



Mission régionale d'autorité environnementale

ÎLE-DE-FRANCE

**Avis délibéré
sur le projet de gîte géothermique
à Fontenay-aux-Roses (92)**

N° APJIF-2024-007
du 14/02/2024

Synthèse de l'avis

Le présent avis concerne le projet de réalisation d'un gîte géothermique dans la nappe du Dogger, situé dans la commune de Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine), porté par le Syndicat intercommunal de la périphérie de Paris pour les énergies et les réseaux de communication (Sipperec).

L'Autorité environnementale est saisie dans le cadre des demandes d'autorisation d'ouverture de travaux miniers et de permis d'exploitation pour le projet géothermique. L'avis est émis sur la base d'un rapport de demande d'autorisation incluant l'étude d'impact, datée d'octobre 2023.

Ce projet d'opération géothermique comprend:

- la réalisation d'un doublet de géothermie dans la nappe souterraine du Dogger, soit deux forages d'une profondeur d'environ 1 450 mètres ;
- la construction d'une centrale géothermique (où s'effectue l'échange de chaleur) et de ses équipements (chaudières gaz et équipements d'appoint et de secours), sur une emprise de 960 m² ;
- la création d'un réseau de chaleur de 20 kilomètres sur les communes de Fontenay-aux-Roses, Sceaux et Bourg-la-Reine.

Cette opération géothermique s'inscrit dans une zone dans laquelle le Dogger est déjà sollicité par six gîtes géothermiques en exploitation et cinq autres en projet ou en cours de réalisation. Il est prévu une exploitation de la ressource géothermique à un débit de 340 m³/h afin de fournir une puissance thermique de 115 Gwh/an initiale puis de 94 Gwh/an sur la base d'une diminution du besoin à partir de 2035.

Les principaux enjeux environnementaux identifiés par l'Autorité environnementale pour ce projet concernent :

- la protection des eaux souterraines et superficielles ;
- la santé humaine ;
- les effluents gazeux ;
- la pollution des sols ;
- la biodiversité.

L'Autorité environnementale constate que l'étude d'impact mentionne l'ensemble des composantes du projet mais ne les expose pas de manière équivalente et n'évalue pas leurs incidences en détail. Les principales recommandations de l'Autorité environnementale visent à :

- adapter et renforcer les mesures de réduction du bruit,
- améliorer la transparence du projet en mettant à disposition les informations clefs au grand public,
- compléter le bilan des émissions de gaz à effet de serre émis pendant la totalité du cycle de vie du projet,
- réaliser un inventaire de terrain de la biodiversité et prendre des mesures de protection adéquate.

L'Autorité environnementale recommande également à l'autorité décisionnaire de préciser dans son arrêté les conditions d'exploitation du chantier et les mesures de suivi et de correction d'éventuels dépassements des niveaux de bruit autorisés, afin que la population présente aux abords du site (établissements recevant du public et habitations) ne soit pas affectée par des nuisances sonores.

L'Autorité environnementale a formulé l'ensemble de ses recommandations dans l'avis détaillé ci-après.

La liste complète des recommandations figure en annexe du présent avis, celle des sigles utilisés est en page 5.

Sommaire

Synthèse de l'avis.....	2
Sommaire.....	3
Préambule.....	4
Avis détaillé.....	6
1 Présentation du projet.....	6
1.1 Contexte et présentation du projet.....	6
1.2 Modalités d'association du public en amont du projet.....	11
1.3 Principaux enjeux environnementaux identifiés par l'Autorité environnementale.....	11
2 L'évaluation environnementale.....	11
2.1 Qualité du dossier et de la démarche d'évaluation environnementale.....	11
2.2 Articulation avec les documents de planification existants.....	12
2.3 Justification des choix retenus et solutions alternatives.....	12
3 Analyse de la prise en compte de l'environnement.....	13
3.1 La protection des eaux souterraines et superficielles.....	13
3.2 Santé humaine.....	15
3.3 Les effluents gazeux.....	19
3.4 Pollution des sols.....	20
3.5 Biodiversité.....	21
4 Suites à donner à l'avis de l'Autorité environnementale.....	22
ANNEXE.....	23
5 Liste des recommandations par ordre d'apparition dans le texte.....	24

Préambule

Le système européen d'évaluation environnementale des projets, plans et programmes est fondé sur la [directive 2001/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001](#) relative à l'évaluation des incidences de certaines planifications sur l'environnement¹ et sur la [directive modifiée 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011](#) 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.

Conformément à ces directives un avis de l'autorité environnementale vise à éclairer le public, le maître d'ouvrage, les collectivités concernées et l'autorité décisionnaire sur la qualité de l'évaluation environnementale et sur la manière dont l'environnement est pris en compte dans le projet, plan ou programme.

* * *

La Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) d'Île-de-France a été saisie pour rendre un avis sur le projet de réalisation d'une opération géothermique dans la nappe du Dogger, porté par le Syndicat intercommunal de la périphérie de Paris pour les énergies et les réseaux de communication (Sipperec), situé à Fontenay-aux-Roses (Hauts-de-Seine). La saisine a été effectuée par le préfet du département des Hauts-de-Seine dans le cadre des demandes d'autorisation d'ouverture des travaux miniers et de permis d'exploitation pour les six communes suivantes : Fontenay-aux-Roses, Clamart, Le Plessis-Robinson, Châtenay-Malabry, Sceaux et Châtillon.

Cette saisine est réalisée sur la base d'une étude d'impact d'octobre 2023.

Le projet est soumis à la réalisation d'une évaluation environnementale en application de l'article R.122-2 du code de l'environnement (rubrique 27-b du tableau annexé à cet article²).

Cette saisine étant conforme au I de l'article R. 122-6 du code de l'environnement relatif à l'autorité environnementale compétente, il en a été accusé réception par le pôle d'appui à l'Autorité environnementale le 29 décembre 2023. Conformément au II de l'article R. 122-7 du code de l'environnement, l'avis doit être rendu dans le délai de deux mois à compter de cette date.

Conformément aux dispositions du III de l'article R. 122-7 du code de l'environnement, le pôle d'appui a consulté le directeur de l'agence régionale de santé d'Île-de-France le 29 décembre 2023 qui a formulé une réponse le 17 janvier 2024.

L'Autorité environnementale s'est réunie le 14 février 2024. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le projet de gîte géothermique de la commune de Fontenay-aux-Roses (92).

Sur la base des travaux préparatoires du pôle d'appui et sur le rapport d'Isabelle BACHELIER-VELLA coordonnatrice, après en avoir délibéré, l'Autorité environnementale rend l'avis qui suit.

- 1 L'environnement doit être compris au sens des directives communautaires sur l'évaluation environnementale. Il comprend notamment la diversité biologique, la population, la santé humaine, la faune, la flore, les sols, les eaux, l'air, les facteurs climatiques, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris le patrimoine architectural et archéologique, les paysages et les interactions entre ces facteurs (annexe I, point f de la directive 2001/42/CE sur l'évaluation environnementale des plans et programmes, annexe IV, point I 4 de la directive 2011/92/UE modifiée relative à l'évaluation des incidences de certains projets sur l'environnement).
- 2 La rubrique 27°b du tableau annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement soumet à évaluation environnementale « l'ouverture de travaux de forage pour l'exploration ou l'exploitation de gîtes géothermiques, à l'exception des gîtes géothermiques de minime importance ».

Chacun des membres ayant délibéré atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans le présent avis.

Il est rappelé que pour tous les projets soumis à évaluation environnementale, une « autorité environnementale » désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition du maître d'ouvrage et du public.

Cet avis ne porte pas sur l'opportunité du projet mais sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage, et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il n'est donc ni favorable, ni défavorable. Il vise à améliorer la conception du projet et à permettre la participation du public à l'élaboration des décisions qui le concernent.

Au même titre que les observations et propositions recueillies au cours de l'enquête publique ou de la mise à disposition du public, le maître d'ouvrage prend en considération l'avis de l'autorité environnementale pour modifier, le cas échéant, son projet. Cet avis, qui est un avis simple, est un des éléments que l'autorité compétente prend en considération pour prendre la décision d'autoriser ou non le projet.

Sigles utilisés

BOP	Blow Out Preventer (bloc obturateur de puits)
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CO₂	Dioxyde de carbone
COHV	Composés organiques halogénés volatils
EnR&R	Énergies renouvelables et de récupération
H₂S	Sulfure d'hydrogène
HAP	Hydrocarbure aromatique polycyclique
HFO	hydrofluoroléfine
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
MES	Matières en suspension
NO_x	Oxyde d'azote
OAP	Orientation d'aménagement et de programmation
PAC	Pompe à chaleur
PADD	Projet d'aménagement et de développement durable
PCB	Polychlorobiphényles
PCAET	Plan climat-air-énergie territorial
ph	Potentiel hydrogène
PLU	Plan local d'urbanisme
Sage	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
Sdage	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
Sipperec	Syndicat intercommunal de la périphérie de Paris pour les énergies et les réseaux de communication
SO₂	Dioxyde de soufre

Avis détaillé

1 Présentation du projet

1.1 Contexte et présentation du projet

Le projet d'opération géothermique a pour objectif d'alimenter en partie le réseau de chaleur des communes de Sceaux, Bourg-la-Reine et Fontenay-aux-Roses (figure 1). Ces trois communes se situent dans le département des Hauts-de-Seine (92) à environ quatre kilomètres au sud / sud-ouest de Paris. Les populations des communes de Sceaux, Bourg-la-Reine et Fontenay-aux-Roses sont respectivement de 20 488, 20 810 et 24 772 habitants soit un total de 66 070 habitants (Insee 2021).

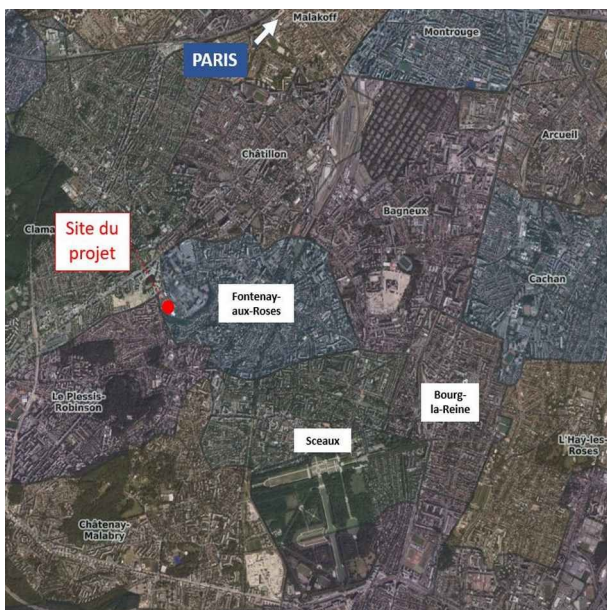


Figure 1: Localisation du projet de gîte géothermique – Source : Étude d'impact, p.39.

Le projet s'inscrit dans une zone sollicitant fortement le Dogger³ puisque six gîtes géothermiques en exploitation et cinq autres en projet sont recensés dans un rayon de 4 km autour du projet (figure 2) : les sites de Cachan, Bagneux, Fresnes, l'Haÿ-les-Roses et Arcueil-Gentilly qui sont en activité et ceux de Meudon, Malakoff, Châtenay-Malabry et Fresnes qui sont en projet.

3 Dogger: principal aquifère exploité pour la géothermie en région parisienne. Il se situe entre 1 500 et 2 000 mètres de profondeur et contient une eau à une température variant entre 55 et 85°C selon la profondeur.

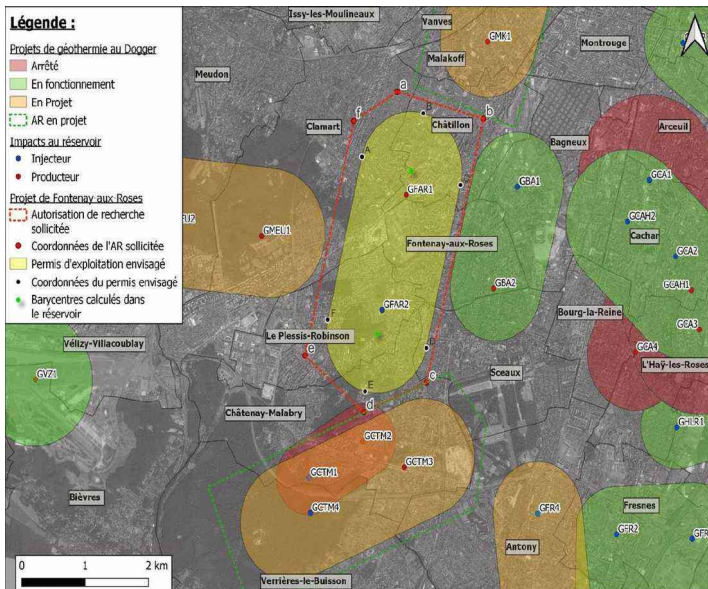


Figure 2: Localisation des sites de gîtes géothermiques en exploitation ou à venir - Source : Étude d'impact, p.8.

Il fait également partie d'une démarche de développement de la géothermie sur l'ensemble du secteur sud parisien. Le Syndicat intercommunal de la périphérie de Paris pour les énergies et les réseaux de communication (Sipperec), porteur du projet, est un établissement public de coopération intercommunale à vocation spécialisée qui exploite et entretient des réseaux optiques, électriques ainsi que cinq installations géothermiques en Île-de-France, depuis 2015.

La création de ce doublet de géothermie profonde basse température devrait permettre d'alimenter un réseau de chaleur étendu de 20 km et permettant de desservir 138 points de livraison majoritairement sur les communes de Sceaux et Fontenay-aux-Roses et de façon plus limitée sur la commune de Bourg-la-Reine (figure 3).

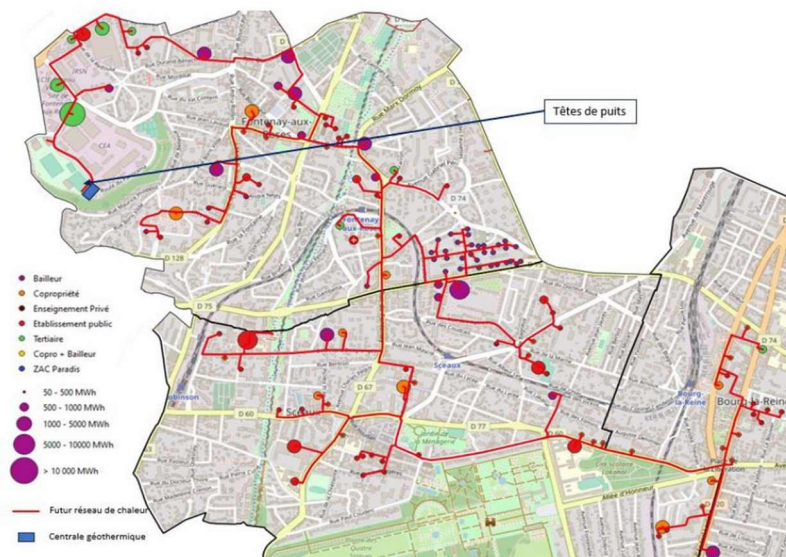


Figure 3: Réseau projeté (source - p. 60 de l'Étude d'impact)

■ Le projet

Le projet d'opération géothermique porté par le Sipperec, comprend :

- la réalisation d'un doublet géothermique dans la nappe souterraine du Dogger, dénommés GFAR1-GFAR2, soit deux forages d'une profondeur d'environ 1 450 m ;
- la construction d'une centrale géothermique (où s'effectue l'échange de chaleur) y compris les équipements, les chaudières gaz et les équipements d'appoint/secours), sur une emprise de 960 m² ;
- la création d'un réseau de chaleur de 20 km sur les communes de Fontenay-aux-Roses, Sceaux et Bourg-la-Reine.

L'avis est émis dans le cadre des demandes d'autorisation d'ouverture de travaux miniers et de permis d'exploitation pour une durée initiale de trente ans, prolongeable par période de quinze ans.

■ Procédures réglementaires engagées au titre du code minier

L'objectif du projet est la récupération de la chaleur souterraine, assimilée par la réglementation à une substance minérale qualifiée de « gîte géothermique ». Les gîtes géothermiques sont des ressources minières et leur exploitation relève 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 minier. L'ouverture de travaux de recherche 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.

■ Localisation des sites d'implantation

Le site d'implantation du projet de forage géothermique est localisé à l'ouest de la commune de Fontenay-aux-Roses, dans le quartier Pervenches - Val Content au sud de la zone d'activité industrielle. Le site est implanté au sein du complexe sportif du Panorama comprenant un stade multisport, un gymnase ainsi qu'un terrain de football devant à terme être rénové. La zone est fortement urbanisée et dans un rayon de moins d'un kilomètre sont présents plusieurs équipements (figure 4) :

- le commissariat à l'énergie atomique (CEA) – site de Fontenay-aux-Roses, site répertorié dans la base de données des sites et sols pollués ou potentiellement pollués (Basol), au nord ;
- des établissements scolaires (écoles maternelles et primaires et lycée), une aire de jeux, un hôpital et des quartiers résidentiels au sud et à l'ouest.

Le site d'implantation jouxte par ailleurs la zone naturelle « le Talus Fontenay » au sud et à l'est.

Les travaux de forage seront implantés dans le périmètre du stade du Panorama. Le doublet GFAR1-GFAR2 occupera une surface d'environ 5 240 m² en phase de travaux, hors surface pour l'accès et le stationnement estimée à 585 m² (Figures 4 et 5), soit une emprise totale estimée à 5 825 m².

L'emprise de la centrale géothermique sera de 960 m². En phase d'exploitation, la zone de protection et d'entretien des têtes de puits portera sur une emprise de 1 575m² (figures 5 et 6).

L'emprise des équipements sportifs sera ainsi réduite, à terme, d'environ 2 980 m².

L'ensemble des parcelles concernées par le projet sont la propriété de la commune de Fontenay-aux-Roses.

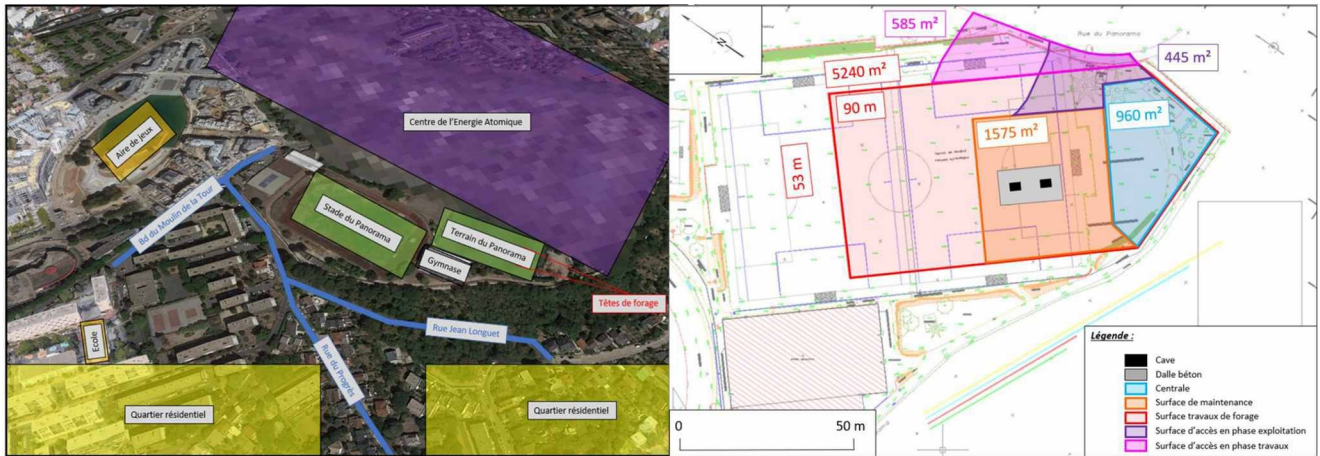


Figure 4: Environnement immédiat du site (à gauche) et emprise au sol du projet - Source : Étude d'impact p.81).



Figure 5 : Vue actuelle du site de l'emprise chantier - Source : Étude d'impact- Figure 40 p.82



Figure 6 : Vue actuelle du site de l'emprise et représentation des futures installations (centrale géothermique, têtes de puits et stationnement) - Source : Étude d'impact- Figure 165 p.301

■ Le contexte géologique et le forage

Le principe de fonctionnement d'un doublet géothermique, rappelé par l'étude d'impact (p. 273), est qu'un premier forage dit « puits de production » puise de l'eau à grande profondeur, là où elle est naturellement chaude (maximum de 63 °C - Étude d'impact, p. 60). L'eau chaude est ensuite renvoyée vers la centrale géothermique, où a lieu le transfert de la chaleur. L'eau refroidie est réinjectée dans le sous-sol d'origine via un deuxième forage dit « puits de ré-injection ». Les deux forages sont inclinés, afin d'espacer suffisamment les points de captage et de réinjection dans la nappe (pour ne pas pomper l'eau déjà refroidie et limiter ainsi l'impact du recyclage thermique).

Pour y accéder, un double percement est effectué par des installations de forage pétrolier utilisant la technique du forage directionnel ou forage dévié avec un angle incurvé de 60° en terminaison de puits. Le puits producteur recevra un débit théorique attendu à 340 m³/h pour une température de 63± 2 °C en tête de puits avec un refoulement à 45 bar.

Cette installation devra permettre de faire remonter suffisamment de calories pour alimenter les pompes à chaleur avec une puissance de 13 MW (14 MW maximum). Ce montage permettrait de dégager un volume de 115 GWh/an pour un taux de 65 % d'énergie renouvelable dans le bilan de production du réseau de chaleur⁴. L'eau serait rejetée à une température minimale de 24°C et moyenne de 35,8°C dans le puits de ré-injection.

Comme l'eau du Dogger est minéralisée (teneurs en chlorure, sulfates, sulfures, etc.), elle est impropre à d'autres usages que l'exploitation de la chaleur (Étude d'impact, p. 76), et ne permet pas le développement d'organismes aquatiques. Elle ne peut donc pas être rejetée dans le milieu naturel superficiel et doit impérativement être réinjectée dans son aquifère d'origine. Sa composition chlorure-sodique lui donne un caractère corrosif. Elle contient également des gaz dissous, principalement du sulfure d'hydrogène (H₂S), qui est un gaz toxique.

Les travaux de forage ont une durée prévisionnelle de 140 jours dont 110 jours de forage débutant au 1er semestre 2025 et 30 jours de montage-démontage-déplacement de matériels (figure 7). Le fonctionnement du chantier est prévu en continu pendant la phase de forage sept jours sur sept et 24 heures sur 24.

En cas d'abandon du projet, un programme de fermeture sera établi conformément à l'article 41 du décret n°2016-1303 du 4 octobre 2016. Le programme s'appuiera sur les articles 69 et 70 de l'arrêté du 14 octobre 2016⁵ relatif aux travaux de recherches par forage et d'exploitation par puits de substances minières.

■ Les travaux de surface

Les travaux de surface consistent en :

- la construction d'une centrale géothermique dont les caractéristiques techniques exactes ne sont pas encore définies, mais disposant de deux unités de pompes à chaleur, d'une résine de traitement des eaux ainsi que de deux unités de chaudière à gaz d'appoint et de secours d'une puissance inférieure à 20 MW ;
- la mise en place d'un raccordement entre le doublet et la centrale géothermique ainsi qu'entre la centrale et le réseau de chaleur ;
- le développement d'un réseau de chaleur de 20 km linéaires et de 138 points de livraison composé de sous-stations de raccordement suivant majoritairement le tracé des routes départementales (figure 3). La construction sera concomitante à celle de la centrale pour une durée prévisionnelle d'une année.

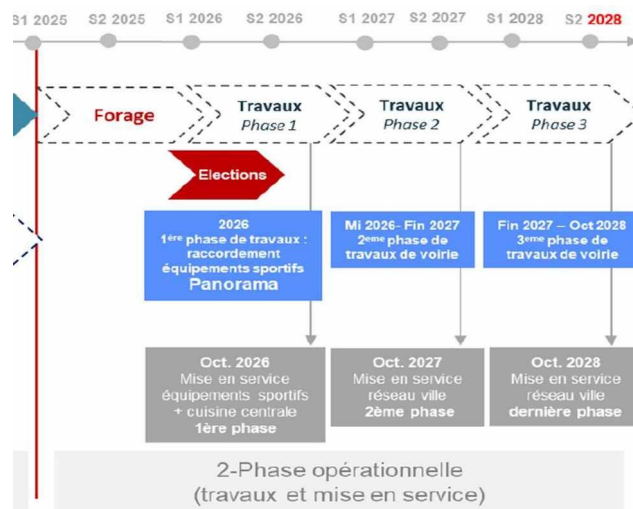


Figure 7 : Planning prévisionnel du projet – Source : Étude d'impact, p.69

4 Le gaz représentant 24 % et l'électricité 11 %.

5 [Arrêté du 14 octobre 2016 relatif aux travaux de recherches par forage et d'exploitation par puits de substances minières](#)

1.2 Modalités d'association du public en amont du projet

L'étude d'impact mentionne que le dossier sera soumis à enquête publique mais ne précise pas si le public est associé en amont du projet et le cas échéant selon quelles modalités.

1.3 Principaux enjeux environnementaux identifiés par l'Autorité environnementale

Les principaux enjeux environnementaux identifiés par l'Autorité environnementale pour ce projet sont :

- la protection des eaux souterraines et superficielles,
- la santé humaine,
- les effluents gazeux,
- la pollution des sols,
- la biodiversité.

2 L'évaluation environnementale

2.1 Qualité du dossier et de la démarche d'évaluation environnementale

L'étude d'impact comprend les éléments requis par l'article R. 122-5 du code de l'environnement. Elle présente le contexte du projet, l'état initial, définit la zone d'étude et sa cohérence avec la politique d'urbanisme des villes d'implantation.

L'analyse de l'état initial aborde les thématiques relatives aux milieux (sol, air, eau), aux sous-sols (hydrogéologie, géologie), à la santé humaine et, dans une moindre mesure, à la biodiversité. L'évaluation des incidences se focalise sur la phase travaux et développe peu celle relative à l'exploitation des ouvrages. Les mesures d'évitement, réduction et compensation (ERC) des incidences négatives sur l'environnement sont définies et apparaissent pertinentes et proportionnées aux enjeux.

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 présentant le projet géothermique, les différents enjeux environnementaux et les conclusions de l'étude. Toutefois, ce document, qui figure dans le rapport d'étude d'impact (p. 3 à 26), gagnerait à faire l'objet d'un fascicule à part pour permettre d'en améliorer la lisibilité et l'accès. Ce repositionnement permettrait également de placer le sommaire de l'étude d'impact au début du rapport (et non à la page 27).

Le dossier fait cependant l'impasse sur une évaluation complète des impacts potentiels du projet sur la biodiversité. De même, un inventaire du sol est effectué mais reste incomplet. Enfin la série de modélisation du bruit généré présente des lacunes sur la spatialisation du bruit, les effets cumulés et les mesures apportées pour protéger les habitants du secteur. Une présentation plus étayée des enjeux majeurs que sont la pollution des sols et les nuisances sonores serait nécessaire.

Par ailleurs, la technicité du sujet appelle une certaine pédagogie pour un public non initié. L'absence de glossaire ou notice explicative dans le dossier rend difficile son appropriation. L'Autorité environnementale rappelle que la lecture du document doit rester aisée pour l'ensemble des personnes intéressées.

(1) L'Autorité environnementale recommande de :

- prévoir un glossaire et mettre en place des encadrés didactiques pour la bonne information du public,
- présenter le résumé non technique dans un fascicule séparé et y détailler plus explicitement les enjeux principaux du projet, tels que la pollution sonore en phase travaux et les risques de pollution des sols afin de permettre au lecteur de visualiser rapidement ces enjeux et leurs mesures associées ;
- compléter l'étude d'impact et son résumé non technique en ce qui concerne les enjeux liés à la pollution des sols et à la biodiversité.

2.2 Articulation avec les documents de planification existants

D'après l'étude d'impact (p.244), le projet de forage de puits géothermiques profonds et son exploitation sont compatibles avec le plan local d'urbanisme (PLU) de Fontenay-aux-Roses, notamment son projet d'aménagement et de développement durable (PADD).

L'argumentation est reprise pour l'orientation d'aménagement et de programmation (OAP) Panorama, dans le secteur de laquelle le projet se situe. Selon le porteur du projet, ce dernier participe à l'atteinte de l'objectif « développement durable » et en cela ne contredit pas les autres objectifs de l'OAP.

Enfin, il est précisé que le forage et la centrale s'implanteront dans la zone URPe⁶ du règlement graphique du PLU.

L'étude d'impact aborde par ailleurs la compatibilité du projet avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) du bassin Seine-Normandie ainsi que de sa composante locale, le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (Sage) de la Bièvre. L'analyse présente les objectifs du projet au regard des orientations du Sage et du Sdage concernant la protection des nappes stratégiques, la limitation du prélèvement d'eau, la conservation de la qualité chimique et biologique des cours d'eau ainsi que la prise en compte du lit majeur de la Bièvre⁷. Elle conclut à la compatibilité du projet avec ces documents de planification (Étude d'impact, p.268)

Ce projet est également cohérent avec le schéma régional climat air énergie (SRCAE) d'Île-de-France, qui vise au développement de la géothermie dans la région et à l'extension des réseaux de chaleur, ainsi qu'à l'augmentation des raccordements.

2.3 Justification des choix retenus et solutions alternatives

L'étude d'impact justifie le choix de la géothermie et les raisons qui ont guidé le choix du site d'implantation des forages, telles qu'un accès facilité à la plateforme de forage, la proximité avec la future chaufferie associée, la disponibilité foncière ou encore l'absence d'interaction avec un autre doublet géothermique au Dogger (Étude d'impact, p.80).

L'Autorité environnementale constate cependant que le dossier ne présente pas de solutions alternatives envisageables étudiées par le maître d'ouvrage.

De plus, l'implantation des forages n'est pas justifiée au regard des possibilités de limiter les impacts négatifs du projet (pollutions sonores en phase chantier), notamment sur les habitations et établissements sensibles à proximité.

Enfin, l'étude d'impact souligne les effets positifs de la géothermie dans une trajectoire de transition énergétique mais la démonstration de la rentabilité carbone du projet appelle à être étayée (cf infra, 3.3 « effluents gazeux »).

(2) L'Autorité environnementale recommande :

- de mieux justifier le choix d'implantation du projet au regard d'autres solutions éventuelles de moindre impact, notamment en termes de pollutions sonores en phase chantier et de pollutions des sols ;
- d'apporter des éléments chiffrés permettant d'apprécier les gains en termes de réduction de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre du projet, par rapport à d'autres sources d'énergie, et en précisant son bilan énergie et carbone sur l'ensemble de son cycle de vie et celui des matériaux qu'il utilise.

6 URPe : zone urbaine du Plateau à vocation d'implantation d'équipements sportif, culturels ou techniques.

7 Zone d'expansion maximale d'un cours d'eau, appelé parfois plaine d'inondation.

3 Analyse de la prise en compte de l'environnement

3.1 La protection des eaux souterraines et superficielles

■ Nappe phréatique

Il existe six nappes phréatiques avérées ou potentielles au-dessus de la nappe phréatique du Dogger (Étude d'impact, p.195). Les principales nappes sont :

- La nappe libre de l'Oligocène ;
- La nappe du Lutétien ;
- l'Yprésien ;
- la double nappe interconnectée de l'Albien / Néocomien ;
- La nappe potentielle du Lusitanien.

Le dossier présente la double nappe de l'Albien et Néocomien comme le principal enjeu à préserver. De par sa disposition, ses capacités de recharge, ses caractéristiques chimiques, elle est considérée comme prioritaire par le Sdage Seine-Normandie (Étude d'impact, p.201). Elle est actuellement majoritairement utilisée comme source d'eau potable et parfois comme source d'eau à usage industriel. Cet usage donne à la protection de cette nappe un caractère stratégique.

L'étude d'impact qualifie néanmoins cet enjeu de faible au motif que le projet n'est pas situé dans un périmètre de protection de captage.

Pour l'Autorité environnementale, cette appréciation n'est pas totalement fondée. En effet, la réalisation d'un forage est susceptible d'avoir des incidences sur les aquifères résultant notamment :

- de risques de mise en communication de nappes d'eau souterraine initialement indépendantes, dont certaines sont exploitées pour l'eau potable et d'autres non potables comme le Dogger ;
- de risques de pollution des aquifères du fait des différents produits polluants utilisés dans l'exploitation : effluents ou déchets (fioul, boue de forage, produits inhibiteurs de corrosion, etc.).

Le dossier présente différentes techniques de protection qui seront mises en place pour protéger les nappes traversées. Cela peut prendre différentes formes telles que :

- la mise sous pression des boues de forage présentes dans le tubage pour éviter la diffusion dans les nappes,
- l'ajout d'argile et de carbonate de calcium pour étanchéifier,
- l'ajout de polymère pour éviter un bloom bactérien⁸.

La nappe du Dogger, très minéralisée, est riche en chlorure de sodium, en sulfate et sulfure avec un ph⁹ moyen de 6. De ce fait, cette eau est corrosive sur les métaux et le carbone brut et favorise la formation d'H₂S dans le tubage. Pour éviter cela, le gestionnaire prévoit d'injecter un mix antibactérien d'eau douce et de produit anti-corrosion. Pour réaliser ces mélanges de manière homogène, un tensio-actif cationique à base de sel d'ammonium sera utilisé. La composition des boues varie ainsi en fonction de la surface rencontrée et des éléments chimiques constitutifs qui entreront en contact avec le mélange de forage. Bien que non toxiques pour l'être humain, ces éléments ne sont pas naturellement présents dans les environnements rencontrés. Par exemple, le glycol est utilisé pour étanchéifier le tube par « hydratation des argiles ». Les propriétés du glycol ne le rendent pas totalement inerte en milieu naturel et il peut donc favoriser une pollution locale.

L'ensemble des éléments sont présentés aux pages 124 à 127 de l'étude d'impact.

Pour l'Autorité environnementale, la présentation des caractéristiques du projet ne dispense pas de discuter la pertinence de ces choix au regard des impacts potentiels sur les milieux souterrains, et notamment les aquifères stratégiques. La description des mesures préventives et des procédures en cas de constat de fuites, utile et nécessaire, doit être précédée d'une analyse des impacts sur les milieux concernés et d'une évaluation des risques résiduels.

⁸ Phénomène de prolifération bactérienne dans un milieu aquatique.

⁹ Défini le niveau d'acidité d'un milieu et sa capacité à provoquer certaines réactions chimiques.

L'étude d'impact précise les modalités de suivi de l'exploitation (p. 140) avec des informations notamment sur la mesure du pH, les ions majeurs¹⁰, le point gaz¹¹, le potentiel redox¹², les MES¹³. Le gestionnaire envisage de mettre les données de ce suivi à disposition des seuls services de contrôle (la Driat), alors que, pour l'Autorité environnementale, ces données mériteraient d'être mises à disposition du public et complétées d'une note explicative pour sa bonne information.

(3) L'Autorité environnementale recommande :

- d'évaluer les impacts potentiels du projet sur les eaux souterraines pour mieux justifier les choix retenus et l'efficacité des mesures envisagées ;
- de mettre à disposition du public les données issues des contrôles du flux géothermique effectués lors de la phase chantier, puis périodiquement.

■ Les eaux superficielles

Le risque de pollution des milieux aquatiques lié à des pollutions accidentelles ou par temps de pluie est qualifié de faible du fait qu'aucun cours d'eau se situe à proximité du site.

En phase de travaux, afin d'éviter toute pollution des eaux superficielles, différentes mesures listées p. 22 et 284 à 288 seront mises en œuvre telles que la réalisation, d'un maillage de caniveaux (notamment autour de la foreuse) en légère pente canalisant les eaux de ruissellement du chantier vers un même point, des cuves de fioul comportant des cuves de rétention, d'un séparateur d'hydrocarbures, etc.

En phase exploitation, sont prévues la construction d'une dalle en béton hermétique et la mise en place d'un système de récupération d'eau de pluie (tranchée, caniveaux, drain, bassin de récupération et de rétention). Cette eau de ruissellement sera canalisée et orientée vers la sortie de chantier. Celle-ci sera traitée par décantation et déshuilage (Étude d'impact, p.90). La phase solide sera envoyée vers un centre agréé et la phase liquide sera rejetée dans le réseau du SIAAP (Étude d'impact, p.94). Afin de limiter l'usage d'hydrocarbure, le porteur de projet précise qu'une huile végétale sera utilisée pour le décoffrage du béton lors de la phase de démontage de la plateforme.

Un Blow Out Preventer (BOP)¹⁴ sera installé dès le début du forage et restera en place pendant la phase d'exploitation (Étude d'impact, p.123), de manière à éviter une fuite du fluide géothermique par différence de pression. Pour limiter ce risque, le porteur de projet prévoit aussi l'injection d'une eau saumure densifiée pour limiter la remontée d'eau géothermale pendant la phase de travaux. Durant la phase d'exploitation, lors de travaux d'entretien, de l'eau thermique refroidie à 30 °C pourra être rejetée dans le réseau d'assainissement après l'autorisation du gestionnaire de réseau. Une convention de rejet sera établie lors de la phase d'appel d'offres signé par le concessionnaire du réseau et l'entreprise de forage (Étude d'impact, p. 285).

Toutefois, l'étude d'impact ne démontre ni l'absence d'effet de l'eau géothermale sur le réseau d'assainissement compte-tenu de sa composition chimique, ni les capacités de la station d'épuration à traiter cette eau pour en garantir l'innocuité sur l'environnement et la santé humaine. La composition chimique et les teneurs maximales en composés du fluide rejeté devront être conformes aux objectifs de qualité des eaux fixés par le Sdage. Les modalités de suivi et d'évaluation devront également être détaillées dans la convention de déversement dans le réseau d'assainissement communal annoncée.

10 Atome pour lequel ont été arraché ou ajouté une charge électrique. Un atome ne peut être dissous que sous forme ionisé

11 Appelé Loi de Raoult, pression à partir duquel un gaz passera de l'état dissous à l'état gazeux

12 Grandeur empirique permettant de définir la capacité d'un soluté à effectuer des réactions d'oxydation (relâcher des électrons), de réduction (capter des électrons) ou d'effectuer les deux en simultanés.

13 Matières en suspension.

14 Un *Blow Out Preventer* (BOP ; en français, bloc obturateur de puits ou obturateur anti-éruption) est une valve de sécurité utilisée sur les appareils de forage.

(4) L'Autorité environnementale recommande au maître d'ouvrage, compte-tenu de son expérience et de ses connaissances sur ce type de projet, de compléter l'étude d'impact sur les rejets déjà réalisés au titre de projets comparables et de démontrer que, pour le projet présenté, les conditions de déversement du fluide géothermal dans le réseau d'assainissement communal répondront aux garanties sanitaires requises.

3.2 Santé humaine

■ Qualité de l'air

Une aire de jeu, une école maternelle, une école primaire ainsi qu'un hôpital sont présents dans un rayon d'un kilomètre autour du site. De plus, les premières habitations se situent à moins de 150 m du site de forage.

Les eaux du Dogger sont chargées en gaz sulfurés et sulfatés qui peuvent, au contact du tubage ou lors de réaction biochimique, former du H₂S (sulfure d'hydrogène). Cette formation se cumule au H₂S déjà présent dans le Dogger. Le porteur de projet propose de lutter contre une telle formation en injectant une solution antibactérienne et anticorrosion ainsi qu'en cas de trop forte concentration d'H₂S un agent neutralisant (oxydant) tel que l'eau de javel. En cas de dégazage dans l'atmosphère, un ensemble de capteurs fixes et portatifs ainsi que des alarmes et dispositifs lumineux en informeront l'exploitant. Des équipements de sécurité sont aussi prévus sur site. Le porteur de projet ne présente cependant pas de plan à destination des riverains concernant ce danger (cf 3.3 « effluents gazeux » dans le présent avis).

■ Pollutions sonores

Le site du forage est localisé sur un plateau surélevé de 50 m par rapport aux habitations (figure 8). Le CEA est situé sur un plan altimétrique équivalent au forage. L'impact sonore du forage ne sera donc pas identique sur les habitations et sur le site du CEA.

Le secteur du projet est situé dans une zone urbaine dont la principale nuisance sonore provient du trafic routier. Selon les cartes stratégiques de niveaux sonores, les bruits cumulés sur le site d'implantation du futur gîte géothermique dépassent les 60 dB(A) Lden¹⁵ sur 24h. La nuit, l'indice Lnight descend à moins de 45 dB(A) sur le site et à moins de 40 dB(A) en façade des bâtiments les plus proches (figure 9). Dans ces conditions, l'Autorité environnementale appelle à une grande vigilance lors de la phase de chantier, notamment dans le cas où celle-ci peut s'inscrire dans une période estivale, l'ouverture plus fréquente des fenêtres en été exposant davantage les riverains aux émergences sonores induites par le chantier du forage.

15 L'indicateur Lden (pour « Level day-evening-night ») représente le niveau de bruit moyen pondéré au cours de la journée. Il donne un poids plus fort au bruit produit en soirée (18-22h) et durant la nuit (22h-6h) pour tenir compte de la sensibilité accrue des individus aux nuisances sonores durant ces deux périodes.

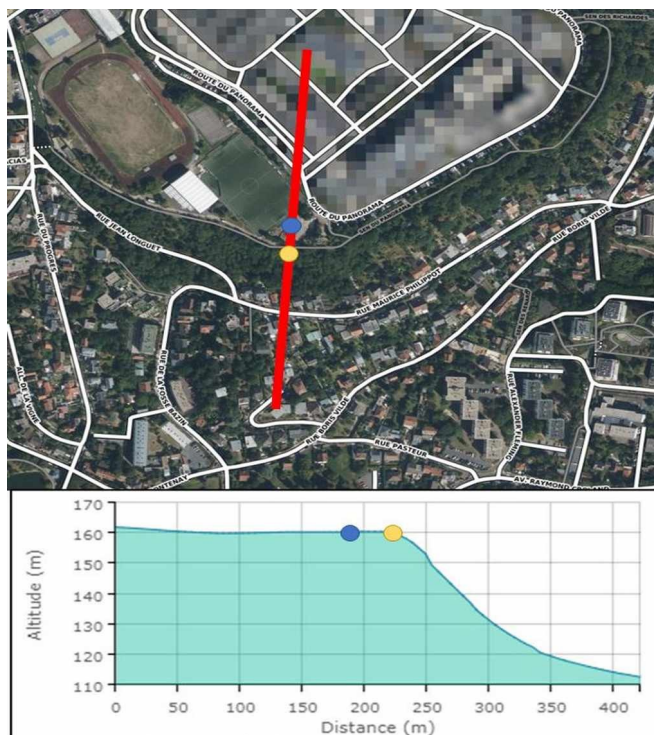


Figure 8 : Profil altimétrique entre le CEA et les premières habitations –Le point bleu et son tracé vers le nord indique le plateau sur lequel le site de forage et le CEA se situent soit environ à 230 m. Le point jaune et le tracé vers le sud précise l'altitude des habitations inférieure d'environ 50m. Source : Géoportail



Figure 9: Carte des niveaux sonores représentant l'indicateur Lden sur une journée complète (à gauche) et Ln sur la période nuit (à droite). En bleu la zone d'implantation approximative du projet. (Source : Bruitparif)

En phase de chantier

En phase de chantier le bruit généré proviendra du fonctionnement des engins de chantier, du matériel d'exploitation du forage et dans une moindre mesure du trafic routier induit par l'acheminement des machines et des opérateurs.

Les principales sources d'émission de bruit sont :

- les pompes à eau, le matériel de forage tel que le treuil et son moteur,
- le matériel de traitement des rejets du forage tel que le tamis vibrant ou le moteur de la cuve boue,
- les groupes électrogènes et systèmes de refroidissement.

Les nuisances sonores engendrées par ces machines ont été modélisées avec un logiciel de prévision acoustique CadnaA, intégrant six points de calcul correspondant aux zones d'émergence réglementée (ZER) positionnés sur la façade du CEA ou en façade d'habitations situées au sud du chantier. Trois scénarios ont été modélisés : sans aucun aménagement, avec un mur antibruit situé au nord du forage et enfin avec une optimisation acoustique du chantier. L'optimisation acoustique consiste en la couverture par des bâches phoniques ou par un coffrage, le matériel fixe du chantier émettant le plus de bruit.

La première modélisation montre une exposition importante du CEA au chantier avec des niveaux de plus de 70 dB(A) LAeq¹⁶ en façade et une exposition des habitations au sud de l'ordre de 45 à 55 dB(A).

La seconde modélisation donne les mêmes résultats pour les habitations au sud mais indique une diminution de 20 dB(A) pour la façade du CEA avec un bruit estimé à 55 dB(A).

La dernière modélisation présente une forte diminution du bruit en dehors du chantier avec un gain de 25 dB(A) pour la façade du CEA et de 25 dB(A) pour les habitations (figure 10).

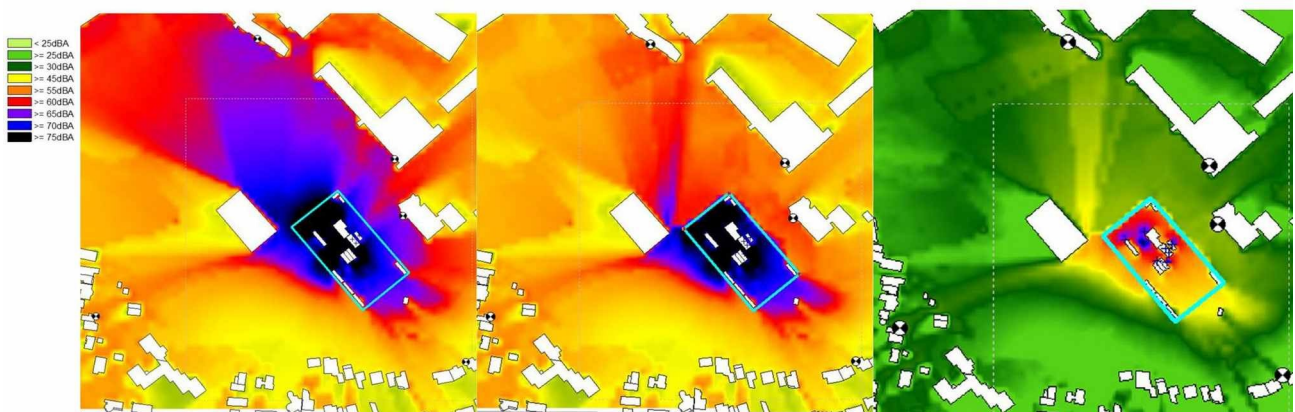


Figure 10: Schémas des niveaux sonores induits par le chantier avant optimisation acoustiques (à gauche), avec mur anti-bruit (au centre), avec optimisation acoustique (à droite).

L'Autorité environnementale constate que le maître d'ouvrage prévoit des mesures pertinentes comme la mise en place d'écrans acoustiques – dont les caractéristiques techniques ne sont pas précisées –, le calfeutrage d'équipements, le capotage à structure rigide de l'unité de forage, la mise en place d'horaires d'exécution des plus bruyantes en journée ou bien la limitation de la circulation de véhicules de chantier (étude d'impact, p. 318). Une présentation de l'impact du bruit et de sa diffusion en 3D aurait été utile compte tenu notamment de la situation du projet sur un plateau. Toutefois, il n'est pas présenté de modélisation correspondant au fonctionnement conjoint de l'ensemble des éléments présents sur le chantier et générateurs de bruit. Celle-ci est d'autant plus nécessaire que le choix a été fait d'un recours à des énergies fossiles et non à l'électricité pour la majorité des outils et instruments les plus bruyants du chantier.

L'Autorité environnementale estime utile également de comparer les niveaux sonores futurs avec les valeurs des lignes directrices publiées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) dans la mesure où elles constituent la référence en matière de seuils au-delà desquels des atteintes à la santé humaine sont documentées.

Phase d'exploitation

Le dossier d'étude d'impact présente un ensemble d'opérations de maintenance, liées à des entretiens programmés, pouvant générer du bruit (Étude d'impact, p.319). Les opérations les plus récurrentes nécessiteront le déplacement de véhicules légers. Les durées sont estimées à une à deux journées tous les deux à six ans suivant les opérations. Le déplacement de véhicules lourds et de grues sera limité à des cas de défaillance majeure des puits, des pompes immergées ou d'inspection et nettoyage de puits (tous les cinq à dix ans pour une durée moyenne de trois à quatre semaines).

¹⁶ Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A.

Le maître d'ouvrage considère qu'à l'exception de ces cas, l'impact sonore à l'extérieur de la centrale sera nul. L'ensemble des équipements sources d'émissions sonores seront placés à l'intérieur de la centrale. Toutefois, ces éléments ne permettent pas de répondre pleinement aux constats et ne garantissent pas l'absence de pollutions sonores additionnelles significatives pour les habitants. L'Autorité environnementale appelle donc tant le maître d'ouvrage que l'autorité décisionnaire à préciser les conditions de mise en œuvre du chantier puis de la phase d'exploitation pour assurer l'absence d'impact du projet sur la santé humaine. Elle rappelle, par ailleurs, le besoin de transparence sur le bruit généré par ce projet, comme les autres données collectées à l'occasion de contrôles périodiques.

(5) L'Autorité environnementale recommande :

- de compléter l'étude d'impact en détaillant, dans le cadre des simulations, le niveau sonore prévisible lorsque l'ensemble des appareillages sont en fonctionnement ;
- d'analyser les bruits perçus dans les logements et les autres locaux fréquentés par du public dans un rayon de 500 m autour du site et d'évaluer les fréquences des bruits les plus significatifs et leurs effets sur la santé ;
- mettre en place une plate-forme accessible en permanence au public affichant heure par heure les niveaux de nuisances sonores prévisionnels et constatés en façade des établissements sensibles et des habitations les plus proches ;
- préciser comment seront reçues et traitées les plaintes éventuelles des riverains et usagers.

(6) L'Autorité environnementale recommande par ailleurs à l'autorité décisionnaire de préciser :

- les conditions d'exploitation du chantier et les mesures de suivi et de correction d'éventuels dépassements des niveaux autorisés, afin que la population présente aux abords du site (établissements recevant du public et habitations) ne soit pas affectée par des nuisances sonores, notamment la nuit et lors des saisons chaudes, lorsque les fenêtres sont souvent ouvertes ;
- le calendrier des travaux induisant les nuisances, les plus élevées afin qu'ils ne puissent intervenir qu'en période hivernale.

(7) L'Autorité environnementale recommande au maire de Fontenay-aux-Roses d'être destinataire des informations relatives au bruit constaté et de préciser comment il entend partager ces données avec les populations concernées.

■ Pollution lumineuse

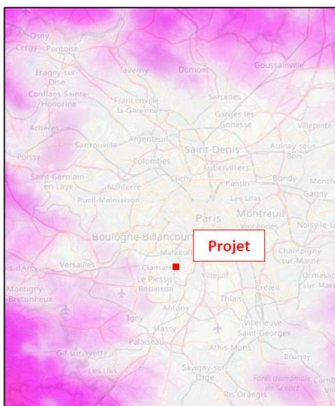


Figure11: Carte de la pollution lumineuse (blanc = omniprésente mois de 50 étoiles visibles, Magenta = intense 50-100 étoiles visible)

Le site du projet est implanté dans une zone de forte pollution lumineuse. La zone est considérée comme en « pollution lumineuse omniprésente et puissante » selon la carte de la pollution lumineuse de l'association Avex (figure 11). Le mât de 40 à 50m de hauteur, éclairé 24 h sur 24 complété par un feu est susceptible de provoquer une gêne aussi bien pour la population humaine que pour la faune peuplant la zone naturelle attenante : le Talus de Fontenay. Pour limiter cette nuisance, le porteur de projet propose de finir le forage le plus vite possible ainsi que d'orienter les projecteurs vers le chantier. L'enjeu est ainsi qualifié de négligeable par le porteur de projet compte-tenu du fait que la zone est déjà très impactée par l'éclairage urbain. L'Autorité environnementale considère qu'un éclairage aussi fort est susceptible de désorienter la faune, déjà sujette à de fortes perturbations, du du Talus de Fontenay.

(8) L'Autorité environnementale recommande de prendre en compte l'impact que pourrait avoir la forte luminosité du chantier sur la faune présente dans la zone naturelle du Talus de Fontenay.

3.3 Les effluents gazeux

■ CO₂

Ce type de projet permet d'éviter l'émission de CO₂ en remplaçant le gaz et le fioul utilisés pour le chauffage d'habitations et de locaux administratifs et commerciaux. Le gain énergétique est d'autant plus important dans le cas d'une pompe à chaleur commune à un grand nombre de bâtiments, plutôt que dans l'hypothèse d'un système de chauffe par bâtiment. Le chauffage géothermique a cependant deux défauts : il nécessite d'importants travaux consommateurs d'énergie et ne permet pas de maintenir une chauffe efficace en dessous d'une certaine température. Dans ce cas de figure, les chaudières à gaz d'appoint sont mises en service et produiront du dioxyde de soufre (SO₂), du dioxyde de carbone (CO₂), des oxydes d'azote (NOx) et des particules fines (PM). Le porteur de projet annonce 22 000 tonnes d'équivalents CO₂ évités chaque année par rapport à un scénario de chauffage uniquement au gaz.

Quelques données éparses sont fournies dans le dossier sur le bilan carbone du projet, dont la « rentabilité carbone » par référence à un réseau gaz/fioul serait obtenue en moins de trois ans (Étude d'impact, p. 295). Selon le maître d'ouvrage, la géothermie à partir de l'aquifère du Dogger est ressortie comme la solution la plus adaptée sur les plans technique et économique. Le dossier ne fournit cependant pas un bilan quantitatif global, par rapport à d'autres solutions d'approvisionnement énergétique possibles et indiquant le bilan énergie et carbone du projet dans l'ensemble de son cycle de vie, y compris la production et l'acheminement des matériaux qu'il utilise. L'argument de la rentabilité carbone se base sur le retour d'expérience d'« un projet récent », sans le citer. Selon le dossier, ce calcul prend en compte : le forage et la mise en place du doublet, la construction du réseau de chaleur sur une durée de deux ans, la construction de la centrale et les immobilisations liées à l'exploitation (étude d'impact, p.295). Pour étayer le calcul de la « rentabilité CO₂ », le dossier présente le scénario d'un réseau de chaleur alimenté par une chaufferie à gaz et fioul sans donner les proportions de chaque combustible. Ce type d'approche ne permet pas de rendre compte objectivement de la rentabilité du projet. Il ne présente pas non plus de bilan global en équivalent CO₂ comprenant le cycle de vie des composantes du projet ainsi que des matériaux qu'il utilisera.

L'Autorité environnementale rappelle qu'un guide ministériel sur la prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact, pour les porteurs de projets et pour la bonne information du public, a été publié récemment¹⁷.

(9) L'Autorité environnementale recommande d'apporter des éléments chiffrés permettant d'apprécier les gains en termes de réduction de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre du projet par rapport à d'autres sources d'énergie, fossiles et renouvelables, et en précisant son bilan carbone sur l'ensemble de son cycle de vie et celui des matériaux qu'il utilise.

■ H₂S

La géothermie peut mobiliser de l'H₂S lors de l'étape de forage et de l'exploitation. Ce gaz présent dans le Dogger en petite quantité peut se former rapidement par le biais d'oxydation par des voies chimiques naturelles ou biologiques par des bactéries oxydoréductrices. Ce gaz dissous à forte pression reste dans cet état lors de la phase d'exploitation grâce à une pression maintenue élevée dans la centrale. Cependant, lors du forage, ce gaz peut s'échapper et contaminer la basse atmosphère. Considéré comme volatile, très toxique et légèrement plus dense que l'air, il aura tendance à se stocker proche du sol. À faible concentration, il présente une odeur nauséabonde sans présenter d'effet sur la santé.

¹⁷ [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact_0.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Prise%20en%20compte%20des%20%C3%A9missions%20de%20gaz%20%C3%A0%20effet%20de%20serre%20dans%20les%20%C3%A9tudes%20d'impact_0.pdf)

Le maître d'ouvrage prévoit la mise en place de détecteurs de gaz couplés à des alarmes sonores et visuelles. Des dispositifs de sécurité tels que des masques à gaz et des bouteilles à oxygènes seront présents sur site en cas de contamination sévère ou de travaux à effectuer dans un environnement peu aéré.

L'H₂S est particulièrement sensible aux réactions d'oxydoréductions, il peut être éliminé à l'aide de réactif tel que la soude ou du nitrate de calcium ou, dans le cas de ce projet, de l'hypochlorite de sodium. Un stock de javel sera aussi présent sur site pour injection dans le puits en cas de remontée d'H₂S (étude d'impact, p. 307). L'étude d'impact ne démontre pas l'absence de risques liés à l'injection de réactifs dans une nappe aquifère captive sous pression.

Compte tenu de la proximité des installations de forage des habitations et établissements publics, il paraît nécessaire de présenter les mesures des capteurs sur une plate-forme accessible en permanence au public.

(10) L'Autorité environnementale recommande :

- de préciser les instructions et les consignes à suivre par le personnel et les riverains si une alarme devait être déclenchée pour émission de gaz toxiques et les faire figurer dans l'étude d'impact,
- de démontrer l'absence d'impact d'injection du réactif en cas d'élévation de la concentration en H₂S,
- de faire figurer sur une plate-forme de suivi des nuisances les résultats des mesures effectuées par les capteurs d'hydrogène sulfuré (H₂S).

■ Autre gaz et particules fines

En plus des particules fines pouvant être émises lors de la phase de chantier par le retournement du sol et par la circulation d'engin de chantier, d'autres impacts sur l'atmosphère peuvent survenir. Des mesures d'évitement et de réduction des impacts sur la qualité de l'air sont prévues dans le dossier telles que :

- la mise en place de place d'action de sensibilisation du personnel aux écogestes,
- la limitation de la vitesse de circulation sur le chantier,
- l'interdiction de feu ouvert sur le chantier,
- le recours à du hydrofluoroléfine, un nouveau type de fluides frigorigènes pendant la phase d'exploitation.

3.4 Pollution des sols

Implanté sur un sol sableux sur la partie est et sur un gazon sportif sur la partie ouest, le projet ne recoupe aucun site répertorié dans la base de données des anciennes activités industrielles et de services (Basias). Il est cependant à proximité du site Basol du CEA (numéro 92032) classé « autre installation nucléaire ». Les pollutions présentes sur site sont multiples et vont bien au-delà des pollutions générées par une exploitation type « nucléaire ». L'analyse chimique présente de forte teneur en HAP, COHV, PCB ainsi que différents métaux tels que le nickel, le cuivre, le zinc, le mercure, le plomb, l'antimoine et le chrome. Le site est aussi contaminé en produit sulfaté, en lixiviats et brut pétrolier. L'analyse du site a permis de mettre en évidence une ancienne décharge, un agglomérat de remblais ainsi que des cuves de stockage d'hydrocarbure. Le site présente un enjeu fort de pollution des sols selon l'étude d'impact (p. 271).

En phase de chantier, le pétitionnaire prévoit un terrassement des sols sur 40 cm de profondeur sur l'ensemble de la parcelle exploitée. Une étape d'extraction et de destruction des premiers horizons composés de remblais sablo-graveleux à sableux avec des argiles grisâtres est prévue pour évacuer les sols pollués vers un site de traitement spécialisé et la zone sera aplanie pour la préparation de la plateforme.

Le forage mobilise de l'eau et des sédiments qui peuvent être contaminés et se déverser sur le site. Une contamination accidentelle peut aussi se produire à partir des engins de chantier et des zones de stockage. Pour limiter cela, l'étude d'impact indique que le site sera recouvert par 5 240 m² de bitume hydrofuge. Les dispositifs de protection sont les mêmes que ceux décrits dans le chapitre sur l'eau.

En phase exploitation, environ la moitié de ce bitume sera enlevée à la fin du forage soit 2 705 m², le reste, 2 535 m², servira de base à la centrale et aux têtes de puits. Le terrain sera recouvert de terre végétale ou par les futurs équipements sportifs (gazon). Une unité de traitement spécifique aux boues sera mise en place. Il consiste en une unité de centrifugation et de clarifloculation. L'Autorité environnementale relève que le dossier ne comporte pas de détails sur le processus industriel et les incidences que pourrait avoir le traitement.

(11) L'Autorité environnementale recommande de compléter l'étude de la qualité des sols sur l'ensemble de l'emprise concernée par le projet de géothermie et sur les terrains concernés par le réseau de raccordement afin de déterminer si l'état du sol est compatible avec les usages projetés et de déterminer les mesures prévues en cas de pollutions avérées.

3.5 Biodiversité

Le dossier précise qu'il n'y aura pas d'incidence sur la biodiversité considérant que le projet ne s'implante pas dans une zone classée N et qu'il ne nécessitera pas l'abattage d'arbres.

Cependant, le projet s'implante dans une emprise comprenant une surface herbacée, une haie, des ensembles de buissons et quelques arbres. L'étude d'impact ne prend pas en compte la biodiversité présente dans les sols. De plus, le site est localisé à 1 km environ à l'est d'une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (Znieff 1 « Forêt de Meudon et bois de Clamart »), d'une Znieff 2 « Forêts Domaniales de Meuse et de Fausses-Reposes et Parc de Saint-Cloud » et à proximité immédiate d'un espace naturel sensible : le Talus de Fontenay, également classé dans le PLU de Fontenay-aux-Roses comme espace boisé classé. Le projet est situé également à proximité d'une trame verte à protéger passant par le secteur du Panorama et rejoignant la Znieff de la forêt de Meudon. De même le Talus de Fontenay est identifié comme « foyer de biodiversité » par l'Office national des forêts. Enfin, le PLU de la ville définit le secteur du Panorama comme espace prioritaire pour le maintien et le développement des espaces verts en surface (Étude d'impact, p.231 et 232).

L'étude faune flore se limite à faire état d'inventaires déjà effectués par le passé et à produire la liste des types d'habitat, des végétaux et des animaux potentiellement présents dans le Talus de Fontenay. Cette liste comprend 105 espèces végétales, trois habitats diversifiés, 24 espèces d'oiseaux, huit espèces de mammifère et neuf espèces de lépidoptères identifiés dans la zone d'étude. Aucun inventaire de terrain n'a été effectué. Cet espace peut donc être considéré comme présentant un enjeu fort.

Pour l'Autorité environnementale, une évaluation plus approfondie des incidences potentielles du chantier de forage sur la faune devrait être menée, en complétant les inventaires présentés dans le dossier par des mesures de terrain. Ces mesures doivent prendre en compte l'état de l'art scientifique et technique disponible sur le sujet en portant une attention particulière sur le bruit, le potentiel dégazage de gaz pendant la phase de forage ainsi que l'émission de pollutions lumineuses.

De même, les travaux nécessaires au déploiement du réseau de chaleur sont susceptibles d'avoir des incidences sur la biodiversité, y compris celle présente dans les sols impactés.

Le porteur de projet propose comme mesure de réduction une limitation de la zone de travaux « si possible » ainsi qu'une remise en état des sols sans préciser la méthode de remise en état.

(12) L'Autorité environnementale recommande de compléter l'étude d'impact par une analyse des incidences potentielles sur la faune du chantier de forage et du réseau de connexion et de présenter des mesures d'évitement, de réduction, voire de compensation de ces incidences.

4 Suites à donner à l'avis de l'Autorité environnementale

Le présent avis devra être joint au dossier d'enquête publique.

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](#). Ce mémoire en réponse devrait notamment préciser comment le maître d'ouvrage envisage de tenir compte de l'avis de l'Autorité environnementale, le cas échéant en modifiant son projet. Il sera transmis à la MRAe à l'adresse suivante : mrae-idf.migt-paris.igedd@developpement-durable.gouv.fr.

L'Autorité environnementale rappelle que, conformément au IV de l'[article L. 122-1-1 du code de l'environnement](#), une fois le projet autorisé, l'autorité compétente rend publiques la décision ainsi que, si celles-ci ne sont pas déjà incluses dans la décision, les informations relatives au processus de participation du public, la synthèse des observations du public et des autres consultations, notamment de l'autorité environnementale ainsi que leur prise en compte, et les lieux où peut être consultée l'étude d'impact.

L'avis de l'Autorité environnementale est disponible sur le site internet de la Mission régionale de l'autorité environnementale d'Île-de-France.

Délibéré en séance le 14 février 2024

Siégeaient :

**Éric ALONZO, Isabelle BACHELIER-VELLA, Sylvie BANOUN, Noël JOUTEUR, Ruth MARQUES,
Sabine SAINT-GERMAIN, Philippe SCHMIT, *président*, Jean SOUVIRON.**

ANNEXE

5 Liste des recommandations par ordre d'apparition dans le texte

- (1) L'Autorité environnementale recommande de : - prévoir un glossaire et mettre en place des encadrés didactiques pour la bonne information du public, - présenter le résumé non technique dans un fascicule séparé et y détailler plus explicitement les enjeux principaux du projet, tels que la pollution sonore en phase travaux et les risques de pollution des sols afin de permettre au lecteur de visualiser rapidement ces enjeux et leurs mesures associées ; - compléter l'étude d'impact et son résumé non technique en ce qui concerne les enjeux liés à la pollution des sols et à la biodiversité.....11
- (2) L'Autorité environnementale recommande : - de mieux justifier le choix d'implantation du projet au regard d'autres solutions éventuelles de moindre impact, notamment en termes de pollutions sonores en phase chantier et de pollutions des sols ; - d'apporter des éléments chiffrés permettant d'apprécier les gains en termes de réduction de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre du projet, par rapport à d'autres sources d'énergie, et en précisant son bilan énergie et carbone sur l'ensemble de son cycle de vie et celui des matériaux qu'il utilise.....12
- (3) L'Autorité environnementale recommande : - d'évaluer les impacts potentiels du projet sur les eaux souterraines pour mieux justifier les choix retenus et l'efficacité des mesures envisagées ; - de mettre à disposition du public les données issues des contrôles du flux géothermique effectués lors de la phase chantier, puis périodiquement.....14
- (4) L'Autorité environnementale recommande au maître d'ouvrage, compte-tenu de son expérience et de ses connaissances sur ce type de projet, de compléter l'étude d'impact sur les rejets déjà réalisés au titre de projets comparables et de démontrer que, pour le projet présenté, les conditions de déversement du fluide géothermal dans le réseau d'assainissement communal répondront aux garanties sanitaires requises.....15
- (5) L'Autorité environnementale recommande : - de compléter l'étude d'impact en détaillant, dans le cadre des simulations, le niveau sonore prévisible lorsque l'ensemble des appareillages sont en fonctionnement ; - d'analyser les bruits perçus dans les logements et les autres locaux fréquentés par du public dans un rayon de 500 m autour du site et d'évaluer les fréquences des bruits les plus significatifs et leurs effets sur la santé ; - mettre en place une plate-forme accessible en permanence au public affichant heure par heure les niveaux de nuisances sonores prévisionnels et constatés en façade des établissements sensibles et des habitations les plus proches ; - préciser comment seront reçues et traitées les plaintes éventuelles des riverains et usagers.....18
- (6) L'Autorité environnementale recommande par ailleurs à l'autorité décisionnaire de préciser : - les conditions d'exploitation du chantier et les mesures de suivi et de correction d'éventuels dépassements des niveaux autorisés, afin que la population présente aux abords du site (établissements recevant du public et habitations) ne soit pas affectée par des nuisances sonores, notamment la nuit et lors des saisons chaudes, lorsque les fenêtres sont souvent ouvertes ; - le calendrier des travaux induisant les nuisances, les plus élevées afin qu'ils ne puissent intervenir qu'en période hivernale.....18

- (7) L'Autorité environnementale recommande au maire de Fontenay-aux-Roses d'être destinataire des informations relatives au bruit constaté et de préciser comment il entend partager ces données avec les populations concernées.....18
- (8) L'Autorité environnementale recommande de prendre en compte l'impact que pourrait avoir la forte luminosité du chantier sur la faune présente dans la zone naturelle du Talus de Fontenay.....19
- (9) L'Autorité environnementale recommande d'apporter des éléments chiffrés permettant d'apprécier les gains en termes de réduction de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre du projet par rapport à d'autres sources d'énergie, fossiles et renouvelables, et en précisant son bilan carbone sur l'ensemble de son cycle de vie et celui des matériaux qu'il utilise.....19
- (10) L'Autorité environnementale recommande : - de préciser les instructions et les consignes à suivre par le personnel et les riverains si une alarme devait être déclenchée pour émission de gaz toxiques et les faire figurer dans l'étude d'impact, - de démontrer l'absence d'impact d'injection du réactif en cas d'élévation de la concentration en H₂S, - de faire figurer sur une plate-forme de suivi des nuisances les résultats des mesures effectuées par les capteurs d'hydrogène sulfuré (H₂S).....20
- (11) L'Autorité environnementale recommande de compléter l'étude de la qualité des sols sur l'ensemble de l'emprise concernée par le projet de géothermie et sur les terrains concernés par le réseau de raccordement afin de déterminer si l'état du sol est compatible avec les usages projetés et de déterminer les mesures prévues en cas de pollutions avérées.....21
- (12) L'Autorité environnementale recommande de compléter l'étude d'impact par une analyse des incidences potentielles sur la faune du chantier de forage et du réseau de connexion et de présenter des mesures d'évitement, de réduction, voire de compensation de ces incidences.....21