



Mission régionale d'autorité environnementale

Île-de-France

Avis délivré en date du 17 août 2020 de la Mission régionale d'autorité environnementale d'Île-de-France sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, dans le cadre de la demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers géothermique sur la commune de Châtenay-Malabry (92).

SYNTHÈSE DE L'AVIS

La ZAC CHÂTENAY-MALABRY PARC-CENTRALE d'une superficie d'environ 21,3 hectares, dédiée à la création d'un éco-quartier, s'étend sur le site historique de l'École Centrale. Ce projet est mené sous maîtrise d'ouvrage de la société d'économie mixte d'aménagement à opération unique (SEMOP) « Châtenay-Malabry Parc-Centrale », réunissant le groupe Eiffage Aménagement (majoritaire) et la ville de Châtenay-Malabry.

Dans le cadre de la procédure de création d'une zone d'aménagement concerté (ZAC), l'autorité environnementale a émis un premier avis, en date du 13 décembre 2016, sur le projet et son étude d'impact. Suite aux évolutions du projet et à la réalisation d'études complémentaires, l'étude d'impact a été actualisée. Sur la base de l'étude d'impact actualisée, l'autorité environnementale a rendu son avis le 14 juin 2018. A l'issue de l'enquête publique, le projet d'aménagement de la ZAC a été autorisé par arrêté préfectoral en date du 25 février 2019.

Pour alimenter les usagers de la ZAC avec une énergie issue majoritairement d'une source d'énergie décarbonnée, les promoteurs associés ont décidé de confier la réalisation d'un réseau de chaleur privé à Eiffage Énergie Systèmes. Le contrat de conception et de construction d'une part, le contrat d'exploitation et de maintenance d'autre part ainsi que le financement de ce réseau de chaleur seront portés par Flowergy Châtenay-Malabry, filiale à 100 % d'Eiffage Énergie Systèmes.

Le présent avis porte sur le projet de réalisation d'une opération géothermique¹ sur nappe par le système du doublet en recourant à la nappe du lusitanien ou néocomien (option de repli) pour alimenter en énergie calorifique un réseau de chaleur sur le territoire de Châtenay-Malabry. Le réseau de chaleur sera alimenté de manière pérenne à partir l'utilisation de la ressource géothermale, complété par des chaudières gaz d'appoint.

Le projet consiste en la réalisation d'un doublet géothermique profond au Lusitanien, nappe d'eau souterraine située à plus de 1200 m de profondeur. Il sera composé d'un puits de production (GCTM3) vertical et d'un puits dévié pour la réinjection (GCTM4) de l'intégralité du volume extrait, après prélèvements des calories. Le réservoir du Lusitanien présentant un caractère exploratoire, le maître d'ouvrage présente une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, nappe d'eau souterraine située à environ 800 m de profondeur. Ces puits seront réalisés sur le site de la ZAC « La Vallée » dans la

¹ L'article L.112.1 du code minier précise que « Relève du régime légal des mines les gîtes renfermés dans le sein de la terre dont on peut extraire de l'énergie sous forme thermique, notamment par l'intermédiaire des eaux chaudes et des vapeurs souterraines qu'ils contiennent, dits gîtes géothermiques ». Ces gîtes géothermiques sont classés selon les modalités définies par le décret n°78-498 du 28 mars 1978 modifié, relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie.

commune de Châtenay-Malabry , sur les parcelles référencées « 51 » pour le puits de production et « 124, 126 et 133 » pour le puits injecteur, actuellement propriétés de la SEMOP (aménageur) qui seront rétrocédées à la ville de Châtenay-Malabry.

Les principaux enjeux relevés par l'Autorité Environnementale sont la protection des eaux superficielles et des nappes souterraines, la gestion de la pollution des sols, les nuisances sonores pendant la phase de chantier, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la qualité de l'air.

Par ailleurs, pour la MRAe et en application de l'article L.122-1 du code de l'environnement, le projet comprend l'ensemble des installations nécessaires à la réalisation de l'opération à savoir : les puits de forage et la centrale géothermique incluant les pompes à chaleur ainsi que le réseau de chaleur.

L'étude d'impact présentée aborde celles des thématiques environnementales qui sont traitées de manière proportionnée aux principaux enjeux du projet et à ses impacts. Les mesures d'évitement ou de réduction d'impact présentées sont, selon les éléments dont dispose la MRAe, de nature à minimiser les impacts du projet sur l'environnement et la santé.

La MRAe recommande de :

- compléter l'étude d'impact pour la faire porter sur le projet global incluant le doublet géothermique, la centrale thermique et le réseau de tuyauteries sous voiries qui constituent un ensemble indissociable pour fournir le service de chauffage urbain de la ZAC « La Vallée » ;
- préciser les impacts en cas d'éruption non contrôlée de fluide géothermal ;
- présenter dans l'étude d'impact les conditions de fermeture des puits et de remise en état du site.

La MRAe a formulé d'autres recommandations plus ponctuelles, précisées dans l'avis détaillé ci-après.

Préambule

La Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) d'Île-de-France s'est réunie l. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le projet de réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien et option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, dans le cadre de la demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers géothermique sur la commune de Chatenay-Malabry (92).

Étaient présents et ont délibéré : Catherine Mir, François Noisette, Judith Raoul-Duval.

L'ordonnance n°2020-306 du 25 mars 2020 modifiée relative à la prorogation des délais échus pendant la période d'urgence sanitaire et à l'adaptation des procédures prévoit notamment la suspension des délais à l'issue desquels une décision, un accord ou un avis des administrations de l'État, des collectivités territoriales, de leurs établissements publics administratifs ainsi que des organismes et personnes de droit public et de droit privé chargés d'une mission de service public administratif, y compris les organismes de sécurité sociale, peut ou doit intervenir ou est acquis implicitement (articles 6 et 7 de l'ordonnance). Cette ordonnance s'applique aux délais d'émission des avis par les MRAe qui n'ont pas expiré avant le 12 mars 2020 (article 7). Elle s'applique au présent avis, la MRAe ayant été saisie le 23 avril 2020.

Conformément aux dispositions de l'article R. 122-7 du code de l'environnement, la DRIEE agissant pour le compte de la MRAe a consulté le directeur de l'Agence régionale de santé d'Île-de-France par courrier daté du 5 mai 2020, et a pris en compte sa réponse en date du 9 juin 2020.

En application de l'article 20 du règlement intérieur du CGEDD s'appliquant aux MRAe, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans l'avis à donner sur le projet qui fait l'objet du présent avis.

Sur la base des travaux préparatoires de la DRIEE, et sur le rapport de François Noisette, coordonnateur, après en avoir délibéré, la MRAe rend l'avis qui suit.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

Table des matières

1. L'évaluation environnementale.....	5
1.1 Présentation de la réglementation.....	5
1.2 Présentation de l'avis de l'autorité environnementale (MRAe).....	5
2. Contexte et description du projet.....	6
2.1 La ZAC « La Vallée » sur l'ancien site de l'école centrale.....	6
2.2 Le périmètre du projet.....	6
2.3 Description du projet de doublet géothermique présenté.....	7
3. Analyse des impacts liés à la construction et l'exploitation de la centrale géothermique ainsi que de son raccordement au réseau de chaleur de la ZAC.....	8
4. Analyse de la qualité de l'étude d'impact.....	13
4.1. Analyse globale de la qualité de l'étude d'impact et de la prise en compte de l'environnement.....	13
4.2. Analyse par thématique environnementale (état initial, effets potentiels du projet, prise en compte des enjeux, mesures de prévention des impacts prévues).....	13
4.2.1 – Nappes souterraines.....	14
4.2.2 – Les eaux superficielles.....	15
4.2.3 – Le bruit.....	18
4.2.4 – Les sols en place pollués.....	19
4.2.5 – Air.....	20
4.2.6 – Déchets.....	21
4.2.7 – Santé et sécurité.....	21
4.2.8 – Impact sur les opérations de géothermie voisines.....	21
4.2.9 – Impact sur les infrastructures et la circulation.....	22
4.2.10 – <i>Impact sur la biodiversité, le paysage et le cadre de vie</i>	22
4.2.11 – Risques naturels et industriels.....	22
4.2.12 – Conditions d'abandon du gîte.....	23
5. Justification du projet.....	23
6. Résumé non technique.....	23
7. Information du public.....	24

Avis détaillé

1. L'évaluation environnementale

1.1 Présentation de la réglementation

Le système européen d'évaluation environnementale des projets est basé sur la directive 2011/92/UE du 13 décembre 2011 modifiée, relative à l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement. Les démarches d'évaluation environnementale portées au niveau communautaire sont motivées par l'intégration des préoccupations environnementales dans les choix de développement et d'aménagement.

Par suite de la décision du Conseil d'État n°400 559 du 6 décembre 2017 venu annuler les dispositions du décret n° 2016-519 du 28 avril 2016 en tant qu'elles maintenaient le préfet de région comme autorité environnementale le dossier a été transmis à la Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) Île-de-France.

Les gîtes géothermiques sont des ressources minières et relèvent donc du code minier. La recherche d'un gîte géothermique basse température est soumise à autorisation préfectorale après enquête publique en application des articles L. 124-4 et L. 124-6 du code miniers² (la procédure est décrite par le décret n°78-498 du 23 mars 1978 relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie). En application de l'article L. 124-6 du code minier cette enquête est menée conformément au chapitre III du titre 2 du livre 1 du code de l'environnement.

L'ouverture de travaux de recherche eux-mêmes puis d'exploitation de gîtes géothermiques est également soumise à autorisation préfectorale après enquête publique en application de l'article L. 162-1 du code minier (la procédure est décrite par le décret n°2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains)³.

En application de l'article L. 162-1 du code minier les autorisations minières valent autorisation au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement (ex « loi sur l'eau »).

L'étude d'impact soumise à l'avis de la MRAe est produite dans le cadre d'une demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers, relatif à la réalisation d'un doublet géothermique⁴ basse température, présenté par la société Flowergy Châtenay-Malabry. Ce projet est soumis à la réalisation d'une étude d'impact en application des dispositions de l'article R. 122-2 du code de l'environnement (rubrique 27°b)⁵.

1.2 Présentation de l'avis de l'autorité environnementale (MRAe)

L'avis de la MRAe vise à éclairer le public sur la qualité de l'étude d'impact et sur la manière dont l'environnement est pris en compte dans le projet, conformément à la directive 2011/92/UE modifiée.

Le présent avis concerne un projet de géothermie sur le territoire de la commune de Châtenay-Malabry. Il est émis dans le cadre de la demande d'autorisations déposée par la société Flowergy Châtenay-Malabry le 21 avril 2020.

À la suite de l'enquête publique, cet avis est un des éléments que le Préfet des Hauts-de-Seine prend en considération pour prendre la décision de délivrer ou non l'autorisation demandée.

² Ordonnance n°2001-91 du 20 janvier 2011 portant codification de la partie législative du code minier.

³ La demande d'autorisation de recherches ou de permis d'exploitation et la demande d'autorisation d'ouverture des travaux peuvent être présentées simultanément, ce qui est le cas du présent dossier.

⁴ Le doublet géothermique est un ensemble de deux forages associés, l'un est dédié à la production du fluide géothermal, l'autre à la réinjection du fluide dans l'aquifère, l'endroit contenant la nappe d'eau d'origine.

⁵ « Ouverture de travaux de forage pour l'exploration ou l'exploitation de gîtes géothermiques, à l'exception des gîtes géothermiques de minime importance. »

2. Contexte et description du projet

2.1 La ZAC « La Vallée » sur l'ancien site de l'école centrale

Dans la perspective du départ programmé de l'École Centrale du campus de Châtenay-Malabry, la Ville et l'État ont engagé une réflexion commune dès 2012 afin d'envisager l'avenir du site. Ce protocole a ouvert à la ville la possibilité de faire réaliser une étude d'urbanisme globale, définissant les possibilités d'aménagement prenant en compte les trois piliers du développement durable :

- le développement économique,
- le respect de l'environnement,
- l'aspect social.

Dans le cadre du projet d'aménagement concerté (ZAC) « La Vallée », l'autorité environnementale (préfet de région) a émis un premier avis, en date du 13 décembre 2016, sur le projet et son étude d'impact. Suite aux évolutions du projet et à la réalisation d'études complémentaires, l'étude d'impact a été actualisée. L'autorité environnementale (MRAe) a émis un second avis, en date du 14 juin 2018 sur la base de l'étude d'impact actualisée, au titre des articles L.181-1 et suivants du code de l'environnement (Loi sur l'eau), instruite par la Préfecture des Hauts-de-Seine. La présente évaluation s'intéresse particulièrement à l'alimentation de la ZAC par de la géothermie dont les travaux sont soumis à évaluation environnementale.

Pour ce site d'une superficie d'environ 21,3 hectares, compris entre le parc de Sceaux et la Coulée verte du sud parisien, la collectivité a souhaité donner à cette opération l'ambition de devenir un éco-quartier à vocation principalement résidentielle, ainsi que la création d'espaces publics. L'objectif de la desserte énergétique de l'éco-quartier est de couvrir à minima 60 % des besoins annuels de chauffage et d'eau chaude sanitaire (ECS) par l'utilisation d'énergies renouvelables.

La déconstruction des bâtiments étant achevée, les travaux de réalisation des voiries et réseaux divers ont commencé sur site depuis juillet 2019 et le réseau de chaleur est planifié pour être positionné comme les autres réseaux d'assainissement sous voirie.

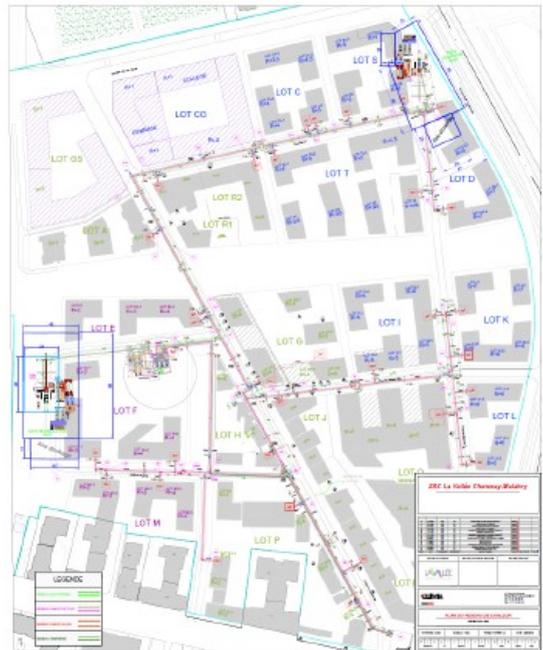


Illustration 1 : Réseau de chaleur planifié sur la ZAC La Vallée
source dossier p.84

2.2 Le périmètre du projet

Le choix d'une alimentation du réseau de chaleur par géothermie a été fait par la ville et l'aménageur.

Cependant, la ville de Châtenay-Malabry n'a pas engagé de démarche de planification / schéma directeur pour créer un réseau de chaleur urbain (RCU) public fonctionnant avec les énergies renouvelables. Les opérateurs de la ZAC ont donc sollicité Eiffage Énergie Systèmes et Eiffage Concessions pour définir la faisabilité d'un RCU privé, pour les besoins strictement circonscrits géographiquement à la ZAC.

Dans le cadre de la mise en place de ce réseau de chaleur privé, Eiffage Énergie Systèmes et Eiffage Concessions ont créé une société dédiée pour développer le projet « Flowergy Châtenay-Malabry », avec pour mission le contrat de conception et de construction d'une part, le contrat d'exploitation et de maintenance d'autre part. Le financement de ce réseau de chaleur sera donc porté par « Flowergy Châtenay-Malabry », filiale à 100 % d'Eiffage Énergie Systèmes.

D'après les éléments produits dans le dossier, le projet comprendrait :

- un doublet géothermique, dont les forages font l'objet des demandes d'autorisation pour lesquelles une étude d'impact a été réalisée,

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

- une chaufferie centralisée, localisée sur l'îlot F,
- un réseau de chaleur qui dessert toute la ZAC.

La chaufferie centralisée est mise en place dans le lot « F ». Elle est adossée, en conformité aux règles constructives existantes à un îlot de logements sociaux. Le dépôt du permis de construire de la chaufferie centralisée est en cours de finalisation. Le projet de centrale géothermique s'intégrera parfaitement dans le projet de la ZAC et respectera les prescriptions du PLU, ainsi que les prescriptions paysagères et architecturales spécifiques à la ZAC, en complément il respectera les prescriptions de l'arrêté préfectoral unique DCPAT n°2019-21 en date du 25 février 2019.

Le réseau de chaleur d'une longueur de plus 2 km comprend des canalisations de diamètre varié, comme indiqué dans le tableau suivant.

Réseau chaud		
DN	Longueur de tranchée (ml)	Total mètres par tranche
DN300	86	86
DN250	329	701
DN200	169	
DN150	203	
DN125	205	979
DN100	435	
DN80	339	
DN65	219	319
DN50	100	
Total		2085

Longueur et caractéristiques du réseau de chaleur

Pour la MRAe, le projet au sens du code de l'environnement est constitué de ces trois éléments indissociables. L'étude d'impact doit donc porter sur l'ensemble du réseau de chaleur urbain porté par Flowergy Chatenay-Malabry.

La MRAe recommande de compléter l'étude d'impact pour la faire porter sur le projet global incluant le doublet géothermique, la centrale thermique et le réseau de tuyauteries sous voiries qui constituent un ensemble indissociable pour fournir le service de chauffage urbain.

2.3 Description du projet de doublet géothermique présenté

Le projet présenté porte sur la demande d'ouverture de travaux de forage/complétion d'un doublet géothermique. Il comprend la réalisation de deux puits à l'aquifère du Lusitanien ou l'aquifère sus-jacent du Néocomien (solution de repli en cas d'échec au Lusitanien), dont un puits de production (GCTM3) vertical et d'un puits dévié pour la réinjection (GCTM4) dans le réservoir source, les eaux géothermiques refroidies après échange de chaleur. Le doublet permettra d'alimenter en énergie calorifique le réseau de chaleur de la ZAC.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

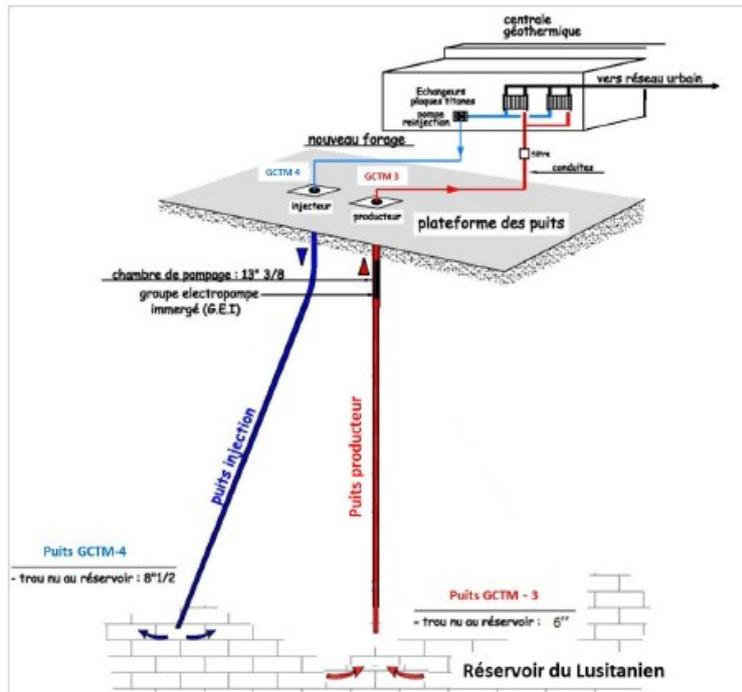


Illustration 1 : Schéma de principe – source CFG service

3. Analyse des impacts liés à la construction et l'exploitation de la centrale géothermique ainsi que de son raccordement au réseau de chaleur de la ZAC.

L'objectif du projet de géothermie est d'atteindre une puissance maximale d'environ 4,5 MW nécessaire à l'alimentation de la ZAC.

D'après le dossier, le projet de géothermie permet d'économiser 2028 t de CO₂éq, sur la base du référentiel Carbone ADEME (241 gCO₂/KWh PCI pour le gaz et 180 gCO₂/KWh pour l'électricité). Le contenu CO₂ du réseau attendu est de l'ordre de 75 gCO₂/KWh livré.

Les caractéristiques prévisionnelles de l'aquifère du Lusitanien et du Néocomien sont résumées dans le tableau suivant.

Lusitanien	Néocomien
Profondeur : 1250 m ± 30 m ; Température : 55 ± 5°C ; Débit exploitable estimé entre 100 à 150 m ³ /h ; Puissance thermique maximale de 6,1 MW (Q=150 m ³ /h, ΔT=35°C) ; Puissance thermique moyenne de 4,3 MW (Q=125 m ³ /h, ΔT=30°C).	Profondeur : 810 m ± 30 m ; Température : 36 ± 2°C ; Débit exploitable maximal estimé à 150 m ³ /h (limité par la réinjection) ; Puissance thermique maximale de 4,3 MW (Q=150 m ³ /h, ΔT=25°C).

L'aquifère (nappe d'eau souterraine) concerné par le projet de géothermie est le Lusitanien, qui s'étend sous l'ensemble du Bassin Parisien et affleure sur ses bordures. Sous la région parisienne, les températures du Lusitanien sont de l'ordre de 25 à 65°C. Ce réservoir (ou aquifère) est composé d'une roche sédimentaire calcaire perméable. La profondeur verticale du toit du Lusitanien est estimée à 1 250 mètres par rapport au sol (ou -1170 mNGF) au droit du site. Les caractéristiques hydrogéologiques de ce réservoir présentent de nombreux indices favorables dans le secteur d'étude même si aucun ouvrage ne l'exploite actuellement.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

Toutefois, compte tenu du caractère exploratoire de celui-ci, le pétitionnaire présente dans le dossier de demande, une solution de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, en cas d'échec au Lusitanien. Le Néocomien est une nappe captive, sans affleurement, constitué de séries argilo-sableuses avec une perméabilité irrégulière. Les forages les plus proches, captant cet aquifère, se trouvent à l'est sur la commune du Plessis-Robinson à environ 3 km du site. Sur la base des données observées sur le doublet géothermique du Plessis-Robinson, le Néocomien affiche un niveau piézométrique de l'ordre de +70 m NGF \pm 10 mètres et une température de l'ordre de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ au droit du secteur d'étude.

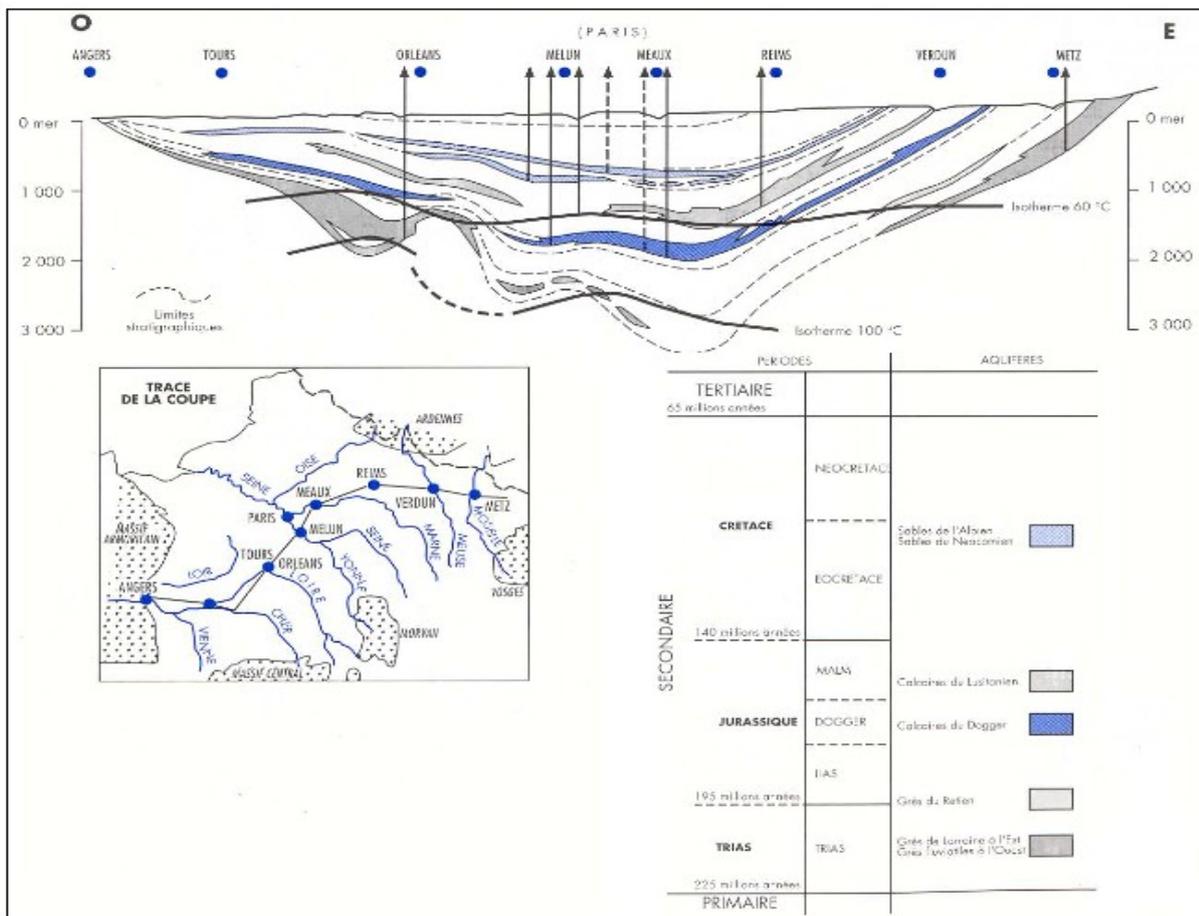


Illustration 3 : Coupe géologique schématique du Bassin Parisien
source CFG service

Le puits producteur GCTM-3 sera vertical de 0 à 1 410 m de profondeur.

Le puits GCTM-4 dévié comportera une phase verticale entre la surface et 300 m de profondeur, suivie d'une phase durant laquelle l'inclinaison croît progressivement (jusqu'à environ 45°) par rapport à la verticale. La troisième phase réalisée en inclinaison stabilisée permet d'obtenir un écartement de 645 m, à la profondeur verticale de 1 250 m/sol.

Un tube guide d'un diamètre intérieur minimal de 762 mm sera mis en place à une profondeur d'environ 40 m, au moment de la réalisation du génie civil de la plateforme. Ce tubage a pour objet la couverture des formations non consolidées de surface.

Les travaux de forage des puits comportent 3 phases en partant du diamètre le plus large vers le plus petit dans le réservoir. Chaque forage, jusqu'au toit du réservoir, est tubé et chaque tube est cimenté à la formation géologique traversée. De la boue de forage est injectée pour faciliter les opérations. Le tubage et la cimentation permet d'assurer une étanchéité du puits vis-à-vis des nappes d'eau souterraines traversées.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

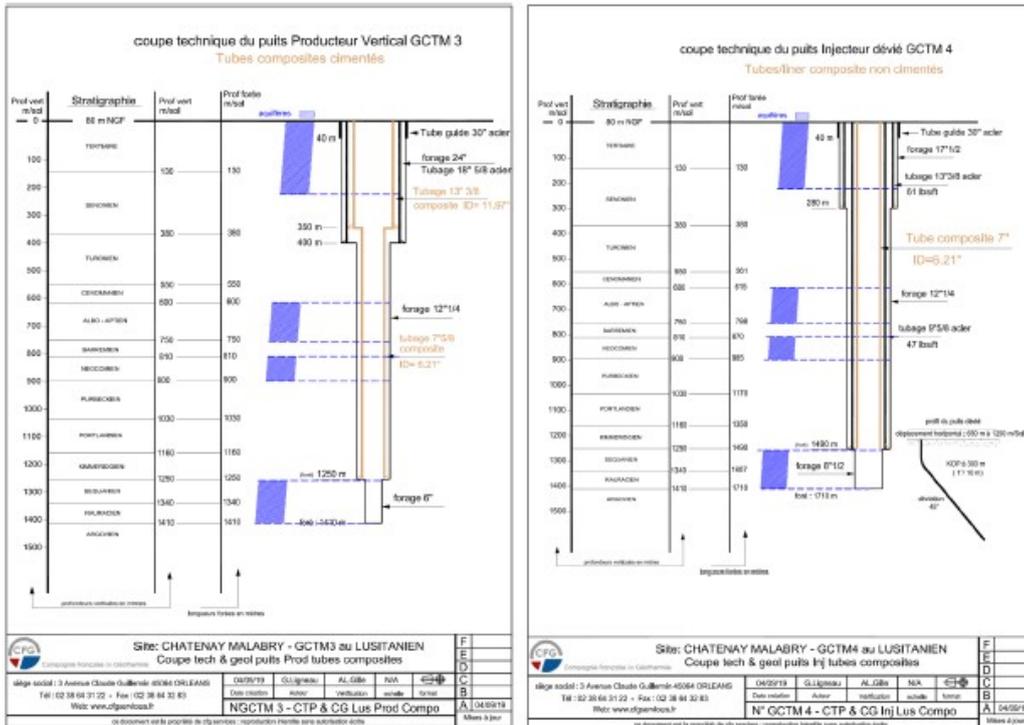


Illustration 4 Coupe technique prévisionnelle des puits (Lusitanien)

En cas d'échec du premier puits producteur au Lusitanien, un repli à l'aquifère du Néocomien sera opéré. Des bouchons de ciment au droit du Lusitanien, Néocomien & Albien seront posés afin de procéder à l'abandon du drain original conformes aux règles de l'art. La reprise du forage en « side-track⁶ » jusqu'au toit du Néocomien sera réalisée.

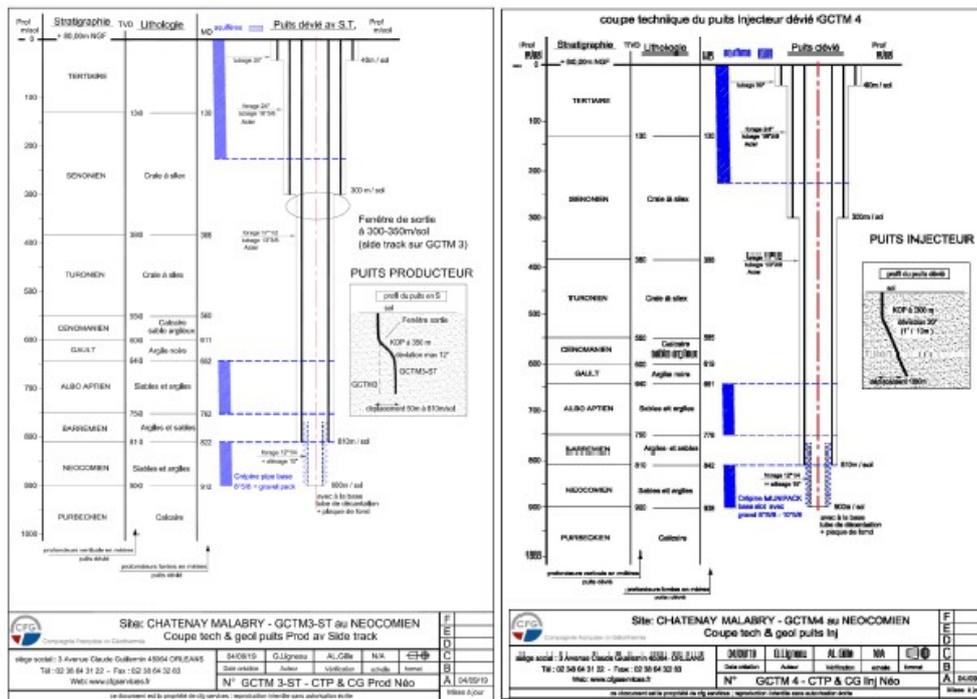


Illustration 5 Coupe technique prévisionnelle des puits (Néocomien)

⁶ Un side-track est utilisé pour réaliser un nouveau forage à partir d'un puits existant. Cette opération consiste à abandonner la section inférieure d'un puits suite à une instrumentation infructueuse ou pour raisons géologiques.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

Le site d'implantation du futur doublet forage géothermique est situé sur le site de la ZAC La Vallée, en cours d'aménagement urbain. Le site du puits d'injection prendra place sur les parcelles n°124, 126 et 133. Le site du puits de production prendra place sur la parcelle n°51. L'accès aux sites se fera via les avenues de la Division Leclerc et Sully Prudhomme et de la rue Grande voie des Vignes.

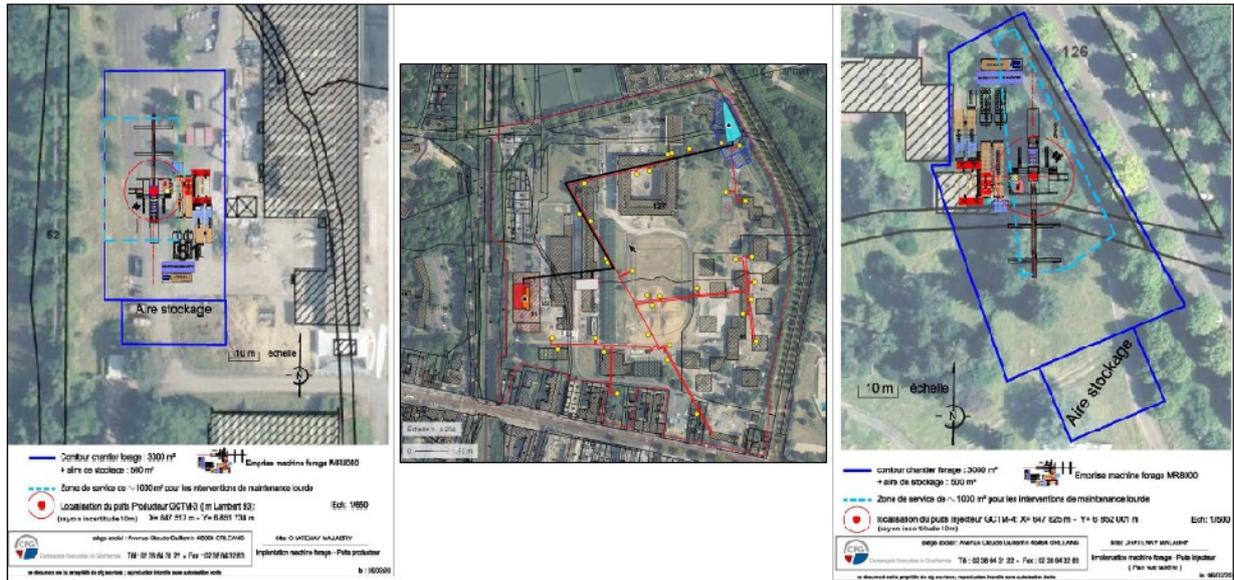


Illustration 6 – source CFG

Ces parcelles de 3 000 m² chacune permettent d'installer l'appareil de forage et les équipements associés. Une surface d'environ 1000 m², comprenant les caves des têtes de puits, dédiées aux opérations de maintenance des puits sera conservée à l'issue des travaux.

Les plateformes seront traitées en « voirie lourde » de manière à permettre, à la mise en place et au démontage de l'appareil de forage, le passage des camions et engins de manutention et de transport des équipements, et en cours de travaux la circulation des engins de manutentions (des consommables, des matériels tubulaires) et des camions d'évacuation de déblais.

L'aménagement d'un réseau de caniveaux et/ou de canalisations disposé autour des bassins de fabrication et de circulation de la boue de forage sera effectué. Ce réseau de caniveaux est destiné à drainer les effluents boueux vers la ligne de traitement par l'intermédiaire d'un bac déshuileur qui piège les effluents polluants. La gestion des déblais et fluides de forage est assurée via des bacs, pelletage/bennes et citernage. La gestion des eaux d'essais se fera quant à elle au moyen de bacs et d'une unité de traitement (ligne de traitement) par décantation de solides, refroidissement et dilution des eaux produites.

Pour chaque puits, une cave en béton armé au centre de laquelle est réalisé un « avant-puits » au forage accueillera les têtes de puits. Cet avant-puits d'une profondeur de 40 m sera réalisé par havage⁷ et sera équipé d'un tube guide cimenté, en acier roulé/soudé de diamètre 30". Il permet la couverture des formations non consolidées de surface ainsi que la protection des aquifères superficiels. La profondeur des caves est adaptée à l'utilisation ultérieure des puits, la largeur et la longueur étant liées aux dimensions de la sous-structure de l'appareil de forage.

À l'issue des travaux de forage, seules resteront à demeure sur le site :

- deux caves en béton armé au centre desquelles sont positionnés les puits avec leurs empilages de vannes de sécurité et adaptateurs ;
- les conduites d'eau géothermales allant des têtes de puits à la centrale,

⁷ Plus connue sous le nom de procédé Benoto, dans ce type de forage par curage ou havage, les tubages pénètrent dans la formation sous l'effet de leur propre poids ou sous l'action de vérins hydrauliques. Une benne "preneuse" vide progressivement l'intérieur du tubage tant que celui-ci se trouve au-dessus du niveau statique. En dessous du niveau statique, l'emploi d'une soupape est recommandée. Cette méthode est adaptée pour des ouvrages de gros diamètre en terrains alluvionnaires (formations meubles).

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

- une aire de 1000 m², libre de toute plantation ou construction pérenne, pour les travaux d'entretien et de maintenance des ouvrages.

La durée prévisionnelle des travaux sur le site est estimée de 10 à 11 semaines (mobilisation et démobilitation de l'appareil de forage incluses). Pour les opérations de forage, le fonctionnement du chantier est prévu 24 h sur 24 et 7 jours sur 7.

La chaufferie centralisée est mise en place dans le lot F. Elle est adossée, en conformité aux règles constructives existantes à un îlot de logements sociaux. La définition de la coque de la chaufferie est réalisée dans le double objectif d'assurer une exploitation et une maintenance aisée des équipements de process d'une part et pour contenir l'intégralité des équipements de process d'autre part. Le dépôt du permis de construire de la chaufferie centralisée est en cours de finalisation.

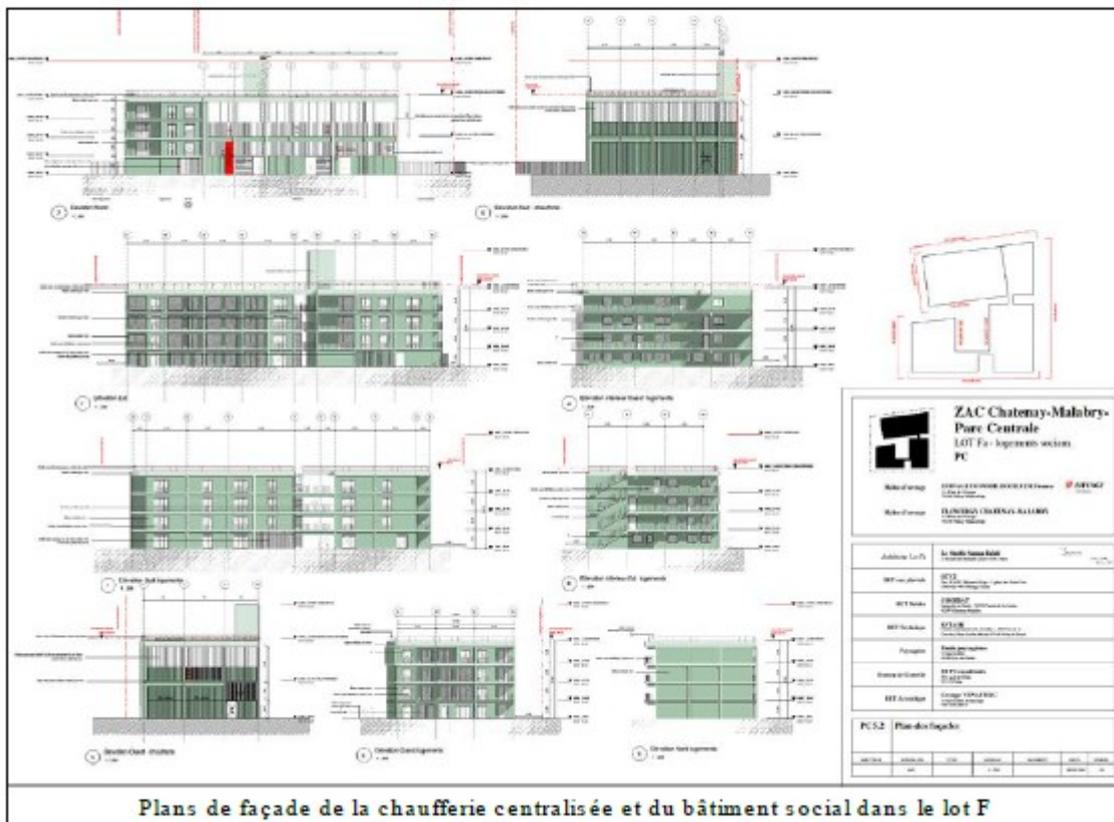


Illustration 7 : dossier p.89 - source EIFFAGE

3. Articulation avec les documents de planification

Dans le PLU de Châtenay-Malabry, le site du projet appartient à la zone UEC qui est dédiée à la création de l'éco-quartier de La Vallée. une orientation d'aménagement et de programmation (OAP) encadre les options d'aménagement et d'urbanisme du projet d'aménagement. Le projet de forage du doublet géothermique et l'exploitation géothermique de Châtenay-Malabry sont compatibles avec les conditions d'occupation et d'utilisations décrites aux chapitres de la zone UEC du règlement du PLU 2019.

Le projet de forage des puits et l'exploitation géothermique de la ZAC La Vallée, situé à proximité d'établissements scolaires, est compatible avec le caractère du voisinage. La mise en place de mesures de protection de l'environnement, de mesures compensatoires et de mise en sécurité du public sur la durée courte du chantier ne portera pas atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique.

L'OAP fixe toutefois un objectif de trame verte sur le site de la ZAC La Vallée. Les actions indiquées pour renforcer la trame verte (principalement à l'ouest de la ZAC) sont l'aménagement d'espaces paysagers et liaisons douces le long de la coulée verte, l'élargissement de la coulée verte avec des espaces non constructibles. Les conditions d'aménagement particulières seront prises en compte dans les prescriptions

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

architecturales, environnementales, paysagères et urbaines de la ZAC La Vallée. Une ferme urbaine est prévue sur l'ouest de la ZAC (figure A ci-dessous), le site du puits de production s'intégrera dans cet espace avec une zone de service.

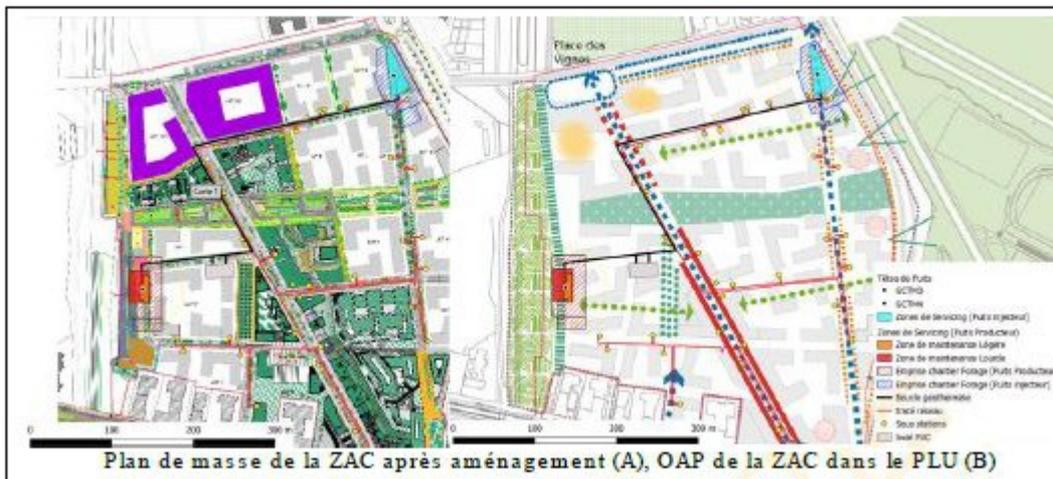


Illustration 8 : dossier p.31

L'étude d'impact indique que le doublet est compatible avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Seine-Normandie selon les informations apportées par le pétitionnaire.

Le site d'implantation du chantier de forage est concerné par le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) masse d'eau superficielle de la Bièvre. Le projet n'entre pas en contradiction avec les objectifs de ce SAGE.

4. Analyse de la qualité de l'étude d'impact

4.1. Analyse globale de la qualité de l'étude d'impact et de la prise en compte de l'environnement

L'étude d'impact comprend les éléments requis par l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement pour le seul doublet géothermique.

Elle est accompagnée d'un résumé non technique qui présente de manière synthétique l'état initial de l'environnement, les impacts du doublet géothermique et les mesures prévues pour les atténuer.

Elle présente une analyse de l'état initial de l'environnement, de sa sensibilité et de ses évolutions dans la zone d'étude qui correspond au territoire de la commune d'implantation des forages.

4.2. Analyse par thématique environnementale (état initial, effets potentiels du projet, prise en compte des enjeux, mesures de prévention des impacts prévues)

Le recours à la géothermie, énergie renouvelable pour alimenter en chaleur un réseau de chaleur est en soit positif pour l'environnement. Il relève aussi d'autres enjeux qu'il est nécessaire d'appréhender dans l'étude d'impact.

L'analyse de l'état initial de l'environnement aborde l'ensemble des thématiques environnementales en développant davantage les enjeux importants au regard du projet et de son environnement. L'évaluation des incidences porte d'une part sur la phase de travaux et d'autre part sur la phase d'exploitation des ouvrages.

Selon l'étude d'impact, les incidences temporaires liées aux travaux concernent essentiellement :

- la protection des aquifères,
- la protection des eaux superficielles contre les infiltrations,

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

- le bruit,
- les émissions gazeuses,
- la gestion des effluents et des déchets.

Les autres incidences sont également analysées (biodiversité, paysage, circulation routière, population et voisinage).

Les incidences permanentes liées à l'exploitation sont en parallèle analysées sur les mêmes enjeux environnementaux

4.2.1 – Nappes souterraines

Les formations géologiques successivement traversées par les puits permettent de distinguer plusieurs aquifères au droit du site :

- la nappe des Marnes de Pantin et Marnes et masses du gypse du Ludien ou Priabonien,
- les nappes du Calcaire de Saint-Ouen et des Sables d'Auvers-Beauchamp du Bartonien (l'Eocène moyen),
- la nappe du réservoir multicouche du Lutétien de l'Eocène moyen et de l'Yprésien de l'Eocène inférieur (Marnes et Caillasses, Calcaire grossier, Sables Yprésiens),
- la nappe du réservoir de la Craie (Crétacé supérieur, Sénonien),
- l'aquifère sableux multicouches de l'Albien/Néocomien (Crétacé inférieur),
- la nappe des calcaires du Lusitanien (Jurassique Supérieur).

La nappe de l'Albien/Néocomien est considérée comme une nappe stratégique pour l'alimentation en eau potable par le Schéma Directeur et d'aménagement de Gestion des eaux (SDAGE) du bassin Seine-Normandie. Les forages en exploitation les plus proches sont ceux du doublet géothermique au Néocomien du Plessis-Robinson (LPR-1 / LPR-2), situés à environ 3 km du projet et celui du doublet géothermique à l'Albien (ILM-1 / ILM-2) d'Issy-les-Moulineaux, situés à plus de 6 km au nord de la ZAC. Ces forages sont potentiellement mobilisables en cas d'application du plan secours en eau potable des populations (cf au SDAGE).

Il est à préciser que pour le doublet de Châtenay-Malabry, en cas de repli à l'aquifère du Néocomien, le puits de production sera également mobilisable pour le secours en eau potable des populations.

Il n'existe aucun captage d'eau potable à proximité du site du chantier. Aucun périmètre de protection n'impacte le secteur d'étude de la ZAC ni la commune de Châtenay-Malabry.

Chaque forage en lui-même est un ouvrage entrant en contact avec les formations aquifères et doit donc présenter toutes les garanties nécessaires pour préserver la qualité des eaux souterraines et notamment prévenir la mise en communication des aquifères successifs.

Pendant les phases de travaux

Les opérations de forage provoquent la mise en contact des terrains avec la boue de forage destinée à remonter les déblais du forage, maintenir les parois du trou et refroidir les différents éléments de garniture de forage (outil, masses tiges et tiges).

Les mesures d'évitement ou de réduction d'impact :

D'après le dossier, pour éviter la contamination des aquifères utiles par la boue de forage, les mesures suivantes sont prises :

- la boue est composée d'eau et d'argile naturelle inerte (bentonite),
- la rhéologie de la boue est adaptée à la lithologie des terrains traversés dans le but de limiter au maximum les infiltrations de boue dans les terrains traversés. Dans le cas de terrains à très forte perméabilité, le forage peut connaître des "pertes totales"⁸ (terrains fracturés ou à très forte perméabilité), le forage sera alors poursuivi à l'eau claire,

8 "perte totale" : sans retour du fluide injecté.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

- le déroulement des travaux de forage par phases successives de forage puis de pose de tubages cimentés à l'avancement interdisant ainsi toute communication entre aquifères,
- La technique de cimentation et le choix du ciment seront adaptés et les contrôles de la cimentation de fin d'opération (CBL et URS-USIT notamment)⁹ garantiront la qualité des barrières mises en place.

Pendant les phases d'exploitation

Selon le pétitionnaire, la contamination des nappes souterraines au droit des forages peut provenir d'un percement du cuvelage des puits entraînant une fuite de l'eau du Lusitanien, eau très salée et soufrée.

Les mesures d'évitement ou de réduction d'impact :

Les aquifères traversés sont isolés par des tubages cimentés aux terrains afin que l'eau du Lusitanien qui circule dans les puits ne puisse atteindre ces aquifères. Un double tubage (9"^{5/8} en acier et 7" en composite) présent entre 0 et 1 250 mètres de profondeur pour le puits de réinjection et un simple tubage en composite entre 400 et 1 250 mètres pour le puits de production sécurisera la traversée de l'aquifère de l'Albien Néocomien

Un contrôle direct des tubages est effectué réglementairement tous les 5 ans sur le puits producteur et 3 ans sur le puits injecteur, par diagraphies différées, aux fins de contrôle de l'état de surface ainsi que de l'épaisseur des tubages. Ces mesures permettent de calculer la vitesse de dégradation des tubages et d'anticiper les opérations de rechemisage éventuelles (installation d'un tubage de plus petit diamètre dans un tubage existant endommagé).

Selon les documents dont dispose la MRAe, l'évaluation de l'impact des travaux et de l'exploitation de l'installation sur les nappes souterraines est bien documentée et permet d'être comprise par le public. Compte tenu de l'absence d'utilisation d'eau potable à proximité du site et de l'architecture des forages, cet impact peut être considéré in fine comme faible.



4.2.2 – Les eaux superficielles

Le projet est situé dans le bassin versant de la Bièvre, affluent de la Seine. La Bièvre prend sa source au hameau des Bouviers, sur la commune de Guyancourt. Elle est alimentée par de nombreux affluents dont le ru de Châtenay, qui prend sa source dans la forêt de Verrières et traverse la cité de la Butte Rouge jusqu'à la coulée verte dans un réseau enterré. Actuellement aucun usage particulier n'y est recensé.

La ville de Châtenay-Malabry dispose d'un patrimoine lié à l'eau représenté par les fontaines, les bassins (Allemane, ZAC des Fiches et des Houssières, bois de Verrières, école Suzanne Buisson), un lavoir, plusieurs plans d'eau (arboretum, parc Roland Gosselin). Tous ces espaces sont néanmoins peu reliés entre eux.

Pendant les phases de travaux

Une dalle béton imperméable sera créée afin d'accueillir la machine de forage. L'emprise du chantier sera ceinturée par un dispositif (drains, caniveaux, merlon ou fossé périphérique ceinturant la semelle en béton de la plateforme de forage) qui collectera les eaux de ruissellement.

⁹ CBL (Cemente Bond Log) mesure sonique permettent d'évaluer la qualité de l'adhérence du ciment aux parois du tubage et des formations foragées. URS-USIT (Ultrasonic Radial Scanner - UltraSonic Imager Tool) déterminent des valeurs d'impédance acoustique permettant de caractériser les différents types de matériaux présents dans le forage

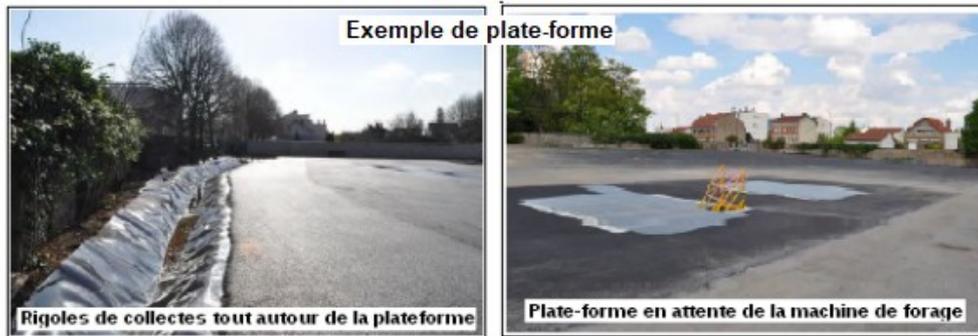


Illustration n° 9 : exemple de préparation des plateformes de forage – source DRIEE

Les mesures d'évitement ou de réduction d'impact :

D'après le dossier, afin de limiter le risque de pollution par ruissellement ou par érosion, les stockages de produits, boue et hydrocarbures, susceptibles d'altérer la qualité des eaux superficielles, seront sécurisés par l'utilisation de bacs de rétention étanches correctement dimensionnées. Tous ces dispositifs de rétention seront vidangés régulièrement, la fréquence étant augmentée en période de fortes pluies.

La totalité de ces eaux sera dirigée vers le bassin de décantation via un déshuileur / débourbeur qui assurera la séparation des produits solides et huileux qui auraient pu fuir des organes moteurs de l'appareil de forage. Le compartiment recueillant le surnageant huileux sera pompé à chaque fois que nécessaire et le contenu sera dirigé vers un centre de destruction.

L'eau de ruissellement séparée sera dirigée vers le réseau d'eau pluviale soit par déversement naturel (gravité) si le système de collecte des eaux de pluie le permet, soit par pompage à partir du déshuileur / débourbeur, sous couvert de l'autorisation gestionnaire de ce réseau et dans le respect des termes de la convention conclue avec ce dernier, en particulier sur les valeurs limites de rejet. A défaut d'autorisation, l'eau sera collectée et éliminée comme un déchet.

En cas de contamination des eaux pluviales, celles-ci seront dirigées vers le borbier recueillant la phase liquide provenant de la déshydratation des boues puis évacuées en centre de traitement spécialisé.

Cette ligne recueillant la phase liquide servira également à contenir tout déversement accidentel qui pourrait survenir hors des systèmes de rétention installés sous ou autour des produits liquides polluants.

L'eau du Lusitanien est une eau chaude (environ $55 \pm 5^\circ\text{C}$ dans la zone considérée) et salée. Elle contient du gaz H_2S dissous (gaz toxique). La nappe du Lusitanien est artésienne, ce qui signifie que l'eau jaillit naturellement sous pression des puits.

Lors du forage des puits, la pression artésienne rencontrée dans le réservoir est constamment maîtrisée par la densité de la boue et par le BOP (bloc obturateur de puits), équipement installé en tête de puits qui permet la fermeture hydraulique du puits en urgence et de maîtriser l'éruption naturelle du fluide. Les fluides sont ensuite dirigés vers des bacs de traitement.



Illustration n°10 : Obturateur de puits

Il est à préciser que pour le doublet de Châtenay-Malabry, en cas de repli au Néocomien, cet aquifère est une eau potable ne présentant pas de risque pour l'environnement en cas de déversement dans le milieu.

Pendant les phases d'exploitation

Les têtes de puits sont étanches et situées dans des caves maçonnées étanches. L'eau géothermale circule dans une boucle d'échange fermée. Il n'y a donc pas de déversement d'eau géothermale dans le milieu. Le risque principal pour les eaux de surface vient d'une possible fuite des eaux chaudes et sulfurées géothermales. Les fuites éventuelles sur cette boucle sont détectées par la variation des paramètres d'exploitation. L'exploitant arrête alors le fonctionnement du doublet et intervient pour réparer la fuite.



Illustration n°11 : source DRIEE

Les mesures d'évitement ou de réduction d'impact :

En cas de fuite sur une tête de puits, l'eau géothermale est confinée dans la cave de la tête de puits, puis évacuée à l'aide d'une pompe de relevage présente à demeure, avant d'être dirigée vers une bêche de rétention, le réseau d'assainissement ou réinjectée dans le circuit géothermal.

En cas de fuite importante, des moyens de pompage adaptés sont amenés sur site. Le demandeur souscrit pour cela un contrat d'intervention avec une société spécialisée. Une convention sera mise en place avec le gestionnaire du réseau d'assainissement afin d'établir un protocole de rejet d'urgence dans le réseau en l'attente de l'arrivée des moyens d'intervention adaptés et de réparations des fuites.

À noter qu'un système de rétro-lavage du puits injecteur est envisagé dans le cadre du repli au Néocomien, il engendrerait un rejet d'eau du forage dans le réseau d'assainissement (eau pluviale) de l'ordre de 6 000 m³/an. Le rejet en réseau d'assainissement est conditionné par l'obtention d'une convention de rejet avec le gestionnaire du réseau.

Au regard de la description du fonctionnement de l'installation l'impact du projet sur les eaux superficielles apparaît limité, y compris en phase de travaux. L'étude d'impact est proportionnée à l'enjeu.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

4.2.3 – Le bruit

Le bruit est une nuisance ressentie par les citoyens du fait de la présence de nombreux équipements de transports. D'après le PLU, la commune est très exposée aux bruits notamment du fait des infrastructures de transport telles que le périphérique d'Île-de-France (A86), la RD986 et l'aérodrome de Villacoublay situé à environ 7 km du centre-ville. Ces infrastructures engendrent un bruit ambiant moyen supérieur à 75 dB(A) sur une journée (24 h) à leurs abords.

Une campagne de mesure acoustique s'est déroulée en 2016 pour préciser le niveau sonore initial du site de la ZAC La Vallée avant le début de l'aménagement de l'éco-quartier. Les mesures ont montré des niveaux sonores globalement faibles, entre 50 et 67 dB(A) de jour, entre 43,5 et 60 dB(A) de nuit.

La comparaison entre le niveau de bruit résiduel hors ZAC et le niveau de bruit ambiant occasionné par un appareil de forage du type de celui qui réalisera les travaux (les valeurs ci-après sont donc données à titre indicatif et dépendront fortement du choix de la machine de forage retenue) montre des valeurs d'émergence inférieures à 5 dB sur la plateforme du puits injecteur et inférieures à 10 dB sur la plateforme du producteur au regard de l'indice Lden

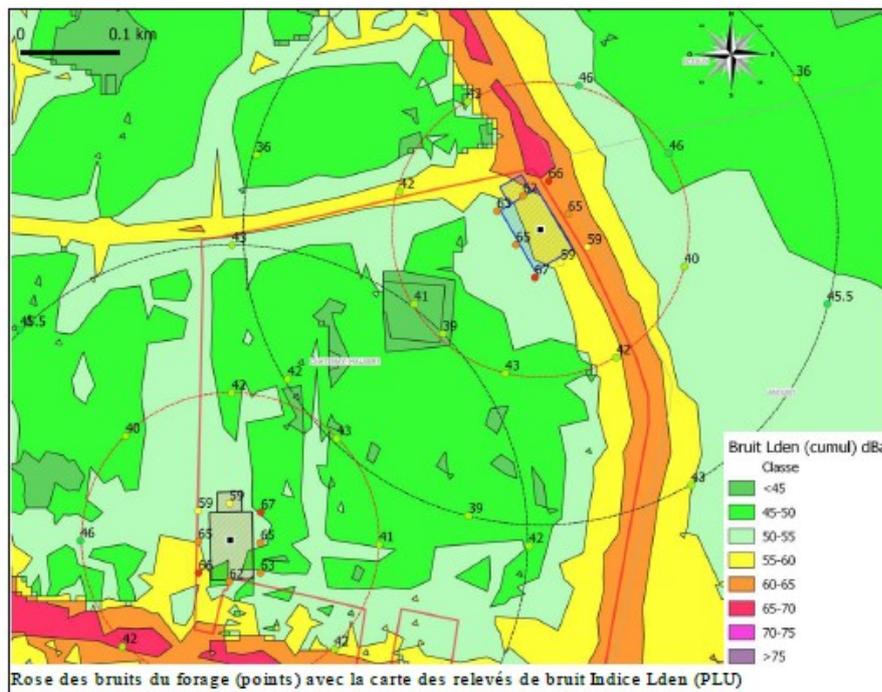


Illustration n°11 : source CFG

Pendant les phases de travaux

D'après le dossier, les principales sources de bruit en phase chantier proviennent des groupes électrogènes, des pompes et des circuits de boue, des compresseurs, des chocs du train de tiges sur la machine de forage, ainsi que de la circulation des véhicules liés au chantier. Le bon déroulement du chantier nécessite un travail en continu 24 h/24 h et le week-end. Il mentionne aussi des améliorations lors des derniers chantiers de ce type qui ont été réalisés.

La MRAe note cependant que la description des différentes sources de bruit reste très générale, alors que certaines activités pourraient être très nuisantes. Par exemples, la « pose des casing » ne sera réalisée « uniquement le jour dans la mesure du possible ». Cette technique consiste à foncer un tube dans lequel le forage sera réalisé, si les matériaux du sols ne sont pas appropriés ; le fonçage est une activité qui peut générer des bruits et des vibrations du sol importantes.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

Les mesures d'évitement ou de réduction d'impact :

D'après l'étude d'impact¹⁰, des mesures d'organisation du chantier sont prises pour limiter l'impact sonore :

- limitation nocturne des activités les plus bruyantes,
- installation de panneaux d'insonorisation complémentaires autour des équipements, si nécessaire,
- mesures complémentaires en cas de dépassement des niveaux réglementaires « afin d'atteindre le plus bas niveau sonore qu'il est raisonnablement possible d'atteindre ».

Des mesures de bruit seront diligentées avant le démarrage du chantier (état acoustique initial) puis pendant le chantier (émergence sonore) par un organisme indépendant et si nécessaires, le recours à l'installation d'écrans sonores ou murs anti-bruit pourra être envisagé.

Un plan d'assurance environnement devra être fourni par l'entreprise chargée du forage.

La MRAe note que l'état initial de l'environnement sonore n'a pas encore été réalisé, portant notamment sur les zones à émergence réglementée qui pourraient être impactée, dont la liste n'est pas fournie par l'étude d'impact. Elle note aussi que les simulations d'impact sont établies pour la seule machine de forage, alors que d'autres sources de bruit sont évoquées par l'étude d'impact, sources a priori plus forte puisque l'étude préconise des restrictions la nuit pour ces activités. En conséquence, l'étude d'impact ne fixe pas d'objectifs d'émergence de bruits, prenant en compte la réalité du site, et se limite à rappeler l'obligation de respecter la réglementation.

En exploitation

Au cours de l'exploitation, au droit des puits, les bruits seront issus de la circulation des fluides dans les canalisations. Au droit du puits de production, s'ajoutera le bruit provenant de la rotation du groupe de pompage immergé.

Au niveau de la centrale géothermique est intégrée à la chaufferie centralisée, les sources de bruit liées à l'exploitation des puits géothermiques seront principalement :

- Les pompes de circulation ;
- La pompe à chaleur ;
- Les transformateurs électriques.

La chaufferie centralisée est mise en place dans le lot F. Elle est adossée, en conformité aux règles constructives existantes à un îlot de logements sociaux

Les mesures d'évitement ou de réduction d'impact :

Tous les équipements seront implantés à l'intérieur du bâtiment. Seuls les puits de géothermie seront situés en extérieur. La position en sous-sol et la fermeture des caves conduira à une forte atténuation de l'émergence de ces bruits, ces derniers ne seront pas générateurs de nuisances sonores.

La MRAe recommande que :

- **les mesures initiales du bruit ambiant soient réalisées et que les résultats soient rendus publics,**
- **la liste des sources de bruits, voire de vibrations, soit détaillée,**
- **les mesures de suivi du bruit tout au long du chantier et les mesures complémentaires éventuellement rendues nécessaires soient rendus publics.**

4.2.4 – Les sols en place pollués

La base de données BASOL qui répertorie les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif, n'indique aucun site sensible sur la commune de Châtenay-Malabry.

Le site de l'École Centrale était composé d'un établissement classé ICPE lié aux activités de chimie et de travail des métaux et comportait aussi sur son site une chaufferie. Ces activités ont été suspectées d'avoir

¹⁰ Demande d'autorisation de recherche, p. 300

engendré une pollution des sols.

Des sondages ont été menés par l'État en août 2016 sur l'ensemble du site pour quantifier l'état du sol et ont révélé :

- absence d'hydrocarbure autour des cuves d'hydrocarbures ;
- des dépassements ponctuels des valeurs réglementaires en fluorures, antimoine, fraction soluble de sulfates sur lixiviats qui pourront nécessiter l'orientation d'une partie minoritaire des remblais à décaisser dans le cadre de l'aménagement ;
- des impacts ponctuels en plomb qui pourront nécessiter un recouvrement par des terres saines afin de couper tout contact avec les nouveaux usagers ;
- un caractère inerte de l'ensemble du terrain naturel.

Ces nettoyages préconisés devaient être réalisés par la Ville de Châtenay-Malabry dès l'acquisition des terrains en 2017 et la démolition des bâtiments prévus par la SEMOP.

Les points de dépassement ponctuel des valeurs réglementaires pour le fluorure, l'antimoine, le plomb seront nettoyés avant le début des travaux de forage sur les sites du puits de production et d'injection.

Comme pré-mentionné, pendant les travaux, pour limiter le risque de contamination des sols, l'atelier de forage est installé sur une plate-forme qui empêche toute infiltration dans le sol. La plate-forme est constituée par le dallage en béton, ceinturé par un « merlon et caniveaux » permettant la collecte de la boue et les eaux de ruissellement. Les hydrocarbures seront stockés dans des bacs de rétention étanches.

En exploitation, les têtes de puits seront équipées de façon à éviter toutes infiltrations dans les ouvrages.

4.2.5 – Air

Le demandeur souligne dans son dossier l'impact global positif de la géothermie sur la qualité de l'air par la réduction des émissions de CO₂. Le projet de géothermie permet d'économiser 2028 t de CO₂éq, sur la base des valeurs données par le référentiel Carbone de l'ADEME (241 gCO₂/kWh PCI pour le gaz et 180 gCO₂/kWh pour l'électricité).

Pendant les phases de travaux

Les principaux rejets atmosphériques susceptibles d'altérer la qualité de l'air sont les suivants :

- les poussières ;
- les gaz d'échappement des moteurs thermiques ;
- les gaz présents dans les fluides géothermaux (voir § 4.2.6 du présent avis).

Les poussières sont générées par la circulation des engins de chantiers sur les voies d'accès et la plate-forme à tous les stades des travaux. L'arrosage de la plateforme de forage pourra être réalisé lors des périodes sèches et ventées pour limiter l'émission et la dispersion des poussières.

Les mesures d'évitement ou de réduction d'impact

Pour réduire les nuisances liées aux gaz de combustion, les moteurs thermiques utilisés sur le chantier répondront à la législation en vigueur. Aucun obstacle ne viendra entraver la circulation de l'air au niveau des échappements et ne permettra aucun confinement de ces gaz.

En exploitation

L'exploitation du doublet de géothermie ne nécessite pas l'utilisation de moteurs thermiques. La boucle géothermale fonctionne à une pression supérieure à la pression de point de bulle (pression à laquelle apparaît la première bulle de gaz), il n'y a donc pas de production de gaz en cours d'exploitation. Les fuites éventuelles sur cette boucle sont détectées par la variation des paramètres d'exploitation. L'exploitant arrête alors le fonctionnement du doublet et intervient pour réparer la fuite.

Certaines opérations de maintenance sont susceptibles d'être à l'origine de libération d'H₂S à l'atmosphère.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

Les mesures de prévention et de sécurité applicables aux travaux sont alors mises en œuvre (voir § 4.2.6 du présent avis de l'AE).

4.2.6 – Déchets

Pendant les phases de travaux :

Le chantier de forage génère les types de déchets suivants : résidus de boues de forage, déblais de forage, quelques déchets métalliques, déchets spéciaux (hydrocarbures, ...). D'après le dossier, ces déchets sont évacués selon des filières de traitement ou de stockage adaptées à leur nature.

En exploitation :

Les déchets produits sont stockés dans des conteneurs et évacués selon une filière adaptée à leur nature.

4.2.7 – Santé et sécurité

L'eau géothermale contient une faible proportion d'hydrogène sulfuré (H₂S) dissous. Ce gaz est très inflammable, potentiellement explosif (à la concentration de 4 à 6 % dans l'air) et toxique. Son odeur est très caractéristique (odeur d'œuf pourri).

Le dossier présente les dispositions prises afin d'assurer la sécurité des personnels (p. 373 du dossier) et des mesures seront prises pour informer le personnel et les riverains sur « la conduite à tenir en cas d'éruption de sulfure d'hydrogène ».

Des dispositifs de détection et d'alerte seront aussi mis en place, ainsi que des dispositions de neutralisation en cas d'émanation de gaz. En outre, pour limiter les odeurs et risques d'intoxication, une solution type eau de javel pourra être injectée dans l'eau géothermale à sa sortie du puits. L'effet oxydant et bactéricide de cette solution permet d'éliminer une partie du H₂S présent.

Enfin, le dossier présente les dispositions prises en cas d'éruption incontrôlée, c'est-à-dire de fuite d'eau géothermale à un débit supérieur au débit d'exhaure des pompes « vides cave ». Ces dispositions sont l'indication que l'exploitant doit faire intervenir une entreprise spécialisée dans un délai de 8 heures.

Pour la MRAe, la description des conséquences d'un incident grave et des dispositions qui seraient prises est insuffisante. En effet, les dégagements de H₂S d'un fluide en décompression pourraient générer un nuage toxique au cœur du quartier résidentiel et un délai de 8 heures ne paraît pas satisfaisant, en l'absence de toute quantification des impacts potentiels.

La MRAe recommande que le scénario d'éruption non contrôlée des puits et ses impacts soient décrit plus précisément, et que l'étude d'impact présente les analyses et informations qui permettent d'assurer la pertinence des mesures envisagées au regard de la réalité des risques pour la population avoisinante et le personnel.

4.2.8 – Impact sur les opérations de géothermie voisines

La modélisation du réservoir constitue un outil d'aide à la décision portant sur la conception des futurs dispositifs géothermiques et plus particulièrement sur le positionnement des points d'impact au réservoir des puits du nouveau doublet. L'objectif est de vérifier que cette configuration sécurise l'exploitation géothermique à minima pendant 30 ans de fonctionnement et de quantifier les inter-actions hydrauliques et thermiques du nouveau dispositif et des exploitations voisines.

Modélisation numérique au Lusitanien

Le positionnement du nouveau dispositif de Châtenay-Malabry selon l'option retenue permet d'obtenir une décroissance faible au droit du puits producteur (inférieure à 0,5°C après 30 ans d'exploitation à débit maximal). La bulle froide créée autour du puits GCTM-4 est attirée par le puits producteur GCTM-3 et reste contenue à l'emprise du futur permis d'exploitation du doublet.

L'impact hydraulique du futur doublet est négligeable (inférieur à ± 1 bar) au-delà d'une distance de 700 mètres autour des points d'impact au réservoir.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

Le projet exploratoire au Lusitanien, aujourd'hui isolé ne peut remettre en cause la pérennité des dispositifs voisins, ni du point de vue de la valorisation thermique ni du point de vue des rendements hydrauliques.

Modélisation de la solution de repli au Néocomien

L'impact hydraulique du futur doublet au Néocomien est faible et négligeable (inférieur à ± 1 bar), les puits les plus proches captant le Néocomien au Plessis-Robinson ne seront donc pas impactés par la mise en service d'un nouveau doublet au droit de Châtenay-Malabry quel que soit le régime d'exploitation retenu.

Pour la réalisation d'un doublet au Néocomien, l'écartement d'environ 645 mètres (cas du repli et puits injecteur dévié) entre les puits du doublet ne permettra pas de garantir la pérennité du dispositif pour une durée de 30 ans dans le cas d'une exploitation à débit maximal ($Q=150$ m³/h, $\Delta T=26^{\circ}\text{C}$).

Les débits d'exploitation devront être limités afin de ralentir la décroissance thermique ou les températures de réinjection devront être abaissées afin de garantir une puissance thermique équivalente sur le long terme.

Le pétitionnaire, estime que les résultats des simulations numériques doivent être relativisés étant donné les hypothèses du modèle numérique et le contexte de l'étude correspondant à une situation ponctuelle et particulière ne pouvant prendre en compte l'évolution possible de l'ensemble des dispositifs du secteur considéré.

4.2.9 – Impact sur les infrastructures et la circulation

Le site d'implantation du futur doublet forage géothermique est situé sur le site de la ZAC La Vallée, avec le site du puits de production au Sud-Ouest de la ZAC et le site du puits d'injection au Nord-est de la ZAC. L'accès aux sites se fera via les avenues de la Division Leclerc et Sully Prudhomme et de la rue Grande voie des Vignes.

Pendant les phases de travaux

L'enceinte du chantier n'empiétera pas sur les voies de circulations adjacentes au chantier.

En exploitation

Le site d'exploitation géothermique sera situé dans une enceinte privée et sécurisée. Hormis les rares périodes où des travaux importants devront être menés sur les forages, le projet n'aura pas d'impact sur la circulation.

4.2.10 – Impact sur la biodiversité, le paysage et le cadre de vie

Les études d'impact de la ZAC ont mis en évidence différents enjeux en matière de biodiversité : présence d'une zone humide de petite dimension, proximité d'une ZNIEFF de type 1, proximité de l'espace naturel sensible de la coulée verte du Sud Parisien, présence de chiroptère dans le parc mitoyen de la ZAC.

D'après l'étude d'impact du projet de forage géothermique, le site du forage de production est proche du « talus ouest », zone de transit de plusieurs espèces (chiroptères et oiseaux). Le site d'injection est concerné par l'habitat de la Sitelle torchepot. Les deux sites ne so

4.2.11 – Risques naturels et industriels

Le PPRi de la Seine, approuvé par arrêté préfectoral du 20 octobre 2003 définit les zones soumises au risque d'inondation et les prescriptions à respecter selon les zones. Châtenay-Malabry ne fait pas partie des communes soumises au PPRi dans les Hauts de Seine. Par contre, le risque d'inondation par remontée de nappes est considéré comme très fort compte tenu de la présence d'une nappe sub-affleurante.

par ailleurs, selon les cartes d'aléas du BRGM, l'aléa de mouvements de terrain dans le secteur d'étude lié au phénomène de gonflement/retrait des argiles est *a priori* fort et celui lié aux cavités souterraines ou carrières est absent sur le site d'étude.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

Suivant la base de données BASIAS qui recense les anciens sites industriels et activités de service, dans un rayon de 500 m et 1 km autour des futurs sites de forage, il existe respectivement 12 sites. Ces installations sont principalement des garages et des blanchisseries, qui n'engendrent pas de risques en lien avec le projet.

D'après le PLU, le territoire de Châtenay-Malabry recense 5 sites ICPE non Seveso (Cf. tableau ci-dessous), 4 soumis à Déclaration et 1 à Autorisation. Ces installations sont situées dans un rayon de 1,5 km autour du site de l'École Centrale.

Aucun Plan de Prévention des Risques Industriels (PPRT) lié à des effets toxiques, thermiques et de suppression d'un site classé SEVESO, n'est recensé sur la commune.

4.2.12 – Conditions d'abandon du gîte

Le pétitionnaire présente page 148 du dossier de demande d'autorisation le protocole d'abandon (cf dispositions du décret n°2016-1303 du 4 octobre 2016). Cette présentation est limitée à un rappel des dispositions réglementaires, à savoir la liste des pièces qui devra accompagner la déclaration d'arrêt d'exploitation.

Pour la MRAe, le public doit être à même d'apprécier à la lecture de l'étude d'impact les modalités retenues en fin d'exploitation pour la remise en état du site et la préservation des eaux souterraines, modalités qui ne sauraient être réduite à une description des pièces à fournir.

La MRAe recommande de compléter la présentation du projet et l'étude d'impact par les dispositions prévues pour la remise en état du site.

5. Justification du projet

D'après le dossier, le choix d'une solution géothermale pour la production de chaleur du quartier de la Vallée à Châtenay-Malabry a été fondé sur des études portant sur les besoins de chauffage et les différentes solutions possibles. Cependant, le dossier ne fournit pas d'éléments permettant de comprendre la logique de cette décision (p. 53).

De même, le dossier indique que « la solution présentant la plus grande pertinence technico-économique est la réalisation de deux puits géothermiques exploratoire ciblant le Lusitanien avec une solution de repli ciblant le Néocomien ». Aucun élément de justification ne vient appuyer cette affirmation. La MRAe note que cette solution n'a jamais utilisée en Île-de-France et présente donc des risques spécifiques, risques qui sont d'ailleurs partiellement couverts par la possibilité de mettre en œuvre une solution de repli, dont le dossier explique qu'elle présenterait un très faible taux de risque.

De même, il ne semble pas que les facteurs environnementaux aient été pris en compte pour le choix de la solution retenue. Il s'agit notamment des risques spécifiques induits par les qualités de l'eau du Lusitanien, très chargées et corrosives, alors que les eaux du Néocomien sont de qualité « eau potable ». Si les eaux ont vocation à être réinjectées, les indications éparées données par le dossier permettent d'identifier plusieurs risques environnementaux liés aux qualités de l'eau du Lusitanien.

La MRAe estime que la justification des choix techniques qui ont été faits doit être éclairées à la lumière des impacts certains ou potentiels sur l'environnement et la santé humaine.

La MRAe recommande que la justification des choix techniques du projet soit explicitée et notamment le choix des solutions techniques, le choix de l'aquifère ressource du Lusitanien non exploité à ce jour en Île-de-France, avantages et inconvénients d'un projet fondé sur une démarche exploratoire.

6. Résumé non technique

Conformément aux dispositions de l'article R. 122-5 du code de l'environnement, l'étude d'impact est accompagnée d'un résumé non technique.

Celui-ci présente le projet, les différentes thématiques abordées dans le dossier et les conclusions de l'étude.

Avis de la MRAe en date du 17 août 2020 sur la réalisation d'un doublet géothermique à l'aquifère du Lusitanien avec une option de repli sur l'aquifère sus-jacent du Néocomien, sur la commune de Châtenay-Malabry (92)

Il reprend en synthèse les points essentiels de l'étude d'impact, les différents enjeux environnementaux, les impacts associés ainsi que les mesures d'évitement et de réduction.

7. Information du public

Le présent avis doit être joint au dossier d'enquête publique du projet.

Conformément à l'article L. 122-1 du code de l'environnement, le présent avis de l'autorité environnementale devra faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage qui la mettra à disposition du public par voie électronique au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'article L. 123-2 ou de la participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19. Ce mémoire en réponse devrait notamment préciser comment le porteur du projet envisage de tenir compte de l'avis de la MRAe, le cas échéant en modifiant son projet.

L'avis de l'autorité environnementale est disponible sur le site internet de la direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France.