



RTE



Villarte : Immeuble de bureaux - 1 rue Crépet - Lyon 7 (69)

Exploitation de gîte géothermique basse
température

Demande d'autorisation environnementale
Etude d'impact



Rapport n°138995/Version B – 24 avril 2026

Projet suivi par Edouard TISSIER – 06.24.50.54.41 – edouard.tissier@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Villarte : Immeuble de bureaux - 1 rue Crépet - Lyon 7 (69)
Exploitation de gîte géothermique basse température

CLIENT	SITE
RTE	
DIL – AIL – responsable AIL Florent Richard florent.richard@rte-france.com 06 88 23 86 99	1 rue Crépet 69007 Lyon

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Edouard TISSIER
Interlocuteur commercial	Edouard TISSIER
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation de Lyon
Rapport n°	138995
Version n°	Version B
Votre commande et date	Commande n°6100430821
Projet n°	RHAP240497

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Marie LAPORTE	Ingénieur d'étude	24 avril 2026	
Approbation	Edouard TISSIER	Chef de projet	24 avril 2026	

Sommaire

1. Etude d'impact.....	6
1.1. Méthode d'évaluation des impacts.....	6
1.1.1. Présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial.....	6
1.1.2. Description des difficultés éventuelles rencontrées de nature technique et scientifique	6
1.1.3. Références des études ayant contribué à la rédaction de l'étude d'impact	6
1.1.4. Principe de proportionnalité.....	7
1.2. Description du projet	7
1.3. Données d'exploitation de l'installation géothermique	8
1.3.1. Débits et volumes d'exploitation	8
1.3.2. Niveaux piézométriques des forages	11
1.3.3. Température des forages	14
1.4. Etat initial	18
1.4.1. Population, sites et paysages	18
1.4.2. Climatologie	18
1.4.3. Topographie	18
1.4.4. Contexte géologique	18
1.4.5. Contexte hydrogéologique.....	22
1.4.6. Historique du secteur : sensibilité environnementale	31
1.4.7. Gestion des eaux pluviales	34
1.4.8. Réseaux d'assainissement.....	34
1.4.9. Cuve à fioul.....	34
1.4.10. Protection de la nappe par rapport aux écoulements superficiels	35
1.4.11. Milieu naturel.....	37
1.4.12. Archéologie	39
1.4.13. Qualité de l'air	39
1.4.14. Bruit.....	41
1.4.15. Risques naturels	41
1.4.16. Risque Industriel et sécurité publique	43
1.5. Appréciation des impacts de l'installation	46
1.5.1. Impacts sur l'environnement	46
1.5.2. Impact sur les eaux superficielles	47
1.5.3. Impact sur les eaux souterraines	47
1.5.4. Incidence du projet sur le climat et vulnérabilité au changement climatique.....	71
1.5.5. Impact sur la qualité du sol	73
1.5.6. Impact sur le milieu naturel	73

1.5.7. Impact sur les structures et ouvrages voisins et cumul des incidences sur les autres projets existants ou approuvés	73
1.5.8. Compatibilité réglementaire	74
1.5.9. Impact sur la sécurité publique	83
1.6. Les mesures prises pour éviter, réduire et suivre l'installation	83
1.6.1. Les mesures d'évitement	83
1.6.2. Les mesures de réduction	84
1.6.3. Les mesures de compensation : surveillance	85
1.7. Solutions de substitution raisonnable (article R, 122-5, II, 7° du code de l'environnement)	85

Table des figures

Figure 1 : Consommations des pompes à partir des relevés mensuels	10
Figure 2 : Suivi des niveaux piézométriques des forages de prélèvement	12
Figure 3 : Suivi des niveaux piézométriques des forages de réinjection	13
Figure 4 : Schématisation de l'exploitation géothermique	14
Figure 5 : Carte géologique	19
Figure 6 : Coupes lithologiques et techniques des forages de RTTE (Source : DOE 2016)	21
Figure 7 : Carte piézométrique calculée avec les niveaux médians 2007-2008	23
Figure 8. Localisation de la masse d'eau FRDG 384	27
Figure 9 : Localisation des ouvrages à proximité du site	28
Figure 10 : Localisation des sites pollués répertoriés à proximité du projet (Source : Géorisques)	31
Figure 11 : Evolution des sites industriels alentours à l'installation	33
Figure 12 : Coupe des cuves à fioul sur le site RTE	34
Figure 13 : Recensement des zonages patrimoniaux de type ZNIEFF	38
Figure 14 : Localisation des zones Natura 2000	39
Figure 15 : Localisation des stations de mesures de la qualité de l'air (https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/)	40
Figure 16 : Echelle de bruit dans l'environnement extérieur du site	41
Figure 17 : Exposition à l'aléa retrait et gonflement des argiles (source : BRGM)	42
Figure 18: Carte des zones inondables	43
Figure 19 : Niveaux d'eau des forages de prélèvement (C1 et C2) au droit du site Villarte de RTE	48
Figure 20 : Niveaux d'eau des forages de rejet (R1 et R2) au droit du site Villarte de RTE	48
Figure 21 : Suivi de températures des eaux souterraines au droit des forages	50
Figure 22 : Extension horizontale du domaine modélisé	52
Figure 23 : Conditions aux limites du domaine modélisé	53
Figure 24 : Localisation des installations géothermiques prises en compte dans le modèle.	57
Figure 25 : Carte piézométrique calculée dans l'état de calage (niveaux médians 2007-2008)	63
Figure 26 : Localisation des piézomètres avec des mesures récentes à proximité du site RTE.	64
Figure 27 : Températures mesurées au droit des forage de l'installation géothermique RTE.	65
Figure 28 : Températures simulées aux 4 forage géothermiques RTE en 2022.	66
Figure 29 : Esquisse piézométrique simulée avec fonctionnement de l'installation RTE – janvier 2022	67
Figure 30 : Rabattements et réhausses piézométriques simulés - Janvier 2022	68
Figure 31 : Panache thermique simulé induit par l'installation - Janvier et Août	69
Figure 32 : Chronique de températures simulées sur 7 années de fonctionnement au droit des ouvrages RTE	70

Figure 33 : Réchauffement de la nappe lyonnaise causé par les activités anthropiques et les constructions souterraines (Source : CEREMA)	72
Figure 34 : Zonage réglementaire du PPRI pour les inondations du Rhône et de la Saône (Grand Lyon)	82
Figure 35. Coûts comparatifs des énergies géothermiques (avec aides) et conventionnelles en €/MWh pour les trois secteurs	85

Table des tableaux

Tableau 1 : Proposition de modification des seuils réglementaires	7
Tableau 2 : Consommation mensuelle de RTE	9
Tableau 3 : Résultats des pompages par paliers des forages de RTE (Source : DOE Sondalp 2017)	24
Tableau 17 : Analyses en laboratoire de NORMEC abiolab (en Annexe 10)	25
Tableau 4 : Débits moyens transitoires considérés dans la modélisation	30
Tableau 5 : Sites alentours recensé dans Basias/Basol (Source : Géorisques)	32
Tableau 6 : Qualité de l'air des deux stations à proximité de l'installation RTE (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)	40
Tableau 7 : Seuil de concentration des polluants de l'air recommandée par l'OMS et valeur limite (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)	40
Tableau 8: Inventaire des données collectées pour le niveau du Rhône	54
Tableau 9 : Débits mensuels et différences de températures entre injection et pompage considérés pour l'installation géothermique RTE.	56
Tableau 10 : Débits moyens transitoires considérés dans la modélisation	59
Tableau 11 : Différentiel de température considéré entre les eaux pompées et rejetées au droit des installations géothermiques prises en compte dans le modèle par mois.	60
Tableau 12 : Ecart entre niveaux piézométriques simulés et observés sur les points de référence	62
Tableau 13 : Compatibilité du projet avec l'article L,211-1	76
Tableau 14 : Articulation du projet avec le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée 2022-2027	77
Tableau 15 : Compatibilité du projet avec le PPA	83

1. Etude d'impact

Les éléments présentés ci-après concernent l'impact de la modification des seuils du gîte géothermique basse température en phase d'exploitation depuis 9 ans. Cette étude a été réalisée par le bureau d'études Antea Group également porteur du dossier réglementaire.

1.1. Méthode d'évaluation des impacts

1.1.1. 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 l'installation, le prélèvement et le rejet sont tous deux dans le même réservoir : dans la nappe alluviale du Rhône Lyonnaise.

Afin de pouvoir définir l'état initial et ensuite les incidences de l'installation ainsi que les effets cumulés au droit et à proximité du site, un modèle numérique a été utilisé pour permettre de simuler le fonctionnement hydrodynamique et l'impact thermique de la nappe avec les forages de prélèvement et de réinjection (logiciel Marthe).

Ainsi, à partir du modèle numérique, il est possible d'étudier l'incidence des divers ouvrages de pompage eaux dans cette nappe et il est possible de simuler l'extension des panaches thermiques en fonction du débit et de la température des eaux de réinjection.

Ces outils ont été calés à partir de données bibliographiques, de campagne d'investigations portant sur des forages ou piézomètres (déterminer la géologie, de pompes d'essais pour fixer les paramètres hydrodynamiques de la nappe souterraine, de suivis des fluctuations des niveaux de la nappe et de sa température), et des connaissances sur d'autres projets alentours.

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

Exploitation des installations géothermiques voisines : L'absence de suivi sur les forages d'exploitation géothermiques ou la difficulté à obtenir des données ne permettent pas de considérer des données effectives. Les données prises en compte dans le cadre de cette étude sont à considérer plutôt comme des moyennes d'exploitation (débits, températures).

1.1.3. 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 ENS - Lyon 7ème (Site internet infoclimat.fr).

Géologie et Hydrogéologie : utilisation des données régionales et des référentiels existants principalement issus du BRGM. Exploitation des données issues des sondes enregistreuses installées dans les forages de RTE et dans des ouvrages alentours.

Qualité de la masse d'eau : Les données sur la qualité et les informations sur les masses d'eau sont issues des données disponibles sur le bassin Rhône Méditerranée (www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion-de-leau/sdage-2022-2027-elaboration/donnees-techniques-de-reference-du-sdage-2022-2027).

Qualité du sol : La qualité du sol a été évaluée à partir de la base de données publiques disponible sur [Géorisques.gouv.fr](https://georisques.gouv.fr).

Archéologie : La présence de sites archéologiques a été évaluée sur Géoportail avec la couche « Archéologie préventive »,

Qualité de l'air : Les données sur la qualité et le taux de polluant dans l'air présentées ci-après sont issues du site internet de l'air de la région Auvergne - Rhône-Alpes dans la station de Lyon Gerland (<https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/dataviz/mesures-aux-stations>).

1.1.4. Principe de proportionnalité

Le principe de proportionnalité de l'étude d'impact nécessite une analyse de la sensibilité de l'environnement permettant de définir pour l'état initial, l'analyse des impacts et les mesures compensatoires à mettre en œuvre, les items à traiter de manière proportionnée, plus ou moins détaillée, en fonction des caractéristiques du projet :

« Article R122-5 – I : Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et à la nature des travaux, ouvrages et aménagement projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine. »

Seuls les enjeux significatifs seront pris en compte dans l'étude d'impact.

1.2. Description du projet

La description du projet est présentée de manière détaillée dans le paragraphe 7, *Description de l'installation* et résumé ci-après.

Vinci Facilités gère la maintenance et la surveillance du bâtiment Villarte de la société RTE situé à 1 rue du Crépet à Lyon 7 (69).

Le site s'étend sur 6 000m², et est constitué d'un immeuble de bureaux.

Le fonctionnement de l'installation entraîne des dépassements des seuils réglementaires fixés dans l'arrêté préfectoral. Il a été décidé par RTE de retenir les données mesurées sur le site au cours de l'année 2024 comme valeurs de référence pour la régularisation réglementaire.

Les seuils en vigueur ainsi que les demandes de modification sont présentés dans le tableau ci-après.

Critères	Seuils prescrits par l'article 3 de l'arrêté préfectoral du 8 décembre 2016	Demande de modification des seuils
Puissance échangée sur la nappe (kW)	Non défini	1 170 kW en mode froid 430 kW en mode chaud
Débit maximum horaire (m ³ /h)	119	121
Volume annuel (m ³ /an)	537 500	750 000
Température maximale journalière de rejet (°C)	23,5	25

Tableau 1 : Proposition de modification des seuils réglementaires

1.3. Données d'exploitation de l'installation géothermique

Ces données d'exploitation viennent de capteurs de RTE et de sondes enregistreuses de Antea Group.

Les données suivantes sont mesurées au droit de l'installation géothermique :

- Consommation et débits d'exploitation pour chaque pompe ;
- Température avant et après échangeur pour chaque local technique ;
- Conductivité avant et après échangeur pour chaque local technique ;
- Niveaux des eaux souterraines, températures au droit des forages (Sondes provisoires).

Ces données sont enregistrées et peuvent être exporté sous format Excel. Par ailleurs, les valeurs d'exploitations en direct sont également visibles sur des écrans de contrôle.

De nombreux défauts sont présents dans les remontées des données automatisés sur les débits horaires et les volumes consommées dans les GTCs. Ces défauts ont été remontés de nombreuses fois aux fournisseurs qui lui-même n'a pas pu corriger les problèmes. Par conséquent, un test est effectué avec l'installation d'une nouvelle GTC pour le circuit ZP. Si le test de la nouvelle GTC est concluante, la même installation sera faite pour le circuit ZR1 et ZR2.

Pour pallier ce manque d'enregistrement automatique, les consommations mensuelles sont prises manuellement par Vinci Facilities permettant d'avoir le volume annuel exacte consommé sur le site.

1.3.1. Débits et volumes d'exploitation

Les défauts d'archivage des GTCs ne permettent pas d'avoir de débits horaires. Toutefois le débit maximal exploitable est défini à partir des fiches techniques des pompes immergées :

- Pompe PZ – TWI 6.60-06-C : 69 m³/h ;
- Pompe ZR1 – TWI 6.50-05-C : 51,1 m³/h ;
- Pompe ZR2 – TWI 6.50-05-C : 51,1 m³/h.

Les pompes ZR1 et ZR2 fonctionnent de façon alternée. Par conséquent la condition maximale de fonctionnement des équipements hydrauliques est de 120,1 m³/h.

La capacité de pompage de l'ordre de 121 m³/h.

La consommation d'eaux souterraines au droit des forages est relevée manuellement tous les mois sur des compteurs volumétriques sur chaque boucle géothermique (ZP, ZR1 et ZR2). Ces données sont présentées sur les figures et tableaux suivants.

	2021				2022				2023				2024				2025			
	ZR1	ZR2	ZP	Cumul	ZR1	ZR2	ZP	Cumul	ZR1	ZR2	ZP	Cumul	ZR1	ZR2	ZP	Cumul	ZR1	ZR2	ZP	Cumul
Janvier	36 000	15 000	56 000	107 000	0	0	42 000	42 000	26 000	18 000	31 000	75 000	20 000	33 000	26 000	79 000	26 000	18 000	19 000	63 000
Février	28 000	27 000	44 000	99 000	0	0	33 000	33 000	25 000	22 000	29 000	76 000	19 000	32 000	17 000	68 000	30 000	25 000	16 000	71 000
Mars	29 000	28 000	42 000	99 000	0	0	35 000	35 000	23 000	23 000	19 000	65 000	26 000	30 000	13 000	69 000	27 000	22 000	12 000	61 000
Avril	32 000	28 000	42 000	102 000	0	0	38 000	38 000	29 000	24 000	11 000	64 000	29 000	27 000	11 000	67 000	28 000	18 000	6 000	52 000
Mai	29 000	30 000	38 000	97 000	0	0	34 000	34 000	29 000	25 000	12 000	66 000	29 000	17 000	4 000	50 000	29 000	20 000	14 000	63 000
Juin	31 000	42 000	41 000	114 000	0	0	31 000	31 000	36 000	34 000	18 000	88 000	29 000	17 000	10 000	56 000	30 000	12 000	22 000	64 000
Juillet	27 000	18 000	35 000	80 000	0	0	37 000	37 000	19 000	17 000	10 000	46 000	29 000	18 000	13 000	60 000	24 000	11 000	14 000	49 000
Août	29 000	29 000	37 000	95 000	0	0	36 000	36 000	31 000	28 000	14 000	73 000	30 000	19 000	14 000	63 000	0	0	0	0
Septembre	32 000	32 000	40 000	104 000	30 000	29 000	37 000	96 000	23 000	21 000	10 000	54 000	27 000	17 000	8 000	52 000	0	0	0	0
Octobre	22 000	22 000	28 000	72 000	23 000	22 000	28 000	73 000	30 000	30 000	7 000	67 000	28 000	18 000	11 000	57 000	0	0	0	0
Novembre	29 000	28 000	35 000	92 000	27 000	25 000	33 000	85 000	29 000	32 000	24 000	85 000	27 000	17 000	15 000	59 000	0	0	0	0
Décembre	26 000	25 000	44 000	95 000	30 000	27 000	36 000	93 000	30 000	35 000	12 000	77 000	26 000	16 000	22 000	64 000	0	0	0	0
Total	350 000	324 000	482 000	1 156 000	110 000	103 000	420 000	633 000	330 000	309 000	197 000	836 000	319 000	261 000	164 000	744 000	194 000	126 000	103 000	423 000

Rq : l'année 2025 est en cours et il y a eu une perte de données entre janvier et août 2022 pour les pompages de ZR1 et ZR2.

Tableau 2 : Consommation mensuelle de RTE

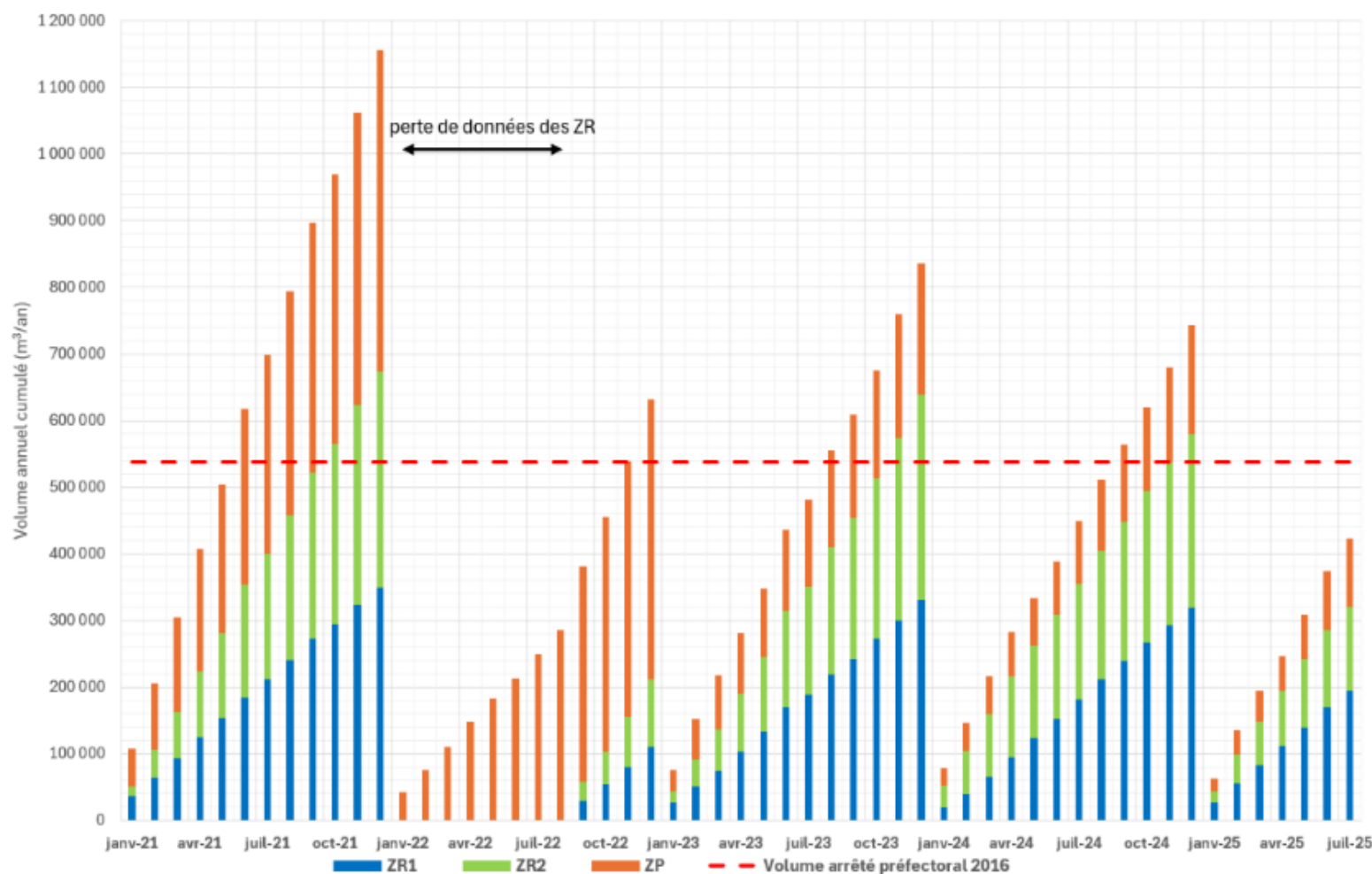


Figure 1 : Consommations des pompes à partir des relevés mensuels

Ces données mettent en évidence une diminution des consommations annuelles d'eau de nappe depuis au moins 2023. Cependant la dernière consommation annuelle du site (soit celle de 2024) dépasse le seuil de l'arrêté préfectorale de 537 500 m³/an.

1.3.2. Niveaux piézométriques des forages

Les sondes enregistreuses provisoires, mises en place par Antea Group dans le cadre de l'étude, ont permis de mesurer les niveaux d'eau entre août 2024 et janvier 2025. Les niveaux d'eaux sont illustrés dans les figures suivantes.

Le suivi horaire des données piézométriques sur les forages montre :

- Des niveaux d'eaux dans les forages à plus de 2 m de profondeur, en exploitation comme à l'arrêt ;
- Sur les forages de prélèvement : une baisse des niveaux d'eaux de 0,3 m ;
- Sur les forages de rejet : une montée des niveaux de 1,4 et 3 m ;
- Consécutivement à chaque arrêt de l'installation, que les niveaux d'eau reviennent à un niveau statique stabilisé en moins d'une heure.

Une modélisation hydrodynamique été réalisée afin d'apprécier l'impact du fonctionnement de l'installation de géothermie du site sur les eaux souterraines. Les résultats de cette modélisation montrent :

- Une hausse piézométrique d'une dizaine de centimètres dans un rayon de 30 m autour des forages de réinjection ;
- Aucune incidence autour des forages de prélèvement.

Ainsi l'exploitation ne génère pas un impact notable sur le niveau de la nappe au droit des forages du site, ni sur les forages voisins.

De plus, l'impact hydraulique global sur la nappe est nul, du fait de la réinjection totale des eaux prélevées.

Annuellement l'installation doit être arrêtée sur 24 heures, pour voir le niveau statique de la nappe dans chaque ouvrages (*Article 11 de l'arrêté préfectorale de 2016*). Les dernières valeurs de niveaux statiques à la suite d'un arrêt de l'installation sont les suivants :

Année	Date intervention	C1 (ZR1)	C2(ZP/ZR2)	R1 (ZR2)	R2 (ZP/ZR1)
2021	8 au 10 déc. 2021	5,86m/sol	5,84m/sol	-	-
2022	14 au 16 juin 2022	5,82m/sol	5,93m/sol	-	-
2023	25 au 28 avril 2023	5,80m/sol	5,79m/sol	-	-
2024	23 au 24 Juin 2024	5,75m/sol	5,68m/sol	-	-
2025	4 au 5 Juin 2025	5,89m/sol	5,79m/sol	6,70m/sol	4,29m/sol

Pour chaque point, les valeurs relevées sont relativement proches. Les différences de relevés altimétriques peuvent être liées à l'influence du Rhône.

Par conséquent, les incidences hydrodynamiques du site sur les eaux souterraines sont négligeables.

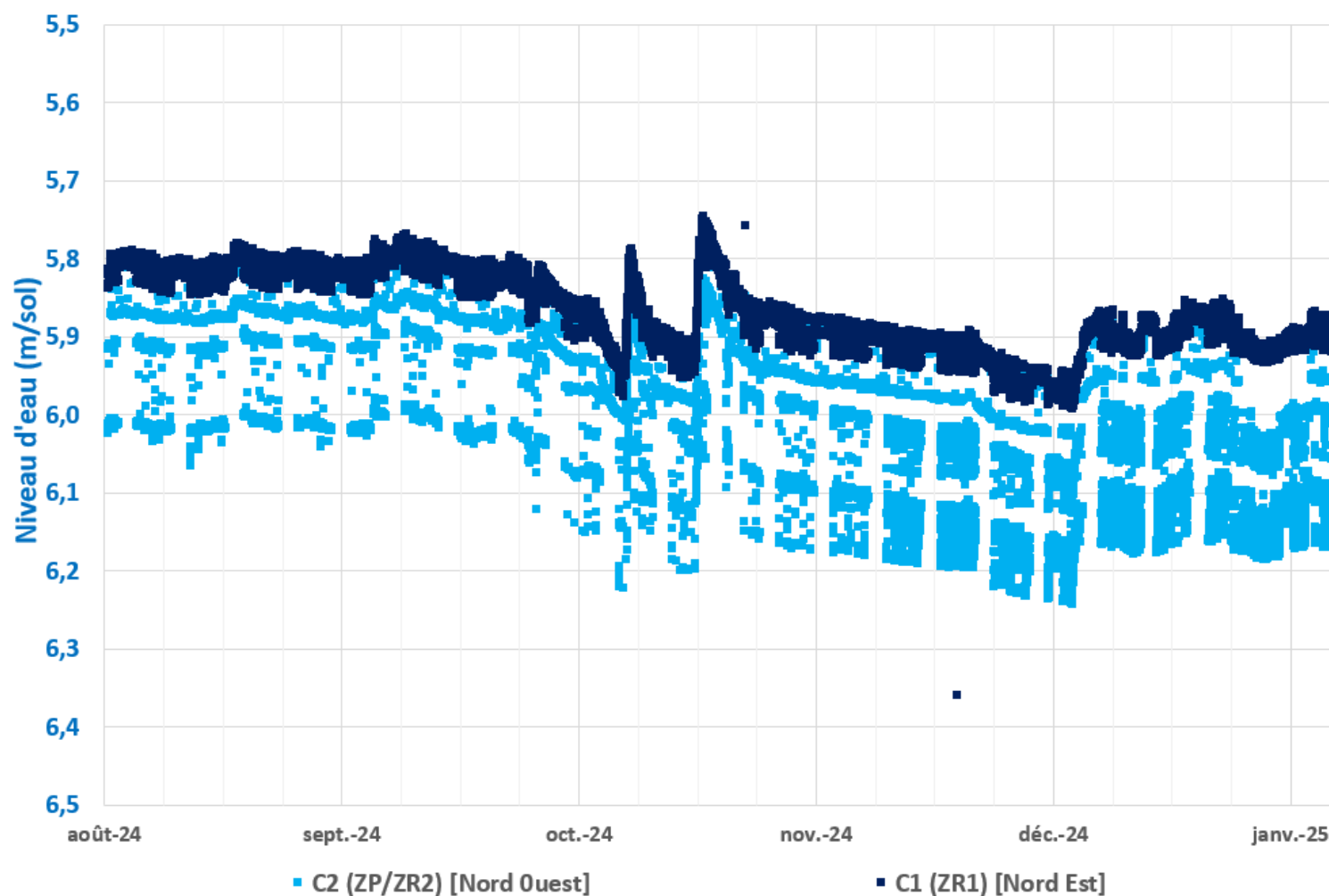


Figure 2 : Suivi des niveaux piézométriques des forages de prélèvement

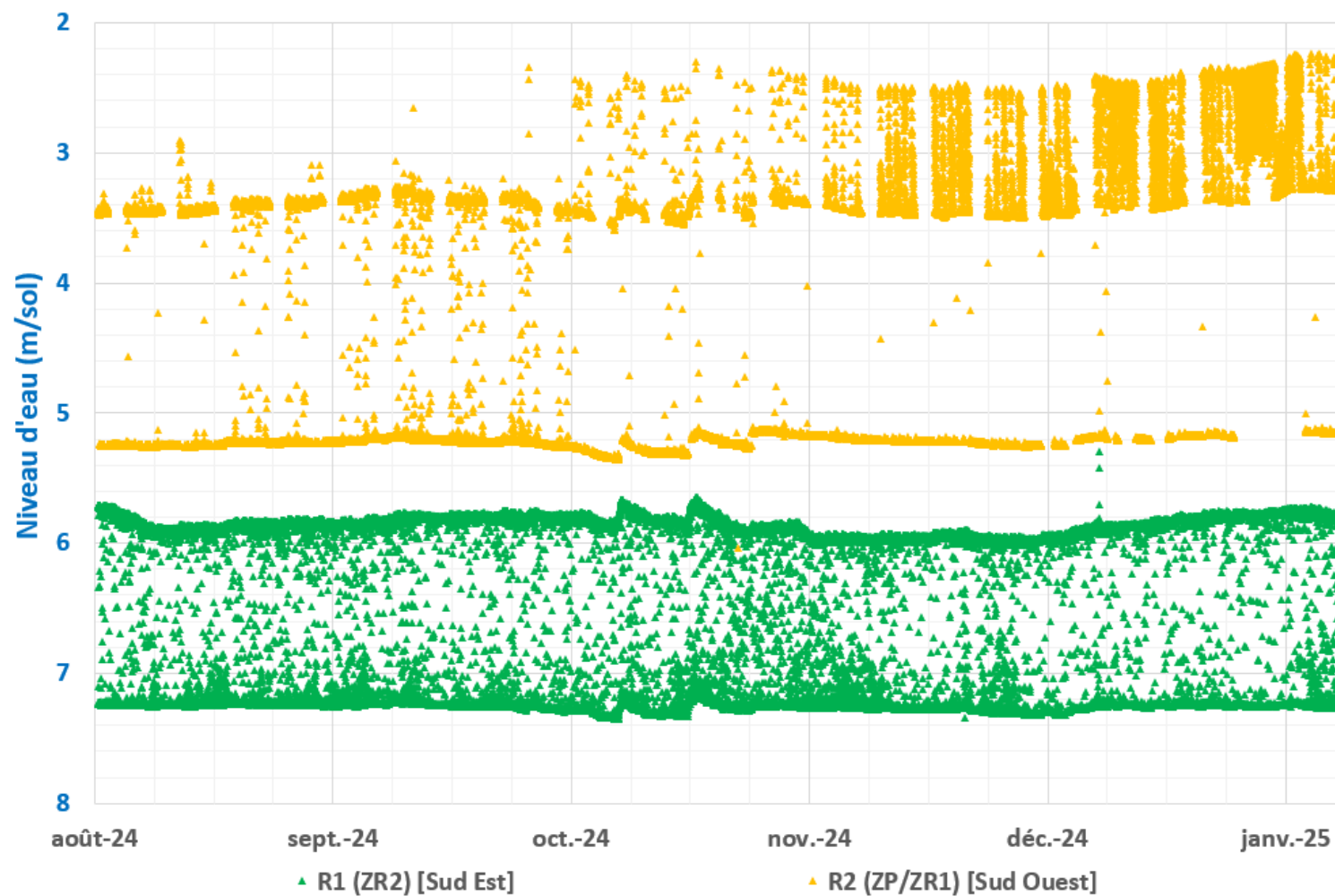


Figure 3 : Suivi des niveaux piézométriques des forages de réinjection

1.3.3. Température des forages

Sur le site, des capteurs de températures sont installés en amont et en aval des échangeurs (*capteurs permanents*) et des capteurs de températures sont installés dans les forages par des sondes enregistreuses (*capteurs provisoires*). Le positionnement des différents capteurs de températures est schématisé ci-dessous :

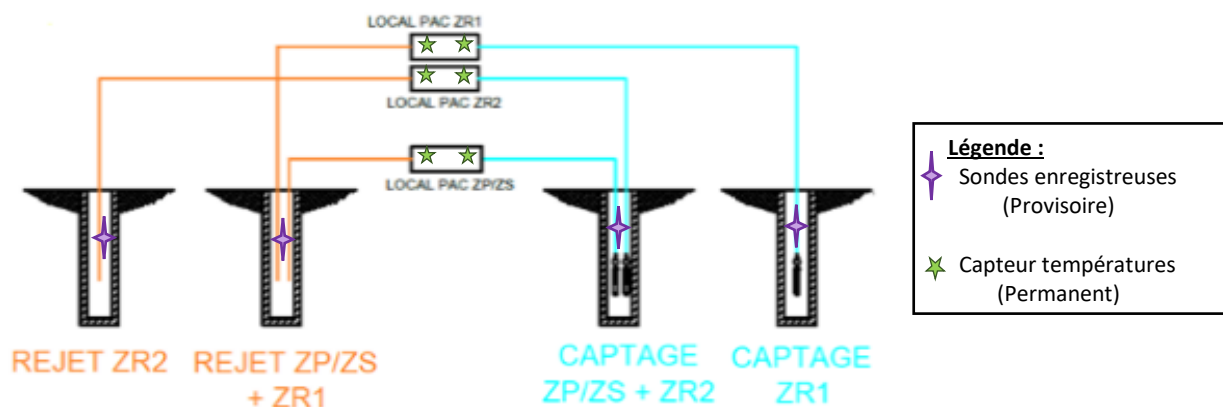
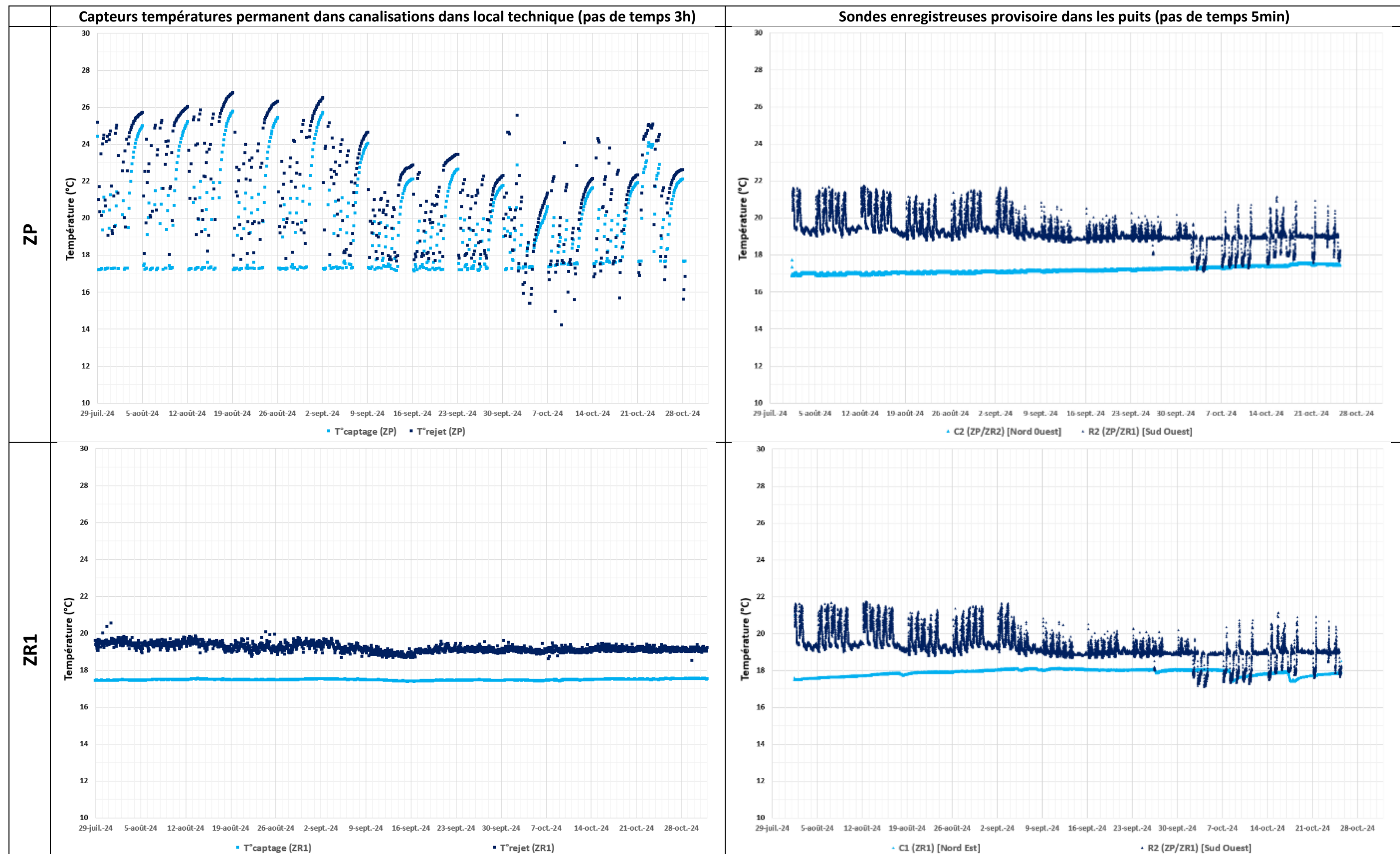
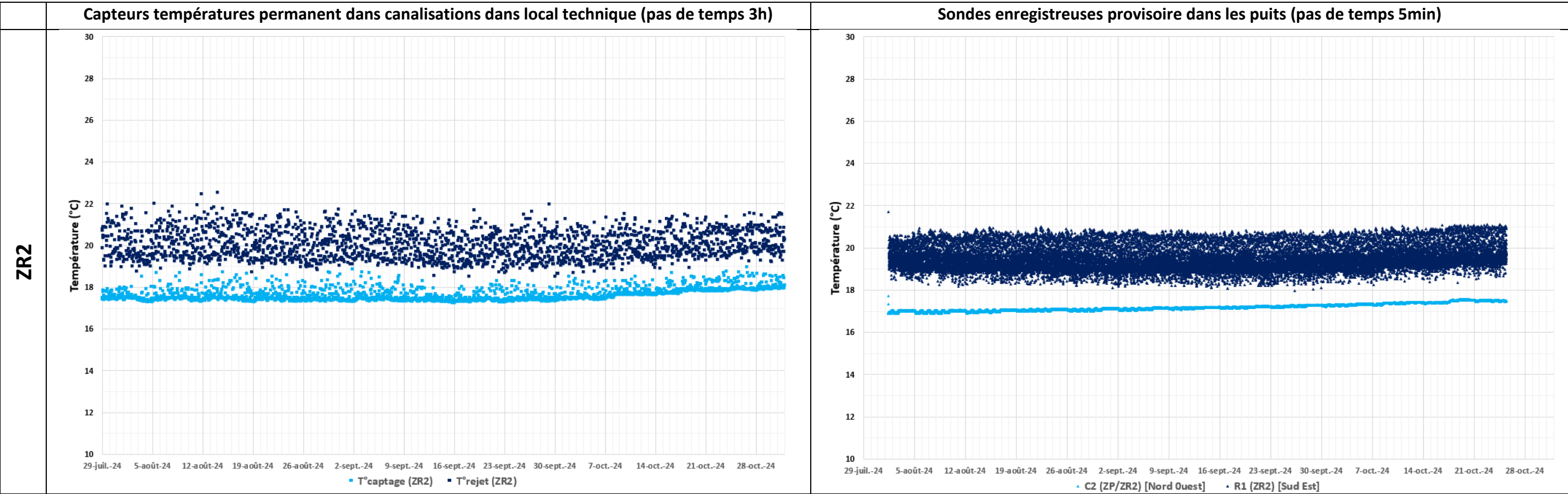


Figure 4 : Schématisation de l'exploitation géothermique

La comparaison des capteurs de températures pour chaque local technique est répertoriée ci-dessous :





Pour ZR1 et ZR2, les températures des locaux techniques ont la même tendance que les températures des forages. Toutefois, la mise en place de sondes enregistreuses dans les forages permet :

- De voir les variations de températures du rejet en exploitation et hors périodes de fonctionnement (*Cf le rejet ZP/ZR1*) ;
- D’avoir les températures réelles de la nappe sans que la température du local technique influence le capteur (*Cf le rejet ZR2*).

Pour ZP, la température dans le local technique et dans les forages sont significativement différentes. Les différentes observations sont les suivantes :

- A chaque fin de semaine, il y a une augmentation de température amont et aval des échangeurs (données dans local technique). Cependant pendant les fins de semaines, comme le site est fermé, normalement la température devrait revenir à la température initiale de la nappe (comme c’est observé dans les sondes dans les forages).
- Pendant la semaine les températures captées en amont des échangeurs peuvent varier de 5°C dans la même journée, alors que normalement la température prélevée devrait être stable et égale à la température initiale de la nappe (comme c’est observé dans les sondes dans les forages).

Cette différence vient peut-être d’un dénoyage des sondes de températures dans les canalisations du circuit ZP et ainsi rend les données enregistrées sur le site non représentative des eaux souterraines, ni des conditions d’exploitation.

Aux vues de ces constats, il a été défini le déplacement des capteurs de température dans le local technique dans les forages de ZP.

Le suivi horaire des données de température sur les forages montre :

- Sur les forages de prélèvement : des valeurs comprises entre 17,5 et 18,5°C ;
- Sur les forages de rejet : des valeurs comprises entre 16°C et 22°C ;
- Consécutivement à chaque arrêt de l'installation, que les températures reviennent à un niveau initial stabilisé en moins d'une heure.

Par ailleurs, le suivi de température au droit des forages de prélèvement ne montre aucun recyclage thermique de l'installation.

Ainsi les valeurs actuelles sont inférieures au seuil de 23,5°C établis dans l'arrêté préfectoral de décembre 2016.

Par conséquent, les incidences thermiques du site sur les eaux souterraines sont négligeables.

Dans le cadre des études sur le réchauffement climatique, la température des eaux souterraines au droit du projet serait de l'ordre de 2 à 3°C ce qui viendrait à augmenter la température de rejet à 25°C, valeur qui reste acceptable par rapport au seuil actuel de 23,5°C de l'arrêté préfectoral en raison des impacts mesurés (par sondes enregistreuses) et calculés (par modélisation).

1.4. Etat initial

Le site de RTE étudié dans ce rapport se situe au 1 rue Crépet Lyon 7.

Le site est bordé au Sud par la rue Crépet, à l'Ouest par Boulevard Yves Farge, au Nord par des bureaux et à l'Est par la rue Félix Brun.

1.4.1. Population, sites et paysages

Le site est localisé en zone urbaine au sein de la métropole de Lyon, dans une zone de tissu urbain dense.

1.4.2. Climatologie

Le climat de la région lyonnaise est de type semi-continental, avec des influences à la fois continentales, océaniques et, dans une moindre mesure, méditerranéennes. Les précipitations sont plus importantes en période estivale qu'en période hivernale, ce qui est dû aux orages fréquents. Les températures paraissent généralement plus fraîches à cause de la brise.

Au droit de la station météo de Bron, sur les années 1970 à 2020 :

- La température moyenne annuelle est de 12,5°C ;
- L'amplitude thermique entre janvier (mois le plus froid, 3,7°C en moyenne) et juillet (mois le plus chaud, 22°C en moyenne) est de 18,3°C ;
- La température maximale absolue enregistrée à Lyon est de 40,5°C (août 2003) ;
- La température minimale est de -23°C (janvier 1963) ;
- L'ensoleillement annuel moyen est de 2045 heures, soit environ 170 jours par an.

1.4.3. Topographie

D'après la carte IGN de Lyon à l'échelle 1/25 000^e, le projet, dont l'altitude moyenne est de l'ordre de 166m NGF, est localisé dans la plaine alluviale du Rhône.

1.4.4. Contexte géologique

D'après la carte géologique de Lyon à l'échelle 1/50 000^{ème} (n° 698) (cf. **figure suivante**), le sous-sol du secteur fait partie du domaine des alluvions fluviales du Rhône. Le site se situe majoritairement sur des alluvions fluviales würmiennes et sur les alluvions fluviales modernes. Celles-ci sont constituées de sables, graviers et galets en proportions variables et reposent sur un substratum représenté par les sables molassiques miocènes parfois consolidés. La base des alluvions se trouverait vers 149 m NGF, soit à environ 26 m de profondeur, comme observé sur la coupe lithologique du forage à 100m du site (Cf figure suivante).

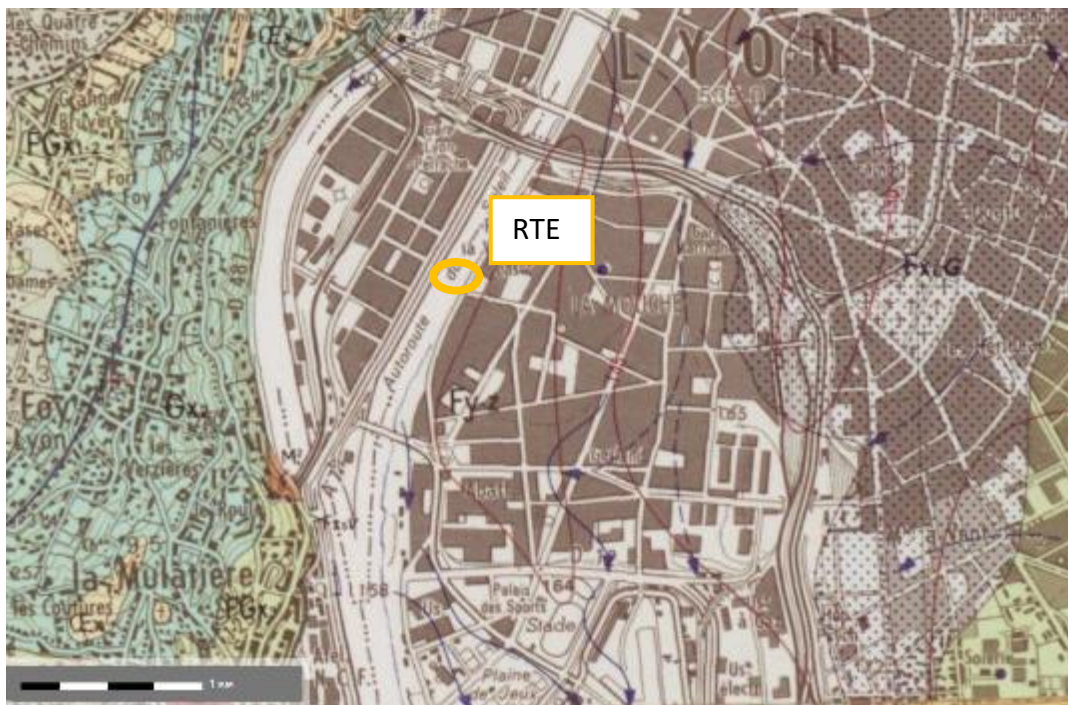


Figure 5 : Carte géologique

La lithologie au droit du site a pu être appréciée lors de la réalisation des forages par Sondalp SRCE entre novembre et décembre 2016. Les coupes lithologiques des forages sont les suivantes :

NOM DE L'OUVRAGE	C1	METHODE DE FORAGE	Havage BENOTO ø 880 mm	NOM DE L'OUVRAGE	C2	METHODE DE FORAGE	Havage BENOTO ø 1080 mm
LITHOLOGIE	Côtes en m	EQUIPEMENT et COMPLETION		LITHOLOGIE	Côtes en m	EQUIPEMENT et COMPLETION	
	0,0		Terrain naturel		0,0		Terrain naturel
Remblais Limon successivement noir/brun et beige	5,0	Béton C25/30 XC1 S3 sur bouchon de bentonite	Tube plein acier inoxydable 304L ø 406 mm extérieur	Remblais Terre végétale noire	5,0	Béton C25/30 XC1 S3 sur bouchon de bentonite	Tube plein acier inoxydable 304L ø 712 mm extérieur
Remblais argileux noir	7,5			Dalle béton	5,3		
	8,0			Limon argileux	7,5		
Argile grise légèrement sableuse	8,5			Alluvions sablo-graveleux (sable fin à moyen)	8,5		
	9,0	Gravier filtre roulé lavé siliceux calibré 4/8 mm	Tube crépiné acier inoxydable 304L ø 406 mm extérieur crépiné à nervures repoussées slot 0,75 mm 6% de vide obturé entre 8 et 10 m et 20,4 et 20,5 m par de la toile métallique maille 0,3 mm		9,0	Gravier filtre roulé lavé siliceux calibré 4/8 mm	Tube crépiné acier inoxydable 304L ø 712 mm extérieur crépiné à nervures repoussées slot 0,75 mm 6% de vide obturé entre 10 et 11m et 13 et 14 m par de la toile métallique maille 0,3 mm
Alluvions sablo-graveleux (sable moyen)	10,0			Graviers (70%) et sable (30%)	10,0		
	12,0			Sable (70%) et graviers (30%)	11,0		
				Alluvions sablo-graveleux	11,5		
Alluvions sablo-graveleux et galets	18,0	Gravier filtre roulé lavé siliceux calibré 4/8 mm	Tube crépiné acier inoxydable 304L ø 406 mm extérieur crépiné à nervures repoussées slot 0,75 mm 6% de vide obturé entre 8 et 10 m et 20,4 et 20,5 m par de la toile métallique maille 0,3 mm	Graviers (70%) et sable (30%) (sable gris)	13,0	Gravier filtre roulé lavé siliceux calibré 4/8 mm	Tube crépiné acier inoxydable 304L ø 712 mm extérieur crépiné à nervures repoussées slot 0,75 mm 6% de vide obturé entre 10 et 11m et 13 et 14 m par de la toile métallique maille 0,3 mm
				Sable fin gris	13,8		
Alluvions sablo-graveleux	20,4			Alluvions sablo-graveleux et galets	20,5		
Alluvions sablo-graveleux (sable fin)	20,5						

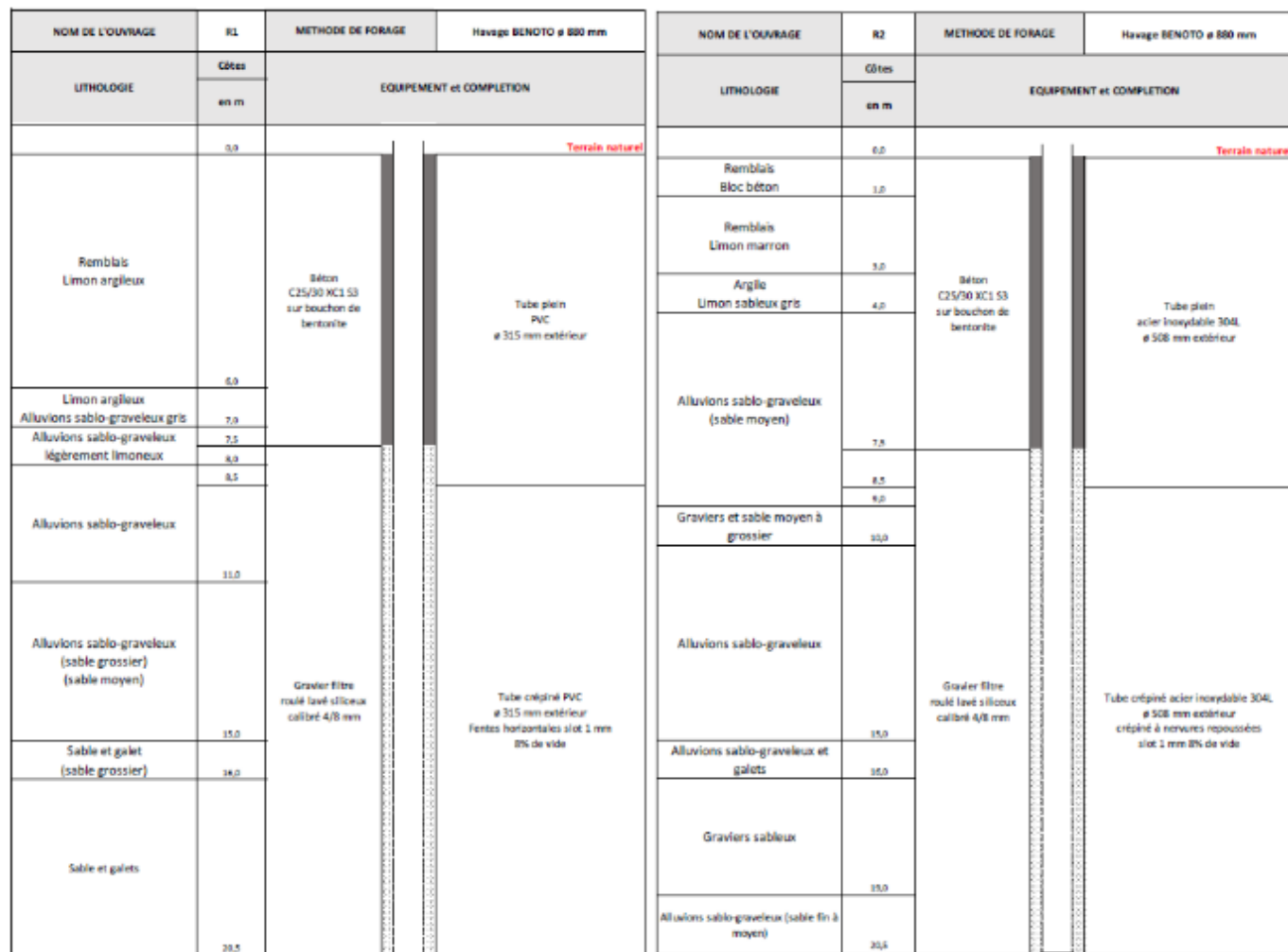


Figure 6 : Coupes lithologiques et techniques des forages de RTTE (Source : DOE 2016)

Le DOE des forages géothermiques est en Annexe 2.

1.4.5. Contexte hydrogéologique

Dans le secteur étudié, deux aquifères renferment des ressources en eaux souterraines significatives et susceptibles d'être exploitées. Il s'agit de la nappe superficielle des alluvions du Rhône et de la nappe profonde de la molasse sous-jacente. Il y a lieu d'indiquer que ces deux aquifères sont relativement bien individualisés avec des caractéristiques hydrodynamiques très différentes.

Dans le projet, quatre forages captent la nappe superficielle des alluvions du Rhône. Les caractéristiques de cette nappe sont présentées ci-après.

1.4.5.1. Alimentation de la nappe

L'alimentation de la nappe se fait latéralement depuis le Rhône au Nord, les canaux de Jonage et Miribel au Nord-Est, et les entrées d'eau du couloirs fluvio-glaciaires d'Heyrieux au Sud-Est. D'une manière générale, l'imperméabilisation de la ville limite l'alimentation de la nappe par les pluies. Toutefois, localement des zones non imperméabilisées doivent permettre une certaine infiltration et des dispositifs de gestion d'eaux pluviales localisés sur les projets immobiliers les plus récents doivent également favoriser l'infiltration.

1.4.5.2. Sens d'écoulement, piézométrie

Une carte piézométrique a été réalisée en juillet 2025 à partir des niveaux des eaux souterraines sur plusieurs points d'eau répartis dans la métropole de Lyon. Celle-ci est présentée ci-après et met en évidence des écoulements des eaux souterraines Nord Nord Est au Sud Sud Ouest au droit du site.

Le gradient hydraulique est de l'ordre de $1,5.10^{-3}\text{m/m}$.

Au droit du site les niveaux piézométriques sont de l'ordre de 160 mNGF, soit environ 6 m de profondeur au droit des forages. En considérant le substratum à 149 mNGF, la hauteur d'alluvions mouillées serait de l'ordre de 11 m au droit des forages.

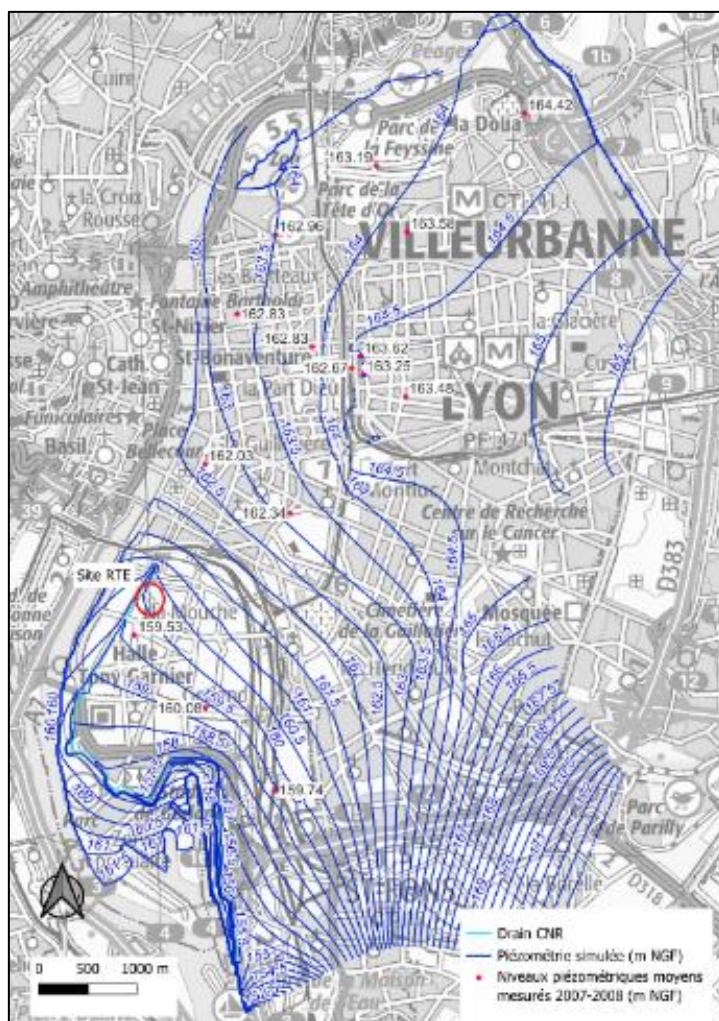


Figure 7 : Carte piézométrique calculée avec les niveaux médians 2007-2008

1.4.5.3. Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe

D'après les données disponibles et recueillies auprès de la banque de données du sous-sol gérée par le BRGM ainsi que des pompages d'essais réalisés dans la nappe des alluvions du Rhône sur le secteur lyonnais, les perméabilités concernant la formation alluvionnaire sont comprises entre 5.10^{-3} et 1.10^{-2} m/s.

Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe des alluvions au droit du site ont pu être appréciées à l'aide de pompages par paliers menés au droit de chaque forage effectué par Sondalp SCRE après fin 2016 début 2017.

Les pompages par paliers consistent en des pompages de durée déterminée à débits croissants. Le récapitulatif du pompage par paliers réalisé sur les forages est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Résultats des pompages par paliers des forages de RTE (Source : DOE Sondalp 2017)

	Durée (heure)	Débit Q (m ³ /h)	Rabatte- ments s (m)	Débits spécifiques Q/s (m ³ /h/m)	Transmissivité déduite de Q/s (Tds en m ² /s)	Transmissivité déduite des pertes de charges linéaire (Tpl en m ² /s)
C1	1	20	0,04	500,0	$1,4.10^{-1}$	$1,2.10^{-1}$
	1	30	0,07	428,6	$1,2.10^{-1}$	
	1	40	0,09	444,4	$1,2.10^{-1}$	
	1	50	0,12	416,7	$1,2.10^{-1}$	
C2	1	60	0,13	461,5	$1,3.10^{-1}$	$1,2.10^{-1}$
	1	80	0,18	444,4	$1,2.10^{-1}$	
	1	100	0,25	400,0	$1,1.10^{-1}$	
	1	120	0,31	387,1	$1,1.10^{-1}$	
R1	1	20	0,03	666,7	$1,9.10^{-1}$	$1,6.10^{-1}$
	1	35	0,06	583,3	$1,6.10^{-1}$	
	1	50	0,09	555,6	$1,5.10^{-1}$	
	1	60	0,11	545,5	$1,5.10^{-1}$	
C1	1	60	0,12	500,0	$1,4.10^{-1}$	$1,4.10^{-1}$
	1	80	0,16	500,0	$1,4.10^{-1}$	
	1	100	0,2	500,0	$1,4.10^{-1}$	
	1	120	0,24	500,0	$1,4.10^{-1}$	

Au vu des résultats il ressort :

- Sur l'ensemble des paliers le niveau d'eau est stabilisé ;
- L'installation complète a été testé jusqu'au débit de 170 m³/h ;
- La transmissivité déduite serait de $1,4.10^{-1}$ m²/s.

En considérant une épaisseur d'alluvions mouillées de 11 m, la perméabilité serait de $1,3.10^{-2}$ m/s.

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

Les pompages sont récapitulés dans le DOE des forages géothermiques (Cf. Annexe 2).

1.4.5.4. Qualité des eaux souterraines

Analyse sur les puits de réinjection

Conformément demandé dans l'arrêté préfectoral de décembre 2016, une analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau géothermique doit être effectué annuellement en tête de chaque puits de réinjection.

Une campagne de prélèvement d'eau a été réalisée le 25 février 2025, au droit du captage C1 et des deux rejets R1 et R2 (présenté dans la première version du dossier d'autorisation). Depuis, une autre campagne de prélèvement d'eau a été réalisée le 25 mars 2026, au droit des deux captages C1 et C2 et des deux rejets R1 et R2.

Les résultats sont présentés ci-après :

Tableau 4 : Analyses en laboratoire de NORMEC abiolab (en Annexe 10)

25 février 2025

		C1 (ZR1)	R1 (ZR2)	R2 (ZP/ZR1)
Analyses microbiologiques				
Micro-organismes revivifiables à 22°C	UFC/ml	>300	6	50
Micro-organismes revivifiables à 36°C	UFC/ml	>300	>300	>300
Bactéries coliformes	UFC/100ml	<1	<1	<1
Escherichia coli	UFC/100ml	<1	<1	<1
Entéroques intestinaux	UFC/100ml	<1	<1	<1
Spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs	UFC/100ml	<1	<1	<1
Anions et Cations majeurs				
Ammonium (NH4)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
Calcium (Ca)	mg/l	110	100	100
Carbonates (CO3)	mg/l	0	0	0
Carbone organique total	mg/l	0,54	0,44	0,45
Chlorures (Cl)	mg/l	27,5	25	24,7
Fer (Fe)	mg/l	0,024	0,18	0,023
Magnésium (Mg)	mg/l	13	12	12
Manganèse (Mn)	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Nitrates (NO3)	mg/l	27,6	23,6	23,1
Potassium (K)	mg/l	3,7	3,3	3,3
Sodium (Na)	mg/l	20	18	17
Analyses physicochimiques				
Conductivité à 25°C	µS/cm	726	676	673
Température mesure conductivité	°C	20,9	20,8	20,9
Oxygène dissous (O2)	mg/l	8,6	8,7	8,8
Température mesure oxygène	°C	15,1	14,3	15,6
pH		7,5	7,5	7,4
Température mesure pH	°C	19,2	18,9	19,2
Sulfites	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2
Titre alcalimétrique complet	°F	27,5	25,5	25,2

25 mars 2026

		C1 (ZR1)	C2 (ZP/ZR2)	R1 (ZR2)	R2 (ZP/ZR1)
Analyses microbiologiques					
Micro-organismes revivifiables à 22°C	UFC/ml	~5	44	<1	<1
Micro-organismes revivifiables à 36°C	UFC/ml	~6	12	<1	<1
Bactéries coliformes	UFC/100ml	<1	<1	<1	<1
Escherichia coli	UFC/100ml	<1	<1	<1	<1
Entéroques intestinaux	UFC/100ml	<1	<1	<1	<1
Spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs	UFC/100ml	<1	<1	~3	<1
Anions et Cations majeurs					
Ammonium (NH4)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Calcium (Ca)	mg/l	110	110	110	110
Carbonates (CO3)	mg/l	0	0	0	0
Carbone organique total	mg/l	0,62	0,70	0,43	0,55
Chlorures (Cl)	mg/l	24,7	21,6	26,9	27,2
Fer (Fe)	mg/l	0,37	25	12	0,37
Magnésium (Mg)	mg/l	13	14	14	14
Manganèse (Mn)	mg/l	0,025	0,045	0,11	<0,010
Nitrates (NO3)	mg/l	<0,5	<0,5	27,0	27,7
Potassium (K)	mg/l	3,5	3,6	3,6	3,5
Sodium (Na)	mg/l	20	20	20	20
Analyses physicochimiques					
Conductivité à 25°C	µS/cm	727	717	733	731
Température mesure conductivité	°C	22,2	21,7	21,9	21,7
Oxygène dissous (O2)	mg/l	9,9	9,7	9,2	9,0
Température mesure oxygène	°C	18,0	17,5	15,6	17,1
pH		7,5	7,4	7,5	7,6
Température mesure pH	°C	19,2	21,2	21,8	21,5
Sulfites	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Titre alcalimétrique complet	°F	30,5	29,4	27,2	27,5

Les prélèvements effectués ont mis en évidence une très faible présence de manganèse et une présence de fer qui faible à part pour la mesure en 2026 sur le captage C2 et rejet R1.

Au niveau bactériologique, l'eau au rejet présente seulement des bactéries à tendance aérobie (bactéries revivifiables à 22°C), alors que l'eau souterraine général ne présente aucune activité biologique.

La qualité des eaux analysées ne présente pas d'élément défavorable pour l'exploitation d'une installation de géothermie sur nappe.

Analyse sur le forage de captage C2

Conformément demandé dans l'arrêté préfectoral de décembre 2016, une autre analyse doit être réalisé dans le puits de captage C2 tous les 3 ans. Les paramètres ont analysé sont les suivants : hydrocarbures totaux, COHV et BTEX.

Cette analyse a été réalisé le 23 avril 2026 au droit du forage C2 (ZP/ZR2). Ces résultats seront communiqués dès leur réception (soit mi-mai 2026).

1.4.5.5. Identification de la masse d'eau concernée

La masse d'eau à l'affleurement concernée par le projet est celle des « Alluvions du Rhône agglomération lyonnaise et extension sud » répertoriée sous le code FRDG384 (la BD Lisa établit le code 712AG06 pour cette même masse d'eau mentionnée « Alluvions en rive gauche du Rhône entre la confluence des canaux de Miribel-Jonage et Solaize »).

L'état de cette masse d'eau a été mis à jour en 2021. Celle-ci présente un bon état quantitatif mais un état chimique médiocre, détérioré par la présence de chlorure de vinyle, des tétrachloroéthylène et trichloroéthylène, du tetrachloréthylène et du trichloréthylène.

La pression à traiter sur cette masse d'eau est une pollution par des substances toxiques. Il s'agit ainsi de mettre en place des mesures visant à réduire les pollutions des « sites et sols pollués » (essentiellement liées aux sites industriels).

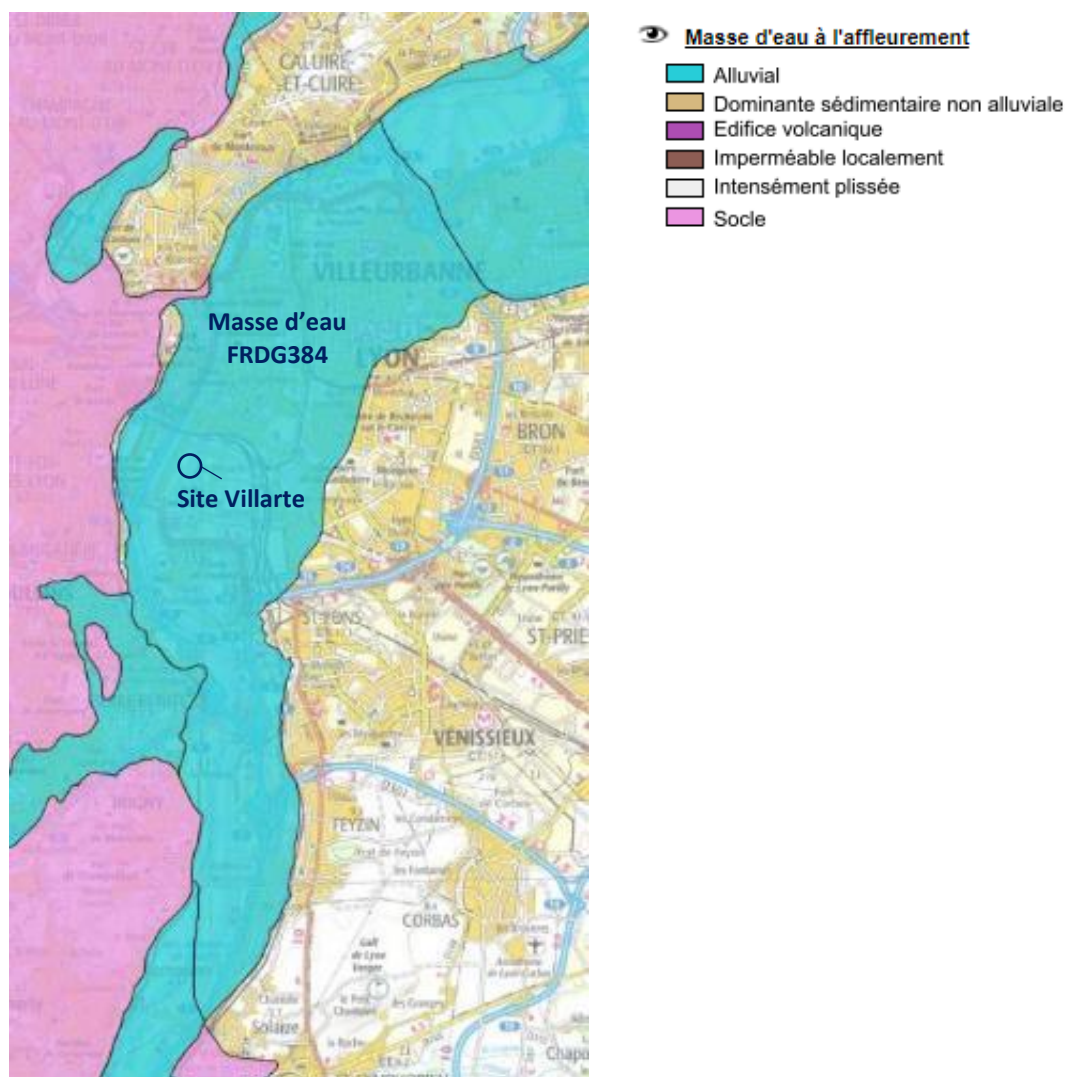


Figure 8. Localisation de la masse d'eau FRDG 384

1.4.5.6. Exploitation de la nappe

Les prélèvements effectués dans la nappe retenus dans le périmètre du modèle sont issus des archives Antea Group. Les installations situées dans un périmètre de 1800 m autour de l'installation RTE, en particulier celles localisées en amont hydrogéologique, ont été prises en compte.

Les points de rejet des installations de refroidissement du quartier de la Part-Dieu (forages LPA et DALKIA), situés entre 2,8 et 3,4 km de l'installation RTE, ont également été intégrées à la modélisation. En effet, ces installations ne fonctionnent qu'en refroidissement, et ne rejettent donc que des eaux de températures supérieures à la température initiale de la nappe, et sont situés en amont hydrogéologique de l'installation RTE. Elles sont susceptibles d'avoir un impact non négligeable sur les températures des eaux captées au niveau des forages de pompage RTE.

Les volumes de prélèvements et de réinjection correspondent à des débits moyens d'exploitation annuels, à l'exception de quelques installations pour lesquelles des valeurs de débits en période de chauffage ou de refroidissement étaient disponibles. En l'absence d'indication de variabilité mensuelle, pour les autres installations, les débits ont été considérés constants au cours de l'année.

La localisation des installations voisines prises en compte dans le modèle est présentée à la figure suivante :

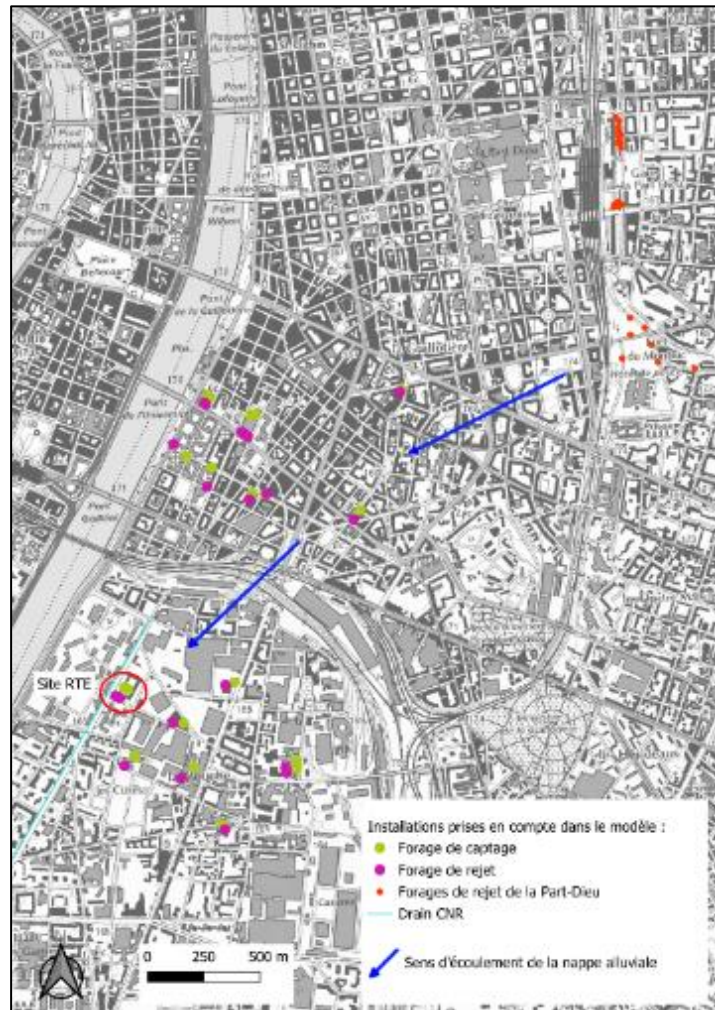


Figure 9 : Localisation des ouvrages à proximité du site

Les débits moyens considérés sont présentés dans les deux tableaux ci-après pour les installations voisines.

Site	Distance par rapport au projet (m)	Nature	X_L93	Y_L93	Débit moyen (m³/h)	Débits mensuels variables (m³/h)											
						Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Citraën Newdeal	1250	Captage	843055	6518534	-20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Captage	843080	6518533	-20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843016	6518457	13.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843029	6518447	13.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843043	6518436	13.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Université Lyon 3	1300	Captage	842875.23	6518609.82	-15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Captage	842866.32	6518619.88	-17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842858.99	6518579.98	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842852.06	6518587.04	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 rue Domer	1300	Captage	843540.33	6518104.58	-17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843510.02	6518064.87	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modern City	1850	Captage	843727	6518638	-	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-3.00	-3.00	-3.00	-3.00	-3.00	-2.50	-2.50	-2.50
		Rejet	843720	6518627	-	2.50	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.50	2.50	2.50
Le Patio Chevreuil	1100	Captage	843118	6518181	-5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843125	6518183	5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UITSEM	1000	Captage	843057.42	6518182.64	-15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843047.22	6518157.75	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHA Rue Pasteur	1000	Captage	842882	6518300	-15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842861	6518215	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hôpital Saint Joseph Saint Luc	1090	Captage	842768.11	6518350.96	-62.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842713.62	6518404.38	62.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	850	Captage	843251	6516999	-60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Site	Distance par rapport au projet (m)	Nature	X_L93	Y_L93	Débit moyen (m³/h)	Débits mensuels variables (m³/h)											
						Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Gecina Grande Halle		Captage	843248	6516962	-60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843198	6516967	60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843203	6516943	60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZAC Girondins	450	Captage	842791.31	6516971.98	-	-6.50	-6.50	-6.50	-19.00	-19.00	-19.00	-19.00	-19.00	-19.00	-19.00	-6.50	-6.50
		Rejet	842732.94	6516922.52	-	6.50	6.50	6.50	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	6.50	6.50
ETS Brossette	260	Captage	842748	6517168	-35.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842700	6517168	35.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NDA	330	Captage	842535	6517021	-27.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Captage	842527	6517025	-27.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842484	6516981	55.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Les Alizées	730	Captage	842917.02	6516717.13	-1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Captage	842918.99	6516713.12	-1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842926.82	6516694.07	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bouygues Immo	480	Captage	842975	6517348	-10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842934	6517335	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota Bene : Les débits négatifs correspondent à des prélèvements d'eau et les débits positifs à de la réinjection d'eau dans la nappe

Tableau 5 : Débits moyens transitoires considérés dans la modélisation

1.4.6. Historique du secteur : sensibilité environnementale

1.4.6.1. Au droit du site

Le site n'est pas une installation classée et aucun site industriel est recensé au droit du site.

1.4.6.2. Autour du site

Les sites potentiellement polluants localisés ou ayant été localisés à proximité du site Villarte de RTE, issus de la base de données Géorisques, sont présentés ci-après. Il s'agit d'anciens sites industriels.

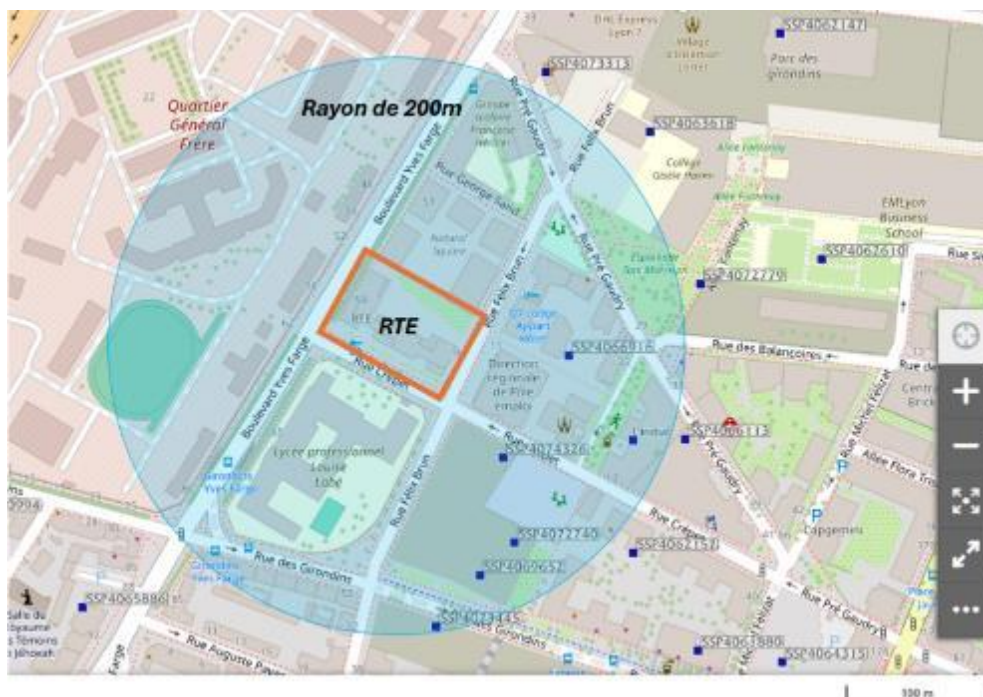


Figure 10 : Localisation des sites pollués répertoriés à proximité du projet (Source : Géorisques)

D'après ces bases de données, les anciens sites industriels recensés à 200m du site sont dans le tableau suivant.

Comme de nombreux sites industriels référencés sont indéterminés, afin de déterminer la possibilité arrêt ou continuité des activités en regardant l'évolution des bâtiments sur des plans satellites sur *Google Earth*. Les différentes photos aériennes sont dans les figures suivantes.

Les sites industriels semblent pour la plupart avec une activité en arrêt, ils ne constituent donc possiblement plus une source possible de pollution active. Lyon a une fort historique industriel. La nappe présente donc des reliques de métaux des sites industriels. Cependant, lors de la conception des dispositifs ont été mis en place conformément aux normes et réglementation qui permettent de se prémunir du risque de migration depuis la surface en profondeur (mise en œuvre de la cimentation des forages). Par ailleurs, une analyse des eaux souterraines annuellement est faite au droit du site dans les Forages R1 et R2 (Cf. Annexe 3). Enfin, le risque de pollution des sols au droit du site est faible compte tenu de les dispositifs mises en place pour l'installation du site.

Dans ces conditions, le risque de pollution au droit du projet apparait comme négligeable.

Tableau 6 : Sites alentours recensé dans Basias/Basol (Source : Géorisques)

Numéro	Distance	Nom Usuel	Nom raison sociale	Activité secondaire	Etat d'activité	Dernière date - début d'exploitation
SSP4066916	135m	Garage et DLI	Société Française des Transports (SFT) GONDRAND Frères, Sté Standard française des Pétroles ; Cie Générale des Pétroles (de Marseille), L'économique (Eco-essence)	V89.03Z - Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	Indéterminé	19/12/1972
				G45.21A - Garages, ateliers, mécanique et soudure		
SSP4074326	125m	Stockage de liquides inflammables	Sté ZOLPAN RHONE-ALPES (M. BRAZEAU Xavier)	C27.20Z - Fabrication, réparation et recharge de piles et d'accumulateurs électriques	Indéterminé	16/11/2001
				V89.01Z - Stockage de produits chimiques (minéraux, organiques, notamment ceux qui ne sont pas associés à leur fabrication, ...)		
SSP4065266	200m	Dépôt d'alcool, anc. Dépôt d'huiles et de pétrole	Ets JOUBERT et Cie, anc. HOURS, EDEL et DUPONT	C19.20Z - Raffinage, distillation et rectification du pétrole et/ou stockage d'huile minérales	Indéterminé	02/10/1922
				V89.03Z - Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)		
				V89.02Z - Stockage de charbon		
SSP4072740	180m	Atelier de chaudronnerie et construction de wagonnets, DLI	Chantiers et Ateliers de Construction de Lyon ; anc. M. Jules WEITZ	C25.22Z - Chaudronnerie, tonnellerie	En arrêt	11/06/1948
SSP4069652	190m	Atelier de réparation et entretien du véhicules	SA TOURON Frères	C25.50A - Forge, marteaux mécaniques, emboutissage, estampage, matriçage découpage ; métallurgie des poudres	Indéterminé	20/07/1982
				C25.62B - Mécanique industrielle		
				C25 - Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements		
				V89.03Z - Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)		
				G45.20 - Entretien et réparation de véhicules automobiles (ou autres)		
SSP4023445	200m	Récupération et traitement de déchets plastiques et textiles	Sté BOYER (Mme BOYER, PDG : M. Jacques PERRIN)	C20.16Z - Fabrication, transformation et/ou dépôt de matières plastiques de base (PVC, polystyrène, ...)	Indéterminé	01/01/1984
				C20.16Z - Fabrication, transformation et/ou dépôt de matières plastiques de base (PVC, polystyrène, ...)		
				D35.45Z - Compression, réfrigération		
				G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)		



31 décembre 2001



11 juillet 2011



4 juillet 2017



23 mars 2021

Figure 11 : Evolution des sites industriels alentours à l'installation

1.4.7. Gestion des eaux pluviales

Sur l'ensemble du site, les réseaux d'eaux pluviales du site sont captés en toiture et rejetées dans le collecteur d'eaux usées. Les réseaux d'eaux pluviales sont illustrés dans l'Annexe 6.

1.4.8. Réseaux d'assainissement

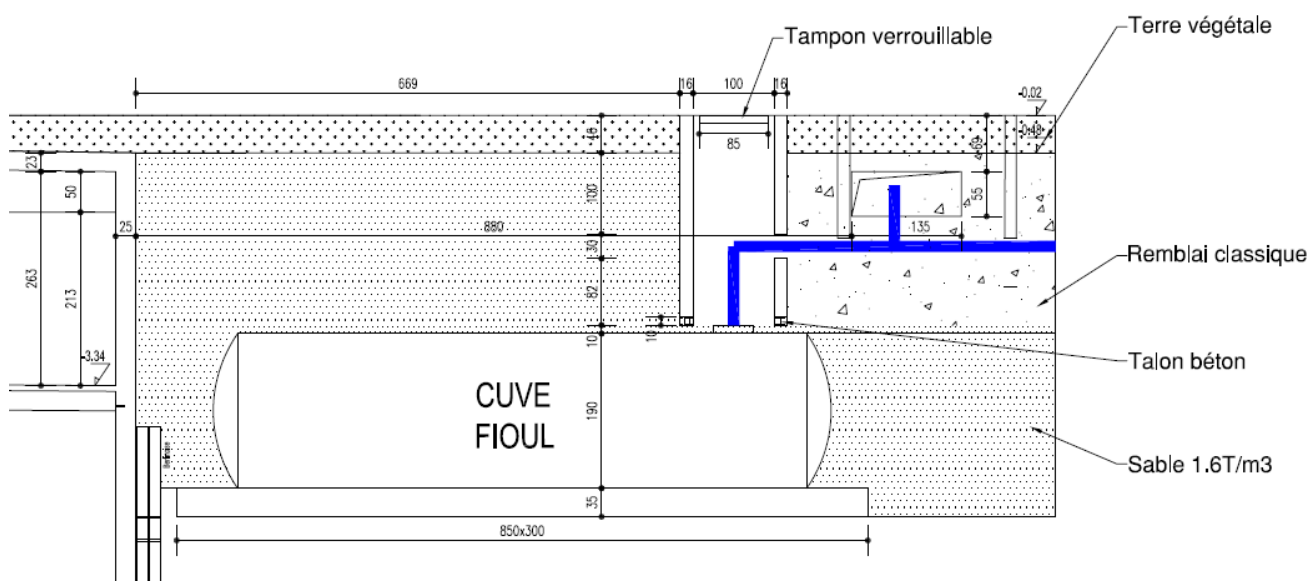
Les forages de rejet sont tous situés à moins de 35m du réseau d'assainissement présent dans le domaine public au Sud du site Villarte. Compte tenu de la localisation des forages, il n'est pas potentiellement possible d'assurer, conformément aux prescriptions de l'article 4 de l'arrêté du 11 septembre 2003, le respect d'une distance minimale de 35 m fixée pour les forages par rapport à « des ouvrages d'assainissement collectif ou non collectif, des canalisations d'eaux usées ou transportant des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines ».

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 permettent d'assurer au droit du site la préservation de la qualité des eaux souterraines. Ces mesures sont présentées dans les paragraphes 1.4.10.

1.4.9. Cuve à fioul

Les forages sont tous situés à moins de 35m des deux cuves à fioul présentes sur le site (voir plan en Annexe 6). Compte tenu de la localisation des forages, 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 « stockages d'hydrocarbures, de produits chimiques, de produits phytosanitaires ou autres produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines ».

Les cuves à fioul sont des réservoirs horizontaux cylindriques à double paroi de 10 000 litres et 20 000 litres. Elles sont enterrées à environ 4m de profondeur dans du sable. Elle repose sur une dalle béton. Elle se situe à environ 1m au-dessus du niveau moyen de la nappe. Les fiches techniques des cuves à fioul sont en Annexe 7 dont notamment la coupe ci-dessous :



Deux compteurs électriques sont installés sur les sorties de la cuve permettant d'avoir le niveau de fioul de chaque cuve. Tous les 15 jours, les cuves sont testées et les niveaux de fioul sont relevés. Un entretien mécanique et électrique sont fait tous les ans minimum.

Par conséquent, les dispositifs mis en œuvre permettant de limiter et contrôler une possible fuite de fioul dans le terrain naturel sont :

- Une cuve à double paroi limitant les risques de fuites ;
- Une dalle béton protégeant les sols sous-jacents et la nappe utilisée par l'installation géothermique ;
- Des tests effectués tous les 15 jours pour s'assurer des niveaux de fioul dans les cuves ;
- Des entretiens annuels effectués sur les 2 cuves tous les ans minimum.

De plus, afin de garantir un niveau de protection des eaux souterraines équivalent à celui prévu par l'arrêté, des mesures compensatoires permettent d'assurer au droit du site la préservation de la qualité des eaux souterraines. Ces mesures sont présentées dans les paragraphes ci-après.

1.4.10. Protection de la nappe par rapport aux écoulements superficiels

1.4.10.1. Aménagement de têtes de protection étanches des ouvrages

Tous les forages sont constitués :

- Tampon d'accès au regard de visite étanche et verrouillable ;
- Base du regard de visite cimenté ;
- Tôle couvrant la partie supérieure du tube du forage ;
- Accès au forage restreint et surveillé à l'aide de clés spécifiques.

Les photos ci-dessous montrent les têtes des forages pendant la visite du 1^{er} août 2024.

C1 (ZR1) Nord Est



C2 (ZP & ZR2) Nord Ouest



Vue d'ensemble



Vue de dessus

R1 (ZR2) Sud Est



Vue d'ensemble



Vue de dessus

R2 (ZP & ZR1) Sud Ouest



Vue d'ensemble



Vue de dessus

Ces dispositions empêchent l'infiltration des eaux superficielles potentiellement contaminées dans les ouvrages.

1.4.10.2. Cimentation annulaire des ouvrages entre l'équipement (tube plein) et les terrains

Afin d'assurer l'étanchéité des forages de prélèvement et de réinjection vis-à-vis d'éventuelles contaminations qui pourraient provenir des réseaux d'assainissement, les ouvrages présentent une cimentation annulaire entre le forage sur une hauteur d'environ 7 m soit presque tout le tubage plein inox de chaque forage.

Ces mesures compensatoires empêchent la contamination des eaux souterraines par des eaux potentiellement contaminées qui pourraient provenir d'éventuelles fuites de la cuve à fioul et d'éventuelles pollutions de surface.

Compte tenu des moyens existants (cimentation annulaire de 7 m et protection des têtes de forages étanches) mis en place pour éviter toute pollution, il est demandé une dérogation vis-à-vis du non-respect de la distance de 35 m fixée pour les forages de prélèvement et de réinjection par rapport aux cuves à fioul et par rapport aux réseaux d'assainissement présent sur la voie publique au Sud de Villarte (article 4 de l'arrêté du 11 septembre 2003).

1.4.11. Milieu naturel

Le projet est implanté en contexte urbain. Les parcelles voisines sont déjà construites. La majeure partie des surfaces encadrant le site sont imperméabilisées.

Les ZNIEFF de type II désignent des ensembles naturels étendus dont les équilibres généraux doivent être préservés. Le Rhône est concerné par la ZNIEFF de type II n° 820000351 : « Ensemble fonctionnel formé par le moyen-Rhône et ses annexes fluviales », située à 420m à l'Ouest de l'installation.

La ZNIEFF de type I la plus proche du projet est celle n°820030245 : « Vieux-Rhône entre Pierre-Bénite et Grigny », située à 5,4 km au Sud du projet. De taille plus réduite, les ZNIEFF de type I intègrent des espèces ou milieux rares ou remarquables.



Figure 13 : Recensement des zonages patrimoniaux de type ZNIEFF

La zone Natura 2000 la plus proche est concernée par une Directive Habitats. Celle-ci se situe à 10 km au Nord-Est du projet. Ce site d'importance communautaire est répertorié sous le numéro FR8201785 et est nommé « Pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'île de Miribel-Jonage ».

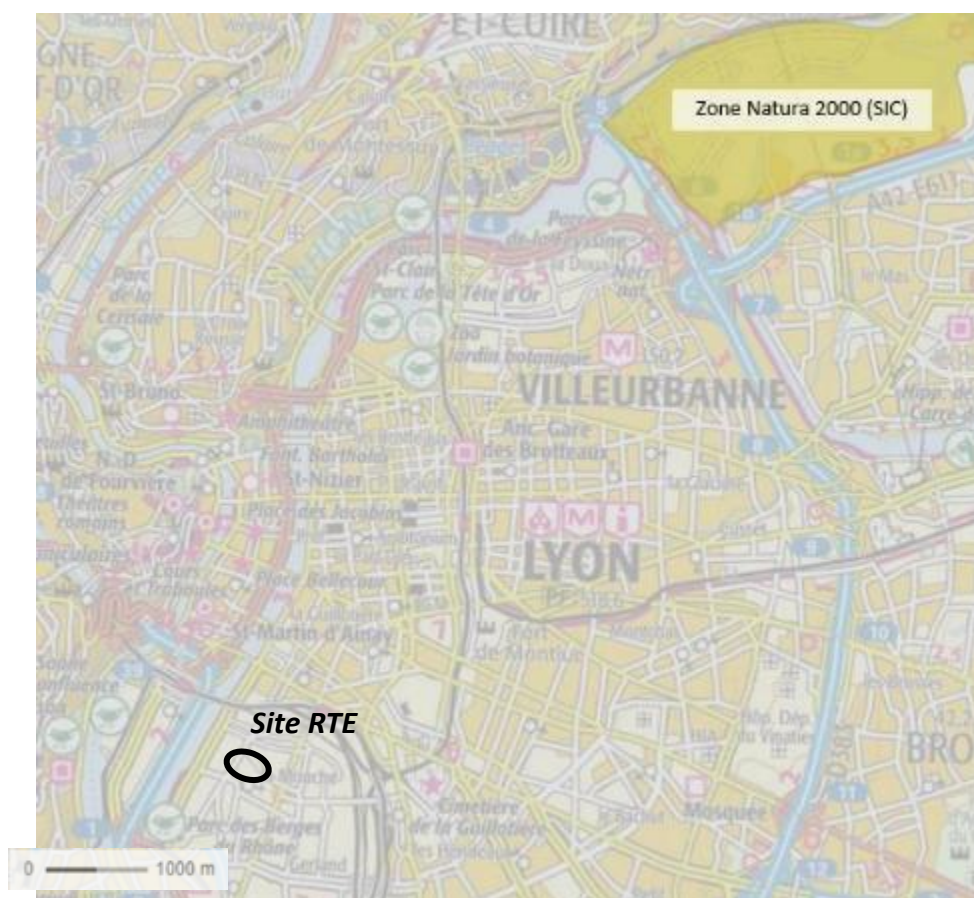


Figure 14 : Localisation des zones Natura 2000

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.

Le site du projet n'est concerné par aucune zone naturelle de type ZNIEFF de Type I et II ou Natura 2000.

1.4.12. Archéologie

Le site Géoportail recense un site d'archéologie préventive à 6,1 km au Sud-Est du site Villarte de RTE. Celui-ci situé sur la commune de Vénissieux et nommé « Le Puisoz » correspond à la fouille de l'ancien fossé défensif de Lyon, abandonné et comblé au début du XXe siècle. Des milliers d'objets y ont été trouvés. Aucun autre site archéologique n'est connu au droit et à proximité du site d'étude.

1.4.13. Qualité de l'air

Il existe deux stations permanentes du réseau « Atmo Auvergne- Rhône-Alpes » de mesure de la qualité de l'air à proximité de la zone d'étude :

- La station « Lyon Gerland » située à environ 580m au Sud du site de RTE ;
- La station « A7 Sud Lyonnais » située à environ 1,4 km au Nord du site de RTE.



Figure 15 : Localisation des stations de mesures de la qualité de l'air (<https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/>)

Les composés mesurés et les résultats d'analyses sur les cinq dernières années sont présentés dans les tableaux suivants :

Lyon Gerland

Polluant /Année	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22,9	22,7	-	-	15,1	-
Particules PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16,6	16,8	17,9	13,9	15,2	-
Particules PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	11	11,5	9,3	10	-

Lyon Traffic Jaurès

Polluant /Année	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	30,5	27	27,4	27,6	24,6	-
Particules PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16,5	13,9	16,2	15,3	13,5	-

Tableau 7 : Qualité de l'air des deux stations à proximité de l'installation RTE (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

La valeur seuil recommandée par l'OMS et la valeur limite indiquées sur le site Atmo Auvergne-Rhône-Alpes sont présentées dans le tableau ci-après :

	Recommandations OMS	Valeur limite
Monoxyde d'azote (NO)	non spécifiée	non spécifiée
Ozone	non spécifiée	non spécifiée
Dioxyde d'azote (NO2)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Particules PM2,5	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Particules PM10	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzo(a)pyrène	non spécifiée	non spécifiée

Tableau 8 : Seuil de concentration des polluants de l'air recommandée par l'OMS et valeur limite (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

Ainsi, en prenant en compte les deux stations :

- Le Dioxyde d'azote (NO₂) est en moyenne entre 15 et 30 µg/m³ sur les 5 dernières années, donc il est supérieur à la recommandations OMS (10 µg/m³) mais inférieur à la valeur limite de référence (40 µg/m³) ;
- Les particules PM₁₀ est en moyenne entre 13 et 18 µg/m³ sur les 5 dernières années, donc il est en moyenne dans la recommandation OMS (15 µg/m³) ;
- Les particules PM_{2,5} est en moyenne entre 9 et 11 µg/m³ sur les 5 dernières années, donc il est supérieur à la recommandation OMS (5 µg/m³) mais inférieur à la valeur limite de référence (25 µg/m³).

1.4.14. Bruit

1.4.14.1. Le relief

Le secteur d'étude se présente comme un profil plan avec une altimétrie de l'ordre de 166 mNGF.

1.4.14.2. Les axes de circulation et émetteurs potentiels de bruit

Le site d'étude est bordé par des axes routiers de moyenne importance à l'Ouest et au Sud de l'installation. A l'Est et au Nord, le site est entouré d'immeuble de bureaux.

L'ambiance sonore du site est donc modérée.

1.4.14.3. Caractérisation de l'ambiance acoustique

L'échelle de bruit ci-dessous permet de qualifier les ambiances sonores, ressenties dans les habitats, qui sont générées par les bruits issus de l'extérieur, et en particulier le trafic routier.

ECHELLE DE BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR DES HABITATIONS

- Origine du bruit	dB(A)	- Impression subjective
Bordure du périphérique de Paris (200 000 veh/jr)	- 80	Insupportable
Proximité immédiate (2 m) d'une autoroute	- 75	Très gênant, discussion difficile
Immeubles sur grands boulevards	- 70	Génant
Niveau de bruit en ville	- 65	Très bruyant
Fenêtre sur rue	- 60	Bruyant
En recul (200m) d'une route nationale	- 55	Relativement calme
Rue piétonne	- 50	Calme
Campagne le jour, sans vent	- 40	Très calme
Chambre à coucher	- 30	Très calme
Montagne enneigée/vent léger	- 20	Silence

Figure 16 : Echelle de bruit dans l'environnement extérieur du site

Au vu de la localisation du site en milieu urbain, le niveau sonore doit être proche entre 60 et 65 dB en période diurne.

1.4.15. Risques naturels

1.4.15.1. Risque sismique

D'après le site Géorisques, le site Villarte est située en zone d'aléa faible. Par conséquent, le site peut être donc touchée par des séismes pouvant entraîner des dégâts légers.

1.4.15.2. Mouvements de terrains

Il n'y a pas de mouvement de terrains recensés dans le 7^e arrondissement de Lyon (source : Géorisques). Des mouvements de terrains ont été recensés en rive droite de la Saône (1^{er}, 4^e, 5^e et 9^e arrondissements).

1.4.15.3. Cavités souterraines

Il n'y a pas de cavités souterraines recensés dans le 3^e arrondissement de Lyon (source : Géorisques). Des cavités souterraines de terrains ont été recensés dans le 5^e arrondissement de Lyon.

1.4.15.4. Retrait gonflement d'argile

La figure suivante présente la cartographie de l'exposition à l'aléa retrait et gonflement des argiles au droit du site. L'installation est localisée en zone d'exposition faible.

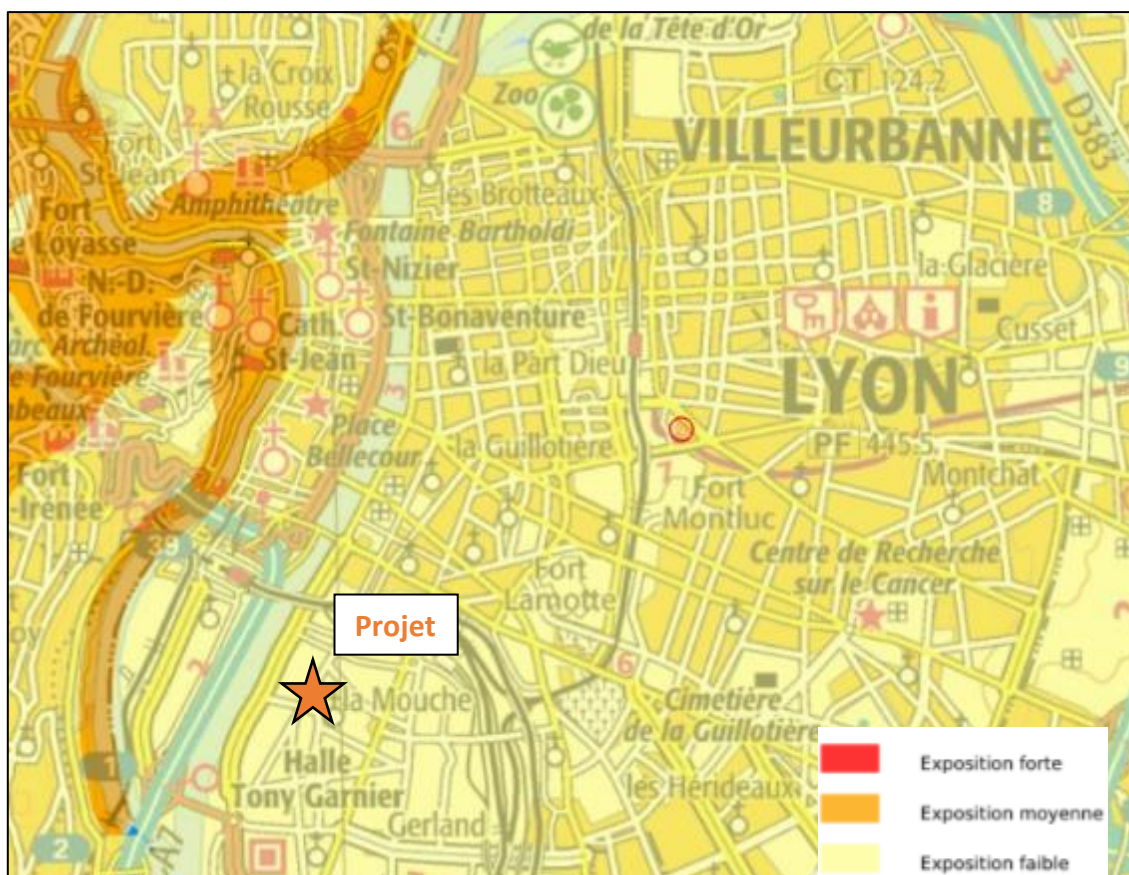


Figure 17 : Exposition à l'aléa retrait et gonflement des argiles (source : BRGM)

1.4.15.5. Inondation

La commune de Lyon fait l'objet d'un PPRI et d'un TRI inondation.

Le plan de prévention des risques naturels d'inondation sur le territoire des communes du Grand Lyon exposés aux débordements directs et indirects du Rhône et de la Saône – secteur Lyon/Villeurbanne a été approuvé par l'arrêté préfectoral 2009 / 1970 (02 mars 2009). Le site est classé en secteur où les remontées de nappe sont potentielles, hors zone inondable. La figure suivante présente la carte des zones sensibles aux inondations (superficielles et remontées de nappe).

Par ailleurs, Lyon est classé en zone de risque de rupture de barrage de Vouglans régulant le Rhône et fait donc l'objet d'un Plan Particulier d'Intervention (PPI).

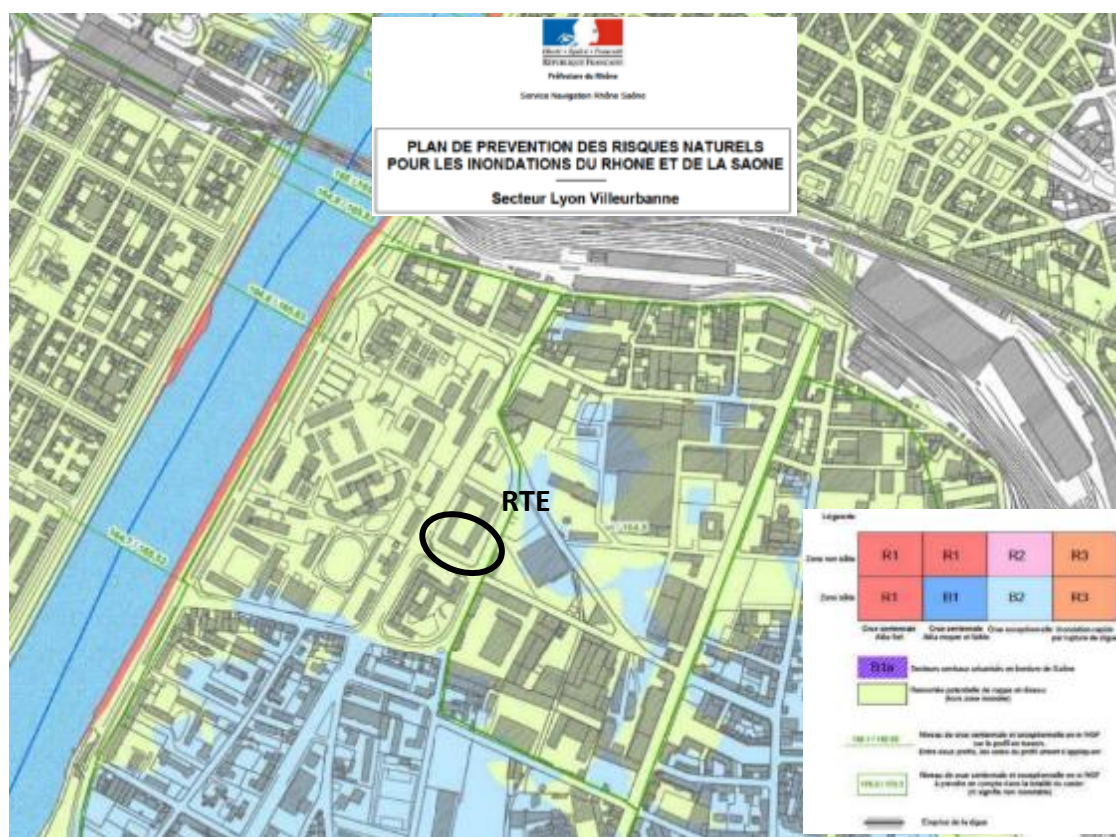


Figure 18: Carte des zones inondables

1.4.16. Risque Industriel et sécurité publique

D'après l'ouvrage de Gombert et al, (2017), les risques majeurs liés à une activité géothermique sont :

- Risque de rejet accidentel de fluides en surface
- Risque de contamination d'aquifère sensible
- Risque de désordre et de secousses sismiques ressenties en surface

Ces risques ont été identifiés pour les installations géothermiques profondes et non pour les installations géothermiques superficielles de très basse énergie comme celle de l'installation.

1.4.16.1.1. Risque de rejet accidentel de fluides en surface

1.4.16.1.1.1. Circuit primaire

Durant l'exploitation, le fluide géothermal est de l'eau de la nappe (fluide aqueux naturel) circule dans une boucle d'échange complètement isolée du milieu de surface. Il n'y a pas de déversement de fluide géothermal dans le milieu naturel hors phases de diagnostic des forages (réurrence décennale) qui peuvent nécessiter la réalisation de pompages d'essais. Dans ce cas, une analyse qualité sera réalisée en amont des travaux afin de valider la conformité qualitative des eaux de nappe avec les normes des gestionnaires d'assainissement. Par ailleurs, une convention sera établie entre la Maîtrise d'Ouvrage et les gestionnaires d'assainissement. Le volume d'eau rejeté est négligeable par rapport aux volumes prélevés annuellement dans la nappe alluviale et son impact ne sera pas perceptible.

En cas de fuite du fluide géothermal, ce dernier ne compromettra pas la qualité des eaux souterraines. Si pour une raison quelconque un percement de canalisation enterrée survenait, ou si une fuite au niveau des échangeurs de chaleur apparaissait, la chute de pression mesurée en continu dans le système alerterait immédiatement l'exploitant qui procéderait à l'arrêt des pompes et à l'isolement de la zone défectueuse pour réparation.

La température de l'eau (environ 17°C) ainsi que ses qualités physico-chimiques ne sont pas sujettes à mettre en cause la sécurité publique.

Par ailleurs, les forages sont localisés dans des regards enterrés qui sont verrouillés (avec une clé spécifique) et donc non accessibles. Les deux forages de prélèvement sont localisés dans l'enceinte du site Villarte de RTE inaccessible pour toute personne non habilitée sans autorisation (badge individuel nécessaire, SAS avec ouverture par Vinci Facilities, référent technique du site Villarte). Les deux forages de réinjection sont situés à proximité de rue Crépet. Toutefois l'accès à ces deux forages est contrôlé par la sécurité du site (Vinci Facilities). Aucun vandalisme depuis la tête des forages est donc possible.

1.4.16.1.1.2. Circuit secondaire

Les installations thermiques sont réparties dans trois locaux techniques situés au RDC et au premier sous-sol R-1 du bâtiment. L'accès aux locaux est réservé exclusivement aux personnels techniques habilités (personnels formés aux installations et pompiers). L'accès à l'établissement et aux différents locaux est sécurisé par badge individuel et contrôle sécurité à l'entrée du site.

Aucune présence humaine permanente n'est prévue dans ces locaux et aucune personne non habilitée peut s'introduire dans les locaux techniques. La ventilation du local est conçue conformément à la norme NFE35-400.

Le fluide frigorigène utilisé est le R134a, de type HFC (HydroFluoro-Carbone) de dernière génération. Il présente les caractéristiques suivantes :

- Fluide disponible actuellement sur le marché présentant un GWP (Global Warming Potential) de 1430 soit inférieur à la valeur seuil de 1500. Cela représente un impact relativement faible sur l'environnement et permet d'anticiper les changements liés à la nouvelle réglementation européenne F-GAZ ;
- Fluide non explosif ;
- Puissance volumique élevée (puissance froide par m³/h de gaz comprimé) ;
- 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 ;
- Classe de sécurité ASHRAE : A1.

1.4.16.1.2. Risque de contamination d'aquifère sensible

Les incidences que chaque forage est susceptible d'avoir sur les aquifères sont les suivantes :

- Mise en communication artificielle de niveaux aquifères initialement indépendants ;
- Mise en communication accidentelle des aquifères avec l'intérieur du forage par percement du cuvelage de production ;
- Pollution accidentelle des eaux souterraines.

➤ Mise en communication d'aquifères

Le contexte géologique et hydrogéologique du secteur est très bien connu avec la présence de deux aquifères : la nappe superficielle des alluvions fluviales du Rhône et de la nappe profonde de la molasse sous-jacente.

Dans le cadre du site, les forages captent exclusivement la nappe superficielle des alluvions du Rhône. Aussi, les forages ont été arrêtés à la base des alluvions, facilement identifiable grâce à la méthode de foration employée (méthode BENOTO). Ils ont ensuite été équipés afin de capter exclusivement la nappe alluviale.

➤ Mise en communication accidentelle d'aquifères avec le forage

Le matériel employé pour l'équipement des forages est normé et a été contrôlé avant sa mise en œuvre au droit de chaque forage.

Des inspections vidéo par caméra immergées a été réalisées avant la mise en fonctionnement de l'exploitation pour vérifier le bon état des tubages (Cf. Rapport de fin de réalisation des forages Annexe 2). Comme établi dans l'article 10 de l'arrêté préfectoral de 2017, des inspections vidéo seront également réalisées sur tous les forages tous les 10ans afin de contrôler le bon état des forages.

En cas de baisse de la production d'un forage, celui-ci fera l'objet d'une inspection vidéo, de pompes d'essais et de traitement régénératif (brossage, pistonage, air-lift, ...) si nécessaire.

➤ Pollution accidentelle des eaux souterraines

La conception des ouvrages et leur protection (cimentation annulaire, massif filtrant, nature des matériaux mis en œuvre – inox, tampon de fermeture du regard de visite, puisards) permettent 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.

Avant le raccordement des forages aux installations géothermiques un prélèvement est réalisé sur le forage C2 avec analyse des paramètres.

Ainsi, une cimentation d'une hauteur de 7 m a été effectuée sur tous les forages afin de préserver la qualité des eaux souterraines en empêchant les infiltrations directes des eaux de ruissellement. De plus, les forages sont situés dans des regards enterrés, verrouillés et étanches dont l'accès est contrôlé. La partie supérieure des tubages présente un hors-sol de l'ordre d'une cinquantaine de centimètres par rapport au fond des regards.

Conformément à la norme NF-X10-999, un programme de surveillance et de maintenance de l'installation sera mis en œuvre par la Maîtrise d'Ouvrage afin de garantir la protection de la ressource en eau souterraine.

Des contrôles de qualité (prélèvement et analyse) seront régulièrement effectués selon la qualité physico-chimique de la nappe afin de surveiller son état :

- Tous les ans, des prélèvements sont fait dans les deux forages de réinjection R1 et R2 ;
- Tous les trois ans, un prélèvement est fait dans le forage de prélèvement C2.

Enfin, le site n'est pas localisé à proximité d'un périmètre de protection de captage AEP et la nappe alluviale du Rhône n'est pas classée en ZRE au droit du site. Les forages voisins sont utilisés pour des besoins géothermiques ou industriels.

Les risques d'impact des eaux souterraines par l'installation géothermique sont considérés comme très faibles.

1.5. Appréciation des impacts de l'installation

Les éléments présentés ci-après concernent l'impact de l'exploitation de l'installation géothermique.

1.5.1. Impacts sur l'environnement

1.5.1.1. Impacts paysagers et urbanisme

L'exploitation de la boucle géothermique n'a aucun impact paysager et ni urbain.

1.5.1.2. Impacts sonores

En phase d'exploitation, les réseaux et locaux techniques sont dans le bâtiment (RDC et R-1), ce qui permet donc d'atténuer les gênes acoustiques.

1.5.1.3. Impacts sur l'air

Aucun impact sur l'air est fait lors de l'exploitation de l'installation géothermique. Des contrôles sont réalisés sur les pompes à chaleur pour vérifier l'absence de fuites de fluides frigorigènes (voir Annexe 5).

1.5.1.4. Déchets

Dans le cadre de son fonctionnement, l'installation n'est pas génératrice de déchets.

1.5.1.5. Impacts sur la stabilité des sols

Aucun impact sur la stabilité des sols est fait lors de l'exploitation de l'installation géothermique.

1.5.2. Impact sur les eaux superficielles

L'installation se situe à environ 380 m du Rhône, l'exploitation n'aura aucun impact vis-à-vis des eaux superficielles.

Durant l'exploitation, l'eau géothermale circule dans une boucle d'échange complètement isolée du milieu de surface. Il n'y a pas de déversement de fluide géothermal dans le milieu naturel. Si pour une raison quelconque un percement de canalisation enterrée survenait, ou si une fuite au niveau des échangeurs de chaleur apparaissait, la chute de pression mesurée en continu dans le système alerterait immédiatement l'exploitant qui procéderait à l'arrêt des pompes et à l'isolement de la zone défectueuse pour réparation.

Seules les phases de diagnostic, de récurrence décennale, pourront ponctuellement impacter le milieu superficiel (réseau d'assainissement) avec le rejet d'eau lors de pompage d'essai par exemple lors de ces phases des mesures spécifiques en fonctions des volumes seront prises afin de limiter l'impact sur le milieu superficiel. La qualité de l'eau rejetée sera contrôlée afin d'être conforme au milieu récepteur, Il est à noter que ces phases de diagnostic sont peu fréquentes dans le temps (une fois tous les 10 ans).

1.5.3. Impact sur les eaux souterraines

1.5.3.1. A partir des données du site

1.5.3.1.1. Impact sur les niveaux des eaux souterraines

Le suivi horaire des données piézométriques sur les forages dans les figures suivantes montre :

- Des niveaux d'eaux dans les forages à plus de 2 m de profondeur, en exploitation comme à l'arrêt ;
- Sur les forages de prélèvement : une baisse des niveaux d'eaux de 0,3 m ;
- Sur les forages de rejet : une montée des niveaux de 1,4 et 3 m ;
- Consécutivement à chaque arrêt de l'installation, que les niveaux d'eau reviennent à un niveau statique stabilisé en moins d'une heure.

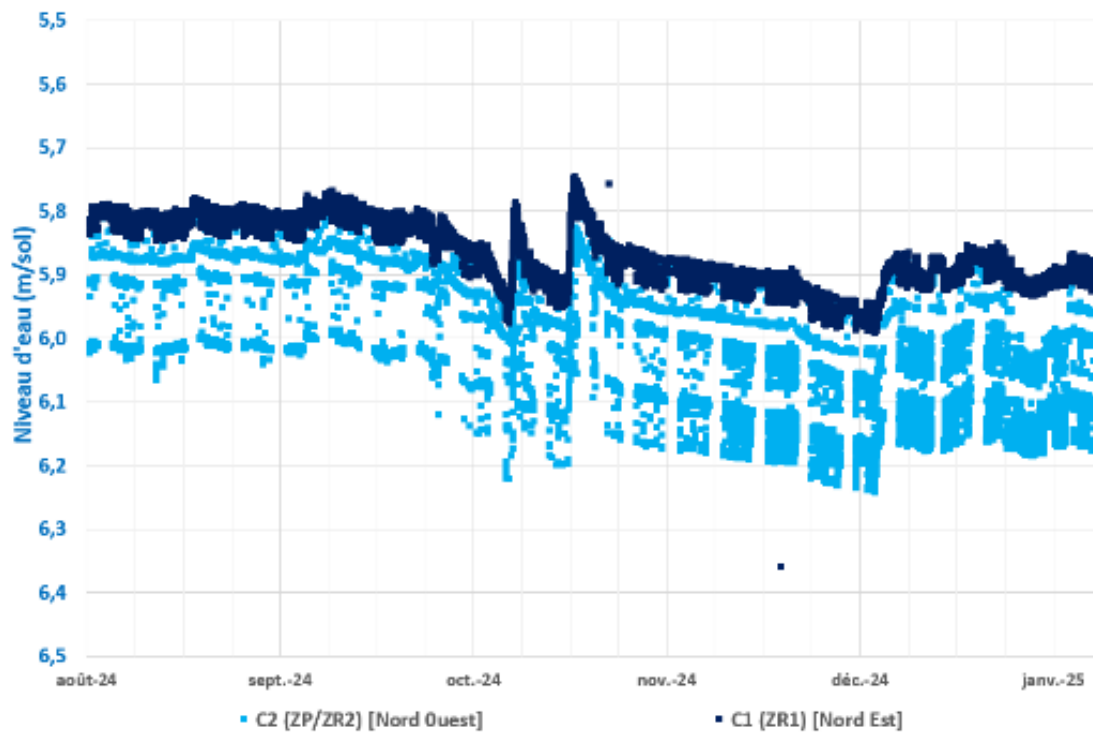


Figure 19 : Niveaux d'eau des forages de prélèvement (C1 et C2) au droit du site Villarte de RTE

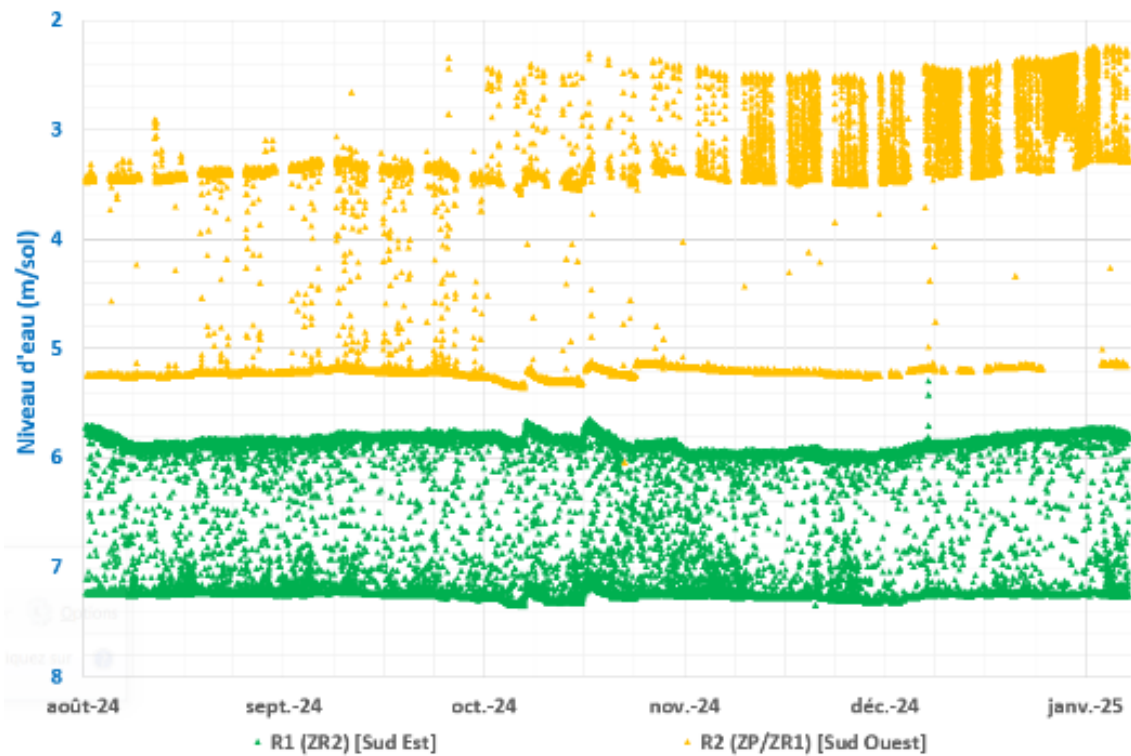


Figure 20 : Niveaux d'eau des forages de rejet (R1 et R2) au droit du site Villarte de RTE

1.5.3.1.2. Impact sur la qualité des eaux souterraines

Les ouvrages ont été conçus pour éviter toute introduction d'éléments dans les eaux souterraines, les moyens mis en œuvre sont les suivants :

- Tampon d'accès au regard de visite étanche et verrouillable ;
- Base du regard de visite cimenté ;
- Tôle couvrant la partie supérieure du tube du forage ;
- Cimentation annulaire entre le forage et l'équipement inox sur environ 7 m par forage ;
- Accès au forage restreint et surveillé à l'aide de clés spécifiques.

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

Comme demandé dans l'article 11 de l'arrêté préfectoral des analyses d'eau sont effectués sur différents forages.

- Analyse physico-chimique et bactériologique annuelle pour les forages de réinjection R1 et R2 ;
- Analyse de la pollution résiduelle (HCT, BTEX et COHV) tous les trois ans pour le forage de captage C2 ;

Donc un suivi est fait sur les différentes analyses.

Les résultats de 2025 et 2026 des prélèvements annuels sont récapitulés dans le Tableau 4 dans la partie §1.4.5.4.

Cette analyse a été réalisée le 23 avril 2026 au droit du forage C2 (ZP/ZR2). Ces résultats seront communiqués dès leur réception (soit mi-mai 2026).

Les prélèvements effectués ont mis en évidence une faible présence de manganèse et de fer (à part pour le captage C2 et le rejet R1).

Au niveau bactériologique, l'eau au rejet présente seulement des bactéries à tendance aérobie (bactéries revivifiables à 22°C), alors que l'eau souterraine général ne présente aucune activité biologique.

La qualité des eaux analysées ne présente pas d'élément défavorable pour l'exploitation d'une installation de géothermie sur nappe.

Les analyses sur les deux forages de réinjections en juin 2024 montrent que les tétrachloroéthylène et en trichloroéthylène est supérieure à la limite de qualité. Ces constituants sont des reliques du passé industriel lyonnais.

1.5.3.1.3. Impact sur la température des eaux souterraines

Les sondes enregistreuses installés dans les forages depuis août 2024, ont permis de suivre la température des eaux souterraines.

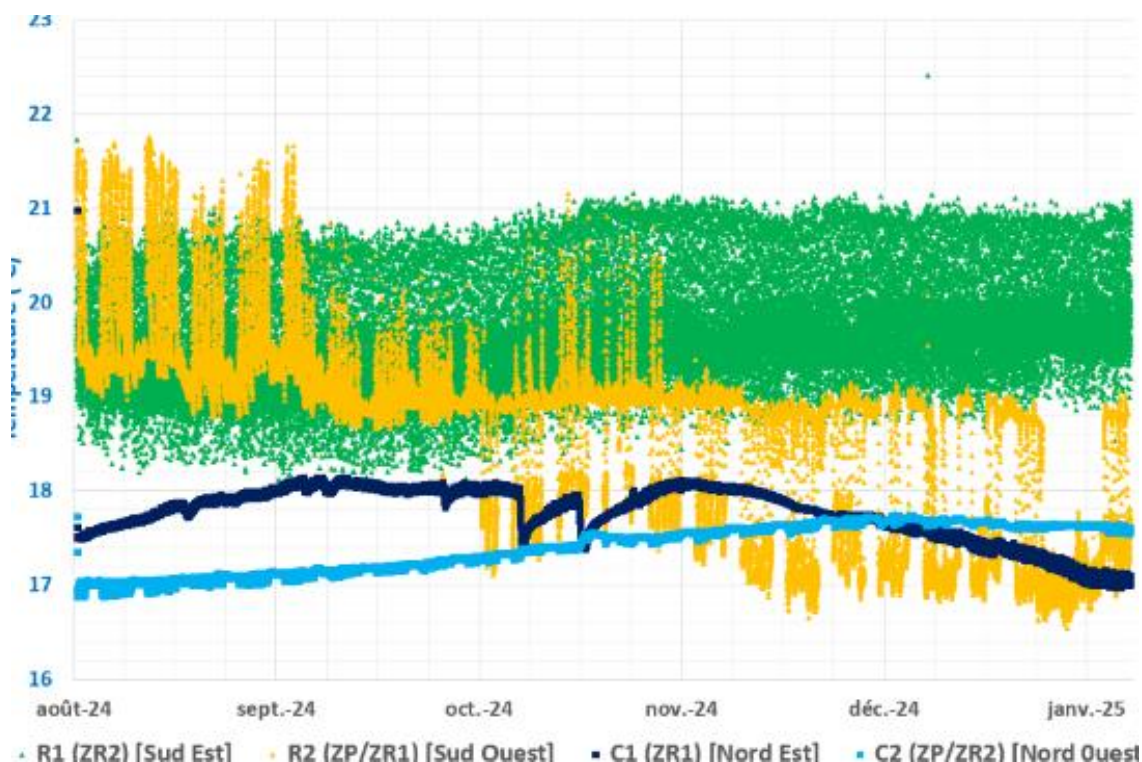


Figure 21 : Suivi de températures des eaux souterraines au droit des forages

Le suivi horaire des données de température sur les forages montre :

- Sur les forages de prélèvement : des valeurs comprises entre 17,5 et 18,5°C ;
- Sur les forages de rejet : des valeurs comprises entre 16°C et 22°C ;
- Consécutivement à chaque arrêt de l'installation, que les températures reviennent à un niveau initial stabilisé en moins d'une heure.

1.5.3.2. A partir d'un modèle hydrodynamique

Afin de pouvoir définir l'état initial sans fonctionnement de l'installation et ensuite les incidences du projet ainsi que les effets cumulés sur le secteur d'étude, un modèle hydrogéologique a été construit pour simuler le fonctionnement hydrodynamique et thermique de l'installation dans la nappe des alluvions du Rhône. Le logiciel employé est MARTHE, développé par le BRGM.

Ainsi à partir du modèle hydrogéologique numérique, il est possible d'étudier l'incidence des divers ouvrages de pompage et/ou de réinjection des eaux dans cette nappe. Pour les forages à usage thermique, il est possible de simuler l'extension des panaches thermiques en fonction du positionnement des ouvrages de pompage et de réinjection, des débits mis en œuvre et des températures des eaux de réinjection.

1.5.3.2.1. Hypothèses de modélisation

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

- Données géologiques existantes ;
- Données hydrogéologiques à partir de pompages d'essais sur des forages et des réseaux de surveillance de la nappe ;
- Données sur les usages actuels de la nappe ;
- Conditions aux limites.

➤ Extension verticale et horizontale du modèle

Le modèle utilisé est un modèle global de la ville de Lyon.

Le modèle est composé de 2 couches distinctes représentant :

- L'aquifère superficiel des alluvions modernes du Rhône à l'Ouest et au Nord et celui des alluvions fluvio-glaciaires au Sud-Est,
- L'aquifère plus profond des molasses de l'Est Lyonnais.

La limite entre ces 2 couches est définie par la position du toit de la molasse miocène. Les données répertoriées dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM ont été utilisées pour représenter cette surface. La cote du toit de la molasse a été déterminée sur environ 300 points, à partir des ouvrages de la BSS présentant une coupe valide. Ces données ont ensuite été interpolées sur toute la superficie du modèle de manière à obtenir une surface représentative de la réalité.

L'épaisseur de la molasse a été fixée à 60 m sur toute la superficie du modèle.

Le modèle utilisé s'étend :

- Au nord-est au droit du canal de Jonage en aval du barrage de Cusset jusqu'au Rhône ;
- Au nord et à l'ouest en rive gauche du Rhône depuis la confluence avec le canal de Jonage et jusqu'à la commune de Saint-Fons ;
- Au sud au droit des communes de Saint-Fons et de Vénissieux ;
- A l'est, à l'est de la commune de Lyon, en excluant la formation géologique de moraine qui est dépourvu de nappe d'eau souterraine.

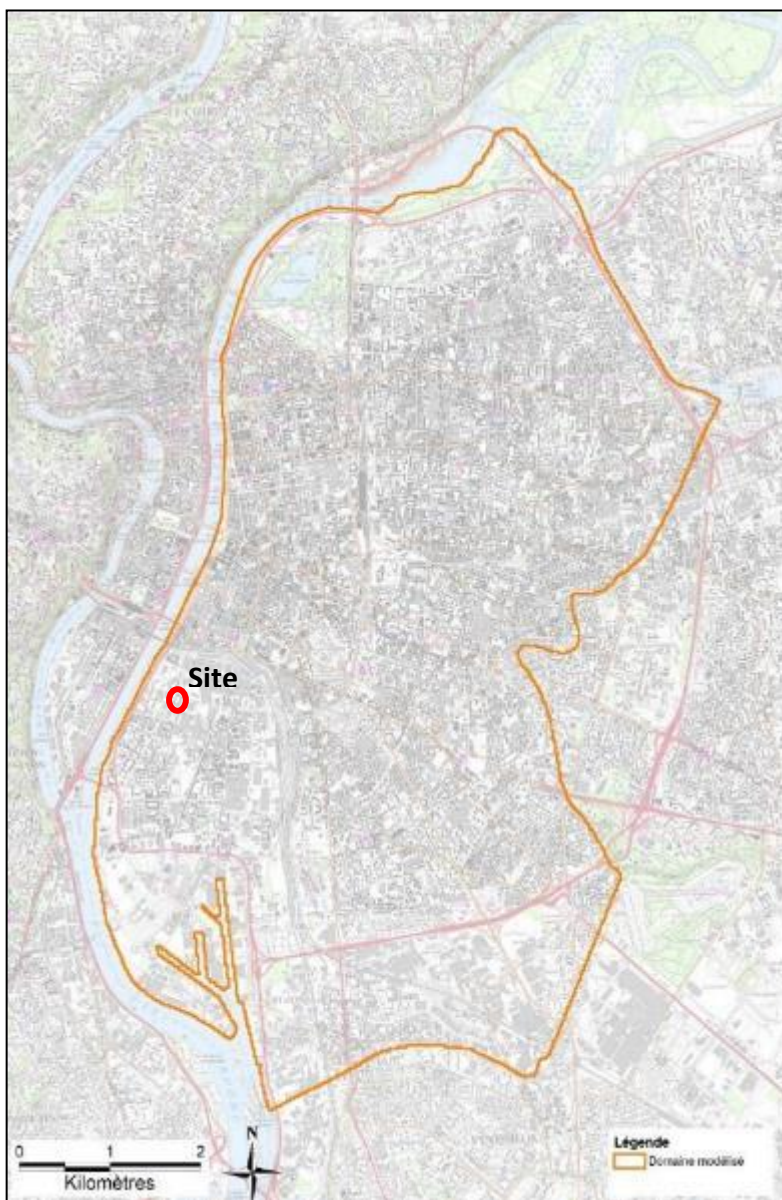


Figure 22 : Extension horizontale du domaine modélisé

Le domaine ainsi défini couvre une superficie d'environ 43 km² et s'étend sur une largeur maximale d'environ 6 km d'Est en Ouest et une longueur de 10 km du Nord au Sud. L'emprise du projet est située dans la partie Sud du domaine.

La zone du modèle concernée par le projet est composée de mailles carrées de 20 m de côté.

➤ **Limites du modèle**

✓ ***Typologie***

Les conditions aux limites fixées dans le modèle sont les suivantes :

- Cours d'eau, formant des limites naturelles de l'aquifère des alluvions du Rhône, représentés par des charges imposées :
 - Canal de Jonage au Nord-Est, entre Cusset et la Feyssine ;
 - Cours du Rhône à l'Ouest et au Nord, depuis la Feyssine, au Nord, jusqu'à Pierre Bénite, au Sud.

- Arrivées d'eau des couloirs fluvio-glaciaires de Décines à l'Est et d'Heyrieux au Sud-Est représentées par des isopièzes de charges imposées déterminées à partir de l'étude des cartes piézométriques ;
- Limite entre les formations morainiques et les alluvions des couloirs fluvio-glaciaires représentées par une limite étanche à flux nul ;
- Limite Sud représentée par une condition de charge imposée ainsi qu'une limite étanche parallèle à la direction des écoulements à l'Est.

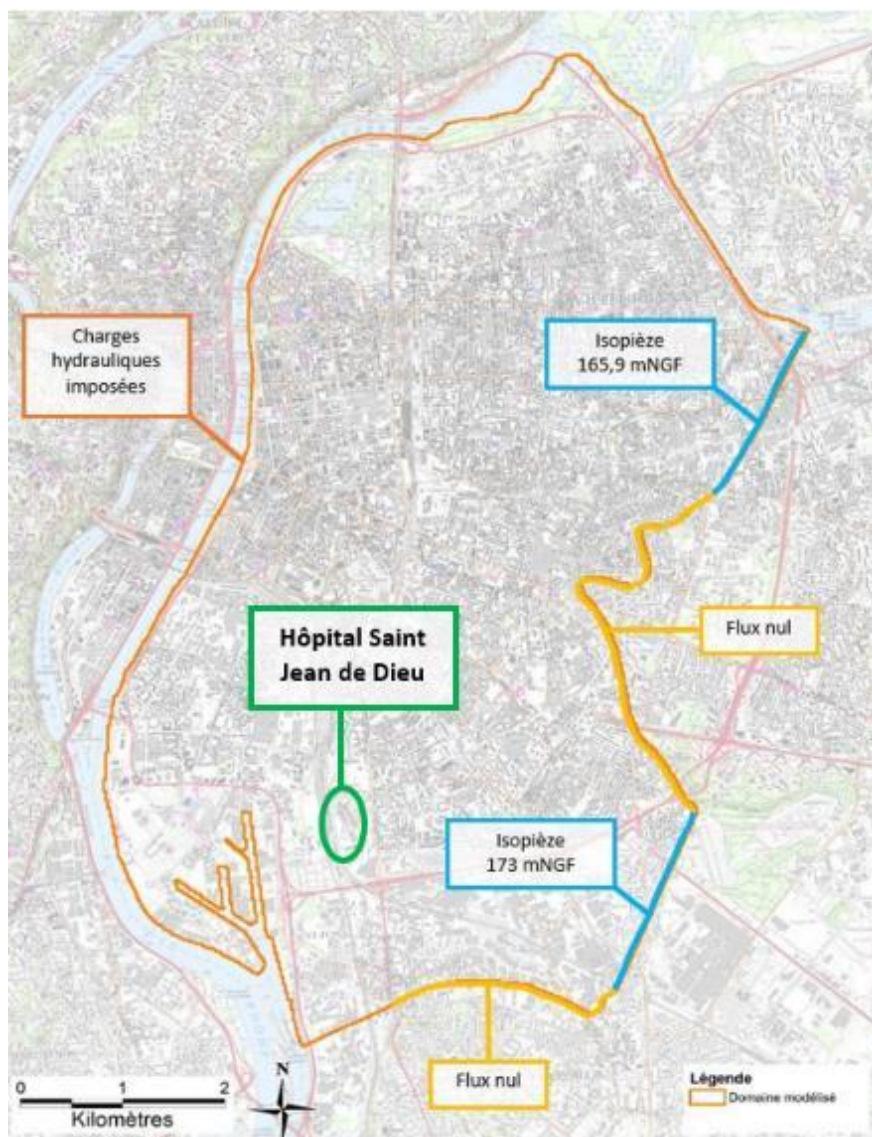


Figure 23 : Conditions aux limites du domaine modélisé

✓ Définition des niveaux de référence des cours d'eau

Le modèle est délimité, de l'aval vers l'amont, par le Rhône, depuis le barrage de Pierre Bénite au Sud jusqu'à la confluence avec le canal de Jonage (en amont du seuil de la Feyssine) au Nord, puis par le canal de Jonage jusqu'à la limite Est du modèle, localisé en aval du barrage hydroélectrique de Cusset.

Les données des stations de mesure suivantes ont été utilisées pour la construction du modèle :

- Pierre Bénite : niveau du Rhône ;
- Perrache (pont Galliéni) : niveau du Rhône ;
- Pont Morand : niveau du Rhône.

Les données effectivement recueillies sont listées dans le tableau suivant :

Objet	Données collectées
Niveau du Rhône à Pierre Bénite	Niveau journalier du 01/09/2007 au 31/08/2008
Niveau du Rhône à Perrache	Niveau journalier du 01/09/2007 au 31/08/2008
Niveau du Rhône au Pont Morand	Niveau journalier du 31/12/2000 au 16/08/2016

Tableau 9: Inventaire des données collectées pour le niveau du Rhône

La moyenne des mesures sur les années 2007 et 2008 a été utilisée pour le niveau du Rhône dans le modèle, Une interpolation des valeurs a été effectuée entre ces points. Le gradient du niveau d'eau entre les stations de Perrache et du Pont Morand a été interpolé pour les niveaux du Rhône à l'amont du Pont Morand. En l'absence de données au niveau du seuil de la Feyssine, une différence de niveau de 1,8 m entre l'amont et l'aval du seuil a été introduite dans le modèle.

✓ **Recharge**

Dans un contexte urbain, les zones de recharge sont très limitées. A l'échelle du modèle, la majeure partie du territoire est imperméabilisée (voiries, bâtiments) et les eaux de pluie sont récupérées dans leur quasi-totalité par les réseaux collecteurs (unitaire ou séparatif) sans pouvoir atteindre la nappe, Les espaces verts sont peu nombreux à permettre une infiltration de l'eau de pluie vers la nappe. Ces zones sont regroupées dans la partie Nord du modèle et se limitent :

- Au Parc de la Tête d'Or (140 mm/an) ;
- Au Parc de la Feyssine (180 mm/an) ;
- Au cimetière militaire (140 mm/an),

D'autres espaces verts existent à l'échelle des villes de Lyon et Villeurbanne mais leur surface cumulée est bien trop réduite pour contribuer significativement à la recharge de la nappe. Une pluie efficace à 264 mm/an a été estimée par le BRGM sur la période 2000-2005. Or, à l'échelle du modèle, cette recharge a un impact négligeable sur les niveaux piézométriques simulés. Elle n'a donc pas été prise en compte dans le modèle.

✓ **Drain CNR**

Le drain de la CNR existant dans le secteur de Lyon 7 est également pris en compte dans le modèle par intégration de charges hydrauliques imposées au droit de ce dernier.

➤ **Paramètres hydrodynamiques**

Le modèle de perméabilité est issu des données recueillies dans la bibliographie, notamment dans les études réalisées par le BRGM et dans les thèses de R, Kastner de 1962 et 1974. Il est basé sur les caractéristiques hydrodynamiques des différentes formations géologiques présentes sur le secteur modélisé, à savoir :

- Les alluvions modernes : leur perméabilité est estimée entre $5,10^{-3}$ m/s et $1,10^{-2}$ m/s selon leur nature plus ou moins argileuse, Dans le secteur de la Part Dieu, au niveau de la Cité Administrative d'Etat, des valeurs de perméabilité à $1,10^{-2}$ m/s ont été mesurées lors de la création des captages et rejets de l'installation géothermique.
- Les alluvions fluvio-glaciaires : leur perméabilité a été fixée à $7,10^{-3}$ m/s, ce qui est cohérent avec les valeurs mentionnées dans la bibliographie.
- La molasse : sa perméabilité est hétérogène mais elle est estimée entre $5,10^{-5}$ et $5,10^{-4}$ m/s dans le sens d'écoulement horizontal, Le modèle considère une perméabilité homogène de $1,10^{-5}$ m/s.

Le coefficient d'emménagement considéré est de 0,18 et la porosité de 0,1,

Concernant le paramètre d'anisotropie :

- Aucune anisotropie n'a été considérée pour la formation alluvionnaire ;
- Une anisotropie verticale (K verticale/ K horizontale) de 0,3 a été prise en compte pour la formation molassique. Dans la formation molassique, la perméabilité verticale (Kv) est relativement faible par rapport à la perméabilité horizontale (Kh). En effet, la perméabilité verticale est imposée par les horizons et/ou les lentilles les moins perméables (horizons argileux) alors que la perméabilité moyenne horizontale est pratiquement identique à celle des horizons les plus perméables (horizons sableux). D'après la bibliographie, le rapport des perméabilités horizontale et verticale est de l'ordre de 1 à 3, voire 1 à 10.

➤ **Caractéristiques thermiques**

La température des eaux de la nappe des alluvions fluviales est considérée égale à 16,5°C. Cette température correspond à la température moyenne observée sur le suivi des eaux souterraines au droit du piézomètre CNR Domer, comme détaillé plus loin.

La température des eaux de la nappe de la molasse est considérée d'une température équivalente à celle des eaux des alluvions dans le but d'éliminer les transferts de chaleur et de fraîcheur entre les deux couches et de mettre en évidence uniquement les impacts du panache thermique rejeté au droit de l'installation géothermique de RTE.

➤ Exploitation l'installation géothermique RTE

Afin d'étudier les impacts thermiques et hydrodynamiques de l'installation géothermique RTE, une modélisation en régime transitoire a été menée, en considérant les débits moyens mensuels variables de pompage et de réinjection sur les deux forages de captage et sur les deux forages de réinjection, d'après les données de suivi de l'année 2024.

Les données d'asservissement thermique entre pompage et réinjection (différence de température entre l'eau pompée et l'eau réinjectée) ont également été déduites mensuellement du suivi au cours de l'année 2024.

Le tableau suivant reprend les informations de débits et différences de températures utilisées pour cette installation.

Forage	Débits mensuels (m³/h)											
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Captage 1	26.92	27.71	35.07	40.91	39.24	40.25	38.94	40.03	37.57	37.83	37.25	34.81
Captage 2	79.57	70.15	57.69	51.51	28.54	37.63	42.13	43.62	34.22	38.56	44.43	51.00
Rejet 1	44.03	46.27	40.61	36.81	22.94	24.21	24.04	25.11	23.36	24.28	23.56	21.76
Rejet 2	62.46	51.59	52.16	55.61	44.84	53.67	57.04	58.54	48.43	52.12	58.12	64.05
Delta T (°C)	2,3	1,5	1,6	1,5	1,7	2,2	2,4	2,7	2,2	2,3	2,4	2,2

Tableau 10 : Débits mensuels et différences de températures entre injection et pompage considérés pour l'installation géothermique RTE.

L'installation est composée d'un système de refroidissement pour des serveurs informatiques qui fonctionne toute l'année, et d'un système de chauffage (en hiver) et refroidissement (en été) pour le bâtiment. Le delta T global de cette installation est toujours positif, c'est-à-dire que l'eau rejetée en nappe au droit des deux forages de réinjection est plus chaude que l'eau pompée en nappe aux forages de captage.

➤ Installations géothermiques avoisinantes

✓ Hypothèses hydrodynamiques

Les prélèvements effectués dans la nappe retenus dans le périmètre du modèle sont issus des archives Antea Group. Les installations situées dans un périmètre de 1800 m autour de l'installation RTE, en particulier celles localisées en amont hydrogéologique, ont été prises en compte.

Les points de rejet des installations de refroidissement du quartier de la Part-Dieu (forages LPA et DALKIA), situés entre 2,8 et 3,4 km de l'installation RTE, ont également été intégrées à la modélisation. En effet, ces installations ne fonctionnent qu'en refroidissement, et ne rejettent donc que des eaux de températures supérieures à la température initiale de la nappe, et sont situés en amont hydrogéologique de l'installation RTE. Elles sont susceptibles d'avoir un impact non négligeable sur les températures des eaux captées au niveau des forages de pompage RTE.

Les volumes de prélèvements et de réinjection correspondent à des débits moyens d'exploitation annuels, à l'exception de quelques installations pour lesquelles des valeurs de débits en période de chauffage ou de refroidissement étaient disponibles. En l'absence d'indication de variabilité mensuelle, pour les autres installations, les débits ont été considérés constants au cours de l'année.

La localisation des installations voisines prises en compte dans le modèle est présentée dans la figure suivante.

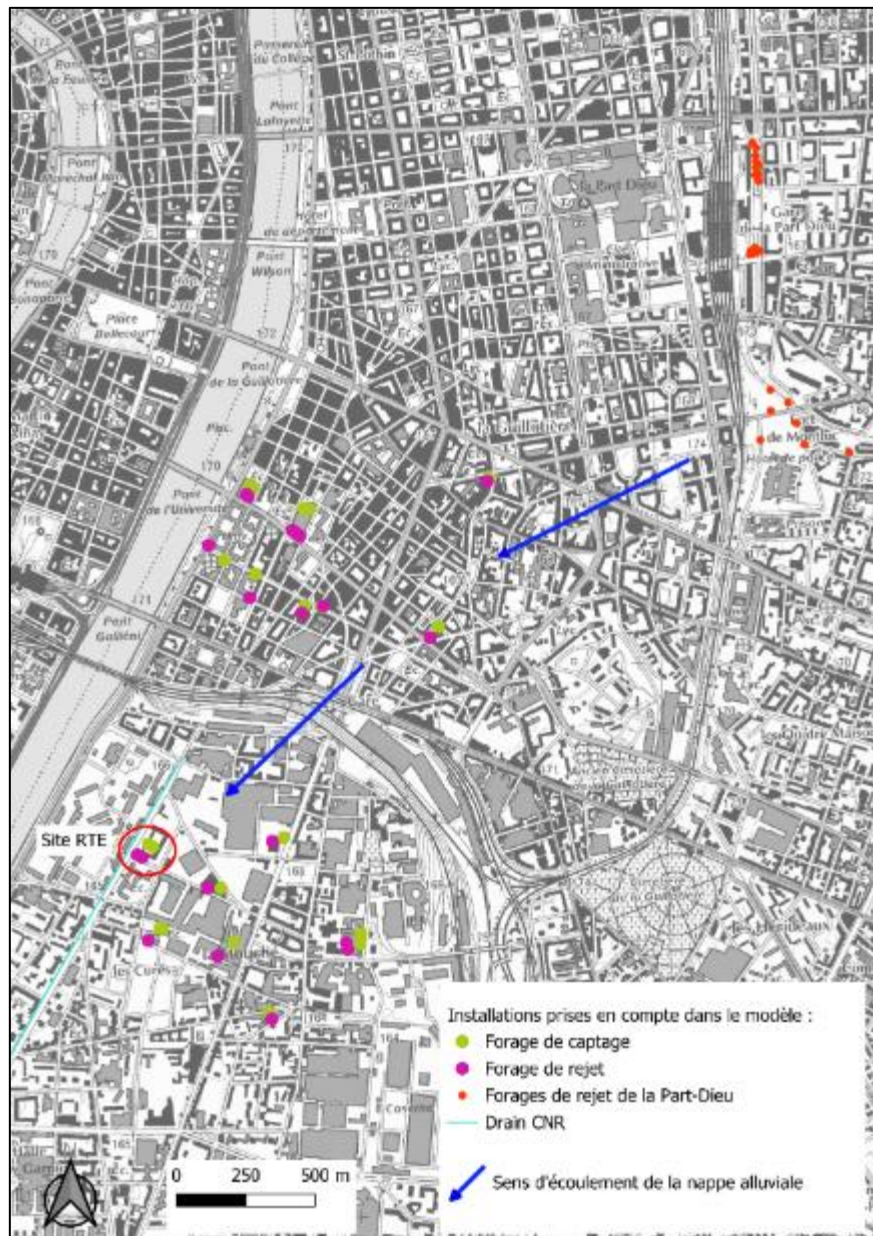


Figure 24 : Localisation des installations géothermiques prises en compte dans le modèle.

Les débits moyens considérés sont présentés dans les deux tableaux ci-après pour les installations voisines.

Site	Distance par rapport au projet (m)	Nature	X_L93	Y_L93	Débit moyen (m³/h)	Débits mensuels variables (m³/h)											
						Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Citroën Newdeal	1250	Captage	843055	6518534	-20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Captage	843080	6518533	-20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843016	6518457	13.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843029	6518447	13.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843043	6518436	13.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Université Lyon 3	1300	Captage	842875.23	6518609.82	-15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Captage	842866.32	6518619.88	-17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842858.99	6518579.98	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842852.06	6518587.04	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 rue Domer	1300	Captage	843540.33	6518104.58	-17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843510.02	6518064.87	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modern City	1850	Captage	843727	6518638	-	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-3.00	-3.00	-3.00	-3.00	-3.00	-2.50	-2.50	-2.50
		Rejet	843720	6518627	-	2.50	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.50	2.50	2.50
Le Patio Chevreuil	1100	Captage	843118	6518181	-5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843125	6518183	5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UITSEM	1000	Captage	843057.42	6518182.64	-15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843047.22	6518157.75	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RHA Rue Pasteur	1000	Captage	842882	6518300	-15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842861	6518215	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hôpital Saint Joseph Saint Luc	1090	Captage	842768.11	6518350.96	-62.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842713.62	6518404.38	62.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gecina Grande Halle	850	Captage	843251	6516999	-60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Captage	843248	6516962	-60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843198	6516967	60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	843203	6516943	60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Site	Distance par rapport au projet (m)	Nature	X_L93	Y_L93	Débit moyen (m³/h)	Débits mensuels variables (m³/h)											
						Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
ZAC Girondins	450	Captage	842791,31	6516971,98	-	-6,50	-6,50	-6,50	-19,00	-19,00	-19,00	-19,00	-19,00	-19,00	-19,00	-6,50	-6,50
		Rejet	842732,94	6516922,52	-	6,50	6,50	6,50	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	6,50	6,50
ETS Brossette	260	Captage	842748	6517168	-35,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842700	6517168	35,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NDA	330	Captage	842535	6517021	-27,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Captage	842527	6517025	-27,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842484	6516981	55,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Les Alizées	730	Captage	842917,02	6516717,13	-1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Captage	842918,99	6516713,12	-1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842926,82	6516694,07	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bouygues Immo	480	Captage	842975	6517348	-10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Rejet	842934	6517335	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota Bene : Les débits négatifs correspondent à des prélèvements d'eau et les débits positifs à de la réinjection d'eau dans la nappe

Tableau 11 : Débits moyens transitoires considérés dans la modélisation

✓ Hypothèses thermiques

La différence de température entre l'eau injectée en nappe et l'eau pompée en nappe (asservissement thermique) est prise en compte pour chaque installation d'après les informations disponibles.

Site	Delta température (°C)											
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Citroën Newdeal	-8	-8	-8	8	8	8	8	8	8	-8	-8	-8
Université Lyon 3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	-3,9	-3,9	-3,9	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	-3,9	-3,9	-3,9
21 rue Domer	-5	-5	-5	5	5	5	5	5	5	-5	-5	-5
Modern City	-5,6	-5,6	-5,6	-5,6	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	-5,6	-5,6	-5,6
Le Patio Chevreuil	-6	-6	-6	-6	8	8	8	8	8	-6	-6	-6
UITSEM	-5	-5	-5	-5	5	5	5	5	5	-5	-5	-5
RHA Rue Pasteur	-5	-5	-5	-5	5	5	5	5	5	-5	-5	-5
Hôpital Saint Joseph Saint Luc	-5	-5	-5	-5	5	5	5	5	5	-5	-5	-5
Gecina Grande Halle	-7	-7	-7	-7	7	7	7	7	7	-7	-7	-7
ZAC Girondins	-8	-8	-8	9	9	9	9	9	9	9	-8	-8
ETS Brossette	-5	-5	-5	-5	5	5	5	5	5	-5	-5	-5
NNDA	-5	-5	-5	-5	5	5	5	5	5	-5	-5	-5
Les Alizées	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Bouygues Immo	-5	-5	-5	-5	5	5	5	5	5	-5	-5	-5

Tableau 12 : Différentiel de température considéré entre les eaux pompées et rejetées au droit des installations géothermiques prises en compte dans le modèle par mois.

➤ Régime de simulation

Le modèle fonctionne en régime transitoire au pas de temps mensuel de manière à pouvoir intégrer les variations de débits et d'asservissement de température.

Le modèle a d'abord tourné sur une période de 7 années de 2009 à 2015, en intégrant le fonctionnement des installations voisines présentées ci-avant. Au niveau des installations du quartier de la Part-Dieu, le fonctionnement des doublets d'Orange est pris en compte sur cette période, mais les rejets de l'installation de Dalkia ne sont pas intégrés, l'installation étant prise en compte à partir de 2019. Sur cette période, l'installation RTE est considérée comme ne fonctionnant pas encore.

Une seconde simulation sur la période 2016-2022 est ensuite réalisée, avec les températures initialisées aux valeurs finales de la simulation précédentes (températures simulées en 2015). Cette simulation prend en compte l'arrêt du fonctionnement des doublets Orange à la Part-Dieu sur cette

période, ainsi que la mise en fonctionnement de l'installation Dalkia à compter de 2019. Les autres installations voisines sont toujours prises en compte sur cette période, et l'installation géothermique de RTE est considérée comme fonctionnant à compter de 2016.

La durée totale de simulation est donc de 14 ans. Les résultats de la deuxième période de simulation (2016-2022) montrent qu'une stabilisation est atteinte à la fin de cette période.

➤ **Calage du modèle en régime permanent et piézométrie initiale**

Le modèle a été calé sur les niveaux piézométriques moyens mesurés sur la période 2007-2008 sur les piézomètres de suivi du Grand Lyon. En effet, cette période est celle sur laquelle Antea Group a pu regrouper les données les plus exhaustives sur le plus grand nombre de piézomètres de suivi. Au niveau du piézomètre de la rue Baraban, le niveau médian pour la période 2007-2008 est de 163,48 m NGF, ce qui est très proche du niveau quasi permanent calculé de 163,50 m NGF.

Au regard du contexte hydroclimatique local, cette piézométrie peut être considérée comme représentative d'une situation de moyennes eaux.

Rappelons que, compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques et du fonctionnement de l'aquifère, mais également du nombre limité de piézomètres disponibles pour établir les cartes de référence, il n'est pas possible de définir précisément des situations de hautes et basses eaux.

De nombreuses infrastructures enterrées ont été intégrées au modèle pour rendre compte de leurs effets réels sur la piézométrie.

Les infrastructures enterrées (métro, parkings, sous-sols), étanches par construction, ont été représentées par des éléments complètement étanches dans le modèle, c'est-à-dire que l'eau ne peut pas circuler dans les mailles affectées. De même, les prélèvements et les rejets en nappe sont nombreux et impactent différemment la piézométrie selon le débit soutiré ou réinjecté à la nappe.

Le modèle de perméabilité initial des alluvions et de la molasse a été tiré des études BRGM de 2004-2007 et des données collectées sur le terrain dans le secteur de la Part Dieu.

La comparaison entre les mesures et la piézométrie simulée est réalisée au droit des 15 piézomètres inclus dans le domaine modélisé.

Tableau 13 : Ecart entre niveaux piézométriques simulés et observés sur les points de référence

Nom	X Lambert 2 étendu (m)	Y Lambert 2 étendu (m)	Niveau médian 2007-2008 (m NGF)	Niveau calculé (m NGF)	Ecart (m)
LPA Ouest	796356	2087673	162,67	164,39	1,72
LPA Riboud	796446	2087793	163,62	165,07	1,45
LPA Francfort	796475	2087609	163,25	165,03	1,78
Rue Baraban	796910	2087380	163,48	164,77	1,29
Bd Deruelle	795950	2087890	162,83	163,94	1,11
Bd des Belges	795580	2089040	162,96	163,51	0,55
CNR rue Domer	795726	2086187	162,34	163,14	0,8
La Doua	796607	2089749	163,19	163,81	0,62
Place Wilson	796923	2089071	163,58	164,14	0,56
Cimetière militaire	798127	2090284	164,42	164,29	-0,13
Eglise St Pothin	795185	2088229	162,83	163,30	0,47
Eglise St André	794857	2086690	162,03	162,66	0,63
Stade des Channées	794132	2084936	159,53	159,67	0,14
St Jean de Dieu	795578	2083345	159,74	159,36	-0,38
Elco Brandt	794860	2084185	160,08	159,39	-0,69

A l'échelle du modèle, la piézométrie simulée reproduit correctement la structure générale des écoulements, aussi bien en direction qu'en gradient (cf. carte ci-après). Seuls quelques objets impactent très visiblement la piézométrie simulée en raison des forts débits de pompage / rejet associés au fonctionnement des radiers drainants. C'est notamment le cas du parking de la Part-Dieu dont les débits de pompage atteignent près de 1000 m³/h. Mais la déformation de la piézométrie reste très locale et n'impacte pas le comportement de la nappe à grande échelle.

L'ensemble des niveaux piézométriques mesurés sont correctement reproduit par le modèle, à l'exception des niveaux mesurés dans le quartier de la Part-Dieu, pour lesquels les différences niveaux observés/niveaux simulés dépassent le mètre. Ces niveaux sont fortement influencés par les infrastructures souterraines et les rejets en nappe.

Ces résultats confirment néanmoins le rôle sensible des infrastructures enterrées et des forages de pompage/rejet. Ils confirment également la validité des conditions aux limites retenues.

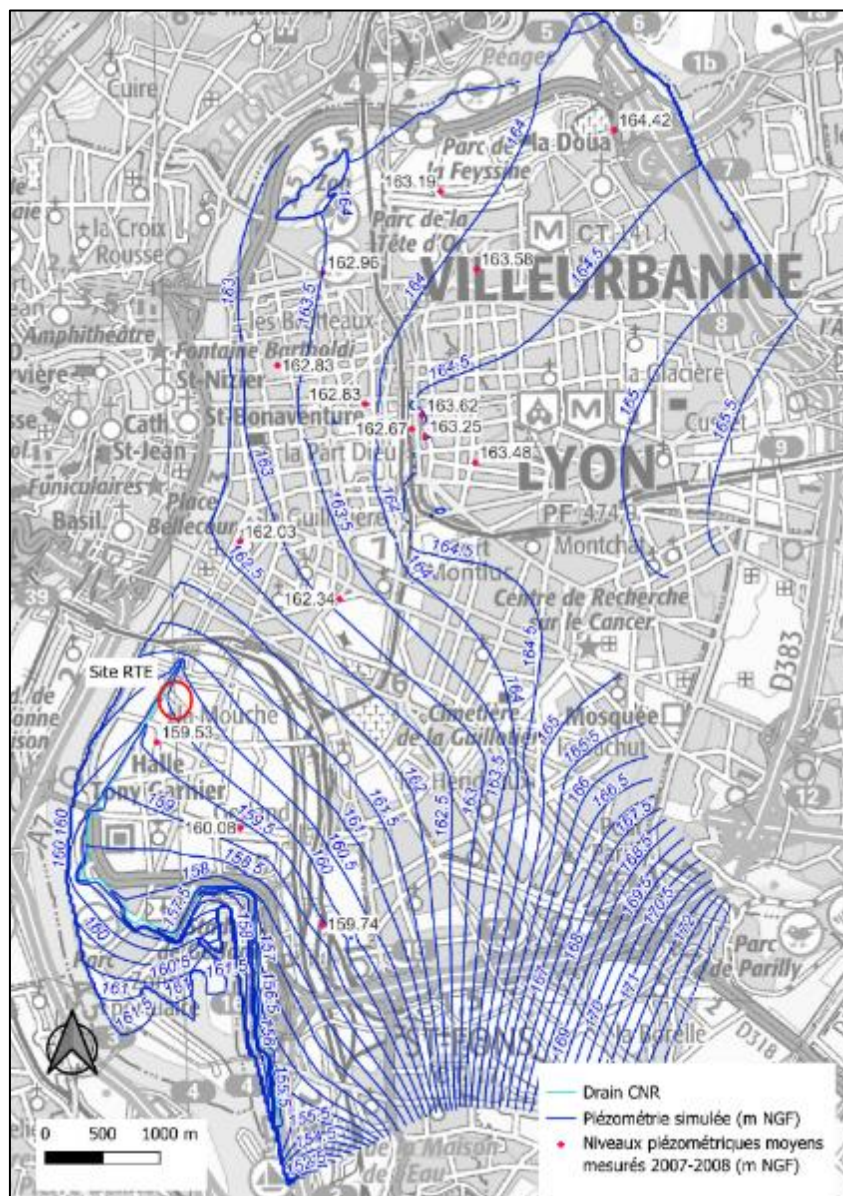


Figure 25 : Carte piézométrique calculée dans l'état de calage (niveaux médians 2007-2008)

Des données piézométriques récentes sont disponibles à proximité du projet :

- Piézomètre situé au 63 rue André Bollier avec données de suivi d'août 2016 à novembre 2024,
- Piézomètre situé rue Félix Brun (Stade des Channées, n° BSS 06986X0174) avec des données de suivi d'octobre 2006 à août 2017 (chronique discontinue).

La figure suivante présente la localisation de ces points par rapport au site RTE.

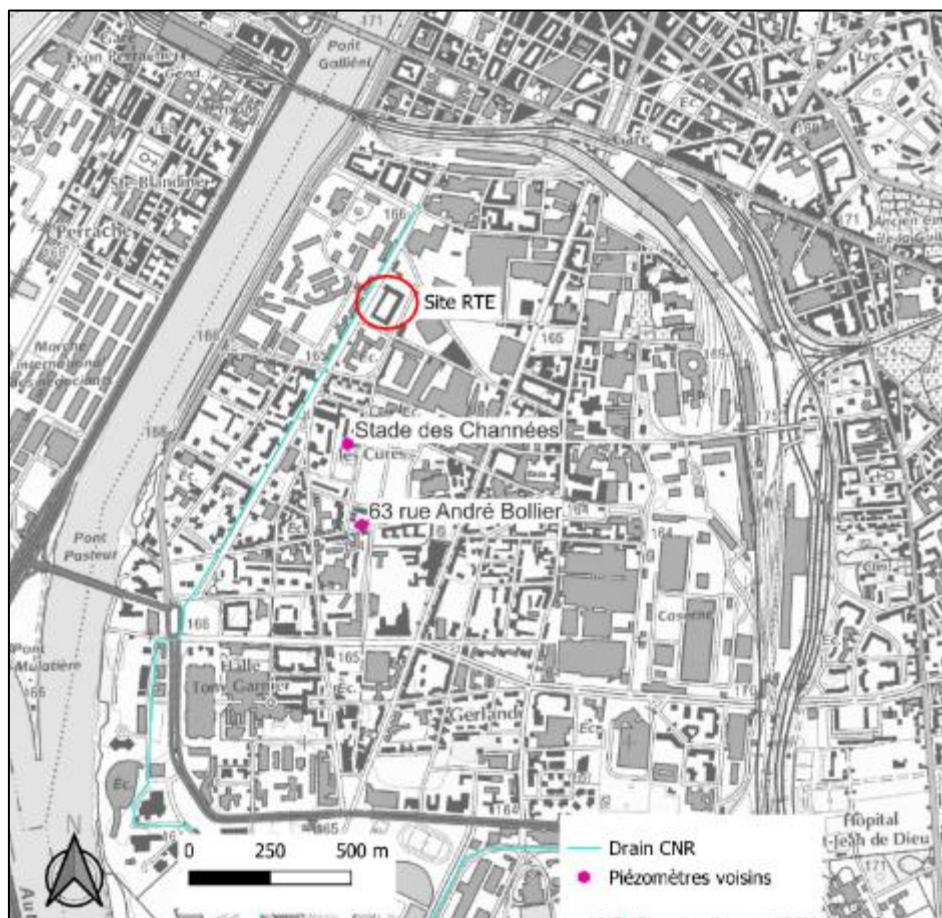


Figure 26 : Localisation des piézomètres avec des mesures récentes à proximité du site RTE.

Le niveau moyen mesuré en 2024 au piézomètre de la rue André Bollier est de 159,94 m NGF, et le niveau moyen mesuré en 2017 est de 159,68 m NGF. Le niveau mesuré en août 2017 au piézomètre du stade des Channées est de 159,54 m NGF.

Les niveaux simulés au droit de ces points pour fin 2015 sont de 159,47 m NGF rue André Bollier, et de 159,65 m NGF pour le piézomètre du stade Channée. Les niveaux simulés sont donc cohérents avec les niveaux observés.

Les sens d'écoulement ne sont cependant pas parfaitement reproduits par le modèle, dans la zone du site Villarte. Ces sens d'écoulements sont localement très fortement influencés par le drain CNR, et une étude plus détaillée serait nécessaire afin d'affiner les directions d'écoulement localement.

➤ Calage du modèle en thermique

Les données de suivi de l'installation RTE pour l'année 2024-2025 (août 2024 à janvier 2025) sont utilisées afin d'ajuster le modèle en thermique. Les données de températures aux deux forages de captage et aux deux forages de réinjection sont disponibles sur toute l'année. La figure suivante présente les valeurs moyennes de ces températures pour chaque mois aux quatre forages.

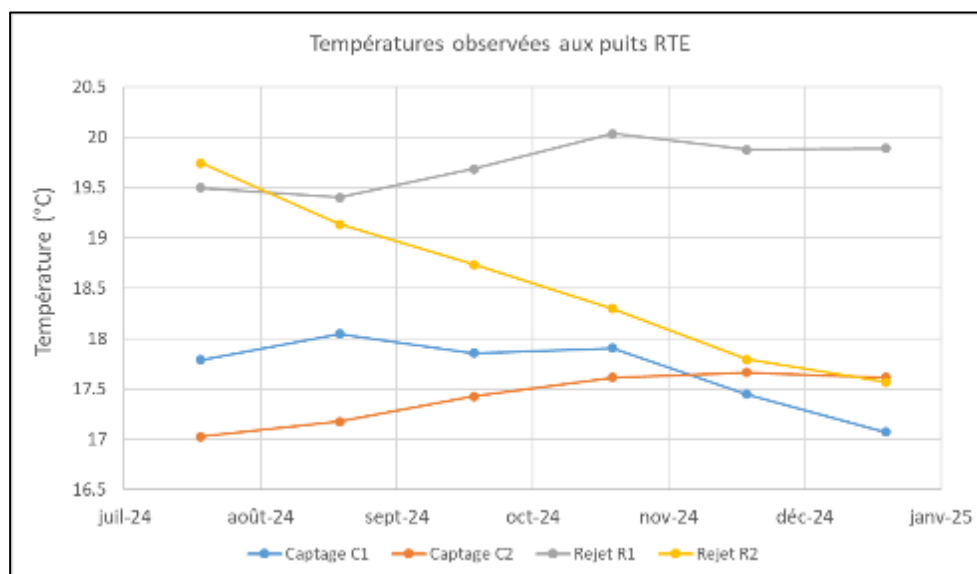


Figure 27 : Températures mesurées au droit des forages de l'installation géothermique RTE.

Par ailleurs des données de températures disponibles au droit du piézomètre CNR rue Domer, situé environ 1,7 km en amont du site RTE, indiquent une température moyenne mesurée de 16,5°C sur la période 2023-2025. Ce piézomètre n'étant pas situé à proximité d'installation géothermique connue, il est considéré comme représentatif de la température moyenne de la nappe des alluvions sur cette période.

Afin de tenir compte de ces données, et dans le cadre de l'ajustement des simulations thermiques, les températures de l'eau en nappe ont été initialisées à une valeur de 16,5°C, et les températures extérieures sont également fixées à cette valeur. Les températures extérieures correspondent à la température des eaux entrant dans le modèle, par exemple par les limites à potentiels imposés.

La figure suivante présente les températures simulées aux forages RTE en 2022 avec cette configuration.

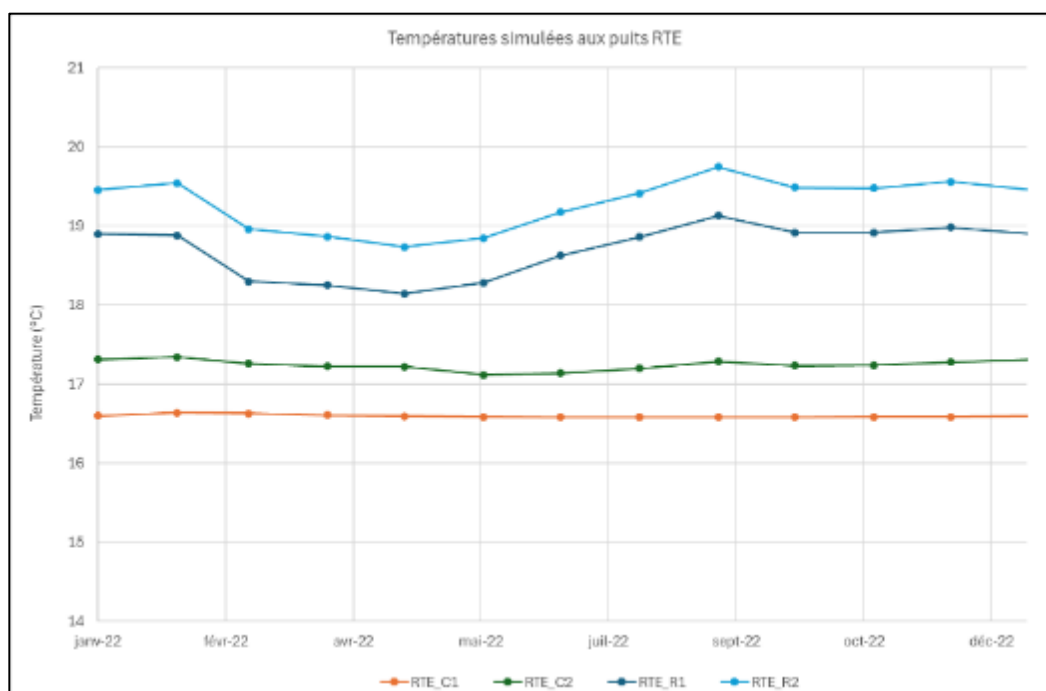


Figure 28 : Températures simulées aux 4 forage géothermiques RTE en 2022.

Ces températures sont légèrement plus faibles que celles mesurées au droit des forages en 2024, notamment pour les forages de captage, mais sont cependant assez proches, avec des températures simulées aux forages de captage entre 16,5 et 17,5°C (contre 17 à 18°C dans les observations d'août à décembre 2024).

1.5.3.2.2. Impacts hydrauliques et thermiques en phase exploitation

A partir du modèle hydrogéologique numérique, il a été réalisé une simulation avec l'installation fonctionnant en hydrodynamique et en thermique, les ouvrages voisins recensés fonctionnant seulement en hydrodynamique. Cette simulation permet d'estimer les impacts hydrauliques et thermiques du site et de mettre en évidence un éventuel recyclage thermique au sein même de l'installation

Les simulations prennent en compte les débits de pompage et de rejet de l'ensemble des captages et des installations géothermiques connues dans le secteur, ainsi que les hypothèses de fonctionnement thermique de l'installation RTE comme présentés dans les paragraphes précédents.

➤ Impacts hydrauliques

Les résultats de la simulation sont présentés au bout de 7 années de fonctionnement à la fin du mois de janvier, mois durant lequel le débit d'exploitation est maximum. Les impacts hydrodynamiques à la fin de ce mois sont donc les plus importants.

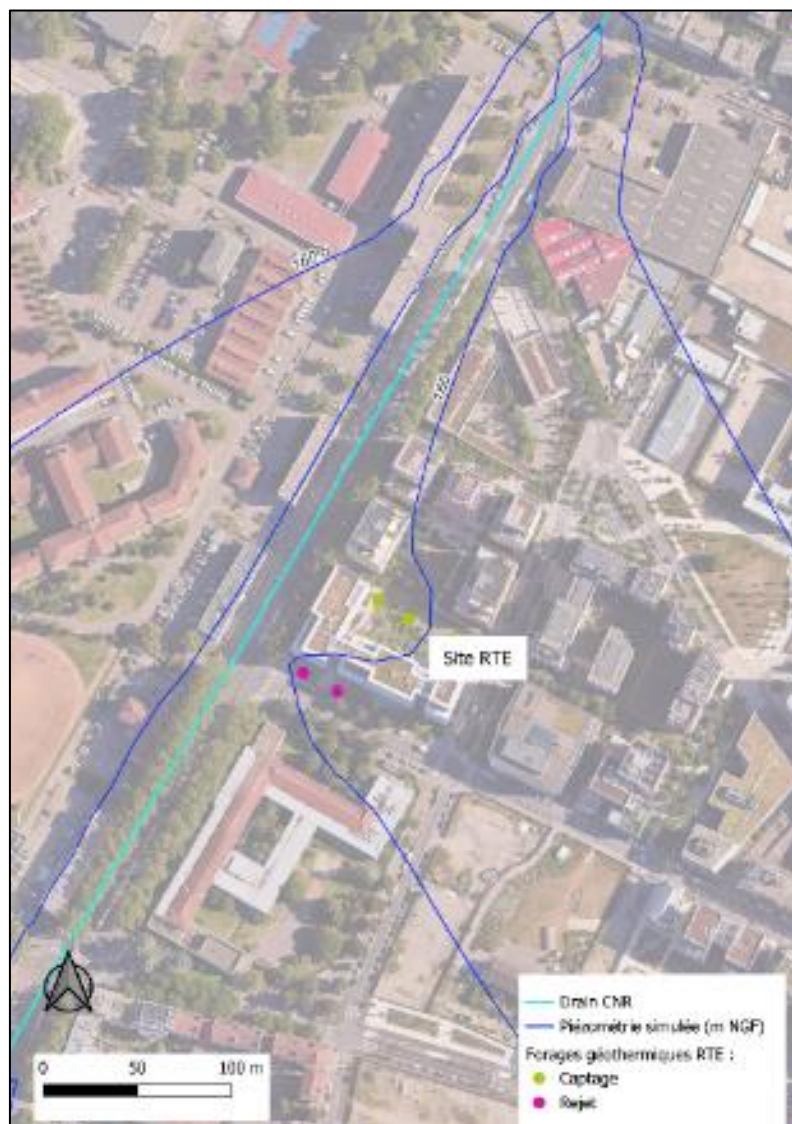


Figure 29 : Esquisse piézométrique simulée avec fonctionnement de l'installation RTE – janvier 2022

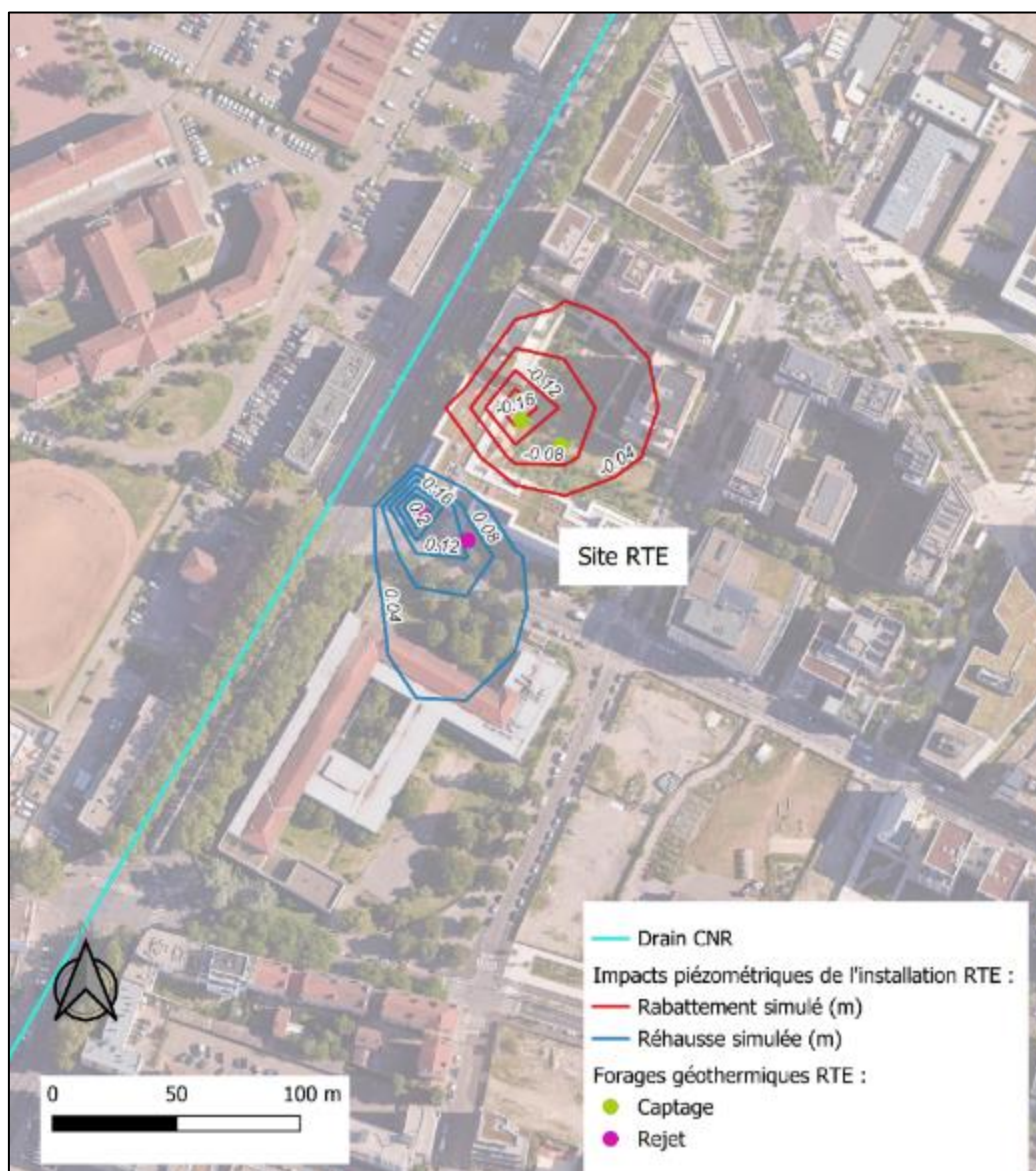


Figure 30 : Rabattements et réhausses piézométriques simulés - Janvier 2022

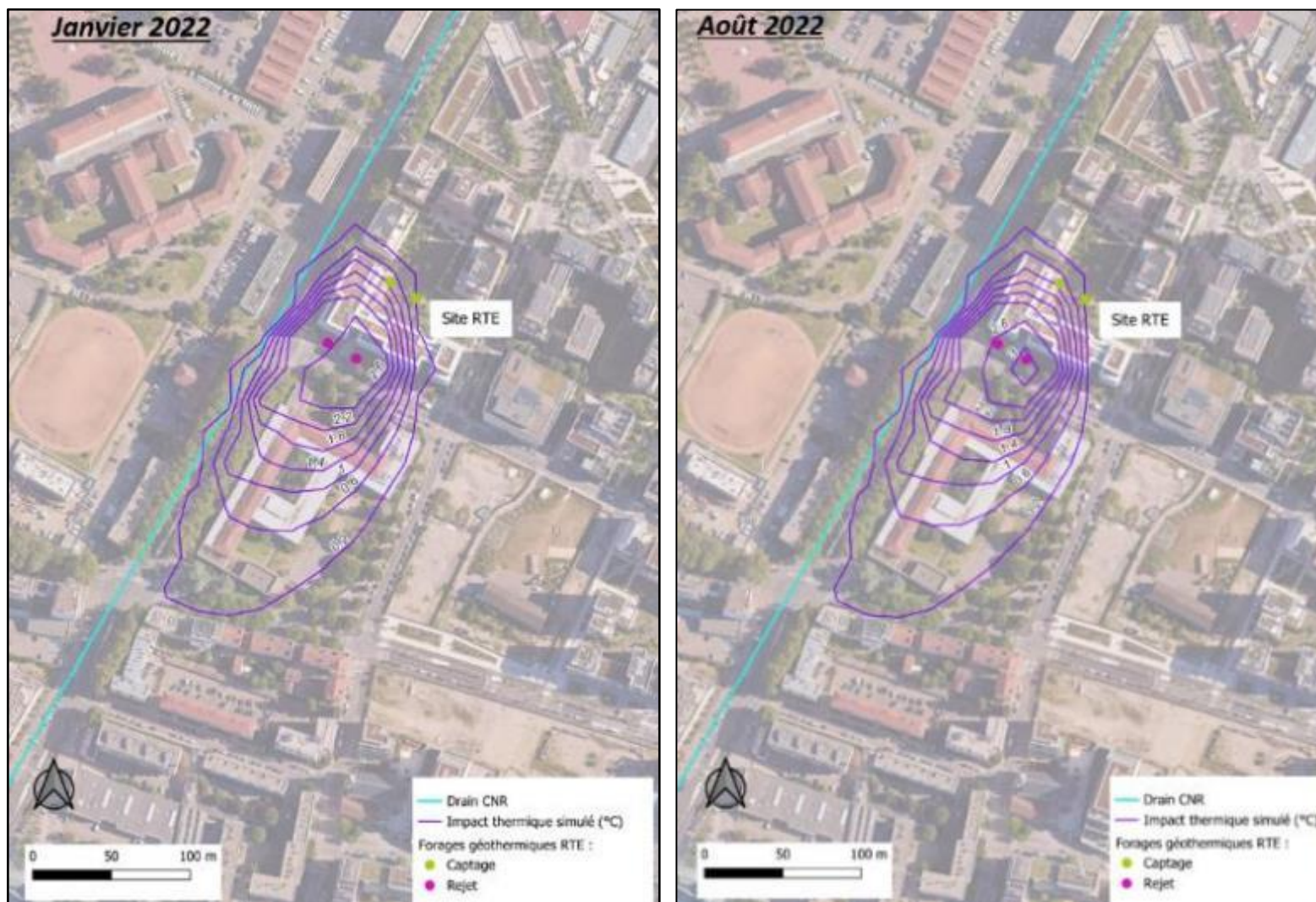
La simulation montre un rabattement au droit de la zone de prélèvement et une réhausse piézométrique au droit de la zone de rejet très limités : inférieurs à 10 cm dans un rayon de 30 m autour de chacune des zones. Ainsi l'impact hydrodynamique apparaît négligeable.

Par ailleurs, l'impact hydraulique global sur la nappe est nul, du fait de la réinjection totale des eaux prélevées.

➤ Impacts thermiques

Les résultats de la simulation sont présentés sur deux périodes :

- A la fin du mois de janvier 2022, fin du mois où les besoins sont les plus importants (débit de prélèvement de $106,5 \text{ m}^3/\text{h}$ et delta de température de $2,3^\circ\text{C}$) ;
- A la fin du mois d'août 2022, correspondant à la fin de période où le rafraîchissement est le plus important dans l'installation (débit de prélèvement de $83,7 \text{ m}^3/\text{h}$ et delta de température de $2,7^\circ\text{C}$).



Le panache de chaud diffusé par l'installation de géothermie présente une température de l'ordre de :

- +2°C à 45 m en période de pointe du chauffage (janvier)
- +2°C à 50 m à la fin de la période de rafraîchissement maximal (août)
- Sur les deux périodes, l'installation de géothermie présente une température de l'ordre de +1°C à 100 m en aval de la zone de rejet.

La seule installation pouvant être impactée par le panache d'eau plus chaude que la nappe est le drain CNR. Toutefois cet impact apparaît négligeable au vu de la proportion de linéaire pouvant être impacté par la réinjection de l'installation par rapport au linéaire total du drain.

Un léger recyclage thermique est mis en évidence au sein de l'installation RTE, cependant l'effet est rapidement stabilisé.

➤ Evolution des températures simulées

Le graphique ci-après présente l'évolution des températures simulées sur une période de fonctionnement de 7 ans au droit du site, lors du fonctionnement en hydrodynamique de l'ensemble des installations avec un fonctionnement thermique de l'installation de RTE.

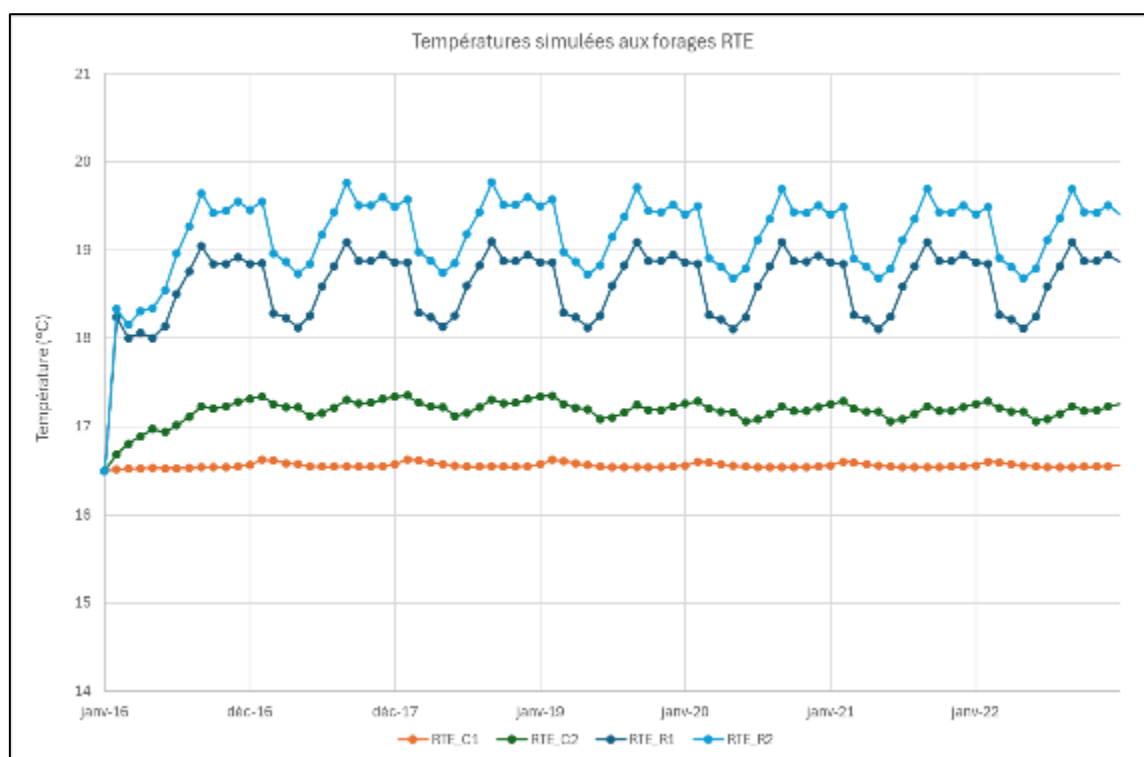


Figure 32 : Chronique de températures simulées sur 7 années de fonctionnement au droit des ouvrages RTE

La température moyenne est comprise entre 18 et 20°C sur les rejets.

D'après la simulation, on observe au droit du site :

- Des variations de température marquées par le fonctionnement de l'installation ;
- Une stabilisation de l'amplitude de température des eaux rejetées dès la 2^{ème} année simulée ;
- Une stabilisation de l'amplitude de température des eaux pompées dès la 2^{ème} année simulée qui met en évidence un recyclage thermique limité et rapidement stabilisé du fait de l'écoulement important de la nappe.

1.5.3.3. Synthèse des impacts sur les eaux souterraines

D'après les constatations réelles de l'installation :

- Les niveaux des eaux sont à plus de 2 m de profondeur, en exploitation comme à l'arrêt. L'installation fonctionne en marche /arrêt et consécutivement à chaque arrêt de l'installation les niveaux d'eau reviennent à un niveau statique stabilisé en moins d'une heure ;
- La protection des ouvrages permet de préserver la qualité des eaux souterraines. La qualité des eaux des forages sont suivis annuellement, et l'analyse des qualités montrent que l'eau ne montre aucun signe défavorable pour la géothermie ;
- Les rejets actuels ont des températures respectant le seuil de 23°C de l'arrêté préfectorale.

D'après les simulations numériques réalisées avec le logiciel Marthe, au droit du site :

D'un point de vue hydrodynamique :

- La simulation montre un rabattement au droit de la zone de prélèvement et une réhausse piézométrique au droit de la zone de rejet très limités : inférieurs à 10 cm dans un rayon de 30 m autour de chacune des zones. Ainsi l'impact hydrodynamique apparaît négligeable ;
- Par ailleurs, l'impact hydraulique global sur la nappe est nul, du fait de la réinjection totale des eaux prélevées.

D'un point de vue thermique :

- Le fonctionnement de l'installation marque la nappe par des variations de température : 1°C de différence par rapport à la température initiale de la nappe à 80m au sud ;
- Sur les 7 années de simulation, il y a une stabilisation de température des eaux pompées qui :
 - Implique une constance de température des eaux rejetées ;
 - Met en évidence un recyclage thermique limité et rapidement stabilisé du fait de l'écoulement important de la nappe.

1.5.4. Incidence du projet sur le climat et vulnérabilité au changement climatique

L'utilisation de la géothermie pour le chauffage et le rafraîchissement rentre dans une démarche de développement durable.

Cette ressource est :

- Ecologique. 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 de la pompe hydraulique et de la pompe à chaleur.
- 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 liée à son transport.
- 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.

L'incidence du projet sur le climat est donc très réduite par rapport à d'autres installations énergétiques (électriques, gaz, ...).

Des projections climatiques indiquant la variation de température de l'atmosphère à plusieurs horizons sont disponibles sur le site internet <http://www.drias-climat.fr/>. Pour un scénario d'émissions non réduites (RCP8.5 : Scénario le plus pessimiste, sans politique climatique), à un horizon moyen (2041-2070), l'augmentation de la température moyenne annuelle de l'air ambiant serait de l'ordre de 2,3°C sur le secteur lyonnais.

Une étude menée conjointement par le CEREMA, le BRGM, la DREAL et la région Auvergne-Rhône-Alpes et concernant l'état des lieux du réchauffement de la nappe Lyonnaise est en cours. Il est indiqué sur le site internet du CEREMA que « ces dernières années, les réseaux de surveillance de Grand Lyon Métropole et de la ville de Lyon indiquent un réchauffement de la température des eaux souterraines de l'ordre de 0,2 °C par an en moyenne. ». Ce constat semble être à l'origine de l'étude de réchauffement de la nappe lyonnaise et notamment de la réalisation d'une modélisation 3D des écoulements et de la température des eaux souterraines par le CEREMA. Les premiers résultats sont consultables sur le site suivant : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/determination-du-rechauffement-nappe-eau-souterraine-lyon>.

Les résultats simulés indiquent une augmentation des températures de nappe au bout de 25 années de l'ordre de 1 à 2°C dans, causée par les activités anthropiques et les constructions souterraines.

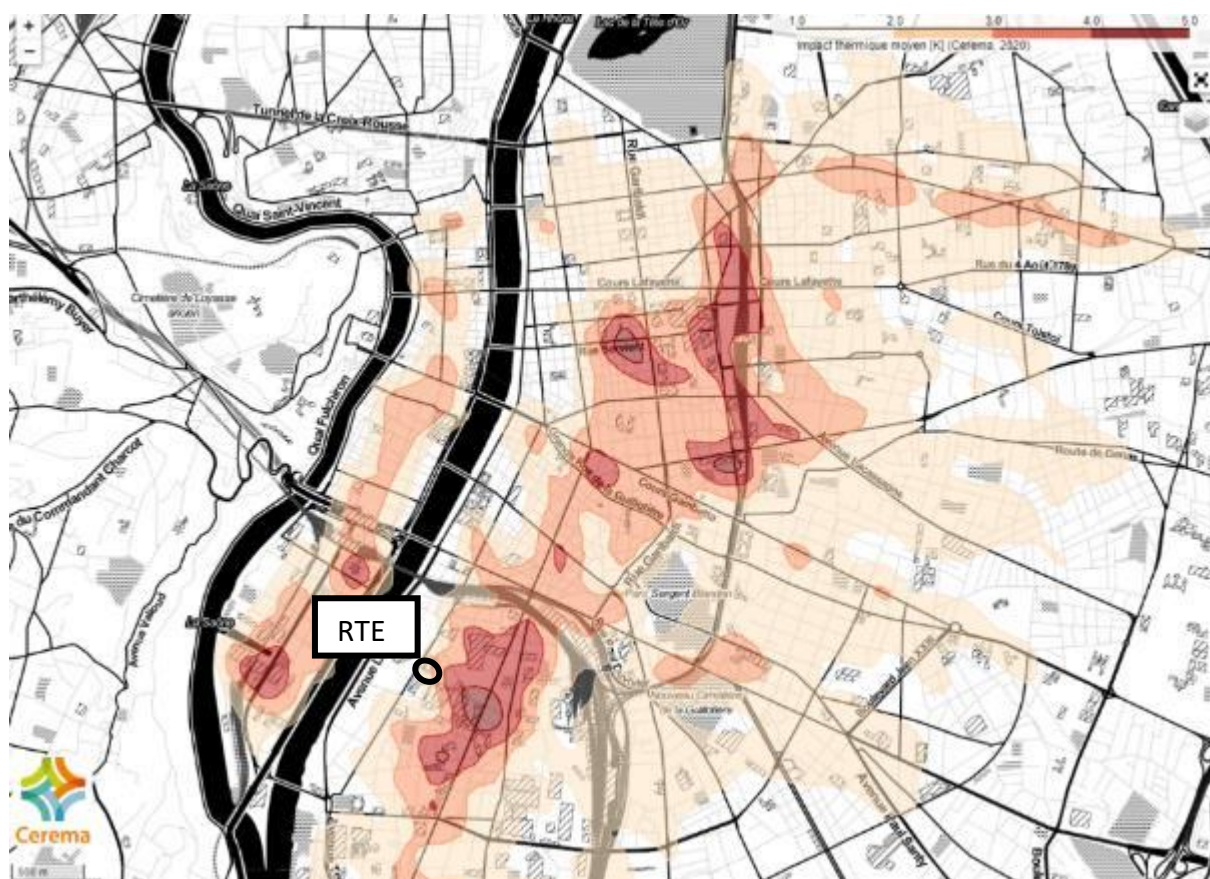


Figure 33 : Réchauffement de la nappe lyonnaise causé par les activités anthropiques et les constructions souterraines (Source : CEREMA)

En considérant que la température des eaux souterraines augmente autant que la température atmosphérique (cas sécuritaire), d'après les données du Drias pour un scénario d'émissions non réduites à un horizon moyen (2041-2070), l'augmentation de la température des eaux souterraines d'ici 30 ans (durée du titre sollicité) serait de l'ordre de 2°C.

Ainsi le réchauffement de la nappe au droit du site de projet serait de l'ordre de 2 °C d'ici 30 ans. Par mesure de sécurité il peut être retenu 1 degré supplémentaire.

Une telle augmentation est acceptable pour les pompes à chaleur commercialisées de nos jours.

Le rejet actuel des eaux souterraines du site est de l'ordre de 22°C. En considérant une augmentation de la température liée au réchauffement climatique de 2°C et 1°C de sécurité, la température maximale de rejet sera inférieure à 25°C.

1.5.5. Impact sur la qualité du sol

Les sols ne sont pas remaniés.

1.5.6. Impact sur le milieu naturel

L'implantation des zones naturelles Natura 2000 et des ZNIEFF de type I et II les placent hors de toute influence potentielle de l'installation. De plus, comme l'installation concerne le milieu souterrain avec des tampons fonte ras du sol visibles et que les locaux techniques sont le bâtiment, l'installation n'a donc aucun impact spécifique sur les paysages.

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

1.5.7. Impact sur les structures et ouvrages voisins et cumul des incidences sur les autres projets existants ou approuvés

L'installation ne mobilise que des flux d'eaux souterraines. Elle est en exploitation depuis 2016-2017.

Les forages de prélèvement et de réinjections sont localisés dans l'enceinte du site Villarte de RTE :

- Aucun signe de tassement de terrains n'est observé autour des forages, aucune répercussion n'est donc attendue sur un périmètre plus lointain ;
- L'incidence des prélèvements et réinjection en eau sont faible à modéré comme le montre le suivi piézométrique mis en place dans le cadre de l'étude : le rabattement est à 0,3m pour C1 et C2, la réhausse entre 1,4 et 2m pour R1 et R2. Lors des phases d'arrêt, les niveaux reviennent rapidement au niveau statique ;
- Le panache thermique de l'installation au mois le plus impactant entraîne à un delta de température de 1°C à 100 m au Sud des forages de réinjections, ce qui n'a pas lieu d'être impactant ;
- Aucune influence sur une autre structure ou ouvrage voisin n'est à noter.

1.5.8. Compatibilité réglementaire

1.5.8.1. Périmètres de protection des captages AEP

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

1.5.8.2. Etat des masses d'eau

L'ampleur du projet ne créant aucun impact quantitatif ou qualitatif sur les eaux souterraines, il apparaît compatible avec les objectifs fixés pour la masse d'eau souterraine sollicitée (nappe des alluvions du Rhône).

1.5.8.3. Compatibilité avec la Directive Cadre Européenne

1.5.8.3.1. 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 :

- 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 en 2015 (un second plan de gestion et de mesure a été lancé en 2015 pour atteindre les objectifs d'ici la dernière échéance en 2027) ;
- 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.

1.5.8.3.2. Compatibilité

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

L'exploitation projetée respecte les objectifs et principes de la Directive Cadre Européenne.

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

1.5.8.4.1. 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 ;
- 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.

1.5.8.4.2. Compatibilité

L'installation est compatible avec l'article L.211-1 du code de l'environnement dans la mesure où il ne dégrade pas les eaux souterraines.

	Objectif de l'article L,211-1 du code de l'environnement	Compatibilité
1	Préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides	Les eaux superficielles ne sont pas concernées.
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	La qualité de la nappe n'a pas été dégradé du fait d'une conception approprié des ouvrages. Aucune modification de la qualité physico-chimique de l'eau ne se fera au passage dans les échangeurs (hors la température).
3	Restauration de la qualité de ces eaux et leur régénération	Les eaux superficielles ne sont pas concernées.
4	Développement et protection de la ressource en eau	La qualité des eaux de la nappe d'accompagnement du Rhône n'est pas modifiée par l'exploitation géothermique.
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 14 : Compatibilité du projet avec l'article L,211-1

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

1.5.8.5. Compatibilité avec le SDAGE Rhône – Méditerranée 2022-2027

1.5.8.5.1. 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. 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 site se situe dans la zone d'application du SDAGE Rhône Méditerranée et Corse, définie pour la période 2022-2027 (arrêté par le préfet coordonnateur de bassin le 21 mars 2022 après avis favorable du comité de bassin le 18 mars 2022). Le SDAGE détermine pour une période de 6 ans les grandes orientations pour une gestion équilibrée de la ressource en eau, ainsi que les objectifs de qualité des milieux aquatiques et de quantité des eaux à maintenir ou à atteindre,

Le SDAGE 2022-2027 comprend 9 orientations fondamentales. Les intitulés et l'organisation générale des orientations fondamentales du SDAGE 2016-2021 sont conservés, avec quelques ajustements.

Les 9 orientations fondamentales du SDAGE 2022- 2027 sont, pour le bassin Rhône-Méditerranée :

- OF0 : Adaptation au changement climatique ;
- OF1 : Prévention ;
- OF2 : Non dégradation ;
- OF3 : Enjeux sociaux et économiques ;
- OF4 : Gouvernance locale et gestion intégrée des enjeux ;
- OF5 : Lutte contre les pollutions ;
- OF6 : Fonctionnement des milieux aquatiques et des zones humides ;
- OF7 : Equilibre quantitatif ;
- OF8 : Gestion des inondations.

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.

Tableau 15 : Articulation du projet avec le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée 2022-2027

Orientations et dispositions	Site Villarte
ORIENTATION FONDAMENTALE 0 : S'ADAPTER AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	
Disposition 0-01 : Agir plus vite et plus fort face au changement climatique	Les dispositions de cette orientation concernent les pouvoirs publics. Le choix de la géothermie sur nappe s'inscrit dans une démarche globale de protection de l'environnement.
Disposition 0-02 : Développer la prospective en appui à la mise en œuvre des stratégies d'adaptation	
Disposition 0-03 : Eclairer la décision sur le recours aux aménagements nouveaux et infrastructures pour s'adapter au changement climatique	
Disposition 0-04 : Affiner la connaissance pour réduire les marges d'incertitude et proposer des mesures d'adaptation efficaces	
ORIENTATION FONDAMENTALE 1 : PRIVILEGIER LA PREVENTION ET LES INTERVENTIONS A LA SOURCE POUR PLUS D'EFFICACITE	
Les dispositions de cette orientation concernent les pouvoirs publics.	
ORIENTATION FONDAMENTALE 2 : CONCRETISER LA MISE EN ŒUVRE DU PRINCIPE DE NON-DEGRADATION DES MILIEUX AQUATIQUES	
Disposition 2-01 : Mettre en œuvre de manière exemplaire la séquence « éviter-réduire-compenser »	Les dispositions de cette orientation concernent les pouvoirs publics.
Disposition 2-02 : Évaluer et suivre les impacts	
Disposition 2-03 : Contribuer à la mise en œuvre du principe de non-dégradation via les SAGE et contrats de milieu	
Disposition 2-04 Sensibiliser les maîtres d'ouvrages en amont des procédures règlementaires sur les enjeux environnementaux à prendre en compte	
ORIENTATION FONDAMENTALE 3 : PRENDRE EN COMPTE LES ENJEUX ECONOMIQUES ET SOCIAUX DES POLITIQUES DE L'EAU	
Les dispositions de cette orientation concernent les pouvoirs publics.	
ORIENTATION FONDAMENTALE 4 : RENFORCER LA GOURVERNANCE LOCALE DE L'EAU POUR ASSURER UNE GESTION INTEGREE DES ENJEUX	
Les dispositions de cette orientation concernent les pouvoirs publics.	

Orientations et dispositions	Site Villarte
ORIENTATION FONDAMENTALE 5 : LUTTER CONTRE LES POLLUTIONS EN METTANT LA PRIORITE SUR LES POLLUTIONS PAR LES SUBSTANCES DANGEREUSES ET LA PROTECTION DE LA SANTE	
<u>Orientation fondamentale 5A : Poursuivre les efforts de lutte contre les pollutions d’origine domestique et industrielle</u>	
Disposition 5A-01 : Prévoir des dispositifs de réduction des pollutions garantissant l’atteinte et le maintien à long terme du bon état des eaux	Sans objet Le projet de géothermie sur nappe prélève les eaux dans l’aquifère superficiel des alluvions, les fait transiter dans des échangeurs thermiques et rejette les eaux dans le même aquifère. L’eau prélevée n’est en contact avec aucun autre fluide. Sa qualité n’est pas altérée par l’installation géothermique, Seule la température des eaux varie entre le point de prélèvement et les points de réinjection.
Disposition 5A-02 : Pour les milieux particulièrement sensibles aux pollutions, adapter les conditions de rejet en s’appuyant sur la notion de « flux admissible »	
Disposition 5A-03 : Réduire la pollution par temps de pluie en zone urbaine	
Disposition 5A-04 : Eviter, réduire et compenser l’impact des nouvelles surfaces imperméabilisées	
Disposition 5A-05 : Adapter les dispositifs en milieu rural en confortant les services d’assistance technique	Cette disposition concerne les pouvoirs publics.
Disposition 5A-06 : Établir et mettre en œuvre des schémas directeurs d’assainissement qui intègrent les objectifs du SDAGE	
Disposition 5A-07 : Réduire les pollutions en milieu marin	
<u>Orientation fondamentale 5B : Lutter contre l’eutrophisation des milieux aquatiques</u>	
Disposition 5B-01 : Anticiper pour assurer la non-dégradation des milieux aquatiques fragiles vis-à-vis des phénomènes d’eutrophisation	Ces dispositions concernent les pouvoirs publics.
Disposition 5B-02 : Restaurer les milieux dégradés en agissant de façon coordonnée à l’échelle du bassin versant	
Disposition 5B-03 : Réduire les apports en phosphore et en azote dans les milieux aquatiques fragiles vis-à-vis des phénomènes d’eutrophisation	
Disposition 5B-04 : Engager des actions de restauration physique des milieux et d’amélioration de l’hydrologie	
<u>Orientation fondamentale 5C : Lutter contre les pollutions par les substances dangereuses</u>	
5C – A. Réduire les émissions et éviter les dégradations chroniques	
Disposition 5C-01 : Décliner les objectifs de réduction nationaux des émissions de substances au niveau du bassin	Ces dispositions concernent les pouvoirs publics.
Disposition 5C-02 : Développer des approches territoriales pour réduire les émissions de substances dangereuses et le niveau d’imprégnation des milieux	
Disposition 5C-03 : Réduire les pollutions que concentrent les agglomérations	

Orientations et dispositions	Site Villarte
Disposition 5C-04 : Conforter et appliquer les règles d'une gestion précautionneuse des travaux sur les sédiments aquatiques contaminés	Non concerné
Disposition 5C-05 : Maitriser et réduire l'impact des pollutions historiques	D'après l'historique environnemental du secteur, le site n'a pas de pollutions historiques
5-B. Sensibiliser et mobiliser les acteurs	
Disposition 5C-06 : Intégrer la problématique "substances dangereuses" dans le cadre des SAGE et des dispositifs contractuels	Ces dispositions concernent les pouvoirs publics.
5-C. Améliorer les connaissances nécessaires à la mise en œuvre d'actions opérationnelles	
Disposition 5C-07 : Valoriser les connaissances acquises et assurer une veille scientifique sur les pollutions émergentes, pour guider l'action et évaluer les progrès accomplis	Ces dispositions concernent les pouvoirs publics.
<u>Orientation fondamentale 5D : Lutter contre la pollution par les pesticides par des changements conséquents dans les pratiques actuelles</u>	
Non concerné	
<u>Orientation fondamentale 5E : Évaluer, prévenir et maitriser les risques pour la santé humaine</u>	
Disposition 5E-01 : Protéger les ressources stratégiques pour l'alimentation en eau potable	Ces dispositions concernent les pouvoirs publics. L'installation n'est pas située à proximité de périmètres de protection de captage AEP.
Disposition 5E-02 : Délimiter les aires d'alimentation des captages d'eau potable prioritaires, pollués par les nitrates ou les pesticides, et restaurer leur qualité	
Disposition 5E-03 : Renforcer les actions préventives de protection des captages d'eau potable	
Disposition 5E-04 : Restaurer la qualité des captages d'eau potable pollués par les nitrates par des zones d'actions renforcées	
ORIENTATION FONDAMENTALE 6 : PRESERVER ET RESTAURER LE FONCTIONNEMENT DES MILIEUX AQUATIQUES ET DES ZONES HUMIDES	
<u>Orientation fondamentale 6A : Agir sur la morphologie et le découloignement pour préserver et restaurer les milieux aquatiques</u>	
Non concerné	
<u>Orientation fondamentale 6B : Préserver, restaurer et gérer les zones humides</u>	
Non concerné, le projet se situe en dehors d'une zone humide.	
<u>Orientation fondamentale 6C : Intégrer la gestion des espèces de la faune et de la flore dans les politiques de gestion de l'eau</u>	
Ces dispositions concernent les pouvoirs publics.	
ORIENTATION FONDAMENTALE 7 : ATTEINDRE ET PRESERVER L'EQUILIBRE QUANTITATIF EN AMELIORANT LE PARTAGE DE LA RESSOURCE EN EAU ET EN ANTICIPANT L'AVENIR	
<u>Orientation fondamentale 7A : Concrétiser les actions de partage de la ressource et d'économie d'eau dans les secteurs en déséquilibre quantitatif ou à équilibre précaire</u>	
Disposition 7-01 : Elaborer et mettre en œuvre les plans de gestion de la ressource en eau	Cette disposition concerne les pouvoirs publics.

Orientations et dispositions	Site Villarte
Disposition 7-02 : Démultiplier les économies d’eau	Sans objet
Disposition 7-03 : Recourir à des ressources de substitution dans le cadre de projets de territoire	
<u>Orientation fondamentale 7B : Anticiper et s’adapter à la rareté de la ressource en eau</u>	
Disposition 7-04 : Anticiper face aux effets du changement climatique	Garder l’installation de géothermie sur nappe s’inscrit dans une démarche globale de protection de l’environnement.
Disposition 7-05 : Rendre compatibles les politiques d’aménagement du territoire et les usages avec la disponibilité de la ressource	L’installation de géothermie sur nappe réinjecte la totalité des volumes pompés dans le même aquifère. Aucune perte en eau n’est à relever.
Disposition 7-06 : Mieux connaître et encadrer les prélèvements à usage domestique	Sans objet
<u>Orientation fondamentale 7C : Renforcer les outils de pilotage et de suivi</u>	
Disposition 7-07 : S’assurer du retour à l’équilibre quantitatif en s’appuyant sur les principaux points de confluence du bassin et les points stratégiques de référence pour les eaux superficielles et souterraines	Cette disposition concerne les pouvoirs publics.
ORIENTATION FONDAMENTALE 8 : AUGMENTER LA SECURITE DES POPULATIONS EXPOSEES AUX INONDATIONS EN TENANT COMPTE DU FONCTIONNEMENT NATUREL DES MILIEUX AQUATIQUES	
<u>Orientation fondamentale 8A : Agir sur les capacités d’écoulement</u>	
Disposition 8-01 : Préserver les champs d’expansion des crues	L’installation n’est pas située en zone inondable.
Disposition 8-02 : Rechercher la mobilisation de nouvelles capacités d’expansion des crues	Cette disposition concerne les pouvoirs publics.
Disposition 8-03 : Éviter les remblais en zones inondables	Le site n’est pas en zone inondable.
Disposition 8-04 : Limiter la création et la rehausse des ouvrages de protection aux secteurs à risque fort et présentant des enjeux importants	
Disposition 8-05 : Limiter le ruissellement à la source	Le site de RTE présente des zones enherbées favorisant l’infiltration des eaux pluviales dans le sol.
Disposition 8-06 : Favoriser la rétention dynamique des écoulements	
Disposition 8-07 : Restaurer les fonctionnalités naturelles des milieux qui permettent de réduire les crues et les submersions marines	Ces dispositions concernent les pouvoirs publics.
Disposition 8-08 : Préserver et améliorer la gestion de l’équilibre sédimentaire	
Disposition 8-09 : Gérer la ripisylve en tenant compte des incidences sur l’écoulement des crues et la qualité des milieux	
<u>Orientation fondamentale 8B : Prendre en compte les risques torrentiels</u>	
Sans objet : le site n’est pas implanté en zone à risque torrentiel.	
<u>Orientation fondamentale 8C : Prendre en compte l’érosion côtière du littoral</u>	
Sans objet : le site n’est pas implanté en zone littorale.	

Tel que décrit, l'installation géothermique du site de RTE est compatible avec les principes du SDAGE Rhône-Méditerranée 2022-2027.

1.5.8.5.2. Mesure spécifique à l'échelle des alluvions du Rhône

Du fait de l'état qualitatif médiocre de la masse d'eau FRDG384, une mesure spécifique référencée sous le code IND0601 s'y applique. Il s'agit de mettre en place des mesures visant à réduire les pollutions des "sites et sols pollués" (essentiellement liées aux sites industriels).

Cette mesure porte sur les sites en activité ou arrêtés (dont les sites orphelins) tels que les exploitations minières, les terrils, les centres de stockage, les carrières, les anciens entrepôts industriels, etc. Elle consiste à mettre en place des mesures visant à réduire les pollutions associées à ces sites, Cette action concerne notamment en :

- La surveillance des eaux superficielles et souterraines potentiellement impactées par la pollution du site ou du sol ;
- Les diagnostics préalables afin d'assurer la maîtrise des rejets de matières en suspension et de mettre en place des dispositifs de rétention de ces rejets (par exemple dans le cas de l'extension de carrières en activité) ;
- Les études préalables et les travaux de remise en état (confinement de la pollution, excavation et traitement des déchets, dépollution du site par extraction et traitement de la pollution, dépollution des nappes impactées, etc...).

D'après l'historique environnemental du secteur, aucun site industriel existant ou ayant existé, n'est recensé au droit du site.

L'installation géothermique est un circuit d'eau souterraine fermé entre les forages de prélèvement et le forage de rejet. Les eaux rejetées sont claires et exempt de matière en suspension.

L'exploitation de l'installation géothermique ne génère pas de pollution.

Au vu de ces éléments, et en considérant les mesures associées au projet, ce dernier est compatible avec la disposition spécifique IND0601 associée aux orientations fondamentales du SDAGE.

1.5.8.6. Compatibilité avec un SAGE

Le site RTE n'est pas situé dans un SAGE.

1.5.8.7. Périmètre de ZRE

Les zones de répartition des eaux (ZRE) sont définies en application de l'article R211-71 du code de l'environnement (CE), comme des "zones présentant une insuffisance, autre qu'exceptionnelle, des ressources par rapport aux besoins". L'installation n'est pas située dans une ZRE.

1.5.8.8. Compatibilité avec le PPRI

Le PPRI du Grand Lyon classe le site RTE en zone de remontée potentielle de nappe et de réseau. Cette zone n'est cependant soumise à aucune restriction particulière.

Le projet d'exploitation de forages est compatible avec le règlement correspondant. Les ouvrages sont fermés afin d'empêcher les retours d'eau superficielle dans ces derniers.

Les locaux techniques sont situés au RDC (Local technique ZP) et à un niveau de sous-sol (local technique ZR1 et ZR2). D'après le retour d'expérience du personnel, aucune zone du bâtiment n'est sujet à inondation.

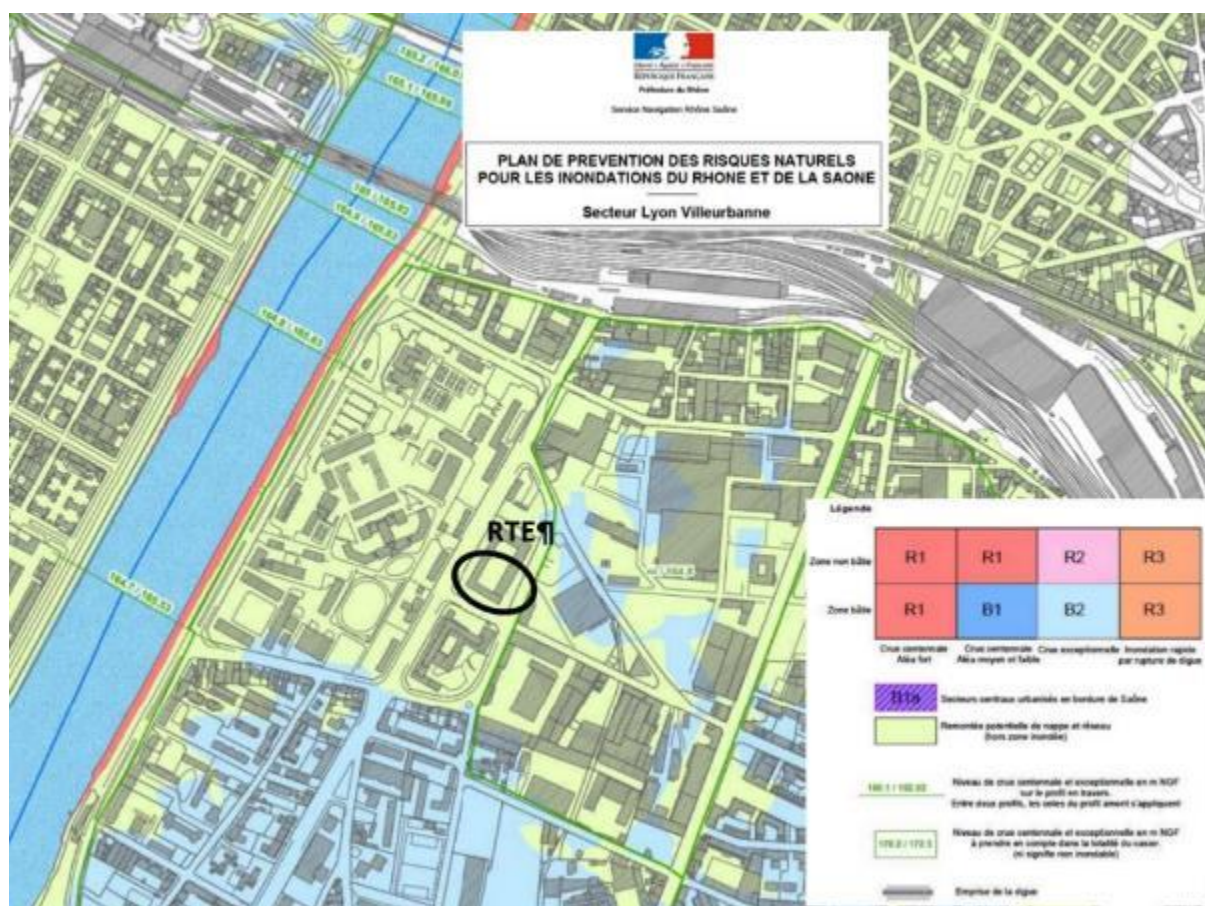


Figure 34 : Zonage réglementaire du PPRI pour les inondations du Rhône et de la Saône (Grand Lyon)

1.5.8.9. Compatibilité avec le PLU-H

La zone concernée par le projet est classée en zone URm. Cette zone regroupe les équipements d'intérêt collectif et les services publics. L'objectif est de maintenir ces sites dans leur vocation principale, tout en permettant une gestion adaptée aux besoins de leur évolution.

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

1.5.8.10. Compatibilité avec le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes

Le SRADDET (Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires) a été introduit par la loi NOTRe et adopté le 20 décembre 2019.

Le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes fixe les objectifs de moyen et longs termes en lien avec plusieurs thématiques :

- La réduction de la consommation d'espace et de l'artificialisation des sols ;
- Le développement des EnR et la maîtrise des consommations énergétiques ;
- La réduction des émissions de GES et l'adaptation au changement climatique ;
- La préservation de la biodiversité et de la ressource en eau ;
- La santé des populations ;
- La prévention et la réduction de l'exposition aux risques naturels et technologiques ;
- La gestion des déchets et le développement d'une économie circulaire.

La géothermie est une énergie renouvelable qui répond aux objectifs de développement des EnR et maîtrise des consommations énergétiques, réduction des émissions de GES et adaptation au changement climatique.

Au vu de ces éléments, le projet est compatible avec le SRADDET.

1.5.8.11. PPA

1.5.8.11.1. Présentation

Le PPA (Plan de Protection de l'Atmosphère) est un plan d'actions, arrêté par le Préfet et qui a pour objectif de réduire les émissions de polluants atmosphériques et de maintenir ou ramener dans la zone du PPA concerné les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux normes fixées à l'article R. 221-1 du code de l'Environnement.

1.5.8.11.2. Compatibilité

Objectifs de SRCAE	Compatibilité
Objectifs en termes de concentrations	La géothermie est une énergie renouvelable qui répond à tous ces objectifs.
Objectifs en termes d'émissions	
Objectifs en termes d'exposition de la population	
Objectifs en termes d'amélioration de connaissances	

Tableau 16 : Compatibilité du projet avec le PPA

Au vu de ces éléments, le projet est compatible avec le PPA.

1.5.9. Impact sur la sécurité publique

Les risques industriels générés dans le cadre de l'installation concernent uniquement les forages de prélèvement et de rejet ainsi que les échangeurs géothermiques.

Les forages de prélèvement et de rejet et leurs équipements de tête sont contenus dans un regard de visite étanche et verrouillable ce qui exclut tout accès de personnes étrangères aux services.

Les échangeurs sont placés dans des locaux techniques qui sont verrouillés et dont l'accès est réservé exclusivement aux personnels techniques habilités.

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

1.6. Les mesures prises pour éviter, réduire et suivre l'installation

1.6.1. Les mesures d'évitement

1.6.1.1. Pollution de la nappe souterraine

L'introduction d'eaux superficielles et de ruissellement est empêchée. Les têtes de forages de prélèvement et de réinjection se situent dans des regards cimentés, protégés par une tête de forage étanche. De plus, les regards maçonnés des forages sont fermés par un tampon étanche et verrouillable. L'accès aux tampons et aux locaux techniques est accessible aux seules personnes techniques habilitées. Par ailleurs, la cimentation annulaire de 7 m renforce l'étanchéité entre la partie haute du forage et l'intérieur du forage et ainsi empêche tout échange entre les eaux superficielles et les eaux souterraines.

Le circuit d'eau géothermique étant fermé entre les forages de prélèvement et celui de réinjection, aucune pollution ne peut s'introduire dans ce circuit et contaminer les eaux souterraines.

Afin de contrôler l'exploitation de l'installation et l'incidence sur le milieu, sur la boucle géothermique il y a les appareils suivants :

- Compteur d'eau ;
- Capteurs de température et de conductivité en amont et aval de l'échangeur alimentant les pompes à chaleur.

Tous les dix ans, une inspection vidéo des forages est réalisée, comme demandé dans l'arrêté préfectoral.

1.6.1.2. Pollution par fluide frigorigène

Les thermofrigopompes qui sont installés dans les locaux techniques viennent du fournisseur Hitachi et les différents modèles sont les suivants :

- Local technique ZP : 2 X RCME 60WH
- Locaux techniques ZR1 et ZR2 : 2 X RCME 50WH

Le fluide frigorigène est un frigorigène de type HFC R134a. C'est un fluide présentant un pouvoir de réchauffement global faible, comme demandé dans l'article 5 de l'arrêté préfectoral de janvier 2017.

La ventilation du local est conçue conformément à la norme NFE35-400. Le détecteur de fluide frigorigène est de la marque DTEKGaz.

Les fiches techniques des pompes à chaleur et du détecteur de fluide sont en Annexe 4.

1.6.2. Les mesures de réduction

1.6.2.1. Réduction de la consommation en énergie liée au type d'installation

La solution de géothermie a été étudiée par l'étude de faisabilité effectuée en mars 2015 pour répondre au besoin des serveurs et du bâtiment simultanément.

Les bâtiments nécessitant une consommation de froid en été et de chaud en hiver afin de satisfaire le confort de l'ensemble des utilisateurs et les serveurs nécessitant une consommation constante de froid toute l'année, le choix technique a été de pouvoir produire au moyen d'une installation unique.

Le pompage à débit variable, permettra d'ajuster le débit en fonction des besoins des bâtiments et des serveurs. Ainsi les consommations électriques liées aux pompes de forage seront directement liées aux besoins du site, permettant de faire des économies en électricité et un meilleur rendement de l'installation.

De plus, la géothermie sur nappe présente des avantages spécifiques appréciables, qui sont détaillés dans les paragraphes suivants :

- Elle est écologique ;
- Elle est locale ;
- Elle est renouvelable ;
- Elle est économique.

1.6.2.2. 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 de la pompe hydraulique et de la pompe à chaleur.

1.6.2.3. 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 liée à son transport.

1.6.2.4. 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. Par ailleurs, l'impact hydraulique global sur la nappe est nul, du fait de la réinjection totale des eaux prélevées dans la même masse d'eau (Rhône et la nappe d'accompagnement).

1.6.2.5. 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.

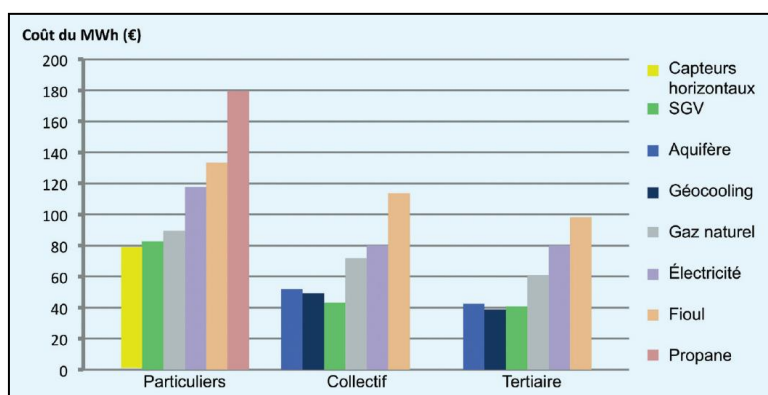


Figure 35. Coûts comparatifs des énergies géothermiques (avec aides) et conventionnelles en €/MWh pour les trois secteurs

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.

1.6.3. Les mesures de compensation : surveillance

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.

1.7. Solutions de substitution raisonnable (article R, 122-5, II, 7° du code de l'environnement)

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

Observations sur l'utilisation du rapport

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

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

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

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

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

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

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



ANNEXES

- Annexe 1 : Arrêté Préfectoral du 8 décembre 2016
- Annexe 2 : DOE Travaux des forages – Sondalp, février 2017
- Annexe 3 : Analyse d'eau sur C2, R1 et R2 – Normec abiolab février 2025
- Annexe 4 : Fiches techniques Pompes, TFP, Détecteur de fluide frigorigène et ventilation
 - Fiche technique des pompes
 - Fiche technique des PAC
 - Fiche technique du détecteur de fluide frigorigène
 - Fiche technique des ventilations dans les locaux techniques
- Annexe 5 : Bordereaux de contrôles des thermofrigopompes – 2024
- Annexe 6 : Plan des réseaux extérieurs et intérieur du site Villarte
- Annexe 7 : Documents techniques – Cuve à Fioul

Annexe 1 : **Arrêté Préfectoral du 8 décembre 2016**

Annexe 2 : **DOE Travaux des forages – Sondalp, février 2017**

Annexe 3 : **Analyse d'eau – Normec abiolab**

FEVRIER 2025 – C1, R1 et R2

MARS 2026 – C1, C2, R1 et R2

Annexe 4 : **Fiches techniques**
Pompes, TFP, Détecteur de fluide frigorigène et ventilation

Fiche technique des pompes

Fiche technique des PAC

Fiche technique du détecteur de fluide frigorigène

Fiche technique des ventilations dans les locaux techniques

Annexe 5 : **Bordereaux de contrôles des thermofrigopompes –
2024**

Annexe 6 : **Plan des réseaux extérieurs et intérieur du site
Villarte**

Annexe 7 : **Documents techniques – Cuve à Fioul**



Acteur majeur de l'ingénierie de l'environnement et de la valorisation des territoires



Références :



