (14 720,09) | -18,74 |
| Charges constatées d'avance | 1 955,00 | 0,04 | 1 904,00 | 0,04 | 51,00 | 2,68 |
| 48600000 CHARGES CONSTATEES D'AVANCE | 1 955,00 | 0,04 | 1 904,00 | 0,04 | 51,00 | 2,68 |
| TOTAL DU BILAN ACTIF | 4 521 286,24 | 100,00 | 4 606 135,53 | 100,00 | (84 849,29) | -1,84 |

Détail du Passif

Etat exprimé en euros

| | 01/01/2014 31/12/2014 | 12 mois | 01/01/2013 31/12/2013 | 12 mois | Variations | % |
|---|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------------|----------------|
| TOTAL I - Capitaux propres | 566 175,99 | <i>12,52</i> | 706 015,85 | <i>15,33</i> | (139 839,86) | <i>-19,81</i> |
| Capital Social ou individuel | 600 000,00 | <i>13,27</i> | 600 000,00 | <i>13,03</i> | | |
| 10100000 CAPITAL | 600 000,00 | <i>13,27</i> | 600 000,00 | <i>13,03</i> | | |
| Autres réserves | 106 015,85 | <i>2,34</i> | 78 756,09 | <i>1,71</i> | 27 259,76 | <i>34,61</i> |
| 10680000 AUTRES RESERVES | 106 015,85 | <i>2,34</i> | 78 756,09 | <i>1,71</i> | 27 259,76 | <i>34,61</i> |
| RESULTAT DE L'EXERCICE | (139 839,86) | <i>-3,09</i> | 27 259,76 | <i>0,59</i> | (167 099,62) | <i>-612,99</i> |
| TOTAL II - Autres fonds propres | | | | | | |
| TOTAL III - Total des Provisions | | | | | | |
| TOTAL IV - Total des dettes | 3 955 110,25 | <i>87,48</i> | 3 900 119,68 | <i>84,67</i> | 54 990,57 | <i>1,41</i> |
| Emprunts et dettes auprès des établissements de crédit | 3 846 434,00 | <i>85,07</i> | 3 846 434,00 | <i>83,51</i> | | |
| 16430000 EMP CE 3.800 K€ 5,11% 01/2016 | 3 800 000,00 | <i>84,05</i> | 3 800 000,00 | <i>82,50</i> | | |
| 16884000 INTERETS COURUS S/EMPRUNTS | 46 434,00 | <i>1,03</i> | 46 434,00 | <i>1,01</i> | | |
| Emprunts et dettes financières divers | 108 000,00 | <i>2,39</i> | 53 000,00 | <i>1,15</i> | 55 000,00 | <i>103,77</i> |
| 16500000 DEPOTS CAUTIONS RECUS | 53 000,00 | <i>1,15</i> | 53 000,00 | <i>1,15</i> | | |
| 45520000 C/C BEPAR | 55 000,00 | <i>1,22</i> | | | 55 000,00 | |
| Dettes fournisseurs et comptes rattachés | 676,25 | <i>0,01</i> | 685,68 | <i>0,01</i> | (9,43) | <i>-1,38</i> |
| 40810000 FOURNISSEURS FACT.A RECEVOIR | 676,25 | <i>0,01</i> | 685,68 | <i>0,01</i> | (9,43) | <i>-1,38</i> |
| TOTAL DU BILAN PASSIF | 4 571 286,24 | <i>100,00</i> | 4 606 135,53 | <i>100,00</i> | (84 849,29) | <i>-1,84</i> |

Détail du Compte de Résultat

Etat exprimé en euros

| | 01/01/2014 31/12/2014 | 12 mois | 01/01/2013 31/12/2013 | 12 mois | Variations | % |
|---|--------------------------|------------|--------------------------|------------|---------------------|---------------|
| Total des produits d'exploitation | 126 327,00 | | 298 730,94 | | (172 403,94) | -57,71 |
| Ventes de marchandises | | | | | | |
| Production vendue Biens | | | | | | |
| Production vendue Services + Travaux | | | | | | |
| Montant net du chiffre d'affaires | | | | | | |
| Reprises sur amort. & prov., transferts de charges | 55 660,00 | | 62 607,00 | | (6 947,00) | -11,10 |
| 79101000 REFACT.TAXE FONCIERE | 55 660,00 | | 54 972,00 | | 688,00 | 1,25 |
| 79102000 REFACT. DIVERS | | | 358,00 | | (358,00) | -100,00 |
| 79103000 REFACT. CRL | | | 7 277,00 | | (7 277,00) | -100,00 |
| Autres produits d'exploitation | 70 667,00 | | 236 123,94 | | (165 456,94) | -70,07 |
| 75200000 LOYERS BASTILLE | 70 667,00 | | 236 123,94 | | (165 456,94) | -70,07 |
| Total des charges d'exploitation | 72 442,48 | | 77 479,32 | | (5 036,84) | -6,50 |
| Variation de stocks de marchandises | (6 615,00) | | (10 510,00) | | 3 895,00 | 37,06 |
| 60370000 VARIAT.STOCK MARCHANDISES | (6 615,00) | | (10 510,00) | | 3 895,00 | 37,06 |
| Autres achats et charges externes | 23 224,48 | | 25 205,62 | | (1 981,14) | -7,86 |
| 61610000 ASSURANCES MULTIRISQUES | 1 075,52 | | 11 402,72 | | 276,80 | 2,43 |
| 62261000 HONORAIRES | 588,00 | | 2 985,04 | | 602,96 | 20,20 |
| 62262000 HONORAIRES TECHNIQUES | 6 615,00 | | 10 510,00 | | (3 895,00) | -37,06 |
| 62270000 FRAIS ACTES CONTENTIEUX | 629,25 | | 45,23 | | 584,02 | N/S |
| 62340000 CADEAU CLIENTELE | 467,00 | | | | 467,00 | |
| 62780000 COMMISSIONS SERVICES BANCAIRES | 245,71 | | 262,63 | | (16,92) | -6,44 |
| Impôts, taxes & versements assimilés | 55 833,00 | | 62 783,70 | | (6 950,70) | -11,07 |
| 63511000 CET | 173,00 | | 177,00 | | (4,00) | -2,26 |
| 63512000 TAXE FONCIERE | 55 660,00 | | 54 972,00 | | 688,00 | 1,25 |
| 63513000 CONTRIBUTION S/REVENUS LOCATIF | | | 7 277,00 | | (7 277,00) | -100,00 |
| 63521000 ARRONDI TVA | | | (0,30) | | 0,30 | 100,00 |
| 63780000 TAXES DIVERSES | | | 358,00 | | (358,00) | -100,00 |
| RESULTAT D'EXPLOITATION | 53 884,52 | | 221 251,62 | | (167 367,10) | -75,65 |
| Total des produits financiers | 455,62 | | 188,41 | | 267,21 | 141,82 |
| Autres intérêts et produits assimilés | 136,17 | | | | 136,17 | |
| 76800000 AUTRES PRODUITS FINANCIERS | 136,17 | | | | 136,17 | |
| Produits nets sur cessions de val.mob de placement | 319,45 | | 188,41 | | 131,04 | 69,55 |
| 76700000 PROD.NETS S/CESS.VAL.MOB.PL. | 319,45 | | 188,41 | | 131,04 | 69,55 |
| Total des charges financières | 194 180,00 | | 194 180,27 | | (0,27) | |
| Intérêts et charges assimilés | 194 180,00 | | 194 180,27 | | (0,27) | |
| 66116000 INTERETS EMPRUNT C.EPARGNE | 194 180,00 | | 194 180,00 | | | |
| 66160000 AGIOS BANCAIRES | | | 0,27 | | (0,27) | -100,00 |
| RESULTAT FINANCIER | (193 724,38) | | (193 991,86) | | 267,48 | 0,14 |

Détail du Compte de Résultat

| Etat exprimé en euros | 01/01/2014 | | 01/01/2013 | | Variations | |
|--------------------------------------|--------------|---------|------------|---------|--------------|---------|
| | 31/12/2014 | 12 mois | 31/12/2013 | 12 mois | | % |
| RESULTAT COURANT AVANT IMPOTS | (139 839,86) | | 27 259,76 | | (167 099,62) | -612,99 |
| Total des produits exceptionnels | | | | | | |
| Total des charges exceptionnelles | | | | | | |
| RESULTAT EXCEPTIONNEL | | | | | | |
| RESULTAT DE L'EXERCICE | (139 839,86) | | 27 259,76 | | (167 099,62) | -612,99 |

NEANT

Bilan Actif

Etat exprimé en euros

| | | 31/12/2015 | | | 31/12/2014 |
|--|--|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | Brut | Amort. et Dépréc. | Net | Net |
| Capital souscrit non appelé (I) | | | | | |
| ACTIF IMMOBILISE | IMMOBILISATIONS INCORPORELLES | | | | |
| | Frais d'établissement | | | | |
| | Frais de développement | | | | |
| | Concessions brevets droits similaires | | | | |
| | Fonds commercial (1) | | | | |
| | Autres immobilisations incorporelles | | | | |
| | Avances et acomptes | | | | |
| | IMMOBILISATIONS CORPORELLES | | | | |
| | Terrains | | | | |
| | Constructions | | | | |
| | Installations techniques, mat. et outillage indus. | | | | |
| | Autres immobilisations corporelles | | | | |
| | Immobilisations en cours | | | | |
| Avances et acomptes | | | | | |
| IMMOBILISATIONS FINANCIERES (2) | | | | | |
| Participations évaluées selon mise en équival. | | | | | |
| Autres participations | | | | | |
| Créances rattachées à des participations | | | | | |
| Autres titres immobilisés | | | | | |
| Prêts | | | | | |
| Autres immobilisations financières | | | | | |
| TOTAL (II) | | | | | |
| ACTIF CIRCULANT | STOCKS ET EN-COURS | | | | |
| | Matières premières, approvisionnements | | | | |
| | En-cours de production de biens | | | | |
| | En-cours de production de services | | | | |
| | Produits intermédiaires et finis | | | | |
| | Marchandises | 4 805 605 | | 4 805 605 | 4 368 422 |
| | Avances et Acomptes versés sur commandes | | | | |
| CREANCES (3) | | | | | |
| Créances clients et comptes rattachés | 7 629 | | 7 629 | 70 667 | |
| Autres créances | 48 016 | | 48 016 | 16 432 | |
| Capital souscrit appelé, non versé | | | | | |
| VALEURS MOBILIERES DE PLACEMENT | | | | | |
| DISPONIBILITES | 429 397 | | 429 397 | 63 810 | |
| Charges constatées d'avance | 1 986 | | 1 986 | 1 955 | |
| TOTAL (III) | | 5 292 634 | | 5 292 634 | 4 521 286 |
| COMPTES DE REGULARISATION | Frais d'émission d'emprunt à étaler (IV) | | | | |
| | Primes de remboursement des obligations (V) | | | | |
| | Ecart de conversion actif (VI) | | | | |
| TOTAL ACTIF (I à VI) | | 5 292 634 | | 5 292 634 | 4 521 286 |

(1) dont droit au bail

(2) dont immobilisations financières à moins d'un an

(3) dont créances à plus d'un an

Bilan Passif

Etat exprimé en euros

31/12/2015

31/12/2014

| | | 31/12/2015 | 31/12/2014 |
|---|--|------------------|------------------|
| Capitaux Propres | Capital social ou individuel | 900 000 | 600 000 |
| | Primes d'émission, de fusion, d'apport ... | | |
| | Ecart de réévaluation | | |
| | RESERVES | | |
| | Réserve légale | | |
| | Réserves statutaires ou contractuelles | | |
| | Réserves réglementées | | |
| | Autres réserves | 106 016 | 106 016 |
| | Report à nouveau | (139 840) | |
| | Résultat de l'exercice | (89 759) | (139 840) |
| Subventions d'investissement | | | |
| Provisions réglementées | | | |
| | Total des capitaux propres | 776 417 | 566 176 |
| Autres fonds propres | Produits des émissions de titres participatifs | | |
| | Avances conditionnées | | |
| | Total des autres fonds propres | | |
| Provisions | Provisions pour risques | | |
| | Provisions pour charges | | |
| | Total des provisions | | |
| DETTES (1) | DETTES FINANCIERES | | |
| | Emprunts obligataires convertibles | | |
| | Autres emprunts obligataires | | |
| | Emprunts dettes auprès des établissements de crédit (2) | 3 846 434 | 3 846 434 |
| | Emprunts et dettes financières divers | 653 000 | 108 000 |
| | Avances et acomptes reçus sur commandes en cours | | |
| | DETTES D'EXPLOITATION | | |
| | Dettes fournisseurs et comptes rattachés | 10 546 | 676 |
| | Dettes fiscales et sociales | 6 237 | |
| | DETTES DIVERSES | | |
| Dettes sur immobilisations et comptes rattachés | | | |
| Autres dettes | | | |
| Produits constatés d'avance (1) | | | |
| | Total des dettes | 4 516 217 | 3 955 110 |
| | Ecart de conversion passif | | |
| | TOTAL PASSIF | 5 292 634 | 4 521 286 |
| | Résultat de l'exercice exprimé en centimes | (89 759,34) | (139 839,86) |
| (1) | Dettes et produits constatés d'avance à moins d'un an | 4 516 217 | 155 110 |
| (2) | Dont concours bancaires courants, et soldes créditeurs de banques et CCP | | |

Compte de Résultat 1/2

Etat exprimé en euros

31/12/2015

31/12/2014

| | | France | Exportation | 12 mois | 12 mois |
|--------------------------------|---|--------|-------------|----------------|----------------|
| PRODUITS D'EXPLOITATION | Ventes de marchandises | | | | |
| | Production vendue (Biens) | | | | |
| | Production vendue (Services et Travaux) | | | | |
| | Montant net du chiffre d'affaires | | | | |
| | Production stockée | | | | |
| | Production immobilisée | | | | |
| | Subventions d'exploitation | | | | |
| | Reprises sur provisions et amortissements, transfert de charges | | | 45 119 | 55 660 |
| | Autres produits | | | 141 333 | 70 667 |
| | Total des produits d'exploitation (1) | | | 186 452 | 126 327 |
| CHARGES D'EXPLOITATION | Achats de marchandises | | | 437 183 | |
| | Variation de stock | | | (437 183) | (6 615) |
| | Achats de matières et autres approvisionnements | | | | |
| | Variation de stock | | | | |
| | Autres achats et charges externes | | | 17 994 | 23 224 |
| | Impôts, taxes et versements assimilés | | | 64 037 | 55 833 |
| | Salaires et traitements | | | | |
| | Charges sociales du personnel | | | | |
| | Cotisations personnelles de l'exploitant | | | | |
| | Dotations aux amortissements : | | | | |
| | - sur immobilisations | | | | |
| | - charges d'exploitation à répartir | | | | |
| | Dotations aux dépréciations : | | | | |
| - sur immobilisations | | | | | |
| - sur actif circulant | | | | | |
| Dotations aux provisions | | | | | |
| Autres charges | | | | | |
| | Total des charges d'exploitation (2) | | | 82 031 | 72 442 |
| | RESULTAT D'EXPLOITATION | | | 104 421 | 53 885 |

Compte de Résultat 2/2

Etat exprimé en euros

31/12/2015

31/12/2014

| | | 31/12/2015 | 31/12/2014 |
|--|---|------------------|------------------|
| RESULTAT D'EXPLOITATION | | 104 421 | 53 885 |
| Opéra. comm. | Bénéfice attribué ou perte transférée Perte supportée ou bénéfice transféré | | |
| PRODUITS FINANCIERS | De participations (3) D'autres valeurs mobilières et créances d'actif immobilisé (3) Autres intérêts et produits assimilés (3) Reprises sur provisions et dépréciations et transferts de charges Différences positives de change Produits nets sur cessions de valeurs mobilières de placement | | 136 |
| | Total des produits financiers | | 319 |
| CHARGES FINANCIERES | Dotations aux amortissements, aux dépréciations et aux provisions Intérêts et charges assimilées (4) Différences négatives de change Charges nettes sur cessions de valeurs mobilières de placement | 194 180 | 194 180 |
| | Total des charges financières | 194 180 | 194 180 |
| RESULTAT FINANCIER | | (194 180) | (193 724) |
| RESULTAT COURANT AVANT IMPOTS | | (89 759) | (139 840) |
| PRODUITS EXCEPTIONNELS | Sur opérations de gestion Sur opérations en capital Reprises sur provisions et dépréciations et transferts de charges | | |
| | Total des produits exceptionnels | | |
| CHARGES EXCEPTIONNELLES | Sur opérations de gestion Sur opérations en capital Dotations aux amortissements, aux dépréciations et aux provisions | | |
| | Total des charges exceptionnelles | | |
| RESULTAT EXCEPTIONNEL | | | |
| PARTICIPATION DES SALARIES IMPOTS SUR LES BENEFICES | | | |
| TOTAL DES PRODUITS | | 186 452 | 126 783 |
| TOTAL DES CHARGES | | 276 211 | 266 622 |
| RESULTAT DE L'EXERCICE | | (89 759) | (139 840) |

- (1) dont produits afférents à des exercices antérieurs
(2) dont charges afférentes à des exercices antérieurs
(3) dont produits concernant les entreprises liées
(4) dont intérêts concernant les entreprises liées

Détail de l'Actif

Etat exprimé en euros

| | 01/01/2015 31/12/2015 | 12 mois | 01/01/2014 31/12/2014 | 12 mois | Variations | % |
|--|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------|--------------------|----------------|
| Capital souscrit non appelé | | | | | | |
| TOTAL II - Actif Immobilisé NET | | | | | | |
| TOTAL III - Actif Circulant NET | 5 292 634,00 | <i>100,00</i> | 4 521 286,24 | <i>100,00</i> | 771 347,76 | <i>17,06</i> |
| Marchandises | 4 805 605,29 | <i>90,80</i> | 4 368 422,00 | <i>96,62</i> | 437 183,29 | <i>10,01</i> |
| 37100000 STOCK ACQUIS.121207 | 4 805 605,29 | <i>90,80</i> | 4 368 422,00 | <i>96,62</i> | 437 183,29 | <i>10,01</i> |
| Créances clients et comptes rattachés | 7 629,00 | <i>0,14</i> | 70 667,00 | <i>1,56</i> | (63 038,00) | <i>-89,20</i> |
| 41100000 COLLECTIF CLIENTS | 7 629,00 | <i>0,14</i> | | | 7 629,00 | |
| 41810000 CLIENTS FACT A ETABLIR | | | 70 667,00 | <i>1,56</i> | (70 667,00) | <i>-100,00</i> |
| Autres créances | 48 016,43 | <i>0,91</i> | 16 432,00 | <i>0,36</i> | 31 584,43 | <i>192,21</i> |
| 44551000 TVA A PAYER | 46 091,00 | <i>0,87</i> | 16 432,00 | <i>0,36</i> | 29 659,00 | <i>180,50</i> |
| 44566000 TVA DEDUC.BIENS ET SERVICES | 1 490,43 | <i>0,03</i> | | | 1 490,43 | |
| 44586000 TVA S/FACTURES A RECEVOIR | 435,00 | <i>0,01</i> | | | 435,00 | |
| Disponibilités | 429 397,28 | <i>8,11</i> | 63 810,24 | <i>1,41</i> | 365 587,04 | <i>572,93</i> |
| 51210000 BANQUE CAISSE EPARGNE | 429 397,28 | <i>8,11</i> | 63 810,24 | <i>1,41</i> | 365 587,04 | <i>572,93</i> |
| Charges constatées d'avance | 1 986,00 | <i>0,04</i> | 1 955,00 | <i>0,04</i> | 31,00 | <i>1,59</i> |
| 48600000 CHARGES CONSTATEES D'AVANCE | 1 986,00 | <i>0,04</i> | 1 955,00 | <i>0,04</i> | 31,00 | <i>1,59</i> |
| TOTAL DU BILAN ACTIF | 5 292 634,00 | <i>100,00</i> | 4 521 286,24 | <i>100,00</i> | 771 347,76 | <i>17,06</i> |

Détail du Passif

Etat exprimé en euros

| | 01/01/2015 31/12/2015 | 12 mois | 01/01/2014 31/12/2014 | 12 mois | Variations | % |
|---|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------------|---------------|
| TOTAL I - Capitaux propres | 776 416,65 | <i>14,67</i> | 566 175,99 | <i>12,52</i> | 210 240,66 | <i>37,13</i> |
| Capital Social ou individuel | 900 000,00 | <i>17,00</i> | 600 000,00 | <i>13,27</i> | 300 000,00 | <i>50,00</i> |
| 10100000 CAPITAL | 900 000,00 | <i>17,00</i> | 600 000,00 | <i>13,27</i> | 300 000,00 | <i>50,00</i> |
| Autres réserves | 106 015,85 | <i>2,00</i> | 106 015,85 | <i>2,34</i> | | |
| 10680000 AUTRES RESERVES | 106 015,85 | <i>2,00</i> | 106 015,85 | <i>2,34</i> | | |
| Report à nouveau | (139 839,86) | <i>-2,64</i> | | | (139 839,86) | |
| 11900000 REPORT A NOUVEAU DEBIT | (139 839,86) | <i>-2,64</i> | | | (139 839,86) | |
| RESULTAT DE L'EXERCICE | (89 759,34) | <i>-1,70</i> | (139 839,86) | <i>-3,09</i> | 50 080,52 | <i>35,81</i> |
| TOTAL II - Autres fonds propres | | | | | | |
| TOTAL III - Total des Provisions | | | | | | |
| TOTAL IV - Total des dettes | 4 516 217,35 | <i>85,33</i> | 3 955 110,25 | <i>87,48</i> | 561 107,10 | <i>14,19</i> |
| Emprunts et dettes auprès des établissements de crédit | 3 846 434,00 | <i>72,68</i> | 3 846 434,00 | <i>85,07</i> | | |
| 16430000 EMP CE 3.800 K€ 5,11% 01/2016 | 3 800 000,00 | <i>71,80</i> | 3 800 000,00 | <i>84,05</i> | | |
| 16884000 INTERETS COURUS S/EMPRUNTS | 46 434,00 | <i>0,88</i> | 46 434,00 | <i>1,03</i> | | |
| Emprunts et dettes financières divers | 653 000,00 | <i>12,34</i> | 108 000,00 | <i>2,39</i> | 545 000,00 | <i>504,63</i> |
| 16500000 DEPOTS CAUTIONS RECUS | 53 000,00 | <i>1,00</i> | 53 000,00 | <i>1,17</i> | | |
| 45520000 C/C BEPAR | 300 000,00 | <i>5,67</i> | 55 000,00 | <i>1,22</i> | 245 000,00 | <i>445,45</i> |
| 45530000 C/C GRENOBLE HABITAT | 300 000,00 | <i>5,67</i> | | | 300 000,00 | |
| Dettes fournisseurs et comptes rattachés | 10 546,35 | <i>0,20</i> | 676,25 | <i>0,01</i> | 9 870,10 | <i>N/S</i> |
| 40100000 COLLECTIF FOURNISSEURS | 7 753,52 | <i>0,15</i> | | | 7 753,52 | |
| 40810000 FOURNISSEURS FACT.A RECEVOIR | 2 792,83 | <i>0,05</i> | 676,25 | <i>0,01</i> | 2 116,58 | <i>312,99</i> |
| Dettes fiscales et sociales | 6 237,00 | <i>0,12</i> | | | 6 237,00 | |
| 44860000 IMPOT A PAYER | 6 237,00 | <i>0,12</i> | | | 6 237,00 | |
| TOTAL DU BILAN PASSIF | 5 292 634,00 | <i>100,00</i> | 4 521 286,24 | <i>100,00</i> | 771 347,76 | <i>17,06</i> |

Détail du Compte de Résultat

Etat exprimé en euros

| | 01/01/2015 31/12/2015 | 12 mois | 01/01/2014 31/12/2014 | 12 mois | Variations | % |
|---|--------------------------|------------|--------------------------|------------|---------------------|----------------|
| Total des produits d'exploitation | 186 452,00 | | 126 327,00 | | 60 125,00 | 47,59 |
| Ventes de marchandises | | | | | | |
| Production vendue Biens | | | | | | |
| Production vendue Services + Travaux | | | | | | |
| Montant net du chiffre d'affaires | | | | | | |
| Reprises sur amort. & prov., transferts de charges | 45 119,00 | | 55 660,00 | | (10 541,00) | -18,94 |
| 79101000 REFACT.TAXE FONCIERE | 37 490,00 | | 55 660,00 | | (18 170,00) | -32,64 |
| 79103000 REFACT. CRL | 7 629,00 | | | | 7 629,00 | |
| Autres produits d'exploitation | 141 333,00 | | 70 667,00 | | 70 666,00 | 100,00 |
| 75200000 LOYERS BASTILLE | 141 333,00 | | 70 667,00 | | 70 666,00 | 100,00 |
| Total des charges d'exploitation | 82 031,34 | | 72 442,48 | | 9 588,86 | 13,24 |
| Achats de marchandises | 437 183,29 | | | | 437 183,29 | |
| 60714000 HONORAIRES CONSTRUCTION | 403 044,51 | | | | 403 044,51 | |
| 60714100 DIAGNOSTICS/CONSTATS | 34 138,78 | | | | 34 138,78 | |
| Variation de stocks de marchandises | (437 183,29) | | (6 615,00) | | (430 568,29) | N/S |
| 60370000 VARIAT.STOCK MARCHANDISES | (437 183,29) | | (6 615,00) | | (430 568,29) | N/S |
| Autres achats et charges externes | 17 994,34 | | 23 224,48 | | (5 230,14) | -22,52 |
| 61610000 ASSURANCES MULTIRISQUES | 11 834,02 | | 11 679,52 | | 154,50 | 1,32 |
| 62261000 HONORAIRES | 3 678,00 | | 3 588,00 | | 90,00 | 2,51 |
| 62262000 HONORAIRES TECHNIQUES | | | 6 615,00 | | (6 615,00) | -100,00 |
| 62270000 FRAIS ACTES CONTENTIEUX | 673,46 | | 629,25 | | 44,21 | 7,03 |
| 62320000 PUBLICITE | 1 216,42 | | | | 1 216,42 | |
| 62340000 CADEAU CLIENTELE | | | 467,00 | | (467,00) | -100,00 |
| 62780000 COMMISSIONS SERVICES BANCAIRES | 592,44 | | 245,71 | | 346,73 | 141,11 |
| Impôts, taxes & versements assimilés | 64 037,00 | | 55 833,00 | | 8 204,00 | 14,69 |
| 63511000 CET | 174,00 | | 173,00 | | 1,00 | 0,58 |
| 63512000 TAXE FONCIERE | 56 234,00 | | 55 660,00 | | 574,00 | 1,03 |
| 63513000 CONTRIBUTION S/REVENUS LOCATIF | 7 629,00 | | | | 7 629,00 | |
| RESULTAT D'EXPLOITATION | 104 420,66 | | 53 884,52 | | 50 536,14 | 93,79 |
| Total des produits financiers | | | 455,62 | | (455,62) | -100,00 |
| Autres intérêts et produits assimilés | | | 136,17 | | (136,17) | -100,00 |
| 76800000 AUTRES PRODUITS FINANCIERS | | | 136,17 | | (136,17) | -100,00 |
| Produits nets sur cessions de val.mob de placement | | | 319,45 | | (319,45) | -100,00 |
| 76700000 PROD.NETS S/CESS.VAL.MOB.PL. | | | 319,45 | | (319,45) | -100,00 |
| Total des charges financières | 194 180,00 | | 194 180,00 | | | |
| Intérêts et charges assimilés | 194 180,00 | | 194 180,00 | | | |
| 66116000 INTERETS EMPRUNT C.EPARGNE | 194 180,00 | | 194 180,00 | | | |

Détail du Compte de Résultat

Etat exprimé en euros

| | 01/01/2015 31/12/2015 | 12 mois | 01/01/2014 31/12/2014 | 12 mois | Variations | % |
|--------------------------------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|-------|
| RESULTAT FINANCIER | (194 180,00) | | (193 724,38) | | (455,62) | -0,24 |
| RESULTAT COURANT AVANT IMPOTS | (89 759,34) | | (139 839,86) | | 50 080,52 | 35,81 |
| Total des produits exceptionnels | | | | | | |
| Total des charges exceptionnelles | | | | | | |
| RESULTAT EXCEPTIONNEL | | | | | | |
| RESULTAT DE L'EXERCICE | (89 759,34) | | (139 839,86) | | 50 080,52 | 35,81 |

Comptes Annuels

**51/57 ROUTE DE LYON 2007
4 RUE CLOTILDE BIZOLON**

69002 LYON

**Bilan du 01/01/2016 au 31/12/2016
Durée 12 mois**

**No SIRET 50091384300016
Code NAF 6820B**

Document établi par :

**Tel.
Fax.
Siret**

Sommaire

51/57 ROUTE DE LYON 2007
Du 01/01/2016 Au 31/12/2016

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| <i>Bilan Actif</i> | <i>1</i> |
| <i>Bilan Passif</i> | <i>2</i> |
| <i>Compte de Résultat 1/2</i> | <i>3</i> |
| <i>Compte de Résultat 2/2</i> | <i>4</i> |
| <i>Détail de l'Actif</i> | <i>5</i> |
| <i>Détail du Passif</i> | <i>6</i> |
| <i>Détail du Compte de Résultat</i> | <i>7</i> |
| <i>Régularisation actif/passif</i> | <i>9</i> |
| <i>Résultat fiscal</i> | <i>10</i> |
| <i>Déclaration fiscale 2031</i> | |

Bilan Actif

Etat exprimé en euros

| | | 31/12/2016 | | | 31/12/2015 |
|--|--|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | Brut | Amort. et Dépréc. | Net | Net |
| Capital souscrit non appelé (I) | | | | | |
| ACTIF IMMOBILISE | IMMOBILISATIONS INCORPORELLES | | | | |
| | Frais d'établissement | | | | |
| | Frais de développement | | | | |
| | Concessions brevets droits similaires | | | | |
| | Fonds commercial (1) | | | | |
| | Autres immobilisations incorporelles | | | | |
| | Avances et acomptes | | | | |
| | IMMOBILISATIONS CORPORELLES | | | | |
| | Terrains | | | | |
| | Constructions | | | | |
| | Installations techniques, mat. et outillage indus. | | | | |
| | Autres immobilisations corporelles | | | | |
| | Immobilisations en cours | | | | |
| Avances et acomptes | | | | | |
| IMMOBILISATIONS FINANCIERES (2) | | | | | |
| Participations évaluées selon mise en équival. | | | | | |
| Autres participations | | | | | |
| Créances rattachées à des participations | | | | | |
| Autres titres immobilisés | | | | | |
| Prêts | | | | | |
| Autres immobilisations financières | | | | | |
| TOTAL (II) | | | | | |
| ACTIF CIRCULANT | STOCKS ET EN-COURS | | | | |
| | Matières premières, approvisionnements | | | | |
| | En-cours de production de biens | | | | |
| | En-cours de production de services | | | | |
| | Produits intermédiaires et finis | | | | |
| | Marchandises | 5 464 345 | | 5 464 345 | 4 805 605 |
| | Avances et Acomptes versés sur commandes | | | | |
| CREANCES (3) | | | | | |
| Créances clients et comptes rattachés | | | | 7 629 | |
| Autres créances | 88 845 | | 88 845 | 48 016 | |
| Capital souscrit appelé, non versé | | | | | |
| VALEURS MOBILIERES DE PLACEMENT | | | | | |
| DISPONIBILITES | 150 000 | | 150 000 | 429 397 | |
| Charges constatées d'avance | 4 489 | | 4 489 | 1 986 | |
| TOTAL (III) | | 5 707 679 | | 5 707 679 | 5 292 634 |
| COMPTES DE REGULARISATION | Frais d'émission d'emprunt à étaler (IV) | | | | |
| | Primes de remboursement des obligations (V) | | | | |
| | Ecarts de conversion actif (VI) | | | | |
| TOTAL ACTIF (I à VI) | | 5 707 679 | | 5 707 679 | 5 292 634 |

(1) dont droit au bail

(2) dont immobilisations financières à moins d'un an

(3) dont créances à plus d'un an

Bilan Passif

Etat exprimé en euros

31/12/2016

31/12/2015

| | | 31/12/2016 | 31/12/2015 |
|---|--|------------------|------------------|
| Capitaux Propres | Capital social ou individuel | 900 000 | 900 000 |
| | Primes d'émission, de fusion, d'apport ... | | |
| | Ecarts de réévaluation | | |
| | RESERVES | | |
| | Réserve légale | | |
| | Réserves statutaires ou contractuelles | | |
| | Réserves réglementées | | |
| | Autres réserves | 106 016 | 106 016 |
| | Report à nouveau | (229 599) | (139 840) |
| | Résultat de l'exercice | (228 407) | (89 759) |
| Subventions d'investissement | | | |
| Provisions réglementées | | | |
| | Total des capitaux propres | 548 009 | 776 417 |
| Autres fonds propres | Produits des émissions de titres participatifs | | |
| | Avances conditionnées | | |
| | Total des autres fonds propres | | |
| Provisions | Provisions pour risques | | |
| | Provisions pour charges | | |
| | Total des provisions | | |
| DETTES (1) | DETTES FINANCIERES | | |
| | Emprunts obligataires convertibles | | |
| | Autres emprunts obligataires | | |
| | Emprunts dettes auprès des établissements de crédit (2) | 3 992 989 | 3 846 434 |
| | Emprunts et dettes financières divers | 1 053 000 | 653 000 |
| | Avances et acomptes reçus sur commandes en cours | | |
| | DETTES D'EXPLOITATION | | |
| | Dettes fournisseurs et comptes rattachés | 113 681 | 10 546 |
| | Dettes fiscales et sociales | | 6 237 |
| | DETTES DIVERSES | | |
| Dettes sur immobilisations et comptes rattachés | | | |
| Autres dettes | | | |
| Produits constatés d'avance (1) | | | |
| | Total des dettes | 5 159 669 | 4 516 217 |
| | Ecarts de conversion passif | | |
| | TOTAL PASSIF | 5 707 679 | 5 292 634 |
| | Résultat de l'exercice exprimé en centimes | (228 407,28) | (89 759,34) |
| (1) | Dettes et produits constatés d'avance à moins d'un an | 1 175 443 | 4 516 217 |
| (2) | Dont concours bancaires courants, et soldes créditeurs de banques et CCP | | |

Compte de Résultat 1/2

Etat exprimé en euros

31/12/2016

31/12/2015

| | | France | Exportation | 12 mois | 12 mois | |
|--|--|----------------|-------------|----------------------|----------------------|----------------|
| PRODUITS D'EXPLOITATION | Ventes de marchandises | 141 667 | | 141 667 | | |
| | Production vendue (Biens) | | | | | |
| | Production vendue (Services et Travaux) | | | | | |
| | Montant net du chiffre d'affaires | 141 667 | | 141 667 | | |
| | Production stockée Production immobilisée Subventions d'exploitation Reprises sur provisions et amortissements, transfert de charges Autres produits | | | | 45 119 141 333 | |
| Total des produits d'exploitation (1) | | | | 141 667 | 186 452 | |
| CHARGES D'EXPLOITATION | Achats de marchandises Variation de stock | | | 802 257 (658 740) | 437 183 (437 183) | |
| | Achats de matières et autres approvisionnements Variation de stock | | | | | |
| | Autres achats et charges externes | | | 100 680 | 17 994 | |
| | Impôts, taxes et versements assimilés Salaires et traitements Charges sociales du personnel Cotisations personnelles de l'exploitant | | | 58 150 | 64 037 | |
| | Dotations aux amortissements : - sur immobilisations - charges d'exploitation à répartir | | | | | |
| | Dotations aux dépréciations : - sur immobilisations - sur actif circulant | | | | | |
| | Dotations aux provisions | | | | | |
| | Autres charges | | | | | |
| | Total des charges d'exploitation (2) | | | | 302 347 | 82 031 |
| | RESULTAT D'EXPLOITATION | | | | (160 680) | 104 421 |

Compte de Résultat 2/2

Etat exprimé en euros

31/12/2016

31/12/2015

| | | 31/12/2016 | 31/12/2015 |
|--|---|------------------|------------------|
| RESULTAT D'EXPLOITATION | | (160 680) | 104 421 |
| Opéra. comm. | Bénéfice attribué ou perte transférée Perte supportée ou bénéfice transféré | | |
| PRODUITS FINANCIERS | De participations (3) D'autres valeurs mobilières et créances d'actif immobilisé (3) Autres intérêts et produits assimilés (3) Reprises sur provisions et dépréciations et transferts de charges Différences positives de change Produits nets sur cessions de valeurs mobilières de placement | | |
| | Total des produits financiers | | |
| CHARGES FINANCIERES | Dotations aux amortissements, aux dépréciations et aux provisions Intérêts et charges assimilées (4) Différences négatives de change Charges nettes sur cessions de valeurs mobilières de placement | 67 727 | 194 180 |
| | Total des charges financières | 67 727 | 194 180 |
| RESULTAT FINANCIER | | (67 727) | (194 180) |
| RESULTAT COURANT AVANT IMPOTS | | (228 407) | (89 759) |
| PRODUITS EXCEPTIONNELS | Sur opérations de gestion Sur opérations en capital Reprises sur provisions et dépréciations et transferts de charges | | |
| | Total des produits exceptionnels | | |
| CHARGES EXCEPTIONNELLES | Sur opérations de gestion Sur opérations en capital Dotations aux amortissements, aux dépréciations et aux provisions | | |
| | Total des charges exceptionnelles | | |
| RESULTAT EXCEPTIONNEL | | | |
| PARTICIPATION DES SALARIES IMPOTS SUR LES BENEFICES | | | |
| TOTAL DES PRODUITS | | 141 667 | 186 452 |
| TOTAL DES CHARGES | | 370 074 | 276 211 |
| RESULTAT DE L'EXERCICE | | (228 407) | (89 759) |

- (1) dont produits afférents à des exercices antérieurs
(2) dont charges afférentes à des exercices antérieurs
(3) dont produits concernant les entreprises liées
(4) dont intérêts concernant les entreprises liées

Détail de l'Actif

Etat exprimé en euros

| | 01/01/2016 31/12/2016 | 12 mois | 01/01/2015 31/12/2015 | 12 mois | Variations | % |
|--|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------------|----------------|
| Capital souscrit non appelé | | | | | | |
| TOTAL II - Actif Immobilisé NET | | | | | | |
| TOTAL III - Actif Circulant NET | 5 707 678,56 | 100,00 | 5 292 634,00 | 100,00 | 415 044,56 | 7,84 |
| Marchandises | 5 464 344,86 | 95,74 | 4 805 605,29 | 90,80 | 658 739,57 | 13,71 |
| 37100000 STOCK ACQUIS.121207 | 5 464 344,86 | 95,74 | 4 805 605,29 | 90,80 | 658 739,57 | 13,71 |
| Créances clients et comptes rattachés | | | 7 629,00 | 0,14 | (7 629,00) | -100,00 |
| 41100000 COLLECTIF CLIENTS | | | 7 629,00 | 0,14 | (7 629,00) | -100,00 |
| Autres créances | 88 844,70 | 1,56 | 48 016,43 | 0,91 | 40 828,27 | 85,03 |
| 44551000 TVA A PAYER | 69 898,00 | 1,22 | 46 091,00 | 0,87 | 23 807,00 | 51,65 |
| 44566000 TVA DEDUC.BIENS ET SERVICES | 18 841,70 | 0,33 | 1 290,43 | 0,02 | 17 551,27 | N/S |
| 44580000 TVA A REGULARISER | | | 200,00 | | (200,00) | -100,00 |
| 44586000 TVA SFACTURES A RECEVOIR | 105,00 | | 435,00 | 0,01 | (330,00) | -75,86 |
| Disponibilités | 150 000,00 | 2,63 | 429 397,28 | 8,11 | (279 397,28) | -65,07 |
| 51210000 CAISSE EPARGNE | 150 000,00 | 2,63 | 429 397,28 | 8,11 | (279 397,28) | -65,07 |
| Charges constatées d'avance | 4 489,00 | 0,08 | 1 986,00 | 0,04 | 2 503,00 | 126,03 |
| 48600000 CHARGES CONST ATEES D'AVANCE | 4 489,00 | 0,08 | 1 986,00 | 0,04 | 2 503,00 | 126,03 |
| TOTAL DU BILAN ACTIF | 5 707 678,56 | 100,00 | 5 292 634,00 | 100,00 | 415 044,56 | 7,84 |

Détail du Passif

Etat exprimé en euros

| | 01/01/2016 31/12/2016 | 12 mois | 01/01/2015 31/12/2015 | 12 mois | Variations | % |
|---|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------------|----------------|
| TOTAL I - Capitaux propres | 548 009,37 | 9,60 | 776 416,65 | 14,67 | (228 407,28) | -29,42 |
| Capital Social ou individuel | 900 000,00 | 15,77 | 900 000,00 | 17,00 | | |
| 10100000 CAPITAL | 900 000,00 | 15,77 | 900 000,00 | 17,00 | | |
| Autres réserves | 106 015,85 | 1,86 | 106 015,85 | 2,00 | | |
| 10680000 AUTRES RESERVES | 106 015,85 | 1,86 | 106 015,85 | 2,00 | | |
| Report à nouveau | (229 599,20) | -4,02 | (139 839,86) | -2,64 | (89 759,34) | -64,19 |
| 11900000 REPORT A NOUVEAU DEBIT | (229 599,20) | -4,02 | (139 839,86) | -2,64 | (89 759,34) | -64,19 |
| Résultat de l'exercice | (228 407,28) | -4,00 | (89 759,34) | -1,70 | (138 647,94) | -154,47 |
| TOTAL II - Autres fonds propres | | | | | | |
| TOTAL III - Total des Provisions | | | | | | |
| TOTAL IV - Total des dettes | 5 159 669,19 | 90,40 | 4 516 217,35 | 85,33 | 643 451,84 | 14,25 |
| Emprunts et dettes auprès des établissements de crédit | 3 992 988,58 | 69,96 | 3 846 434,00 | 72,68 | 146 554,58 | 3,81 |
| 16430000 EMP CE 3.800 K€ 5,11% 01/2016 | | | 3 800 000,00 | 71,80 | (3 800 000,00) | -100,00 |
| 16432000 EMP TERRAIN CA 4 M€ 03/2019 | 3 984 225,90 | 69,80 | | | 3 984 225,90 | |
| 16884000 INTERETS COURUS S/EMPRUNTS | 8 762,68 | 0,15 | 46 434,00 | 0,88 | (37 671,32) | -81,13 |
| Emprunts et dettes financières divers | 1 053 000,00 | 18,45 | 653 000,00 | 12,34 | 400 000,00 | 61,26 |
| 16500000 DEPOTS CAUTIONS RECUS | 53 000,00 | 0,93 | 53 000,00 | 1,00 | | |
| 45520000 C/C BEPAR | 550 000,00 | 9,64 | 300 000,00 | 5,67 | 250 000,00 | 83,33 |
| 45530000 C/C GRENOBLE HABIT AT | 450 000,00 | 7,88 | 300 000,00 | 5,67 | 150 000,00 | 50,00 |
| Dettes fournisseurs et comptes rattachés | 113 680,61 | 1,99 | 10 546,35 | 0,20 | 103 134,26 | 977,91 |
| 40100000 COLLECTIF FOURNISSEURS | 113 050,61 | 1,98 | 7 753,52 | 0,15 | 105 297,09 | N/S |
| 40810000 FOURNISSEURS FACT.A RECEVOIR | 630,00 | 0,01 | 2 792,83 | 0,05 | (2 162,83) | -77,44 |
| Dettes fiscales et sociales | | | 6 237,00 | 0,12 | (6 237,00) | -100,00 |
| 44860000 IMPOT A PAYER | | | 6 237,00 | 0,12 | (6 237,00) | -100,00 |
| TOTAL DUBILAN PASSIF | 5 707 678,56 | 100,00 | 5 292 634,00 | 100,00 | 415 044,56 | 7,84 |

Détail du Compte de Résultat

Etat exprimé en euros

| | 01/01/2016 31/12/2016 | 12 mois | 01/01/2015 31/12/2015 | 12 mois | Variations | % |
|---|--------------------------|---------------|--------------------------|------------|---------------------|----------------|
| Total des produits d'exploitation | 141 667,00 | <i>100,00</i> | 186 452,00 | | (44 785,00) | <i>-24,02</i> |
| Ventes de marchandises | 141 667,00 | <i>100,00</i> | | | 141 667,00 | |
| Ventes de marchandises FRANCE | 141 667,00 | <i>100,00</i> | | | 141 667,00 | |
| 70711000 VENTE TERRAIN HT GRENOBLE | 141 667,00 | <i>100,00</i> | | | 141 667,00 | |
| Production vendue Biens | | | | | | |
| Production vendue Services + Travaux | | | | | | |
| Montant net du chiffre d'affaires | 141 667,00 | <i>100,00</i> | | | 141 667,00 | |
| Reprises sur amort. & prov., transferts de charges | | | 45 119,00 | | (45 119,00) | <i>-100,00</i> |
| 79101000 REFACT.T AXE FONCIERE | | | 37 490,00 | | (37 490,00) | <i>-100,00</i> |
| 79103000 REFACT. CRL | | | 7 629,00 | | (7 629,00) | <i>-100,00</i> |
| Autres produits d'exploitation | | | 141 333,00 | | (141 333,00) | <i>-100,00</i> |
| 75200000 LOYERS BASTILLE | | | 141 333,00 | | (141 333,00) | <i>-100,00</i> |
| Total des charges d'exploitation | 302 347,31 | <i>213,42</i> | 82 031,34 | | 220 315,97 | <i>268,58</i> |
| Achats de marchandises | 802 256,57 | <i>566,30</i> | 437 183,29 | | 365 073,28 | <i>83,51</i> |
| 60711000 ACHAT TERRAIN HT GRENOBLE | 141 667,00 | <i>100,00</i> | | | 141 667,00 | |
| 60713000 FRAIS NOTAIRE HT S'ACHAT GRENO | 1 850,00 | <i>1,31</i> | | | 1 850,00 | |
| 60713100 TRAVAUX CONSTRUCTION | 148 650,70 | <i>104,93</i> | | | 148 650,70 | |
| 60713200 FRAIS BRANCHEMENT RACCORD. | 10 297,71 | <i>7,27</i> | | | 10 297,71 | |
| 60713500 ASSURANCES CHANTIER | 81,62 | <i>0,06</i> | | | 81,62 | |
| 60714000 HONORAIRES CONSTRUCTION | 441 402,04 | <i>311,58</i> | 403 044,51 | | 38 357,53 | <i>9,52</i> |
| 60714100 DIAGNOSTICS/CONSTATS | 58 307,50 | <i>41,16</i> | 34 138,78 | | 24 168,72 | <i>70,80</i> |
| Variation de stocks de marchandises | (658 739,57) | <i>-464,9</i> | (437 183,29) | | (221 556,28) | <i>-50,68</i> |
| 60370000 VARIAT.STOCK MARCHANDISES | (658 739,57) | <i>-464,9</i> | (437 183,29) | | (221 556,28) | <i>-50,68</i> |
| Autres achats et charges externes | 100 680,31 | <i>71,07</i> | 17 994,34 | | 82 685,97 | <i>459,51</i> |
| 60611000 EAU GAZ ELECTRICITE | 207,44 | <i>0,15</i> | | | 207,44 | |
| 61610000 ASSURANCES MULTIRISQUES | 11 929,88 | <i>8,42</i> | 11 834,02 | | 95,86 | <i>0,81</i> |
| 62261000 HONORAIRES | 2 086,66 | <i>1,47</i> | 3 678,00 | | (1 591,34) | <i>-43,27</i> |
| 62263000 FRAIS MAINLEVEE | 12 500,00 | <i>8,82</i> | | | 12 500,00 | |
| 62270000 FRAIS ACTES CONTENTIEUX | 941,28 | <i>0,66</i> | 673,46 | | 267,82 | <i>39,77</i> |
| 62320000 PUBLICITE | 72 633,36 | <i>51,27</i> | 1 216,42 | | 71 416,94 | <i>N/S</i> |
| 62780000 COMMISSIONS SERVICES BANCAIRES | 381,69 | <i>0,27</i> | 592,44 | | (210,75) | <i>-35,57</i> |
| Impôts, taxes & versements assimilés | 58 150,00 | <i>41,05</i> | 64 037,00 | | (5 887,00) | <i>-9,19</i> |
| 63511000 CET | 174,00 | <i>0,12</i> | 174,00 | | | |
| 63512000 TAXE FONCIERE | 57 976,00 | <i>40,92</i> | 56 234,00 | | 1 742,00 | <i>3,10</i> |
| 63513000 CONTRIBUTION S'REVENUS LOCATIF | | | 7 629,00 | | (7 629,00) | <i>-100,00</i> |
| Résultat d'exploitation | (160 680,31) | <i>-113,4</i> | 104 420,66 | | (265 100,97) | <i>-253,88</i> |
| Total des produits financiers | | | | | | |
| Total des charges financières | 67 726,97 | <i>47,81</i> | 194 180,00 | | (126 453,03) | <i>-65,12</i> |
| Intérêts et charges assimilées | 67 726,97 | <i>47,81</i> | 194 180,00 | | (126 453,03) | <i>-65,12</i> |
| 66116000 INTERETS EMPRUNT C.EPARGNE | 2 111,00 | <i>1,49</i> | 194 180,00 | | (192 069,00) | <i>-98,91</i> |

Détail du Compte de Résultat

| Etat exprimé en euros | | 01/01/2016 31/12/2016 | 12 mois | 01/01/2015 31/12/2015 | 12 mois | Variations | % |
|--|-------------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|------------|---------------------|----------------|
| 66116600 | INT.EMPRUNT CE PROM IMM | 20 195,21 | 14,26 | | | 20 195,21 | |
| 66116700 | FRAIS DOSSIER PRET C.AGRICOLE | 19 555,56 | 13,80 | | | 19 555,56 | |
| 66116800 | INT.EMPRUNT CA | 25 679,85 | 18,13 | | | 25 679,85 | |
| 66160000 | AGIOS BANCAIRES | 185,35 | 0,13 | | | 185,35 | |
| Résultat financier | | (67 726,97) | -47,81 | (194 180,00) | | 126 453,03 | 65,12 |
| Résultat courant avant impôts | | (228 407,28) | -161,2 | (89 759,34) | | (138 647,94) | -154,47 |
| Total des produits exceptionnels | | | | | | | |
| Total des charges exceptionnelles | | | | | | | |
| Résultat exceptionnel | | | | | | | |
| Résultat de l'exercice | | (228 407,28) | -161,2 | (89 759,34) | | (138 647,94) | -154,47 |

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

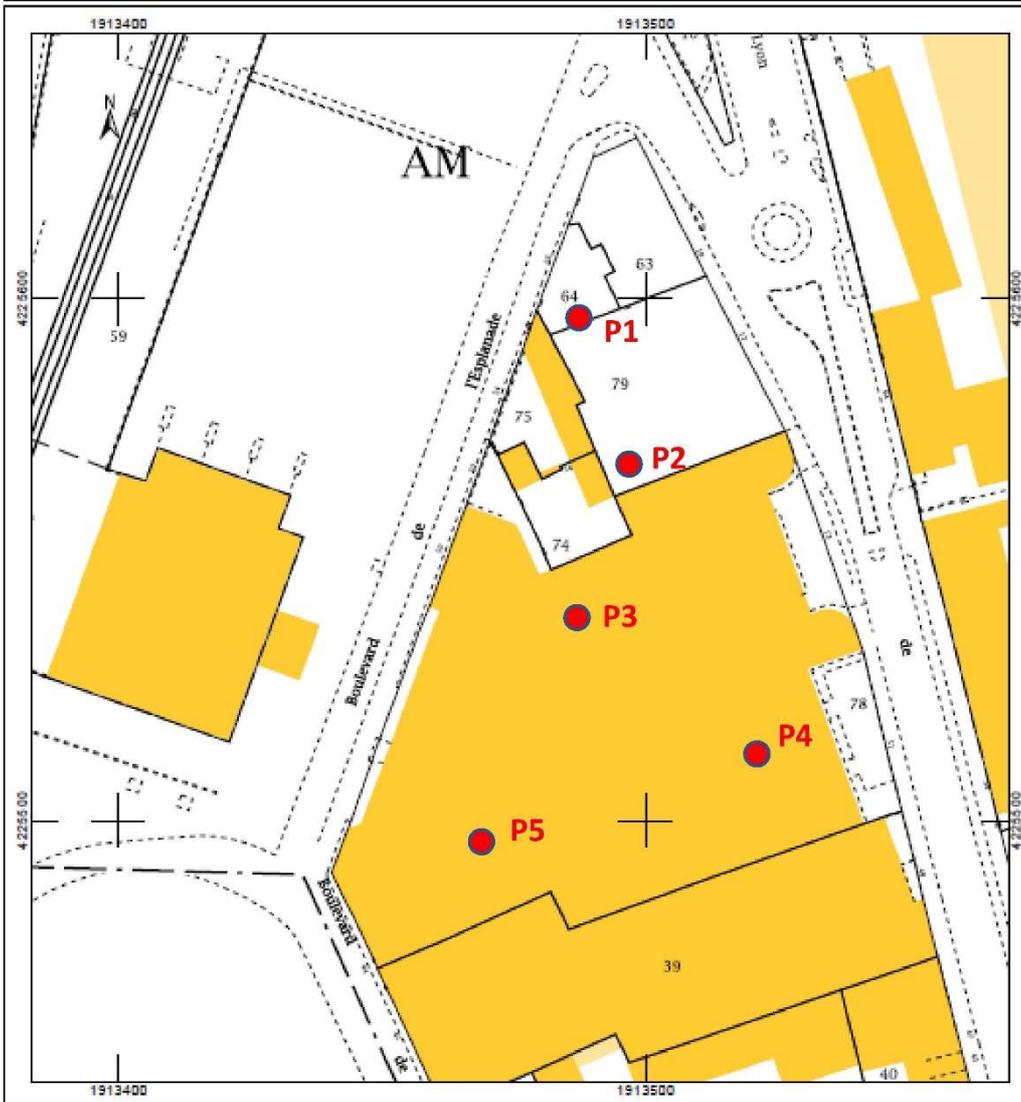
Annexe B

Localisation des ouvrages sur plan cadastral

(1 page)

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
 Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
 d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
 Rapport n° 92043/C

| | | |
|---|--|--|
| Département : ISERE Commune : GRENOBLE | DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL | Le plan visualisé sur cet extrait est géré par le centre des impôts foncier suivant : Grenoble Sud Isère Pôle de Topographie et de Gestion Cadastre Centre des Finances Publiques 38047 38047 GRENOBLE CEDEX 2 tél. 04 75 39 38 75 -fax ptgc.sud-isere@dgfp.finances.gouv.fr |
| Section : AM Feuille : 000 AM 01 Echelle d'origine : 1/1000 Echelle d'édition : 1/1000 Date d'édition : 20/07/2017 (fuseau horaire de Paris) Coordonnées en projection : RGF93CC45 ©2016 Ministère de l'Economie et des Finances | | Cet extrait de plan vous est délivré par : <p style="text-align: center;">cadastre.gouv.fr</p> |



Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

Annexe C

Etude thermique (INGENERGIE)

(7 pages)

L'Esplanade – Ilot Peugeot
Bâtiments A1 A2 B1 B2 B3 C1 C1i C2 C2i
235 logements collectifs - Route de Lyon
38000 GRENOBLE

Etude de faisabilité Géothermique



MAITRES D'OUVRAGE:

GRENOBLE HABITAT
44 avenue Marcellin Berthelot
38100 Grenoble
TEL: 04 76 33 47 20

SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007
4 rue Clotilde Bizolon
69002 LYON
TEL: 04 72 56 95 19



ingenergie
FLUIDES ET ENERGIES DU BÂTIMENT

7 rue de la Poste - 38170 Seyssinet Pariset
T: 04 76 49 09 77 – F: 09 81 40 15 14
ingenergie@ingenergie.com - www.ingenergie.com

1. GENERALITES

1.1. OBJET DU PROGRAMME

Le présent document à pour but de définir les possibilités de mise en œuvre d'une installation de production de chaleur à l'énergie géothermique le chauffage et la production d'eau chaude dans le projet immobilier:

L'Esplanade – Ilot Peugeot - Bâtiments A1 A2 B1 B2 B3 C1 C1i C2 C2i - 235 logements collectifs

Situés Route de Lyon - 38000 GRENOBLE

1.2. PRESENTATION DU PROGRAMME

DESCRIPTION DU BATIMENT

Cet ensemble se compose d'un bâtiment de 235 logements collectifs en 9 bâtiments du R+1 au R+8.

Les bâtiments seront construits sur 1 à 2 niveaux de parking enterrés suivant les bâtiments.

Le bâti est constitué de béton armé isolé par l'extérieur ou de murs extérieurs en ossature bois suivant les bâtiments.

L'objectif de consommation conventionnelle maximum de ce projet respecte la limite définie par le PLU de la ville de Grenoble, soit:

- une performance de -20% sur le coefficient de conception bioclimatique **Bbio** réglementaire
- une performance de 48 kWh_{ep}/m²sRT.an sur les consommations conventionnelles réglementaires finales
- une perméabilité maximale de 0.8m³/h.m² sous 4Pa.

REPARTITION DES LOGEMENTS

Le nombre de logements par bâtiment se décompose de la façon suivante:

| BATIMENT | NOMBRE |
|--------------|------------|
| A1 | 30 |
| A2 | 39 |
| B1 | 33 |
| B2 | 29 |
| B3 | 30 |
| C1 | 24 |
| C1i | 8 |
| C2 | 34 |
| C2i | 8 |
| TOTAL | 235 |

Surface habitable du bâtiment:

Bâtiment 14 570m² environ.

La hauteur sous plafond dans les logements est de 2.5m.

2. BASES DE CALCULS

2.1. BASE DES CALCULS RT2012 – 20%

| | |
|--|--|
| - Température extérieure de base | : - 11° |
| - Température intérieure des locaux chauffés | : +19° |
| - Production chauffage et ecs | : pompe à chaleur sur eau de nappe |
| - inertie thermique | : très forte |
| - exposition au bruit des baies | : BR1 |
| - zone climatique | : H1c |
| - altitude | : 220 m |
| - perméabilité du bâtiment | : 0.8 m³/h.m² sous 4Pa (pour respecter Bbio -20%) |
| - classe d'isolation des tubes CH et ECS | : classe 3 |
| - Renouvellement d'air | : VMC hygroréglable type B suivant débits Réglementaires et avis techniques. |
| - régime de température chauffage | : 55/40°C - basse température |

NAPPE (voir étude détaillée de la nappe)

| | |
|---|---------|
| - température mini. eau de nappe en hiver | + 12°C |
| - température maxi. eau de nappe en été | + 16°C. |

L'objectif de consommation conventionnelle maximum de ce projet respecte la limite définie par le PLU de la ville de Grenoble, soit:

- une performance de -20% sur le coefficient de conception bioclimatique **Bbio** réglementaire
- une performance de 48 kWh/m²sRT.an sur les consommations conventionnelles réglementaires finales
- une perméabilité maximale de 0.8m³/h.m² sous 4Pa.

BATIMENT A2 A2 - ISOLATION DES PAROIS NIVEAU RT2012 avec Bbio -20% et Cep de 48 kWh/m²sRT

PAROIS OPAQUES

- mur extérieur béton isolé par l'extérieur:

béton intérieur 18cm, isolant extérieur de 20cm de panneau polystyrène marque KNAUF type PS15 ($\lambda=0.038\text{W/mK}$ - R isolant=5.26m²k/W), enduit de finition aspect béton.

U de la paroi: 0.18 W/m²K.

- mur extérieur béton à isolation intégrée (procédé GBE ou équivalent) au RDC du A2:

béton intérieur 18cm, isolant extérieur de 18cm de panneau polystyrène graphité de marque KNAUF type XTHERM ITEX + ou équivalent ($\lambda=0.031\text{W/mK}$ - R isolant=3.23m²k/W), béton extérieur 8cm, enduit de finition.

U de la paroi: 0.28 W/m²K.

- mur extérieur isolé par l'extérieur avec bardage:

béton 18cm, isolant extérieur de **12cm** de laine de verre de marque ISOVER type ISOFACADE 32R ou équivalent ($\lambda=0.032\text{W/mK}$ - R isolant=3.13m²k/W), lame d'air de 1cm, finition bardage avec panneaux bois composés de 3 plis croisés de bois massif.

U de la paroi: 0.24 W/m²K.

- mur contre ascenseur:

isolant intérieur thermo-acoustique de 8+1+1cm de PSE Th32a de marque PLACO type DOUBLISSIMO ou équivalent ($\lambda=0.032\text{W/mK}$ - R isolant=2.50m²k/W), mur en béton de 20cm.

U de la paroi: 0.35 W/m²K.

- mur contre LNC isolé par l'intérieur :

(logements au RDC du bât A2 contre local poubelles, local vélos, rampe accès s-sol et hall du A2 contre le local vélos):

isolant intérieur thermo-acoustique de 12+1+1cm de PSE Th32a de marque PLACO type DOUBLISSIMO ou équivalent ($\lambda=0.032\text{W/mK}$ - R isolant=3.75m²k/W), mur en béton de 20cm.

U de la paroi: 0.24 W/m²K.

- mur contre LNC isolé par l'extérieur:

**(escalier d'accès aux logements du bât A1 contre hall, local vélos, local poubelles et commerce)
(escalier et hall du A2 contre escalier du s-sol et rampe accès s-sol):**

mur en béton de 20cm, isolant intérieur thermo-acoustique de 12+1+1cm de PSE Th32a de marque PLACO type DOUBLISSIMO ou équivalent ($\lambda=.032\text{W/mK}$ - R isolant= $3.75\text{m}^2\text{k/W}$),.

U de la paroi: 0.24 W/m²K.

- terrasses accessibles :

béton 25cm, 14cm de Polyuréthane de marque EFISOL type EFIGREEN DUO ou équivalent ($\lambda=.023\text{W/mK}$ - R isolant= $6.10\text{m}^2\text{k/W}$), étanchéité 2cm.

U de la paroi: 0.16 W/m²K.

- toitures terrasses:

béton 20cm, 14cm de Polyuréthane de marque EFISOL type EFIGREEN DUO ou équivalent ($\lambda=.023\text{W/mK}$ - R isolant= $6.10\text{m}^2\text{k/W}$), étanchéité 2cm.

U de la paroi: 0.16 W/m²K.

- plancher sur Locaux Non Chauffés du RDC et du S-SOL:

6+1cm de chape flottante sur 40mm de laine de roche de marque ISOVER type DOMISOL LR ou équivalent ($\lambda=.036\text{W/mK}$ - R isolant= $1.1\text{ m}^2\text{k/W}$), dalle de 23cm, isolant coupe feu et thermo-acoustique de 14cm de laine de roche rapporté classée M0 de marque ROCKWOOL type ROCKFEU REI 120 RsD ou équivalent ($\lambda=.034\text{W/mK}$ - R isolant= $4.05\text{m}^2\text{k/W}$).

U de la paroi: 0.17 W/m²K.

- plancher sur extérieur avec isolant sous chape (logement du R+1 sur RDC du bâtiment A1):

6+1cm de chape flottante sur 40mm de laine de roche de marque ISOVER type DOMISOL LR ou équivalent ($\lambda=.036\text{W/mK}$ - R isolant= $1.1\text{ m}^2\text{k/W}$), dalle de 23cm, isolant coupe feu et thermo-acoustique de 14cm de laine de roche rapporté classée M0 de marque ROCKWOOL type ROCKFEU REI 120 RsD ou équivalent ($\lambda=.034\text{W/mK}$ - R isolant= $4.05\text{m}^2\text{k/W}$).

U de la paroi: 0.18 W/m²K.

- plancher sur extérieur sans isolant sous chape (logement du R+5 sur R+4 du bâtiment A1):

6+1cm de chape flottante sur isolation phonique type Assour, dalle de 22cm, isolant coupe feu et thermo-acoustique de 14cm de laine de roche rapporté classée M0 de marque ROCKWOOL type ROCKFEU REI 120 RsD ou équivalent ($\lambda=.034\text{W/mK}$ - R isolant= $4.05\text{m}^2\text{k/W}$).

U de la paroi: 0.23 W/m²K.

MENUISERIES**- menuiseries extérieures battantes avec protection mobile type "volet bois coulissant ou Brise Soleil Orientable pour les loggias":**

Menuiserie BOIS posée au droit extérieur du mur avec $U_f=1.5\text{ W/m}^2\text{K}$

Double vitrage 4/16/4 isolant PLANITHERM XN face 3 peu émissif (émissivité $\epsilon \leq 0.05$), **lame d'argon à 90% 16mm minimum**, étanchéité A3 avec $U_g=1.1\text{ W/m}^2\text{K}$.

Fermeture par volet coulissant étanche ou BSO (Delta $R_{vr}=0.165\text{ m}^2\text{K/W}$).

Coffre de BSO constitué d'un panneau bois doublé d'un panneau Premafone 39Db avec $U_c=1.9\text{W/m}^2\text{K}$.

Composition du vitrage:

Une lame de verre claire extérieure de 4mm de marque Saint-Gobain SGG PLANICLEAR.

Un intercalaire en aluminium de 16mm renfermant 90% d'argon.

Une lame de verre intérieure de 4mm de marque Saint-Gobain SGG PLANITHERM XN revêtu d'une couche à faible émissivité en face 3 du complexe (en comptant les faces de l'extérieur vers l'intérieur).

Facteur solaire du vitrage (g): 65%

Transmission lumineuse du vitrage (TL): 82%

Réflexion lumineuse du vitrage (RL): 12%

Caractéristiques de la menuiseries:

Uw : 1.66 W/m²K maxi.

Uj/n : 1.48 W/m²K maxi.

- avec protection mobile:
 Sw (facteur solaire global): 0.12
 TL (Transmission Lumineuse): 0.11

- sans protection mobile:
 Sw (facteur solaire global): 0.47
 TL (Transmission Lumineuse): 0.58

Remarque : les profils mis en œuvre seront prévus pour conserver dans tous les cas, une lame de 16mm, y compris sur les façades possédant éventuellement un classement acoustique.

CONFORT D'ETE

- occultation extérieure par volet extérieurs coulissants ou BSO sur les menuiseries des pièces principales.

- **porte palières courantes** (ouvrantes sur un local compris dans le volume chauffé):

U de la paroi: 2.40 W/m²K maxi.

TRAITEMENT DES PONTS THERMIQUES

- Poutres isolées 3 faces par 5 cm de laine minérale projetée certifiée ACERMI type ISOTHERM EURISOL, ($\lambda=0.041\text{W/mK}$ – R isolant= $1.22\text{m}^2\text{k/W}$).

- Poutres donnant sur garage fermée ou sur mur séparatif des garages en agglos, isolées 2 faces par 5 cm de laine minérale projetée certifiée ACERMI type ISOTHERM EURISOL, ($\lambda=0.041\text{W/mK}$ – R isolant= $1.22\text{m}^2\text{k/W}$).

- Recouvrement des abouts de dalle intermédiaires par l'isolant extérieur en complexe double paroi béton.

- Les balcons sont entièrement solidaires de la dalle.

- Refends du sous-sol isolés uniquement par l'isolant sous chape.

- Appuis et encadrements des menuiseries prévus non isolés avec pose des menuiseries au droit extérieur du mur béton.

- Traitement des seuils de porte donnant sur terrasses étanchées et pieds de façade coté terrasse par 8cm de laine de roche surfacée avec support d'étanchéité soudable de marque ISOVER type IXXO ($\lambda=0.039\text{W/mK}$ R isolant= $2.05\text{m}^2\text{k/W}$).

- Acrotères de toiture terrasse désolidarisés par lumières horizontales avec 8cm d'isolant laine de roche incompressible ($\lambda=0.039\text{W/mK}$ – R isolant= $2.05\text{m}^2\text{k/W}$), dans le prolongement de l'isolant en terrasse, (proportion de vide pour rupture = 70%).

- Edicule d'ascenseur isolé par 4 cm de laine de roche surfacée avec support d'étanchéité soudable de marque ISOVER type IXXO ($\lambda=0.039\text{W/mK}$ – R isolant= $1.03\text{m}^2\text{k/W}$).

BATIMENTS B1 B2 B3 - ISOLATION DES PAROIS NIVEAU RT2012 avec BBio -20% et Cep de 48 kWh/m²sRT

PAROIS OPAQUES

- **mur extérieur béton à isolation intégrée (procédé GBE ou équivalent):**

béton intérieur 18cm, isolant extérieur de 18cm de panneau polystyrène graphité de marque KNAUF type XTHERM ITEX + ou équivalent ($\lambda=0.031\text{W/mK}$ - R isolant= $5.80\text{m}^2\text{k/W}$), béton extérieur 8cm, enduit de finition.

U de la paroi: 0.16 W/m²K.

- **mur contre ascenseur:**

isolant intérieur thermo-acoustique de 8+1+1cm de PSE Th32a de marque PLACO type DOUBLISSIMO ou équivalent ($\lambda=0.032\text{W/mK}$ - R isolant= $2.50\text{m}^2\text{k/W}$), mur en béton de 20cm.

U de la paroi: 0.35 W/m²K.

- **mur contre LNC isolé par l'intérieur :**

(logements au RDC du bât B3 contre local poubelles, local vélos, rampe accès s-sol et hall du B3 contre le local vélos):

isolant intérieur thermo-acoustique de 12+1+1cm de PSE Th32a de marque PLACO type DOUBLISSIMO ou équivalent ($\lambda=0.032\text{W/mK}$ - R isolant= $3.75\text{m}^2\text{k/W}$), mur en béton de 20cm.

U de la paroi: 0.24 W/m²K.

- mur contre LNC isolé par l'extérieur:

**(escalier d'accès aux logements du bât B2 contre hall, local vélos, local poubelles et commerce)
(escalier et hall du B3 contre escalier du s-sol et rampe accès s-sol):**

mur en béton de 20cm, isolant intérieur thermo-acoustique de 12+1+1cm de PSE Th32a de marque PLACO type DOUBLISSIMO ou équivalent ($\lambda=0.032\text{W/mK}$ - R isolant= $3.75\text{m}^2\text{k/W}$),.

U de la paroi: 0.24 W/m²K.

- terrasses accessibles :

béton 25cm, 14cm de Polyuréthane de marque EFISOL type EFIGREEN DUO ou équivalent ($\lambda=0.023\text{W/mK}$ - R isolant= $6.10\text{m}^2\text{k/W}$), étanchéité 2cm.

U de la paroi: 0.16 W/m²K.

- toitures terrasses:

béton 20cm, 14cm de Polyuréthane de marque EFISOL type EFIGREEN DUO ou équivalent ($\lambda=0.023\text{W/mK}$ - R isolant= $6.10\text{m}^2\text{k/W}$), étanchéité 2cm.

U de la paroi: 0.16 W/m²K.

- plancher sur sous-sol:

6+1cm de chape flottante sur 40mm de laine de roche de marque ISOVER type DOMISOL LR ou équivalent ($\lambda=0.036\text{W/mK}$ - R isolant= $1.1\text{m}^2\text{k/W}$), dalle de 23cm, isolant coupe feu et thermo-acoustique de 14cm de laine de roche rapporté classée M0 de marque ROCKWOOL type ROCKFEU REI 120 RsD ou équivalent ($\lambda=0.034\text{W/mK}$ - R isolant= $4.05\text{m}^2\text{k/W}$).

U de la paroi: 0.17 W/m²K.

- plancher sur Locaux Non Chauffés du RDC:

6+1cm de chape flottante, dalle de 20cm, isolant coupe feu et thermo-acoustique de 14cm de laine de roche rapporté classée M0 de marque ROCKWOOL type ROCKFEU REI 120 RsD ou équivalent ($\lambda=0.034\text{W/mK}$ - R isolant= $4.05\text{m}^2\text{k/W}$).

U de la paroi: 0.22 W/m²K.

MENUISERIES**- menuiseries extérieures battantes avec protection mobile type " Brise Soleil Orientable":**

Menuiserie BOIS posée au droit extérieur du mur avec $U_f=1.5\text{W/m}^2\text{K}$

Double vitrage 4/16/4 isolant PLANITHERM XN face 3 peu émissif (émissivité $\epsilon \leq 0.05$), **lame d'argon à 90% 16mm minimum**, étanchéité A3 avec $U_g=1.1\text{W/m}^2\text{K}$.

Fermeture par BSO (Delta Rvr= $0.165\text{m}^2\text{K/W}$).

Composition du vitrage:

Une lame de verre claire extérieure de 4mm de marque Saint-Gobain SGG PLANICLEAR.

Un intercalaire en aluminium de 16mm renfermant 90% d'argon.

Une lame de verre intérieure de 4mm de marque Saint-Gobain SGG PLANITHERM XN revêtu d'une couche à faible émissivité en face 3 du complexe (en comptant les faces de l'extérieur vers l'intérieur).

Facteur solaire du vitrage (g): 65%

Transmission lumineuse du vitrage (TL): 82%

Réflexion lumineuse du vitrage (RL): 12%

Caractéristiques de la menuiseries:

Uw : 1.66 W/m²K maxi.

Uj/n : 1.48 W/m²K maxi.

- avec protection mobile:

Sw (facteur solaire global): 0.12

TL (Transmission Lumineuse): 0.11

- sans protection mobile:

Sw (facteur solaire global): 0.47

TL (Transmission Lumineuse): 0.58

Remarque : les profils mis en œuvre seront prévus pour conserver dans tous les cas, une lame de 16mm, y compris sur les façades possédant un classement acoustique.

CONFORT D'ETE

- occultation extérieure par Brise Soleil Orientable sur les menuiseries des pièces principales.

- **porte palières courantes** (ouvrantes sur un local compris dans le volume chauffé):

U de la paroi: 2.40 W/m²K maxi.

TRAITEMENT DES PONTS THERMIQUES

- Poutres isolées 3 faces par 5 cm de laine minérale projetée certifiée ACERMI type ISOTHERM EURISOL, ($\lambda=.041\text{W/mK} - R \text{ isolant}=1.22\text{m}^2\text{k/W}$).

- Poutres donnant sur garage fermée ou sur mur séparatif des garages en agglos, isolées 2 faces par 5 cm de laine minérale projetée certifiée ACERMI type ISOTHERM EURISOL, ($\lambda=.041\text{W/mK} - R \text{ isolant}=1.22\text{m}^2\text{k/W}$).

- Recouvrement des abouts de dalle intermédiaires par l'isolant extérieur en complexe double paroi béton.

- Les balcons sont entièrement solidaires de la dalle.

- Refends du sous-sol isolés uniquement par l'isolant sous chape.

- Appuis et encadrements des menuiseries prévus non isolés avec pose des menuiseries au droit extérieur du mur béton.

- Traitement des seuils de porte donnant sur terrasses étanchées et pieds de façade coté terrasse par 8cm de laine de roche surfacée avec support d'étanchéité soudable de marque ISOVER type IXXO ($\lambda=.039\text{W/mK} - R \text{ isolant}=2.05\text{m}^2\text{k/W}$).

- Acrotères de toiture terrasse désolidarisés par lumières horizontales avec 8cm d'isolant laine de roche incompressible ($\lambda=.039\text{W/mK} - R \text{ isolant}=2.05\text{m}^2\text{k/W}$), dans le prolongement de l'isolant en terrasse, (proportion de vide pour rupture = 70%).

- Edicule d'ascenseur isolé par 4 cm de laine de roche surfacée avec support d'étanchéité soudable de marque ISOVER type IXXO ($\lambda=.039\text{W/mK} - R \text{ isolant}=1.03\text{m}^2\text{k/W}$).

- menuiseries posées au droit du mur extérieur.

BATIMENT C1 - ISOLATION DES PAROIS NIVEAU RT2012 avec BBio -20% et Cep de 48 kWh/m²Srt –

PAROIS OPAQUES C1

- **mur extérieur à ossature bois (mur de façade courant):**

cloison intérieure demi-stil avec 2 plaque de BA13 + 6cm de laine de verre type GR32 ($\lambda=.032\text{W/mK} - R \text{ isolant}=1.88\text{m}^2\text{k/W}$), pare vapeur, ossature bois de 165mm avec 160mm de laine de verre ISOVER type ISOMOB 35 R ($\lambda=.035\text{W/mK} - R \text{ isolant}=4.55\text{m}^2\text{k/W}$), panneau OSB, vêtiture ventilée sur chevrons.

U de la paroi: 0.15 W/m²K.

- **mur extérieur béton isolé par l'extérieur (façades du RDC, fonds de loggias, attiques):**

béton 18cm, isolant 16cm de polystyrène STO type Poly RT+ ou équivalent ($\lambda=.032\text{W/mK} - R \text{ isolant}=5.00\text{m}^2\text{k/W}$), enduit de finition.

U de la paroi: 0.19 W/m²K.

- **mur contre ascenseur:**

isolant 8+1+1cm de PSE Th32a thermo-acoustique type PLACO Doublissimo ou équivalent ($\lambda=.032\text{W/mK} - R \text{ isolant}=2.5\text{m}^2\text{k/W}$), mur béton de 20cm.

U de la paroi: 0.35 W/m²K.

- **mur contre local vmc:**

isolant 10+1+1cm de PSE Th32a thermo-acoustique type Doublissimo ou équivalent ($\lambda=.032\text{W/mK} - R \text{ isolant}=3.15\text{m}^2\text{k/W}$), mur béton de 20cm.

U de la paroi: 0.29 W/m²K.

- murs du logement et des volumes compris dans le volume chauffé au RDC contre local non chauffé (contre local vélos, local entretien, commerce, sas):

béton de 20cm, isolant thermo-acoustique type Doublissimo de 12+1+1cm de PSE Th32 ($\lambda=0.032\text{W/mK}$ - R isolant= $3.75\text{m}^2\text{k/W}$), plaque de plâtre type BA13.

U de la paroi: 0.24 W/m²K.

- terrasses accessibles et toitures terrasse :

béton 20cm, 14cm de Polyuréthane Efigreen Duo ($\lambda=0.024\text{W/mK}$ - R isolant= $5.83\text{m}^2\text{k/W}$), étanchéité 2cm.

U de la paroi: 0.16 W/m²K.

- plancher sur locaux non chauffés du RDC et du sous-sol:

6+1cm de chape flottante sur 40mm de Domisol LR thermo-acoustique ($\lambda=0.036\text{W/mK}$ - R isolant= $1.11\text{m}^2\text{k/W}$), dalle de 23cm, 14cm thermo-acoustique type ROCKWOOL ROCKFEU (R= $3.95\text{m}^2\text{k/W}$) en pose rapportée.

U de la paroi: 0.18 W/m²K.

MENUISERIES C1

- menuiseries extérieures battantes avec protection mobile type " Brise Soleil Orientable":

Menuiserie BOIS posée au nu intérieur du mur avec $U_f=1.5\text{ W/m}^2\text{K}$

Double vitrage 4/16/4 isolant PLANITHERM XN face 3 peu émissif (émissivité $\epsilon \leq 0.05$), **lame d'argon à 90% 16mm minimum**, étanchéité A3 avec $U_g=1.1\text{ W/m}^2\text{K}$.

Fermeture par BSO (Delta Rvr= $0.165\text{ m}^2\text{K/W}$).

Composition du vitrage:

Une lame de verre claire extérieure de 4mm de marque Saint-Gobain SGG PLANICLEAR.

Un intercalaire en aluminium de 16mm renfermant 90% d'argon.

Une lame de verre intérieure de 4mm de marque Saint-Gobain SGG PLANITHERM XN revêtu d'une couche à faible émissivité en face 3 du complexe (en comptant les faces de l'extérieur vers l'intérieur).

Facteur solaire du vitrage (g): 65%

Transmission lumineuse du vitrage (TL): 82%

Réflexion lumineuse du vitrage (RL): 12%

Caractéristiques de la menuiseries:

Uw : 1.66 W/m²K maxi.

Uj/n : 1.48 W/m²K maxi.

- avec protection mobile:

Sw (facteur solaire global): 0.12

TL (Transmission Lumineuse): 0.11

- sans protection mobile:

Sw (facteur solaire global): 0.47

TL (Transmission Lumineuse): 0.58

Remarque : les profils mis en œuvre seront prévus pour conserver dans tous les cas, une lame de 16mm, y compris sur les façades possédant un classement acoustique.

CONFORT D'ETE

- occultation extérieure par Brise Soleil Orientable sur les menuiseries des pièces principales.

- porte palières courantes (ouvrantes sur un local compris dans le volume chauffé):

U de la paroi: 2.40 W/m²K maxi.

TRAITEMENT DES PONTS THERMIQUES C1

- Acrotères de toiture terrasse accessibles ou non accessibles avec ruptures de pont thermique par lumières horizontales avec 8cm de laine de roche incompressibles (70% de désolidarisation).

- Recouvrement des abouts de dalles intermédiaires par l'ossature bois.
- Poutres isolées 3 faces par 5 cm de laine minérale projetée certifiée ACERMI type Protec Thermique's. ($\lambda=0.043\text{W/mK}$ – R isolant= $1.16\text{m}^2\text{k/W}$).
- Refends du sous-sol isolés uniquement par l'isolant sous chape.
- Balcons solidaires de la dalle
- Appuis et encadrements des menuiseries isolés par 4cm de polystyrène (R isolant $>1.00\text{m}^2\text{k/W}$) dans le cas des menuiseries au nu intérieur béton (cas des murs béton isolés par l'extérieur).

BATIMENT C1i - ISOLATION DES PAROIS NIVEAU RT2012 avec BBio -20% et Cep de 48 kWh/m²Srt

PAROIS OPAQUES C1i

- mur extérieur béton à isolation intégrée (procédé GBE ou équivalent):

béton intérieur 18cm, isolant extérieur de 18cm de panneau polystyrène graphité de marque KNAUF type XOTHERM ITEX + ou équivalent ($\lambda=0.031\text{W/mK}$ - R isolant= $5.80\text{m}^2\text{k/W}$), béton extérieur 8cm, enduit de finition.

U de la paroi: 0.16 W/m²K.

- mur contre local technique:

isolant intérieur thermo-acoustique de 10+1+1cm de PSE Th32a de marque PLACO type DOUBLISSIMO ou équivalent ($\lambda=0.032\text{W/mK}$ - R isolant= $3.125\text{m}^2\text{k/W}$), mur en béton de 20cm ou cloison SAD de 180mm

U de la paroi: 0.29 W/m²K.

- terrasses accessibles :

béton 23cm, 14cm de Polyuréthane de marque EFISOL type EFIGREEN DUO ou équivalent ($\lambda=0.023\text{W/mK}$ - R isolant= $6.10\text{m}^2\text{k/W}$), étanchéité 2cm.

U de la paroi: 0.16 W/m²K.

- toitures terrasses:

béton 23cm, 14cm de Polyuréthane de marque EFISOL type EFIGREEN DUO ou équivalent ($\lambda=0.024\text{W/mK}$ - R isolant= $5.83\text{m}^2\text{k/W}$), étanchéité 2cm.

U de la paroi: 0.16 W/m²K.

- plancher sur sous-sol:

6+1cm de chape flottante sur 40mm de laine de roche de marque ISOVER type DOMISOL LR ou équivalent ($\lambda=0.036\text{W/mK}$ - R isolant= $1.1\text{m}^2\text{k/W}$), dalle de 23cm, isolant coupe-feu et thermo-acoustique de 14cm de laine minérale projetée certifiée ACERMI de marque EURISOL type ISOTHERM ou équivalent ($\lambda=0.041\text{W/mK}$ – R isolant= $3.41\text{m}^2\text{k/W}$).

U de la paroi: 0.20 W/m²K.

- plancher sur locaux techniques du RDC:

6+1cm de chape, dalle de 20cm, isolant coupe feu et thermo-acoustique de 14cm de laine de roche rapporté classée M0 de marque ROCKWOOL type ROCKFEU REI 120 RsD ou équivalent ($\lambda=0.034\text{W/mK}$ – R isolant= $4.05\text{m}^2\text{k/W}$).

U de la paroi: 0.22 W/m²K.

MENUISERIES C1i

- menuiseries extérieures battantes avec protection mobile type " Brise Soleil Orientable au R+2 et R+3 duplex", "Volet roulant en RDC et R+1 côté jardin" et "volet bois sur coursives du R+1":

Menuiserie BOIS posée au droit extérieur du mur avec $U_f=1.5\text{W/m}^2\text{K}$

Double vitrage 4/16/4 isolant PLANITHERM XN face 3 peu émissif (émissivité $\epsilon \leq 0.05$), **lame d'argon à 90% 16mm minimum**, étanchéité A3 avec $U_g=1.1\text{W/m}^2\text{K}$.

Fermeture par BSO (Delta Rvr= $0.165\text{m}^2\text{K/W}$).

Composition du vitrage:

Une lame de verre claire extérieure de 4mm de marque Saint-Gobain SGG PLANICLEAR.

Un intercalaire en aluminium de 16mm renfermant 90% d'argon.

Une lame de verre intérieure de 4mm de marque Saint-Gobain SGG PLANITHERM XN revêtu d'une couche à faible émissivité en face 3 du complexe (en comptant les faces de l'extérieur vers l'intérieur).

| | |
|---|-----|
| Facteur solaire du vitrage (g): | 65% |
| Transmission lumineuse du vitrage (TL): | 82% |
| Réflexion lumineuse du vitrage (RL): | 12% |

Caractéristiques de la menuiseries:

| | |
|---------------|------------------------------------|
| Uw : | 1.66 W/m²K maxi. |
| Uj/n : | 1.48 W/m²K maxi. |

- avec protection mobile:

| | |
|------------------------------|------|
| Sw (facteur solaire global): | 0.12 |
| TL (Transmission Lumineuse): | 0.11 |

- sans protection mobile:

| | |
|------------------------------|------|
| Sw (facteur solaire global): | 0.47 |
| TL (Transmission Lumineuse): | 0.58 |

Remarque : les profils mis en œuvre seront prévus pour conserver dans tous les cas, une lame de 16mm, y compris sur les façades possédant un classement acoustique.

CONFORT D'ETE

- occultation extérieure par Brise Soleil Orientable, volet roulant ou volet sur les menuiseries des pièces principales suivant les cas. protection par balcons, casquettes et panneaux coulissants suivant les plans de l'Architecte.

- porte palière isolante des logements sur coursive extérieure:

U de la paroi: 1.9 W/m²K maxi. avec AT.

TRAITEMENT DES PONTS THERMIQUES C1i

- Poutres isolées 3 faces par 5 cm de laine minérale projetée certifiée ACERMI type ISOTHERM EURISOL, ($\lambda=0.041\text{W/mK}$ – R isolant=1.22m²k/W).
- Recouvrement des abouts de dalle intermédiaires par l'isolant extérieur en complexe double paroi béton.
- Les balcons sont entièrement solidaires de la dalle.
- Refends du sous-sol isolés uniquement par l'isolant sous chape.
- Appuis et encadrements des menuiseries prévus non isolés avec pose des menuiseries au droit extérieur du mur béton.
- Traitement des seuils de porte donnant sur terrasses étanchées et pieds de façade coté terrasse par 8cm de laine de roche surfacée avec support d'étanchéité soudable de marque ISOVER type IXXO ($\lambda=0.039\text{W/mK}$ R isolant=2.05m²k/W).
- Acrotères de toiture terrasse désolidarisés par lumières horizontales avec 8cm d'isolant laine de roche incompressible ($\lambda=0.039\text{W/mK}$ – R isolant=2.05m²k/W), dans le prolongement de l'isolant en terrasse, (proportion de vide pour rupture = 70%).
- menuiseries posées au droit du mur extérieur.

2.2. CARACTERISATION DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION ENERGETIQUE ET DEFINITION DES BESOINS

Le projet possède de fortes contraintes d'urbanisme, du fait de la proximité du site de la Bastille et de la Casa Maures classée monument historique, il nous est interdit de placer des éléments techniques sur la toiture. De fait cela élimine les solutions de pompe à chaleur air/eau. Les solutions solaires thermiques ou photovoltaïques ne sont également pas retenues pour cette raison, mais aussi par la présence du masque formé par le massif de la Chartreuse. L'exploitation de la nappe permet de résoudre toutes ces contraintes par l'intégration de la production de chaleur à l'intérieur des bâtiments sans impact visuel.

Les 2 solutions retenues pour cette étude sont les suivantes:

- SOLUTION DE BASE RT 2012: chauffage collectif gaz naturel à condensation assurant 100% des besoins
- SOLUTION ETUDIEE RT 2012 -20% - chauffage géothermique sur eau de nappe.

La solution géothermique est réalisée sur la base du rapport d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques Etude de faisabilité d'Octobre 2016 (Rapport n°86444/A) réalisé par le bureau d'étude Antéa.

Pour la première tranche, il a été retenu une solution PAC électrique pour des raisons économiques. Pour les tranches suivantes afin de limiter le volume prélevé sur la nappe en conformité avec l'étude de faisabilité d'Antéa, il a été retenu une solution PAC gaz, qui à performance équivalente en énergie primaire permet de réduire fortement la quantité d'eau prélevé sur la nappe et de se tenir en dessous du seuil maximum de prélèvement.

INSTALLATION DE PRODUCTION PREVUE EN BASE

- chaudière gaz naturelle de posée en local chaufferie de chaque bâtiment
- alimentation gaz depuis coffret de détente et de comptage du distributeur
- cheminée, VH, raccord pompier (ZAG pour chaufferie en sous-sol)
- alimentation électrique de la chaufferie depuis attente de l'électricien, armoire de protection et câblage des circuits
- équipement de la chaufferie avec remplissage, circuit ECS, circuit radiateurs, régulations, pompes et accessoires
- distribution chauffage calorifugée en chaufferie
- production d'eau chaude collective avec préparateur ECS isolé, mitigeur général
- distribution chauffage calorifugée avec collecteurs en faux-plafond du sous-sol et colonnes calorifugées en gaine palière ou GTL suivant les cas
- alimentation de type chauffage collectif avec emplacement pour comptage d'énergie individuel en gaine palière ou gaine logement suivant les cas
- alimentation des radiateurs de type hydrocablée encastrée en dalle
- distribution bitube des radiateurs Pe encastré avec barrière d'oxygène, nourrices de distribution
- radiateurs panneaux acier moyenne température habillés avec robinets thermostatiques dans toutes les pièces
- équilibrage électronique avec mesure des débits dans chaque colonne chauffage et sur chaque retour d'appartement.

INSTALLATION DE PRODUCTION AVEC POMPES A CHALEUR SUR EAU DE NAPPE

BATIMENT A1 A2 - CHAUFFAGE COLLECTIF ECS GEOTHERMIQUE – PAC ELEC

- équipements de chaque puits d'aspiration avec pompe, crépine, alimentation électrique, coffret de protection, vannes (puits au lot foreur)
- liaison aspiration dans la tranchée du VRD jusqu'à chaque local technique pompe à chaleur
- liaison du rejet dans la tranchée du VRD depuis chaque local technique pompe à chaleur vers le puits de rejet (puits de rejet au lot foreur)
- ensembles de pompes à chaleur géothermiques avec échangeur sur eau de nappe
- ventilation haute, extraction mécanique sur détection de R410, commandes manuelles, signalétique réglementaire
- pompes de circulation et accessoires
- soupapes, expansion et remplissage avec pot d'introduction de traitements
- production d'eau chaude collective en chaufferie avec préparateur à échangeur indépendant
- sous-compteur général du circuit chauffage
- distribution chauffage calorifugée avec collecteurs en plafond du sous-sol
- colonnes montantes chauffage en gaine palière ou gaine technique de logement
- alimentation de type chauffage collectif avec attentes pour comptage d'énergie en gaines palières (comptage RT2012 prévu au lot électricité, sous-compteurs individuels chauffage à la charge de la copropriété ou répartition et diffusion des consommations individuelles par le bailleur pour le A1)
- liaisons bitube à la nourrice
- alimentation des radiateurs de type hydrocablée encastrée en dalle
- distribution bitube des radiateurs Pe encastré avec barrière d'oxygène, nourrices de distribution
- radiateurs panneaux acier basse température à robinetterie hydrocablée
- sèche serviettes à eau chaude dans les salles de bains
- robinets thermostatiques certifiés avec variation temporelle inférieure ou égale à 0.22
- équilibrage électronique avec mesure des débits dans chaque colonne chauffage et sur chaque retour d'appartement.

BATIMENTS B1 B2 B3 C1-C1i C2-C2i CHAUFFAGE COLLECTIF ECS GEOTHERMIQUE – PAC GAZ

- alimentation gaz depuis armoire de détente et de comptage de chaque bâtiment fournie par GEG et liaison vers chaque local pompe à chaleur au sous-sol
- raccordement gaz de chaque chaufferie avec coupure extérieure
- raccord de désenfumage pompier (ZAG) en façade du RDC pour chaque chaufferie
- équipements des puits d'aspiration avec pompe, crépine, alimentation électrique, régulation à delta T constant, coffret de protection, vannes (puits au lot foreur)
- liaison aspiration dans la tranchée du VRD jusqu'à chaque local technique pompe à chaleur
- attente Pe en façade du bâtiment pour liaison du refoulement (liaison refoulement enterrée vers le réseau Exhaure au lot vrd)
- ensembles de pompes à chaleur géothermiques à absorption avec échangeur sur eau de nappe
- chaudière d'appoint étanche à condensation
- cheminées, ventilation haute, extraction mécanique sur détection d'ammoniaque avec 2 sondes, canalisation d'évacuation des soupapes d'ammoniaque du circuit frigorifique, signalétique réglementaire
- pompes de circulation et accessoires
- soupapes, expansion et remplissage avec pot d'introduction de traitements
- production d'eau chaude collective en chaufferie avec préparateur à échangeur indépendant
- sous-compteur général du circuit chauffage
- distribution chauffage calorifugée avec collecteurs en plafond du sous-sol
- colonnes montantes chauffage en gaine palière ou gaine technique de logement
- alimentation de type chauffage collectif avec attentes pour comptage d'énergie en gaines palières (comptage RT2012 prévu au lot électricité, sous-compteurs individuels chauffage à la charge de la copropriété)
- liaisons bitube à la nourrice
- alimentation des radiateurs de type hydrocablée encastrée en dalle
- distribution bitube des radiateurs Pe encastré avec barrière d'oxygène, nourrices de distribution
- radiateurs panneaux acier basse température à robinetterie hydrocablée
- sèche serviettes à eau chaude dans les salles de bains
- robinets thermostatiques certifiés avec variation temporelle inférieure ou égale à 0.22
- équilibrage électronique avec mesure des débits dans chaque colonne chauffage et sur chaque retour d'appartement.

2.3. DEFINITION DES BESOINS ET CALCUL DES CONSOMMATIONS DES 2 SOLUTIONS**PRIX DES ENERGIES** (prix moyens abonnement compris – mis à jour en juin 2018)

| | | |
|---|-------|-----------|
| Prix du kWh électrique moyen double tarif | 13.82 | cts € TTC |
| Prix du kWh PCS gaz naturel | 0.775 | cts € TTC |

Les consommations sont basées sur les résultats de calculs des consommations conventionnelles de la RT hors éclairage.

RESULTATS SOLUTION GAZ NIVEAU RT2012

| BATIMENT | Conso CH kWhEF | Conso ECS kWhEF | Conso GAZ kWhEF | Cout GAZ Euros TTC | Conso ELEC kWhEF | Cout Elec Euros TTC | Total GES Kg/an | Apport ENR kWh EF/an |
|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|--------------------|----------------------------|
| A1 | 93898 | 84955 | 178853 | 13861 | 4065 | 562 | 23685 | 0 |
| A2 | 109314 | 98903 | 208217 | 16137 | 4732 | 654 | 28709 | 0 |
| B1 | 93115 | 84247 | 177362 | 13746 | 4031 | 557 | 27142 | 0 |
| B2 | 74321 | 67243 | 141563 | 10971 | 3217 | 445 | 17781 | 0 |
| B3 | 66036 | 59747 | 125783 | 9748 | 2859 | 395 | 18486 | 0 |
| C1 | 78472 | 70998 | 149470 | 11584 | 3397 | 469 | 18389 | 0 |
| C1i | 26393 | 23879 | 50272 | 3896 | 1143 | 158 | 8173 | 0 |
| C2 | 2769 | 86800 | 89568 | 6942 | 4153 | 574 | 27826 | 0 |
| C2i | 26393 | 23879 | 50272 | 3896 | 1143 | 158 | 8173 | 0 |
| TOTAUX | 570710 | 600651 | 1171361 | 90780 | 28739 | 3972 | 178364 | 0 |

Montant total P1 – Solution de base 94 752.00 € TTC/an

RESULTATS SOLUTION GEOTHERMIQUE ELECTRIQUE POUR A1 A2 ET GAZ POUR LES AUTRES NIVEAU RT2012 -20%

| BATIMENT | Conso CH kWhEF | Conso ECS kWhEF | Conso GAZ kWhEF | Cout GAZ Euros TTC | Conso ELEC kWhEF | Cout Elec Euros TTC | Total GES Kg/an | Apport ENR kWh EF/an |
|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|--------------------|----------------------------|
| A1 | 13761 | 28779 | - | - | 45586 | 6300 | 4200 | 57341 |
| A2 | 16263 | 30936 | - | - | 50868 | 7030 | 4858 | 76504 |
| B1 | 52940 | 57777 | 110717 | 8581 | 2709 | 374 | 20477 | 33591 |
| B2 | 34747 | 46544 | 81292 | 6300 | 2246 | 310 | 13449 | 18446 |
| B3 | 42118 | 42690 | 84808 | 6573 | 1995 | 276 | 14370 | 19249 |
| C1 | 32385 | 43029 | 75415 | 5845 | 2808 | 388 | 13928 | 21741 |
| C1i | 19423 | 14777 | 34200 | 2651 | 1210 | 167 | 6444 | 10968 |
| C2 | 2769 | 59251 | 62020 | 4807 | 2807 | 388 | 20599 | 34886 |
| C2i | 19423 | 14777 | 34200 | 2651 | 1210 | 167 | 4684 | 10968 |
| TOTAUX | 233830 | 338560 | 482651 | 37405 | 111440 | 15401 | 103010 | 283695 |

Montant total P1 – Solution géothermique 52 806.00 € TTC/an

Avec la solution géothermique:

Le gain annuel est de **41 946.00 € TTC par an** sur le cout des consommations.

Le gain de GES est de **75 354 kg de Co2 par an**.

La solution géothermique permet d'obtenir la performance visée tout en apportant un gain sur le cout des énergies et un moindre impact environnemental.

2.4. INVESTISSEMENTS**MONTANTS D'INVESTISSEMENTS – PART DE LA PRODUCTION THERMIQUE**

| Postes d'investissement – Solution RT2012 Gaz | | Coûts totaux € HT | Coûts totaux € TTC |
|---|---------------------------------|-------------------|--------------------|
| Production thermique | Bâtiment, Génie civil | 154 000 | - |
| | Chaudière gaz | 60 900 | - |
| | Alimentation gaz | 5 600 | - |
| | Equipements chaufferie gaz | 38 500 | - |
| | Fumisterie | 18 900 | - |
| | Ingénierie production thermique | 2 500 | - |
| Total investissement solution de base | | 280 400 | 336 480 |

| Postes d'investissement – Solution RT2012 -20% Géothermie | | Coûts totaux € HT | Coûts totaux € TTC |
|---|---|-------------------|--------------------|
| Production thermique | Bâtiment, Génie civil, Puits géothermiques, rejet exhaure | 336 000 | - |
| | Pompes à chaleur | 462 000 | - |
| | Alimentation gaz pour les bâtiments concernés | 4 000 | - |
| | Equipements chaufferies Géothermiques | 141 400 | - |
| | Alimentation électrique pour A1 et A2 | 2 800 | - |
| | Ingénierie production thermique | 6 100 | - |
| Total investissement solution géothermique | | 952 300 | 1 142 760 |

Montant de la plus-value de la solution géothermique : 806 280 € TTC.

COUT D'EXPLOITATION POUR LES 235 LOGEMENTS

| | GAZ TTC | GEOTHERMIE TTC |
|--|----------------|----------------|
| P1 €/an | 94 752 | 52 806 |
| P2 (charges salariales comprises) €/an | 10 000 | 15 100 |
| P3 €/an sur 30 ans | 2 660 | 16 450 |
| TOTAL CHARGES ANNUELLES | 107 412 | 84 356 |

P1 : coût de la fourniture du ou des combustibles

P2 : coût des prestations de conduite, de l'entretien, montant des redevances et frais divers.

P3 : coût de renouvellement des installations.

Le renouvellement des installations comprend les pompes, pompes de puits, PAC et chaudières.

2.5. BILAN ENVIRONNEMENTAL

L'utilisation de la géothermie permettra d'éviter le rejet annuel de **75 354 kg de Co2** dans l'atmosphère.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

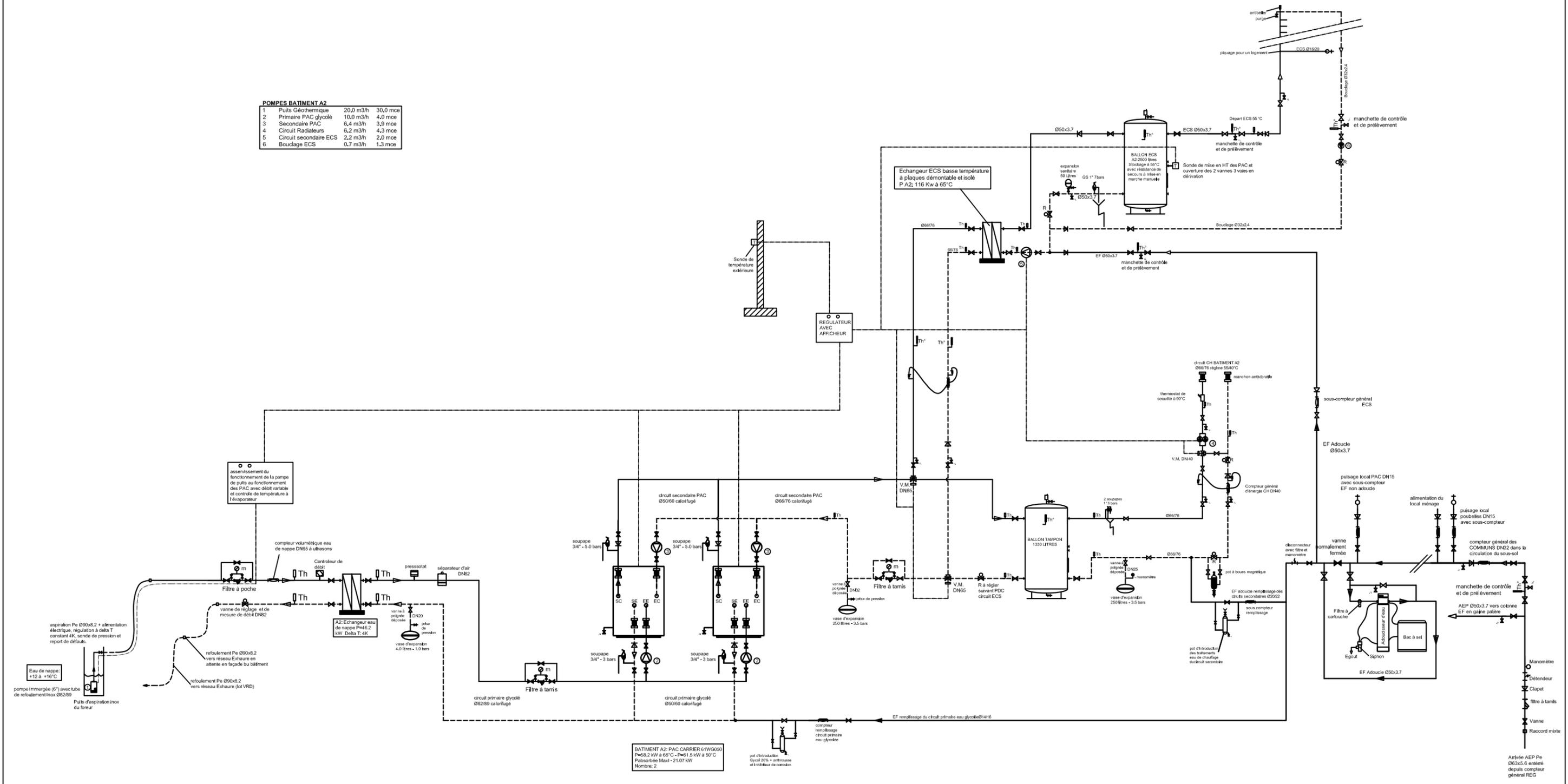
Annexe D

Schémas de principe des pompes à chaleur

(5 pages)

Résidence Esplanade A2 SCHEMA DE PRINCIPE LOCAL POMPES A CHALEUR

| POMPES BATIMENT A2 | | | |
|--------------------|------------------------|-----------|----------|
| 1 | Puits Géothermique | 20,0 m3/h | 30,0 mce |
| 2 | Primaire PAC glycolé | 10,0 m3/h | 4,0 mce |
| 3 | Secondaire PAC | 6,4 m3/h | 3,9 mce |
| 4 | Circuit Radiateurs | 6,2 m3/h | 4,3 mce |
| 5 | Circuit secondaire ECS | 2,2 m3/h | 2,0 mce |
| 6 | Bouclage ECS | 0,7 m3/h | 1,3 mce |

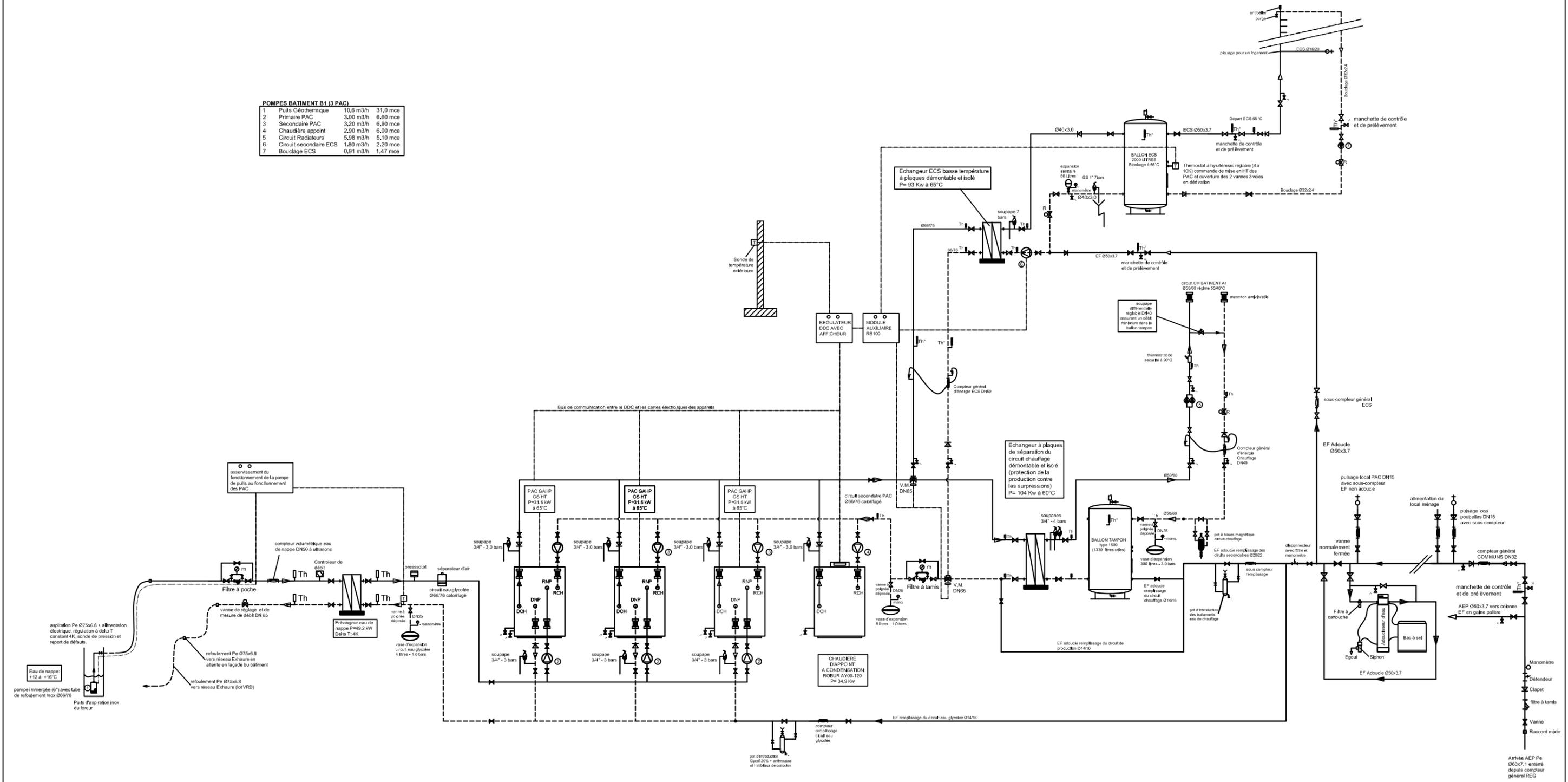


BATIMENT A2- PAC CARRIER 61W0050
 P=58,2 kW à 65°C - P=61,5 kW à 50°C
 Pabsorbée Maxi = 21,07 kW
 Nombre: 2

Manomètre
 Détendeur
 Clapet
 filtre à tamis
 Vanne
 Raccord mixte
 Arrivée AEP Pe Ø63x5,6 entrée depuis compteur général REG

Résidence Esplanade B1 SCHEMA DE PRINCIPE LOCAL POMPES A CHALEUR

| POMPES BATIMENT B1 (3 PAC) | | | |
|----------------------------|------------------------|-----------|----------|
| 1 | Puits Géothermique | 10,6 m3/h | 31,0 mce |
| 2 | Primaire PAC | 3,00 m3/h | 6,60 mce |
| 3 | Secondaire PAC | 3,20 m3/h | 6,90 mce |
| 4 | Chaudière appoint | 2,90 m3/h | 6,00 mce |
| 5 | Circuit Radiateurs | 5,98 m3/h | 5,10 mce |
| 6 | Circuit secondaire ECS | 1,80 m3/h | 2,20 mce |
| 7 | Bouclage ECS | 0,91 m3/h | 1,47 mce |



Manomètre
 Détendeur
 Clapet
 Filtre à tamis
 Vanne
 Raccord mixte
 Arrivée AEP Pe
 063x7.1 entamé
 depuis compteur
 général REG

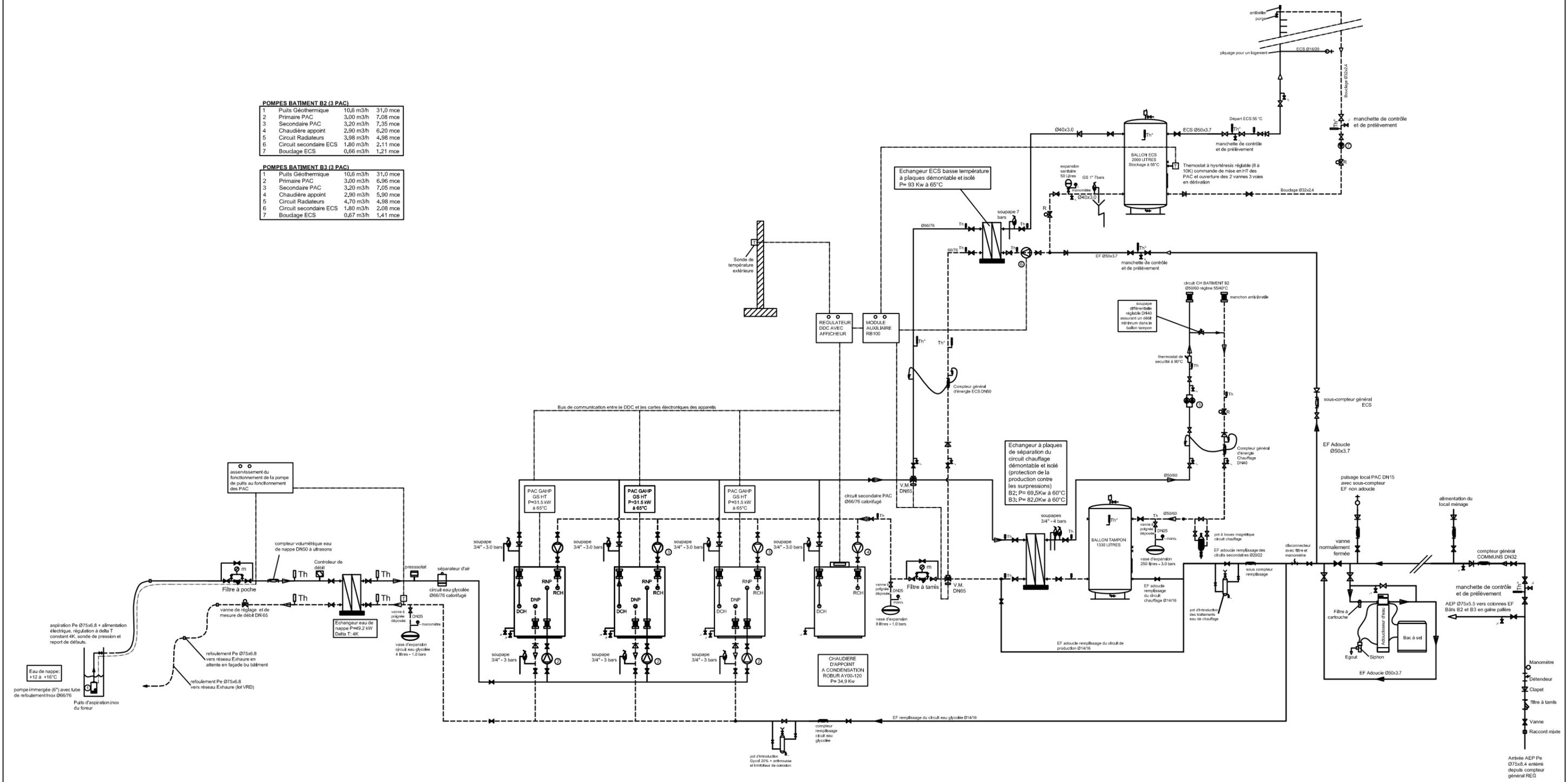
Résidence Esplanade B2 - B3 SCHEMA DE PRINCIPE LOCAL POMPES A CHALEUR

POMPES BATIMENT B2 (3 PAC)

| | | | |
|---|------------------------|-----------|----------|
| 1 | Puits Géothermique | 10,6 m3/h | 31,0 mce |
| 2 | Primaire PAC | 3,00 m3/h | 7,08 mce |
| 3 | Secondaire PAC | 3,20 m3/h | 7,35 mce |
| 4 | Chaudière appoint | 2,90 m3/h | 6,20 mce |
| 5 | Circuit Radiateurs | 3,98 m3/h | 4,98 mce |
| 6 | Circuit secondaire ECS | 1,80 m3/h | 2,11 mce |
| 7 | Boudage ECS | 0,66 m3/h | 1,21 mce |

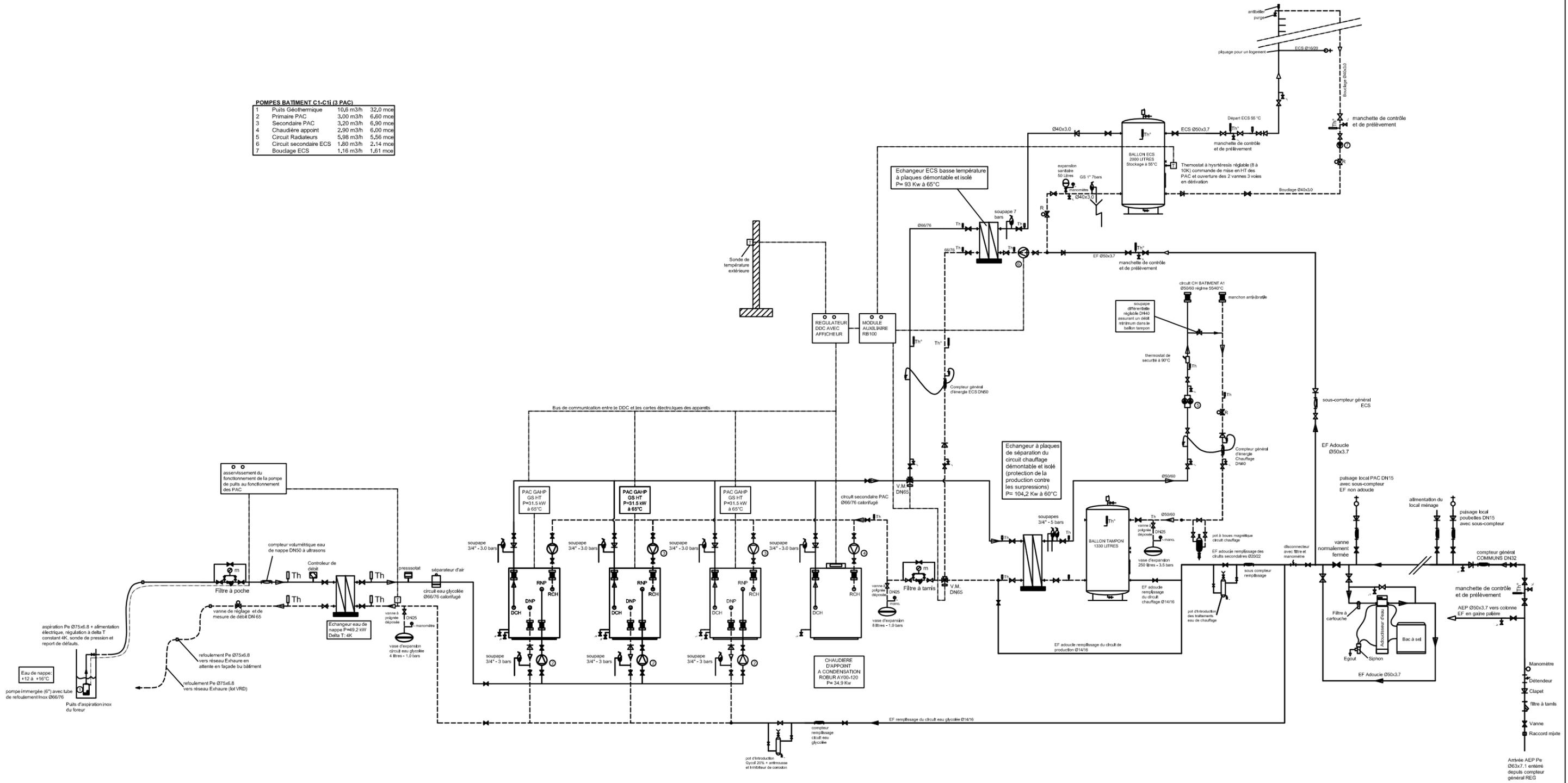
POMPES BATIMENT B3 (3 PAC)

| | | | |
|---|------------------------|-----------|----------|
| 1 | Puits Géothermique | 10,6 m3/h | 31,0 mce |
| 2 | Primaire PAC | 3,00 m3/h | 6,96 mce |
| 3 | Secondaire PAC | 3,20 m3/h | 7,05 mce |
| 4 | Chaudière appoint | 2,90 m3/h | 5,90 mce |
| 5 | Circuit Radiateurs | 4,70 m3/h | 4,98 mce |
| 6 | Circuit secondaire ECS | 1,80 m3/h | 2,08 mce |
| 7 | Boudage ECS | 0,67 m3/h | 1,41 mce |



Résidence Esplanade C1-C1i SCHEMA DE PRINCIPE LOCAL POMPES A CHALEUR

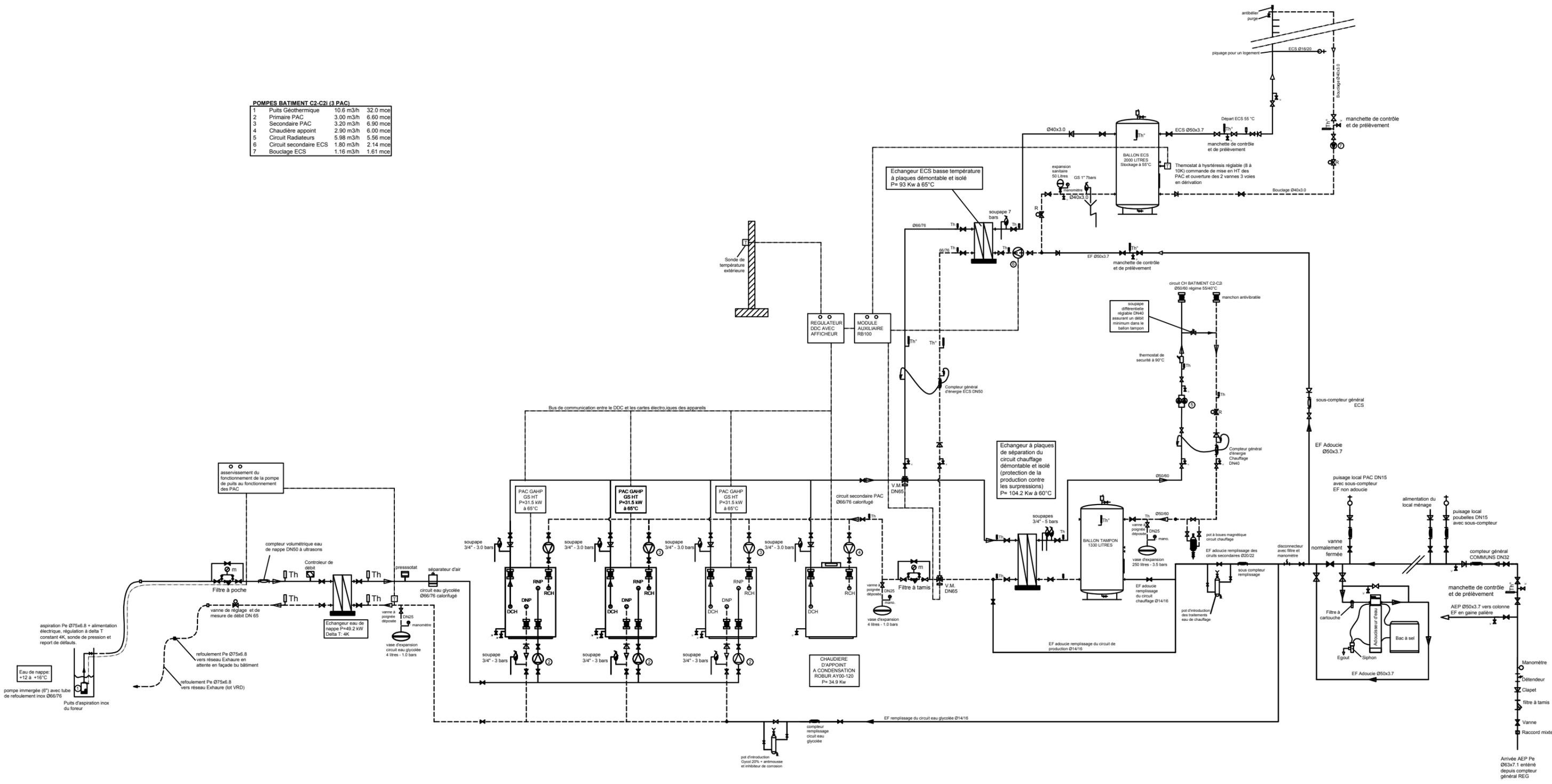
| POMPES BATIMENT C1-C1i (3 PAC) | | | |
|--------------------------------|------------------------|-----------|----------|
| 1 | Puits Géothermique | 10,6 m3/h | 32,0 mce |
| 2 | Primaire PAC | 3,00 m3/h | 6,60 mce |
| 3 | Secondaire PAC | 3,20 m3/h | 6,90 mce |
| 4 | Chaudière appoint | 2,90 m3/h | 6,00 mce |
| 5 | Circuit Radiateurs | 5,98 m3/h | 5,56 mce |
| 6 | Circuit secondaire ECS | 1,80 m3/h | 2,14 mce |
| 7 | Bouclage ECS | 1,16 m3/h | 1,61 mce |



Résidence Esplanade C2-C2i
 SCHEMA DE PRINCIPE LOCAL POMPES A CHALEUR

POMPES BATIMENT C2-C2i (3 PAC)

| | | | |
|---|------------------------|------------------------|----------|
| 1 | Puits Géothermique | 10.6 m ³ /h | 32.0 mce |
| 2 | Primaire PAC | 3.00 m ³ /h | 6.60 mce |
| 3 | Secondaire PAC | 3.20 m ³ /h | 6.90 mce |
| 4 | Chaudière appoint | 2.90 m ³ /h | 6.00 mce |
| 5 | Circuit Radiateurs | 5.98 m ³ /h | 5.56 mce |
| 6 | Circuit secondaire ECS | 1.80 m ³ /h | 2.14 mce |
| 7 | Bouclage ECS | 1.16 m ³ /h | 1.61 mce |



Arrivée AEP Pe 063x7.1 entériné depuis compteur général REG

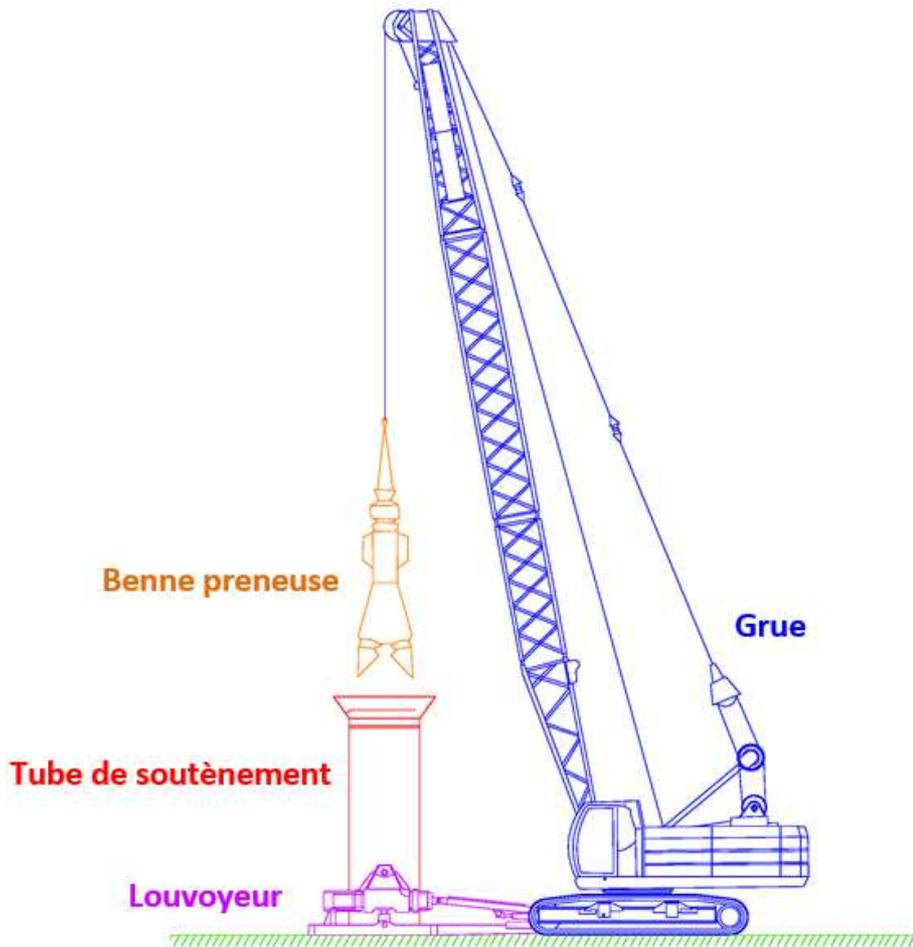
*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*

Annexe E

Schémas de principe d'un forage BENOTO

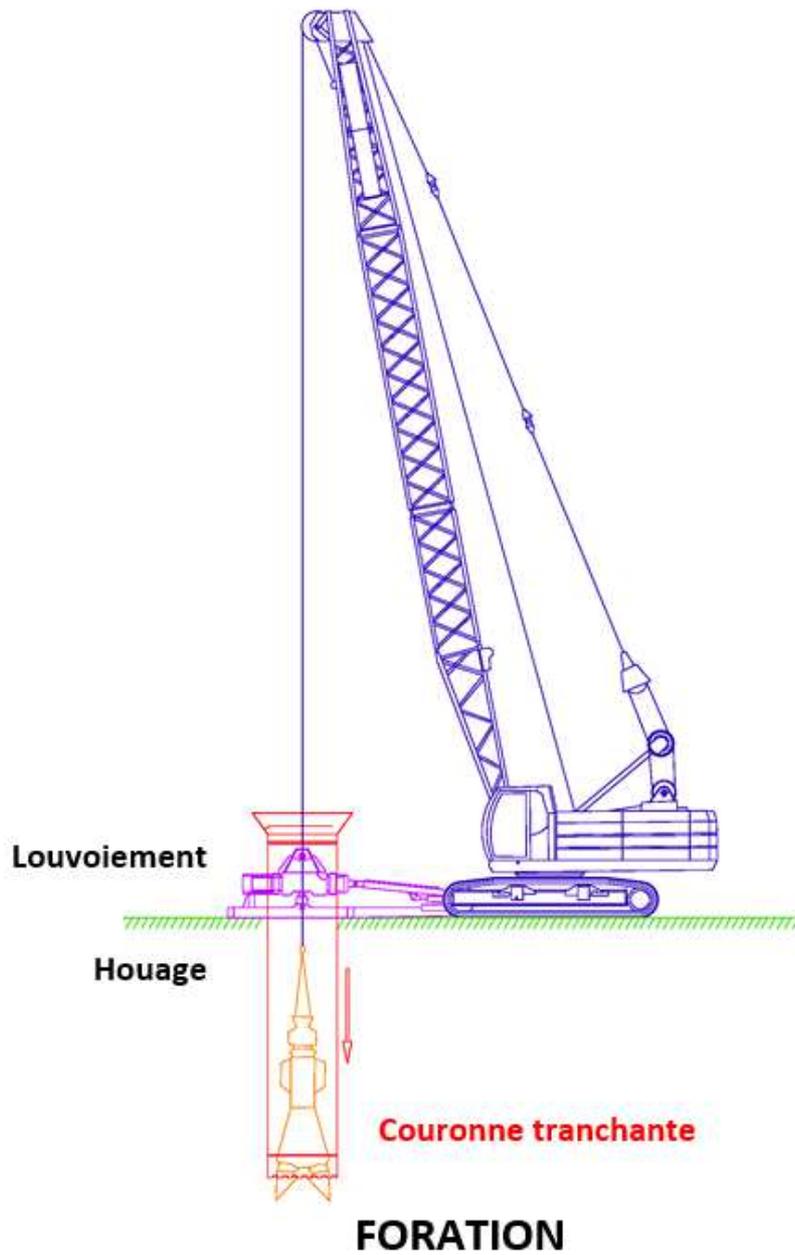
(4 pages)

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

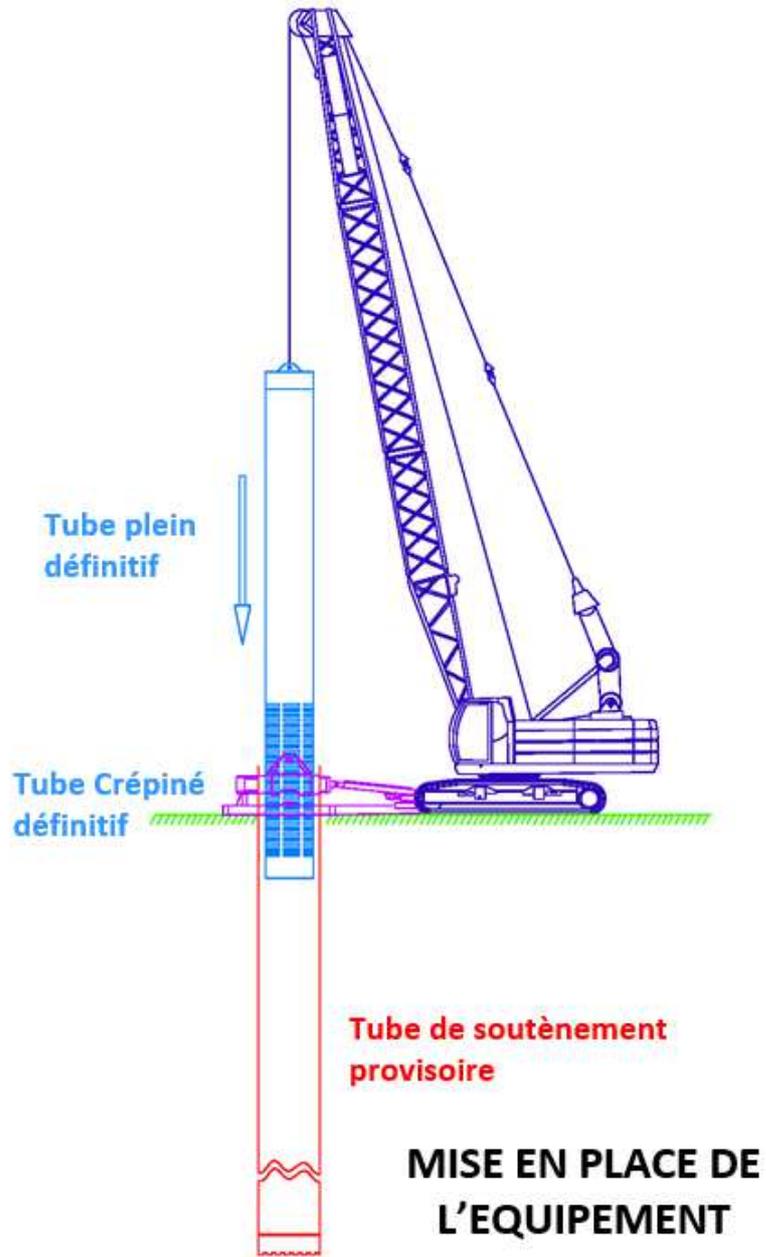


MISE EN PLACE DE LA MACHINE

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

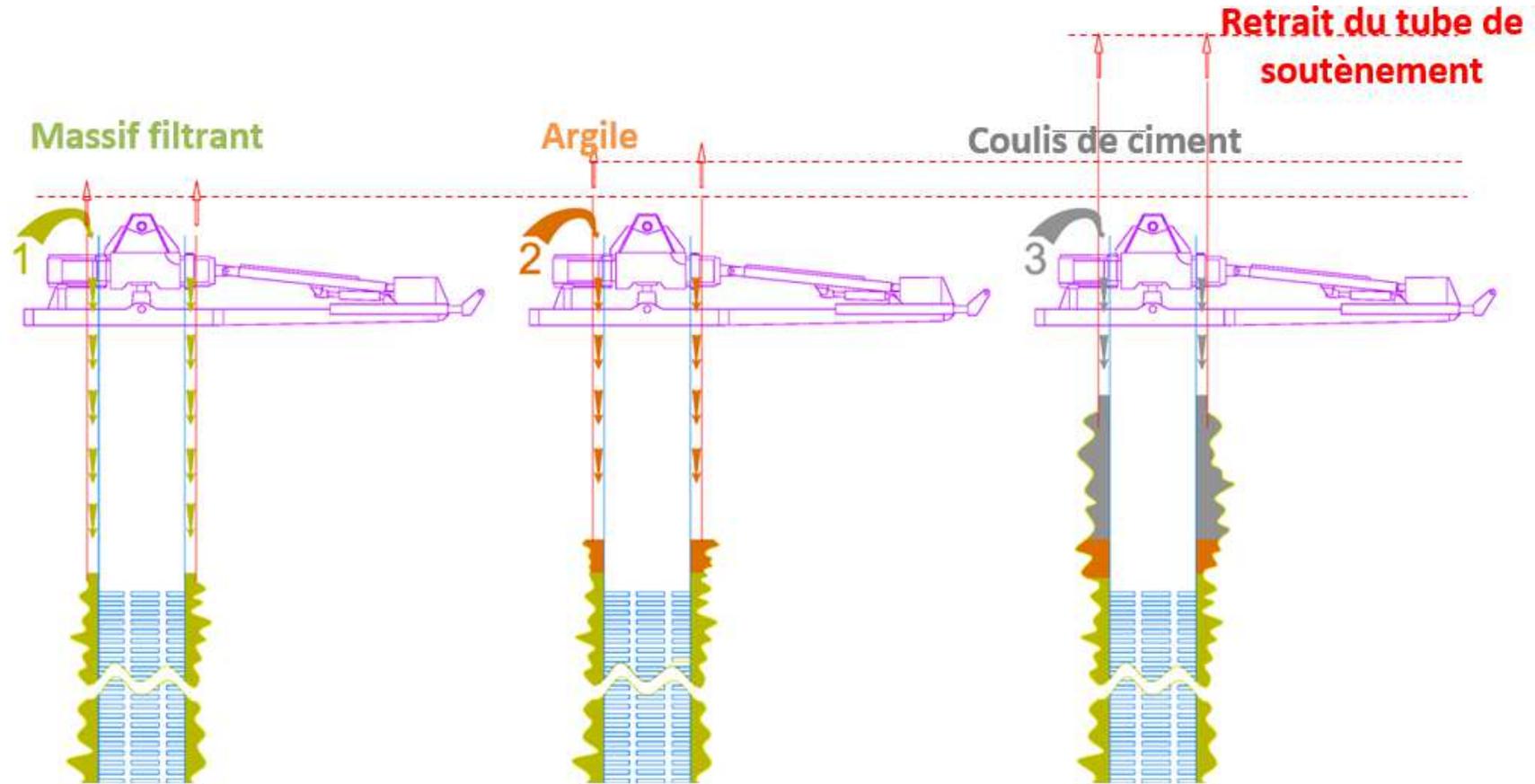


Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C



*Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques*

*Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C*



REPLISSAGE DE L'ESPACE ANNULAIRE

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

Annexe F

Besoins des autres ilots de l'Esplanade

(4 pages)

Evaluation des besoins des autres ilots du quartier de l'Esplanade

Les besoins de l'îlot Peugeot ont été déterminés par le bureau d'études fluides Ingenergie, avec un fonctionnement que pour le chauffage et l'ECS.

Les besoins des autres ilots ont été déterminés à partir des surfaces de planchers et nombre de logements communiqués par la Ville de Grenoble et des conditions d'exploitation communiquées par la Métropole de Grenoble :

- Production non simultanée de l'ECS et du chauffage/refroidissement permettant d'augmenter le COP global de la pompe à chaleur ;
- Utilisation de la pompe à chaleur en été n'est pas nécessaire, dimensionnement du réseau en prenant en compte un refroidissement en free cooling, limitant l'écart de température à 2°C ;
- Les besoins de rafraîchissement peuvent être fixé à 21 W/m².

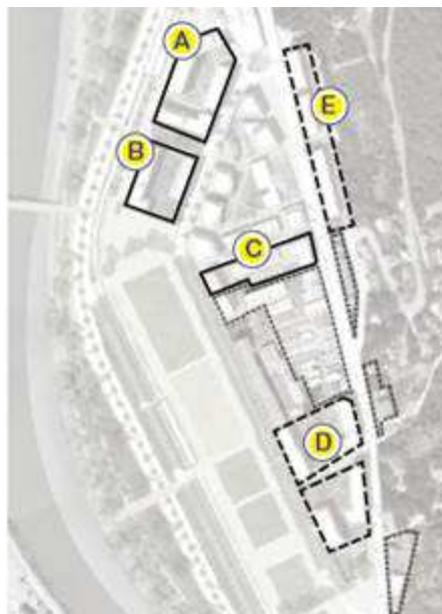
Il a été pris en considération également une autre hypothèse : avec un fonctionnement de la pompe à chaleur en été avec un écart de température de 4°C. Cette hypothèse a été prise en compte en raison des conditions d'alimentation de la nappe sur l'Esplanade et son renouvellement réalisé de manière quasi exclusive par l'Isère. Dans ces conditions les débits d'exploitation peuvent être limités et les températures peuvent être influencées par la rivière, nécessitant une augmentation de l'écart de température entre l'eau prélevée et celle rejetée.

Les résultats de l'évaluation des différents besoins sont présentés dans les tableaux ci après :

- Tableau 1 : débits de pointe en considérant un fonctionnement sur PAC pour le chauffage et l'ECS et free cooling pour le refroidissement : 440 m³/h.
- Tableau 2 : débits de pointe en considérant un fonctionnement sur PAC pour le chauffage, l'ECS et le refroidissement : 320 m³/h.
- Tableau 3 : débits moyens mensuels en considérant un fonctionnement sur PAC pour le chauffage et l'ECS et free cooling pour le refroidissement

Nota :

- Dans le cadre du dossier réglementaire, pour évaluer l'impact de l'ensemble des ilots, il a été pris en compte, dans les simulations hydrodynamiques sur la nappe et le rejet à l'Isère, le fonctionnement en free cooling pour le refroidissement car les débits sont plus importants que pour une installation fonctionnant sur PAC.
- Les débits estimés sont considérés valide sous réserve que le contexte géologique et hydrogéologique soient similaires ou équivalent à celui reconnu au droit de l'îlot Peugeot. De plus, ces débits doivent être validés par des études thermiques faites au droit de chaque projet et prenant en compte les mêmes hypothèses de fonctionnement.



Localisation des différents ilots

Tableau 1 : Débits de pointe avec un fonctionnement sur PAC pour le chauffage et l'ECS et free cooling pour le refroidissement

Estimation des débits de pointe pour le tronçon nord de la Route de Lyon (hors ilot Peugeot)

données d'entrée

| | | |
|---------------------------|----|------------------|
| surface unitaire logement | 70 | m ² |
| Chauffage | 35 | W/m ² |
| Rafraîchissement | 21 | W/m ² |
| ECS | 25 | W/m ² |

| | Nombre de logements | Surface (m ²) | Chauffage (kW) | Rafraîchissement (kW) | ECS (kW) | Chauffage extrait du sous-sol (kW) | Chauffage (m ³ /h) | Rafraîchissement (m ³ /h) | ECS extraite du sous-sol (kW) | ECS (m ³ /h) | Débit de pointe (m ³ /h) |
|---|---------------------|---------------------------|----------------|-----------------------|------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Ilot A | 154 | 10780 | 377 | 226 | 270 | 293 | 63 | 97 | 210 | 45 | 97 |
| Ilot B | 103 | 7210 | 252 | 151 | 180 | 196 | 42 | 65 | 140 | 30 | 65 |
| Ilot C | 74 | 5180 | 181 | 109 | 130 | 141 | 30 | 47 | 101 | 22 | 47 |
| Ilot D | 139 | 9730 | 341 | 204 | 243 | 265 | 57 | 88 | 189 | 41 | 88 |
| Ilot E | 84 | 5880 | 206 | 123 | 147 | 160 | 34 | 53 | 114 | 25 | 53 |
| Puissance maximale dans les bâtiments (après PAC) | | | 1 357 | 814 | 970 | 1056 | 227 | 350 | 754 | 162 | 350 |
| COP | | | 4,5 | | 4,5 | | | | | | |
| Puissance maximale de chaud (kW) (avant PAC : extraite du sous-sol) | | | 1056 | | 754 | | | | | | |
| Delta T entre l'eau pompée et rejetée en nappe | | | 4 | | 4 | | | | | | |
| Débit de pointe de chaud (m ³ /h) | | | 227 | | 162 | | | | | | |
| EER | | | | free cooling | - | | | | | | |
| Puissance maximale de froid (kW) (avant PAC : extraite du sous-sol) | | | | 814 | - | | | | | | |
| Delta T entre l'eau pompée et rejetée en nappe | | | | -2 | - | | | | | | |
| Débit de pointe de froid (m ³ /h) | | | | 350 | - | | | | | | |

Estimation des débits de pointe pour l'ilot Peugeot

| | |
|---------------------------|-----------|
| Débit (m ³ /h) | 89 |
|---------------------------|-----------|

Cumul des débits sur le tronçon nord de la Route de Lyon

| | |
|---------------------------|------------|
| Débit (m ³ /h) | 439 |
|---------------------------|------------|

Tableau 2 : Débits de pointe avec un fonctionnement sur PAC pour le chauffage, l'ECS et le refroidissement

Estimation des débits de pointe pour le tronçon nord de la Route de Lyon (hors ilot Peugeot)

données d'entrée

| | | |
|---------------------------|----|------------------|
| surface unitaire logement | 70 | m ² |
| Chauffage | 35 | W/m ² |
| Rafraîchissement | 21 | W/m ² |
| ECS | 25 | W/m ² |

| | Nombre de logements | Surface (m ²) | Chauffage (kW) | Rafraîchissement (kW) | ECS (kW) | Chauffage extrait du sous-sol (kW) | Chauffage (m ³ /h) | Rafraîchissement (m ³ /h) | ECS extraite du sous-sol (kW) | ECS (m ³ /h) | Débit de pointe (m ³ /h) |
|---|---------------------|---------------------------|----------------|-----------------------|------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Ilot A | 154 | 10780 | 377 | 226 | 270 | 293 | 63 | 49 | 210 | 45 | 63 |
| Ilot B | 103 | 7210 | 252 | 151 | 180 | 196 | 42 | 33 | 140 | 30 | 42 |
| Ilot C | 74 | 5180 | 181 | 109 | 130 | 141 | 30 | 23 | 101 | 22 | 30 |
| Ilot D | 139 | 9730 | 341 | 204 | 243 | 265 | 57 | 44 | 189 | 41 | 57 |
| Ilot E | 84 | 5880 | 206 | 123 | 147 | 160 | 34 | 27 | 114 | 25 | 34 |
| Puissance maximale dans les bâtiments (après PAC) | | | 1 357 | 814 | 970 | 1056 | 227 | 175 | 754 | 162 | 227 |
| COP | | | 4,5 | | 4,5 | | | | | | |
| Puissance maximale de chaud (kW) (avant PAC : extraite du sous-sol) | | | 1056 | | 754 | | | | | | |
| Delta T entre l'eau pompée et rejetée en nappe | | | 4 | | 4 | | | | | | |
| Débit de pointe de chaud (m ³ /h) | | | 227 | | 162 | | | | | | |
| EER | | | | 4 | - | | | | | | |
| Puissance maximale de froid (kW) (avant PAC : extraite du sous-sol) | | | | 1018 | - | | | | | | |
| Delta T entre l'eau pompée et rejetée en nappe | | | | -4 | - | | | | | | |
| Débit de pointe de froid (m ³ /h) | | | | 219 | - | | | | | | |

Estimation des débits de pointe pour l'ilot Peugeot

| | |
|---------------------------|-----------|
| Débit (m ³ /h) | 89 |
|---------------------------|-----------|

Cumul des débits sur le tronçon nord de la Route de Lyon

| | |
|---------------------------|------------|
| Débit (m ³ /h) | 316 |
|---------------------------|------------|

Tableau 3 : Débits moyens mensuels avec un fonctionnement sur PAC pour le chauffage et l'ECS et free cooling pour le refroidissement

| | Débit (m ³ /h) | | | | |
|-----------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | Ilot A | Ilot B | Ilot C | Ilot D | Ilot E |
| Janvier | 30 | 20 | 14 | 27 | 16 |
| Février | 22 | 15 | 11 | 20 | 12 |
| Mars | 21 | 14 | 10 | 19 | 11 |
| Avril | 22 | 14 | 10 | 19 | 12 |
| Mai | 22 | 15 | 11 | 20 | 12 |
| Juin | 34 | 23 | 16 | 31 | 19 |
| Juillet | 36 | 24 | 17 | 32 | 20 |
| Août | 35 | 24 | 17 | 32 | 19 |
| Septembre | 19 | 13 | 9 | 18 | 11 |
| Octobre | 20 | 13 | 9 | 18 | 11 |
| Novembre | 21 | 14 | 10 | 19 | 12 |
| Décembre | 31 | 21 | 15 | 28 | 17 |

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

Annexe G

Plan de gestion des terres

(5 pages)

SCI 51/57 ROUTE DE LYON 2007

ILOT GARAGE PEUGEOT BERNARD – GRENOBLE (38)

Dossier N°16.116

Plan de Gestion

Décembre 2016



AMÉTEN

300 Avenue des Papèteries
Espace Bergès - LANCEY
38190 VILLARD-BONNOT
Tél : 04 38 92 10 41

SCI 51/57 ROUTE DE LYON 2007 ILOT GARAGE PEUGEOT BERNARD – ROUTE DE LYON GRENOBLE (38) Plan de Gestion

Dossier N°16.116

| Indice | Date | Rédaction | Vérification | Version / Modifications | Contrôle qualité |
|--------|---------------|-----------|--------------|-------------------------|------------------|
| | Novembre 2016 | G.LAFONT | J.AUDENINO | Version de travail | L. LE CONTELLEC |
| | Décembre 2016 | G.LAFONT | J.AUDENINO | | L. LE CONTELLEC |



AMÉTEN

300 Avenue des Papèteries
Espace Bergès - LANCEY
38190 VILLARD-BONNOT
Tél : 04 38 92 10 41

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| SYNTHESE NON TECHNIQUE | 6 |
| SYNTHESE TECHNIQUE | 7 |
| 1 INTRODUCTION..... | 10 |
| 1.1 Objet de l'étude..... | 10 |
| 1.2 Méthodologie et réglementation en vigueur..... | 11 |
| 1.3 Documents de référence et sources consultées | 12 |
| 2 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL..... | 13 |
| 2.1 Localisation du site | 13 |
| 2.2 Contexte géologique | 14 |
| 2.3 Contexte hydrogéologique..... | 14 |
| 3 CONTEXTE HISTORIQUE..... | 17 |
| 4 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES | 20 |
| 4.1 Caractérisation des sols (A200) | 20 |
| 4.2 Caractérisation des eaux souterraines (A210) | 23 |
| 4.3 Caractérisation de l'air des sols (A230) | 31 |
| 5 ENJEUX ET IMPACTS IDENTIFIES | 32 |
| 5.1 Usages identifiés..... | 32 |
| 5.2 Conclusions sur la vulnérabilité de l'environnement | 33 |
| 5.3 Les impacts identifiés sur site..... | 33 |
| 5.4 Synthèse des impacts identifiés sur site..... | 34 |
| 5.5 Enjeux et impact hors site | 34 |
| 6 USAGE FUTUR DU SITE | 35 |
| 7 SCHEMA CONCEPTUEL A L'ISSUE DU DIAGNOSTIC..... | 36 |
| 7.1 Sources de pollution..... | 36 |
| 7.2 Milieux d'exposition | 36 |
| 7.3 Cibles | 37 |
| 8 MESURES DE GESTION..... | 39 |
| 8.1 Rappel des volumes à excaver dans le cadre du projet | 39 |
| 8.2 Gestion des zones sources | 41 |
| 8.3 Revue des techniques disponibles pour la gestion des zones sources | 42 |
| 8.4 Choix des scénarii de traitement..... | 45 |
| 8.5 Délimitation des zones sources à traiter | 46 |
| 8.6 Réduction des volumes à traiter par criblage | 47 |
| 8.7 Bilan coûts/avantages | 49 |
| 8.8 Solutions de gestion retenues..... | 50 |
| 9 ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS (ARR) PREDICTIVE..... | 51 |
| 9.1 Budget espace-temps..... | 51 |
| 9.2 Sélection des composés et concentrations retenues dans les différents milieux | 52 |

| | |
|---|-----------|
| 9.3 Hypothèses retenues -paramètres liés au sol et aux aménagements | 54 |
| 9.4 Evaluation des concentrations dans les milieux d'exposition | 55 |
| 9.5 Quantification des risques sanitaires résiduels..... | 56 |
| 9.6 Incertitudes, sensibilité et conclusion de l'ARR prédictive | 56 |
| 10 CONTENU TECHNIQUE DES MESURES DE GESTION RETENUES POUR LES SOLS 57 | |
| 10.1 Contenu technique des solutions retenues pour la gestion des zones sources | 57 |
| 10.2 Contrôles des fonds et parois de fouilles des zones excavées..... | 58 |
| 11 CONSERVATION DE LA MEMOIRE..... | 61 |
| 11.1 Cadre et objectifs | 61 |
| 11.2 Choix du type de servitudes à mettre en œuvre..... | 62 |
| 11.3 Surveillance de la qualité des eaux souterraines | 64 |
| 12 CONCLUSIONS..... | 65 |
| 13 LIMITES D'UTILISATION D'UNE ETUDE DE POLLUTION..... | 66 |
| 14 ANNEXES..... | 67 |

LISTE DES ANNEXES

| | |
|--|-----|
| ANNEXE 1 : Coupes des forages réalisés | 68 |
| ANNEXE 2 : Procès-verbaux d'analyse des sols du laboratoire | 69 |
| ANNEXE 3 : Fiches de prélèvement des eaux souterraines | 70 |
| ANNEXE 4 : Procès-verbaux d'analyse des eaux souterraines du laboratoire..... | 71 |
| ANNEXE 5 : Détail des techniques et estimation des coûts des différentes solutions envisagées | 72 |
| ANNEXE 6 : Toxicologie et physico-chimie des substances retenues | 74 |
| ANNEXE 7 : Méthodologie d'évaluation des concentrations dans les milieux et paramètres retenus | 113 |
| ANNEXE 8 : Evaluation des expositions et quantification des risques sanitaires | 120 |
| ANNEXE 9 : Incertitudes | 122 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Evolution des niveaux piézométriques au entre septembre 2013 et mars 2014 | 16 |
| Figure 2 : Schéma conceptuel | 38 |
| Figure 3 : Localisation des excavations prévues au projet | 40 |
| Figure 4 : Localisation des sources de pollution | 48 |

LISTE DES CARTES

| | |
|--|----|
| Carte 1 : Plan masse de l'opération globale (version du 15/06/2015) | 10 |
| Carte 2 : Plan des sous-sols projetés (version du 20/10/2016) | 11 |
| Carte 3 : Localisation du site d'étude (Source : IGN) | 13 |
| Carte 4 : Périmètre de l'opération concernée par le plan de gestion sur fond de plan cadastral | 13 |
| Carte 5 : Localisation des piézomètres | 15 |
| Carte 6 : Localisation des sondages réalisés | 21 |
| Carte 7 : Synthèse des déclassements | 22 |
| Carte 8 : Piézométrie au 11/08/16 | 26 |
| Carte 9 : Piézométrie au 20/10/16 | 27 |
| Carte 10 : Avoisinants du site étudié sur fond aérien (Source : Géoportail) | 32 |
| Carte 11 : Plan de terrassement envisagé pour les bâtiments B1, B2, B3, C1 , C1i | 35 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1 - Données consultées | 12 |
| Tableau 2 : Investigations antérieures à 2016 | 20 |
| Tableau 3 : Détail des substances analysées sur les sols | 23 |
| Tableau 4 : Mesures piézométriques | 25 |
| Tableau 5 : Détail des substances analysées sur les eaux | 28 |
| Tableau 6 : Résultats des analyses d'eaux souterraines en laboratoire | 30 |
| Tableau 7 : Impacts identifiés sur le site | 34 |
| Tableau 8 : Détail des voies d'exposition considérées | 37 |
| Tableau 9 : Volumes concernés par les excavations prévues au projet | 39 |
| Tableau 10 : Synthèse des zones sources identifiées | 41 |
| Tableau 11 : Revue des techniques disponibles pour la gestion des terres impactées | 43 |
| Tableau 12 : Bilan des solutions techniques par source | 45 |
| Tableau 13 : Caractéristiques des zones sources à dépolluer – après gain potentiel par criblage | 47 |
| Tableau 14 : Bilan coûts-avantages | 49 |
| Tableau 15 : Budget Espace-Temps | 51 |
| Tableau 16 : Concentrations retenues pour l'estimation des transferts de gaz vers l'air intérieur | 52 |
| Tableau 17 : Valeurs toxicologiques de références retenues | 53 |
| Tableau 18 : Paramètres liés aux sols | 54 |
| Tableau 19 : Paramètres retenus liés aux aménagements | 54 |
| Tableau 20 : Concentrations modélisées en air intérieur pour le scénario retenu | 55 |
| Tableau 21 : Synthèse des QD et ERI | 56 |
| Tableau 22 : Servitudes à mettre en œuvre | 62 |

SYNTHESE NON TECHNIQUE

La présente étude s'inscrit dans le cadre du réaménagement de l'ancien Garage PEUGEOT BERNARD, situé dans le quartier de l'Esplanade à Grenoble (38).

Dans le cadre de la construction d'un ensemble immobilier avec sous-sols sur un terrain occupé par les anciens ateliers de mécanique et carrosserie du garage automobile PEUGEOT BERNARD, Grenoble Habitat et la SCI 51/57 ROUTE de LYON 2007 ont confié au bureau d'études AMÉTEN, la réalisation d'un plan de gestion sur l'emprise du site concerné.

Les impacts de l'activité précédente du site sur le milieu sol ont été identifiés :

- présence d'une zone de pollution par des hydrocarbures C10-C40 et des BTEX autour des fosses et cuve de récupération des huiles usagées (ilots B1 et B2) ;
- quelques spots ponctuels de pollution par des hydrocarbures C10-C40, probablement peu étendus et dispersés, à relier à certaines sources de pollution (fosses, cabine peinture, etc...) ;
- quelques spots ponctuels de pollution par des métaux, dispersés, à relier à l'hétérogénéité des remblais.

Du fait de la présence de composés volatils dans le milieu souterrain, la voie d'exposition la plus probable pour les futurs usagers (résidents adultes et enfants) est l'inhalation de polluant sous forme gazeuse.

Compte tenu des polluants en présence, des techniques de dépollution disponibles, du bilan coût/avantage et de la situation du site, le bilan coûts/avantages a permis d'identifier la solution la plus viable d'un point de vue environnemental et économique.

Néanmoins, l'aménageur du site souhaitant procéder à l'enlèvement de l'ensemble des sources existantes, la solution de l'excavation de l'ensemble des terres a été retenue.

Cette mesure de gestion sera couplée avec une caractérisation à l'avancement des terres excavées, au droit de zones non encore contrôlées.

Le coût de cette opération est estimé entre 450 et 555 k€ HT. Cette estimation ne tient pas compte d'une éventuelle négociation préalable du coût à la tonne auprès des entreprises de dépollution et d'une optimisation poussée des volumes (criblage notamment).

Sur cette base, l'analyse des risques résiduels prédictive réalisée montre que la mise en œuvre de ces mesures de gestions rendra compatible le projet d'un point de vue sanitaire.

Cette analyse sera mise à jour à l'issue des travaux de dépollution du site.

SYNTHESE TECHNIQUE

|  CADRE DE L'ETUDE | |
|---|--|
| Maitre d'ouvrage | Grenoble Habitat – SCI 51/57 ROUTE DE LYON 2007 |
| Mission | Evaluation Environnementale et Plan de Gestion |
| Adresse du site | 51/57 route de Lyon 2007, 38000 GRENOBLE |
| Superficie du site | 8973 m ² |
| Projet d'aménagement | <ul style="list-style-type: none"> - 3 bâtiments de type R+5+attique (B1, B2 et B3), avec parkings en sous-sol sur 2 niveaux ; - 2 bâtiments de type R+7 ; - aires et boxes de stationnement ; - espaces verts et un chemin piétonnier. - niveaux souterrains à vocation de parkings sous les bâtiments B1 à B3 ainsi que C1 et C2 ; - conservation du bâtiment historique (partie est du site, coté route de Lyon). |
| Cadre réglementaire | Déclaration ICPE auprès de la préfecture de l'Isère des activités du garage PEUGEOT BERNARD avec un usage industriel. Cessation d'activité sans changement d'usage réalisée. |
| Occupation actuelle | Le site est occupé par les bâtiments et les ateliers de l'ancien garage PEUGEOT BERNARD |

|  ETUDE DOCUMENTAIRE | | |
|---|--|---|
| Etude historique, mémorielle et documentaire | <p><u>Source de pollution et polluants associés au droit du site :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - cuves enterrées de la zone de distribution de carburant (une cuve de 15 000 l de gazole, une cuve de 15 000 l de supercarburant), postes de distribution et aires de dépotage associées ; - présence d'une ancienne cabine de peinture ; - présence d'une aire de lavage ; - présence probable d'un ancien transformateur électrique en limite ouest du site, coté Boulevard de l'Esplanade ; - éventuelles activités mécaniques pratiquées au droit de l'atelier ; - présence éventuelle de remblais dont la qualité est à vérifier ; <p><u>Source de pollution et polluants associés au voisinage du site :</u> Néant.</p> | |
| Vulnérabilité des milieux |  Eaux sout. Modérée | - présence d'une nappe d'eaux souterraines connectée au cours d'eau de l'Isère au droit du site; |
| |  Eaux sup. Faible | - relative distance de la zone d'étude avec l'Isère |
| |  Env. Faible à Modérée | - situé au sein d'une zone fortement anthropisée : Zone d'Activité voisine et zones résidentielle |

|  INVESTIGATIONS | | |
|---|---|--|
| Milieu Sol | Programmes d'investigations | <ul style="list-style-type: none"> - <u>LISEC (2006)</u> : 8 sondages (S1 à S8) - <u>Améten (2015)</u> : 22 sondages à la foreuse autoportée, notés T1 à T22 et 4 sondages au carottier portatif, notés CP1 à CP4 - <u>Améten (2016)</u> : 2 sondages destructifs à la foreuse autoportée |
| | Succession lithologique | <ul style="list-style-type: none"> - Remblais récent et anciens sur 0,4 à 1,7 m d'épaisseur ; - Limon sableux beige entre 0,4 et 4 m de profondeur ; - Grave sableuse gris-beige jusqu'à 15 m de profondeur. |
| | Arrivées d'eau | Relevée lors des investigations à partir de 5 m. Mesurée entre 3,5 et 5 m lors du suivi piézométrique |
| | Constats organoleptiques | - Forte odeur et présence d'hydrocarbures sur certains sondages |
| | Synthèse des impacts (concentrations supérieures au seuil du 12/12/2014) | <ul style="list-style-type: none"> - présence d'une zone de pollution par des hydrocarbures C10-C40 et des BTEX autour des fosses et cuve de récupération des huiles usagées (ilots B1 et B2) ; - quelques spots ponctuels de pollution par des hydrocarbures C10-C40, probablement peu étendus et dispersés, à relier à certaines sources de pollution (fosses, cabine peinture, etc...) ; - quelques spots ponctuels de pollution par des métaux, dispersés, à relier à l'hétérogénéité des remblais. |
| | Volumes de matériaux non-inertes | <ul style="list-style-type: none"> - Volume total estimatif de matériaux non-inertes: 1520 m³ soit 2750 tonnes ; - Volume total estimatif de matériaux non-inertes après criblage: 1200 m³ soit 2160 tonnes |
| Milieu Eaux sout. | | Pas d'impact lié au site mis en évidence à ce stade de la mission |
| Milieu Eaux sup. | | Non étudié |
| Milieu gaz du sol | | Un piézair a été installé mais n'a pu être mesuré |

|  SCHEMA CONCEPTUEL FINAL | | |
|---|------------------|---|
| Cibles | Sur site | - Futurs usagers (adultes et enfants) ; |
| | Hors site | - Eventuels usages des eaux superficielles ; - Eventuels usages des eaux souterraines. |
| Voies de transfert | | - Volatilisation des composés volatils (HCT, BTEX, COHV) à partir des sols |
| Voies d'exposition | Sur site | - Inhalation de composés volatils depuis le sol |
| | Hors site | |

| COMMENTAIRE | | RECOMMANDATIONS/OBJECTIFS |
|---|--|---|
| | |  GESTION DES DEBLAIS |
| PHASE TRAVAUX | <p>Les matériaux qui présentent des teneurs non conformes aux seuils d'acceptation en ISDI définis dans l'arrêté du 12/12/2014 devront être évacués en filière de traitement spécifique (ISDND...).</p> | <p>Suivi des travaux de dépollution par une maîtrise d'œuvre spécialisée et permettant notamment de prescrire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une extraction des matériaux non-inertes jusqu'à la cote de terrassement puis jusqu'au toit de la nappe phréatique - Un tri granulométrique par criblage sous une tente (atmosphère contrôlée) et leur évacuation vers un ISDND; - La réutilisation des refus de crible après contrôle |
| | |  GESTION DU RISQUE SANITAIRE |
| CONSEQUENCE SUR LE PROJET / RECOMMANDATION | <p>Sur la base des hypothèses d'aménagement et des conclusions de l'analyse de risques résiduels (ARR) prédictive, les risques apparaissent acceptables sous réserve que les teneurs dans les sols au droit du parking en sous-sols des bâtiments B2-C3 ne dépassent pas les valeurs guides indicatives proposées.</p> <p>Cette ARR sera impérativement mise à jour en fonction des teneurs réelles mesurées en fond de fouille et bords latéraux.</p> <p>L'ensemble des mesures de gestions proposées pour le scénario retenu s'éleve entre 450 et 555k€.</p> | |
| | |  DISPOSITIONS PARTICULIERES |
| Si une pollution résiduelle est maintenue sur le site, il conviendra de garder la mémoire des composés et teneurs identifiés | | <ul style="list-style-type: none"> - Spécifier l'existence d'une pollution résiduelle dans les actes de vente et annexer le présent rapport aux pièces officielles (actes notariés en particulier) - Etablir un dossier de servitudes |

1 INTRODUCTION

1.1 Objet de l'étude

La SCI 51/57 ROUTE DE LYON envisage la construction d'ensemble immobilier sur un terrain situé Route de Lyon et Boulevard de l'Esplanade à GRENoble (38).

Actuellement, le site est occupé par les bâtiments et les ateliers de l'ancien garage PEUGEOT BERNARD dont les activités étaient déclarées en Préfecture de l'Isère au titre des Installations classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Le site est par ailleurs recensé dans la base de données sur les sites et sols pollués (BASOL) - 38.0205 (parcelle AM78 uniquement).

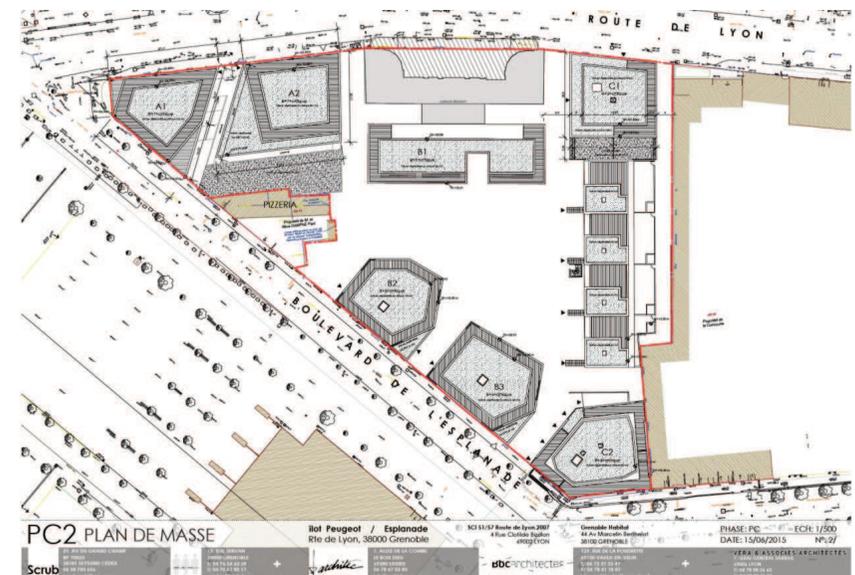
Le projet global prévoit la création :

- de 2 bâtiments de type R+7+attique (A1 et A2);
- de 3 bâtiments de type R+5+attique (B1, B2 et B3), avec parkings en sous-sol sur 2 niveaux ;
- de 2 bâtiments de type R+7 (C1 et C2);
- d'aires et boxes de stationnement ;
- d'espaces verts et un chemin piétonnier.

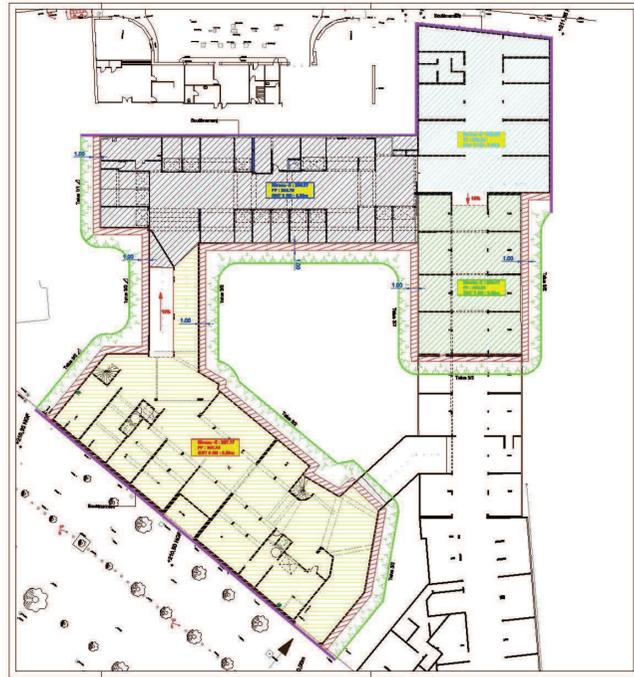
Le projet prévoit également :

- la création de niveaux souterrains à vocation de parkings sous les bâtiments B1 à B3 ainsi que C1 et C2, avec :
 - o 2 niveaux de sous-sol sous les bâtiments C1 et B1,
 - o 1 niveau de sous-sol sous les bâtiments C2, B2 et B3 ;
- la conservation du bâtiment historique (partie est du site, coté route de Lyon).

Les plans masses de l'opération et des sous-sols prévus sur lequel la société Améten s'est basée pour réaliser la présente étude ont été transmis par le Maître d'Ouvrage. Il s'agit respectivement des versions datées du 15/06/2015 et du 20/10/2016, présentées ci-après.



Carte 1 : Plan masse de l'opération globale (version du 15/06/2015)



Carte 2 : Plan des sous-sols projetés (version du 20/10/2016)

Le présent rapport ne concerne que le plan de gestion de la parcelle AM 78, qui a été occupée dans le passé par la concession PEUGEOT BERNARD.

1.2 Méthodologie et réglementation en vigueur

La méthodologie retenue par AMETEN pour la réalisation de cette étude prend en compte les textes et outils de la politique nationale de gestion des sites et sols pollués en France de février 2007 et les exigences de la norme AFNOR NF X 31-620 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » révisée en juin 2011, pour le domaine A : « Etudes, assistance et contrôle ».

Nous nous plaçons dans une prestation de type EVAL Phase 3 et Plan de Gestion, dont les objectifs sont de répondre aux questions suivantes :

- disposer des données nécessaires pour élaborer le Plan de Gestion pour l'emprise intérieure du site, avec une estimation réaliste de l'extension des zones polluées.
- choisir une stratégie de gestion, évaluer et justifier le choix retenu par un Bilan Coûts/Avantages.
- concevoir et dimensionner au niveau « Avant-Projet » les travaux de dépollution, de confinement, ou de protection pour supprimer ou à défaut maîtriser les sources de pollution et leurs impacts
- définir les précautions/restrictions d'usage à instituer après les travaux.
- définir le programme de surveillance après les travaux.
- prouver que les mesures prévues préservent la santé publique, par l'Analyse des Risques Résiduels (ARR).

Cette prestation globale inclut les prestations élémentaires suivantes :

- A200 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols
- A210 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines
- A320 : Analyse des enjeux sanitaires.
- A330 : Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages

L'étude est réalisée sur la base des connaissances techniques et scientifiques disponibles à la date de sa réalisation.

1.3 Documents de référence et sources consultées

Les documents consultés dans le cadre de la rédaction de ce rapport sont présentés dans le Tableau 1.

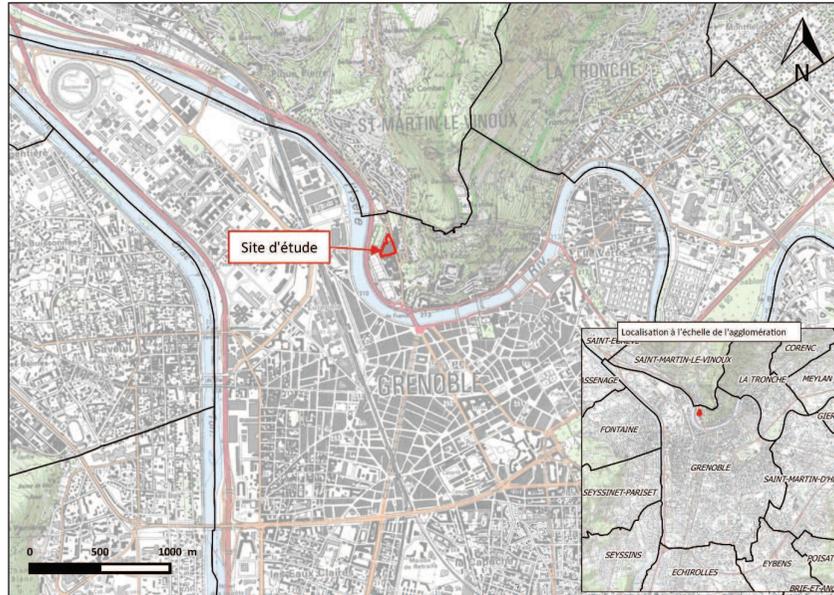
| Source de données | Date de consultation | Données disponibles |
|----------------------|-------------------------|---|
| Grenoble Habitat | Sept. 2015 et Oct. 2016 | Plans de masse et des sous-sols du projet (version de juin 2015) Levé topographique actuel (Agate, 25/11/2014) Plan de principe des terrassements – ilots B1 B2 B3 C1 et C1i (version du 20/10/16) Rapport KAENA – Diagnostic géotechnique (Réf. Dossier n° 12.1835.F du 02/03/2013) Rapport LISEC– Diagnostic des sols (Réf LIN-0086-06 DI) – 26/06/2006 Rapport ARTELIA - Etude de gestion et d'usage thermique des eaux souterraines projet de renouvellement urbain de l'esplanade - mars 2013 |
| Cadastre | Sept. 2015 | Plan cadastral et informations parcellaires |
| Géoportail | Sept. 2015 | Photographies aériennes Carte IGN Zones bâties |
| Infoterre | Sept. 2015 | Carte géologique au 1/50 000 Données de sondages |
| BASOL | Sept. 2015 | Sites potentiellement pollués |
| BASIAS | Sept. 2015 | Sites industriels et activités de services |
| ICPE | Sept. 2015 | Liste des ICPE soumises à autorisation (non exhaustive) |
| PROGEO ENVIRONNEMENT | Sept. 2016 | Projet de renouvellement urbain du site de l'Esplanade : synthèse des données et études relatives au niveau de la nappe au droit de l'Ilot B3 - Rapport R.0096-01 / D.0097 / C.0081 |
| BRGM | Sept. 2016 | Bases de données relatives à la qualité des sols, contenu et utilisation dans le cadre de la gestion des sols pollués (BRGM, V.0.1, avril 2008) |
| Arrêtés | Sept. 2016 | Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine |

Tableau 1 - Données consultées

2 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

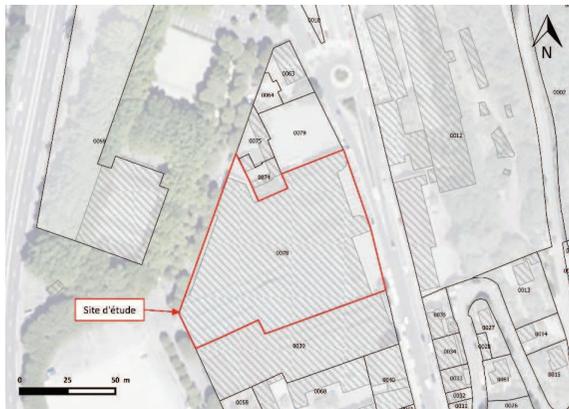
2.1 Localisation du site

Le site est localisé entre la Route de Lyon et le Boulevard de l'Esplanade sur la commune de Grenoble (38). Son altitude moyenne est de l'ordre de 210 m. Il est situé dans un ilot industriel et artisanal bordé par de l'habitat, à proximité du parking de l'Esplanade et de l'autoroute A48 (désormais N481). Actuellement, le site est en friche mais une partie est utilisée par la ville de Grenoble pour du stockage divers.



Carte 3 : Localisation du site d'étude (Source : IGN)

Le site d'étude couvre une superficie totale de 8973 m².



Carte 4 : Périmètre de l'opération concernée par le plan de gestion sur fond de plan cadastral

Les coordonnées Lambert 93 moyennes au centre du site sont les suivantes :

X = 913 367 m

Y = 6 459 041 m

Z = 210 m

La parcelle 78 est actuellement inoccupée et en friche industrielle (présence des bâtiments, bureaux, ateliers et sous-sols de l'ancien garage Peugeot Bernard).

Les parcelles 63, 64 et 79 étaient occupées par des campements de roms lors des investigations de terrain (fin août 2015).

Le site est référencé dans la base de données BASOL : code n°38.0205. La fiche descriptive du site rappelle l'historique des activités et des principaux polluants observés lors des investigations de 2008.

2.2 Contexte géologique

D'après la carte géologique de GRENOBLE au 1/50 000^{ème}, le terrain se situe dans un contexte de formations alluvionnaires récentes de l'Isère, avec présence possible d'éboulis provenant du versant.

D'après les sondages géotechniques du site réalisés par la société KAENA en 2013 et par le LISEC en 2006, la succession des terrains est la suivante :

- remblais récent et anciens sur 0,4 à 1,7 m d'épaisseur ;
- limon sableux beige entre 0,4 et 4 m de profondeur ;
- grave sableuse gris-beige jusqu'à 15 m de profondeur.

2.3 Contexte hydrogéologique

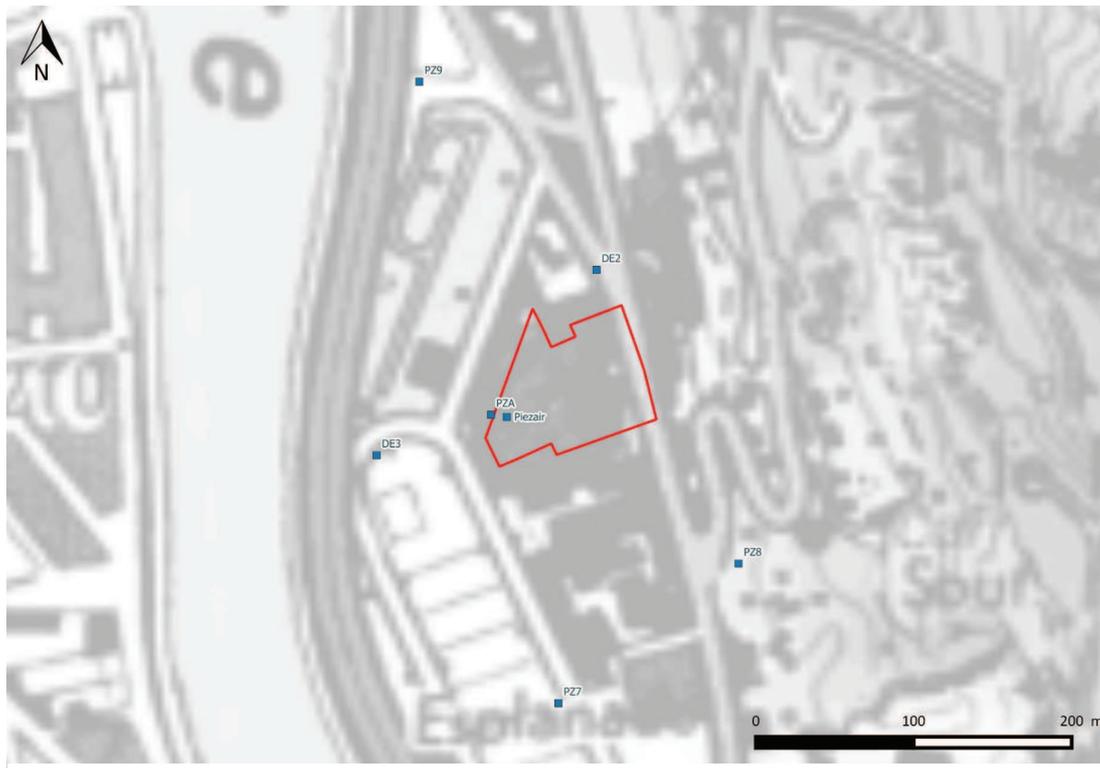
La zone d'étude est localisée au droit de la nappe alluviale d'accompagnement de l'Isère. Des apports de versants peuvent intervenir depuis l'Est, notamment lors d'épisodes pluvieux.

Au droit du site, la nappe se situe entre : 3,5 m et 6 m. Les écoulements souterrains sont globalement orientés du Sud-Est vers le Nord-Ouest et drainés par l'Isère.

Un réseau de suivi piézométrique a été mis en place par ARTELIA en 2013, dans le cadre d'une étude sur la gestion et l'usage thermique des eaux souterraines. Ces piézomètres sont localisés sur la Carte 5.

La Figure 1 présente l'évolution des niveaux du toit de la nappe depuis septembre 2013 jusqu'à mars 2014 pour les piézomètres DE2, DE3, PZ7, PZ8 et PZ9. Les battements observés au droit de la majorité des ouvrages de suivi apparaissent cohérents, les évolutions se faisant en parallèle avec une amplitude plus importante pour le PZ8. Les périodes de basses eaux sont observées en fin d'été/début d'automne (août - septembre - octobre) alors que les hautes eaux correspondent à la fin du printemps/début de l'été (avril-mai).

Le battement saisonnier de la nappe apparaît de l'ordre de 1 m à 1,5 m (hors piézomètre PZ8).



Carte 5 : Localisation des piézomètres

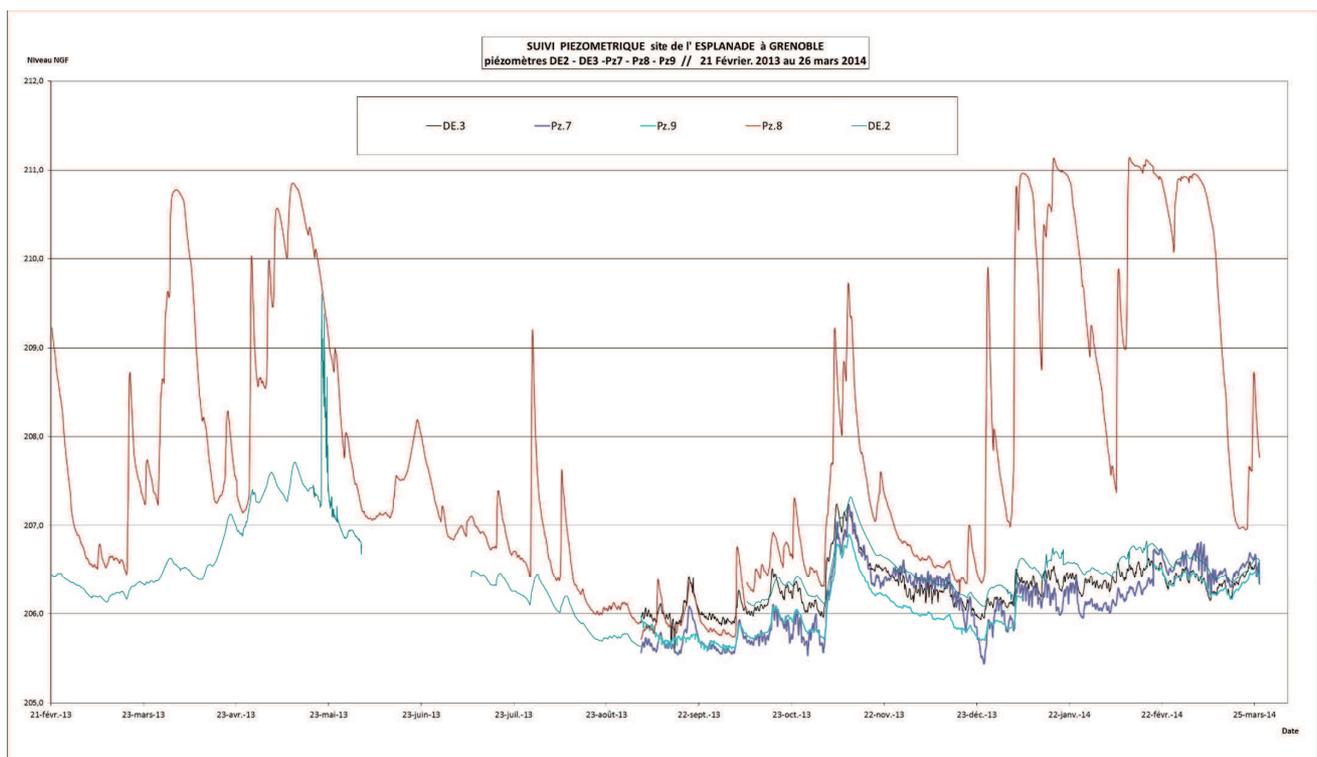


Figure 1 : Evolution des niveaux piézométriques au entre septembre 2013 et mars 2014

3 CONTEXTE HISTORIQUE

Les informations présentées dans les paragraphes ci-après ont été fournies par les différents intervenants, les documents consultés sur ce dossier ainsi que les différentes visites du site (visite initiale le 23 juin 2015, visite d'implantation des sondages le 5 août 2015, campagnes de terrain du 24 au 26 août 2015 et des 1^{er} et 3 août 2016.

3.1.1 Informations générales – Historique

- parcelle AM 78 - Activités de garage et d'entretien de véhicules - avec station-service - déclarée ICPE (récépissé de 1994),
- par courrier du 06/06/2007, le GROUPE BERNARD a informé la Préfecture de la cessation de ses activités sur le site, à compter du 31/08/2007,
- le site comprenait
 - o un bâtiment administratif et commercial ;
 - o une zone de distribution de carburant et cuves associées ;
 - o un parking pour les livraisons et pour le stockage ;
 - o une aire de stockage de déchets divers ;
 - o un bâtiment commercial avec hall d'exposition ;
 - o un hangar pour l'entretien "carrosserie" des véhicules ;
 - o un hangar pour l'entretien "mécanique" des véhicules ;
 - o une cuve d'huiles usagées ;
 - o une chaufferie. (Ancienne station-service, démantelée dans les années 1990)

La planche suivante montre l'évolution de la zone entre 1926 et 2003, sur la base des photographies aériennes de l'IGN.



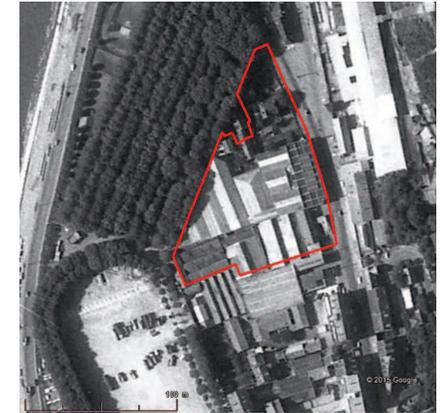
1926



1948



1956



1966



1983



2003

Les anciennes photos aériennes montrent une occupation du site depuis au moins 1926, pour un usage industriel. Sa physionomie actuelle remonte quant à elle dans les années soixante.

3.1.2 Sources potentielles de pollution identifiées avant et au cours du diagnostic

Les sources de pollution avérées et mises en évidence par l'étude LISEC (2006) sont les suivantes :

- deux fortes anomalies en hydrocarbures (2 370 et 2 900 mg/kg) au droit de la fosse et de la cuve de récupération d'huiles usagées (sondages LISEC S1 et S4) ;

Les autres sources de pollution potentielles mises en évidence à l'issue de la première visite de site et d'après l'analyse des documents transmis par B.RAYNFELD (rapport LISEC et fiche BASOL) sont :

- les cuves enterrées de la zone de distribution de carburant (une cuve de 15 000 l de gazole, une cuve de 15 000 l de supercarburant), postes de distribution et aires de dépotage associées ;
- la présence d'une ancienne cabine de peinture ;
- la présence d'une aire de lavage ;

- la présence d'un ancien transformateur électrique en limite ouest du site, coté Boulevard de l'Esplanade ;
- les éventuelles activités mécaniques pratiquées au droit de l'atelier ;
- la présence éventuelle de remblais dont la qualité est à vérifier ;

D'autres sources potentielles de pollution ont été mises en évidence lors de la visite d'implantation des sondages le 5/08/2015 au niveau des sous-sols du site :



Cuve



Ancienne chaudière



Cuve de récupération d'huiles ou de carburant

4 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

4.1 Caractérisation des sols (A200)

4.1.1 Présentation du maillage des investigations

Les investigations antérieures à la campagne de 2016 réalisées sur le site sont présentées dans le Tableau 2.

| | Type de reconnaissance | Paramètres analysés et nombre d'analyses |
|---|--|---|
| Etude LISEC 2006 | - 8 sondages (S1 à S8) | HCT (8) HAP (1) BTEX (1) |
| Etude Améten 2015 (rapport 15.149) | - 22 sondages à la foreuse autoportée, notés T1 à T22 - 4 sondages au carottier portatif, notés CP1 à CP4 | HCT-GC + BTEX + HAP16 (19) ISDI + COHV (1) TPH + HAP + COHV (1) ISDI + 8 métaux (2) ISDI (10) HCT-CPG + 8 métaux + HAP (7) |

Tableau 2 : Investigations antérieures à 2016

Les investigations concernant les sols réalisées lors des investigations complémentaires de 2016 sont la réalisation de 2 sondages destructifs à l'ODEX (à l'occasion de la mise en place d'un piézomètre à l'aval du site et d'un piézair sur site), permettant l'opportunité d'analyser un échantillon de sol pour la tranche 5 – 6 m/TN en partie ouest du site.

L'implantation de l'ensemble des investigations réalisées est précisée sur la Carte 6.

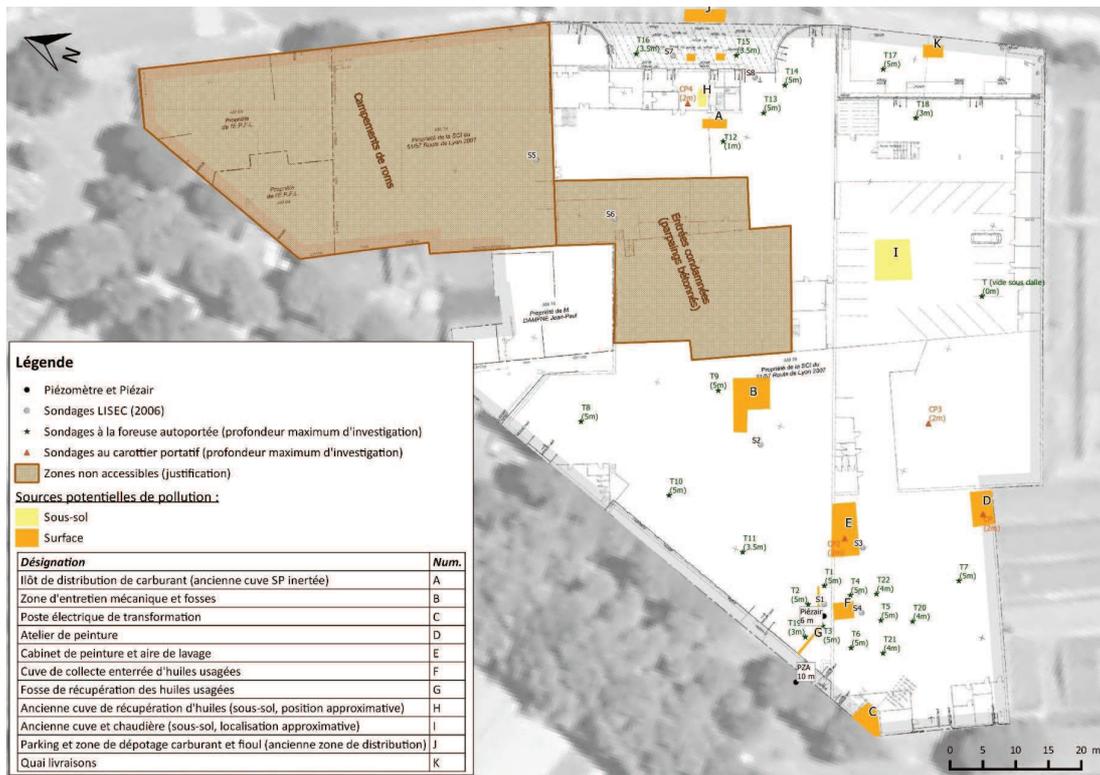
La densité du maillage est donc dépendant de la présence ou non de sources potentielles de pollution, identifiées lors de l'étude historique (EVAL1) réalisée en juillet 2015, puis des investigations réalisées en août 2015:

- dans les zones autour de F et G (anciennes fosse et cuves de récupération des huiles usagées), le maillage est très resserré, de l'ordre de 5 m x 5 m ;
- dans les zones moins denses en sources potentielles de pollution, la maille est de l'ordre de 30 m x 30 m.

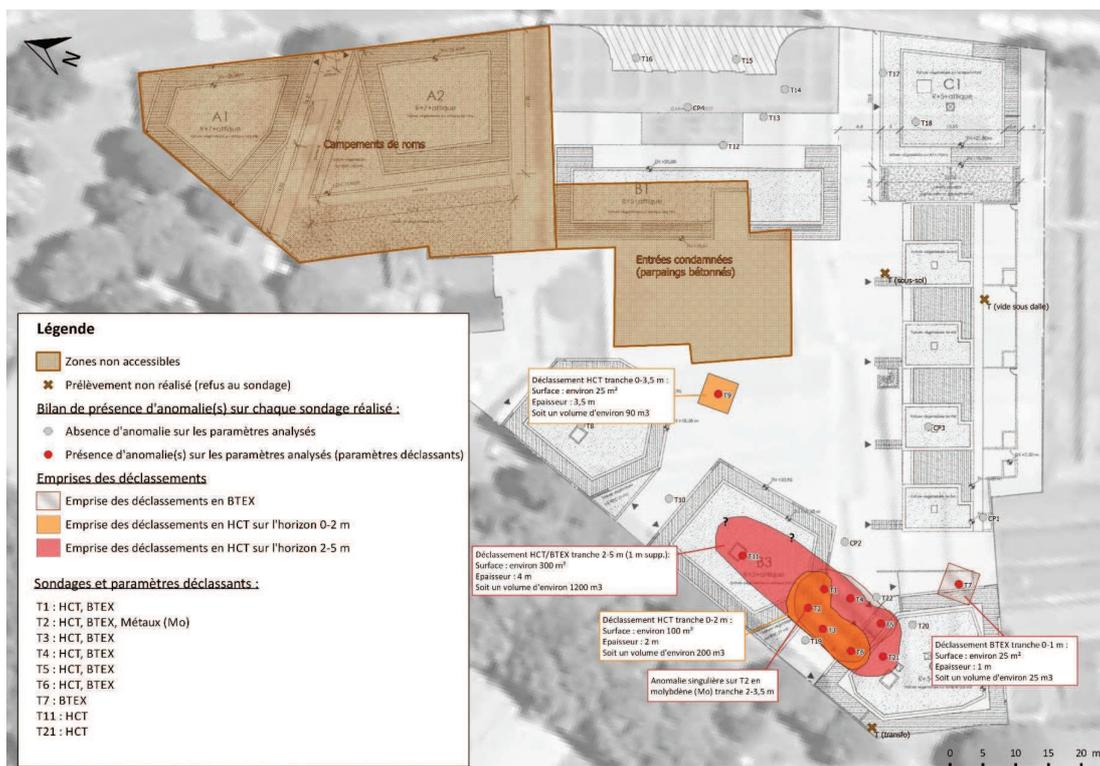
Les résultats complets sont présentés dans le rapport de diagnostic AMETEN 15.149.

La synthèse des impacts sur les sols est présentée au paragraphe 5.3.1.

Il est important de signaler que certaines zones sont et demeureront inaccessibles jusqu'à la déconstruction des bâtiments et infrastructures. En conséquence, il a été proposé de limiter les investigations sur les sols au maximum avant démolition des bâtiments et infrastructures.



Carte 6 : Localisation des sondages réalisés



Carte 7 : Synthèse des déclassements

4.1.2 Réalisation de sondages destructifs

Les deux sondages destructifs ont été réalisés le 01 et 02 août 2016 par la société 2 Savoie Géotechnique. Les sondages ont été réalisés avec une foreuse EMCI EXPLO 220. Des sondages carottés avaient été envisagés pour étudier la granulométrie du sol, malheureusement la pénétration du carottier n'a pu être permise par la granulométrie grossière des terrains en présence (graviers et galets à partir de 2 à 3 m/sol).

4.1.3 Analyses complémentaires

Une analyse de sol complémentaire a été réalisée lors de la mise en place du piézair, sur la fraction du sol comprise entre 5 et 6 m. Les paramètres analysés sur les échantillons de sol sont présentés dans le Tableau 3.

| Matrice | Substances | Méthode |
|---------|--|--------------------------------------|
| Sols | HCT C10-C40 (indice hydrocarbures totaux) | NF EN ISO 16703 (Sols) - NF EN 14039 |
| | BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes) | NF EN ISO 22155 |

Tableau 3 : Détail des substances analysées sur les sols

La teneur en HCT de cet échantillon le décline en non inerte (705 mg/kg MS par rapport au seuil de 500 mg/kg de l'arrêté du 12/12/2014). On note l'absence de BTEX sur cette analyse, en lien avec la technique de foration utilisée, utilisant de l'air comprimé.

4.2 Caractérisation des eaux souterraines (A210)

4.2.1 Réseau de surveillance

Le suivi des eaux souterraines a porté sur les ouvrages existants (cf. Carte 5), constituant les réseaux de suivis utilisés par ARTELIA et par PROGEO en 2013 :

- PZ7 : situé au milieu de l'esplanade, hors influence du site ;
- PZ8 : situé dans un square, dans la nappe des calcaires, hors influence du site ;
- PZ9 : situé légèrement au Nord de l'aval hydrogéologique du site,
- DE2 : situé en amont immédiat du site ;
- DE3 : situé en aval immédiat du site.

A ce réseau existant ont été rajoutés :

- le piézomètre PZA, en bordure ouest du garage Peugeot, en aval immédiat de la zone dans laquelle des contaminations ont été mises en évidence :
 - o méthode de foration : ODEX en Ø 89 mm ;
 - o profondeur de foration : 10 m ;
 - o équipement : tube piézométrique en PVC 64-75 mm, crépiné sur 3 m (entre 7 et 10 m) avec massif filtrant jusqu'à 1 m au-dessus du niveau piézométrique, ajout de bentonite sur le dernier mètre ;
 - o réalisation d'un capot métallique de protection cadenassé avec margelle béton.
- un piézair au sein de la zone contaminée :
 - o méthode de foration : ODEX en Ø 68 mm ;
 - o profondeur de foration : 6 m ;
 - o équipement : pose d'un tube en PEHD de diamètre 25/32 mm, crépiné sur le dernier mètre, avec bouchon de fond, gravillonnage de l'espace annulaire et étanchéité de tête en bentonite ;
 - o finition par une bouche à clé.

Les coupes de ces forages sont fournies en ANNEXE 1. Les caractéristiques de ces piézomètres sont renseignées dans le Tableau 4.

4.2.2 Piézométrie - résultats et interprétation

Les mesures piézométriques sont présentées dans le Tableau 4.

La Carte 8 et la Carte 9 présentent les esquisses piézométriques obtenues à partir des mesures réalisées sur les piézomètres lors des campagnes d'août 2016 et d'octobre 2016.

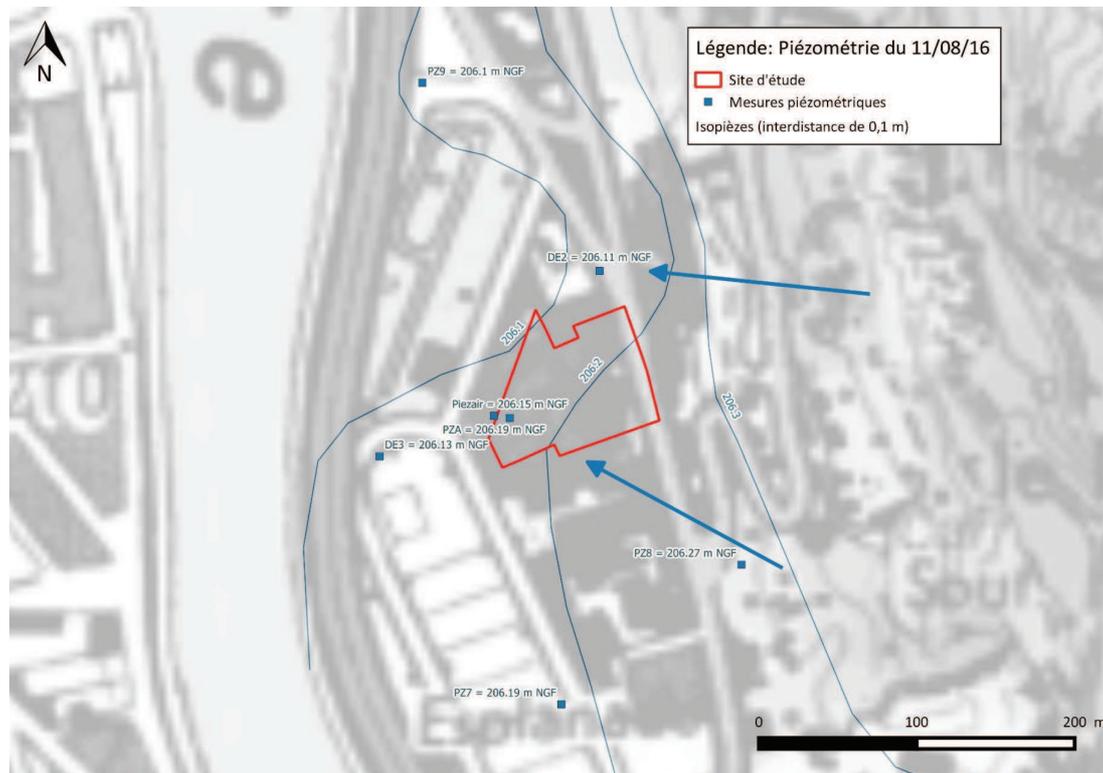
L'écoulement global de la nappe est orienté vers l'Ouest-Nord-Ouest en direction de l'Isère qui draine la nappe. Le niveau mesuré au niveau du piézomètre DE2 indique un écoulement vers le Nord au niveau de la zone du boulodrome.

Pour la campagne d'août 2016, les hauteurs piézométriques sont légèrement plus hautes que celles réalisées à la même période en 2013 (cf. Figure 1). La campagne d'octobre 2016, met en évidence une piézométrie similaire à celle d'août 2016, avec des niveaux légèrement inférieurs.

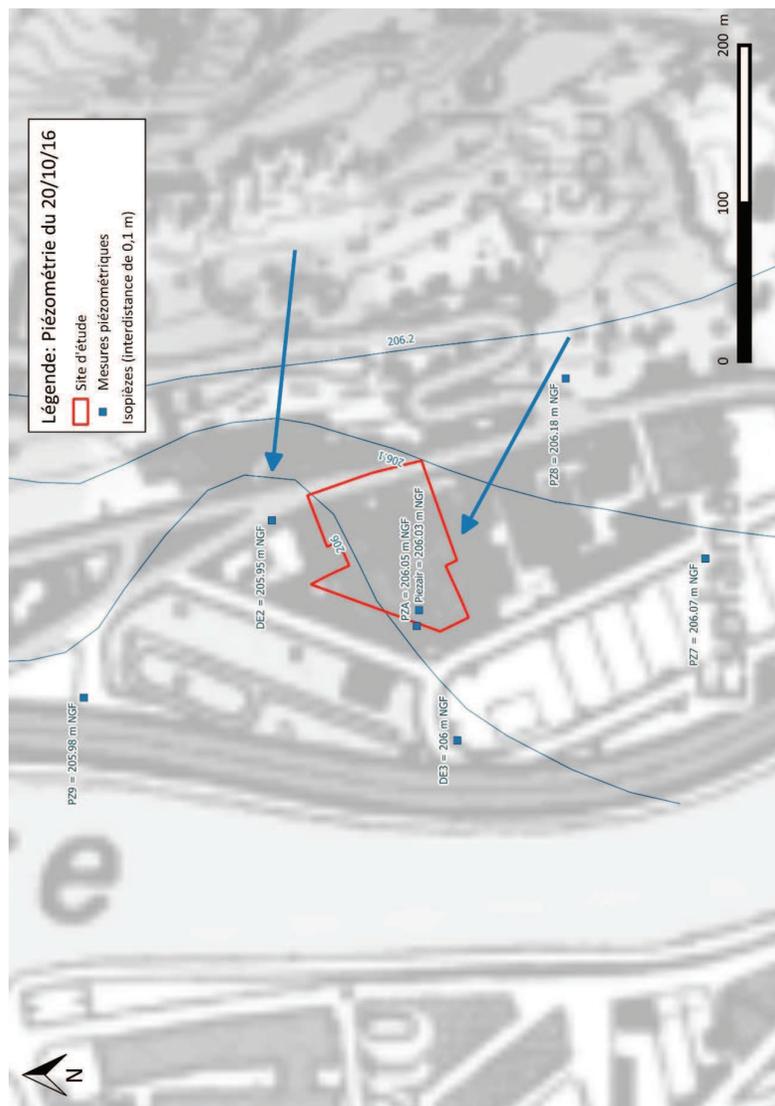
Au droit de la zone d'étude, la nappe a été mesurée à 206,19 m NGF le 11/08/16, soit à une profondeur de 3,5 m.

| Nom | Localisation | | | Caractéristiques | | | Mesures | | | | Mesures en NGF (selon nivellement du 20/10/2016) | | | |
|---------|--------------|----------|------------------------|------------------|----------|---|----------|----------|----------|----------|--|----------|----------|----------|
| | X (L 93) | Y (L 93) | Z repère (m NGF ARIAS) | Diam. (mm) | Fond (m) | Remarques | 20/07/16 | 02/08/16 | 11/08/16 | 20/10/16 | 20/07/16 | 02/08/16 | 11/08/16 | 20/10/16 |
| PZ9 | 913267 | 6459215 | 211,433 | 120 | 13,5 | Plaque métallique carrée, ouverture par un 1/4 de tour à la pince | 5,21 | 5,27 | 5,33 | 5,455 | 206,22 | 206,16 | 206,10 | 205,98 |
| DE2 | 913381 | 6459092 | 211,133 | 50 | 5,35 | Bouche à clef ronde | 4,88 | 4,96 | 5,02 | 5,18 | 206,25 | 206,17 | 206,11 | 205,95 |
| DE3 | 913240 | 6458977 | 209,675 | 120 | 10,5 | Plaque métallique carrée, ouverture par un 1/4 de tour à la pince | - | 3,45 | 3,55 | 3,68 | - | 206,23 | 206,13 | 206 |
| PZ8 | 913469 | 6458908 | 212,55 | 120 | 18,5 | Plaque métallique carrée, ouverture par un 1/4 de tour à la pince | - | 6,15 | 6,28 | 6,375 | - | 206,4 | 206,27 | 206,18 |
| PZ7 | 913355 | 6458819 | 210,016 | 120 | 10,7 | Plaque métallique carrée, ouverture par un 1/4 de tour à la pince | 3,69 | 3,73 | 3,83 | 3,95 | 206,33 | 206,29 | 206,19 | 206,07 |
| PZA | 913312 | 6459003 | 210,689 | 64 | 8,4 | Fermé par cadenas à clef | - | 4,45 | 4,5 | 4,64 | - | 206,24 | 206,19 | 206,05 |
| Piezair | 913327 | 6459004 | 209,954 | 25 | 5,8 | Bouche à clef ronde | - | 3,69 | 3,8 | 3,92 | - | 206,27 | 206,15 | 206,03 |

Tableau 4 : Mesures piézométriques



Carte 8 : Piézométrie au 11/08/16



Carte 9 : Piézométrie au 20/10/16

4.2.3 Analyse de la qualité des eaux

4.2.3.1 Protocole de prélèvement

Conformément aux règles de l'art et aux préconisations de la norme AFNOR FD-X 31-615, les prélèvements ont été effectués après une purge soignée de l'ouvrage réalisée à l'aide d'une pompe immergée. Le volume pompé est au minimum de 3 fois le volume d'eau utile contenu dans le tube piézométrique.

L'échantillonnage des eaux souterraines a été accompagné des mesures et procédures consignées sur une « Fiche d'échantillonnage des eaux souterraines ». Les paramètres physico-chimiques (pH, température, conductivité, potentiel redox, oxygène dissous) ont été mesurés pour les eaux souterraines durant la phase de renouvellement de l'eau dans les ouvrages et dans la mesure du possible en continu sur le refoulement de la pompe. Les instruments de mesures physico-chimiques sont régulièrement étalonnés.

Les fiches de prélèvements correspondantes sont fournies en ANNEXE 3.

4.2.3.2 Conservation des échantillons

Après conditionnement dans les flacons fournis par le laboratoire et étiquetage, les échantillons d'eau ont été stockés en glacière jusqu'à leur arrivée au laboratoire Eurofins. Le délai de transport n'a pas excédé 24 h.

4.2.3.3 Programme analytique sur les eaux souterraines

Les paramètres analysés sur les échantillons d'eau souterraine sont présentés dans le Tableau 5.

| Matrice | Substances | Méthode/Norme |
|-------------------|---|---|
| Eaux souterraines | HCT C10-C40 (indice hydrocarbures totaux) | Méthode interne adaptée de NF EN ISO 9377-2 |
| | BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes) | NF ISO 11423-1 |
| | HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques) | Méthode interne adaptée de NF EN ISO 17993 |
| | COHV (composés organo-halogénés volatils (13 composés)) | NF EN ISO 10301 |
| | 8 métaux : arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, zinc, mercure | NF EN ISO 11885 |

Tableau 5 : Détail des substances analysées sur les eaux

4.2.4 Valeurs de référence pour les eaux

Les résultats d'analyse des échantillons d'eau souterraine sont comparés aux limites et aux référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine présentées en ANNEXE I de l'arrêté ministériel du 11 janvier 2007 (journal officiel du 06/02/07) et dans "Directives de qualité pour l'eau de boisson" de l'organisation mondiale de la santé (OMS) de 2011 (4ème édition).

Les valeurs réglementaires ou les valeurs guides de l'OMS pour l'eau de boisson ne constituent pas un objectif de qualité mais sont utilisées ici à titre indicatif pour évaluer la qualité des eaux souterraines.

4.2.5 Résultats et interprétations des analyses sur les eaux souterraines

Les résultats de la campagne de suivi d'août 2016 sont synthétisés dans le Tableau 6. Les bordereaux d'analyses sont fournis en ANNEXE 4.

Ces tableaux appellent les commentaires suivant :

- **Paramètres généraux** : les paramètres généraux sont compris dans les gammes de valeur de l'arrêté du 11/07/07, à l'exception de la conductivité du point DE2, mesurée à 1228 µS/cm.
- **Métaux** : Sur le point DE2, les teneurs en Arsenic, Cuivre et Plomb dépassent les seuils de quantification du laboratoire. La concentration en Plomb en DE2 (0,017 mg/l) dépasse le seuil

défini dans l'ANNEXE 1 de l'arrêté du 11/07/07 (0,01 mg/l). Sur les autres échantillons analysés, aucun dépassement des seuils de quantification n'est à constater.

- **HCT** : Pour DE2, les teneurs en HCT dépassent le seuil de quantification du laboratoire (total de 0,059 mg/l) mais restent inférieures à la valeur indicative de 1 mg/l fixée par l'ANNEXE 2 de l'arrêté du 11/07/07. Les autres échantillons ne présentent pas de dépassement de seuil de quantification.
- **COHV** : Seule la teneur en tétrachloréthylène présente une valeur dépassant le seuil de quantification sur l'échantillon PZ1 (3,7 µg/l). Cette valeur reste néanmoins inférieure au seuil de l'arrêté du 11/07/07 (10 µg/l) et aux valeurs de recommandation de l'OMS (70 µg/l). Les autres teneurs en COHV sont trop faibles pour être détectables.
- **BTEX** : Aucun des composés analysés ne présente de teneur en BTEX détectable.
- **HAP** : Sur le point DE2, les teneurs en Benzo(b)fluoranthène (0,01 µg/l pour un seuil à 0,01 µg/l) et Benzo(a)pyrène (0,0079 µg/l pour un seuil à 0,0075 µg/l) dépassent très légèrement les seuils de quantification. Le reste des teneurs en hydrocarbures analysés est trop faible pour être détectable.

Compte-tenu de la piézométrie observée le 11 août 2016 et confirmée par les mesures et nivellement complémentaires du 20 octobre 2016, il est difficile d'attribuer une origine exacte des teneurs en plomb, hydrocarbures et HAP mesurées au droit de DE2.

La réalisation de campagnes régulières et le renforcement du réseau de surveillance piézométrique permettraient de lever cette incertitude. Une prochaine campagne de surveillance est planifiée pour janvier 2017.

| | O.M.S (valeurs guides) | Arrêté du 11/01/07 | | DE2 | PzA | DE3 |
|---|---------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | ANNEXE 1 | ANNEXE 2 | 16E0657 29-001 | 16E065729- 002 | 16E06572 9-003 |
| Paramètres généraux | | | | | | |
| Température air | °C | - | - | - | 15 | 18 |
| Température Eau prélevée | °C | - | 25 | - | 15,73 | 14,87 |
| Oxygène dissous | ppm-% | - | - | - | 0,78 - 8,8% | 2,90 - 30,2% |
| pH in situ | U, pH | - | ≥ 6,5 et ≤9 | - | 7,19 | 7,31 |
| Conductivité in situ | µS/cm | - | ≥ 200 et ≤1100* | - | 1228 | 735 |
| Potentiel d'oxydoréduction | mV | - | - | - | 155 | 253 |
| Niveau piézométrique (| m/ref | - | - | - | 5,17 | 4,51 |
| Métaux | | | | | | |
| Arsenic (As) | mg/l | 0,01 | 0,01 | 0,1 | 0,007 | <0,005 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | 0,005 | 0,005 | 0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Chrome (Cr) | mg/l | 0,05 | 0,05 | 0,05 | <0,005 | <0,005 |
| Cuivre (Cu) | mg/l | 2 | 2 | - | 0,04 | <0,01 |
| Nickel (Ni) | mg/l | 0,07 | 0,02 | - | <0,005 | <0,005 |
| Plomb (Pb) | mg/l | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,017 | <0,005 |
| Zinc (Zn) | mg/l | 3 | - | 5 | <0,02 | <0,02 |
| Mercuré (Hg) | µg/l | 1 | 1 | 1 | <0,21 | <0,21 |
| Hydrocarbures totaux | | | | | | |
| HCT (C10-C16) | mg/l | - | - | - | 0,008 | <0,008 |
| HCT (C16-C22) | | - | - | - | 0,009 | <0,008 |
| HCT (C22-C30) | | - | - | - | 0,024 | <0,008 |
| HCT (C30-C40) | | - | - | - | 0,019 | <0,008 |
| HCT Totaux (C10-40) | | - | - | 1* | 0,059 | <0,03 |
| Composés organohalogénés volatils (COHV) | | | | | | |
| Dichlorométhane | µg/L | 20 | - | | <5,00 | <5,00 |
| Trichlorométhane (Chloroforme) | | 200 | 100 (1) | | <2,00 | <2,00 |

| | | | | | | | | |
|--|------|------|---------|---|---------------------------------------|-------------------------|---------|-------|
| Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone) | µg/L | 4 | - | | <1,00 | <1,00 | <1,00 | |
| Trichloroéthylène | | 40 | 10 | | <1,00 | <1,00 | <1,00 | |
| Tétrachloroéthylène | | 70 | - | | <1,00 | 3,7 | <1,00 | |
| 1,1-dichloroéthane | | - | - | | <2,00 | <2,00 | <2,00 | |
| 1,2-dichloroéthane | | 30 | - | | <1,00 | <1,00 | <1,00 | |
| 1,1,1-trichloroéthane | | 2000 | - | | <2,00 | <2,00 | <2,00 | |
| 1,1,2-trichloroéthane | | - | - | | <5,00 | <5,00 | <5,00 | |
| Cis 1,2-dichloroéthylène | | - | - | | <2,00 | <2,00 | <2,00 | |
| Trans 1,2-dichloroéthylène | | 50 | - | | <2,00 | <2,00 | <2,00 | |
| Chlorure de vinyle | | 0,3 | 0,5 | | <0,50 | <0,50 | <0,50 | |
| 1,1-dichloroéthylène | | - | - | | <2,00 | <2,00 | <2,00 | |
| Bromochlorométhane | | 60 | - | | <5,00 | <5,00 | <5,00 | |
| Dibromométhane | | - | - | | <5,00 | <5,00 | <5,00 | |
| Bromodichlorométhane | | - | 100 (1) | | <5,00 | <5,00 | <5,00 | |
| Dibromochlorométhane | | - | 100 (1) | | <2,00 | <2,00 | <2,00 | |
| 1,2-dibromoéthane | | - | - | | <1,00 | <1,00 | <1,00 | |
| Tribromométhane (Bromoforme) | | 100 | 100 (1) | | <5,00 | <5,00 | <5,00 | |
| COHV totaux | | - | - | | <49,5 | 3,7<x<52,2 | <49,5 | |
| BTEX | | | | | | | | |
| Benzène | | µg/L | 10 | 1 | | <0,50 | <0,50 | <0,50 |
| Toluène | 700 | | - | | <1,00 | <1,00 | <1,00 | |
| Ethylbenzène | 300 | | - | | <1,00 | <1,00 | <1,00 | |
| o - xylène | 500 | | - | | <1,00 | <1,00 | <1,00 | |
| m + p - xylène | - | | - | | <1,00 | <1,00 | <1,00 | |
| Hydrocarbures Aromatiques polycycliques (HAP) | | | | | | | | |
| Naphtalène | µg/L | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Acénaphthylène | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Acénaphthène | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Fluorène | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Anthracène | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Fluoranthène ^a | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Pyrène | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Benzo(a)anthracène | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Chrysène | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Benzo(b)fluoranthène ^{a, b} | | - | - | - | 0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Benzo(k)fluoranthène ^{a, b} | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Benzo(a)pyrène ^a | | - | - | - | 0,0079 | <0,0075 | <0,0075 | |
| Dibenzo(a,h)anthracène | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Indeno (1,2,3-cd) Pyrène ^{a, b} | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Phénanthrène | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Benzo(ghi)Pérylène ^{a, b} | | - | - | - | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| HAP totaux ^(b) 4) | | - | 0,1 | - | <0,0479 | <0,0475 | <0,0475 | |
| HAP totaux ^(a) 6) | | - | - | 1 | <0,0579 | <0,0575 | <0,0575 | |
| HAP totaux (16) | | - | - | - | 0,018<x <0,158 | <0,16 | <0,16 | |

| | |
|----------------|--|
| en gras | Valeur supérieure à la limite de quantification |
| | Concentration supérieure à la limite de qualité |
| | Concentration supérieure à la référence de qualité |
| | Concentration supérieure à la valeur guide OMS (en l'absence de limite de qualité) |

* - références de qualité ; 1) valeur définie pour la somme des concentrations en bromodichlorométhane, (bromoforme, chloroforme et dibromochlorométhane)

Tableau 6 : Résultats des analyses d'eaux souterraines en laboratoire

4.3 Caractérisation de l'air des sols (A230)

L'analyse et la quantification des composés volatils dans les gaz du sol permettent de caractériser le transfert des polluants à partir des sols et/ou de la nappe vers l'air ambiant de manière plus précise que l'estimation des concentrations dans l'air ambiant par dégazage des sols par modélisation.

L'objectif de tels prélèvements est également de voir dans quelle mesure les concentrations mesurées dans l'air ambiant sont à relier au milieu souterrain.

Les prélèvements de l'air des sols sont réalisés à l'aide de « piézair ». Il s'agit d'ouvrages permanents semblables à des piézomètres, mais crépinés dans la zone non saturée de manière à capter l'air interstitiel.

1 piézair a été réalisé par la société 2 SAVOIE GEOTECHNIQUE (mis en place en août 2016) l'aide d'une sondeuse Géoprobe, selon les caractéristiques suivantes :

- méthode de foration : ODEX en Ø 68 mm ;
- profondeur de foration : 6 m ;
- équipement : pose d'un tube en PEHD de diamètre 25/32 mm, crépiné sur le dernier mètre, avec bouchon de fond, gravillonnage de l'espace annulaire et étanchéité de tête en bentonite ;
- finition par une bouche à clé.

Sa localisation a été définie à partir des concentrations en hydrocarbures et BTEX dans les sols au droit des sondages, afin d'avoir un piézair représentatif des concentrations résiduelles.

La coupe du piézair est présentée en ANNEXE 1, l'horizon crépiné de l'ouvrage capte les sables et graviers/galets de l'horizon 5-6 m, à savoir l'horizon résiduellement pollué sous les cotes de terrassement des sous-sols de la zone.

Compte-tenu de la remontée de la nappe d'eaux souterraines à une cote de -3,5 m/sol. Il n'a pas été possible de prélever le piézair selon les règles de l'art.

L'opportunité de réaliser un tel prélèvement se devra d'être étudiée si la nappe vient à diminuer en niveau, permettant à la crépine d'être hors d'eau.

Néanmoins, la présence d'indices organoleptiques de pollution en tête du piézair et l'analyse de sols réalisée sur l'horizon 5-6 m/sol de l'ouvrage, prouve la migration de la source de pollution jusqu'en toit de nappe.

5 ENJEUX ET IMPACTS IDENTIFIES

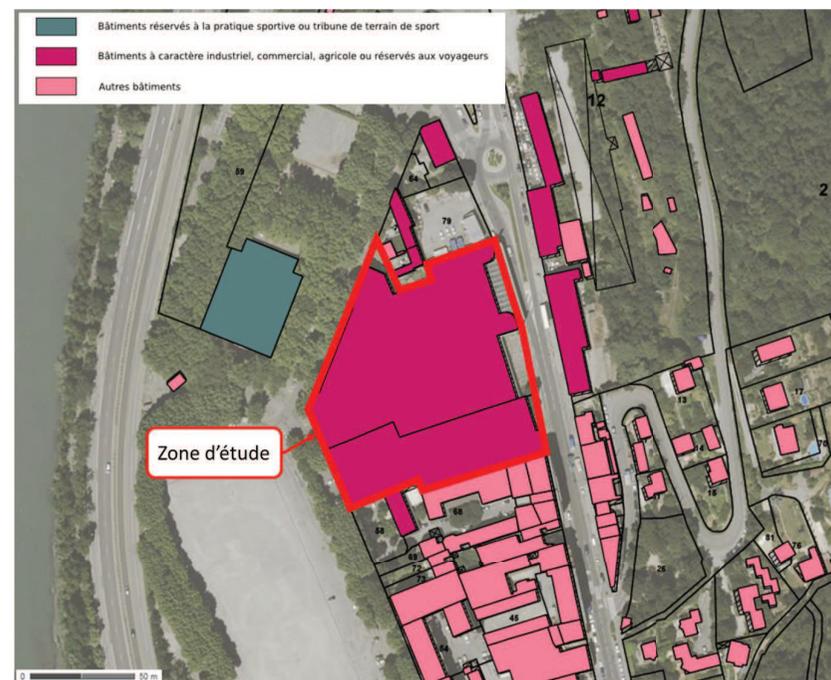
5.1 Usages identifiés

5.1.1 Occupation des sols autour du site

L'occupation des sols autour du site est représenté sur la Carte 10, établie grâce à une enquête de quartier (sans questionnement des habitants), effectuée dans le cadre de la première partie de l'étude de diagnostic des sols en 2015 (rapport 15.149) et aux données de Géoportail.

Le site de l'Ilot PEUGEOT est bordé :

- au Nord, une ancienne station-service puis des habitations,
- à l'Est des bâtiments industriels, une boîte de nuit,
- au Sud des bâtiments industriels et des habitations,
- à l'Ouest, des parkings et un terrain de boules.



Carte 10 : Avoisinants du site étudié sur fond aérien (Source : Géoportail)

5.1.2 Usages des eaux souterraines

Dans le secteur de l'Esplanade, la nappe d'accompagnement de l'Isère ne fait pas l'objet de forages pour l'adduction en eau potable (AEP). Une enquête de quartier réalisée les 1 et 2 août 2016 a mis en évidence l'absence d'usage des eaux souterraines à l'aval du site jusqu'à l'Isère.

5.1.3 Usages des eaux superficielles

L'Isère fait l'objet d'activités de loisirs (pêche, canoë-kayak, aviron ...).

5.2 Conclusions sur la vulnérabilité de l'environnement

5.2.1 Eaux souterraines

La nappe des alluvions de l'Isère, compte tenu de sa faible profondeur (entre 3 et 5 m), est considérée comme vulnérable vis-à-vis d'une éventuelle pollution provenant du site.

Les captages d'alimentation en eau potable recensés sont tous situés en dehors d'une influence potentielle du site.

5.2.2 Eaux superficielles

La proximité de l'Isère et son caractère drainant vis-à-vis de la nappe font que ce cours d'eau est vulnérable à une contamination indirecte, par l'intermédiaire de la nappe.

Compte tenu de ces éléments, seule l'Isère est considérée comme sensible, compte tenu des activités de loisirs identifiées.

5.3 Les impacts identifiés sur site

Le rapport d'Améten intitulé « Diagnostic approfondi de la qualité environnementale des sols » et référencé 15.149 synthétise les résultats des investigations menées sur le site en août et septembre 2015 et les résultats des investigations antérieures.

5.3.1 Impacts identifiés sur les sols

Les sources de pollution à prendre en compte à l'issue des différentes phases de diagnostic, pour les substances à charge de PEUGEOT BERNARD en tant que dernier exploitant, sont les suivantes :

- présence d'une zone de pollution par des hydrocarbures C10-C40 et des BTEX autour des fosses et cuve de récupération des huiles usagées (ilots B1 et B2) ;
- quelques spots ponctuels de pollution par des hydrocarbures C10-C40, probablement peu étendus et dispersés, à relier à certaines sources de pollution (fosses, cabine peinture, etc...) ;
- quelques spots ponctuels de pollution par des métaux, dispersés, à relier à l'hétérogénéité des remblais.

5.3.2 Impacts identifiés sur les eaux souterraines

Une seule campagne de mesure de la qualité des eaux souterraines a été effectuée en août 2016, les résultats des investigations mettent en évidence des dépassements ponctuels des valeurs de référence pour les eaux potables sur un piézomètre situé en aval latéral, pour le plomb. D'autres traces en trichloroéthylène et HAP sont mesurées. Des dépassements, peu importants, concernent le plomb.

Il est également détecté des teneurs en hydrocarbures, sans qu'il soit évident pour le moment de relier ces concentrations à une activité historique pratiquée sur le site (parcelle AM78).

La poursuite de la surveillance ainsi que la densification du réseau de piézomètre permettra de lever le doute et vérifier l'efficacité des travaux de dépollution préconisés au plan de gestion.

5.3.3 Impacts identifiés sur les gaz du sol

Un piézair a été mis en place, mais la remontée de la nappe, n'a pas permis de réaliser une mesure d'état des lieux de la qualité de l'air de sols.

5.4 Synthèse des impacts identifiés sur site

Le tableau suivant présente la synthèse des impacts identifiés sur site.

| Estimation du volume de terres non inertes | | | | | | |
|--|--|--|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---|
| N° source | Sondage/Secteur | Epaisseur de l'horizon impacté (m) sur la base des données actuelles | Nature des terrains | Surface (en m ²) | Volume associé (m ³) | Composé(s) ou paramètre(s) déclassant |
| 1 | Anciennes fosse et cuve de récupération des huiles usagées T1, T2, T3 et T6 | 2 m (0 à -2 m/TN) | Limons et sables | 100 | 200 | HCT (C10-C40), BTEX |
| | Anciennes fosse et cuve de récupération des huiles usagées T1 à T6, T11, T21 | 4 m (-2 à -5 m/TN) impact probable plus en profondeur | Sables et graves | 300 | 1200 | HCT (C10-C40), BTEX, (ponct. Mo sur T2) |
| 2 | T7 | 1* | Limons sableux avec graviers | 25* | 25* | BTEX |
| 3 | T9 | 3,5* | Limons et sables | 25* | 90* | HCT (C10-C40) |
| 4 | | Remblais de surface | Limons | | | métaux |

* - en rouge et italiques - valeurs estimées

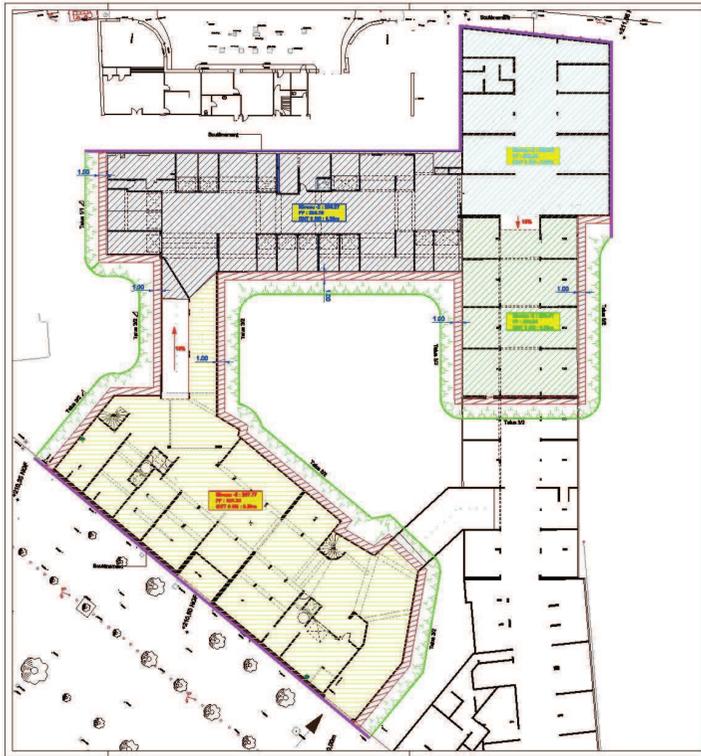
Tableau 7 : Impacts identifiés sur le site

5.5 Enjeux et impact hors site

A ce stade de l'étude, aucun enjeu ou impact hors site n'a été identifié.

6 USAGE FUTUR DU SITE

Le projet envisagé est composé de 5 bâtiments à usage de logements, comportant un à deux niveau(x) de parking en sous-sol, et de surfaces de pleine terre (B1, B2, B3, C1, C2).



Carte 11 : Plan de terrassement envisagé pour les bâtiments B1, B2, B3, C1, C1i

Les sous-sols des nouveaux bâtiments verront un renouvellement d'air dimensionné selon les règles de l'art, en vue de limiter l'exposition des futurs usagers aux composés volatils.

Tous les réseaux enterrés passifs identifiés du site seront démantelés.

Le présent mémoire exclut les usages suivants :

- tout usage sensible comprenant notamment : crèches, écoles maternelles et élémentaires, établissement accueillant des enfants handicapés relevant du domaine médico-social, ainsi que des aires de jeux et espaces verts, collèges et lycées ainsi que les établissements accueillant en formation professionnelle des élèves de la même tranche d'âge, tout établissement recevant du public, etc. ;
- la culture et la plantation d'arbres fruitiers, de plantes potagères ou d'herbes aromatiques ;

A titre de précaution et afin d'éviter tout risque de migration de substances mobiles au sein de conduites d'adduction d'eau potable par perméation, les futurs réseaux enterrés d'adduction d'eau potable seront mis en place, conformément à l'état de l'art, au cœur de tranchées remplies de sables propres en quantité suffisante autour des conduites, pour assurer l'absence de contact entre ces dernières et les sols encaissants.

7 SCHEMA CONCEPTUEL A L'ISSUE DU DIAGNOSTIC

7.1 Sources de pollution

7.1.1 Milieu sol

Le milieu sol est impacté par les activités passées du site, par les composés suivants :

- Polluants organiques :
 - o présence d'une zone de pollution par des hydrocarbures C10-C40 et des BTEX autour des fosses et cuve de récupération des huiles usagées (ilots B1 et B2) ;
 - o présence de spots ponctuels peu étendus et dispersés en BTEX et hydrocarbures, à relier à l'hétérogénéité des remblais ;
 - o présence de traces de HAP et de COHV, mais à des teneurs faibles ;
 - o absence de problématique aux PCB.
- Métaux et métalloïdes :
 - o impact par certains métaux et métalloïdes (molybdène, cuivre, plomb et zinc), en lien avec l'hétérogénéité des remblais sur le site.

7.1.2 Milieu eaux souterraines

Le milieu eaux souterraines est potentiellement impacté par migration des polluants dans la zone non saturée et migration gravitaire vers la nappe, ou par remontée de la nappe. La nappe est également potentiellement impactée par écoulement dans des sols contaminés.

Les résultats des investigations sur les eaux souterraines (une seule campagne pour le moment) mettent en évidence :

- la détection d'une trace de plomb, constituant un dépassement de la concentration maximale admissible pour les eaux potables sur un piézomètre potentiellement à l'aval du site ; les concentrations restent du même ordre de grandeur que les valeurs de référence ;
- l'absence de dépassement des concentrations maximales admissibles pour les eaux potables sur le piézomètre situé en aval de la principale source de pollution sur les sols du site.

Il apparaît nécessaire de poursuivre la surveillance.

Il n'a pas été mis en évidence d'usage des eaux souterraines à l'aval du site, les eaux souterraines étant par la suite drainées par l'Isère, constituant un enjeu (usage de loisir et de pêche) sur les eaux superficielles.

Il est cependant prévu d'utiliser les eaux souterraines à des fins d'usage géothermique (doublet sur nappe). En première approche

7.1.3 Milieu air du sol

L'impact sur le milieu air du sol est constitué par la volatilisation des composés volatils à partir des sols et de la nappe. Il a été impossible de réaliser une mesure sur les gaz du sol.

7.1.4 Conclusion sur les sources de pollution

En l'état actuel des connaissances, la source sol constitue donc la source de pollution principale du site.

Les transferts ont potentiellement engendré une source de pollution secondaire au niveau de la nappe, mais dont l'existence n'est pas prouvée au stade de l'étude, compte-tenu des faibles concentrations au regard des teneurs mesurées sur la zone source au niveau des sols.

7.2 Milieux d'exposition

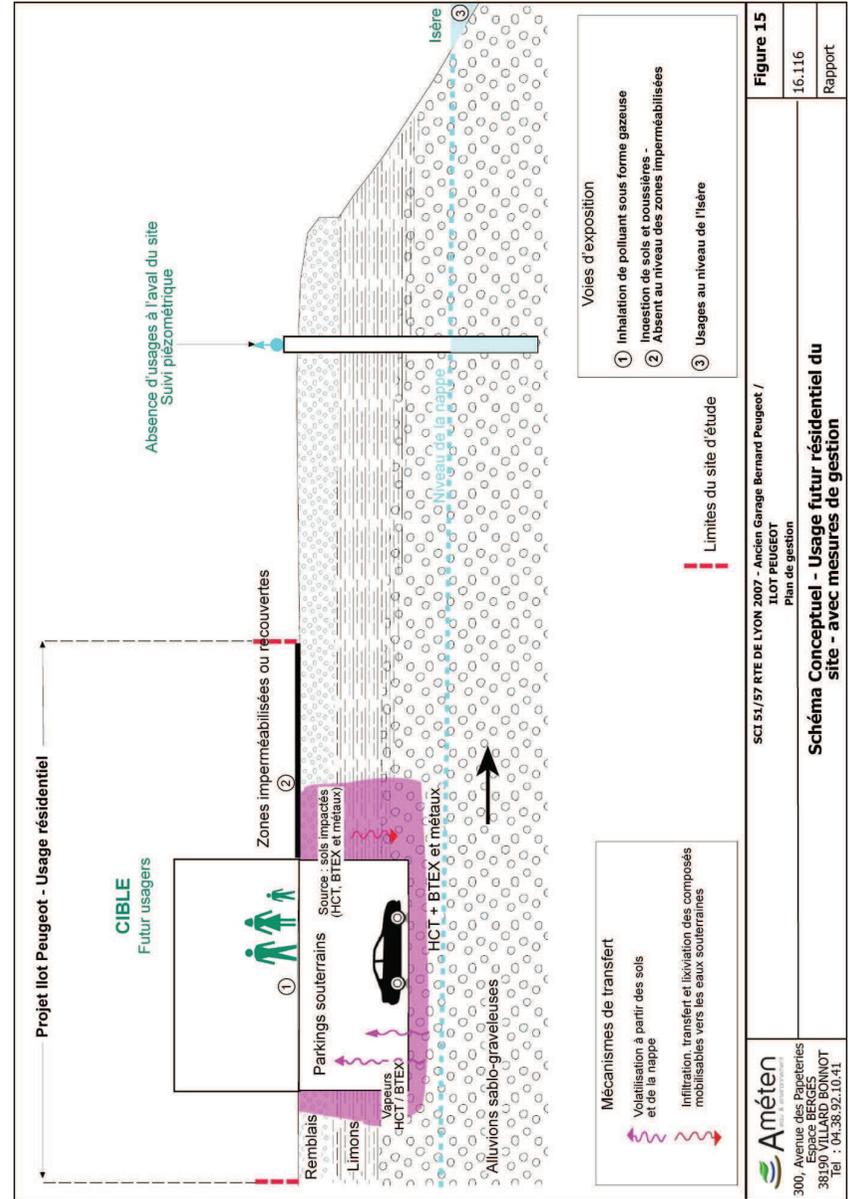
Les modes de transfert principaux sont par inhalation ou contact direct pour les zones non recouvertes ainsi que les usages des eaux souterraines à l'aval du site. Le Tableau 8 précise les voies d'exposition envisagées.

| Voies d'exposition | Usage résidentiel (adultes et enfants) | Raison de la sélection |
|--|--|--|
| Inhalation de polluant sous forme gazeuse | Oui | Du fait de la présence de composés volatils dans le milieu souterrain |
| Inhalation de polluant adsorbé sur les poussières du sol | Non | En cas de non couverture des sols (dallage, bâtiments), l'inhalation de poussières peut se produire. Cela ne sera pas le cas dans le projet |
| Inhalation de vapeur d'eau polluée | Non | Impact mineur sur les eaux souterraines au droit du site, qui pourront être utilisées pour de stricts besoins industriels ou en circuits fermé. |
| Ingestion directe de sol et/ou de poussières | Non | En cas de non couverture des sols (dallage, bâtiments, enrobé, autres surfaces minérales), l'ingestion de sols et de poussières peut se produire. Cela ne sera pas le cas dans le projet |
| Ingestion d'aliments d'origine végétale cultivés sur le site | Non | Absence de culture actuellement et dans le futur sur site. |
| Ingestion d'aliments d'origine animale à partir d'animaux pêchés à proximité du site | Non | Absence de culture actuellement et dans le futur sur site. |
| Ingestion d'eau contaminée | Non | Les aménagements prévoient la mise en place de conduite d'amenée d'eau potable dans des remblais sains (voir § 5). Par ailleurs, l'usage de la nappe pour des besoins domestique est proscrit. |
| Absorption cutanée de sols et/ou de poussières | Non | Absence de relations dose-réponse dans la littérature scientifique. |
| Absorption cutanée d'eau contaminée | Non | Les aménagements prévoient la mise en place de conduite d'amenée d'eau potable dans des remblais sains (voir § 5). Par ailleurs, l'usage de la nappe pour des besoins domestique est proscrit. |
| Absorption cutanée de polluant sous forme gazeuse | Non | Voie d'exposition négligeable devant la voie inhalation de vapeur. Absence de relations dose-réponse dans la littérature scientifique. |

Tableau 8 : Détail des voies d'exposition considérées

7.3 Cibles

Au vu des résultats des investigations réalisées sur le site, la possibilité que des cibles sur site soient exposées aux polluants identifiés ne peut être exclue. Celles-ci sont constituées par les usagers futurs (résidents) – adultes et enfants.



8 MESURES DE GESTION

8.1 Rappel des volumes à excaver dans le cadre du projet

Le tableau ci-après présente par lot et futur bâtiment les volumes de terrains à excaver. La Figure 3 en page suivante localise ces excavations.

En première approche, c'est un volume 18 700 m³, qu'il est prévu d'évacuer pour la réalisation des niveaux de sous-sol.

Une incertitude importante repose sur le fait qu'il existe actuellement de nombreux sous-sol dans le bâtiment non démolit. C'est le cas au droit des futurs bâtiments C1, C1i et B1.

En l'absence actuelle de cette actualisation, un coefficient correcteur de 50 % a été appliqué sur les lots concernés. C'est ainsi que ce volume a été réduit à 12 650 m³.

Une actualisation des volumes vides précise par un géomètre permettrait d'actualiser la réelle portée des excavations.

| Zone | Surface (m ²) | Cote initiale (m NGF) | Cote projet (FF en m NGF) | Volume total (m ³) | dont non inerte (m ³) |
|--------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| B2-B3 | 1206 | 209,9 | 207,33 | 3099 | 156 |
| B1 | 935 | 211,92 | 205,79 | 5732 | 0 |
| C1 | 506 | 211,7 | 206,06 | 2854 | 0 |
| C1i | 457 | 211,7 | 205,84 | 2678 | 0 |
| Talus C1i | 126 | 211,7 | 205,84 | 369 | 0 |
| Talus1 B1 | 65 | 211,92 | 205,79 | 199 | 0 |
| Talus1 B2-B3 | 164 | 209,9 | 207,33 | 211 | 42 |
| Talus2 B2-B3 | 40 | 209,9 | 207,33 | 51 | 0 |
| Talus2 B1 | 76 | 211,92 | 205,79 | 233 | 0 |
| C2 * | 1140 | 210,06 | 207,33 | 3112 | 142 |
| Talus C2 | 94 | 210 | 207,33 | 125 | 85 |

Tableau 9 : Volumes concernés par les excavations prévues au projet

* - La cote projet du fond de fouille du bâtiment C2 a été fixée au même niveau que celle des bâtiments B2-B3 voisins.

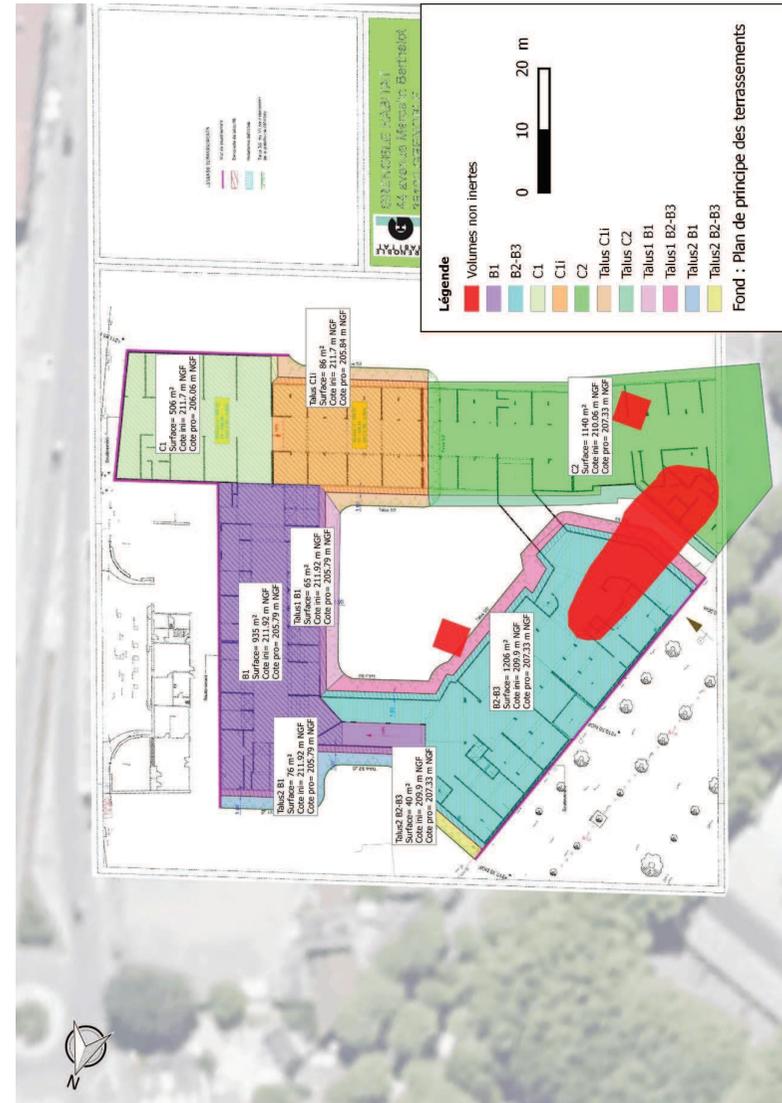


Figure 3 : Localisation des excavations prévues au projet

8.2 Gestion des zones sources

D'après la réglementation française, les terres excavées prennent un statut de déchets dès lors qu'elles sont évacuées d'un site ou d'un même projet d'aménagement. Ainsi, la gestion des terres excavées sera réalisée conformément à la législation applicable aux déchets.

Or, les analyses des échantillons de sol ont indiqué la présence de terres caractérisées comme non inertes au regard de l'Arrêté du 12 décembre 2014. Ainsi, toutes les solutions permettant de limiter le volume de terres excavées ou de les réutiliser dans le périmètre du projet permettraient de limiter les surcoûts de gestion car si les terres excavées dans ces zones sont évacuées hors site, elles devront être éliminées vers une filière spécifique.

Compte tenu des impacts identifiés sur les sols, et en l'absence d'impact significatif sur les eaux, à ce stade de l'étude, la mise en œuvre de mesures de gestion spécifiques du milieu sol apparaît nécessaire.

Les résultats des investigations réalisées et le schéma conceptuel établi pour le projet d'usage résidentiel envisagé permettent de distinguer les sources de pollution des sols détaillées dans le tableau suivant.

Ces zones sources sont définies compte tenu des concentrations présentes, par rapport aux concentrations représentatives du bruit de fond du site et des pollutions diffuses peu concentrées.

| Milieu impacté | Polluants présents | Identification de la zone source | délimitation de la pollution |
|-----------------------|---|--|---|
| Sols | Sources principales de pollution | | |
| | HCT C10-C40 BTEX | 1 | ancienne fosse et cuve de récupération des huiles usagées - 1400 m3 |
| | Sources secondaires de pollution | | |
| | BTEX | 2 | Sondage T7 - source ponctuelle |
| | HCT C10-C40 | 3 | Sondage T9 - source ponctuelle |
| Métaux (hors mercure) | 4 | Quelques spots ponctuels en métaux (hors mercure) à relier avec l'hétérogénéité des remblais | |

Tableau 10 : Synthèse des zones sources identifiées

Compte-tenu de la balance déblais/remblais imposée par le projet avec la création de niveaux souterrains, les volumes à évacuer seront dirigés vers les filières adaptées selon les niveaux de concentrations observés, soit sur la base des diagnostics de la qualité des sols effectués, soit sur la base de contrôles au fil de l'eau en cours du chantier d'excavation.

S'ajoutent les questions suivantes :

- la présence de zones sources résiduelles en deçà des cotes de terrassement prévues par le chantier, dont l'existence est avérée pour la zone source 1 ;
- la présence de spots ponctuels contenant des éléments métalliques et liés à l'hétérogénéité des remblais. Ces spots ont été regroupés sous une unique source de pollution (identifiée 4), qui pourra faire l'objet de mesures de gestion spécifiques ;
- la probabilité non négligeable de l'existence d'autres sources, au droit de zones n'ayant pu être diagnostiquées en l'état actuel du bâtiment (zones condamnées, accès impossibles à des engins permettant des investigations représentatives). Ces zones qui devront faire l'objet d'une intégration au plan de gestion actuel, au fur à mesure de leur (éventuelle) découverte.

L'ensemble des zones sources identifiées ou probables, nommées zones sources 1 à 4, font ainsi l'objet de la revue des techniques disponibles.

8.3 Revue des techniques disponibles pour la gestion des zones sources

Les paragraphes suivants présentent les différentes solutions techniques envisageables pour traiter les problématiques du site avec leurs avantages et leurs inconvénients. Les techniques de traitement sont principalement de trois types :

- traitement hors-site : excavation et élimination vers une filière de traitement agréée ;
- traitement in situ : traitement de la pollution en place (sans excavation dans le milieu où elle se trouve) ;
- traitement sur site : traitement ou confinement sur site après avoir extrait le matériau pollué.

Les solutions de gestion des matériaux hors site permettent une bonne maîtrise de l'efficacité, car il existe des filières possibles pour l'ensemble des substances, et une réutilisation rapide de la zone traitée (remblaiement dès l'excavation). En revanche, elles débouchent sur des coûts souvent plus importants que les autres techniques et le bilan environnemental est en général défavorable (bilan carbone, contribution à la saturation des installations de stockages...).

De façon générale, les techniques de traitement sur site mobilisent une surface sur le site pour installer l'unité de traitement (biotertre, tente de traitement ou tout autre dispositif). Cette surface est disponible sur le site de l'Ilot PEUGEOT, mais reste à vérifier dans le détail des surfaces réellement disponibles à partir du phasage de libération des emprises.

De façon générale, les techniques de traitement in situ (type injection, ventilation, désorption) sont employées lorsque :

- les sols présentent de bonnes perméabilités et ont des caractéristiques relativement homogènes ;
- les sols ne sont pas saturés d'eaux (notamment pour la désorption et le venting) ;
- il n'y a pas ou peu de phase pure et celle-ci est quantifiée et délimitée ;
- le délai imparti pour la dépollution est relativement long (de 6 mois au strict minimum à 3 ans, au-delà desquels ces techniques ne présentent en général plus de rendement justifiant leur application).

Le tableau suivant détaille les différentes techniques de dépollution possibles pour traiter les sources et résume leur applicabilité sur le site.

| Type de technique | Technique | Polluants pouvant être traités | Sources pouvant être traitées | Présence (-) / absence (+) de risque technique | Pilote / essais nécessaires | Pollution résiduelle | Surveillance | Servitudes | Durée | Présence (-) / absence (+) de nuisances | Bilan carbone | Technique envisageable |
|-------------------|--|--------------------------------|-------------------------------|--|--|---|--|--|--|--|---|------------------------|
| Hors site | Excavation et élimination hors site des matériaux impactés | HCT, BTEX, COHV, métaux | 1 à 4 | + Pas de risque technique Excavation en zone saturée | Pas nécessaire | ++ Technique radicale (élimination de la pollution) | ++ Surveillance des eaux souterraines | - Servitudes si pollution résiduelle | ++ Technique rapide | - Nuisances liées au transport de quantités de terres importantes | - Mauvais bilan carbone lié au transport de quantités de terres importantes | O |
| | Excavation et confinement sur site | HCT, BTEX, COHV, métaux | 1 à 4 | - Risque technique à prendre en compte : présence des eaux souterraines à faible profondeur Confinement difficile à mettre en œuvre dans la zone de battement de la nappe Efficacité du confinement sur le long terme | Pas nécessaire | - La pollution reste sur site, dans une alléole évanescente | - Nécessaire pour la zone de confinement et ses abords | - Mise en place de servitudes en vue de garantir la pérennité de l'étanchéité | ++ Technique rapide | + Nuisances réduites pour les riverains | ++ Bilan carbone favorable | O |
| Sur site | Biotertre | HCT, BTEX, COHV | 1 à 3 | + Important retour d'expérience Balance déblais-remblai du projet à vérifier | Tests préalables nécessaires car pollution mixte S'applique pour des pollutions < 20000 mg/kg HCT | + Pollution résiduelle après traitement | - Nécessaire pour la zone de confinement et ses abords | + Pas de servitudes | - Surface mobilisée sur le site pendant les 6 à 12 mois de traitement | + Nuisances réduites pour les riverains | ++ Bilan carbone favorable Réutilisation des terres sur site après traitement à étudier selon volume disponible | O |
| | Ventilation des sols excavés | BTEX, COHV | 1 | + Important retour d'expérience Balance déblais-remblai du projet à vérifier | Tests préalables nécessaires car pollution mixte | + Pollution résiduelle après traitement | ++ Pas nécessaire | + Pas de servitudes | ++ Technique rapide | + Nuisances réduites pour les riverains | ++ Bilan carbone favorable Réutilisation des terres sur site après traitement à étudier selon volume disponible | O |
| In situ | Recouvrement des sols impactés | HCT, BTEX, COHV, métaux | 4 | - Risque technique élevé : présence des eaux souterraines à faible profondeur - recouvrement à proscrire dans la zone de battement de la nappe | Pas nécessaire | - Pollution non éliminée La voie d'exposition par inhalation de vapeurs n'est pas éliminée (cas des BTEX/COHV notamment). | - Nécessaire pour l'ensemble du site (pollution non rassemblée) | - Mise en place de servitudes sur l'ensemble du site en vue de garantir la pérennité de la couverture | ++ Technique rapide | + Nuisances réduites pour les riverains | ++ Bilan carbone favorable | O |
| | Venting | Hydrocarbures, COHV, BTEX | 1, 2 et 4 | - Risque technique élevé : présence des eaux souterraines à faible profondeur | Tests préalables nécessaires | + Pollution résiduelle après traitement | ++ Pas nécessaire | + Pas de servitudes | - Surface mobilisée sur le site pendant les 6 à 12 mois de traitement | + Nuisances réduites pour les riverains | ++ Bilan carbone favorable Réutilisation des terres sur site après traitement | N |

Critère favorable (++) ou (+)

Critère moyennement favorable (+ ou -)

Critère peu favorable (- ou --)

Critère défavorable (---)

Tableau 11 : Revue des techniques disponibles pour la gestion des terres impactées

Sur la base du tableau précédent, les solutions techniques envisageables pour le traitement des zones sources identifiées sont :

- excavation des sols et élimination hors site, applicable à l'ensemble des substances considérées, couplée à une valorisation des fractions grossières en remblaiement par tri granulométrique (criblage) ;
 - excavation des sols et confinement sur site, applicable à l'ensemble des substances considérées, couplée à une valorisation des fractions grossières en remblaiement par tri granulométrique (criblage) ;
 - excavation des sols et traitement biologique sur site (biotertre), applicable aux hydrocarbures et BTEX,
- Les techniques suivantes sont écartées et non prises dans le bilan coût-avantage pour les raisons évoquées ci-après :
- venting in situ, technique non adaptée en raison de la présence de la nappe à faible profondeur et de la durée courte imposées par le chantier ;
 - recouvrement des sols impactés en place, applicable à l'ensemble des substances considérées, technique non retenue en raison de la persistance de la source aux BTEX et hydrocarbures, associées à la présence de la nappe à faible profondeur, générant des risques sanitaires inacceptables ;
 - biotertre et/ou brassage puis ventilation des sols sur site, techniques non conseillées compte-tenu :
 - o du caractère mixte de la pollution nécessitant la réalisation d'essais pilote,
 - o de la durée courte imposée par le chantier.

8.4 Choix des scénarii de traitement

Le tableau suivant présente le bilan technique des solutions envisagées pour chaque source de pollution.

| Zone source | | | Solutions techniques envisageables | Commentaires |
|---|---|---------------------|---|---|
| Id. | Type | Polluants présents | | |
| 1 | Principale | HCT C10-C40 BTEX | Hors site Excavation et élimination hors site des matériaux impactés | Envisageable |
| | | | Sur site Excavation et confinement sur site | Envisageable |
| | | | | Biotertre ou ventilation |
| In situ Recouvrement des sols impactés | Non retenu compte tenu de la présence de composés organiques volatils dans l'air des sols | | | |
| 2 | Secondaire | HCT C10-C40 | Hors site Excavation et élimination hors site des matériaux impactés | Envisageable |
| | | | Sur site Excavation et confinement sur site | Envisageable |
| | | | | Biotertre ou ventilation |
| In situ Recouvrement des sols impactés | Non retenu compte tenu de la présence de composés organiques volatils dans l'air des sols | | | |
| 3 | Secondaire | BTEX | Hors site Excavation et élimination hors site des matériaux impactés | Envisageable |
| | | | Sur site Excavation et confinement sur site | Envisageable |
| | | | | Biotertre ou ventilation |
| In situ Recouvrement des sols impactés | Non retenu compte tenu de la présence de composés organiques volatils dans l'air des sols | | | |
| 4 | Secondaire | Métaux | Hors site Excavation et élimination hors site des matériaux impactés | Non retenu car source traitable sur site ou in situ |
| | | | Sur site Excavation et confinement sur site | Envisageable |
| | | | In situ Recouvrement des sols impactés | Envisageable |

Tableau 12 : Bilan des solutions techniques par source

8.5 Délimitation des zones sources à traiter

Les volumes et surfaces correspondants ont été approchés ou estimés à partir des données du diagnostic approfondi (ref AMETEN - 15.149), avec en italique les zones dont l'estimation est pour le moment peu précise (pollution non circonscrite horizontalement et/ou verticalement).

- Zone source 1 - Secteur des anciennes fosse et cuve de récupération des huiles usagées :
 - o T1 à T3, T6 : surface estimée à 100 m² sur une épaisseur de 2 m (tranche 0 à -2 m/TN) (dépassement des seuils en HCT) ;
 - o T1 à T6, T11, T21 : surface estimée à 300 m² sur une épaisseur de 3 m (tranche de -2 à -5 m/TN), soit environ 900 m³ (dépassement des seuils en HCT et en BTEX), la pollution ayant probablement migré plus en profondeur (cf. résultat sur l'horizon 5-6 m), une épaisseur de 4 m a été retenue :
 - o soit environ 1 400 m³ ;
- Zone source 2 - Au droit du sondage T7, on estime une maille de 25 m² sur une épaisseur de 1 m, soit environ 25 m³. Cette valeur est indicative, en l'absence de connaissance de l'étendue verticale et latérale des anomalies ;
- Zone source 3 - Au droit du sondage T9, on estime une maille de 25 m² sur une épaisseur de 3,5 m, soit environ 90 m³. Cette valeur est indicative, en l'absence de connaissance de l'étendue verticale et latérale des anomalies.
- Zone source 4 – au droit des anomalies métalliques diffuses identifiées dans les remblais du site.

8.6 Réduction des volumes à traiter par criblage

Compte tenu de la géologie des terrains en présence (remblai et limons sur environ 2 m, puis graviers/galets sur au moins 4 m) et de la nature des polluants, un criblage sous tente pour limiter les dégazages permettrait de réduire significativement les volumes à évacuer hors site et donc le coût global de l'opération.

Ce prétraitement, selon la proportion d'éléments grossiers, peut réduire de 20 à 40 % le volume de matériaux non inertes devant faire l'objet d'une gestion spécifique, les refus de crible pouvant être soit éliminés après un contrôle analytique en décharge classique de type ISDI soit réutilisés en couche de remblais sous les niveaux excavés, sous réserve d'une compatibilité géotechnique.

Cette réduction paraît principalement adaptée aux matériaux grossiers de l'horizon présent sous 2 m de profondeur.

En l'absence d'analyses granulométriques effectuée, nous avons fixé l'hypothèse d'une teneur de 35 % des matériaux en éléments grossiers, et donc d'un gain potentiel identique sur le volume à évacuer hors site.

Le tableau suivant présente les volumes potentiels optimisés par criblage.

| Estimation du volume de terres non inertes après valorisation par criblage | | | | | | |
|--|--|--|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|
| N° source | Sondage/Secteur | Epaisseur de l'horizon impacté (m) sur la base des données actuelles | Nature des terrains | Surface (en m ²) | Volume associé (m ³) | Volume après criblage (gain de 35 % (m ³)) |
| 1 | Anciennes fosse et cuve de récupération des huiles usagées T1, T2, T3 et T6 | 2 m (0 à -2 m/TN) | Limons et sables | 100 | 200 | 200 |
| | Anciennes fosse et cuve de récupération des huiles usagées T1 à T6, T11, T21 | 4 m (-2 à -5 m/TN) - impact probable plus en profondeur | Sables et graves | 300 | 1200 | 780 |
| 2 | T7 | 1* | Limons sableux avec graviers | 25* | 25* | 25* |
| 3 | T9 | 3,5* | Limons et sables | 25* | 90* | 90* |

| | |
|---|------|
| Volume total de matériaux caractérisés non inertes après optimisation par criblage (en m ³) | 1095 |
| Tonnage associé (pour une densité fixée à 1,8) | 1970 |

Tableau 13 : Caractéristiques des zones sources à dépolluer – après gain potentiel par criblage

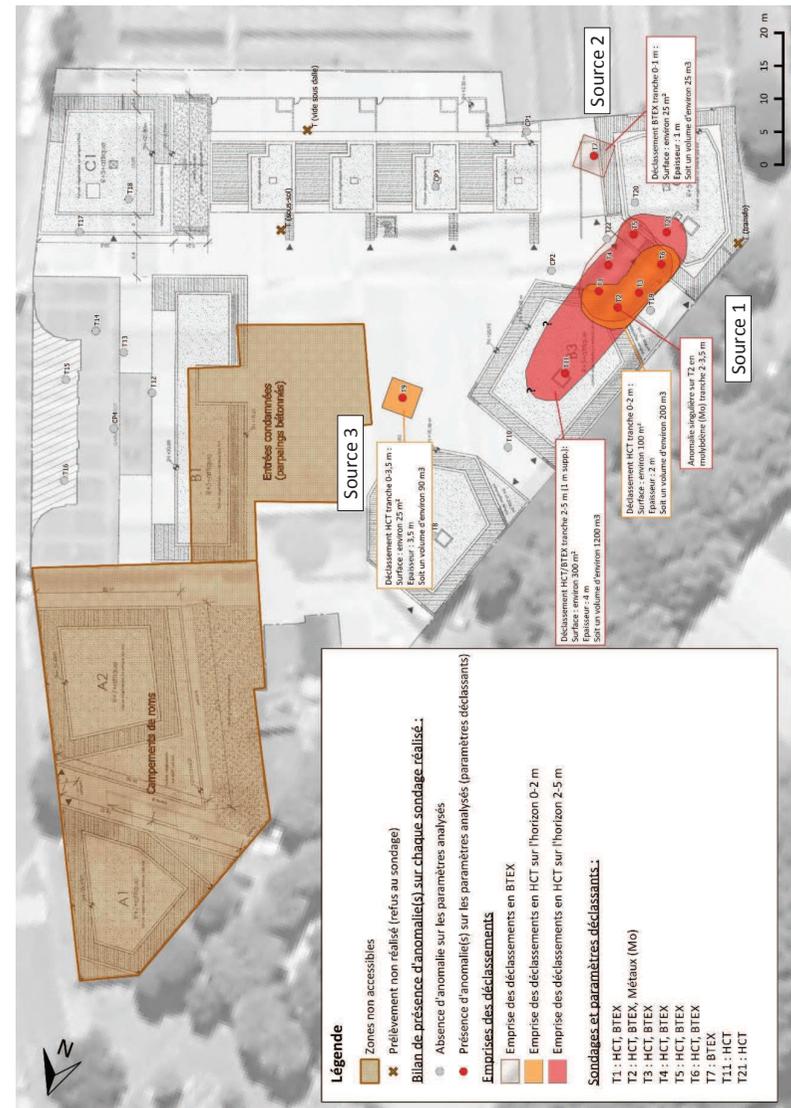


Figure 4 : Localisation des sources de pollution

8.7 Bilan coûts/avantages

| Identification | Zone source | | Scénarios | Principe de la solution technique | Coût estimé (€ HT) | | Avantages | Inconvénients | Bilan |
|----------------|--------------------------|--|-----------|--|--------------------|------------------|--|--|-------|
| | Type | Polluants présents | | | Fourchette basse | Fourchette haute | | | |
| 1 2 et 3 | Principale Secondaire | HCT C10-C40 BTEX PCE Naphtalène | 1 | Excavation et élimination hors site après tri granulométrique | 440 000 | 555 000 | Suppression radicale de la source de pollution des sols Efficacité garantie au regard du changement d'usage, délais relativement courts et maîtrisables | Bilan carbone et environnemental négatif par rapport aux solutions de traitement sur site (circulation de camions, nuisances associées, saturation de filières) Coût assez élevé Présence d'une pollution résiduelle au-delà de 4 m de profondeur | ++ |
| | | | 2 | Excavation et confinement sur site en alvéole étanche des matériaux impactés | 300 000 | 370 000 | Elimine toutes les voies d'exposition Bilan carbone favorable Technique rapide Coût acceptable | Pollution non éliminée Mise en place d'une surveillance et de servitudes nécessaire Risque de non pérennité de l'étanchéité Difficultés techniques liées aux battements de la nappe Présence d'une pollution résiduelle au-delà de 4 m de profondeur | - |
| | | | 3 | Excavation et traitement sur site en biotertre | 440 000 | 510 000 | Bilan carbone favorable Réutilisation des terres sur site après traitement | Présence d'une pollution résiduelle après traitement Surface mobilisée sur le site pendant les 6 à 12 mois de traitement Coût élevé car potentiel de réutilisation sur site limité car balance déblai/remblai positive | - |

Tableau 14 : Bilan coûts-avantages

Le contenu technique et l'estimation des coûts des différentes solutions envisagées sont présentés de manière détaillée en ANNEXE 5.

8.8 Solutions de gestion retenues

Sur la base des éléments présentés et discutés précédemment, la solution de gestion retenue pour le traitement des zones sources actuellement identifiées, par SCI 51/57 ROUTE DE LYON / GRENOBLE HABITAT, qui visent à reconverter le site pour un usage résidentiel, est la suivante :

- Scénario 1 :
 - o L'excavation et le traitement hors site des terres impactées par des hydrocarbures C10-C40 et BTEX, (source 1,2 et 3) après un tri granulométrique par criblage sous tente :
 - quantités brutes estimées : environ 1 515 m³, dont 900 m³ de matériau graveleux ;
 - quantités évacuées après criblage : 1095 m³ ;
 - o Le coût de ces mesures de gestion additionné des diagnostics et études déjà réalisés est compris entre 450 000 et 555 000 € HT.

Doit être également prévu le contrôle à l'avancement des travaux de terrassement des zones n'ayant pu faire l'objet de prélèvement et d'analyses, à ce stade de l'étude.

9 ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS (ARR) PREDICTIVE

Conformément aux textes ministériels pour la gestion des sites et sols pollués du 8 février 2007, la compatibilité entre les teneurs résiduelles et l'usage futur du site doit être vérifiée sur le plan sanitaire.

L'analyse des risques résiduels (ARR) consiste donc à vérifier que l'état des milieux est compatible avec les usages envisagés par le présent plan de gestion pour les usages futurs retenus (cf. schéma conceptuel).

L'ARR qui repose sur le schéma conceptuel final peut être réalisée :

- a priori (avant la réalisation des travaux de réhabilitation). Dans ce cas, lors du récolement à l'issue des travaux, les concentrations résiduelles mesurées et les caractéristiques des aménagements prévus seront comparées aux données d'entrée de la présente ARR afin de statuer sur la bonne mise en œuvre du plan de gestion ;
- a posteriori (après la réalisation des travaux de réhabilitation). Dans ce cas, à l'issue des travaux, les concentrations résiduelles mesurées lors du récolement et les caractéristiques des aménagements prévus seront intégrées à l'ARR afin de statuer sur la compatibilité entre les pollutions résiduelles et les usages.

L'ARR est ici réalisée a priori, les travaux n'ayant pas encore été entamés, en considérant les teneurs mesurées à ce jour sur la parcelle et les scénarii d'aménagement envisagés du site. Cette ARR prédictive est réalisée compte tenu des mesures de gestion proposées précédemment.

Les paragraphes suivants présentent les principales hypothèses et les résultats obtenus. Elle est présentée dans son détail en ANNEXE 6 à ANNEXE 9, les paragraphes ci-dessous en rappellent les principaux éléments.

9.1 Budget espace-temps

Le budget espace-temps des cibles considérées est présenté ci-dessous.

| Scénario | Cibles | | Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée |
|---|---|---|---|
| | Adultes | Enfants | |
| 1 Habitation sur un niveau de sous-sol | T = 40 ans 330 jours par an 23,4h/jour au RDC* 0,2h/jour en sous-sol* 0,4h/jour en extérieur* | T = 40 ans 330 jours par an 23,4h/jour au RDC* 0,2h/jour en sous-sol* 0,4h/jour en extérieur* | - 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets cancérigènes quelle que soit la cible considérée - T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques non cancérigènes quelle que soit la cible considérée |

Tableau 15 : Budget Espace-Temps

* Demeureaux C, Zeghnoun A. Synthèse des travaux du département santé environnement de l'institut de veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition. Saint Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012. 28p.

9.2 Sélection des composés et concentrations retenues dans les différents milieux

La synthèse des investigations sur le site combinée au scénario d'exposition choisi permet de réaliser la sélection des composés à prendre en compte pour les milieux d'exposition considérés.

La seule voie d'exposition retenue est l'inhalation de composés volatils.

Le choix des concentrations retenues est fonction des voies d'exposition étudiées.

En théorie, les concentrations mesurées dans l'air du sol sont préférentiellement retenues par rapport aux concentrations sols et eaux souterraines (diminution des incertitudes liées à la modélisation des transferts), mais compte-tenu de l'absence de mesures sur l'air des sols, les valeurs ont été modélisées à partir des concentrations du milieu sol.

Il s'agit des concentrations résiduelles maximum approchées à l'échelle du site, après réalisation des mesures de gestion envisagées.

| Substances | CONCENTRATIONS RETENUES DANS LES DIFFERENTS MILIEU | |
|--|--|--------------------------------|
| | Concentrations retenues pour l'estimation des transferts de gaz vers l'air intérieur | Investigations correspondantes |
| | Sols (mg/kg) | |
| HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES | | |
| Naphtalène | 1,70 | T1 |
| COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS | | |
| PCE (tétrachloroéthylène) | 0,08 | T2 |
| COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES | | |
| benzène | 0,05 | T2* |
| toluène | 0,50 | T2* |
| ethylbenzène | 1,00 | T4* |
| m+p-xylènes | 3,00 | T2* |
| o-xylènes | 3,00 | T2* |
| HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH | | |
| Aliphatic nC>5-nC6 | | |
| Aliphatic nC>6-nC8 | 10,00 | T4* |
| Aliphatic nC>8-nC10 | 15,00 | T4* |
| Aliphatic nC>10-nC12 | 25,00 | T4* |
| Aliphatic nC>12-nC16 | 25,00 | T4* |
| Aliphatic nC>16-nC35 | | |
| Aromatic nC>5-nC7 benzène | | |
| Aromatic nC>7-nC8 toluène | | |
| Aromatic nC>8-nC10 | 10,00 | T4* |
| Aromatic nC>10-nC12 | | |
| Aromatic nC>12-nC16 | | |
| Aromatic nC>16-nC21 | | |
| Aromatic nC>21-nC35 | | |

Tableau 16 : Concentrations retenues pour l'estimation des transferts de gaz vers l'air intérieur

Les valeurs toxicologiques de référence sont synthétisées dans le tableau suivant. Les relations dose-réponse des composés retenues sont détaillées en annexe 6 et discutées dans les incertitudes en annexe 9.

| | | Effets sans seuil | | | | | | | |
|--|-------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------|-----------------|--------------|--|--|
| Substance | CAS N°R | ERUo | TYPE CANCER | SOURCE | ERU | TYPE CANCER | SOURCE | ERUc | |
| | | (mg/kg/j)-1 | | | (mg/m3)-1 | | | (mg/kg/j)-1 | |
| HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES | | | | | | | | | |
| Naphtaline | 91-20-3 | 0,0002 | application TEF | - | 1,10E-03 | application TEF | - | - | |
| COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS | | | | | | | | | |
| PCE (tétrachloroéthylène) | 127-18-4 | 2,00E-03 | hépatique | US-EPA, 2012 | 3,00E-04 | hépatique | US-EPA, 2012 | - | |
| COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES | | | | | | | | | |
| benzène | 71-43-2 | 5,50E-02 | leucémie | US-EPA, 2000 | 2,60E-02 | leucémie | ANSES 2013 | - | |
| toluène | 108-88-3 | - | - | - | - | - | - | ERU OEHA non retenu, substance classée 2B et D | |
| éthylbenzène | 100-41-4 | - | - | - | - | - | - | - | |
| styrène | 1320-20-7 | - | - | - | - | - | - | - | |
| HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH | | | | | | | | | |
| Alphatic nC>5-nC8 | non adéquat | - | - | - | - | - | - | - | |
| Alphatic nC>6-nC8 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Alphatic nC>8-nC10 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Alphatic nC>10-nC12 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Alphatic nC>12-nC16 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Aromatic nC>5-nC7 benzène | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Aromatic nC>7-nC8 toluène | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Aromatic nC>8-nC10 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Aromatic nC>10-nC12 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Aromatic nC>12-nC16 | - | - | - | - | - | - | - | - | |

| | | Effets à seuil | | | | | | | | | |
|--|-------------|----------------|-----------------|--------------|-------|---------|------------|------------------|--------------|------|-----------|
| Substance | CAS N°R | RfD | ORGANE | SOURCE | SF | RfC | RfC enfant | ORGANE | SOURCE | SF | RfD cut |
| | | (mg/kg/j) | | | | (mg/m3) | (mg/m3) | | | | (mg/kg/j) |
| HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES | | | | | | | | | | | |
| Naphtaline | 91-20-3 | 0,02 | pois | US-EPA, 1998 | 3000 | 0,037 | - | sys. Resp. | ANSES 2014 | - | 250 |
| COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS | | | | | | | | | | | |
| PCE (tétrachloroéthylène) | 127-18-4 | 0,006 | neurotoxicité | US-EPA, 2012 | 1000 | 0,04 | - | neurotoxicité | US-EPA, 2012 | 1000 | - |
| COMPOSES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES | | | | | | | | | | | |
| benzène | 71-43-2 | 0,0005 | sang (leucémie) | ANSES 2013 | 10 | 0,01 | - | sang | ATSDR, 2007 | 10 | - |
| toluène | 108-88-3 | 0,08 | hépatique, rein | US-EPA, 2005 | 3000 | 3 | - | pois progéniture | ANSES, 2009 | 10 | - |
| éthylbenzène | 100-41-4 | 0,1 | hépatique, rein | US-EPA, 1991 | 1000 | 0,26 | - | système rénal | ATSDR, 2010 | 300 | - |
| styrène | 1320-20-7 | 0,2 | pois | US-EPA, 2003 | 1000 | 0,1 | - | sys. Nerveux | US-EPA, 2003 | 300 | - |
| HYDROCARBURES SUIVANT LES TPH | | | | | | | | | | | |
| Alphatic nC>5-nC8 | non adéquat | - | non adéquat | US-EPA, 2005 | 2000 | 0,7 | - | sys. nerveux | US-EPA, 2005 | 300 | - |
| Alphatic nC>6-nC8 | non adéquat | - | non adéquat | US-EPA, 2005 | 1000 | 0,7 | - | sys. nerveux | US-EPA, 2005 | 300 | - |
| Alphatic nC>8-nC10 | - | 0,1 | sys. nerveux | TPK/WG & M&P | 1000 | 1 | - | sys. Hépatique | TPK/WG, 1997 | 1000 | - |
| Alphatic nC>10-nC12 | - | 0,1 | sys. nerveux | TPK/WG & M&P | 1000 | 1 | - | sys. Hépatique | TPK/WG, 1997 | 1000 | - |
| Alphatic nC>12-nC16 | - | 0,1 | sys. nerveux | TPK/WG & M&P | 1000 | 1 | - | sys. Hépatique | TPK/WG, 1997 | 1000 | - |
| Aromatic nC>5-nC7 benzène | - | - | voir benzène | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Aromatic nC>7-nC8 toluène | - | - | voir toluène | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Aromatic nC>8-nC10 | - | 0,03 | pois | M&P/EP, 2007 | 10000 | 0,2 | - | pois | TPK/WG, 1997 | 1000 | - |
| Aromatic nC>10-nC12 | - | 0,03 | pois | M&P/EP, 2007 | 10000 | 0,2 | - | pois | TPK/WG, 1997 | 1000 | - |
| Aromatic nC>12-nC16 | - | 0,03 | pois | M&P/EP, 2007 | 2000 | 0,2 | - | pois | TPK/WG, 1997 | 1000 | - |

Tableau 17 : Valeurs toxicologiques de références retenues

9.3 Hypothèses retenues -paramètres liés au sol et aux aménagements

Les hypothèses retenues pour la réalisation des calculs de transferts des vapeurs vers l'air intérieur sont rappelées dans les tableaux ci-dessous.

| PARAMETRES LIES AU SOL | | | |
|--|------------------------|---------------|--------------------------------------|
| Paramètres | Valeur prise en compte | Unités | Source |
| Densité du sol | 1,8 | g/cm3 | Valeur par défaut |
| Distance de la source sol au dallage | 1,01 | m | Valeur retenue |
| Sol de type graviers et galets sous le dallage | - | - | - |
| Fraction de carbone organique dans le sol | 0,0033 | Kg(CO)/kg(MS) | RISC 4.0 (valeur par défaut) |
| Teneur en eau dans le sol | 10 | % | RISC 4.0 (valeur par défaut) |
| Teneur en air dans le sol | 20 | % | RISC 4.0 (valeur par défaut) |
| porosité totale | 30 | % | RISC 4.0 (valeur par défaut) |
| Distance de la source au dallage | 1,01 | m | Valeur minimale projetée |
| Perméabilité intrinsèque des sols sous dallage | 1,00E-05 | cm² | Valeur bibliographique pour des sols |

Tableau 18 : Paramètres liés aux sols

| PARAMETRES DES AMENAGEMENTS | | | |
|--|--|------------|--|
| Paramètres | Valeur prise en compte | Unités | Source |
| Paramètres liés au transfert des gaz du milieu souterrain vers l'intérieur | 12 %, constituée de 5 % d'air et de 7% d'eau | - | Données bibliographiques |
| Porosité totale du béton et des fondations | 0,23 | m | Hypothèse |
| Epaisseur de la dalle | 2,00E-04 | m | Valeur par défaut proposée par l'US-EPA et le RIVM |
| Surface des fissures du béton | 40 | (g/cm²/s²) | Valeur par défaut proposée par l'US-EPA et le RIVM |
| Différence de pression entre l'air des bâtiments et l'air du sol | 1400 | m² | Emprise du sous-sols B2-B3 |
| Surface retenue en intérieur | 180 | m | Périmètre du sous-sol au droit de B2-B3 |
| Hauteur sous plafond | 2,3 | m | Données projet |
| Taux de ventilation | 24 | fois/jour | Valeur de renouvellement théorique minimale de l'air des parkings (Arrêté du 31 Janvier 1986 modifié) |
| Vide Sanitaire | - | - | - |
| Surface de contact entre le vide sanitaire et le RDC | 1400 | m² | Surface du parking si considéré comme un vide sanitaire |
| Hauteur du vide sanitaire | 2,3 | m | hauteur sous sol |
| Taux de ventilation pour le vide sanitaire | 30 | fois/jour | Valeur par défaut de CSOIL |

Tableau 19 : Paramètres retenus liés aux aménagements

9.4 Evaluation des concentrations dans les milieux d'exposition

9.4.1 Evaluation des transferts de vapeurs vers l'air intérieur

La modélisation des transferts de l'air des sols vers l'air intérieur est associée au développement d'outils datant du début des années 90. Ces outils sont très peu nombreux, les principaux utilisés en France qui intègrent et le transport diffusif et le transport convectif sont VOLASOIL2 (Waltz et al, 1996) et le modèle dit de « Johnson and Ettinger »3 (Johnson and Ettinger, 1991). D'autres outils plus simplifiés comme HESP® ne sont plus utilisés car ils ne considèrent que le flux diffusif à travers le dallage et peuvent donc dans certaines configurations sous-estimer le transfert. Compte tenu du projet étudié (bâtiment de plain-pied), la modélisation des transferts de vapeurs dans l'air intérieur est conduite sur la base des équations de Johnson & Ettinger (1991) utilisées avec une source de pollution infinie (pas de diminution au cours du temps). Le transfert de vapeur est conditionné par un mouvement diffusif (équations de Millington and Quirk et équation de Fick) et un mouvement convectif induit par la mise en dépression du bâtiment (effet de la ventilation). Ces équations, utilisées notamment par le logiciel RISC 4.0 (octobre 2001), ont été réécrites sous Excel par nos soins.

L'ensemble des équations utilisées pour l'évaluation des transferts de vapeurs est présenté en annexe 7.

Le tableau ci-dessous résume les concentrations modélisées en air intérieur pour le scénario retenu.

| Substances | Scénario : 1 | | | |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|--|
| | AIR EXTERIEUR et INTERIEUR | AIR INTERIEUR | | Concentrations en intérieur sur sous-sol |
| | (mg/m3) | (mg/m3) | (mg/m3) | (mg/m3) |
| | Valeurs guide OMS | Bruit de fond (source OQAI) | Valeurs guide ANSES ou INDEX, valeurs repère HCSP (**) | Adultes/Enfants |
| HAP | - | - | 1,0E-02 | 1,1E-04 |
| Naphtalène | - | - | 1,0E-02 | 1,1E-04 |
| COHV | - | - | - | - |
| Tétrachloroéthylène (PCE) | 0,25 (*) | 7,3E-03 | 0,25 (*) | 1,9E-03 |
| BTEX | - | - | - | - |
| Benzène | 1,7E-03 | 7,2E-03 | 2,0E-03 | 6,7E-04 |
| Toluène | 2,6E-01 | 8,3E-02 | - | 2,5E-03 |
| Ethylbenzène | - | 1,5E-02 | - | 3,9E-03 |
| Mtp-Xylène | - | 4,0E-02 | 2,0E-01 | 9,5E-03 |
| o-Xylène | - | 1,5E-02 | - | 5,9E-03 |
| HYDROCARBURES PAR CLASSES | - | - | - | - |
| Aliphatique nC5-nC6 | - | - | - | - |
| Aliphatique nC6-nC8 | - | - | - | 5,5E-01 |
| Aliphatique nC8-nC10 | - | - | - | 2,2E-01 |
| Aliphatique nC10-nC12 | - | - | - | 7,4E-02 |
| Aliphatique nC12-nC16 | - | - | - | 8,2E-03 |
| Aliphatique nC16-nC35 | - | - | - | - |
| Aromatique nC5-nC7 benzène | - | - | - | voir B |
| Aromatique nC7-nC8 toluène | - | - | - | voir T |
| Aromatique nC8-nC10 | - | - | - | 1,9E-02 |
| Aromatique nC10-nC12 | - | - | - | - |
| Aromatique nC12-nC16 | - | - | - | - |
| Aromatique nC16-nC21 | - | - | - | - |
| Aromatique nC21-nC35 | - | - | - | - |

(*) valeur guide relative aux expositions chroniques au tétrachloroéthylène pour les effets non cancérogènes uniquement
 (**) en gras : valeur repère du HCSP, souligné : valeur guide de l'ANSES (VGA), en italique : valeur guide projet INDEX.
 Pour le benzène, la valeur repère du HCSP est de 2 µg/m3 en 2015

concentration supérieure au bruit de fond logements
 concentration supérieure aux valeurs réglementaires
 concentration supérieure à une valeur guide

Tableau 20 : Concentrations modélisées en air intérieur pour le scénario retenu

9.5 Quantification des risques sanitaires résiduels

Les quotients de danger et excès de risques individuels liés aux différentes expositions ont été calculés à partir des valeurs toxicologiques (annexe 6) et des CI (concentrations inhalées). Le détail du calcul est donné en annexe 7.

La méthodologie adoptée est celle préconisée par les circulaires ministérielles de février 2007. L'évaluation du risque nécessite la prise en compte simultanée d'expositions par différentes voies et concerne l'ensemble des substances pour lesquelles on considérera ici l'additivité des risques. Celle-ci est détaillée en annexe 7.

| Scénario : 1 | Effets toxiques à seuil Quotient de danger (QD) | | |
|---|--|----------------|--------------------------------|
| | Adulte 1 | Enfant 1 | Composés tirant le risque |
| Voies d'exposition | | | |
| INHALATION VAPEURS EN INTERIEUR, niveau principal choisi (Sous-Sol) | 1,1E-02 | 1,1E-02 | Aliphatiques C8-C10 et Xylènes |
| INHALATION VAPEURS EN INTERIEUR, niveau secondaire (RDC) | 6,7E-02 | 6,7E-02 | Aliphatiques C8-C10 et Xylènes |
| TOTAL | 7,8E-02 | 7,8E-02 | |

| Scénario : 1 | Effets toxiques sans seuil Excès de risques individuels (ERI) | | |
|---|--|----------------|---------------------------|
| | Adulte 1 | Enfant 1 | Composés tirant le risque |
| Voies d'exposition | | | |
| INHALATION VAPEURS EN INTERIEUR, niveau principal choisi (Sous-Sol) | 7,8E-08 | 1,2E-08 | Benzène |
| INHALATION VAPEURS EN INTERIEUR, niveau secondaire (RDC) | 4,6E-07 | 6,9E-08 | Benzène |
| TOTAL | 5,3E-07 | 8,0E-08 | |

Tableau 21 : Synthèse des QD et ERI

L'analyse des risques résiduels montre que, avec les hypothèses constructives retenues et les données disponibles à la date de l'étude, la mise en place du scénario 1 est compatible avec les composés présents dans les milieux sols et air du sol du site.

Rappel : Il est important de rappeler qu'aucun contact direct avec les sols de surface n'a été pris en compte. Aucun jardin potager n'a été envisagé dans le cadre des habitations.

9.6 Incertitudes, sensibilité et conclusion de l'ARR prédictive

L'approche retenue dans le cadre de la présente ARR prédictive repose et se justifie par les observations de terrain, les mesures et analyses réalisées afin de caractériser les contaminations et les données de la littérature. Par ailleurs, nous nous sommes systématiquement positionnés dans une approche conservatoire et prudente visant à majorer les niveaux de risques calculés, en considérant les connaissances acquises à ce jour.

Cette analyse des risques résiduels sera mise à jour une fois les travaux réalisés au regard des résultats d'analyses de réception des zones traitées.

10 CONTENU TECHNIQUE DES MESURES DE GESTION RETENUES POUR LES SOLS

10.1 Contenu technique des solutions retenues pour la gestion des zones sources

L'ARR prédictive détaillée dans le chapitre précédent valide les solutions retenues par SCI 51/57 ROUTE DE LYON 2007 /GRENOBLE HABITAT pour la gestion des zones sources et les valeurs guides d'excavation associées. La solution de gestion retenue par SCI 51/57 ROUTE DE LYON, dans le cadre d'un usage futur résidentiel, est la suivante.

- l'excavation et le traitement hors site des terres impactées par des HCT C10-C40 et des BTEX (sources 1, 2 et 3 - quantité estimée : environ 1515 m³) ;
- l'excavation et le confinement sur site ou le recouvrement direct des matériaux impactés par des métaux (source 4), si nécessaire ;
- l'excavation, la caractérisation au fil de l'eau et le traitement hors site en filière adaptée aux résultats, des matériaux non encore diagnostiqués sur site à ce jour (quantité estimée : environ 11 000 m³).

L'analyse des risques résiduels sera mise à jour une fois les travaux réalisés, au regard des résultats d'analyses de réception des zones excavées (fonds et parois de fouilles) et des matériaux confinés sur site.

10.1.1 Travaux envisagés pour le traitement des sources 1, 2 et 3 (HCT et BTEX)

La pollution des zones source fera l'objet d'un traitement par excavation puis l'évacuation des terres polluées (le volume de terres polluées à traiter est estimé à environ 1 515 m³ (2 750 tonnes)). Le volume de terres à traiter est ici estimé à titre indicatif et est soumis à incertitude du fait de son obtention par extrapolation des données des diagnostics.

En vue d'orienter les excavations, des analyses de terrain permettront de quantifier les composés organiques volatils résiduels grâce à des mesures au PID (Détecteur à Photo-Ionisation des composés organiques volatils, équipé avec une lampe de 10,6 eV).

La réception de l'excavation de ces sources (analyses de sols en fonds et parois de fouilles par surface unitaire de 20 m²) sera complétée, par surface unitaire de 100 m², par des analyses des gaz du sol en fond de fouille et en périphérie de la fouille.

En première approche, l'objectif est d'atteindre des teneurs résiduelles dans les sols conformes à celles présentées précédemment dans les paragraphes précédents. La mise à jour de l'analyse des risques résiduels permettra de valider les teneurs résiduelles effectives.

10.1.2 Travaux envisagés pour le traitement des autres zones (terrassements généraux)

Concernant les autres zones, la méthodologie de contrôle sera la suivante :

- Excavations selon le phasage, par zones, jusqu'au cotes prévues par le projet ;
- Mise en andains de 200 à 500 m³, sur une plate-forme dédiée à cet effet ;
- Caractérisation physico-chimique des terres excavées selon les valeurs de l'Arrêté du 12 Décembre 2014 ;
- Evacuation en filière adaptée selon les résultats d'analyses ;
- Caractérisation complémentaire de réduction des volumes, pour réduction éventuelle des volumes déclassés à évacuer.

L'objectif est d'atteindre des teneurs résiduelles compatibles avec les valeurs guides proposées pour la dépollution.

En cas de découverte d'une nouvelle source de pollution (profil de polluants différent des zones sources 1, 2 et 3), non encore caractérisée à ce jour, une mise à jour de l'analyse des risques sera réalisée.

Une autre solution proposée peut être de caractériser dans la masse les sols, au cours d'un diagnostic qui interviendrait à l'issue de la déconstruction des bâtiments. Cette solution aurait l'avantage de limiter le phasage de l'intervention et de supprimer les coûts liés à la mise en stockage temporaire (plateforme temporaire) puis la reprise des matériaux.

10.2 Contrôles des fonds et parois de fouilles des zones excavées

10.2.1 Principes généraux de l'excavation

Les excavations seront commencées à partir des zones impactées identifiées qui sont présentées sur la Carte 7. Les excavations seront poursuivies dans un premier temps :

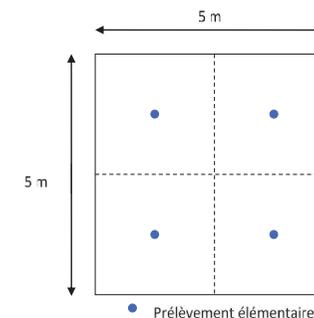
- en profondeur :
 - o jusqu'à la profondeur maximale impactée identifiée lors des diagnostics ou la rencontre des eaux souterraines ;
 - o jusqu'à l'absence d'indices macroscopiques de pollution, dans le cas où des indices de pollution seraient toujours observés à la profondeur précédente ;
- en latéral :
 - o jusqu'au bord de l'emprise pré-identifiée ;
 - o puis jusqu'à l'absence d'indices macroscopiques de pollution, dans le cas où les indices de pollution seraient atténués avant l'atteinte de l'emprise ou jusqu'à l'absence d'indices macroscopiques de pollution, dans le cas où des indices de pollution seraient toujours observés au bord de la maille.

A la fin des excavations, un **contrôle des fonds et parois de fouilles** sera effectué afin de disposer d'une cartographie de la pollution résiduelle. La procédure de contrôle est détaillée dans les paragraphes suivants. Si les objectifs ne sont pas atteints, l'excavation sera reprise, puis contrôlée selon la même procédure.

10.2.1.1 Echantillonnage des sols en fond de fouille

Le contrôle en fond de fouille est effectué par maille de 5 m x 5 m au maximum, ce qui représente 25 m² au maximum. 4 prélèvements élémentaires sont effectués par zone de prélèvement pour constitution d'un échantillon moyen qui sera analysé. La localisation des prélèvements élémentaires en fond de fouille est représentée ci-contre.

L'échantillonnage concerne la tranche de sol comprise entre 0 et 5 cm de profondeur. Il sera réalisé au moyen d'une pelle d'échantillonnage manuelle ou tout autre dispositif permettant le prélèvement dans des conditions de sécurité satisfaisantes. Les 4 prélèvements élémentaires auront un volume équivalent d'au moins 1 L et seront recueillis dans un bac. Une fois les 4 prélèvements élémentaires réalisés, ils sont homogénéisés par mélange dans le bac au moyen de la pelle d'échantillonnage.



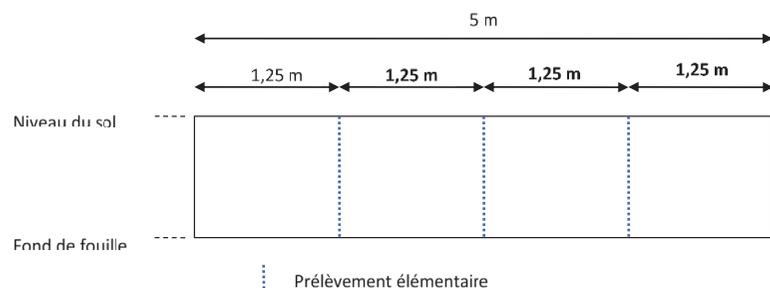
L'échantillon pour analyse (volume d'échantillon nécessaire au laboratoire pour réaliser les analyses souhaitées) sera constitué à partir de l'échantillon composite présent dans le bac.

Le mode opératoire pour la constitution de l'échantillon pour analyse est le suivant :

- le sol homogénéisé est étalé dans le bac ;
- 5 prélèvements sont effectués de façon aléatoire sur l'ensemble de la surface du bac et sur toute l'épaisseur de matériaux ;
- l'échantillon composite pour analyse ainsi constitué est conditionné dans le flaconnage à destination du laboratoire.

10.2.1.2 Echantillonnage des sols en paroi de fouille

Le contrôle en paroi de fouille est effectué par linéaire de 10 m au maximum, correspondant à la maille excavée. 3 prélèvements élémentaires sont effectués par zone de prélèvement. La localisation des prélèvements élémentaires en paroi de fouille est la suivante :



Chaque prélèvement élémentaire est représentatif de toute la hauteur de la fouille en un point donné du linéaire. L'échantillonnage concerne la tranche de sol affleurant, sur une épaisseur de 5 cm.

L'échantillonnage est réalisé au moyen d'une pelle d'échantillonnage manuelle. Les 3 prélèvements élémentaires ont un volume équivalent d'au moins 1 L. Les 3 prélèvements élémentaires sont recueillis dans un bac. Une fois les 3 prélèvements élémentaires réalisés, ils sont homogénéisés par mélange dans le bac au moyen de la pelle d'échantillonnage.

L'échantillon pour analyse (volume d'échantillon nécessaire au laboratoire pour réaliser les analyses souhaitées) est constitué à partir de l'échantillon composite présent dans le bac.

Le mode opératoire pour la constitution de l'échantillon pour analyse est le suivant :

- le sol homogénéisé est étalé dans le bac ;
- 5 prélèvements sont effectués de façon aléatoire sur l'ensemble de la surface du bac et sur toute l'épaisseur de matériaux ;
- l'échantillon composite pour analyse ainsi constitué est conditionné dans le flaconnage à destination du laboratoire.

10.2.2 Analyses de contrôle

Les analyses des échantillons seront accréditées Cofrac ou équivalent. Les analyses de sols en laboratoire porteront a minima sur les substances suivantes :

- Hydrocarbures (HCT C10-C40) ;
- BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes ;
- COHV ;
- 8 métaux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb et Zn).

10.2.3 Cas particulier de la source principale (n°1)

La réception de l'excavation de cette source (analyses de sols en fonds et parois de fouilles) sera complétée par des analyses des gaz du sol en fond de fouille et en périphérie de la fouille.

Le contrôle en fond de fouille est effectué par mailles de 10 m x 10 m au maximum, ce qui représente 100 m² au maximum.

Un piéz-air provisoire sera installé en fond de fouille et prélevé. Un prélèvement de gaz du sol sera effectué par surface unitaire de 100 m² en fond de fouille. Les analyses seront accréditées Cofrac ou équivalent. Les analyses de gaz du sol en laboratoire porteront a minima sur les substances suivantes : COHV, hydrocarbures (fractions TPH), Benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes.

10.2.4 Hygiène et sécurité

Compte tenu de la pollution constatée, le strict respect des consignes habituelles d'hygiène et de sécurité du domaine du BTP lors de la réalisation du chantier est préconisé, afin de réduire, autant que possible le contact avec les sols et les poussières. Les règles d'hygiène et sécurité spécifiques au chantier seront définies par le Coordonnateur SPS.

10.2.5 Contrôles qualité de la traçabilité des matériaux et des travaux de réhabilitation

Au droit des zones nécessitant des travaux d'excavation de sols impactés, du personnel spécialisé en environnement sera constamment présent sur le chantier en phase de terrassement pour assurer la qualité de la dépollution et gérer les problèmes quotidiens liés à la réhabilitation. Les tâches à assurer par le personnel spécialisé sont les suivantes :

- ordonnancement, pilotage, coordination des travaux de réhabilitation ;
- fourniture au coordonnateur SPS des informations nécessaires à la bonne gestion des travaux de réhabilitation. Contrôle, en lien avec le coordonnateur SPS, de la bonne application des règles d'hygiène et de sécurité sur le chantier vis-à-vis de la pollution des sols ;
- tenue d'une « main courante » de chantier ;
- vérification « en continu » de la conformité des travaux par rapport aux mesures de gestion retenues et présentées dans le présent mémoire ;
- la vérification du PAQ (Plan Assurance Qualité) des entreprises ;
- examen visuel des terres et mesures de terrain (PID) ;
- relevé des cubatures excavées ;
- prélèvements des échantillons en parois de fouille ou sur les stocks laissés sur site ; interprétation des résultats.

L'ensemble de ces contrôles en phase chantier permettra en fin de travaux, la rédaction d'un dossier de récolement au regard des objectifs de réhabilitation. Il comprendra, les éléments suivants :

- le plan altimétrique coté qui repositionnera précisément l'ensemble des excavations, de la zone de confinement et des apports de terres saines éventuels,
- les résultats des contrôles des caractéristiques physico-chimiques des déblais,
- les mouvements de terres réalisés,
- les types d'analyses effectuées sur les fonds et parois de fouilles et sur les matériaux traités, ainsi que les localisations précises des prélèvements de contrôle,
- les résultats des contrôles de la qualité des matériaux de remblais,
- les résultats d'analyses associées.

Ce document devra permettre de conserver la mémoire de l'état final du site après réalisation des travaux de réhabilitation.

11 CONSERVATION DE LA MEMOIRE

11.1 Cadre et objectifs

En lien avec les mesures constructives ci-dessus mentionnées, avec les prescriptions du Plan Local d'Urbanisme et les mesures de gestions ci-dessus retenues, des servitudes doivent être instituées afin de garantir dans le temps le respect de ces règles et recommandations. Les objectifs de ces servitudes sont les suivants :

- l'assurance de la protection de la santé humaine et de l'environnement au cours du temps (dont les éventuelles précautions pour la réalisation de travaux d'affouillement, passage de canalisations d'eau, etc.) ;
- l'assurance qu'une éventuelle modification de l'usage ne sera possible que si elle est conforme aux définitions des servitudes ou si elle s'accompagne de nouvelles études et/ou de travaux garantissant la compatibilité avec cet usage ;
- la protection de l'aménageur du site lors d'éventuels changements d'usage des sols qui ne seraient pas de son fait. Ces éventuels changements d'usage de site pourraient résulter par exemple de modifications de la politique locale d'urbanisme ou de décisions de propriétaires successifs du site ;
- la pérennité de la maintenance ou la surveillance du site.

Les servitudes concernent :

- l'utilisation des sols en définissant les autorisations et interdictions concernant le type d'activité et de construction ;
- l'utilisation du sous-sol en définissant les procédures à respecter en cas d'affouillements, de plantations, de pose de canalisation ;
- l'utilisation des eaux souterraines.

11.2 Choix du type de servitudes à mettre en œuvre

| Types de servitudes | Fondement | Portée (possibilités vis-à-vis du milieu sol) | Report dans les documents d'urbanisme | Publication à la conservation des hypothèques |
|---|---|--|---------------------------------------|---|
| SUP Servitudes d'utilités publiques | L.515-8 à 12, R.515-24 à R.515-31 R.512-39-3, R.512-46-27, Code de l'environnement | - applicable aux sites et aux autres terrains - indemnisation des propriétaires des terrains | Oui | Oui |
| PAC Porter à connaissance | L.121-2, R.121-1 Code de l'urbanisme | - applicable aux sites et aux autres terrains - pas d'indemnisation des propriétaires des terrains | Oui | Non |
| PIG Projet d'intérêt général | L.121-9, R.121-3 Code de l'urbanisme | - applicable au site et aux autres terrains - pas d'indemnisation des propriétaires des terrains | Oui | Non |
| Restrictions d'usage conventionnel les au profit de l'Etat | Droit de contracter entre 2 parties (Etat, propriétaire du site) | - applicable au site en priorité - pas d'indemnisation des propriétaires des terrains - accord des signataires | Non sauf si complété par PAC | Oui |
| Restrictions d'usage conventionnel les entre 2 parties | Droit de contracter entre 2 parties (exploitant, propriétaire) | - applicable au site - pas d'indemnisation des propriétaires des terrains - accord des signataires - vérification par l'administration de la pertinence des mesures | Non sauf si complété par PAC | Oui |

Tableau 22 : Servitudes à mettre en œuvre

11.2.1 Les servitudes / restrictions d'usage

En lien avec les mesures de gestion ci-dessus retenues, et notamment en regard d'une éventuelle pollution résiduelle qui persistera sur site et des usages pris en considération, des servitudes / restrictions d'usage doivent être envisagées. Elles ont pour vocation :

- l'assurance de la pérennité du confinement mis en place sur le site ;
- la protection des intervenants sur site au cours du temps (dont les éventuelles précautions pour la réalisation de travaux d'affouillement, passage de canalisations d'eau, etc.) ;
- l'assurance qu'une éventuelle modification de l'usage par rapport à l'usage futur résidentiel proposé ne sera possible que si elle s'accompagne de nouvelles études et/ou de travaux éventuels garantissant la compatibilité de l'état environnemental du site avec ce nouvel usage ;
- la prise en compte de l'état final du site dans la politique d'urbanisme locale.

Les servitudes concernent :

- la protection de l'étanchéité du confinement ;
- la protection et la garantie d'accès aux piézomètres du suivi des eaux souterraines ;
- l'usage des sols en définissant les autorisations et interdictions concernant le type d'activité et de construction et le recouvrement des surfaces telles qu'elles le sont actuellement ;
- l'utilisation du sous-sol en définissant les procédures à respecter en cas d'affouillements, de plantations, de pose de canalisations, ou utilisation de béton et fer à béton spécifiques ou autres spécifications, etc... ;
- l'usage des eaux souterraines.

Les principes des servitudes / restrictions d'usage envisagées sont présentés dans les paragraphes suivants. Ceci ne constitue pas un dossier de servitudes.

11.2.2 Les servitudes pour la protection des piézomètres de surveillance

Des servitudes devront être mises en place de manière à ce que les piézomètres de surveillance présents sur le site ou implantés ultérieurement pour assurer la surveillance des eaux souterraines, soient conservés en bon état d'usage par le propriétaire et les usagers du site, et protégés lors des éventuels travaux sur site. Ce réseau doit rester accessible aux représentants de l'Etat, aux représentants de la société SCI 51/57 ROUTE DE LYON ou à toute autre personne ou sociétés mandatées par ceux-ci sur la période de suivi périodique de la qualité des eaux. Les ouvrages de ce réseau devront être réparés à l'identique en cas de dommages.

11.2.3 Les servitudes relatives à l'usage du site

La réhabilitation du site est menée de manière à ce que l'état résiduel des milieux soit compatible avec l'usage futur à savoir un usage résidentiel. Les usages suivants sont exclus :

- tout usage sensible comprenant notamment : crèches, écoles maternelles et élémentaires, établissement accueillant des enfants handicapés relevant du domaine médico-social, ainsi que des aires de jeux et espaces verts, collèges et lycées ainsi que les établissements accueillant en formation professionnelle des élèves de la même tranche d'âge, tout établissement public recevant du public, etc. ; ceci selon les recommandations de la circulaire de février 2007 relative aux établissements accueillant des populations sensibles ;
- la culture et la plantation d'arbres fruitiers, de plantes potagères ou d'herbes aromatiques.

Toute intervention par une quelconque personne physique ou morale, publique ou privée, visant à un changement d'usage ou de projet d'aménagement par rapport à l'usage résidentiel nécessite la réalisation au préalable, aux frais et sous la responsabilité de la personne à l'initiative du projet concerné, d'études techniques (par exemple plan de gestion) garantissant l'absence de risque pour la santé et l'environnement en fonction des travaux projetés.

11.2.4 Les servitudes de restriction d'usages des eaux souterraines

Toute utilisation de la nappe, par une quelconque personne physique ou morale, publique ou privée, nécessite la réalisation préalable, aux frais et sous la responsabilité de la personne à l'initiative du projet concerné, d'études techniques (par exemple plan de gestion) garantissant l'absence de risque pour la santé et l'environnement en fonction des travaux projetés.

11.2.5 Servitudes concernant la réalisation d'affouillement ou de tranchée sur le site

Après travaux de réhabilitation, les matériaux qui pourraient être excavés pour la réalisation d'affouillement, de tranchées ou de pieux par exemple, et non réutilisables sur le site suivant un protocole adapté à leur qualité, devront être éliminés vers des filières adaptées. Le porteur de projet devra procéder aux analyses utiles pour la gestion des matériaux excavés. Les coûts inhérents à la gestion des terres excavées restent à la charge du porteur de projet. La traçabilité de ces terres doit être assurée.

11.2.6 Servitudes concernant les réseaux enterrés d'eau potable

Les réseaux enterrés d'eau potable devront être mis en place dans des tranchées remplies de sables propres. Les déblais extraits pour la réalisation des tranchées devront être caractérisés et évacués vers une filière adaptée si besoin en fonction de leur qualité.

11.3 Surveillance de la qualité des eaux souterraines

Les eaux souterraines feront l'objet d'un suivi piézométrique et qualitatif spécifique pendant toute la durée des travaux de dépollution et durant 6 mois au-delà des dernières excavations ou remblaiements. Une fréquence mensuelle peut être proposée.

La surveillance sera poursuivie pendant 4 ans, selon une fréquence trimestrielle à l'issue de l'achèvement de la période de travaux, qui sera validé au moyen du procès-verbal administratif de fin de travaux. A l'issue des 4 premières années de suivi, le réseau, le programme, voire même la surveillance dans son ensemble, pourraient être révisés. Ceci sera discuté dans un bilan quadriennal.

Les paramètres de suivi des eaux souterraines seraient ceux qui sont analysés dans le cadre de la surveillance initiée, à savoir :

- Hydrocarbures totaux (C10-C40) ;
- Composés Organiques Halogénés Volatils (COHV) ;
- Polychlorobiphényles (PCB) ;
- Benzène, Toluène, éthylbenzène et xylènes ;
- 8 métaux toxiques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb et Zn).

Ce suivi permettrait de vérifier l'amélioration de la qualité des eaux souterraines suite à la réalisation des travaux de réhabilitation.

12 CONCLUSIONS

Dans le cadre de la construction d'un ensemble immobilier sur un terrain situé route de Lyon à GRENoble (38) et occupé par les anciens ateliers de mécanique et carrosserie du garage automobile PEUGEOT BERNARD, la SCI 51/57 ROUTE de LYON 2007 a confié au bureau d'études AMÉTEN, la réalisation d'investigation de la qualité des milieux ainsi que la réalisation d'un plan de gestion sur l'emprise du site concerné.

Des impacts de l'activité précédente du site sur le milieu sol ont été mesurés :

- présence d'une zone de pollution par des hydrocarbures C10-C40 et des BTEX autour des fosses et cuve de récupération des huiles usagées (ilots B1 et B2) ;
- quelques spots ponctuels de pollution par des hydrocarbures C10-C40, probablement peu étendus et dispersés, à relier à certaines sources de pollution (fosses, cabine peinture, etc...) ;
- quelques spots ponctuels de pollution par des métaux, dispersés, à relier à l'hétérogénéité des remblais.

Du fait de la présence de composés volatils dans le milieu souterrain, la voie d'exposition la plus probable est l'inhalation de polluant sous forme gazeuse.

Compte tenu des polluants en présence, des techniques de dépollution disponibles, du bilan coût/avantage, il a été retenu une solution d'excavation et de traitement hors site des terres impactées. Cette mesure de gestion doit être couplée avec une caractérisation à l'avancement des terres excavées ou par un diagnostic complémentaire consécutif à la déconstruction du site.

Le coût global de cette solution a été estimé au regard des éléments et données actuelle à une fourchette comprise entre 444 k€ et 550 k€.

L'analyse de risque prédictive réalisée à titre indicatif devra être mise à jour à l'issue des travaux de dépollution.

13 LIMITES D'UTILISATION D'UNE ETUDE DE POLLUTION

- Une étude de la pollution du milieu souterrain a pour seule fonction de renseigner sur la qualité des sols, des eaux ou des déchets contenus dans le milieu souterrain. Toute utilisation en dehors de ce contexte, dans un but géotechnique par exemple, ne saurait engager la responsabilité de notre société.
- Il est précisé que le diagnostic repose sur une reconnaissance du sous-sol réalisée au moyen de sondages répartis sur le site, soit selon un maillage régulier, soit de façon orientée en fonction des informations historiques ou bien encore en fonction de la localisation des installations qui ont été indiquées par l'exploitant comme pouvant être à l'origine d'une pollution. Ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas, dont l'extension possible est en relation inverse de la densité du maillage de sondages, et qui sont liés à des hétérogénéités toujours possibles en milieu naturel ou artificiel. Par ailleurs, l'inaccessibilité de certaines zones peut entraîner un défaut d'observation non imputable à notre société.
- Le diagnostic rend compte d'un état du milieu à un instant donné. Des événements ultérieurs au diagnostic (interventions humaines ou phénomènes naturels) peuvent modifier la situation observée à cet instant.
- Le présent rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit d'AMETEN ne saurait engager la responsabilité de celui-ci.
- Les conclusions du présent rapport sont limitées à l'analyse des seules informations qui ont pu être recueillies auprès de l'Administration ou du Client et de la reconnaissance ponctuelle des sols.
- La responsabilité d'AMETEN ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.
- AMETEN ne saurait être rendu responsable des modifications apportées à son étude que dans la mesure où il aurait donné, par écrit, son accord sur lesdites modifications.
- AMETEN ne peut être tenu responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences engendrées par le non-respect et ou l'interprétation erronée de ses recommandations.

Ilot Peugeot — Route de Lyon - Quartier de l'Esplanade à Grenoble (38)
Exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 et n°2015-15 regroupant : la demande
d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation
Rapport n° 92043/C

Annexe H

Analyse d'eau

(5 pages)

Rapport d'analyse Page 1 / 2
Edité le : 02/02/2017

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 2 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 (*).

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------------------------|-------------|
| Identification dossier : | LSE17-6524 | Référence contrat : | LSEC14-6118 |
| Identification échantillon : | LSE1701-33625 | | |
| Doc Adm Client : | Cde LYO17-021 - RHAP160336 | | |
| Nature: | Eau de distribution | | |
| Origine : | Grenoble Forage 1 | | |
| Dept et commune : | 38 GRENOBLE | | |
| Prélèvement : | Prélevé le 18/01/2017 à 14h15 Réceptionné le 18/01/2017 Prélevé par le client ANTEA GROUP / M.VIOLLET Circonstances atmosphériques : Temps sec - 3°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 18/01/2017

| Paramètres analytiques | Résultats | Unités | Méthodes | Normes | Limites de qualité | Références de qualité | COFRAC |
|--|---------------|--------|--|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|--------|
| Analyses microbiologiques | | | | | | | |
| Bactéries ferrugineuses | Absence | - | Examen microscopique | | | | |
| Bactéries sulfato-réductrices | < 1 | /ml | Kit Labège BSR | Méthode interne semi-quantitative | | | # |
| Microorganismes aérobies à 36°C | 1 | UFC/ml | Incorporation | NF EN ISO 6222 | | | # |
| Microorganismes aérobies à 22°C | 8 | UFC/ml | Incorporation | NF EN ISO 6222 | | | # |
| Caractéristiques organoleptiques | | | | | | | |
| Turbidité | 0.11 | NFU | Néphélométrie | NF EN ISO 7027 | | 2 | # |
| Analyses physiques | | | | | | | |
| Granulométrie laser | cf conclusion | - | Granulomètre laser | NF ISO 13320-1 | | | |
| Analyses physicochimiques | | | | | | | |
| <i>Analyses physicochimiques de base</i> | | | | | | | |
| Conductivité électrique brute à 25°C | 958 | µS/cm | Conductimétrie | NF EN 27888 | 200 | 1100 | # |
| TA (Titre alcalimétrique) | 0.00 | °F | Potentiométrie | NF EN 9963-1 | | | # |
| TAC (Titre alcalimétrique complet) | 26.40 | °F | Potentiométrie | NF EN 9963-1 | | | # |
| Matières en suspension totales | < 2.0 | mg/l | Gravimétrie après filtration-filtre Whatman 934 AH | NF EN 872 | | | # |

.../...

Doc Adm Client : Cde LYO17-021 - RHAP160336

| Paramètres analytiques | Résultats | Unités | Méthodes | Normes | Limites de qualité | Références de qualité | COFRAC |
|----------------------------|-----------|------------|--|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|--------|
| TH (Titre Hydrotimétrique) | 37.0 | °F | Calcul à partir de Ca et Mg | Méthode interne M_EM144 | | | # |
| Résidu sec à 105°C | 572 | mg/l | Gravimétrie | NF T90-029 | | | # |
| Fluorures | 0.22 | mg/l F- | Chromatographie ionique | NF EN ISO 10304-1 | 1.5 | | # |
| Analyse des gaz | | | | | | | |
| Hydrogène sulfuré | 0 | - | Test olfactif qualitatif | Méthode interne | | | # |
| Cations | | | | | | | |
| Calcium dissous | 110.7 | mg/l Ca++ | ICP/AES après filtration | NF EN ISO 11885 | | | # |
| Magnésium dissous | 22.68 | mg/l Mg++ | ICP/AES après filtration | NF EN ISO 11885 | | | # |
| Sodium dissous | 43.1 | mg/l Na+ | ICP/AES après filtration | NF EN ISO 11885 | | 200 | # |
| Potassium dissous | 7.8 | mg/l K+ | ICP/AES après filtration | NF EN ISO 11885 | | | # |
| Anions | | | | | | | |
| Carbonates | 0 | mg/l CO3-- | Potentiométrie | NF EN 9963-1 | | | # |
| Bicarbonates | 322.0 | mg/l HCO3- | Potentiométrie | NF EN 9963-1 | | | # |
| Chlorures | 56 | mg/l Cl- | Chromatographie ionique | NF EN ISO 10304-1 | | 250 | # |
| Sulfates | 149 | mg/l SO4-- | Chromatographie ionique | NF EN ISO 10304-1 | | 250 | # |
| Nitrates | 25.6 | mg/l NO3- | Flux continu (CFA) | NF EN ISO 13395 | 50 | | # |
| Métaux | | | | | | | |
| Fer dissous | < 0.010 | mg/l Fe | ICP/MS après filtration | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | | 0.2 | # |
| Fer total | < 0.010 | mg/l Fe | ICP/MS après acidification et décantation | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | | 0.2 | # |
| Manganèse dissous | < 0.010 | mg/l Mn | ICP/MS après filtration | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | | 0.05 | # |
| Manganèse total | < 0.010 | mg/l Mn | ICP/MS après acidification et décantation | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | | 0.05 | # |

Absence de particules de tailles granulométriques comprises entre 0.2µm et 2mm.

Eau conforme aux limites et références de qualité fixées par le Code de la Santé Publique, articles R 1321-1 à 1321-5, arrêté du 11 janvier 2007 pour les paramètres analysés.

Ludovic RIMBAULT
Responsable Technique Microbiologie



Rapport d'analyse Page 1 / 3
Edité le : 06/02/2017

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 3 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 (*).

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------------------------|-------------|
| Identification dossier : | LSE17-6523 | Référence contrat : | LSEC16-8361 |
| Identification échantillon : | LSE1701-33615 | | |
| Nature: | Eau souterraine | | |
| Origine : | GRENOBLE Forage 1 | | |
| Dept et commune : | 38 GRENOBLE | | |
| Prélèvement : | Prélevé le 18/01/2017 à 14h15 Réceptionné le 18/01/2017 Prélevé par le client ANTEA GROUP / M.VIOLLET Circonstances atmosphériques : Temps ensoleillé - 3°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 18/01/2017

| Paramètres analytiques | Résultats | Unités | Méthodes | Normes | Limites de qualité | Références de qualité | COFRAC |
|---|-------------------|---------|---|--|--------------------|-----------------------|--------|
| Analyses physicochimiques | | | | | | | |
| <i>Analyses physicochimiques de base</i> | | | | | | | |
| Indice hydrocarbures (C10-C40) | < 0.1 | mg/l | GC/FID | NF EN ISO 9377-2 | | | # |
| Profil d'hydrocarbures | - | - | GC/FID | NF EN ISO 9377-2 | | | |
| Indice hydrocarbures volatils | < 50 | µg/l | HS/GC/FID | Méthode interne M_ET164 selon XP T90-124 | | | # |
| Métaux | | | | | | | |
| Arsenic total | 8METBAS < 1 | µg/l As | ICP/MS après décantation | Méthode interne | | | |
| Cadmium total | 8METBAS < 1 | µg/l Cd | ICP/MS après décantation | Méthode interne | | | |
| Chrome total | 8METBAS < 1 | µg/l Cr | ICP/MS après décantation | Méthode interne | | | |
| Cuivre total | 8METBAS 1.2 | µg/l Cu | ICP/MS après décantation | Méthode interne | | | |
| Mercuré total | 8METBAS < 0.01 | µg/l Hg | Fluorescence après minéralisation bromure-bromate | Méthode interne selon NF EN ISO 17852 | | | # |
| Nickel total | 8METBAS < 1 | µg/l Ni | ICP/MS après décantation | Méthode interne | | | |
| Plomb total | 8METBAS < 1 | µg/l Pb | ICP/MS après décantation | Méthode interne | | | |
| Zinc total | 8METBAS 1 | µg/l Zn | ICP/MS après décantation | Méthode interne | | | |
| COV : composés organiques volatils | | | | | | | |

.../...

| Paramètres analytiques | | Résultats | Unités | Méthodes | Normes | Limites de qualité | Références de qualité | COFRAC |
|--|-------|-----------|--------|-----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|--------|
| BTEX | | | | | | | | |
| Benzène | TBTEX | < 0.5 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 11423-1 | | | # |
| Toluène | TBTEX | < 0.5 | 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 | | | # |
| 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 | | | # |
| Solvants organohalogénés | | | | | | | | |
| 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 | 1.8 | 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 | 18 | 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 | 18.00 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | | # |
| HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques | | | | | | | | |
| HAP | | | | | | | | |
| 2-méthyl fluoranthène | T41B | < 5 | ng/l | GC/MS après extr. SPE | Méthode M_ET083 | | | # |
| 2-méthyl naphthalène | T41B | < 10 | ng/l | GC/MS après extr. SPE | Méthode M_ET083 | | | # |
| Acénaphène | 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 | | | # |
| Dibenzo (a,h) anthracène | 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 | | | # |
| Fluorène | T41B | < 5 | ng/l | GC/MS après extr. SPE | Méthode M_ET083 | | | # |
| Naphthalène | T41B | < 10 | ng/l | GC/MS après extr. SPE | Méthode M_ET083 | | | # |
| Pyrène | T41B | < 5 | ng/l | GC/MS après extr. SPE | Méthode M_ET083 | | | # |

| Paramètres analytiques | | Résultats | Unités | Méthodes | Normes | Limites de qualité | Références de qualité | COFRAC |
|-----------------------------------|------|-----------|--------|---------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--------|
| Phénanthrène | T41B | < 10 | ng/l | GC/MS après extr. SPE | Méthode M_ET083 | | | # |
| PCB : Polychlorobiphényles | | | | | | | | |
| <i>PCB par congénères</i> | | | | | | | | |
| PCB 28 | T11L | < 15 | ng/l | GC/MS après extraction LL | NF EN ISO 6468 | | | |
| PCB 52 | T11L | < 15 | ng/l | GC/MS après extraction LL | NF EN ISO 6468 | | | |
| PCB 101 | T11L | < 15 | ng/l | GC/MS après extraction LL | NF EN ISO 6468 | | | |
| PCB 118 | T11L | < 15 | ng/l | GC/MS après extraction LL | NF EN ISO 6468 | | | |
| PCB 138 | T11L | < 15 | ng/l | GC/MS après extraction LL | NF EN ISO 6468 | | | |
| PCB 153 | T11L | < 15 | ng/l | GC/MS après extraction LL | NF EN ISO 6468 | | | |
| PCB 180 | T11L | < 15 | ng/l | GC/MS après extraction LL | NF EN ISO 6468 | | | |
| Somme des 7 PCB identifiés | T11L | < 15 | ng/l | GC/MS après extraction LL | NF EN ISO 6468 | | | |

| | |
|----------------|--|
| 8METBAS | 8 METAUX 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) |

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

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

Camille CPUJOL
Ingénieur de Laboratoire



Rapport

Titre : *Ilot Peugeot – Esplanade - Route de Lyon à Grenoble (38)*
Projet d'exploitation des eaux souterraines à des fins géothermiques
Dossier unique au titre du Code Minier - Décrets n°2006-649 modifié par le décret 2016-1304 et n°2015-15 regroupant : la demande d'autorisation d'ouverture de travaux et la demande de permis d'exploitation

Numéro et indice de version : 92043/C

Date d'envoi : Juin 2018

Nombre de pages : 119

Diffusion (nombre et destinataires) :

- 1 ex pdf par mail
- 2 ex papier administration
- 1 ex. papier Antea Rhône-Alpes

Nombre d'annexes dans le texte : 8

Nombre d'annexes en volume séparé : /

Client

Coordonnées complètes: **SCI du 51/57 ROUTE DE LYON 2007**
S/C Grenoble Habitat

CS 82625
44 Avenue Marcelin Berthelot
38036 GRENOBLE

Nom des interlocuteurs : Monsieur Grégoire RIBOUD

Antea Group

Unité réalisatrice : Agence RHONE-ALPES MÉDITERRANÉE

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Edouard TISSIER, interlocuteur commercial et responsable de projet

Anna SCHLEICH et Edouard TISSIER, auteurs

Cindy YAFFA, secrétariat

Qualité

Contrôlé par : *Edouard TISSIER*

Date : Juin 2018- Version C



N° du projet : RHA P 16 0336

Mots clés : Dossier autorisation, Code Minier, forages, géothermie, rejet rivière