

Projet de géothermie sur nappe à la future piscine couverte intercommunale de Saint-Symphorien d'Ozon (69)

Etude de faisabilité hydrogéologique et géothermique



Rapport : **FP0059-vA**
Rédigé par : **Sandra CUROT**
Date : **février 2024**

Sommaire

1	Introduction.....	4
2	Documents consultés	5
3	Description du site.....	6
3.1	Localisation.....	6
3.2	Equipements actuels	6
3.3	Historique	9
3.4	Besoins thermiques et dimensionnement approximatif de la PAC	12
4	Contexte géologique, hydrogéologique et environnemental	13
4.1	Contexte géographique et hydrologique	13
4.2	Contexte géologique	15
4.3	Contexte hydrogéologique	21
4.4	Contexte environnemental et risques.....	42
5	Contexte réglementaire	47
5.1	Géothermie de minime importance (GMI) : Code Minier et Code de l'Environnement.....	47
5.2	Autres contraintes réglementaires : Plans de Prévention des Risques.....	51
5.3	Autres contraintes réglementaires : SDAGE et SAGE	51
6	Dimensionnement de l'installation de géothermie sur nappe	56
6.1	Débit de pointe.....	56
6.2	Aquifère cible et productivité attendue.....	56
6.3	Dimensionnement et réalisation des forages d'exploitation.....	56
6.4	Implantation des forages.....	57
6.5	Fonds chaleur ADEME	62
6.6	Estimation budgétaire : géothermie sur nappe	63
7	Conclusions.....	64

Tableaux

Tableau 1 : Débits caractéristiques de l'Ozon à Sérézin-du-Rhône (<i>source : Portail hydro</i>)	14
Tableau 2 : Forages BSS avec coupes lithologiques	20
Tableau 3 : Comparaison des caractéristiques des 3 couloirs d'alluvions fluvioglaciaires (<i>source : rapport Lombardi 2022</i>)	22
Tableau 4 : Pesticides quantifiés dans le piézomètre Cressonnière Bertholier (<i>source : Lombardi 2022</i>)	30
Tableau 5 : Solvants chlorés quantifiés dans le piézomètre Cressonnière Bertholier (<i>source : Lombardi 2022</i>).....	31

Tableau 6 : Statistiques du qualitomètre ADES Cressonnière Bertholier à Saint-Symphorien d'Ozon, période 2004-2021	32
Tableau 7 : Prélèvements déclarés à l'Agence de l'Eau et recensés par la BNPE (<i>source : bnpe.eaufrance.fr</i>)	37
Tableau 8 : Ouvrages de géothermie de surface sur échangeurs ouverts (nappe) et fermés (sondes) (<i>source : geothermies.fr</i>)	40
Tableau 9 : Forages autour du site	41
Tableau 10 : Masses d'eau stratégiques définies par le SDAGE RMC	52
Tableau 11 : Titres et articles du règlement du SAGE 2009	53
Tableau 12 : Paramètres du calcul analytique du temps de percée	59
Tableau 13 : Coûts d'investissement pour une installation de géothermie sur nappe à 3 forages.....	63
Tableau 14 : Coûts d'exploitation pour une installation de géothermie sur nappe	63

Figures

Figure 1 : Localisation de la piscine sur extrait de carte IGN et photographies aériennes avec parcelles cadastrales (<i>source : site Géoportail de l'IGN</i>)	6
Figure 2 : Localisation de la piscine sur extrait de carte IGN (<i>source : site Géoportail de l'IGN</i>)	13
Figure 3 : Débits moyens mensuels de l'Ozon à Sérézin-du-Rhône (<i>source : Portail hydro</i>)	14
Figure 4 : Extension maximale du lobe lyonnais au Riss (<i>source : Coutterand</i>)	15
Figure 5 : Couloirs fluvio-glaciaires de l'Est Lyonnais (<i>source : document de synthèse du PGRE du SAGE de l'Est Lyonnais, 2018</i>)	16
Figure 6 : Localisation du site sur la carte géologique Givors N°722 au 1 : 50 000 (<i>source : Géoportail et Infoterre</i>)	17
Figure 7 : Forages BSS avec coupes	19
Figure 8 : Piézomètres de suivi quantitatif et qualitatif du réseau SAGE de l'Est lyonnais.....	23
Figure 9 : Carte piézométrique BRGM 2009 (<i>source : rapport BRGM molasse 2009</i>)	24
Figure 10 : Modèle NAPELY calculé janvier 2012 (<i>source : rapport BURGEAP 2013</i>)	25
Figure 11 : Variations piézométriques des alluvions de l'Ozon au piézomètre ADES Pz6 CCPO (<i>source : ADES BSS003YCVE, 2018-2021</i>)	26
Figure 12 : Evolution piézométrique de la nappe fluvioglaciaire et pluviométrie (<i>source : rapport de suivi Lombardi SAGE de l'Est lyonnais 2020-2021</i>).....	27
Figure 13 : Pompages d'essai sur le forage AEP des Romanettes à Corbas en juin 1960	29
Figure 14 : Concentration en nitrates 2004-2021 dans le couloir d'Heyrieux aval – Ozon dont Cressonnière Bertholier (<i>source : Lombardi 2022</i>)	30
Figure 15 : Evolution de la température dans la nappe fluvioglaciaire du couloir d'Heyrieux (<i>source : Lombardi 2022</i>)	31
Figure 16 : Carte piézométrique de la molasse miocène – campagnes d'automne-hiver 2008-2009 et printemps 2009 (<i>source : rapport BRGM 2009</i>)	34
Figure 17 : Variations piézométriques de la molasse sur le piézomètre « Piezo molasse » à Saint Pierre de Chandieu (<i>source : ADES BSS001USQA, 2015-2021</i>)	35
Figure 18 : Evolution piézométrique de la nappe de la molasse (« Piezo molasse ») et pluviométrie (<i>source : rapport de suivi Lombardi SAGE de l'Est lyonnais 2020-2021</i>)	35
Figure 19 : Evolution de la température dans la nappe de la molasse miocène (<i>source : Lombardi 2022</i>)	36
Figure 20 : Prélèvements soumis à redevance Agence de l'Eau RMC (2021)	37

Figure 21 : Localisation des captages d'eau potable du secteur et de leurs périmètres de protection (source : site Cart'Eaux de l'ARS).....	38
Figure 22 : Ouvrages de géothermie de surface sur échangeurs ouverts (nappe) et fermés (sondes) (source : geothermies.fr)	39
Figure 24 : Carte récapitulative des forages du secteur (BSS, BNPE, Ville, Géothermies).....	41
Figure 25 : Extrait du zonage du PLU St Symphorien d'Ozon (source : PLU, Géoportail de l'Urbanisme)	42
Figure 26 : Extrait de la carte des aléas du PLU (source : PLU, Géoportail de l'Urbanisme)	43
Figure 27 : Sites BASOL et BASIAS du secteur (source : Infoterre et Géorisques du BRGM)	43
Figure 28 : Milieux naturels du secteur (source : Géoportail).....	45
Figure 29 : Zones humides (source : Portail des Zones humides d'ARA https://carto.datara.gouv.fr/1/portail_zh_dreal_r84.map).....	46
Figure 30 : Zonages réglementaires GMI (10-50m, 50-100m et 100-200m identiques) pour les circuits ouverts (nappe) (source : site Géothermies ADEME/BRGM)	48
Figure 31 : Implantation proposée pour les forages de pompage et de réinjection	58

Annexes

Annexe 1 : Garantie Aquapac

Annexe 2 : Fonds chaleur ADEME géothermie de surface

1 Introduction

La **Communauté de Communes du Pays de l'Ozon** porte le projet de réhabilitation de la piscine municipale située 5 rue de la Piscine à Saint-Symphorien d'Ozon (69).

L'arrêt de la piscine en 2020 lors de la pandémie de COVID-19 et la vidange des bassins ont provoqué des désordres importants sur ceux-ci (éclatement des faïences), qui ont empêché sa réouverture. Un projet plus vaste de transformation de la piscine en une piscine couverte intercommunale est ensuite apparu. Les travaux prévoient aujourd'hui la couverture et la réfection des bassins et certains aménagements périphériques. La mise en place d'une **pompe à chaleur (PAC) sur eau de nappe** est envisagée pour le chauffage de la future piscine couverte.

Une **étude de faisabilité hydrogéologique et géothermique** est nécessaire afin de vérifier le potentiel et les contraintes réglementaires et techniques associées à la ressource eau souterraine. La présente étude se situe en amont du projet, afin de pouvoir valider ou non la solution de géothermie avant de lancer la consultation de maîtrise d'œuvre puis la consultation des entreprises de travaux.

Les besoins thermiques ont été évalués approximativement à ce stade par **GECAT** (M. Benoît Joly), bureau d'études **AMO Equipements aquatiques et thermaux**, spécialisé dans la réalisation des projets de piscine.

Sandra Curot, hydrogéologue, a été sollicitée par la **Communauté de Communes du Pays de l'Ozon** (M. Nicolas Martinon) pour la réalisation de cette **étude de faisabilité hydrogéologique et géothermique**.

Une visite du site a été effectuée le 19 décembre 2023 en présence de M. Gilles Moine, Responsable du Centre Technique Municipal de la **commune de Saint-Symphorien-d'Ozon**.

Le **potentiel de la ressource**, l'analyse du **contexte environnemental**, les **contraintes réglementaires et techniques** associées au projet de géothermie sur nappe ainsi qu'une première **estimation financière** (investissements et exploitation) sont présentés dans ce rapport.

2 Documents consultés

La présente étude s'appuie sur les données publiques disponibles :

- Géoportail de l'IGN (<https://www.geoportail.fr>) et Portail des photographies aériennes anciennes de l'IGN (« Remonter le temps » : <https://remonterletemps.ign.fr/>);
- BRGM Infoterre (<http://infoterre.brgm.fr/>) et notice carte géologique N°722 Givors (1969) ;
- Portail Géothermies (<https://www.geothermies.fr/>) ;
- Portail des données sur les eaux souterraines ADES (<https://ades.eaufrance.fr/>) ;
- Données météorologiques Météo France ;
- Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse (<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/> pour le SDAGE, les fiches masses d'eau FRDG334, FRDG240 et <https://bnpe.eaufrance.fr/> pour les prélèvements) ;
- BASOL/BASIAS : sites et sols pollués (<https://www.georisques.gouv.fr/risques/sites-et-sols-pollues/donnees#/>);
- Portail hydro, SAGE de l'Est lyonnais, ADEME, Portail des Zones Humides ARA ;
- ANTEA janvier 2005. Conseil Général du Rhône. Connaissance de la molasse miocène dans l'Est lyonnais, N°35 539 vB.
- SAGE Est lyonnais mai 2005. Etat des lieux – diagnostic.
SAGE Est lyonnais juillet 2009. Règlement.
- BRGM octobre 2009. SAGE de l'Est lyonnais. Acquisition de connaissances sur la nappe de la molasse du territoire du SAGE de l'Est lyonnais. Rapport final RP-57474-FR
- BURGEAP juin 2013. Grand Lyon - SAGE Est lyonnais. Plan de gestion de la nappe de l'Est lyonnais GESLY 4 - Actualisation du modèle NAPELY. Rapport final REAUCE00662-02
- SAGE Est lyonnais – Rhône Département 2018-2019. Ginger Burgeap – Sepia – Intermède. Etude des ressources stratégiques pour l'eau potable sur le territoire de l'Est lyonnais – Phases 1, 2, 3.
- SAGE Est lyonnais janvier 2020. BRL Ingénierie – Hydrofis. Stratégie du SAGE 2020-2030. Rapports intermédiaires de séquences 4, 5 et 6.
- Lombardi Ingénierie. SAGE Est lyonnais avril 2022. Exploitation du réseau de suivi qualitatif et quantitatif des eaux du sage de l'Est lyonnais – Eaux souterraines 2020-2021. Rapport 2020.0284.002 vB

ainsi que sur différents documents et informations fournis par la Communauté de Communes du Pays de l'Ozon et la commune de Saint-Symphorien-d'Ozon :

- Arrêté préfectoral N°1077-86 du 2 juillet 1986 d'autorisation d'utiliser une autre ressource que l'adduction publique pour l'alimentation en eau de la piscine ;
- Analyses ARS du 19 avril 2018 et 16 avril 2019 (eaux brutes souterraines prélevées dans le forage de la piscine) et du 10 juin 2019 (eaux chlorées prélevées dans les deux bassins) ;
- Plan masse de la piscine (vraisemblablement datant des années 60) ;
- Documents Ozon Forages concernant le forage de l'école du Marais située plus au sud à proximité de la rivière.

3 Description du site

3.1 Localisation

La piscine se situe 5 rue de la Piscine à Saint-Symphorien d'Ozon (69), en partie Est de la commune dans un quartier résidentiel principalement pavillonnaire comportant également des équipements publics et sportifs (école, stades, gymnase, salle des fêtes) ainsi que quelques immeubles d'habitation.

La piscine est bordée (cf. Figure 1 ci-dessous) :

- à l'Est, par le Stade de football de la Plaine (pelouse) et le gymnase municipal contigu au bâtiment de la piscine ;
- à l'ouest, par la résidence Bois d'Ozon (4 ensembles de bâtiments à 4 étages) ;
- au sud, par des courts de tennis ;
- au nord, de l'autre côté de la rue de la piscine, par le Stade de rugby Emile Bailly (pelouse).

La piscine est localisée sur la parcelle AS 1. Le Stade de la Plaine et les terrains de tennis font également partie de cette parcelle. La surface du bâtiment (hors bassins) est d'environ 270 m².

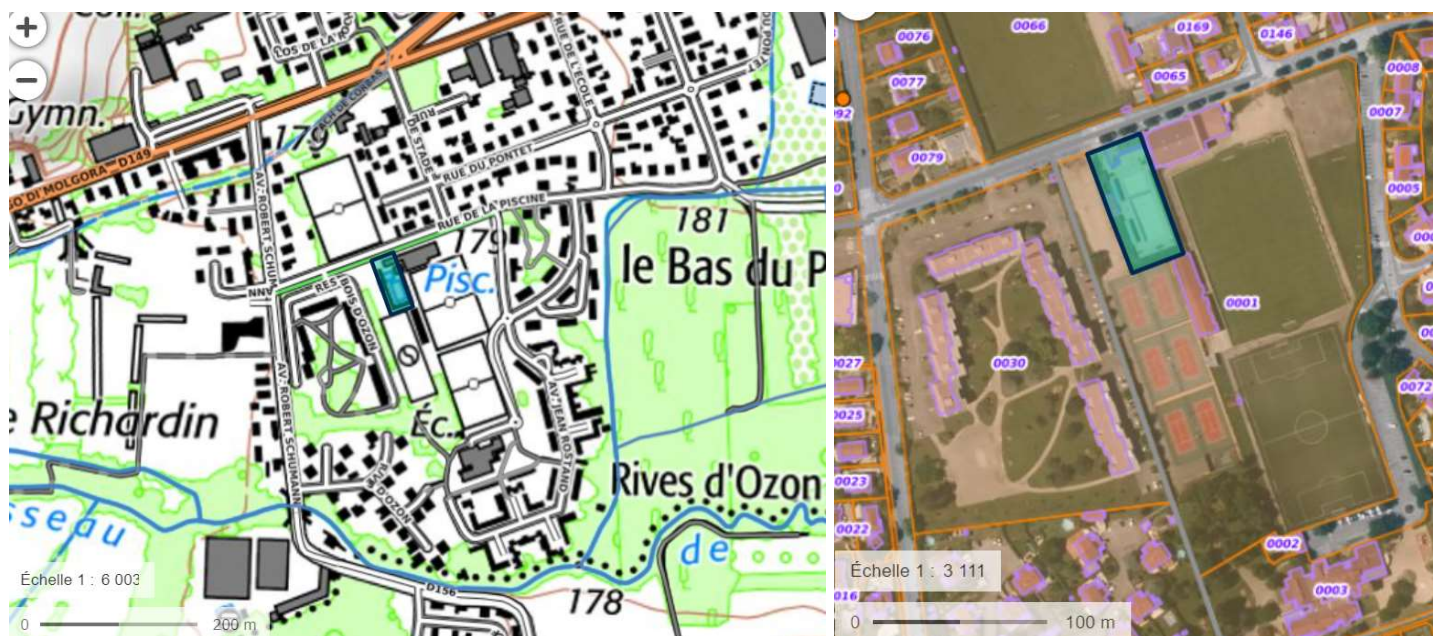


Figure 1 : Localisation de la piscine sur extrait de carte IGN et photographies aériennes avec parcelles cadastrales
(source : site Géoportail de l'IGN)

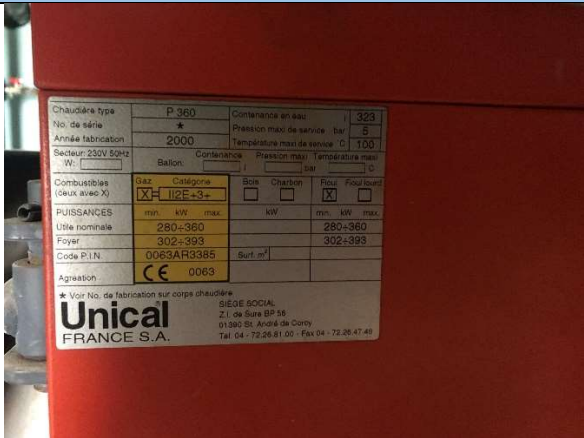
3.2 Equipements actuels

La piscine actuelle comporte :

- **un bâtiment principal** comportant les vestiaires, avec escalier extérieur permettant d'accéder aux 2 bassins ;
- **un local chaufferie**, situé au RDC du bâtiment, **comportant 2 anciens forages** pour l'alimentation de la piscine. Ces 2 forages ont été abandonnés (mais non rebouchés) car ils se sont bouchés suite à la corrosion des crépines acier. Ils étaient équipés par ailleurs de pompes de surface qui ont pris feu par manque d'eau dans les forages ;

- **les bassins sont alimentés par de l'eau de nappe** pompée dans un forage situé à l'extérieur de la piscine côté Ouest (réalisé en 2017 pour remplacer les deux anciens puits corrodés), adjacent au **local filtration** extérieur comprenant les 2 filtres (ballons bleus) et autres équipements de traitement.

La planche photographique ci-après permet d'illustrer le site (visite du 19 décembre 2023) :

Bâtiment de la piscine, rue de la Piscine	Escalier d'accès aux bassins et vestiaires
	
Les deux bassins	Vestiaires au RDC et bureaux à l'étage
	
Local chaufferie au RDC (à niveau rue de la Piscine)	Puissance de la chaudière gaz actuelle : 360 kW
	

Ancien forage 1 dans le local chaufferie	Ancien forage 2 dans le local chaufferie
	
Local de traitement/filtration de l'eau des bassins	Local filtration avec les 2 filtres (ballons bleus)
	
Arrivée de l'eau de forage dans le local filtration	Forage d'alimentation des bassins
	

Planche photographique 1 : Equipements actuels de la piscine (visite du 19 décembre 2023)

3.3 Historique

Les archives dont dispose la commune ne permettent pas de préciser la date de construction de la piscine.

Les photographies aériennes anciennes de l'IGN (site « Remonter le temps ») ont été consultées. Elles montrent que la piscine a été construite **au début des années 60** (entre 1962 et 1965). L'historique est le suivant :

- entre 1942 (plus ancienne photo disponible) et jusqu'en 1962, l'ensemble de la zone est boisé et agricole, le site de la piscine étant occupé par une zone boisée de forme rectangulaire au milieu de parcelles agricoles ;
- 1962 : le stade de la Plaine est apparu à l'est et le stade de rugby au nord est en construction ;
- **1965 : la piscine est construite ;**
- 1966 : les courts de tennis apparaissent au sud ;
- 1978 : l'ensemble de la zone est désormais construit (résidence Bois d'Ozon à l'ouest et lotissements au sud) et se modifiera peu jusqu'à actuellement.

Actuellement



1942



1962



1965



1973



1978



Planche photographique 2 : Photos aériennes historiques (source : site « Remonter le temps » de l'IGN)

3.4 Besoins thermiques et dimensionnement approximatif de la PAC

3.4.1 Principe de la géothermie sur nappe

Dans une installation de géothermie sur eau de nappe, la puissance énergétique est prélevée dans la nappe. L'eau est pompée dans un forage de pompage puis rejetée dans la même nappe dans un forage de rejet. Entre ces deux forages (ou plus, selon les besoins et la productivité de la nappe), un échangeur et une pompe à chaleur (PAC) permettent d'extraire des calories ou des frigories de l'eau de nappe, abaissant ou augmentant sa température : c'est l'écart de température (ΔT) entre pompage et rejet.

La puissance extraite de la nappe (P), le débit prélevé dans la nappe (Q) et l'écart de température pompage / rejet (ΔT) sont liés par la relation suivante :

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = P \text{ (kW)} \times 0,86 / \Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}$$

3.4.2 Besoins thermiques du bâtiment

D'après les indications de M. Moine, pour l'actuelle piscine, les bassins étaient chauffés jusqu'en 2020 à une température de 27°C par une chaudière gaz de puissance 360 kW, fonctionnant environ 3 mois à 3 mois ½ par an (ouverture entre juin et septembre, parfois en mai pour les scolaires).

L'évaluation des besoins thermiques de la future piscine couverte a été effectuée en première approximation par le BE GECAT. Il s'agit **uniquement de besoins de chauffage, estimés à 600 kW (puissance de pointe)**. La puissance extraite de la nappe est reliée à la puissance produite par la PAC via son Coefficient de Performance (COP). **Le débit à prélever/réinjecter dans la nappe est ensuite évalué à partir de cette puissance extraite de la nappe.**

Dans le cas d'un chauffage 100% géothermie, des besoins bâtiment de 600 kW correspondraient à une puissance prélevée sur la nappe de 468 kW pour un COP de 4,5 (*COP minimal imposé par l'ADEME dans le cadre de la subvention de l'installation géothermique*) et 480 kW pour un COP classique de 5.

Une solution mixte pourrait également être envisagée, par exemple à 50% du débit de pointe : la géothermie fournirait les besoins courants et pour les besoins de pointe (quelques jours par an), un complément serait apporté par une chaudière gaz ou autre ; les besoins bâtiments de 300 kW correspondraient à une puissance prélevée sur la nappe de 233 kW (pour un COP de 4,5) et 240 kW (COP de 5).

*NB : Il est à noter que les **critères GMI** (Géothermie de Minime Importance), comme expliqué dans le paragraphe 5.1, comportent une puissance PAC à **500 kW maximum** et un débit de pompage/rejet à **80 m³/h maximum**. L'installation est soumise à **déclaration** au titre du Code Minier si elle respecte ces seuils, à autorisation si elle les dépasse (soit une procédure plus longue, d'une durée d'environ 1 an).*

3.4.3 Débit prélevé/réinjecté dans la nappe

Pour une puissance prélevée sur la nappe de 468-480 kW et un ΔT de 5°C, le **débit de pointe serait de 80-82 m³/h**. Pour une puissance prélevée sur la nappe moitié moindre (50% du débit de pointe) de 233-240 kW et un ΔT de 5°C, le **débit de pointe serait de 40-41 m³/h**. L'augmentation du ΔT peut permettre par ailleurs de réduire les débits.

L'évaluation de ces besoins devra être affinée par un BE Fluides dans le cadre de la poursuite du projet, avec l'estimation des **besoins mensuels moyens et de pointe**, ainsi que les volumes annuels prélevés/réinjectés selon les durées de fonctionnement journalières et mensuelles.

4 Contexte géologique, hydrogéologique et environnemental

4.1 Contexte géographique et hydrologique

Le site se trouve à une **altitude de 179 m NGF dans la vallée de l'Ozon** (cf. Figure 2). La zone est sensiblement plane.

L'Ozon se situe **environ 350 m au sud**. Elle s'écoule ici à une altitude de 177 m NGF d'après le site Géoportail de l'IGN, soit 2 m plus bas que la piscine.

La rivière s'écoule d'Est en Ouest jusqu'à sa confluence avec le Rhône environ 4 km à l'Ouest du site.

Le ruisseau des Manges se situe environ 250 m à l'Est du site ; il borde les lotissements et s'écoule du nord au sud pour rejoindre l'Ozon.



Figure 2 : Localisation de la piscine sur extrait de carte IGN (source : site Géoportail de l'IGN)

L'Ozon se jette dans la branche canalisée (Est) du Rhône à Sérézin-du-Rhône, après être passée sous la voie ferrée et l'A7.

Une station hydrométrique sur l'Ozon est présente à Sérézin-du-Rhône, environ 3,5 km en aval du site et 500 m en amont du Rhône.

Les débits caractéristiques de l'Ozon sont les suivants, établis sur la série de données de 5 ans ½ entre le 04 octobre 2018 et le 11 février 2024 :

Débits caractéristiques	Valeur (m ³ /s)
Module (débit moyen annuel)	0,467 m ³ /s (≈ 1 680 m ³ /h)
Débits moyens mensuels	0,348 m ³ /s (août) à 0,606 m ³ /s (décembre)
Débits moyens journaliers extrêmes	minimum 0,257 m ³ /s (le 10/09/2023) maximum 10,3 m ³ /s (le 11/05/2021)
Débits instantanés extrêmes	minimum 0,238 m ³ /s (le 23/09/2019) maximum 18,9 m ³ /s (le 11/05/2021)
Débit d'étiage QJ355, dépassé 355j/an	0,284 m ³ /s (≈ 1 020 m ³ /h)

Tableau 1 : Débits caractéristiques de l'Ozon à Sérézín-du-Rhône (source : Portail hydro)

Ainsi le débit de crue de l'Ozon à Sérézín-du-Rhône est de 18,9 m³/s et son débit d'étiage QJ355 est de 0,284 m³/s soit environ 1 000 m³/h, mesurés sur la période 2018-2024.

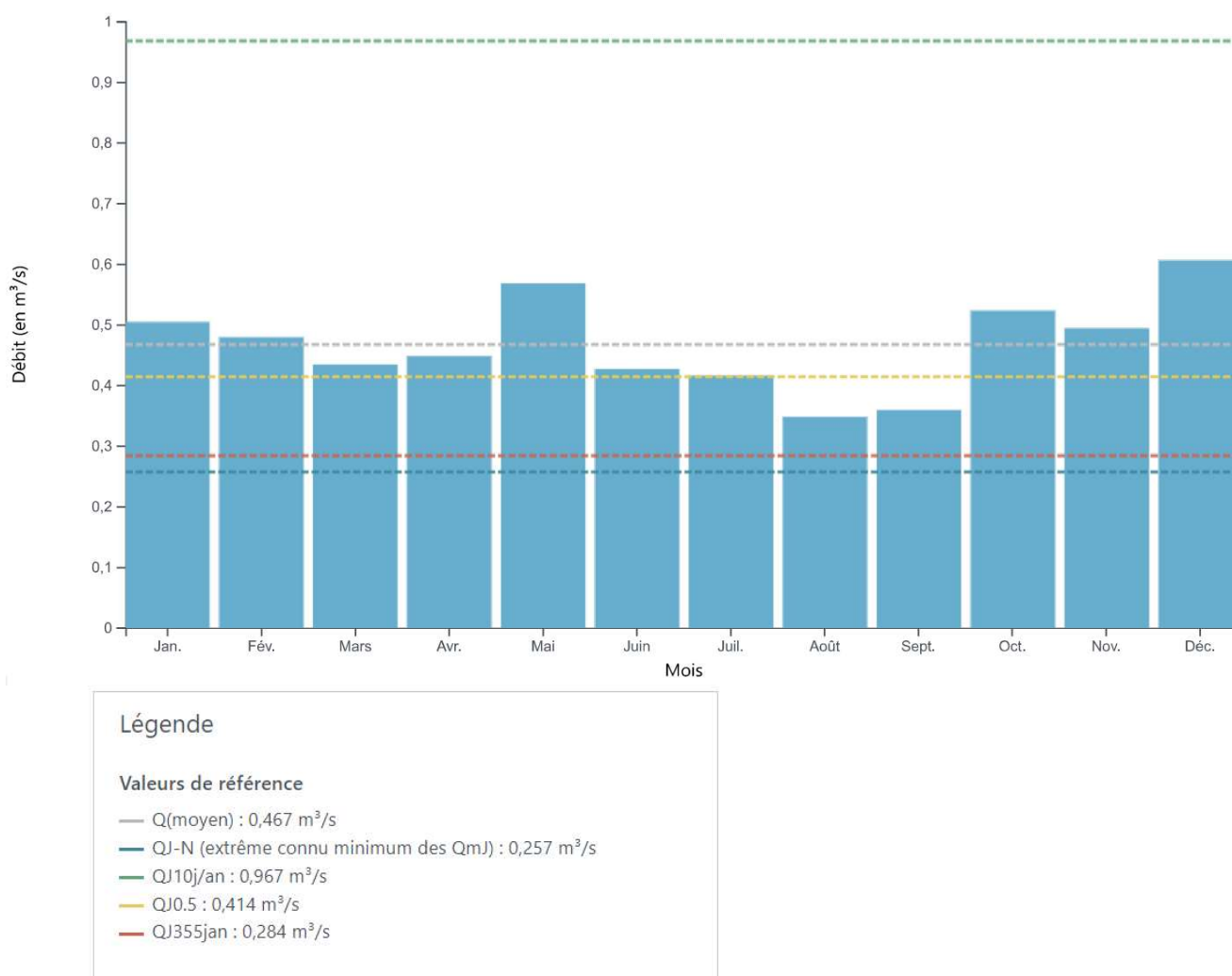


Figure 3 : Débits moyens mensuels de l'Ozon à Sérézín-du-Rhône (source : Portail hydro)

Les glaciers déposent lors de leurs retraits des **moraines glaciaires**, qui subsistent aujourd'hui sur les collines molassiques ; entre ces collines et buttes, dans les anciennes vallées creusées dans la molasse, se sont déposées au cours du Würm les **alluvions fluvioglaciaires**, qui constituent les « **couloirs fluvioglaciaires de l'Est lyonnais** ». Du nord au sud, ils sont dénommés : couloir de Meyzieu, couloir de Décines et couloir d'Heyrieux (Figure 5).

Le **couloir d'Heyrieux** se divise en deux branches de part et d'autre de la butte morainique de Corbas : la partie nord « Heyrieux aval Vénissieux » s'étale jusqu'à la vallée du Rhône à Vénissieux, la **partie sud « Heyrieux aval Ozon »** emprunte le « couloir de l'Ozon ».

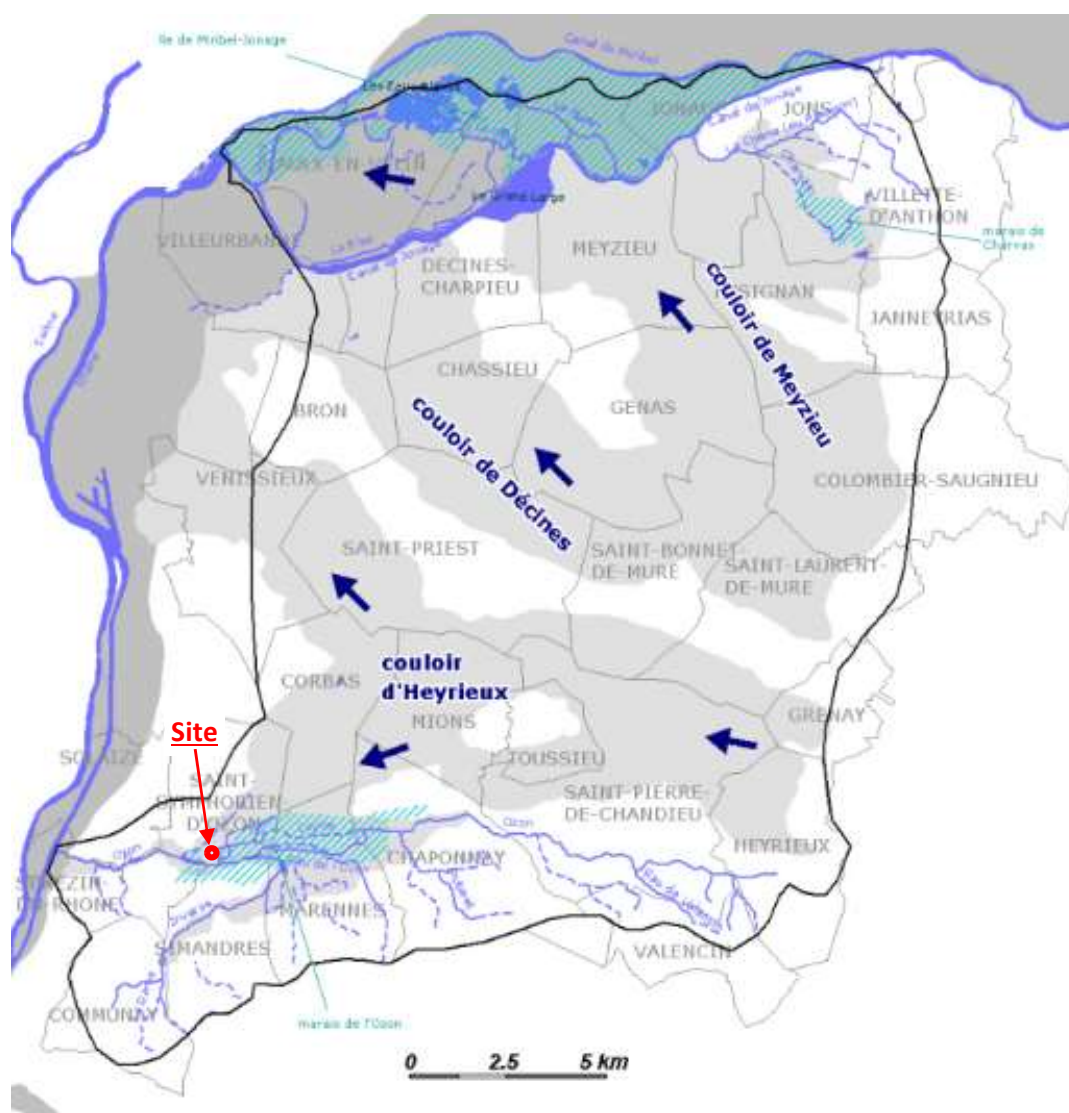
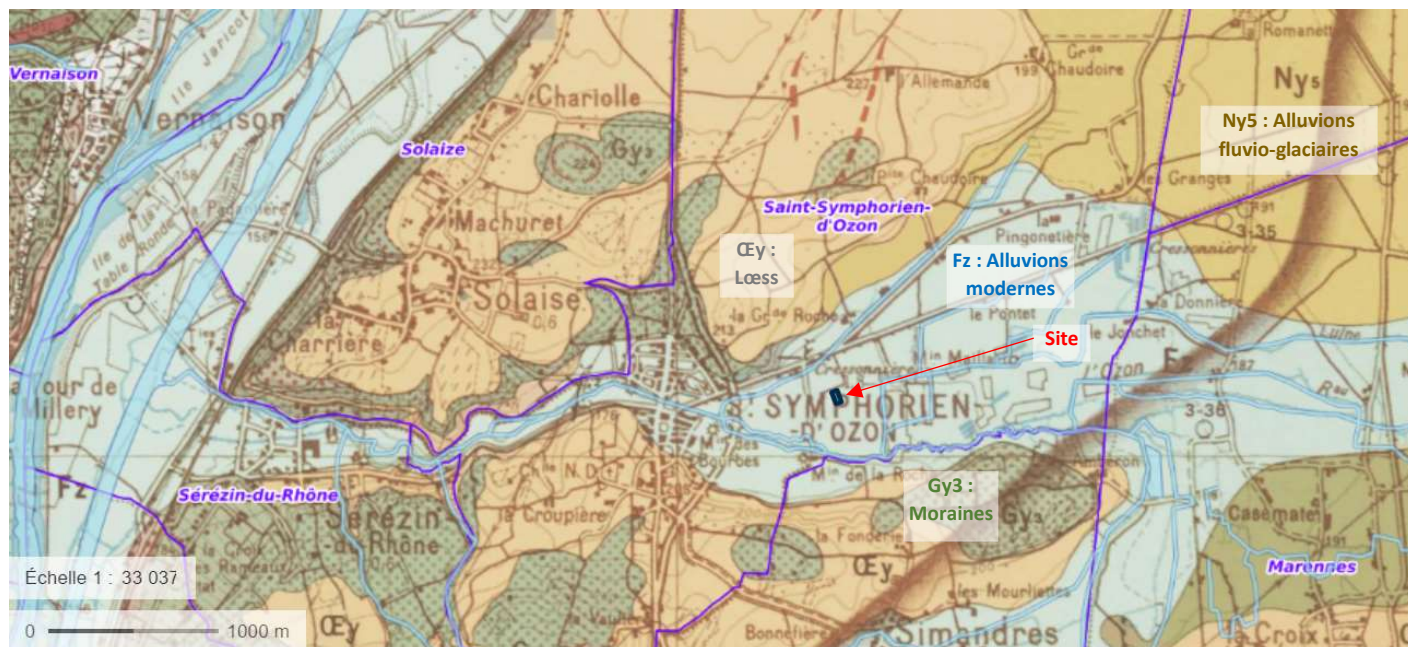


Figure 5 : Couloirs fluvi-glaciaires de l'Est Lyonnais
(source : document de synthèse du PGRE du SAGE de l'Est Lyonnais, 2018)

4.2.2 Géologie locale

Le site est localisé dans son contexte géologique sur la Figure 6 ci-dessous (centre de la carte géologique BRGM au 1 : 50 000 N°722 Givors).



Seuls affleurent les terrains quaternaires à Saint-Symphorien d'Ozon : alluvions modernes de l'Ozon (Fz), alluvions fluvioglaciaires (Ny5), moraines (phase Gy3), loess (CËy). La molasse miocène constitue le substratum de ces formations quaternaires. Le site se trouve au **milieu de l'affleurement des alluvions**, qui s'élargit dans ce secteur, formant un marais en amont du centre-ville de Saint-Symphorien d'Ozon. Les formations géologiques en présence sont décrites ci-dessous d'après la notice géologique et la bibliographie régionale.

Les formations quaternaires

CËy Loess : dépôt éolien fin, friable, siliceux et calcaire, avec concrétions carbonatées (poupées, rhizocolles) recouvrant les formations glaciaires sur les plateaux, d'une épaisseur de quelques décimètres à quelques mètres.

Fz Alluvions fluviales modernes : alluvions sablo-caillouteuses et polygéniques, souvent du matériel glaciaire remanié par les eaux

Gy Moraines : les **moraines** sont les roches arrachées aux reliefs par le glacier lors de son avancée, puis déposées au fur et à mesure de son retrait. Elles comportent généralement une importante fraction argileuse (« argiles à blocs » : mélange hétérogène de boues calcaires, argileuses et micacées, de sables, de cailloutis à galets triés avec présence sporadique de blocs erratiques) ainsi que des faciès caillouteux. Leur épaisseur est d'environ 10 à 40 m. Elles sont dénommées selon les stades de retrait du glacier : Gy1 stade du maximum würmien, Gy2 stade de Fourvière, **Gy3 stade de Communay**, Gy4 stade de Saint-Just-Chaleyssin, Gy5 stade de Grenay.

Gy3 Moraines du stade de Communay : ce sont les moraines déposées lors du 3^{ème} stade de retrait du glacier dit de Communay, qui constituent les plateaux et collines de Corbas et de Communay.

FGy Alluvions fluvio-glaciaires würmiennes / Ny Nappes de raccordement fluvioglaciaires : de même que les moraines, les alluvions fluvio-glaciaires sont associées aux différents stades de retrait du glacier würmien ; elles remplissent les anciennes vallées et dépressions de la région.

Les **alluvions fluvio-glaciaires** se sont constituées au cours du retrait du glacier : en s'écoulant à l'avant du glacier, les eaux de fusion ont étalé le matériel morainique et ont percolé longuement à travers lui, lessivant les fractions argileuses pour ne laisser que les matériaux grossiers (sables et graviers voire blocs). Le faciès dominant des alluvions fluvioglaciaires est sablo-graveleux à caillouteux.

Ny5. Nappes de raccordement du stade de Grenay : ce sont les alluvions qui constituent les couloirs d'écoulement dits **couloirs de l'Est lyonnais** de la rive gauche du Rhône ; du Nord au Sud les couloirs de Meyzieu, Décines, Heyrieux. Les moraines du stade de Grenay ont été remaniées et déposées par les eaux de fonte du lobe lyonnais des glaciers alpins.

Le substratum : la molasse miocène

Molasse miocène : elle constitue le soubassement (substratum) des formations glaciaires et fluvio-glaciaires. Elle n'affleure pas à Saint-Symphorien-d'Ozon mais s'étale sur de vastes surfaces plus au sud. Elle est constituée de **sables calcaires et micacés, jaune clair ou gris, à grain fin, plus ou moins cimentés et consolidés en grès**.

Son épaisseur peut atteindre plusieurs centaines de mètres mais est réduite à environ 100 m au droit de la piscine, d'après les cartes du toit (< 170 m NGF) et du mur (entre 50 et 100 m NGF) de l'entité aquifère MIO2 décrite par le BRGM/Agence de l'Eau. Cet amenuisement est lié à la remontée du socle cristallophyllien (gneiss du Pilat), qui affleure à l'ouest au niveau du centre-ville de Saint-Symphorien-d'Ozon.

4.2.3 Coupe géologique prévisionnelle au droit du site

D'après les données disponibles dans la Banque de Données du Sous-sol (BSS), l'ensemble des forages et puits dans un rayon de près d'1 km autour du site **capte les alluvions**. Le forage de l'école des Marais, réalisé en 2023, ne dispose pas encore de N°BSS mais la coupe foreur nous a été transmise par la commune de Saint Symphorien d'Ozon.

Lorsque les coupes géologiques des forages sont disponibles, elles décrivent **une couche d'argiles marron en tête, d'épaisseur 2 à 3 m, puis les alluvions jusqu'à environ 8 m de profondeur**, voire plus dans certains secteurs plus proches de la rivière (le forage de l'école des Marais indique des graviers jusqu'à 16 m de profondeur, tandis que le forage 07223X0160, situé environ à la même distance de la rivière, indique des argiles noires à partir de 8 m de profondeur). Certains forages décrivent une couche d'argile noire à la base des alluvions (forages 07223X0160 et 177).

Ces forages n'atteignent pas le substratum (molasse miocène), hormis deux forages situés en bordure de la large d'affleurement des alluvions, dont les coupes géologiques décrivent :

- au sud (forage °BSS 07223X0192), à flanc de coteau (Z sol 192 m NGF soit +20m / vallée) : de la « roche » dès 2 m de profondeur, qu'on peut supposer être de la molasse grésifiée ;
- au nord (forage N°BSS 07223X0248), des alluvions jusqu'à 8 m puis de 8 à 9,5 m de la « roche ».

Les alluvions, d'environ 5 m d'épaisseur, sont décrites comme composées de 70 à 90% de graviers gros à moyens et de 10 à 30% de sables fins à grossiers, donc de granulométrie grossière prédominante.

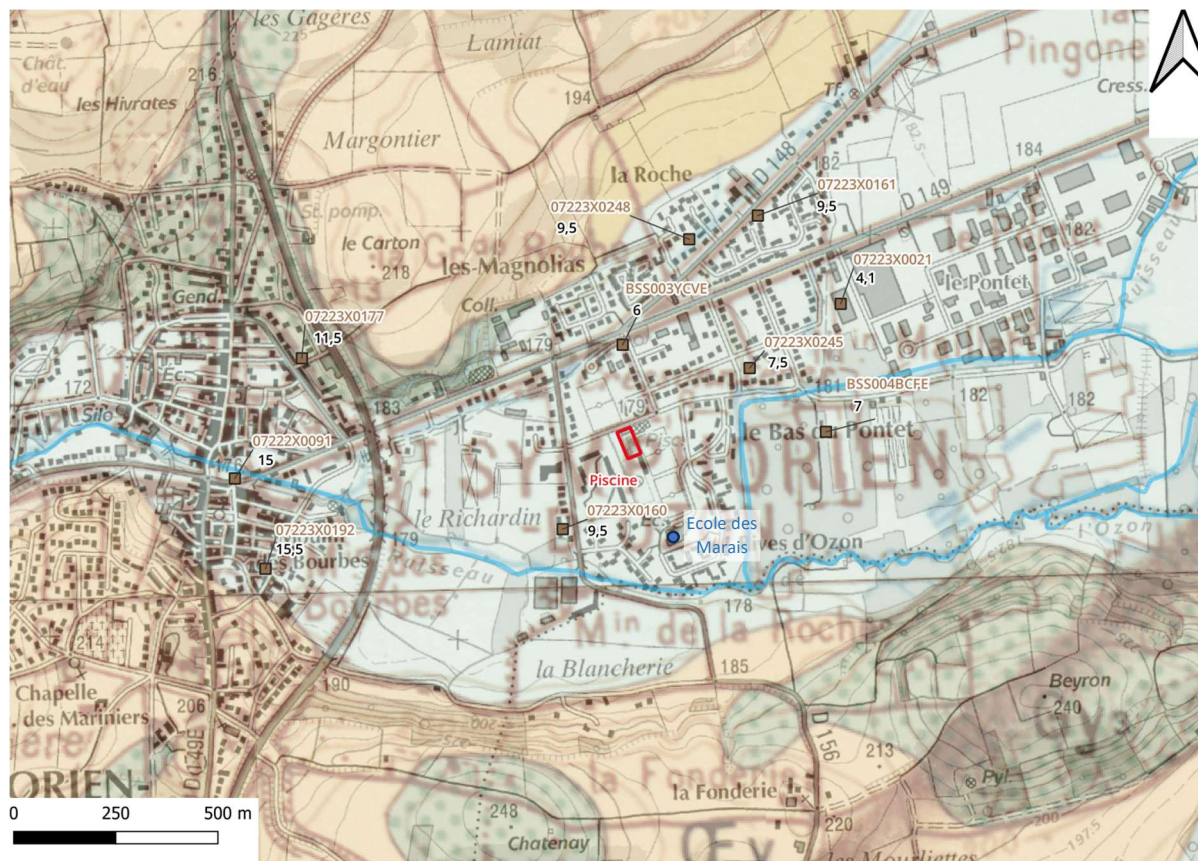


Figure 7 : Forages BSS avec coupes

N° BSS	Nom de l'ouvrage/ localisation	Z sol	Date	Prof. (m)	Coupe
07222X0091	S (4 sondages S S2 S3 S4)	176	1965	15	0-3m : remblais 3-5m : argile limoneuse grise et jaune (5-7m : graviers sableux et qqs galets sur S1) 5/7-15m : sables gris, graviers et qqs galets
07223X0021	Puits SOMER	182	1963	4,1	0-1m : remblais + terre végétale 1-1,7m : marne compacte puis marne et graviers 1,7-3,6m : graviers moyens, sableux en tête 3,6-4,1m : gros graviers et galets
07223X0160	Avenue Robert Schumann	177	2004	9,5	0-1m : terre végétale 1-2m : argile marron 2-8m : 80% gros gravier roulé et concassé, 20% sable fin à grossier 8-9m : argile compacte noire
07223X0161	Allée Jules Lafargue	180	2004	9,5	0-1m : terre végétale 1-9m : 70% gros gravier roulé et concassé, 30% sable fin à moyen
07223X0177	18 avenue du Champ de Mars	197	2005	11,5	0-1m : terre végétale 1-4m : argile marron 4-9m : sable moyen 4-8m puis fin à moyen 8-9m 9-10m : 95% gravier moyen roulé et concassé légèrement sableux (5% sable moyen) 10-11,5m : argile noire puis beige légèrement sableuse (5% sable fin 10-11m)
07223X0192	F1	199	2006	15,5	0-2m : remblais 2-15,5m : roche ou rocher

Communauté de Communes du Pays de l'Ozon
Projet de géothermie sur nappe à la future piscine couverte intercommunale de Saint-Symphorien d'Ozon (69)
Etude de faisabilité hydrogéologique et géothermique

N° BSS	Nom de l'ouvrage/ localisation	Z sol	Date	Prof. (m)	Coupe
07223X0245	F	179	2007	7,5	0-1m : terre végétale 1-3m : argile marron 3-7,5m : 90% gravier roulé et concassé (50% gros 40% moyen) 10% sable moyen
07223X0248	F	168	2006	9,5	0-1m : terre végétale 1-3m : argile grise puis marron sableuse 3-8m : 70% gravier roulé et concassé (50% gros 20% moyen) 30% sable moyen 8-9,5m : roche ou rocher
BSS003YCVE	Pz6CCPO SIAVO Rue du Stade	178.5	2008	6	0-2m : remblai 2-7,4m : sable et gravier
BSS004BCFE	Les Marais (Jonchet et Bas Pontet)	178	2012	7	0-2m : argile marron puis brune et grise 2-3m : 50% argile grise 50% gros gravier roulé et concassé 3-6m : 100% gravier roulé et concassé (10-20% gros, 30-60% moyen, 20-50% petit) 6-8m : 50% gravier roulé et concassé (20% gros 30% moyen), 50% sable grossier
En attente	Ecole des Marais	178,6	2023	16	0-1m : terre végétale 1-3m : argile verte et grise 3-16m : 60% gravier roulé et concassé (30% gros 30% moyen) 40% sable moyen

Tableau 2 : Forages BSS avec coupes lithologiques

4.3 Contexte hydrogéologique

Trois aquifères sont présents à Saint-Symphorien d'Ozon :

- **les alluvions de l'Ozon et les alluvions fluvioglaciaires** (en continuité hydraulique) ;
- **la molasse miocène** (sous-jacente aux alluvions).

Les éléments présentés ci-après sont issus d'une synthèse des fiches masses d'eau AERMC/BRGM, de l'étude régionale sur la molasse (BRGM 2009), de l'état des lieux du SAGE de l'Est lyonnais (2005), ainsi que du rapport Lombardi de suivi annuel du réseau du SAGE de l'Est lyonnais (2022).

4.3.1 Alluvions de l'Ozon et alluvions fluvioglaciaires

Les deux aquifères sont en **continuité hydraulique** et il s'agit donc d'une seule et même nappe, les alluvions de l'Ozon étant à la fois recouvrantes et latérales aux alluvions fluvioglaciaires. **La rivière Ozon constitue l'exutoire des alluvions fluvio-glaciaires**, l'écoulement s'effectuant d'Est en Ouest dans le couloir d'Heyrieux-Ozon.

La masse d'eau est dénommée : « **FRDG334 Couloirs de l'Est lyonnais (Meyzieu, Décines, Mions) et alluvions de l'Ozon** ».

4.3.1.1 Description générale des alluvions

Lithologie

L'aquifère des alluvions fluvio-glaciaires est constitué de **sables, graviers et cailloutis**. Les alluvions de l'Ozon sont constituées des mêmes alluvions fluvio-glaciaires remaniées par les eaux. Les coupes lithologiques du secteur décrivent également des argiles en tête et parfois sous les alluvions.

Géométrie

L'étendue de l'aquifère des alluvions fluvio-glaciaires se limite aux alluvions déposées en amont des couloirs et dans les trois couloirs de Meyzieu, Décines-Chassieu et Heyrieux-Vénissieux (du nord au sud). Leur épaisseur est généralement d'une trentaine de mètres mais peut atteindre des épaisseurs plus importantes à la faveur de surcreusements (50 mètres dans le couloir d'Heyrieux et 70 mètres dans le couloir de Meyzieu).

Le **couloir d'Heyrieux** se divise en deux branches de part et d'autre de la butte morainique de Corbas : la partie nord « Heyrieux aval Vénissieux » s'étale jusqu'à la vallée du Rhône à Vénissieux, la partie sud « Heyrieux aval Ozon » emprunte le « couloir de l'Ozon ». La fiche masse d'eau « RHD13-152J1 Alluvions de l'Ozon » précise que « *l'Ozon a creusé son lit dans les formations molassiques et fluvioglaciaires de l'Est lyonnais. La vallée s'élargit dans la partie aval de la rivière, du fait de la présence d'un seuil formé par le socle cristallophyllien [présent avant] la vallée du Rhône. Les alluvions modernes sablo-caillouteuses et polygéniques ainsi que les alluvions fluvioglaciaires sous-jacentes sont alors bien développées sur les communes de Chaponnay, Marennes et Saint-Symphorien. Elles peuvent atteindre une épaisseur n'excédant pas 15 à 17 m.* »

Type d'aquifère

L'aquifère est poreux. La nappe est libre sur la majeure partie de la surface des couloirs ; cependant à Saint Symphorien d'Ozon, elle est vraisemblablement en charge du fait d'une couverture argileuse de 2 à 3 m d'après les coupes géologiques des forages BSS. Le niveau d'eau se situe à environ 1,1 à 2 m de profondeur par rapport au sol (niveau d'eau ≈ 177 m NGF selon le suivi ADES dans le piézomètre Pz6 CCPO pour un niveau du sol à 179 m NGF, et mesure effectuée à 1,1m/sol le 19 décembre 2023, voir paragraphe 4.3.1.2 suivant).

Vulnérabilité

En amont de Saint Symphorien d'Ozon, l'aquifère est affleurant et ne bénéficie d'aucune couverture argileuse ; il est donc très vulnérable à toute pollution superficielle. A Saint Symphorien d'Ozon, la couverture argileuse de 2 à 3 m d'épaisseur lui confère une certaine protection.

Transmissivité et porosité

La transmissivité de l'aquifère est importante : elle se situe entre environ 1 et $2.10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ (Tableau 3), pour une porosité de 5 à 10%.

Alimentation

L'alimentation de la nappe provient :

- de l'infiltration directe des précipitations au droit des affleurements fluvioglaciaires (qui sont dépourvus de couverture argileuse sauf à Saint-Symphorien d'Ozon) ;
- des apports de bordures : ruissellement des eaux sur les collines morainiques et pluie efficace s'infiltrant à travers les moraines avant de rejoindre la nappe fluvioglaciaire ;
- de l'apport de la molasse miocène sous-jacente, en charge.

Écoulement

L'écoulement s'effectue d'Est en Ouest dans la branche de l'Ozon, plus exactement ENE-OSO. Le gradient hydraulique moyen dans le couloir d'Heyrieux est de 3‰ et les vitesses d'écoulement ont été estimées à 5 à 10 m/j (Tableau 3 ci-dessous), soit un temps de renouvellement de la nappe d'environ 5 ans.

Exutoire

La rivière Ozon prend naissance au niveau de la couverture argileuse de Saint-Symphorien-d'Ozon ; cet encaissant argileux lui permet de drainer localement mais de manière importante la nappe.

Prélèvements

Le couloir d'Heyrieux est très sollicité par des prélèvements industriels dans sa branche nord et d'irrigation collective dans sa partie médiane. La branche sud de l'Ozon fait l'objet de quelques prélèvements, agricoles, domestiques et industriels (cf. Tableau 9 et Figure 23).

	Puissance	Toit de la nappe	Perméabilité	Transmissivité	Vitesses d'écoulement
Couloir Meyzieu	~ 30 m Jusqu'à 70 m	10 à 35 m	7.10^{-3} et 10.10^{-3} m/s	0,1 et 1,5 m ² /s	5 à 10 m/j
Couloir Décines	25 à 30 m	15 à 20 m	7.10^{-3} à 15.10^{-3} m/s	0,02 à 0,15 m ² /s	5 m/j
Couloir Heyrieux	30 à 50 m (amont) 20 m (aval)	10 à 20 m jusqu'à 40 m (amont) 0 à 5 m (Ozon)	8.10^{-3} à $9,5.10^{-3}$ m/s	0,11 à 0,23 m ² /s	5 à 10 m/j

Tableau 3 : Comparaison des caractéristiques des 3 couloirs d'alluvions fluvioglaciaires (source : rapport Lombardi 2022)

4.3.1.2 Suivi piézométrique des alluvions fluvio-glaciaires

Deux piézomètres intégrés au réseau de suivi quantitatif et qualitatif du SAGE de l'Est lyonnais sont situés sur la commune de Saint Symphorien d'Ozon :

- **un piézomètre quantitatif** à environ 200 m au Nord de la piscine : **Pz6 CCPO** (N°BSS BSS003YCVE), équipé d'une sonde enregistreuse depuis 2018 ; il constitue **un des 7 points nodaux du SAGE**, dans le cadre du Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE) et les données sont disponibles sur le portail ADES (données sur les eaux souterraines) ;
- **un piézomètre qualitatif** à environ 700 m à l'Est de la piscine : le **puits de la cressonnière Bertholier** (N°BSS 07223C0107).

Un suivi de la rivière Ozon est également en place depuis 2018 : « Station Ozon » située peu avant la confluence avec le Rhône.

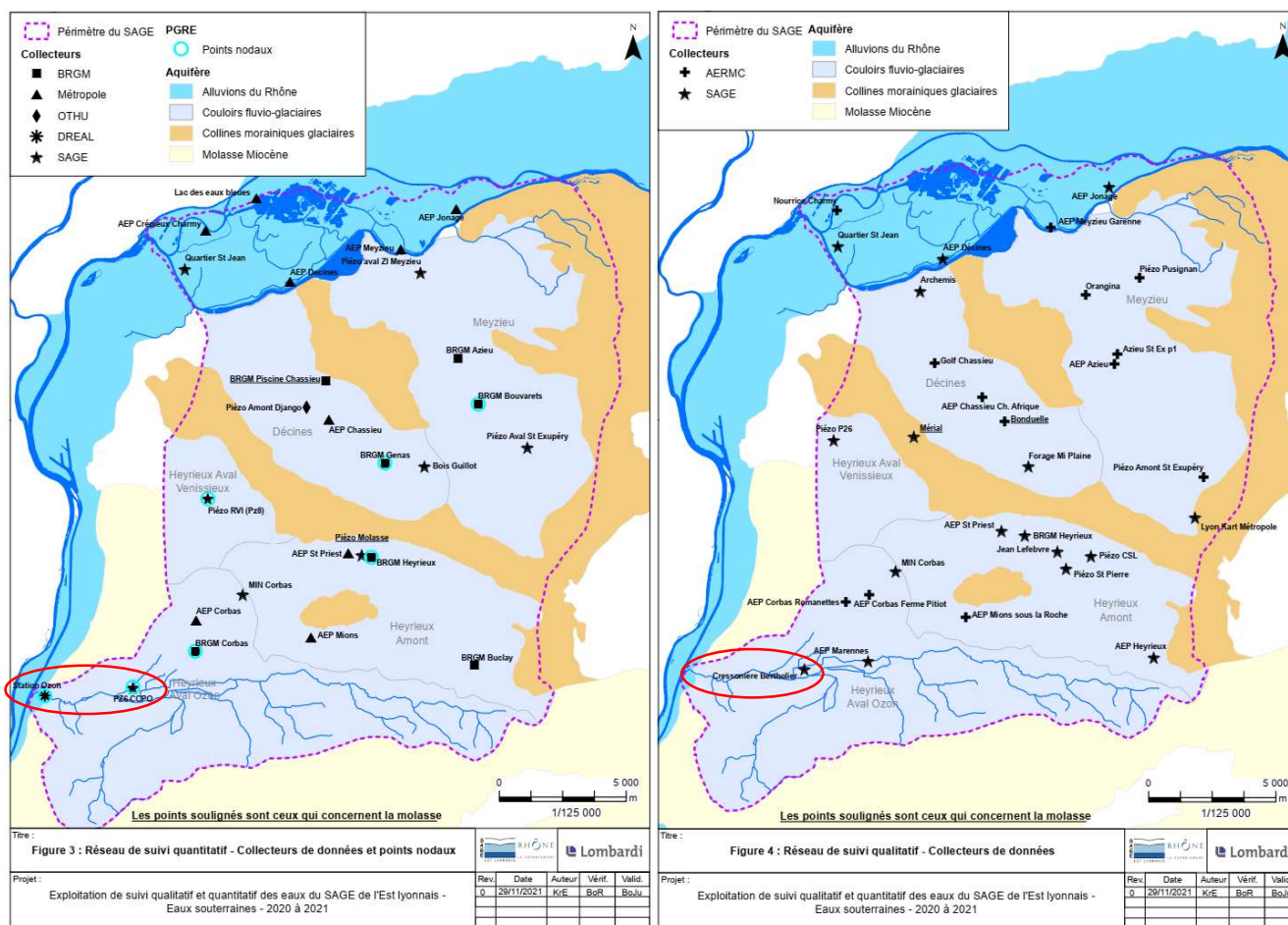


Figure 8 : Piézomètres de suivi quantitatif et qualitatif du réseau SAGE de l'Est lyonnais

Cartes piézométriques régionales

Dans le cadre de l'étude **BRGM de la molasse** en **2009**, une campagne piézométrique sur la nappe fluvioglaciaire a été réalisée en octobre-novembre 2008. Elle est visible sur la Figure 9 ci-dessous. Le site se trouve à proximité et en amont de l'isopièze 175 m NGF.

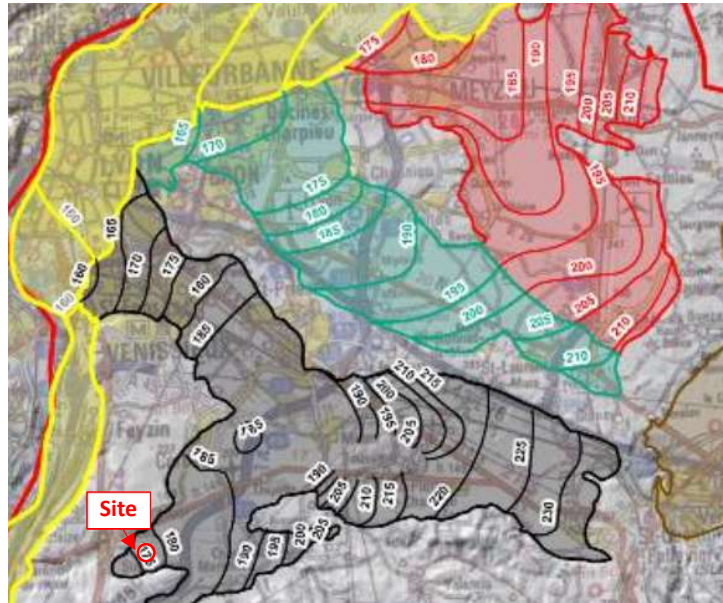


Figure 9 : Carte piézométrique BRGM 2009 (source : rapport BRGM molasse 2009)

La nappe fluvioglaciaire fait par ailleurs l'objet d'une **modélisation hydrogéologique** dans le cadre du **Plan de Gestion de la nappe de l'Est lyonnais** (modèle **NAPELY** réalisé par BURGEAP), modèle mis à jour régulièrement avec les données de suivi piézométrique. La piézométrie recalculée en **janvier 2012** est présentée sur la Figure 10. Le site se trouve **entre les isopièzes 178 et 176 m NGF**. On remarque un ralentissement de l'écoulement dans le secteur du site (aplatissement du gradient), correspondant à la vallée de l'Ozon.

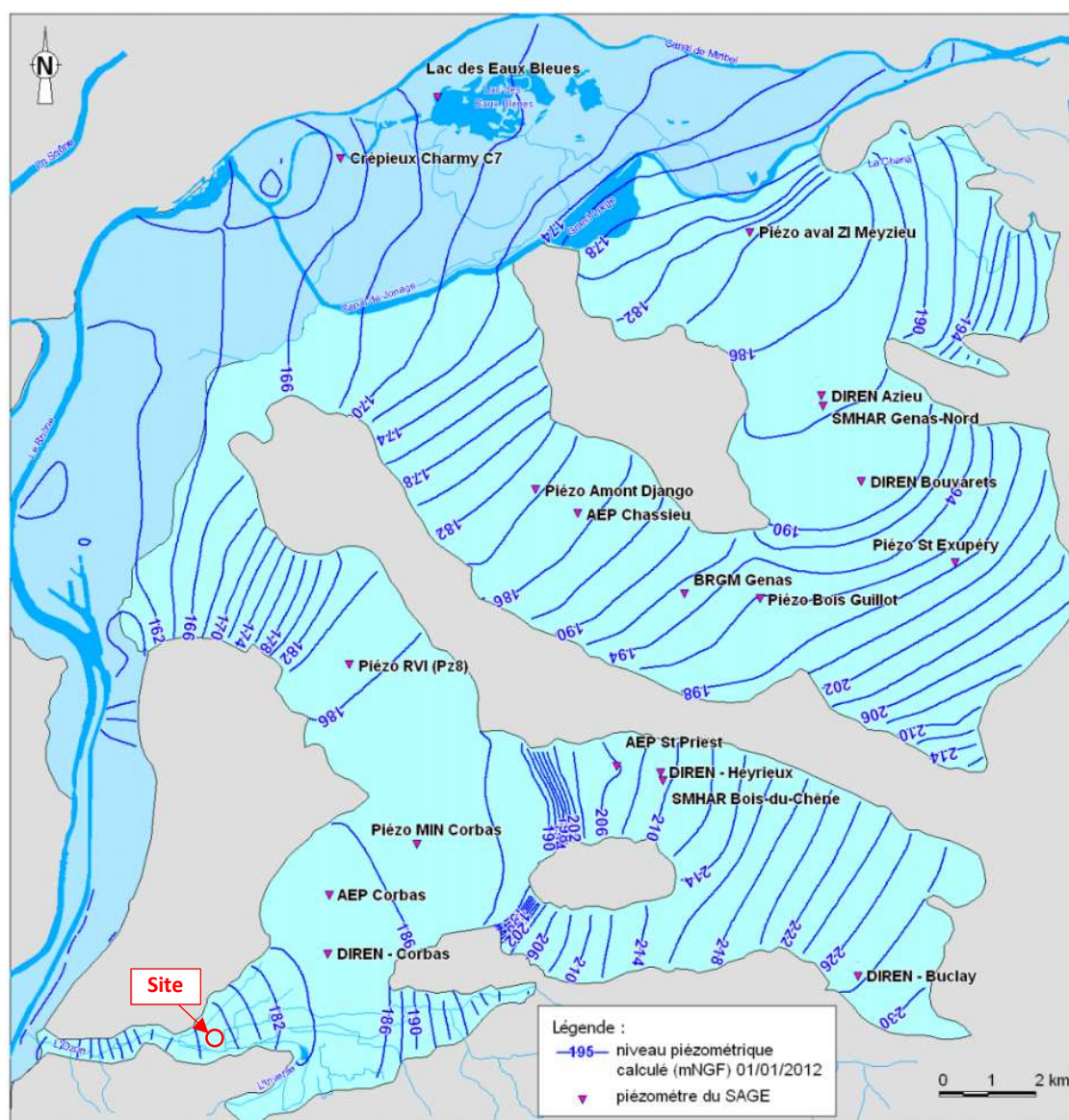


Figure 10 : Modèle NAPELY calculé janvier 2012 (source : rapport BURGEAP 2013)

Suivi piézométrique régional ADES

Le piézomètre quantitatif ADES Pz6 CCPO suit les alluvions de l'Ozon, il se situe environ 200 m au nord de la piscine.

Le niveau de nappe est très stable à environ 177 m NGF entre 2018 et 2021. Les fluctuations mesurées sont faibles, de l'ordre d'une vingtaine de centimètres en général, avec un pic à 177,5 m NGF en mai 2021. Cette stabilité du niveau est liée d'une part au drainage fort effectué par la rivière Ozon, qui écrête les pics de pluviométrie, et d'autre part à l'aplatissement de la nappe dans le secteur en amont du seuil de remontée du socle cristallophyllien à Saint-Symphorien d'Ozon.

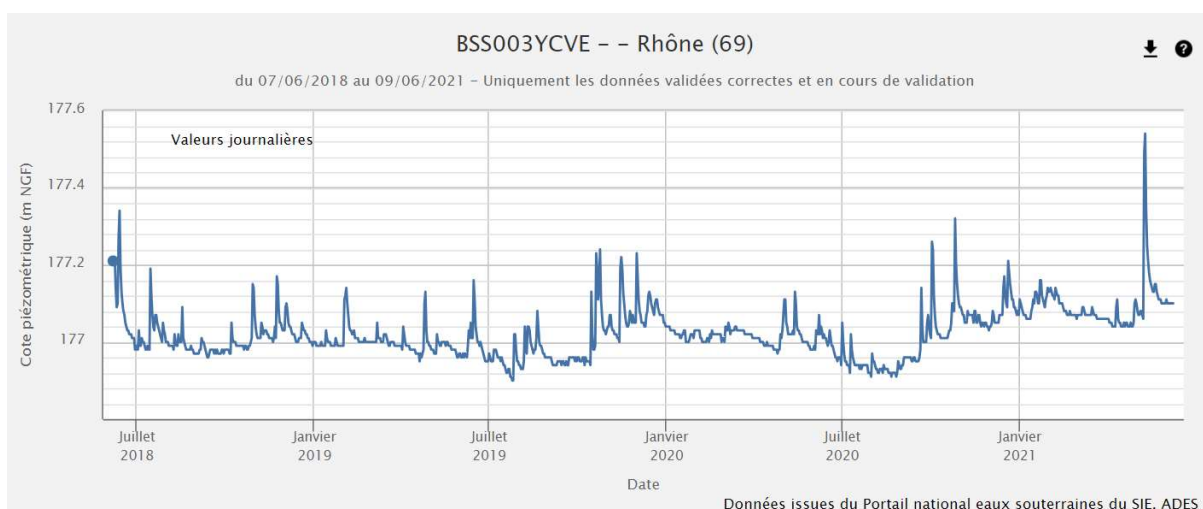


Figure 11 : Variations piézométriques des alluvions de l'Ozon au piézomètre ADES Pz6 CCPO
(source : ADES BSS003YCVE, 2018-2021)

Suivi piézométrique SAGE de l'Est lyonnais (comparaison à la pluviométrie et point nodal PGRE)

Le département du Rhône et le SAGE de l'Est lyonnais réalisent un suivi quantitatif de la nappe fluvioglaciaire dans le cadre de son **Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE)**. 7 piézomètres constituent des points nodaux, à partir desquels sont définis des niveaux piézométriques seuils, qui déclenchent des règles de gestion de la nappe ; le piézomètre **Pz6 CCPO est un de ces points nodaux**.

- **NPA ou niveau piézométrique d'alerte** « niveau piézométrique de début de conflits d'usage et de premières limitations de pompages ; si cette valeur est franchie, cela signifie que soit la recharge par la pluie est insuffisante, soit les prélèvements sont trop forts par rapport à cette recharge » -> **NPA = 175,8 m NGF sur Pz6 CCPO ;**
- **NPCR ou niveau piézométrique de crise renforcée** est un « niveau à ne jamais dépasser ; il correspond à une interdiction des pompages à l'exception de l'alimentation en eau potable (laquelle peut également faire l'objet de restrictions) » -> **NPCR = 175,3 m NGF sur Pz6 CCPO.**

NB : ces niveaux d'alerte et de crise sont issus d'une extrapolation pour Pz6 CCPO ; en effet des niveaux d'alerte et de crise avaient été définis initialement dans un autre piézomètre pour garantir le maintien en eau de la zone humide de la roselière (selon l'étude de caractérisation de la zone humide par Burgeap en 2012) ; ce piézomètre ayant été détérioré depuis, les niveaux d'alerte et de crise ont été extrapolés au Pz6 CCPO, et ils doivent faire l'objet d'un ajustement éventuel.

Les niveaux NPA et NPCR n'ont pas été atteints sur Pz6 CCPO depuis 2018, puisque le niveau minimal mesuré a été de 176,9 m NGF (soit plus d'1 m au-dessus du niveau d'alerte NPA).

Les graphiques issus du rapport Lombardi 2022 sont présentés ci-après : piézomètre Pz6 CCPO, rivière Ozon et pluviométrie.

L'Ozon présente une corrélation rapide avec la pluviométrie, mais avec une faible amplitude de variations. La piézométrie de Pz6 CCPO présente des variations quasi-invisibles hormis pour les pluviométries plus importantes (> 40 mm) où des variations d'environ 20 à 40 cm peuvent être observées.

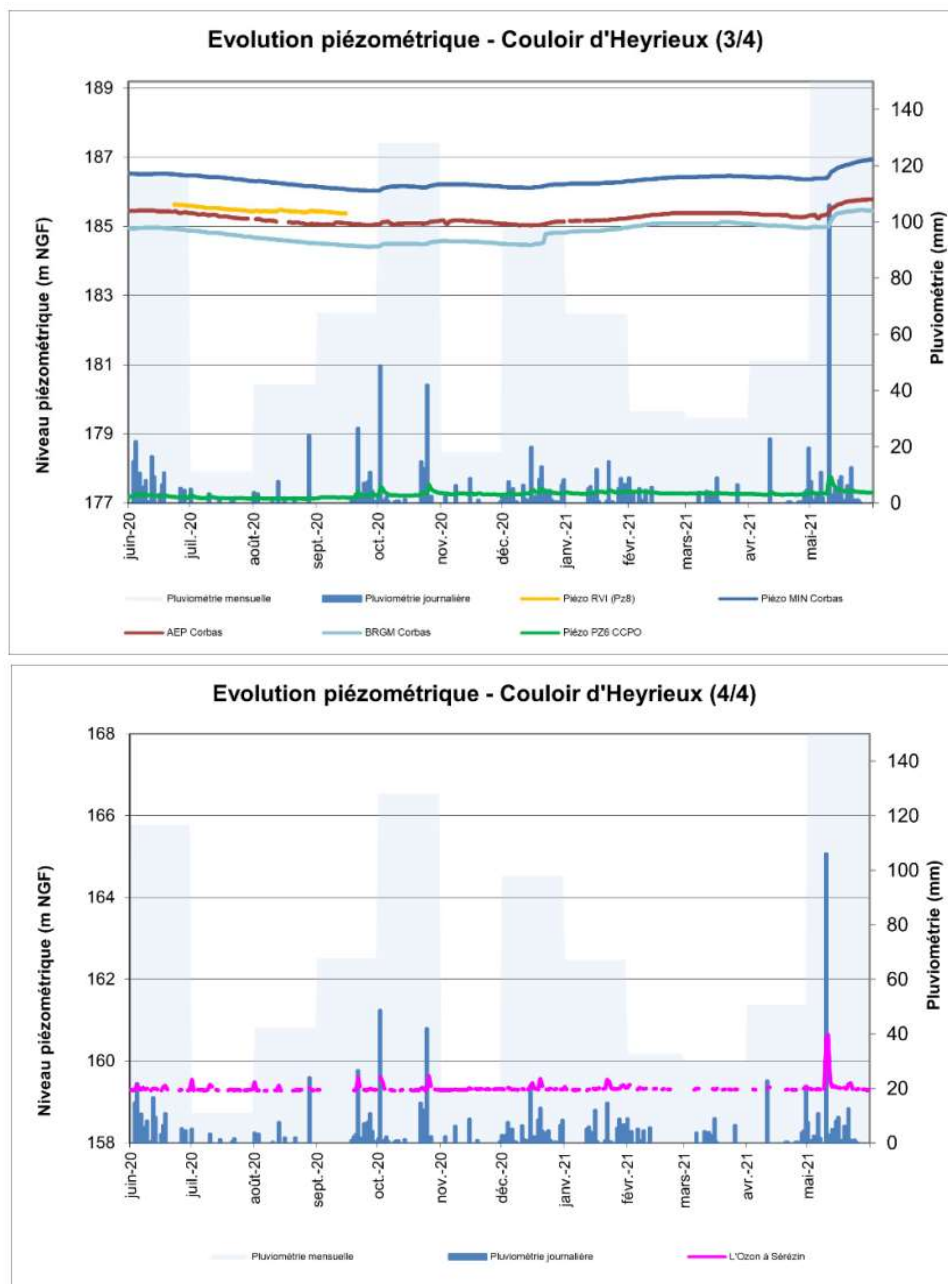


Figure 12 : Evolution piézométrique de la nappe fluvioglaciaire et pluviométrie
(source : rapport de suivi Lombardi SAGE de l'Est lyonnais 2020-2021)

Niveau d'eau mesuré sur site

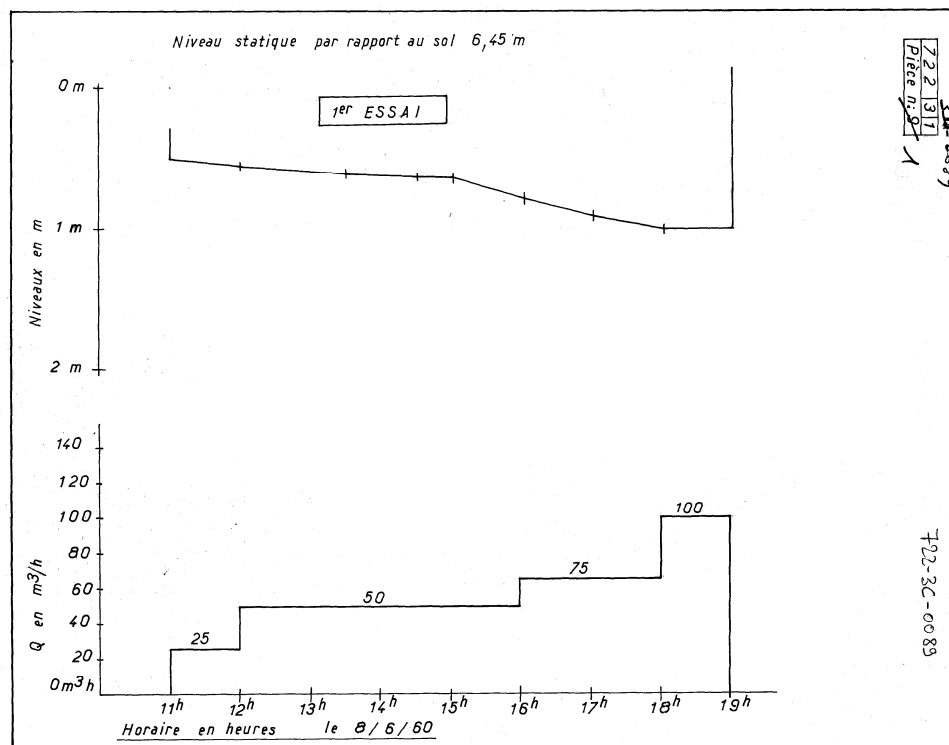
Deux anciens forages sont présents sur site dans le local chaufferie (cf. paragraphe 3.2). Non rebouchés, ils restent accessibles et permettent la mesure d'un niveau d'eau, au contraire du nouveau forage dont la tête « étanchéifiée » ne le permet pas (cf. Planche photographique 1).

Le 19 décembre 2023, soit vraisemblablement en période de hautes eaux (donc conditions les plus défavorables pour la réinjection), **le niveau d'eau dans l'ancien forage 1 de la chaufferie** était de **1,14 m/ dalle béton**.

4.3.1.3 Productivité des alluvions fluvioglaciaires

On dispose de peu de données de pompages d'essai. Le **forage AEP des Romanettes** (07223C0089, à près de 4 km au nord-est) a fait l'objet de pompages d'essai en 1960 lors de sa création. Ces pompages d'essai n'ont pas été effectués selon les règles de l'art [*qui seraient de réaliser un essai par paliers (3 à 4 paliers de débits croissants de durée identique, par exemple 1h ou 2h) suivi d'un essai longue durée (minimum 12h à débit constant)*]; un mélange des deux types d'essais a été effectué avec des paliers de débit de durées différentes et sur des durées plutôt longues (1h à 4h pour le 1^{er} essai, 6h à 16h pour le 2nd essai). Ils permettent néanmoins d'apporter des ordres de grandeur des **couples débit/rabattement (= débits spécifiques)**. Deux essais ont été effectués en juin 1960 :

- 1^{er} essai le 08/06/1960 : pompage à 25 – 50 – 75 – 100 m³/h, avec un rabattement maximal de 1 m à 100 m³/h -> débit spécifique croissant de 50 à 100 m³/h/m, ce qui indique un développement en cours d'essai et donc des mesures de rabattement faussées ;
- 2^{ème} essai le 10-13/06/1960 : pompage à 25 – 50 – 75 – 100 – 120 m³/h, avec un rabattement d'environ 12 cm à 50 m³/h, 15 cm à 75 m³/h, 16 cm à 100 m³/h et 18 cm à 120 m³/h -> débit spécifique $\approx$ 417 à 667 m³/h/m ; là encore le débit spécifique croît avec le débit de pompage.



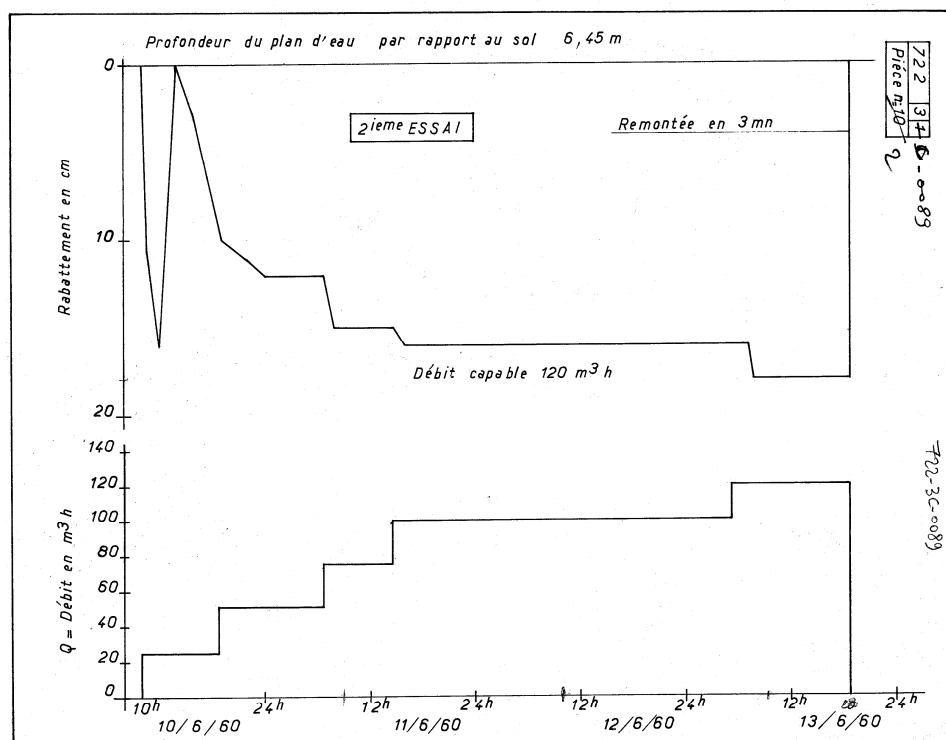


Figure 13 : Pompages d'essai sur le forage AEP des Romanettes à Corbas en juin 1960

On remarque une amélioration importante du débit spécifique au cours des essais et également entre les deux essais, probablement liée à un développement insuffisant du forage avant les essais, ce développement s'étant alors produit en cours d'essai (*la phase de développement du forage par différentes techniques est à effectuer avant la réalisation des essais afin de ne pas fausser les résultats*). Quoiqu'il en soit, **la productivité de l'aquifère est élevée : des débits potentiels dépassant 100 m³/h** (voir les débits des forages agricoles du secteur entre 80 et 120 m³/h dans le Tableau 9) et un **débit spécifique minimum d'environ 400 m³/h/m** (après développement) soit $1,1 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$, ce qui est cohérent avec les valeurs de transmissivité évoquées dans le rapport du SAGE de l'Est lyonnais (cf. Tableau 3 précédent).

4.3.1.4 Qualité des alluvions fluvioglaciaires

La qualité de la nappe fluvioglaciaire est dégradée depuis plusieurs décennies, de qualité parfois médiocre, avec une pollution en nitrates, pesticides, solvants chlorés et hydrocarbures.

Suivi qualité Lombardi 2020-2021 dans le cadre du SAGE de l'Est lyonnais

Un suivi qualité est réalisé dans le cadre du SAGE de l'Est lyonnais. Le suivi 2020-21 montre que dans le couloir d'Heyrieux aval Ozon :

- **les concentrations en nitrates sont moyennes** (20 à 40 mg/l), relativement stables et ne dépassent pas la limite de qualité de 50 mg/l ; sur le piézomètre Cressonnière Bertholier, les concentrations sont de l'ordre de 30 mg/l. NB : des dépassements de la limite de qualité de 50 mg/l se produisent en revanche dans le piézomètre Jean Lefèvre localisé dans le couloir Heyrieux amont (secteur des carrières), de concentration moyenne en nitrates d'environ 56 mg/l en 2020-2021 ;

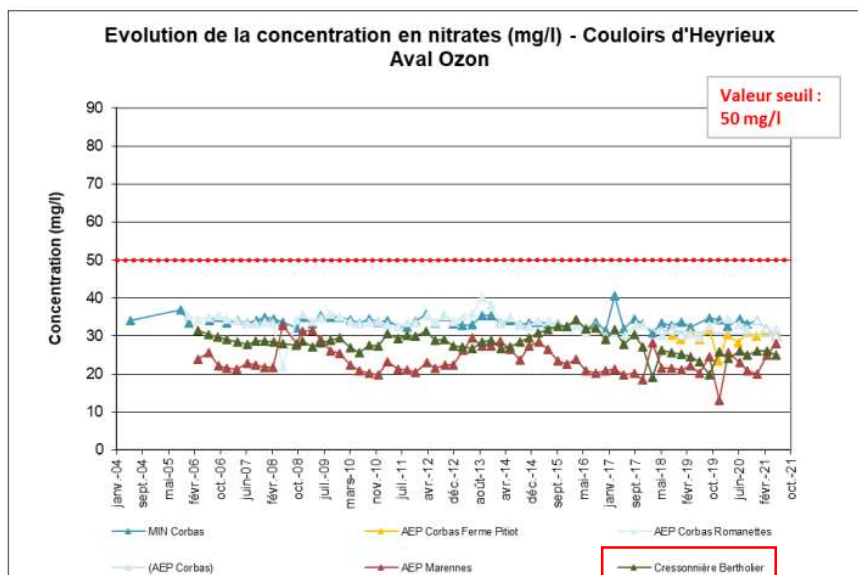


Figure 14 : Concentration en nitrates 2004-2021 dans le couloir d'Heyrieux aval – Ozon dont Cressonnière Bertholier (source : Lombardi 2022)

- **les pesticides sont présents** mais à des concentrations inférieures aux limites de qualité (0,1 µg/l par substance et 0,5 µg/l pour la somme des pesticides) ; les pesticides détectés sont atrazine, atrazine déséthyl, glyphosate et metolachlor ESA ;

Code BSS	Dénomination	Molécules quantifiées	Molécules en dépassement	État moyen 2020-2021
07223C0089/S	AEP Corbas Romanettes	4 Atrazine (2/4), Atrazine déséthyl (1/4), Glyphosate (1/4), Metolachlor ESA (3/4)	0 -	BON
07223C0107/F5	Cressonnière Bertholier	3 Atrazine (2/2), Metolachlor ESA (2/2), Simazine (1/2)	0 -	BON
07223X0044/S	AEP Marennnes	4 Atrazine (1/4), Atrazine déséthyl (1/4), Metolachlor ESA (4/4), Simazine (1/4)	0 -	BON
07223X0069/S	AEP Corbas Ferme Pitiot	4 Atrazine (4/4), Atrazine déséthyl (4/4), Metolachlor ESA (4/4), Simazine (1/4)	0 -	BON
07223X0132/P	MIN Corbas	3 Atrazine (1/2), Metolachlor ESA (2/2), Simazine (1/2)	0 -	BON

Tableau 4 : Pesticides quantifiés dans le piézomètre Cressonnière Bertholier (source : Lombardi 2022)

- **pour les solvants chlorés**, 3 solvants chlorés ont été détectés dans le piézomètre Cressonnière Bertholier sans dépassement des seuils de qualité ; seul le piézomètre Saint-Pierre dans le couloir d'Heyrieux a présenté du tétrachloroéthylène et du trichloroéthylène en dépassement ;

Code BSS	Dénomination	Molécules quantifiées		Molécules en dépassement		État moyen 2020-2021
07223C0089/S	AEP Corbas Romanettes	5	1,1,1-trichloroéthane (< 0,5 µg/l) Bromoforme (< 3 µg/l) Chloroforme (< 1 µg/l) Dibromochlorométhane (< 3 µg/l) Dichlorobromométhane (< 2 µg/l)	0	-	BON
07223C0107/F5	Cressonnière Bertholier	3	1,1,1-trichloroéthane (< 0,1 µg/l) PFOS (< 0,1 µg/l) Cis-1,2-dichloroéthylène (< 0,5 µg/l)	0	-	BON
07223X0044/S	AEP Marennes	0	-	0	-	BON
07223X0069/S	AEP Corbas Ferme Pitiot	5	1,1,1-trichloroéthane (< 0,5 µg/l) Bromoforme (< 2 µg/l) Chloroforme (< 1 µg/l) Dibromochlorométhane (< 2 µg/l) Dichlorobromométhane (< 2 µg/l)	0	-	BON
07223X0132/P	MIN Corbas	4	1,1,1-trichloroéthane (< 0,5 µg/l) Dichlorométhane (< 6 µg/l) Tétrachloroéthylène (< 1 µg/l) Somme tri et tétrachloroéthylène	0	-	BON
07224D0167/F	Piézo Saint-Pierre	9	1,1,1-trichloroéthane (< 8 µg/l) 1,1-dichloroéthane (< 2 µg/l) 1,1-dichloroéthylène (< 2 µg/l) Chloroforme (< 1 µg/l) Cis-1,2-dichloroéthylène (< 5 µg/l) Tétrachloroéthylène (< 80 µg/l) Trichloroéthylène (< 21 µg/l) Somme tri et tétrachloroéthylène Trichlorofluorométhane (< 1 µg/l)	3	Tétrachloroéthylène Trichloroéthylène Somme tri et tétrachloroéthylène	MED

Tableau 5 : Solvants chlorés quantifiés dans le piézomètre Cressonnière Bertholier (source : Lombardi 2022)

- les **hydrocarbures dissous** n'ont pas été détectés depuis 2017 sur l'ensemble de la nappe fluvioglacière.

Suivi de la température par le Département du Rhône

La température dans la nappe fluvioglacière du couloir d'Heyrieux est suivie depuis 2004 par le Département du Rhône (Figure 15), notamment vis-à-vis de l'usage géothermie. Elle s'établit en moyenne autour de 14,2°C dans le couloir d'Heyrieux. A la **Cressonnière Bertholier**, les valeurs depuis 2014 s'établissent **autour de 14-15°C**, avec quelques valeurs plus basses.

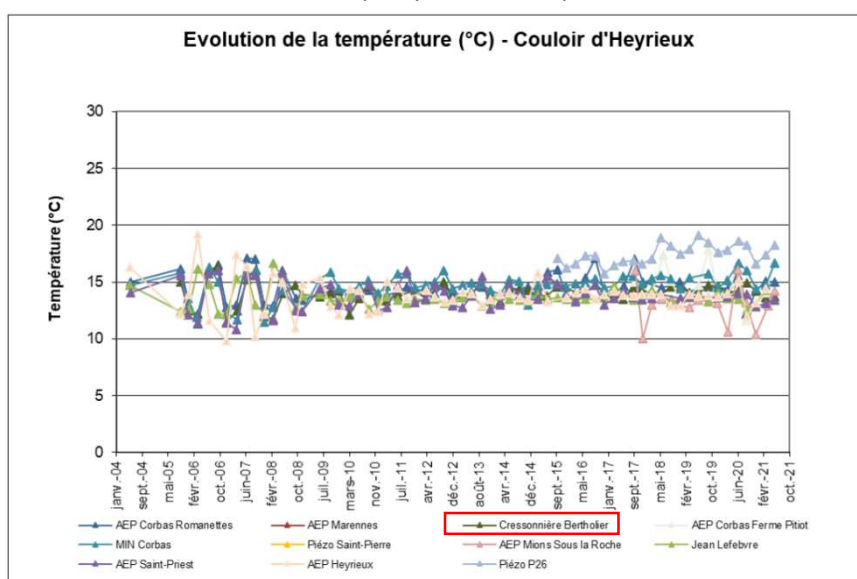


Figure 15 : Evolution de la température dans la nappe fluvioglacière du couloir d'Heyrieux (source : Lombardi 2022)

Communauté de Communes du Pays de l'Ozon
Projet de géothermie sur nappe à la future piscine couverte intercommunale de Saint-Symphorien d'Ozon (69)
Etude de faisabilité hydrogéologique et géothermique

Suivi qualité ADES sur le qualitomètre Cressonnière Bertholier

Le qualitomètre ADES Cressonnière Bertholier (07223C0107) est situé en amont hydraulique de la piscine, environ 700 m à l'Est. Les statistiques qualité sur la période 2004-2021 sont les suivantes :

Paramètre	Nb mesures	Nb mesures quantifiées	Limite ou référence de qualité	Unité	Minimum non quantifié	Minimum quantifié	Maximum	Moyenne calculée
1-Methylnaphtalène	4	1		µg/L	< 0.001	0.002	0.002	0.002
2,6-Dichlorobenzamide	20	6	0.1	µg/L	< 0.005	0.005	0.009	0.006
Acide perfluoro-n-heptanoïque	4	4		µg/L	-	0.0076	0.01	0.009
Acide perfluoro-n-hexanoïque	4	4		µg/L	-	0.027	0.04	0.032
Acide perfluoro-octanoïque	4	4		µg/L	-	0.0053	0.01	0.007
Acide sulfonique de perfluorooctane	4	4		µg/L	-	0.0153	0.025	0.019
Ammonium	40	2	0.1	mg(NH4)/L	< 0.01	0.04	0.08	0.025
Atrazine	39	6	0.1	µg/L	< 0.02	0.009	0.02	0.013
Atrazine déisopropyl déséthyl	20	2	0.1	µg/L	< 0.02	0.025	0.027	0.024
Atrazine déséthyl	39	4	0.1	µg/L	< 0.02	0.01	0.014	0.016
Baryum	13	13	700	µg(Ba)/L	-	10	30	25.462
Benzotriazole	4	2		µg/L	< 0.02	0.031	0.04	0.023
Bore	22	17	1000	µg(B)/L	< 10.0	15	50	25.777
Calcium	42	41		mg(Ca)/L	< 126.0	100	129	118.85
Carbone Organique	23	23	2	mg(C)/L	-	0.3	0.7	0.414
Chloroforme	65	2		µg/L	< 0.5	1.1	1.4	0.281
Chlorures	42	42	250	mg(Cl)/L	-	12.8	27.7	21.312
Chrome	22	2	50	µg(Cr)/L	< 0.5	0.3	0.3	3.175
Conductivité à 25°C	66	66	200 - 1100	µS/cm	-	549	1864	742.621
Cuivre	22	3	1000	µg(Cu)/L	< 0.1	0.13	0.75	8.499
Demande Biochimique en oxygène en	16	3		mg(O2)/L	< 0.5	0.5	0.8	0.328
Dibenzo(a,h)anthracène	19	1		µg/L	< 0.00001	0.00002	0.00002	0.004
Dibromochloromethane	53	1		µg/L	< 0.05	0.88	0.88	0.205
Dichloroéthylène-1,2 cis	65	6		µg/L	< 0.5	0.13	0.67	0.258
Dichloromonobromométhane	53	1		µg/L	< 0.5	0.75	0.75	0.259
Dureté totale	31	31		°f	-	34.44	41	37.209
Enterocoques	20	3	0	n/(100mL)	< 1.0	3	7	1.075
Entérocoques	15	7	0	n/(100mL)	< 1.0	1	4	1.2
Escherichia coli (E. coli)	35	5	0	n/(100mL)	< 1.0	1	4	0.743
Fer	23	3	200	µg(Fe)/L	< 10.0	4.5	24	12.039
Fluor	6	6		mg(F)/L	-	0.06	0.08	0.072
Fluorure anion	9	9	1.5	mg/L	-	0.05	0.09	0.068
Goût par facteur de dilution	1	1		n	-	1	1	1
Hydrocarbures dissous	40	1		µg/L	< 100.0	1100	1100	76.25
Hydrogénocarbonates	23	23		mg(HCO3)/L	-	353	393	383.522
Magnésium	42	42		mg(Mg)/L	-	10.9	17	14.722
Matière sèche à 105°C	16	16		mg/L	-	342	566	466.25
Matière sèche à 180°C	12	12		mg/L	-	421	483	447.667
Matières en suspension	20	1		mg/L	< 2.0	2.4	2.4	1.07
Metolachlor ESA	4	3	0.1	µg/L	< 0.02	0.049	0.06	0.044
Métolachlore total	39	9	0.1	µg/L	< 0.005	0.005	0.01	0.014
Naphtalène	19	1		µg/L	< 0.005	0.02	0.02	0.005
Nickel	22	2	20	µg(Ni)/L	< 0.5	0.5	0.8	3.207
Nitrates	65	65	50	mg(NO3)/L	-	19.1	34.3	28.222
Odeurs par facteur de dilution	1	1		n	-	1	1	1
Orthophosphates (PO4)	4	4		mg(PO4)/L	-	0.03	0.07	0.043
Oxydabilité au KMnO4 à chaud en mili	13	2		mg(O2)/L	< 0.5	0.5	0.5	0.288
Oxygène dissous	50	50		mg(O2)/L	-	4.49	9.53	6.957
Perfluorohexanesulfonic acid	4	1		µg/L	< 0.005	0.0051	0.0051	0.004
Phosphore total	20	2		mg(P)/L	< 0.01	0.011	0.02	0.011
Potassium	42	42		mg(K)/L	-	0.9	1.7	1.498
Potentiel en Hydrogène (pH)	68	68		unité pH	-	6.55	9.2	7.322
Potentiel REDOX	16	16		mV H+/H2	-	-24.2	415	21.419
Silicates	20	20		mg(SiO3)/L	-	15.4	19177	976.929
Silice	12	12		mg(SiO2)/L	-	12.7	15.5	14.492
Sodium	42	42	200	mg(Na)/L	-	7.4	12.5	11.336
Somme des pesticides totaux	2	2	0.5	µg/L	-	0.035	0.074	0.055
Somme des Trihalomethanes (4)	27	1	100	µg/L	< 0.5	1.4	1.4	0.293
Somme du tetrachloroéthylène et du t	40	5	10	µg/L	< 0.5	0.54	0.79	0.305
Sulfates	42	42	250	mg(SO4)/L	-	18.4	32.8	27.902
Taux de saturation en oxygène	49	49		%	-	45	95.2	69.657
Température de l'air	58	58		°C	-	1	31	15.521
Température de l'Eau	61	61	25	°C	-	11.5	16.4	14.032
Tétrachloroéthylène	65	5		µg/L	< 0.5	0.54	0.79	0.284
Titre alcalimétrique complet (T.A.C.)	34	34		°f	-	28.9	32.15	31.135
Tolytriazole	4	3	0.1	µg/L	< 0.005	0.006	0.012	0.008
Trichloroéthane-1,1,1	65	3		µg/L	< 0.05	0.07	2.1	0.271
Trichloroéthylène	65	4		µg/L	< 0.5	0.52	2.1	0.293
Turbidité Formazine Néphélométrique	26	20	1	NTU	< 0.1	0.1	3.7	0.362
Turbidité Formazine Néphélométrique	13	13	1	NFU	-	0.12	0.86	0.349

Tableau 6 : Statistiques du qualitomètre ADES Cressonnière Bertholier à Saint-Symphorien d'Ozon, période 2004-2021

Hormis quelques valeurs ponctuelles (conductivité à 1 864 µS/cm, hydrocarbures dissous à 1 100 µg/l et turbidité à 3,7 NFU), **les eaux analysées depuis 20 ans sur le piézomètre Cressonnière Bertholier à Saint-Symphorien d'Ozon sont de bonne qualité.**

4.3.2 Molasse miocène

4.3.2.1 Description générale de la molasse

La molasse est sous-jacente aux alluvions fluvioglaciaires dans les couloirs. En l'absence de niveau imperméable entre eux, les aquifères sont en continuité hydraulique et les couloirs fluvio-glaciaires constituent des drains naturels de la molasse par drainance ascendante, celle-ci étant en charge.

Lithologie

L'aquifère de la molasse miocène est constitué de **sables et de grès**. Les sables sont fins et micacés, plus ou moins graveleux, à ciment calcaire, jaunâtre à grisâtre, et plus ou moins argileux et marneux.

Géométrie

Elle s'étend depuis ses affleurements au sud (collines du Bas-Dauphiné) limités par le socle primaire (seuil de Vienne-Chamagnieu) jusqu'à la bordure méridionale des formations molassiques de la Dombes et de la Bresse au nord, avec lesquelles elle est en continuité hydraulique. A l'ouest, elle est limitée par les formations du socle en rive droite du Rhône et de la Saône. A l'est les limites sont le promontoire cristallin de l'île Crémieu et la région de la Tour du Pin jusqu'aux reliefs calcaires de la Chartreuse vers le sud, les faciès devenant conglomeratiques dans la région de Voreppe et peu ou pas aquifères ; au sud-est, la limite est celle du bassin versant de la Bourbre (cf. *étude Antea 2005*).

Son épaisseur moyenne est d'environ 150 m dans l'Est lyonnais ; elle atteint 250 m au centre du bassin miocène. Cette épaisseur est réduite à environ 100 m au droit de la piscine, du fait de la remontée du socle cristallophyllien (gneiss du Pilat), qui affleure à l'ouest au centre-ville de Saint-Symphorien-d'Ozon (cf. paragraphe 4.2.2).

Alimentation

L'alimentation de la nappe s'effectue par les **précipitations sur ses affleurements**, au sud (collines du Bas Dauphiné) et à l'est (région de la Tour du Pin). Le renouvellement de la nappe est lent, il a été estimé à 140 ans.

Type d'aquifère

L'aquifère est poreux et présente une forte anisotropie avec des variations rapides de faciès, latérales et verticales. L'aquifère est compartimenté verticalement avec des niveaux graveleux et des niveaux gréseux : il s'agit d'un **aquifère multicouche**.

La nappe est libre à l'amont et au sud du bassin versant, captive dans la partie nord lorsque la molasse est recouverte de moraines (forages légèrement artésiens). Le niveau d'eau se situe entre 0 et 50 m de profondeur par rapport au sol.

4.3.2.2 Ecoulement et piézométrie de la molasse

L'écoulement s'effectue **du sud-est vers le nord-ouest**.

Cartes piézométriques régionales

Deux cartes piézométriques régionales de la molasse ont été établies par le BRGM/AERMC en 2008-2009. La superposition des 2 cartes montre une **faible variation de la piézométrie** entre les deux campagnes (Figure 16).

Le site se trouve entre les isopièzes **190 et 195 m NGF**, soit un niveau d'eau au droit du site en charge de 10 à 15 m (rappel : Z sol site 179 m NGF). Le gradient dans ce secteur est d'environ 4‰.

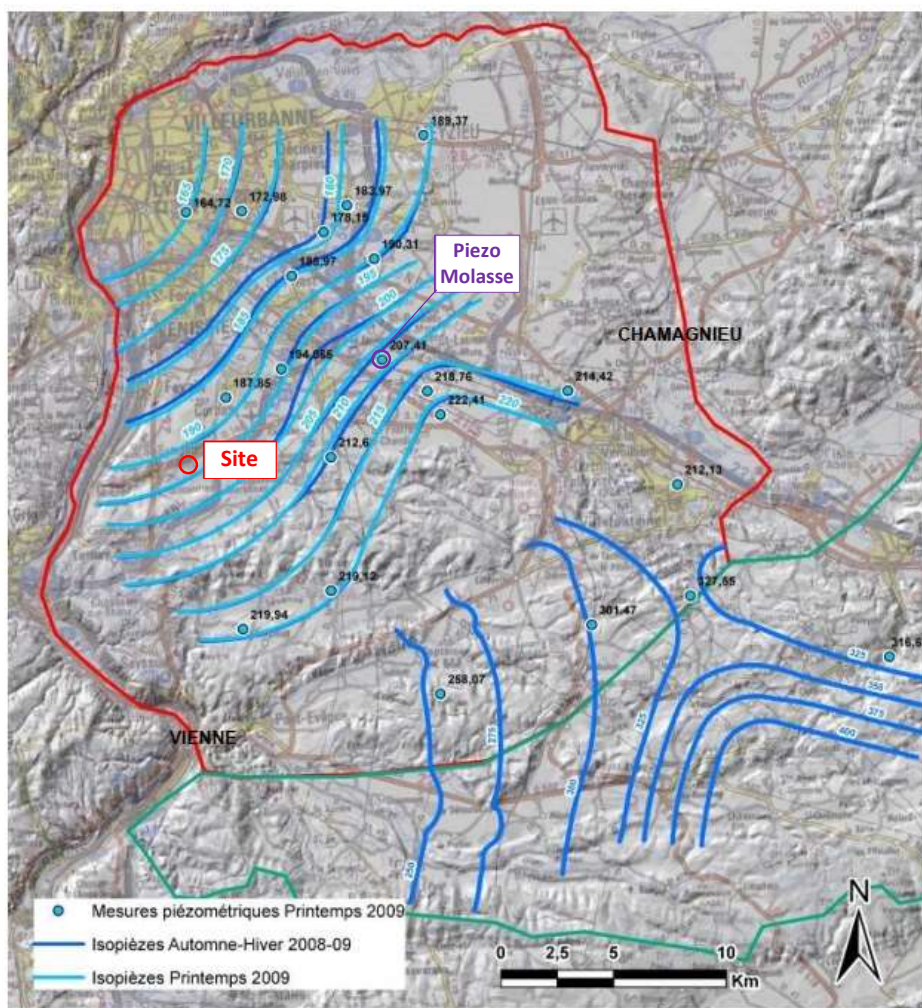


Figure 16 : Carte piézométrique de la molasse miocène – campagnes d’automne-hiver 2008-2009 et printemps 2009
(source : rapport BRGM 2009)

Suivi piézométrique régional ADES

Le piézomètre ADES (« Piezo molasse » 07224X0144 à Saint-Pierre de Chandieu) suit la nappe de la molasse miocène en bordure nord du couloir d’Heyrieux. Il se situe en amont du site environ 10 km au nord-est et est suivi depuis 2005. Sur la **période 2006-2021**, on observe un **battement de nappe d’environ 2 m** (entre 205,9 et 208 m NGF) (Figure 17 ci-après).

Par extrapolation des mesures de 2009 sur ce piézomètre (207,41 m NGF) et au droit de la piscine (isopièzes entre 190 et 195 m NGF) soit un niveau au droit de la piscine environ 10 à 15 m plus bas que le piézomètre, pour un niveau sur le Piezo molasse d’environ 206,5 m NGF depuis 2016, **le niveau au droit de la piscine serait de l’ordre de 189-194 m NGF, soit une charge de +10 à 15 m.**

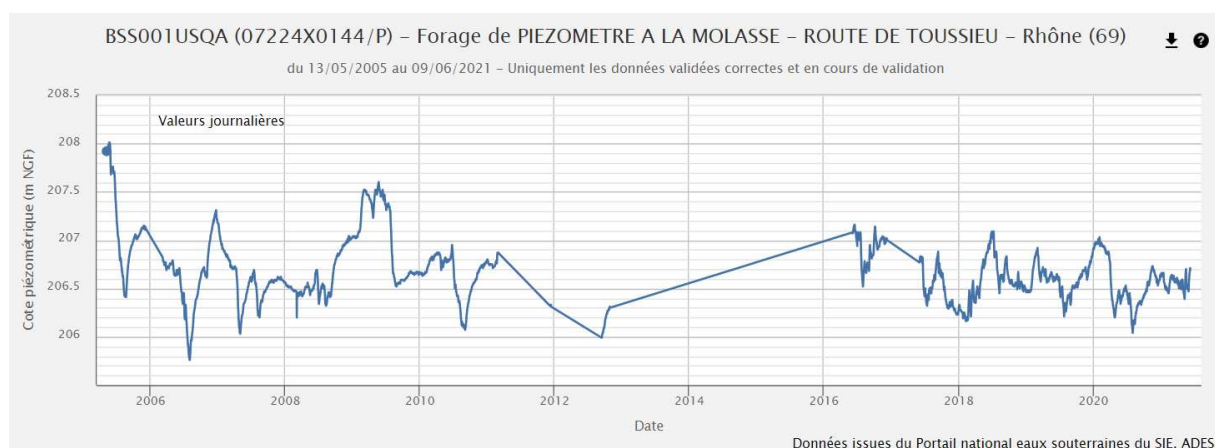


Figure 17 : Variations piézométriques de la molasse sur le piézomètre « Piezo molasse » à Saint Pierre de Chandieu
 (source : ADES BSS001USQA, 2015-2021)

Suivi piézométrique SAGE de l'Est lyonnais (comparaison à la pluviométrie)

La comparaison de la **piézométrie du « Piézo molasse »** avec la **pluviométrie** (station de Bron) **montre qu'elles ne sont pas corrélées.**

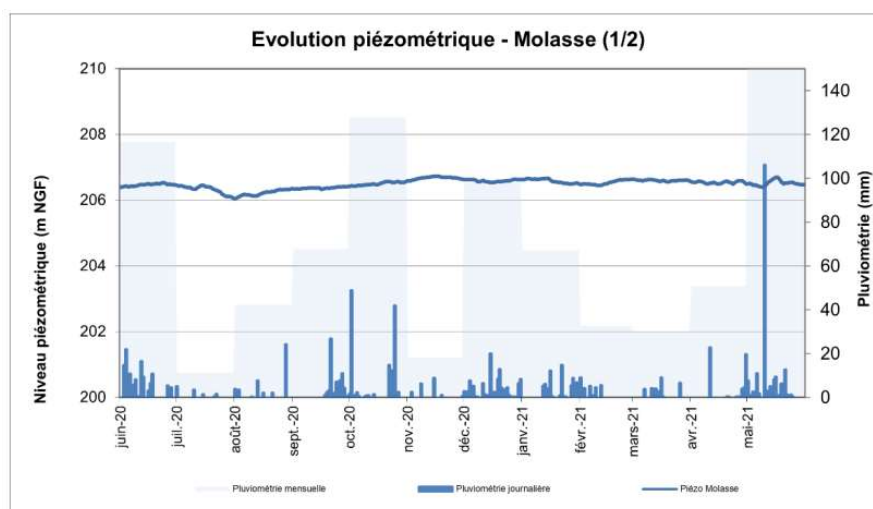


Figure 18 : Evolution piézométrique de la nappe de la molasse (« Piezo molasse ») et pluviométrie
 (source : rapport de suivi Lombardi SAGE de l'Est lyonnais 2020-2021)

4.3.2.3 *Qualité de la molasse*

La qualité de la molasse fait l'objet d'un suivi par le Département du Rhône et le SAGE de l'Est lyonnais. Deux piézomètres de suivi qualitatif à la molasse existent, situés à environ 10 km au nord et nord-est de la piscine : Bonduelle dans le couloir de Décines et Merial sous la colline morainique entre Vénissieux et Décines.

Polluants anthropiques : la qualité des eaux de la molasse est bonne, hormis des teneurs en nitrates de quelques dizaines de mg/l et des pesticides parfois détectés sur le forage Merial ; sur le forage Bonduelle, les teneurs en nitrates sont inférieures à 10 mg/l et les pesticides n'ont pas été détectés. Les solvants chlorés ne sont pas détectés sur les deux forages.

Température : la température dans la nappe de la molasse miocène est suivie depuis 2004 par le Département du Rhône (Figure 19 ci-après). Elle s'établit en moyenne **autour de 14 à 15°C** à Merial et Bonduelle, mais avec des fluctuations importantes (*non expliquées, artefacts de mesure ?*).

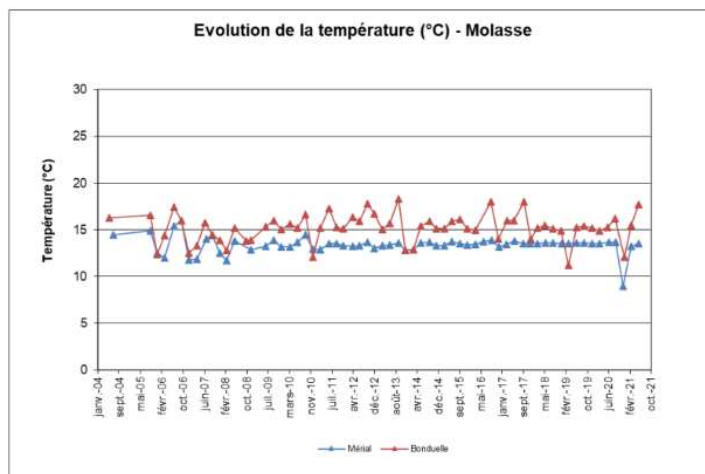


Figure 19 : Evolution de la température dans la nappe de la molasse miocène (source : Lombardi 2022)

Conductivité : on dispose des données des campagnes BRGM et AERMC 2009. La **conductivité** est faible à moyenne, **entre environ 320 et 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$** .

4.3.3 Forages et prélèvements du secteur

4.3.3.1 Prélèvements Agence de l'Eau

Le site de la BNPE (Banque Nationale des Prélèvements en Eau) recense les prélèvements soumis à redevance et déclarés à l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée (Figure 20 et Tableau 7).

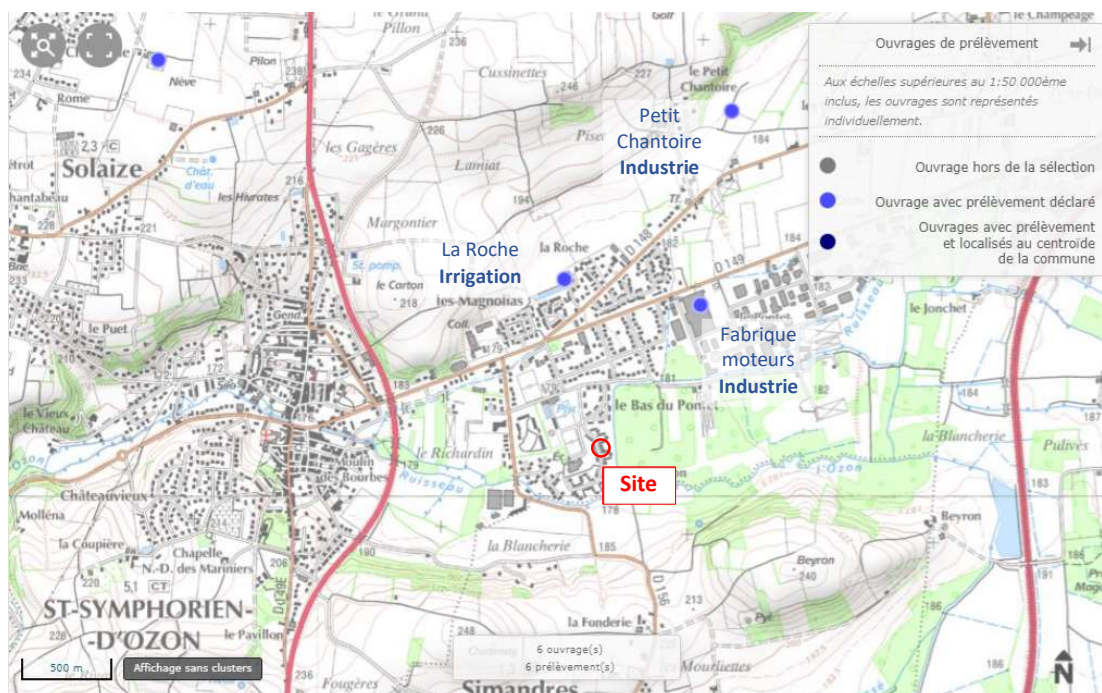


Figure 20 : Prélèvements soumis à redevance Agence de l'Eau RMC (2021)

5 prélèvements sont recensés par l'Agence de l'Eau à Saint-Symphorien d'Ozon : 1 prélèvement d'irrigation à La Roche et 4 prélèvements industriels à Petit Chantoire et au Pontet.

Le **volume total pompé en 2021** est de **63 180 m³**, principalement pour l'industrie (**54 519 m³**).

N° BNPE	Nom de l'ouvrage	Commune*	Volume 2021 (m³)	Usage déclaré	Type d'eau	Code BSS
OPR0000626199	Puits lieu-dit La Roche	SSO	8 661	Irrigation	Souterraine	Proche 07223X0248 mais qui est un forage domestique
OPR0000060340	Forage lieu-dit Petit Chantoire	SSO	37 710	Industrie	Souterraine	Proche 07223X0312 mais forage domestique et abandonné/rebouché (sec)
OPR0000141195	Puits artésien nappe - fabrique moteurs électriques	SSO	1 216	Industrie	Souterraine	07223X0021 ? Forage 1963 SOMER Société Mécanique et Electrique du Rhône - Usine de Pontet
OPR0000141196		SSO	9 195	Industrie	Souterraine	
OPR0000141197		SSO	6 398	Industrie	Souterraine	
Total irrigation			8 661 m³			
Total industrie			54 519 m³			
Total			63 180 m³			

* SSO : Saint Symphorien d'Ozon

Tableau 7 : Prélèvements déclarés à l'Agence de l'Eau et recensés par la BNPE (source : bnpe.eaufrance.fr)

4.3.3.2 Captages d'eau potable (ARS)

Alimentation en eau potable de Saint-Symphorien d'Ozon

Le Syndicat Intercommunal des eaux de Communay et Région est en charge de la distribution de l'eau potable à Saint-Symphorien d'Ozon (5 845 habitants en 2022). Il regroupe 6 communes (St Symphorien d'Ozon, Ternay, Sérézin du Rhône, Simandres, Solaize et Communay). La gestion du réseau d'environ 200 km de canalisations de distribution a été confiée à SUEZ en Délégation de Service Public (DSP).

L'eau est achetée au syndicat Rhône Sud qui s'occupe du pompage et du traitement de l'eau et la vend à plusieurs syndicats de distribution.

La ressource provient de la nappe alluviale du Rhône, pompée à la station de pompage de Ternay, à proximité de la passerelle reliant Chasse-sur-Rhône à Givors.

Captages d'eau potable du secteur

Le site se trouve **en-dehors de tout périmètre de protection de captage d'alimentation en eau potable** (AEP). Les plus proches captages AEP recensés par l'ARS dans le secteur se situent à l'Est :

- à **Marennnes** (3,3 km à l'Est) : **forage de Fromental** (07223X0044, AEP public) ;
- à **Corbas**, respectivement 3,7 et 4,3 km au Nord-Est : **forage des Romanettes** (07223C0089, AEP public) et **forage de la Ferme Pitiot** (07223X0069, AEP privé) ; une petite partie des périmètres de protection du forage des Romanettes est située sur la commune de Saint Symphorien d'Ozon.

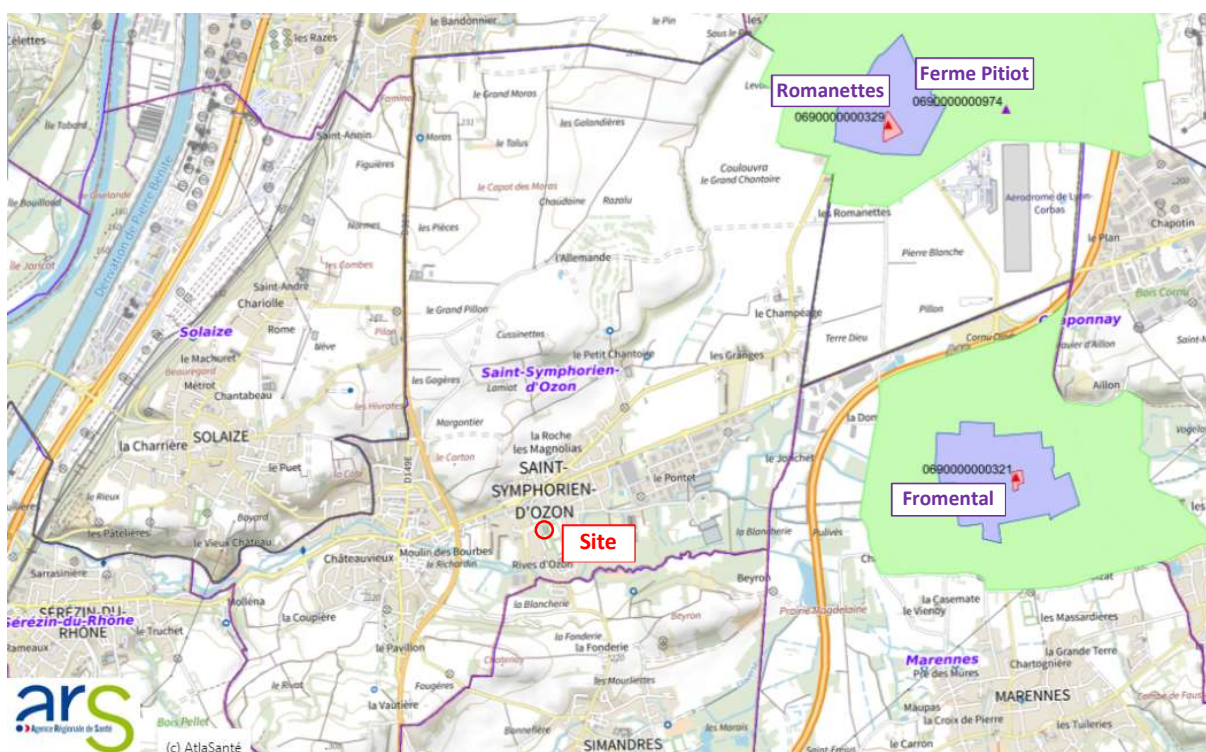


Figure 21 : Localisation des captages d'eau potable du secteur et de leurs périmètres de protection
(source : site Cart'Eaux de l'ARS)

4.3.3.3 Ouvrages de géothermie (GMI)

Installations recensées sur le site Géothermies.fr

Les captages de géothermie sont recensés sur la plateforme *Géothermies* suite à leur télédéclaration dans le cadre de la réglementation GMI depuis 2015 (Figure 22 et Tableau 8). Sont recensés des ouvrages sur échangeurs ouverts (PAC sur nappe, en bleu) et des ouvrages sur échangeurs fermés (PAC sur sondes géothermiques, en marron) : **5 PAC sur nappe et 1 PAC sur sondes**.

La productivité de la ressource est également indiquée : en bleu un potentiel fort, en vert un potentiel moyen. **NB : ces cartes sont établies à grande échelle et sont basées sur le débit attendu d'un aquifère, hors éventuelles difficultés de réinjection ; au niveau local, une analyse plus fine doit être effectuée.** La piscine se situe donc en **zone de « potentiel fort »** soit un débit > 100 m³/h ; le niveau d'eau est à une **profondeur de moins de 5 m**.

Plusieurs ouvrages de géothermie sur nappe sont présents dans le secteur ; leur faible profondeur (8,5 m à 15,50 m) indique qu'ils captent les **alluvions fluvioglaciaires**.

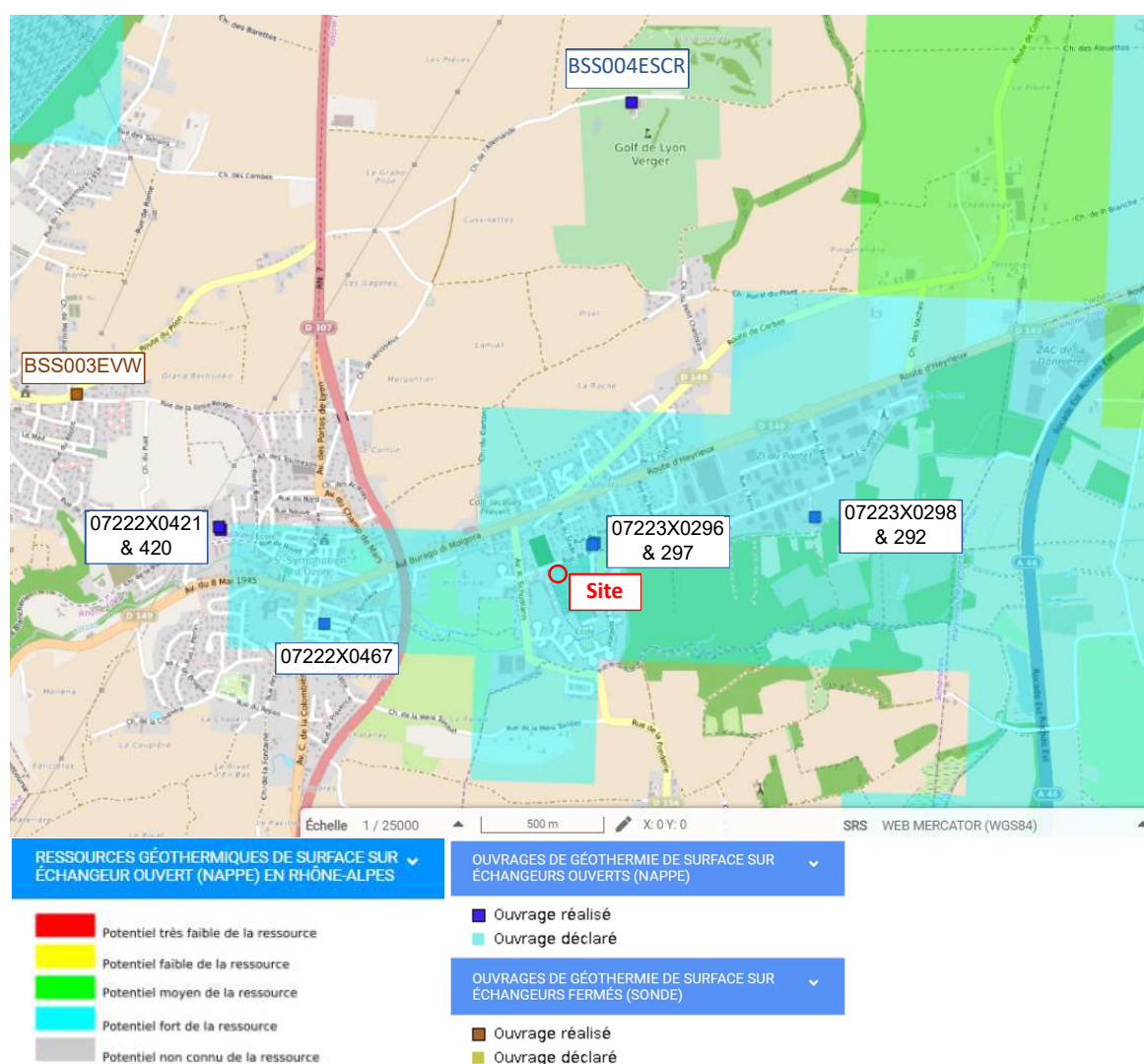


Figure 22 : Ouvrages de géothermie de surface sur échangeurs ouverts (nappe) et fermés (sondes)
 (source : *geothermies.fr*)

Communauté de Communes du Pays de l'Ozon
Projet de géothermie sur nappe à la future piscine couverte intercommunale de Saint-Symphorien d'Ozon (69)
Etude de faisabilité hydrogéologique et géothermique

N°BSS	Commune	Z sol (m NGF)	Distance au site	Type d'échangeur	Profondeur (m) – Diamètre (mm)	Année	Prof. niveau d'eau (m)
BSS001USCM & USCN (07223X0296 & 297)	Saint-Symphorien d'Ozon	179	160 m NE	Ouvert (nappe)	8,50 m - inconnu	2009	1,5 m (19/01/2009)
BSS001USCP & USCH (07223X0298 & 292)	Saint-Symphorien d'Ozon	182	1 km E	Ouvert (nappe)	15,50 m - ø 112	2008	1,1 m (22/01/2009)
BSS001UREB (07222X0467)	Saint-Symphorien d'Ozon	175	950 m OSO	Ouvert (nappe)	11,50 m - ø 112	2008	2,3 m (18/11/2008)
BSS001URCD & URCC (07222X0421 & 420)	Solaize	173-174	1,3 km O	Ouvert (nappe)	11 m - ø 112	2008	1,22 m (12/06/2008)
BSS003EVWK	Solaize	np	2 km NO	Fermé (1 sonde)	80 m	2013	30 m (7/11/2013)
BSS004ESCR (Golf de Lyon Verger)	Saint-Symphorien d'Ozon	np	1,9 km N	Ouvert (nappe)	10 m	1900 ?	Inconnue

Tableau 8 : Ouvrages de géothermie de surface sur échangeurs ouverts (nappe) et fermés (sondes)
(source : *geothermies.fr*)

Autres installations de géothermie

Le Responsable Technique M. Moine indique connaître 5 installations communales de PAC sur nappe, (*distinctes des installations recensées sur le site Géothermies, donc a priori non déclarées au titre du Code Minier*). Elles sont localisées sur la Figure 23 ci-après.

- 3 installations au centre-ville :
 - Mairie ;
 - Salle Cochet ;
 - Orangerie près de l'école du Parc (prévue en 2024) ;
- 2 installations dans le secteur de la piscine :
 - école des Marais ;
 - espace Louise Labbé.

4.3.3.4 Forages BSS

Une quinzaine de forages (cf. Tableau 9 ci-dessous avec indication de leur utilisation) sont présents dans un rayon d'environ 700 m autour du site. Tous ont une profondeur inférieure à 10 m hormis ceux situés en bordure de l'affleurement des alluvions. Ils captent les alluvions de l'Ozon et alluvions fluvioglaciaires. L'état actuel des forages n'est pas connu pour la plupart.

N° BSS	Nom de l'ouvrage/ localisation	Commune	Z sol	Date	Prof. (m)	Nappe captée	Utilisation	Débit (m³/h)	Niveau d'eau /sol (date)
07222X0091	S (4 sondages)	SSO	176	1965	15	All	Sondage	-	2,5m (01/01/1965)
07223C0091	Richardon	SSO	175,5	-	-	All	Piézomètre	-	-
07222X0467	-	SSO	175	2008	11,5	All	PAC	-	2,3 m (18/11/2008)
07222X0586	F	SSO	177	2010	11,5	All	Domestique	-	-
07223C0103	F1	SSO	170	inconnue	inconnue	All	Agricole	80	-
07223C0104	F2	SSO	175	inconnue	inconnue	All	Agricole	100	-
07223C0105	F3	SSO	177	inconnue	inconnue	All	Agricole	120	-
07223C0106	F4	SSO	180	inconnue	inconnue	All	Agricole	120	-
07223C0107	F5	SSO	180	inconnue	inconnue	All	Agricole	100	-
07223C0108	F6	SSO	181	inconnue	inconnue	All	Agricole	80	-

Communauté de Communes du Pays de l'Ozon
Projet de géothermie sur nappe à la future piscine couverte intercommunale de Saint-Symphorien d'Ozon (69)
Etude de faisabilité hydrogéologique et géothermique

N° BSS	Nom de l'ouvrage/ localisation	Commune	Z sol	Date	Prof. (m)	Nappe captée	Utilisation	Débit (m³/h)	Niveau d'eau /sol (date)
07223X0021	Puits SOMER	SSO	182	1963	4,10m	All	Industrielle	-	1,7 m (01/01/1966)
07223X0143	Rue Jules Ferry	SSO	182	2005	8	All	Individuelle	-	3 m (01/03/2005)
07223X0160	Avenue Robert Schumann	SSO	177	2004	9,5	All	Individuelle	-	4 m (06/09/2004)
07223X0161	Allée Jules Lafargue	SSO	180	2004	9,5	All	Individuelle	-	3 m (15/07/2004)
07223X0177	18 avenue du Champ de Mars	SSO	197	2005	11,5	All	Individuelle	-	8 m (26/05/2005)
07223X0192	F1	SSO	199	2006	15,5	All	Individuelle	-	12,5 m (09/03/2006)
07223X0245	F	SSO	179	2007	7,5	All	Domestique	-	1,4 m (15/01/2007)
07223X0248	F	SSO	168	2006	9,5	All	Domestique	-	1,5 m (date inconnue)
07223X0296	F	SSO	179	2009	8,5	All	PAC	-	1,5 m (19/01/2009)
07223X0297	F	SSO	179	2009	8,5	All	PAC	-	1,5 m (19/01/2009)
07223X0301	F	SSO	179	2009	10	All	Domestique	-	6 m (20/05/2009)
07223X0322	F	SSO	182	2010	9,5	All	Domestique	-	2 m (26/05/2010)
BSS003YCVE	Pz6CCPO – rue du Stade	SSO	178,5	2008	6	All	Piézomètre	-	1,73 m (21/11/2008)
BSS004BCFE	Les Marais (Jonchet et Bas Pontet)	SSO	178	2012	7	All	Inconnue	-	3,9 m (22/02/2012)

Tableau 9 : Forages autour du site

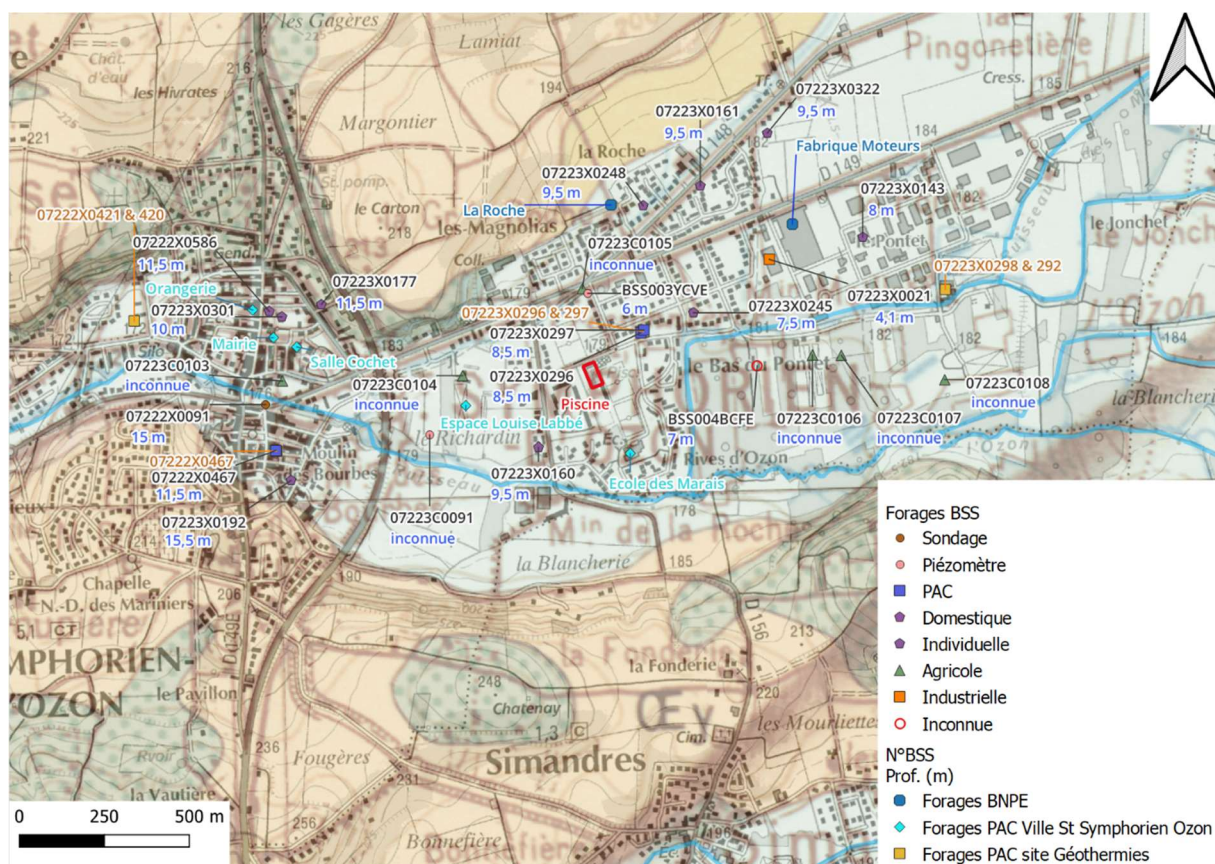


Figure 23 : Carte récapitulative des forages du secteur (BSS, BNPE, Ville, Géothermies)

4.4 Contexte environnemental et risques

Les sites Géorisques et Infoterre et le PLU de la Ville de Saint Symphorien d'Ozon permettent de préciser les différents risques naturels et technologiques présents sur la commune.

4.4.1 Zonage du PLU de Saint-Symphorien d'Ozon

Le Plan Local d'Urbanisme (**PLU**) de la Ville de Saint Symphorien d'Ozon a été **approuvé le 20 juin 2023**.

La piscine se trouve en **zonage UE, zone urbaine à vocation d'équipements d'intérêt collectif et services publics** ; elle correspond aux équipements du quartier des Marais.

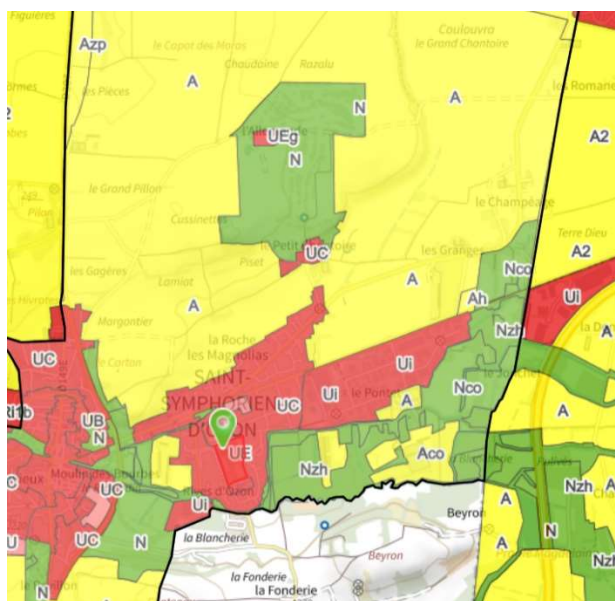


Figure 24 : Extrait du zonage du PLU St Symphorien d'Ozon (source : PLU, Géoportail de l'Urbanisme)

4.4.2 Risques naturels

Risque inondation

Un extrait de la carte des aléas du PLU est présentée sur la Figure 25 ci-après. Toute la zone autour du site est identifiée comme une zone inondable « champ d'inondation de l'Ozon » mais **la piscine se trouve hors zone inondable**.

Risques mouvements de terrain

Le Plan de Prévention des Risques Naturels identifie deux types de risques : glissements de terrain (G1 à G3) et chutes de pierres et blocs (P1). Le site se trouve **en dehors de toute zone de risque mouvement de terrain**.

Risque retrait-gonflement des argiles :

Le site se trouve en **zone d'aléa faible** vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles.

Risque sismique :

La commune de Genas se situe en **zone de sismicité modérée** (zone 3). Ce zonage n'implique pas de prescriptions particulières liées aux forages.

La réalisation de forages géothermiques est donc **compatible avec les risques naturels identifiés**.

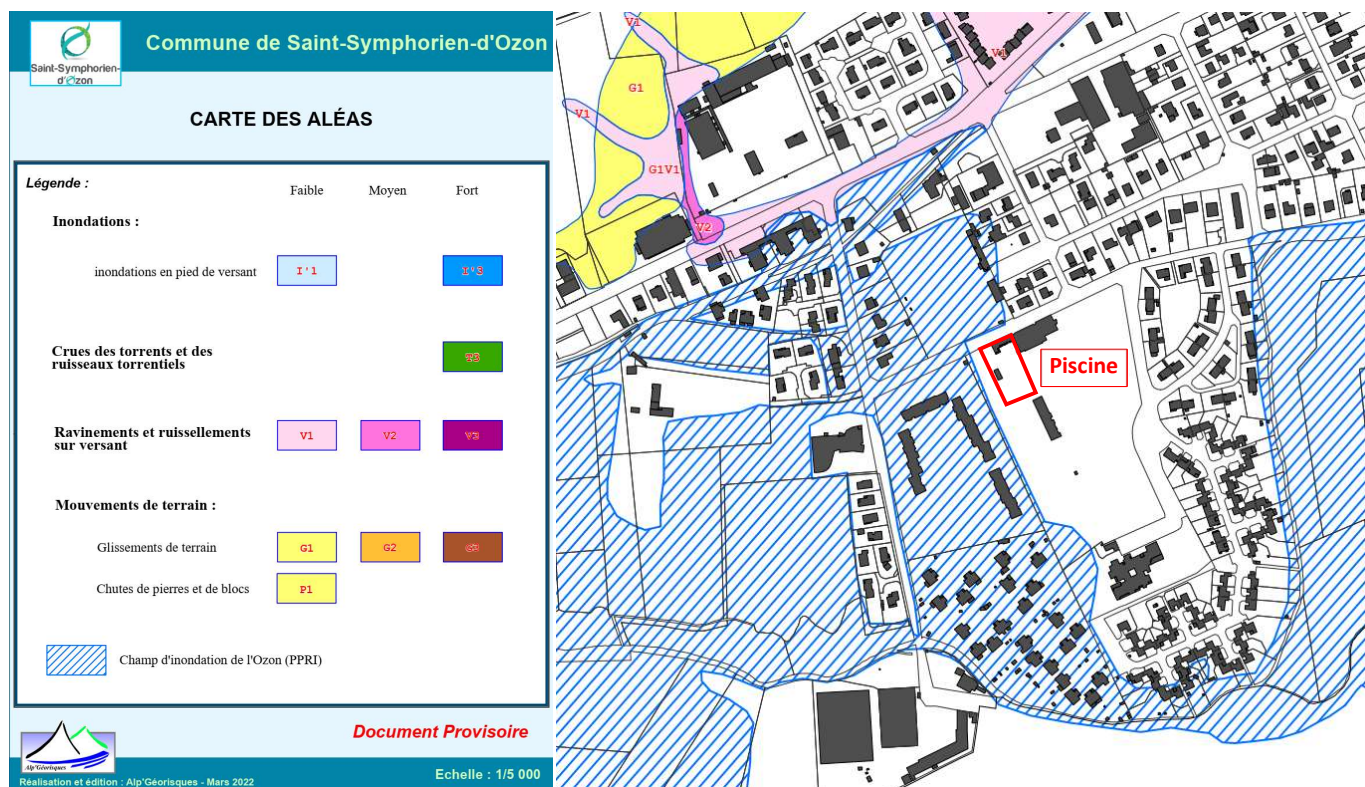


Figure 25 : Extrait de la carte des aléas du PLU (source : PLU, Géoportail de l'Urbanisme)

4.4.3 Sites et sols pollués

La localisation des sites BASOL (pollution avérée) et des sites BASIAS (anciens sites industriels et activités de service) du secteur est présentée sur la Figure 26 : un site BASOL (Total raffinage marketing Relais de l'Ozon) et plusieurs sites BASIAS sont présents dans le secteur.



Figure 26 : Sites BASOL et BASIAS du secteur (source : Infoterre et Géorisques du BRGM)

4.4.3.1 BASOL : sites et sols pollués avérés

Un site BASOL se trouve à environ 320 m au nord de la piscine (Figure 26) : la station-service Total Relais de l'Ozon à Saint Symphorien d'Ozon (N°SSP001134701), déclarée aux ICPE depuis 2007.

Une pollution des sols en hydrocarbures et BTEX a été découverte en avril 2010 à l'occasion de travaux sur la voirie du site. Le diagnostic des sols et des eaux souterraines réalisé **en mai-juin 2010** a montré également une **pollution des eaux souterraines au droit du site** (HCT et BTEX, phase flottante sur la nappe). L'inventaire des puits et forages privés, agricoles et industriels ainsi que des eaux superficielles a été effectué en juin 2010 ; il a montré un impact sur le ruisseau situé à 100 m (irisations) mais **pas d'impact sur les 11 puits recensés autour du site et pour la plupart en aval hydraulique**.

Le diagnostic a également montré l'origine de la pollution : un défaut d'étanchéité d'une canalisation de SP98, entre la cuve et l'îlot central de distribution.

Pour les sols : 50 tonnes de terres ont été excavées et évacuées en centre de traitement (concentrations jusqu'à plus de 8 000 mg/kg).

Pour les eaux souterraines : une station de traitement par pompage/écrémage fonctionne depuis septembre 2010, comportant une tranchée drainante + 8 puits de pompage. 9 piézomètres de suivi ont été réalisés (2 en amont et 6 au droit et en aval de la source de pollution).

Pour le ruisseau : les irisations ont été récupérées par des feuilles absorbantes et des boudins absorbants ont été mis en place.

Lors de la dernière mise à jour de la fiche BASOL en octobre 2013, le **confinement hydraulique** était toujours en fonctionnement ; les analyses mensuelles au rejet montrent des teneurs inférieures aux valeurs seuil. Le bureau d'études recommandait la mise en place de courtes phases d'arrêt de pompage de 2 à 4h/jour pour recréer les conditions favorables à la remobilisation des composés.

4.4.3.2 Sites BASIAS

Plusieurs sites BASIAS sont présents dans le secteur.

La piscine elle-même est un site BASIAS pour le stockage du chlore (RHA6914213).

Les autres sites BASIAS sont :

- Au sud-ouest du site à 350 et 430 m de la piscine : une carrosserie-peinture (n'est plus en activité) et une usine de fabrication de peintures, colles, vernis (en activité) ;
- Au nord du site à 250-350 m : la station Total « Relais de l'Ozon », un garage-carrosserie (Autopro) et un atelier de fabrication de visserie (Erde), ces 3 sites étant toujours en activité ;
- A l'est à 660 et 670 m : le stockage de produits chimiques (Resi ver distribution) et la fonderie et usine de fabrication de moteurs électriques SOMER, l'état d'activité de ces 2 sites étant inconnu ;
- Au nord et nord-ouest à 270 m et 450 m : MG Tuyauterie (n'est plus en activité) et le garage Sathonay Citroën (en activité).

NB : les sites BASIAS sont des sources potentielles de pollution, en cas de pollution avérée le site serait inclus dans la base BASOL.

Une pollution des eaux souterraines a été détectée en 2010 sur une station-service située environ 300m au nord, en latéral hydraulique. Une barrière hydraulique est en place depuis septembre 2010 et aucun impact n'a été mesuré hors site.

4.4.4 Milieux naturels : Natura 2000, ZNIEFF et zones humides

Zonages Natura 2000

La situation en zone Natura 2000 peut être contraignante pour un projet de géothermie, sauf pour les opérations de minime importance (cf. chapitre 5.1.1).

Le site se trouve **en-dehors de tout zonage Natura 2000**. Le plus proche est très éloigné, situé plus de 18 km au nord en rive droite du Rhône : « Pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'île de Miribel-Jonage » (N°FR8201785 Directive Habitats).

Autres milieux naturels : ZNIEFF

Le site se trouve également **en-dehors de toute ZNIEFF** (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique). Une ZNIEFF est cependant proche (290 m à l'Est, au-delà du ruisseau des Manges) : « **Cressonnières de Simandres et Saint Symphorien d'Ozon** » (identifiant national 820032293 / régional 69000009). La fiche ZNIEFF précise les éléments suivants :

« Ce secteur présente un attrait particulier : il s'agit pour partie d'une ancienne cressonnière à l'abandon. Les bassins de mise en culture sont en permanence alimentés par l'Ozon. Celui-ci traverse le site de part en part. A proximité de ces bassins, des serres sont exploitées. Au sud, une zone de marais, située au pied d'une butte, vient compléter cet ensemble qui forme un îlot aquatique d'origine artificielle au sud-est de Lyon. Les cultures maraîchères, marais et vergers, se succèdent sur une surface réduite donnant un aspect foisonnant et une ambiance paysagère hétéroclite. Ces cultures bénéficient de sols profonds issus de l'œss originaires de la dégradation des moraines glaciaires datées du Riss. Le Castor d'Europe est capable d'utiliser le moindre cours d'eau s'il bénéficie d'une nourriture suffisante et facile d'accès à partir des berges. Sa présence ici n'est donc pas surprenante. Plus remarquable est celle de l'Agrion de Mercure, un insecte apparenté aux libellules, très rare en France et dont la présence reste exceptionnelle dans le Rhône. »

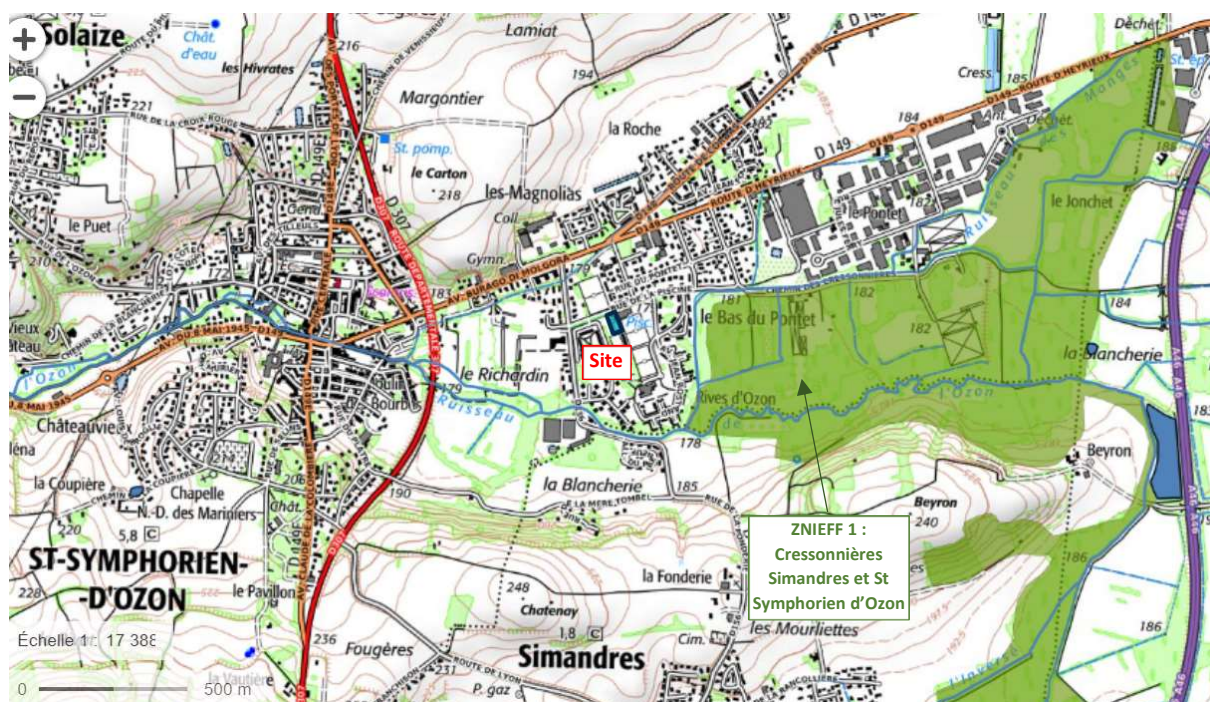


Figure 27 : Milieux naturels du secteur (source : Géoportail)

5 Contexte réglementaire

La réalisation de forages géothermiques est soumise au Code Minier et au Code de l'Environnement (géothermie de minime importance, GMI).

Elle est soumise également aux prescriptions des Plans de Prévention des Risques (notamment inondation) et des Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE Rhône Méditerranée Corse et SAGE locaux).

5.1 Géothermie de minime importance (GMI) : Code Minier et Code de l'Environnement

Le Code Minier a été modifié en 2015 afin d'élargir la définition de la **géothermie de minime importance (GMI)**. Deux textes principaux sont à prendre en compte :

- Le **décret N°2015-15 du 8 janvier 2015**¹ qui définit les **critères** de la GMI ;
- L'**arrêté du 25 juin 2015** relatif aux **prescriptions générales** applicables aux activités de GMI.

L'un des critères de la GMI, le débit maximal de réinjection, est issu du Code de l'Environnement.

Sous réserve de conformité aux critères de la GMI, **les installations de géothermie sont désormais soumises à une simple déclaration.**

5.1.1 Le décret N°2015-15 du 8 janvier 2015

5.1.1.1 Critères de la GMI

Le décret du 8 janvier 2015 définit les **critères** de la géothermie de minime importance :

- **pour les installations sur nappe** (système ouvert) **et sur sondes** (système fermé) :
 - Profondeur de forage **< 200 m**
 - Puissance thermique maximale **< 500 kW** (puissance prélevée dans le sous-sol)
- **pour les installations sur nappe** (système ouvert) :
 - Température de nappe **< 25°C**
 - **Réinjection dans le même aquifère** que le prélèvement
 - Débits prélevés et réinjectés **< 80 m³/h** (selon rubrique 5.1.1.0 du Code de l'Environnement)
 - Zonage réglementaire GMI **zone verte** (sans avis) ou **zone orange** (avec avis d'expert)

En cas de dépassement d'un de ces seuils ou non-conformité d'un des paramètres, l'opération ne relève plus de la minime importance et devient soumise à autorisation au titre du Code Minier.

¹ Le décret N°2015-15 du 8 janvier 2015 a modifié 3 textes de lois :

- le décret N°78-498 du 28 mars 1978 relatif aux titres de recherche et d'exploitation de géothermie (art. 1 à 16)
- le décret N°2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, de de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains (art. 17 à 23)
- les articles R122-2 (procédures d'autorisation environnementale/cas par cas) et R414-27 (prescriptions en zone Natura 2000) du Code de l'Environnement

La géothermie de minime importance n'est pas concernée par ailleurs par les restrictions existant pour les opérations situées en zone Natura 2000 selon l'article R414-27 du Code de l'Environnement (autorisation au-delà de 4 m³/h en réinjection, hors géothermie de minime importance).

Pour les opérations conformes aux critères de minime importance, la **déclaration s'effectue par « télédéclaration », préalable aux travaux, sur la plateforme « Géothermies »** de l'ADEME/BRGM. Une déclaration de travaux (DT) et une déclaration d'intention de commencer les travaux (DICT) doivent également être réalisées avant de commencer les travaux.

5.1.1.2 Cartographie réglementaire GMI

Le site « Géothermies » élaboré par l'ADEME et le BRGM présente les zonages réglementaires de la minime importance selon le décret du 8 janvier 2015 (cf. paragraphe 5.1.1) :

- éligible à la GMI (vert),
- éligible à la GMI avec avis d'expert (orange),
- non éligible à la GMI (rouge),

la cartographie réglementaire étant déclinée entre 3 tranches de profondeur (10-50 m, 50-100 m, 100-200m), pour les circuits ouverts (nappe) ou fermés (sondes).

Nappe

Le site se trouve en **zonage réglementaire vert** (éligible à la GMI) pour la géothermie sur nappe jusqu'à 200 m (Figure 29), la cartographie étant identique sur les 3 tranches de profondeur (10-50, 50-100 et 100-200 m).

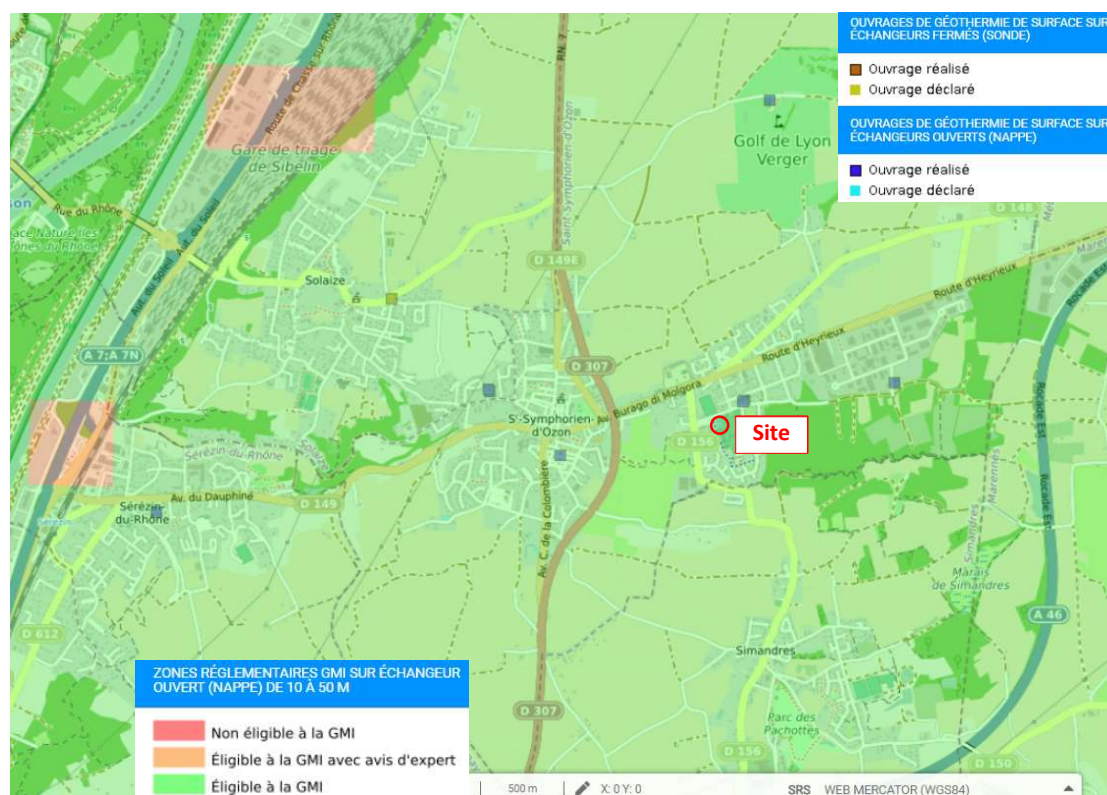


Figure 29 : Zonages réglementaires GMI (10-50m, 50-100m et 100-200m identiques) pour les circuits ouverts (nappe)
(source : site Géothermies ADEME/BRGM)

Sondes

De même, le site se trouve en **zonage réglementaire vert** (éligible à la GMI) pour la géothermie sur sondes jusqu'à 200 m, la cartographie étant identique sur les 3 tranches de profondeur.

Le site se trouve en **zonage réglementaire vert (éligible à la GMI),**
pour les **installations sur nappe et sur sondes.**

5.1.2 L'arrêté du 25 juin 2015

Il définit des **prescriptions** relatives à la réalisation de forages géothermiques, sur nappe (système ouvert) ou sur sondes géothermiques verticales (système fermé) : sur leur implantation, leur réalisation et leur exploitation. Les principales prescriptions sont indiquées ci-après.

Prescriptions sur leur implantation :

Les forages géothermiques (nappe et sondes) doivent être implantés :

- en-dehors des périmètres de protection immédiate et rapprochée (PPI et PPR) des captages d'eau potable ;
- à plus de 35 m d'un forage d'eau potable, de stockages de produits polluants (hydrocarbures, produits chimiques, phytosanitaires...), de bâtiments d'élevage, d'ouvrages de traitement des eaux usées (collectifs ou non collectifs) ;
- à plus de 200 m d'une décharge (ICPE rubrique 2760) ;
- en-dehors d'un périmètre de protection géothermique ;
- à plus de 5 m d'une conduite d'assainissement (individuelle ou collective) ou transportant des polluants ; cette distance est portée à 35 m pour les installations sur nappe en l'absence d'étanchéité entre horizons géologiques et conduite ;

Les sondes géothermiques doivent également être implantées :

- à plus de 5 m de la limite de propriété.

Le site se trouve **hors PPR des captages d'eau potable** et à **plus de 200m de toute décharge**. Les forages devront être implantés de manière à **respecter l'ensemble des distances réglementaires**.

Prescriptions sur leur réalisation :

Les forages géothermiques doivent être réalisés par une entreprise qualifiée et selon les règles de l'art, au minimum conformément aux normes en vigueur :

- **installations sur nappe : norme NFX10-999 relative aux forages d'eau ;**
- installations sur sondes : normes NFX10-960 et 970 ;

Pour les forages géothermiques sur nappe :

- **les pompages d'essai** doivent comporter **4 paliers** de pompage d'une heure dans chacun des forages (essai de puits), **un pompage longue durée** de 8 heures minimum (essai de nappe) et **un essai d'injection** par 4 paliers minimum d'une heure ;
- **un prélèvement d'eau** doit être effectué afin d'analyser les paramètres physico-chimiques de la nappe ainsi que les bactéries ferrugineuses et sulfato-réductrices.

Prescriptions sur leur exploitation :

- la variation de température de la nappe induite autour du forage de rejet ne doit pas dépasser 4°C à 200 m de celui-ci, et la température de réinjection ne doit pas dépasser 32°C ;
- les forages doivent faire l'objet au minimum d'une **surveillance annuelle** et d'une **maintenance décennale** des forages (inspection vidéo).

5.1.3 Synthèse sur la situation vis-à-vis de la GMI

La nappe des alluvions, peu profonde, serait à capter -> **le critère profondeur < 200 m est ainsi respecté.**

Les besoins thermiques restent à définir, donc la puissance prélevée dans la nappe et le débit de pompage/réinjection : selon la solution retenue, entre 50% et 100% géothermie, la puissance pourrait varier de 240 à 480 kW et le débit de 41 à 82 m³/h (pour un ΔT de chauffage de -5°C).

Classiquement, il est préférable que la géothermie fournisse les besoins courants avec un appoint (chauffage gaz ou autre) pour les besoins de pointe. **Les besoins de pointe ne sont appelés en effet que quelques jours par an mais nécessitent une puissance élevée, ce qui conduit à surdimensionner la PAC par rapport aux besoins courants de l'installation.**

Le bureau d'études fluides permettra de préciser ces besoins ; **la conformité aux critères GMI devra être recherchée afin d'alléger la procédure réglementaire (déclaration)**, soit une puissance de PAC < 500 kW et un débit de pompage/réinjection < 80 m³/h.

Par ailleurs, on rappelle que le bon fonctionnement d'une installation de géothermie sur nappe doit tenir compte de la productivité de la nappe, en pompage **comme en réinjection** ; compte tenu de la faible profondeur de la nappe (environ 1 à 2 m), **on dispose de peu de marge en réinjection et la remontée du niveau d'eau au débit maximal (qui reste à définir) reste à évaluer, ce qui pourrait conditionner un débit de fonctionnement plus faible en réinjection** (et donc en pompage également, puisque la totalité des débits pompés sont réinjectés, Q_{pompage} étant égal à $Q_{\text{injection}}$).

Tous les critères de la géothermie de minime importance sont respectés, sous réserve d'un dimensionnement précis des besoins ; la conformité aux critères GMI devra être recherchée (puissance < 500 kW et débit < 80 m³/h) afin de rester en déclaration.

5.2 Autres contraintes réglementaires : Plans de Prévention des Risques

Aucune contrainte environnementale particulière n'a été identifiée : le site se trouve **hors zone inondable**, en zone d'aléa faible pour le risque retrait-gonflement des argiles et en zone de risque modéré pour la sismicité.

Les plans de prévention des risques en vigueur n'induisent pas de contraintes particulières vis-à-vis de forages géothermiques.

5.3 Autres contraintes réglementaires : SDAGE et SAGE

5.3.1 SDAGE RMC 2022-2027

5.3.1.1 Orientations fondamentales et dispositions

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhône-Méditerranée-Corse (RMC) 2022-2027, approuvé le 21 mars 2022, oriente et planifie la gestion de l'eau à l'échelle du bassin : entretien des cours d'eau, maîtrise des inondations, gestion des prélèvements, lutte contre les pollutions, protection de la santé, protection des zones humides et de la biodiversité, protection du littoral.

Le SDAGE 2022-2027 comporte 8 « orientations fondamentales » (OF), au sein desquelles des « dispositions » sont à prendre par les préfetures, services de l'état et collectivités territoriales pour répondre aux objectifs des OF :

OF0 : S'adapter aux effets du changement climatique

OF1 : Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité

OF2 : Concrétiser la mise en œuvre du principe de non-dégradation des milieux aquatiques

OF3 : Prendre en compte les enjeux sociaux et économiques des politiques de l'eau

OF4 : Renforcer la gouvernance locale de l'eau pour assurer une gestion intégrée des enjeux

OF5 : Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé

OF6 : Préserver et restaurer le fonctionnement des milieux aquatiques et des zones humides

OF7 : Atteindre et préserver l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir

OF8 : Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques

Le projet de forages géothermiques sur eau de nappe est compatible avec les orientations fondamentales du SDAGE.

En particulier avec OF0, OF6 et OF7 puisque le fonctionnement comprend la réinjection de la totalité des volumes pompés et n'a donc **aucune incidence quantitative sur la ressource**.

Le projet est également compatible avec OF2 puisque **les eaux sont réinjectées sans modification de leur qualité**, seule la température de la nappe est modifiée au point de rejet.

5.3.1.2 OF5 et zones de sauvegarde de la ressource

Priorité est donnée à l'alimentation en eau potable par rapport aux autres usages, au même titre que la salubrité publique et la sécurité civile. L'OF5, en particulier sa sous-orientation OF5E « Evaluer, prévenir et maîtriser les risques pour la santé humaine » définit des masses d'eau superficielles ou aquifères « **ressources stratégiques pour l'AEP** », au sein desquelles sont à identifier des « **zones de sauvegarde de la ressource** » (ZSR), conformément à l'article R212-4 du Code de l'Environnement.

Cet article précise leur définition : « zones de captage de l'eau destinée à la consommation humaine fournissant plus de 10 m³/j ou desservant plus de 50 personnes ainsi que les zones identifiées pour un tel usage dans le futur ».

La disposition 5E-01 « Protéger les ressources stratégiques pour l'alimentation en eau potable » définit les ressources stratégiques et zones de sauvegarde de la ressource. La préservation de ces ressources doit être assurée par les SAGE, les documents d'urbanisme (SCoT et PLU) et les décisions administratives prises au titre des procédures réglementaires « eau » et « installations classées pour la protection de l'environnement ».

Le tableau 5E-A définit les masses d'eau identifiées comme stratégiques. Au droit du site, deux masses d'eau sont présentes (Tableau 10) :

Masse d'eau présentes au droit du site	Masse d'eau concernée par le projet	Masse d'eau stratégique	Zones de sauvegarde	ZRE
FRDG334 Couloirs de l'Est lyonnais (Meyzieu, Décines, Mions) et alluvions de l'Ozon	Oui	Oui	Déjà délimitées	Oui
FRDG240 Miocène sous couverture Lyonnais et sud Dombes	Non	Oui	A délimiter	Non

Tableau 10 : Masses d'eau stratégiques définies par le SDAGE RMC

Le projet de géothermie captera une **masse d'eau stratégique, les alluvions des Couloirs de l'Est lyonnais et alluvions de l'Ozon**. Cependant, le principe de la géothermie de minime importance implique de réinjecter dans la même nappe la totalité des eaux pompées, et la **ressource en eau ne sera donc pas diminuée puisque le bilan prélèvement/réinjection sera nul**.

5.3.1.3 OF5 et captages prioritaires/sensibles

La disposition 5E-02 concerne la délimitation des aires d'alimentation des captages d'eau potables dits « sensibles » ou « prioritaires ». Le tableau 5E-C définit la liste des captages prioritaires pour la mise en place de programmes d'actions contre la pollution aux nitrates et pesticides à l'échelle de leur aire d'alimentation de captage (AAC).

Aucun captage prioritaire n'est présent à Saint-Symphorien d'Ozon. Deux captages prioritaires sont présents à Corbas dans les alluvions fluvioglaciaires, en amont hydraulique du site, tous deux pour des concentrations élevées en pesticides seuls et faisant l'objet d'une AAC :

- le **captage AEP public des Romanettes** (07223C0089), situé environ 3,7 km au NE, exploité par l'Eau du Grand Lyon ;
- le **captage AEP privé de la Ferme Pitiot** (07223X0069), situé environ 4,3 km au NE, exploité par la ZI Vénissieux-Corbas-Saint-Priest.

Seule la nappe des alluvions fluvioglaciaires (FRDG334) est concernée par cette disposition.

Aucun captage prioritaire ne se situe à proximité du site.

5.3.1.4 Objectifs quantitatifs et qualitatifs des masses d'eau

Des objectifs quantitatifs et qualitatifs sont définis pour chaque masse d'eau par le SDAGE RMC 2022-2027 :

FRDG334 (Alluvions FG et Ozon) a un objectif de **bon état quantitatif** pour 2027 et un objectif de **bon état qualitatif** pour 2027 également, en raison des nitrates et pesticides (metolachlor).

FRDG240 (Molasse miocène) a un objectif de **bon état quantitatif** satisfait depuis 2015, et un objectif de **bon état qualitatif** pour 2015, qui est satisfait également.

5.3.2 SAGE de l'Est lyonnais

Les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) sont les déclinaisons locales du SDAGE sur des secteurs particuliers.

La commune de Saint Symphorien d'Ozon fait partie du **SAGE de l'Est lyonnais, approuvé le 24 juillet 2009**.

Les étapes du SAGE ont été les suivantes : périmètre défini en 1997, création de la CLE en 2002, état des lieux et diagnostic établi en 2005, stratégie en 2006 et enquête publique en juillet 2008.

Il est actuellement **en révision** depuis la décision de 2018.

5.3.2.1 Règlement du SAGE

Le règlement du SAGE comporte 5 titres et 12 articles :

Titres	Articles
Titre 1 - Ressources en eau potable	Article 1 : Interdiction d'activités à risques dans les périmètres de protection rapprochés des captages Article 2 : Traversée des périmètres de protection des captages par de nouvelles infrastructures Article 3 : Implantation des nouvelles activités dans les périmètres de protection éloignés Article 4 : Sites de distribution de carburant dans les périmètres de protection éloignés
Titre 2 - Protection de la nappe de la molasse	Article 5 : Principe de réserve de la nappe de la molasse au seul usage alimentation en eau potable Article 6 : Incidences d'un prélèvement en nappe de l'Est lyonnais sur la nappe de la molasse Article 7 : Projets de construction d'ouvrages souterrains
Titre 3 - Qualité de l'eau	Article 8 : Pratiques d'assainissement pluvial Article 9 : Équipement des zones d'accès et de stationnement du Grand Parc de Miribel-Jonage Article 10 : Projets d'infrastructure ou d'aménagement du « V vert » nord
Titre 4 - Zones humides	Article 11 : Préservation des zones humides vis-à-vis des projets d'aménagement
Titre 5 - Inondations	Article 12 : Limitation des ruissellements

Tableau 11 : Titres et articles du règlement du SAGE 2009

Le titre 1 du SAGE concerne la préservation des ressources en eau potable. Le site de la piscine se trouve **en-dehors de tout périmètre de protection de captage d'eau potable** et est donc compatible avec les prescriptions du SAGE.

Le titre 5 du SAGE distingue la nappe de la molasse en établissant un « **Principe de réserve de la nappe de la molasse au seul usage alimentation en eau potable** » (Article 5) ; tout projet hors usage eau potable sera donc interdit. A Saint-Symphorien d'Ozon, la molasse miocène n'est pas adaptée à un projet de géothermie car la nappe est en charge de +10 à +15 m au-dessus du sol, ce qui impliquerait une réinjection sous pression, probablement impossible et de toute façon à éviter en géothermie. Le

projet de géothermie aux alluvions fluvioglaciaires et de l'Ozon est donc compatible avec les prescriptions du SAGE.

L'article 6 « Incidences d'un prélèvement en nappe de l'Est lyonnais sur la nappe de la molasse » pourrait concerner l'installation de géothermie. L'article indique en effet :

« Dans les secteurs du périmètre du SAGE où une interactivité hydraulique existe entre les 2 aquifères couloirs fluvioglaciaires de l'Est lyonnais et nappe de la molasse (aquifère "multicouche"), les déclarations et demandes d'autorisation de IOTA (installation, ouvrage, travaux, activité) s'appuieront sur la doctrine établie par la CLE à l'issue de l'étude détaillée de la nappe de la molasse (prévues dans le cadre de l'action 31 du PAGD). Cette doctrine fixera des critères pour définir quels types de prélèvements en nappe de l'Est lyonnais devront fournir, à travers le dossier d'instruction réglementaire, une étude technique d'incidence directe et/ou indirecte sur la nappe de la molasse du prélèvement en nappe de l'Est lyonnais projeté. L'administration s'appuiera également sur cette doctrine pour qualifier si les incidences induites sur la molasse par le prélèvement projeté sont acceptables ou non, et si le projet doit être adapté. »

On rappelle que le SAGE de l'Est lyonnais date de 2009 et ne mentionne pas la particularité des ouvrages de géothermie puisque le SAGE est antérieur à la modification de la réglementation Code Minier en 2015 (*qui introduit la notion de minime importance – GMI et la simple déclaration des projets de géothermie respectant les critères de la minime importance*). La géothermie n'est en effet pas susceptible de diminuer la ressource (alluvions comme molasse, qui est naturellement drainée par les alluvions) puisque par conception **la totalité des volumes prélevés est réinjectée**.

Enfin, **l'article 7** concerne les projets de construction d'ouvrages souterrains :

« Les projets de construction d'ouvrages souterrains atteignant la nappe de la molasse et basés sur un système drainant celle-ci ne peuvent être autorisés.

Pour tout projet d'ouvrage souterrain réalisé en parois étanches, sans systèmes de drainage, et atteignant la nappe de la molasse, le dossier loi sur l'eau : - fera état des impacts hydrauliques de l'ouvrage en phase travaux et en phase exploitation, - mettra en avant des modalités de réalisation de l'ouvrage permettant d'isoler hydrauliquement les 2 nappes et/ou d'empêcher toute communication verticale entre les 2 nappes. »

Cet article concerne des ouvrages souterrains de drainage des eaux souterraines (dispositifs de rabattement de nappe dans le cadre de la construction de sous-sols par exemple) et non des ouvrages de géothermie (qui par conception **réinjectent la totalité des volumes prélevés** et ne drainent donc pas la nappe). De plus les ouvrages capteront les alluvions et n'atteindront pas la molasse.

Le projet de géothermie est donc **compatible avec les prescriptions du SAGE de l'Est lyonnais**.

5.3.2.2 Révision et stratégie 2020-2030 du SAGE

Dans le cadre de la révision du SAGE, la stratégie 2020-2030 a été définie ; elle s'inscrit dans la continuité du SAGE 2009-2019. L'accent est mis sur deux aspects : l'adaptation au changement climatique ; la sensibilisation et la communication.

La stratégie 2020-2030 comprend 6 orientations :

Orientation 0 : S'adapter au changement climatique et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau

Orientation 1 : Mobiliser les acteurs du territoire

Orientation 2 : Restaurer, préserver et protéger durablement les cours d'eau, plans d'eau et zones humides du territoire – renforcer leur résilience

Orientation 3 : Atteindre et préserver l'équilibre quantitatif de la nappe fluvio-glaciaire et de la nappe de la molasse

Orientation 4 : Améliorer et préserver la qualité de l'eau des masses d'eau souterraine et superficielle du territoire

Orientation 5 : Préserver la capacité existante et future des ressources en eau pour l'eau potable du territoire

Concernant la protection de la molasse et la préservation de la qualité des ressources en eau potable, la stratégie 2020-2030 prévoit notamment « **la maîtrise des impacts des nouveaux usages sur les ressources en eau (ex : géothermie...)** », cependant aucune action précise n'est listée à ce sujet.

L'orientation 3 envisage des actions pour atteindre l'équilibre quantitatif de la nappe fluvioglaciaire et de la nappe de la molasse (volumes prélevables du PGRE à mettre en œuvre, évaluer précisément la recharge de la nappe et identifier les conditions de la recharge, intégrer les connaissances des études récentes, améliorer la gestion de crise) ainsi que pour améliorer la connaissance du fonctionnement de la nappe de la molasse.

L'orientation 5 indique que « *l'intérêt principal du SAGE vis-à-vis de l'eau potable réside dans la **gestion patrimoniale des ressources en eau**, qui présente un intérêt autant en situation d'absence de gestionnaire (cas de la nappe fluvio-glaciaire et la nappe de la molasse) qu'en présence d'une multiplicité de gestionnaires (cas de la nappe alluviale du Rhône).* »

Trois leviers sont identifiés : amélioration des connaissances (en particulier de la nappe de la molasse), sécurisation de l'AEP et gestion de crise.

Le projet de géothermie est donc compatible avec la révision et stratégie 2020-2030
du SAGE de l'Est lyonnais.

6 Dimensionnement de l'installation de géothermie sur nappe

6.1 Débit de pointe

En première approximation, le débit de pointe a été évalué à **40-41 m³/h** pour une solution de géothermie couvrant les besoins de base jusqu'à 50% du débit de pointe (cf. paragraphe 3.4).

6.2 Aquifère cible et productivité attendue

L'**aquifère des alluvions fluvioglaciaires** est un aquifère **peu profond** (forages à réaliser jusqu'à la base des alluvions, soit de l'ordre de 8 à 10 m de profondeur voire quelques mètres de plus) et de **très bonne productivité**. Plusieurs forages agricoles dans le secteur indiquent des **débits de 80 à 120 m³/h**.

Néanmoins, la faible épaisseur d'aquifère (environ 5 m) et surtout le **niveau d'eau peu profond (1,1 à 2 m d'après le suivi piézométrique ADES et la mesure réalisée)** peuvent induire des **difficultés de réinjection**, en particulier en période de hautes eaux (hivernale donc en période d'exploitation de la géothermie) car on dispose de **peu de marge sur la remontée du niveau d'eau en réinjection**.

Le débit spécifique semble être intéressant également mais on ne dispose que des données de pompages d'essai du forage AEP Romanettes, situé à près de 4 km au nord-est. Sur ce forage, le **débit spécifique atteindrait au minimum environ 400 m³/h/m**, avec un rabattement d'environ 12 cm pour un débit de 50 m³/h.

Un forage de reconnaissance (dimensionné comme un forage d'exploitation, afin de pouvoir être réutilisé dans le dispositif géothermique) devra être effectué afin de **confirmer le débit spécifique au droit du site**.

Des **pompages d'essai** (paliers et longue durée) seront réalisés dans ce premier forage afin de préciser les capacités de l'aquifère en pompage. Les capacités de réinjection pourront ensuite être extrapolées, et seront vérifiées lors d'un essai d'injection une fois le second forage effectué.

On précise que **les capacités de réinjection sont généralement moindres que les capacités en pompage**.

Un **essai en boucle** final avec les forages (pompage + réinjection) sera effectué dans le cadre de la mise en service de l'installation.

Concernant la qualité, il conviendra de réaliser dans le premier forage une **analyse de qualité** précisant divers paramètres, notamment : conductivité, température, ions majeurs, fer, manganèse, oxygène dissous, potentiel d'oxydo-réduction, bactéries ferro et sulfato-réductrices. Les résultats permettront d'évaluer les **risques de colmatage des forages** (en particulier des **forages de réinjection**) liés à la qualité de l'eau. Un suivi de ces paramètres devra également être effectué régulièrement en phase d'exploitation des forages.

6.3 Dimensionnement et réalisation des forages d'exploitation

La profondeur des forages sera d'environ 10 m de profondeur (voire quelques mètres de plus), jusqu'à la base des alluvions, afin de capter toute la hauteur de l'aquifère.

Un débit de pointe de 40-41 m³/h, comme évoqué précédemment, nécessite la mise en place d'une pompe 6'' (ø ≈ 150 mm).

Les forages devront être réalisés dans les règles de l'art, selon la norme forages d'eau NF X10-999 et conformément à la réglementation GMI, par un **foreur agréé GMI**. Leur réalisation devra être suivie par un hydrogéologue.

Des **crépines inox à fil enroulé** avec massif filtrant dans l'annulaire seront mises en place face à l'aquifère des alluvions. Des tubes pleins seront présents sur toute la partie supérieure du forage au-dessus de l'aquifère (face aux argiles en tête, soit 2 à 3 m) et l'annulaire sera cimenté pour l'isolation de ces formations. La colonne de captage aura un diamètre ø ≈ 219 mm et le diamètre de foration sera au minimum de 319 mm.

6.4 Implantation des forages

6.4.1 Principes d'implantation

L'implantation des forages géothermiques dépend de la **direction** et du **sens d'écoulement** des eaux souterraines au droit du site.

Le **principe d'implantation** des forages est le suivant, afin d'éviter l'influence de la modification de température au point de rejet, sur les eaux pompées dans les forages de pompage (« recyclage thermique ») :

- en **amont** de l'écoulement pour les **forages de pompage**
- en **aval** de l'écoulement pour le **forage de rejet**
- respect d'une distance minimale entre le point de prélèvement et le(s) point(s) d'injection. Cette distance dépend du débit, de l'épaisseur de la nappe, du gradient de la nappe et de la vitesse de circulation de l'eau dans la nappe.

L'écoulement s'effectuant ici **d'Est en Ouest (plus exactement ENE-OSO)**, le **forage de pompage (FP)** se situera **en partie Est du site** (soit côté stade) et le forage de **réinjection (FR)** **en partie Ouest** (soit côté local filtration).

L'implantation doit également permettre un **accès facile en exploitation** pour les opérations de maintenance périodiques des forages (remontées de pompe, inspections vidéo, opérations de nettoyage et réhabilitation).

Elle doit tenir compte des **contraintes propres au site** (réseaux enterrés, voies de circulation, accès pompiers etc) afin de ne pas gêner le bon fonctionnement du site, en particulier lors des opérations de maintenance qui peuvent durer quelques jours à 1 à 2 semaines. L'implantation doit par ailleurs **tenir compte de l'emplacement du local technique abritant la PAC** afin d'optimiser le tracé et la longueur des canalisations et raccordements entre les forages et la PAC. Enfin, il faut également prendre en compte l'éloignement minimum prescrit par la réglementation par rapport aux réseaux d'assainissement et stockages de produits polluants (cf. paragraphe 5.1.2), ainsi que **l'encombrement de l'atelier de forage lors de la réalisation des travaux**.

La PAC et les équipements de filtration associés aux forages pourront vraisemblablement être installés dans le local chaufferie qui paraît suffisamment grand en première approximation (un maquetage précis du local devra être effectué pour confirmation).

Les dimensions du site dans le sens d'écoulement de l'aquifère sont faibles (largeur du site 25 m, entre Est et Ouest de la piscine) et la mise en place d'un doublet de forages induit une faible distance entre les forages de pompage et de réinjection.

Par ailleurs du fait de la **faible profondeur du niveau d'eau et donc de la faible marge sur la remontée en réinjection**, on recommande la réalisation de deux forages de réinjection (soit un triplet de forages), ce qui permettrait :

- de répartir le débit de réinjection dans deux forages au lieu d'un seul (donc de réduire la remontée dans chaque forage) en fonctionnement courant comme de pointe ;
- de disposer d'un forage en secours en cas de colmatage dans l'un des deux forages de réinjection.

Les forages du triplet seraient disposés « en triangle » et l'écartement maximal :

- entre le forage de pompage (FP) et chacun des forages de réinjection (FR1 ou FR2) serait d'environ 35 m voire plus selon leurs positionnements respectifs ;
- entre les 2 forages de réinjection (FR1 et FR2) serait d'environ 40 m voire plus.

Il est à noter que le forage de pompage devra être réalisé sur la partie « stade » adjacente à la piscine, et les forages de réinjection sur la partie ouverte à l'ouest de la piscine, côté local de filtration, comme l'actuel forage d'alimentation.

L'implantation des forages sur le site pourrait être la suivante (Figure 30) :

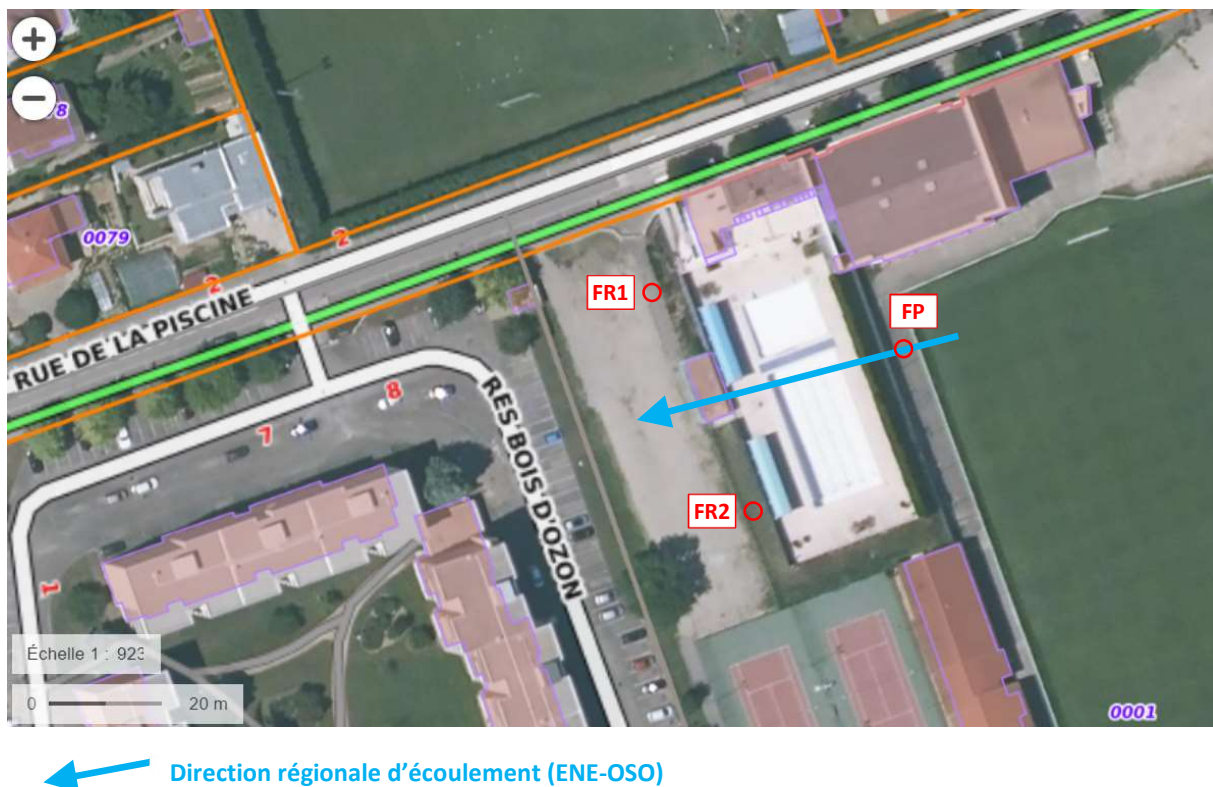


Figure 30 : Implantation proposée pour les forages de pompage et de réinjection

6.4.2 Calcul analytique du temps de percée

Le temps de percée est le temps à partir duquel se produit un recyclage des eaux (repompage des eaux rejetées) pendant la durée d'exploitation dans un même mode (par exemple en mode chauffage), c'est-à-dire lorsque le panache thermique induit au rejet atteint le forage de pompage. Lorsque ce recyclage commence, les performances de l'installation sont diminuées.

Ce temps de percée est directement dépendant du débit pompé/réinjecté, de la distance entre les 2 forages (s'il s'agit d'un doublet) et de l'épaisseur de l'aquifère.

Le **taux de recyclage** à partir du temps de percée est ensuite à évaluer (0 à 100%).

Une méthodologie et des abaques ont été développées par le BRGM (rapport 82-SGN-023 EAU d'août 1982) pour un doublet (1 forage de pompage, 1 forage de rejet). On effectue en première approximation un calcul analytique selon cette méthodologie.

Les paramètres d'entrée sont les suivants, basés sur la bibliographie :

Paramètre	Valeur	Commentaire
Transmissivité	$1,1 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$	Transmissivité basse selon fiche masse d'eau AERMC et débit spécifique forage AEP Romanettes à 50 m ³ /h
Gradient hydraulique	3‰	Selon fiche masse d'eau AERMC et gradient carte piézométrique simulée NAPELY
Direction d'écoulement régionale	ENE-OSO	≈ 15° selon carte piézométrique simulée NAPELY
Débit d'exploitation	41 m ³ /h	50% du débit de pointe pré-estimé par GECAT
Ecart de température pompage/rejet (ΔT)	5°C	ΔT en mode chauffage
Epaisseur saturée d'aquifère	≈ 5 m	Alluvions entre environ 3 et 8 m de profondeur selon coupes
Distance entre forage de rejet (FR) et forage de pompage (FP)	25 m	Ecart maximal sur site entre FP et FR pour un doublet orienté dans le sens d'écoulement de la nappe
	35 m	Ecart maximal sur site entre FP et FR pour un triplet orienté dans le sens d'écoulement de la nappe
Angle entre l'axe FP-FR et la direction d'écoulement de la nappe	0°	Doublet : l'axe des forages FP-FR est parallèle à l'écoulement orienté ENE-OSO
	30°	Triplet : l'axe des forages FP-FR1 ou FP-FR2 forme un angle d'environ 30° avec l'écoulement orienté ENE-OSO

Tableau 12 : Paramètres du calcul analytique du temps de percée

Cependant l'importante perméabilité de l'aquifère (70 à 90% de graviers) induit des vitesses d'écoulement de nappe très élevées (vitesses de Darcy ≈ 2 000 m/an) et l'on se situe hors abaques, ce qui ne permet pas d'évaluer un temps de percée ou un taux de recyclage. Le sens de variation des courbes des abaques laisse cependant supposer un **taux de recyclage très faible ou nul** compte tenu de la perméabilité et de la vitesse d'écoulement importantes.

A l'issue de la foration, qui permettra de connaître l'épaisseur des alluvions au droit du site, et des pompages d'essai, qui permettront de préciser la transmissivité et la porosité de l'aquifère, une seconde évaluation analytique pourra être effectuée. Si nécessaire, une **modélisation hydrodynamique et thermique** sera proposée afin de simuler le fonctionnement de l'installation sur 20 ans et d'évaluer l'éventuel recyclage thermique (évolution de la température sur le forage de pompage au cours de ces 20 ans).

6.4.3 Calcul du rayon d'action

La formule de Theis-Jacob permet d'évaluer le rabattement (« s » en mètres) à une distance (« r » en mètres) d'un pompage au débit (« Q » en m³/h) pendant le temps « t » en secondes), selon les paramètres hydrodynamiques de la nappe (transmissivité « T » en m²/s et emmagasinement « S » sans dimension) :

$$s = \frac{2,3Q}{4\pi T} \log_{10} \frac{2,25Tt}{r^2 S}$$

De cette équation dérive le rayon d'action du pompage, c'est-à-dire la distance au-delà de laquelle le rabattement induit sur la nappe est nul (distance à laquelle s=0) :

$$r = 1,5 \sqrt{\frac{T t}{S}}$$

En première approximation, l'emmagasinement est assimilé à la porosité, puisqu'il s'agit d'une nappe libre. Ainsi, T=1,1.10⁻¹ m²/s et S=5% (paramètres issus de la bibliographie) et Q=41 m³/h (50% du débit de pointe). Pour un pompage en continu (soit pendant 24 heures), le rayon d'action est d'environ 653 m ; **pour un pompage de 12h (durée d'exploitation journalière potentiellement envisageable), le rayon d'action est de 462 m.**

A 35 m (distance minimale entre forages), le rabattement induit est de 5 cm pour un pompage de 24h, 4 cm pour un pompage de 12h. **L'inter-influence hydrodynamique entre forages est donc faible.**

6.4.4 Contraintes lors de la réalisation et de l'exploitation des forages

Une Déclaration de Travaux (DT) devra être effectuée par le Maître d'Ouvrage afin d'identifier les réseaux enterrés présents à proximité et entrant ou passant sous le site. L'Entreprise de forage réalisera quant à elle sa Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) préalablement au démarrage des travaux.

Il conviendra d'être particulièrement vigilant :

- **lors de la réalisation des forages :**
 - Foration par une **entreprise de forage agréée RGE (Reconnu Garant de l'Environnement)** et **suivi par un hydrogéologue** pour s'assurer de leur réalisation selon les règles de l'art et conformément à la norme « Forages d'eau et de géothermie NFX10-999 » ;
 - Mise en place d'une **crépine en inox à fil enroulé**, afin d'augmenter la surface d'ouverture tout en conservant une filtration fine (pour éviter de pomper les particules fines, sables et argiles, pouvant être présentes dans l'aquifère et ainsi prévenir les risques de colmatage des forages, en pompage et surtout en réinjection) ;
 - Mise en place d'un **massif filtrant de granulométrie adaptée** pour la filtration des éléments fins (pour les mêmes raisons) ;
 - Réalisation de **pompages de développement** : 8 à 24 heures de pompages de développement progressifs, comportant des pompages continus et des pompages par marche-arrêts ;

- Réalisation de **pompages d'essai par paliers** (essai de puits) sur chacun des puits de pompage et d'injection, d'au moins un essai de **longue durée** (essai de nappe), d'essais **d'injection** (sur chacun des forages d'injection) et d'un **essai en boucle** (en sollicitant l'ensemble des forages, comme en exploitation) ;
- ainsi **qu'en exploitation** :
 - Mise en place en surface d'un **système de filtration efficace des eaux pompées**, avant rejet en nappe, de type filtre à cyclone et à tamis ou filtre auto-nettoyant de taille suffisante (pour prévenir les risques de colmatage des forages de rejet par des particules fines provenant de la formation) ;
 - L'**instrumentation de chaque forage** avec la mesure du débit, niveau dynamique, température pompée et réinjectée, volume cumulé... ;
 - Mise en place d'un **suivi d'exploitation** comportant au minimum l'analyse des paramètres débit, niveau dynamique (couples débit/niveau) et température, ainsi que les cycles de fonctionnement (durées des marche-arrêts) afin de repérer tout dysfonctionnement et anticiper toute perte de performance ;
 - Une **régulation** privilégiant un fonctionnement sur des phases longues et à débit plus faible, évitant les marche-arrêts, susceptibles de provoquer la venue des fines de l'aquifère, qui peuvent entraîner le colmatage des forages à échéance plus ou moins rapide et diminuer la durée de vie des pompes. L'utilisation de pompes à débit variable est recommandée afin de s'adapter aux variations des besoins ;
 - **Opérations régulières de maintenance** :
 - **Contrôle quinquennal** : remontée et contrôle de pompe, inspections vidéo de l'état des forages ;
 - **Contrôle décennal** : idem quinquennal + réhabilitation (nettoyage et redéveloppement) des forages ou lorsque nécessaire (en cas de perte de performance et/ou colmatage ou éventuel désordre constaté lors d'une inspection vidéo quinquennale) ;
 - La **périodicité** des opérations de maintenance sera **à adapter** en fonction des constatations effectuées lors du suivi d'exploitation ;
 - Un nivellement de la tête des forages par un géomètre devra être effectué ;
 - Un **accès aisé aux forages** devra être conservé pendant toute leur durée d'exploitation.

6.4.5 Garantie Aquapac

Crée en 1983 par l'ADEME, le BRGM et EDF, la garantie AQUAPAC est aujourd'hui gérée par la SAF-Environnement (filiale de la Caisse des dépôts et des Consignations, CDC) et s'adresse à des projets faisant appel à une ressource d'une profondeur de moins de 200 m et utilisant une pompe à chaleur de plus de 30 kW.

Elle comporte deux garanties : recherche (forage) et pérennité (exploitation) concernant la **ressource géothermique**.

La **garantie recherche** (cotisation 5% du montant de chaque forage, indemnité selon échec total ou partiel, plafonnement à 140 000 €) couvre le risque d'échec consécutif à la découverte d'une ressource en eau souterraine insuffisante pour le fonctionnement de l'installation géothermique prévue.

La **garantie pérennité** (cotisation 4% du montant des ouvrages garantis hors subventions, amortissement 5%/semestre écoulé) couvre pour les 10 premières années d'exploitation les

investissements réalisés pour le captage, le transfert et la réinjection de la ressource. La souscription à une garantie pérennité fait nécessairement suite à une garantie recherche.

L'attribution de la garantie repose sur l'examen, par le Comité Technique AQUAPAC, d'un dossier présentant les éléments techniques nécessaires à l'évaluation du projet. Les dispositions de cette garantie figurent en Annexe 1.

6.5 Fonds chaleur ADEME

Le fond chaleur (ADEME) a pour objectif de financer les projets d'installations produisant et distribuant la chaleur renouvelable dans les secteurs de l'habitat collectif, du tertiaire, de l'industrie et de l'agriculture, et leur permettre ainsi d'être économiquement compétitives par rapport aux installations utilisant une énergie conventionnelle.

6.5.1 Conditions d'éligibilité

Les aides régionales à l'investissement (études et travaux) concernant les projets de géothermie de petite et moyenne taille sont attribuées de manière forfaitaire sous certaines conditions d'éligibilité (Annexe 2) :

- **performance énergétique :**
 - bâtiments neufs : consommation moyenne < consommation exigée RT2012
 - bâtiments existants : $\leq C$ ou $\leq D$ selon le type de bâtiment (logements collectifs, tertiaires soumis ou non au décret du 9 mai 2017)
- pour une **PAC sur eau de nappe ou sondes** :
 - production d'énergie > 25 MWh/an
 - respect de la réglementation GMI et de la norme forages d'eau ou sondes géothermiques verticales
 - COP machine $\geq 4,5$ (nappe) ou ≥ 4 (sondes) et SCOP global annuel ≥ 3
- qualification RGE (Reconnu Garant de l'Environnement) ou équivalent d'un des intervenants Etudes ou Maîtrise d'œuvre ;
- en exploitation :
 - mise en place d'une **instrumentation** pour le suivi du fonctionnement des installations,
 - **suivi des performances** de l'installation pendant toute sa durée de vie,
 - souscription d'un **contrat d'entretien** couvrant l'intégralité des installations de forage et de génie climatique.

6.5.2 Montant des subventions : nappe et sondes

Les aides forfaitaires sont les suivantes pour des installations de PAC sur nappe géothermiques. Les subventions principales concernent le **chauffage (25€/ MWh/an x 20 ans)**.

Le montant de la subvention pourra être évalué lorsque les besoins en énergie (MWh/an) auront été précisés par le BE Fluides.

***La réalisation d'un dossier de demande de subventions ADEME
est conseillée au Maître d'Ouvrage.***

6.6 Estimation budgétaire : géothermie sur nappe

La mise en œuvre d'une installation de géothermie sur nappe comporte des **coûts d'investissement** (travaux et ingénierie) ainsi que des **coûts de fonctionnement** (suivi d'exploitation, maintenance et contrôles périodiques). Une estimation de ces coûts est proposée dans les tableaux ci-dessous.

On rappelle que les installations de géothermie réalisées selon les règles de l'art (norme forages d'eau NF X10-999 et foreur agréé GMI) peuvent bénéficier de subventions de la part de l'ADEME (25€/ MWh/an x 20 ans, voir paragraphe précédent).

NB : Le chiffrage ne comprend pas les équipements de pompage et de réinjection (pompe et colonne d'exhaure, colonne de réinjection) **et les équipements de surface** : aménagement des têtes de puits (caves d'avant-puits, coudes, vannes, débitmètres, robinets de prélèvement, sondes de mesure...), tranchées, raccordements hydrauliques et électriques et équipements du local technique (armoire de commande, variateur de la pompe, filtres, métrologie).

Description	Type prix	Prix (€ HT)
Travaux Amenée repli chantier, foration, équipement (colonne de captage), développement et pompages d'essai, prélèvement et analyse d'eau, inspection par caméra vidéo Triplet de forages à 10-15m de profondeur équipés inox fil enroulé et diamètre permettant de pomper à un débit de 40 m³/h	Forfait (3 forages) :	45 à 65 k€
Ingénierie Assistance technique hydrogéologique à la réalisation des forages : cahier des charges technique et analyse des offres, suivi des travaux (foration, développement, pompages d'essai, essai d'injection), interprétation des pompages d'essai et rapport de fin de travaux, assistance à la réception des forages	Forfait (3 forages) :	12 à 15 k€
Total coûts d'investissement travaux de forage	3 forages	57 à 80 k€

Tableau 13 : Coûts d'investissement pour une installation de géothermie sur nappe à 3 forages

Description	Pour un triplet de forages (€ HT)
Maintenance par une entreprise de forage spécialisée en géothermie Contrôle annuel avec inspection visuelle trimestrielle Contrôle quinquennal avec remontée de pompe et inspection vidéo (années 5 et 15 soit x 2 sur 20 ans) Contrôle décennal idem quinquennal + nettoyage et redéveloppement (années 10 et 20 soit x 2 sur 20 ans)	1,5 à 1,8 k€ 3 à 4,5 k€ / 5 ans 7,5 à 11 k€ / 10 ans
Suivi d'exploitation par un BE Hydrogéologie Coût annuel	1,5 à 2 k€
Total coûts maintenance et suivi (sur 20 ans, ramené à un coût annuel)	4 à 5,3 k€

Tableau 14 : Coûts d'exploitation pour une installation de géothermie sur nappe

7 Conclusions

Le projet de géothermie comporte le **chauffage de la future piscine couverte** de Saint-Symphorien d'Ozon, qui se situe dans la vallée de l'Ozon. Au droit du site, se trouve un **aquifère peu profond (environ 10 m)** et de **bonne productivité (probablement plus de 100 m³/h)** : les **alluvions fluvioglaciaires** (couloir d'Heyrieux – Ozon) et alluvions de l'Ozon, composés de graviers et de sables.

Les besoins thermiques ont été définis en première approximation et restent à préciser. Classiquement, il est **préférable que la géothermie fournisse les besoins courants avec un appoint** (chauffage gaz ou autre) **pour les besoins de pointe. Les besoins de pointe ne sont appelés en effet que quelques jours par an mais nécessitent une puissance élevée, ce qui conduit à surdimensionner la PAC par rapport aux besoins courants de l'installation.**

Pour une solution de géothermie fournissant **les besoins de base jusqu'à 50% du débit de pointe**, la puissance de pointe à prélever dans la nappe serait d'**environ 240 kW** soit un **débit maximal de 41 m³/h** (pour un ΔT « classique » de 5°C, qui peut être augmenté si nécessaire). **La conformité aux critères de « géothermie de minime importance » (GMI) devra être recherchée afin d'alléger la procédure réglementaire (déclaration)**, soit une puissance de PAC < 500 kW et un débit < 80 m³/h.

Par ailleurs, le bon fonctionnement d'une installation de géothermie sur nappe doit tenir compte de la productivité de la nappe, en pompage **comme en réinjection** ; compte tenu de la faible profondeur de la nappe (environ 1 à 2 m), **on dispose de peu de marge en réinjection sur la remontée du niveau d'eau au débit maximal (qui reste à préciser), ce qui pourrait conditionner un débit de fonctionnement plus faible en réinjection** (et donc en pompage également, puisque la totalité des débits pompés sont réinjectés, $Q_{\text{pompage}} = Q_{\text{injection}}$). On recommande donc **la réalisation de deux forages d'injection**, afin de pouvoir **répartir le débit sur deux forages** (et donc limiter la remontée sur chacun des forages), mais également afin de disposer d'un forage de secours, soit un **triplet de forages**.

Les forages devront être réalisés selon les règles de l'art, conformément à la **norme forages d'eau et de géothermie** et par un **foreur agréé GMI**. Des opérations de développement et des pompages d'essai incluant un essai de réinjection seront à effectuer. Un **écartement maximal entre forage de pompage et forages de réinjection est à rechercher afin de limiter les risques de recyclage thermique**, qui affecteraient les performances du système. La PAC et les équipements de filtration associés aux forages pourront vraisemblablement être installés dans le local chaufferie.

Aucune contrainte environnementale particulière n'a été identifiée (hors zone inondable, hors PPR de captages AEP, hors milieux naturels protégés, ancienne pollution des eaux souterraines désormais traitée...).

Les investissements pour la **réalisation d'un triplet de forages (1 forage de pompage + 2 forages de réinjection) à 10-15 m de profondeur (jusqu'à la base des alluvions)** ont été estimés à environ 57 à 80 k€, ingénierie incluse et hors installations de surface (tranchées, canalisations, caves enterrées, équipements des forages et du local technique...). Des coûts de maintenance sur les forages (contrôles annuels, quinquennaux et décennaux) sont également à prévoir (coûts sur 20 ans ramenés à un coût annuel, d'environ 4 à 5 k€).

Enfin, les forages sont éligibles à des **subventions ADEME (25€/MWh/an x 20 ans en mode chauffage)** ; le montant de la subvention pourra être précisé suite au dimensionnement ultérieur des besoins en énergie (MWh/an) par le BE Fluides.

Annexe 1 : Garantie Aquapac

(5 pages)

Annexe 2 : Fonds chaleur ADEME géothermie de surface

(23 pages)