



Mission régionale d'autorité environnementale

Région Hauts-de-France

**Avis délibéré de la mission régionale  
d'autorité environnementale  
Hauts-de-France  
sur le projet de géothermie au Carbonifère  
sur la commune de Cuincy (59)  
Étude d'impact de novembre 2023**

n°MRAe 2023-7505

AVIS DÉLIBÉRÉ n° 2023-7505 adopté lors de la séance du 21 décembre 2023 par  
la mission régionale d'autorité environnementale Hauts-de-France

## Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

*La mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) Hauts-de-France s'est réunie le 21 décembre 2023 en webconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis portant sur le projet de géothermie au Carbonifère à Cuincy dans le département du Nord.*

*Étaient présents et ont délibéré : Christophe Bacholle, Hélène Foucher, Philippe Gratadour, Valérie Morel, et Jean-Philippe Torterotot.*

*En application du référentiel des principes d'organisation et de fonctionnement des MRAe, arrêté par le ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires le 30 août 2022, 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 le présent avis.*

\* \*

*En application de l'article R. 122-7-I du code de l'environnement, le dossier a été transmis le 26 octobre 2023 par la DREAL Hauts-de-France, service risques, pour avis, à la MRAe.*

*En application de l'article R. 122-6 du code de l'environnement, le présent avis est rendu par la MRAe Hauts-de-France.*

*En application de l'article R. 122-7 III du code de l'environnement, ont été consultés par courriels du 17 novembre 2023 :*

- le préfet du département du Nord ;*
- l'agence régionale de santé Hauts-de-France.*

*Après en avoir délibéré, la MRAe rend l'avis qui suit, dans lequel les recommandations sont portées en italique pour en faciliter la lecture.*

*Pour tous les projets soumis à évaluation environnementale, une autorité environnementale désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition de l'autorité décisionnaire, du maître d'ouvrage et du public, auxquels il est destiné.*

*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 permettre d'améliorer le projet et la participation du public à l'élaboration des décisions qui portent sur celui-ci.*

*Le présent avis est publié sur le site des MRAe. Il est intégré dans le dossier soumis à la consultation du public.*

*Le présent avis fait l'objet d'une réponse écrite par le maître d'ouvrage (article L.122-1 du code de l'environnement).*

*L'autorité compétente prend en considération cet avis dans la décision d'octroi ou de refus d'autorisation du projet. Elle informe l'autorité environnementale et le public de la décision, de la synthèse des observations ainsi que de leur prise en compte (article L.122-1-1 du code de l'environnement).*

## Synthèse de l'avis

*Cette synthèse a pour objectif de faire ressortir les enjeux principaux identifiés par la MRAe et les pistes prioritaires d'amélioration du dossier et du projet, et les recommandations associées.*

*L'avis détaillé présente l'ensemble des recommandations de l'autorité environnementale dont il convient de tenir compte afin d'assurer la clarté du dossier, la qualité de l'évaluation environnementale, la prise en compte de l'environnement et de la santé, ainsi que la bonne information du public.*

L'entreprise Renault souhaite développer un projet de géothermie sur le site de l'usine de Douai, avec l'objectif est de couvrir entre 64 à 70 % des consommations actuelles de gaz de l'usine. Le projet est porté par la société ENGIE Energie Service qui vendra la chaleur à Renault.

Le projet consiste à réaliser quatre forages (deux doublets comprenant chacun un forage de prélèvement et un de réinjection) afin d'exploiter le gîte géothermique<sup>1</sup> de basse température (température comprise entre 85 et 150 °C). Ce gîte est constitué par la couche géologique des calcaires du Carbonifère (Dinantien), présente à partir de 4100 mètres de profondeur et sur une épaisseur de 600 mètres au droit du site.

L'étude d'impact a été réalisée par la société Antéa Group.

Les travaux seront réalisés sur le site pollué de l'usine Renault. Les travaux de décapage des sols et de terrassement peuvent mobiliser des sols pollués. Les modalités de gestion des terres potentiellement polluées du site doivent être précisées afin de prévenir tout risque de pollution. Les fluides de foration doivent également être précisés, afin de pouvoir définir leurs potentiels impacts sur la ressource en eau, et définir les mesures à prendre pour le choix des fluides. Ces informations sont également nécessaires pour définir les modalités de traitement des eaux issues des boues de forage, leurs impacts sur les milieux et les mesures associées, notamment de suivi de la qualité des eaux brutes et après traitement.

En exploitation, les eaux circuleront essentiellement en circuit fermé, sauf opérations de maintenance, mais lors des essais, des volumes plus importants seront rejetés. Ces eaux géothermales peuvent notamment contenir des gaz dissous toxiques comme du sulfure d'hydrogène de l'ammoniaque, du méthane, du dioxyde de carbone mais aussi d'autres éléments tels que de l'arsenic, du plomb, du mercure, du cadmium...<sup>2</sup> Le dossier prévoit qu'après analyses, elles soient rejetées au réseau d'eaux pluviales ou au réseau d'eaux usées vers la station d'épuration. L'autorité environnementale recommande après caractérisation physico-chimique des eaux géothermales d'actualiser l'étude d'impact, afin de définir les modalités de gestion adaptées de ces eaux.

1 Gîte géothermique : gîtes renfermés dans le sein de la terre dont on peut extraire ou avec lesquels on peut échanger de l'énergie sous forme thermique, notamment par conduction ou par l'intermédiaire des eaux chaudes et des vapeurs souterraines qu'ils contiennent.

2 rapport de l'INRS du Québec sur les impacts environnementaux potentiels liés à la géothermie profonde  
<https://espace.inrs.ca/id/eprint/3346/1/R1650.pdf>

La géothermie profonde peut induire un risque de sismicité. Ce risque a été étudié dans le dossier, en s'appuyant notamment sur le guide des bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde<sup>3</sup> de l'INERIS et du BRGM. L'analyse peut être complétée par la prise en compte d'hypothèses plus larges concernant la susceptibilité au glissement des différentes failles du réservoir géothermique en prenant en compte toutes les directions possibles de failles, sans se limiter aux seules failles et directions identifiées.

L'étude prend en compte un scénario pessimiste ce qui est sécuritaire. Les modélisations réalisées sur la perturbation éventuelle des failles en lien avec l'exploitation géothermique envisagée n'ont amené aucune alarme particulière.

De plus, il est prévu la mise en place de dispositifs de suivi renforcé, qui permettront de détecter les éventuels événements sismiques induits au cours des phases de forages et de développement du projet.

<sup>3</sup> <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide-geothermie.pdf>

## Avis détaillé

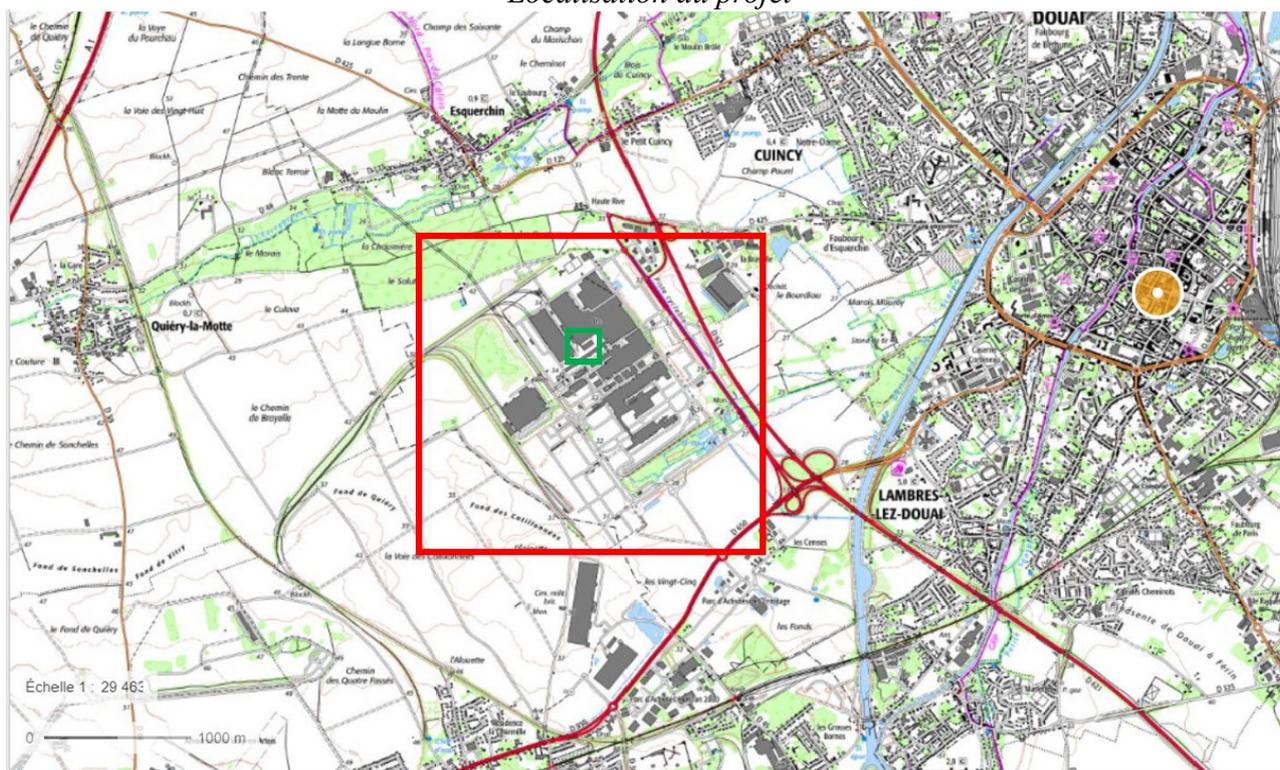
### I. Présentation du projet de géothermie à Cuincy

L'entreprise Renault souhaite développer un projet de géothermie sur le site de l'usine de Douai, localisé sur les communes de Cuincy et Lambres-lez-Douai, dans une perspective de décarbonation de ses activités. L'objectif est de couvrir entre 64 à 70 % des consommations actuelles de gaz de l'usine (page 39 du dossier de demande d'autorisation).

Le projet est porté par la société ENGIE Energie Service qui sollicite les différentes autorisations. Un contrat de vente de chaleur est prévu avec l'usine Renault (Cf. schéma juridique du projet en page 53 du dossier de demande d'autorisation).

Il prévoit d'exploiter le gîte géothermique de basse température (température comprise entre 85 et 150 °C) constitué par la couche géologique des calcaires du Carbonifère (Dinantien), présente à partir de 4100 mètres de profondeur et sur une épaisseur de 600 mètres au droit du site (page 100 du dossier de demande d'autorisation).

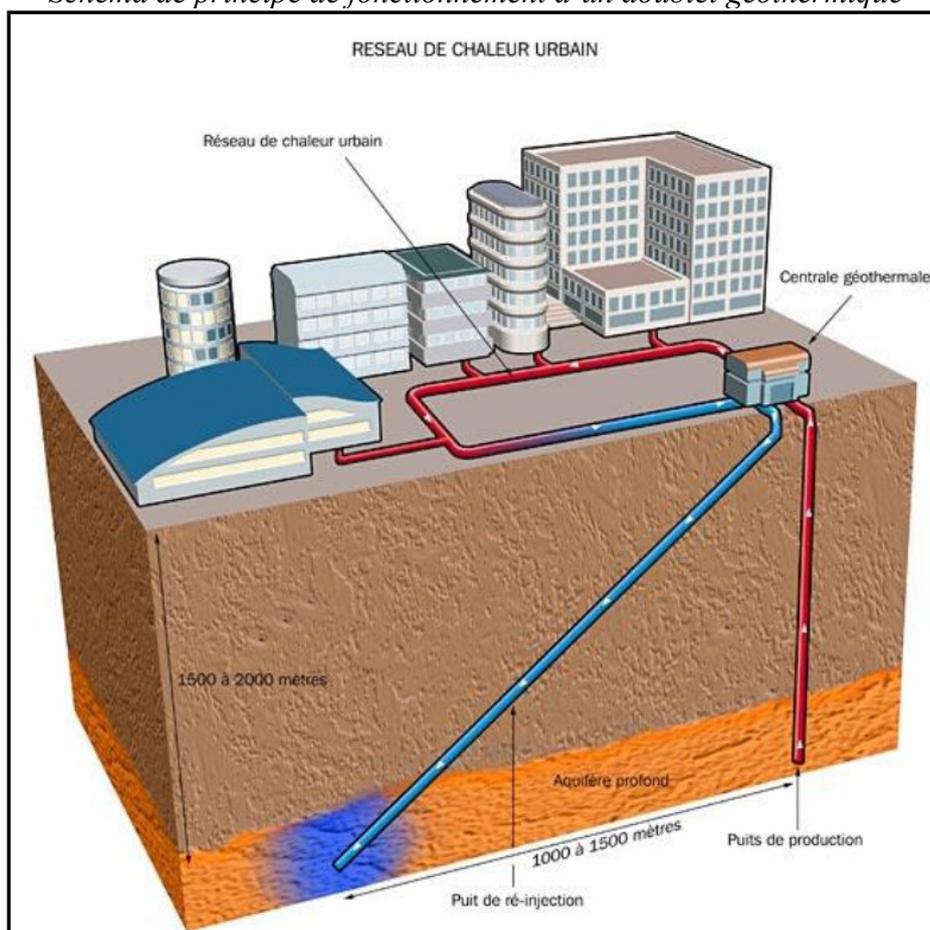
#### Localisation du projet



Source : dossier du pétitionnaire – dossier de demande d'autorisation page 38

Concernant les modalités de fonctionnement de l'installation géothermique, l'eau puisée en profondeur au niveau du gîte géothermique, naturellement chaude, est ramenée via un forage à la surface jusqu'à une centrale géothermique où la production de chaleur y est assurée au moyen d'un échangeur de chaleur. La chaleur de l'eau géothermale est transmise via l'échangeur, constitué d'une série de plaques en métal inoxydable (titane) assurant une grande surface d'échange, à l'eau alimentant les installations de chauffage, sans contact direct entre les deux fluides. L'eau provenant du sous-sol est ensuite renvoyée en profondeur après avoir cédé une part de sa chaleur via un second forage. Le forage de production destiné à puiser l'eau chaude et le forage de réinjection de l'eau après récupération de chaleur constitue un doublet géothermique.

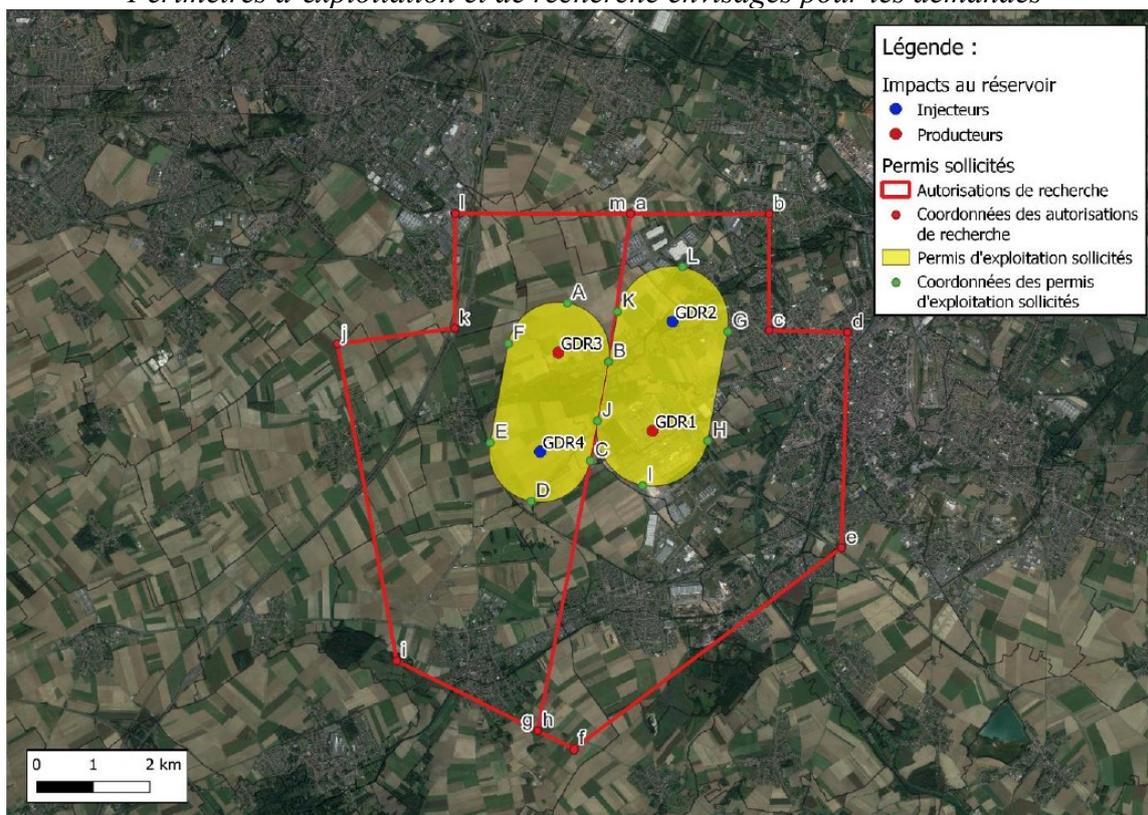
*Schéma de principe de fonctionnement d'un doublet géothermique*



*Source : dossier du pétitionnaire – dossier de demande d'autorisation page 3*

A noter que, selon les périmètres d'exploitation et de recherche envisagés (figure 7 page 8 de la demande d'autorisation) figurant les impacts de forages au niveau du réservoir, trois des forages seront forés en oblique afin d'éloigner suffisamment les points de production de ceux de réinjection pour ne pas abaisser la température de l'eau géothermale au niveau des points de prélèvement par l'injection d'eau plus froide trop proche.

### Périmètres d'exploitation et de recherche envisagés pour les demandes



Source : dossier du pétitionnaire – dossier de demande d'autorisation page 8

Il est ainsi prévu de réaliser deux doublets géothermiques au Carbonifère à partir de l'été 2024 (page 63 du dossier de demande d'autorisation).

Un débit d'exploitation maximal est envisagé à 240 mètres cubes par heure par doublet, soit 480 mètres cubes par heure pour l'installation complète. La température au fond est attendue à environ 135 °C. La température de production est estimée à 130 °C et celle de réinjection à 60 °C (page 64 du dossier de demande d'autorisation).

Les puissances maximales sollicitées sont évaluées à deux fois 19,5 Mégawatts (page 65 du dossier de demande d'autorisation).

Le dossier comprend quatre demandes d'autorisation : deux demandes d'autorisation de recherche pour les deux doublets (Douai 1 et Douai 2) et deux demandes d'autorisation d'ouverture de travaux minier associé à chacun des deux doublets (page 51 du dossier de demande d'autorisation).

Il est ensuite prévu qu'une demande de permis d'exploitation soit formulée, le dossier pouvant être complété par les informations obtenues à l'issue des travaux et tests de production finaux (page 37 du dossier de demande d'autorisation).

Le projet de géothermie est soumis à étude d'impact, au titre de la rubrique 27. forages en profondeur, notamment les forages géothermiques, les forages pour l'approvisionnement en eau, à l'exception des forages pour étudier la stabilité des sols, de l'article R122-2 du code de l'environnement.

## **II. Analyse de l'autorité environnementale**

L'avis de l'autorité environnementale porte sur la qualité de l'évaluation environnementale et la prise en compte de l'environnement par le projet.

L'étude d'impact a été réalisée par la société Antéa Group (dossier de demande d'autorisation page 1).

Un rapport de tierce expertise portant sur le risque sismique associé au projet, réalisé par le BRGM, est également produit au dossier.

Compte tenu des enjeux du territoire, l'avis de l'autorité environnementale cible les enjeux relatifs à l'eau et aux risques naturels et technologiques qui sont les enjeux essentiels dans ce dossier.

### **II.1 Résumé non technique**

Le résumé non technique est présenté en première partie du document du dossier de demande d'autorisation, en pages deux à 22. Il reprend de manière synthétique les différentes informations relatives à la géothermie, au projet et ses impacts et sur le risque sismique en particulier, développées dans le dossier.

Cependant, dans un souci de faciliter l'information et la compréhension, il serait préférable de présenter le résumé non technique dans un fascicule séparé aisément identifiable dans le dossier qui sera soumis au public.

Après complément de l'étude d'impact, ce résumé non technique devra également être actualisé.

*L'autorité environnementale recommande d'actualiser le résumé non technique après compléments de l'étude d'impact et, pour une meilleure information du public, de le présenter dans un fascicule séparé.*

### **II.2 Articulation du projet avec les plans-programmes et les autres projets connus**

#### Articulation avec les plans-programmes :

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Artois-Picardie 2022-2027 est abordé en pages 85 et 86 du dossier de demande d'autorisation. Les cinq grands objectifs et les grandes orientations en sont rappelés. L'analyse de la situation du projet vis-à-vis du SDAGE est ensuite abordée en pages 317. Les dispositions A-5.6 – Limiter les pompages risquant

d'assécher, d'altérer ou de saliniser les milieux aquatiques ; A-5.7 – Diminuer les prélèvements situés à proximité du lit mineur des cours d'eau en déficit quantitatif ; B-1.2 – Préserver les aires d'alimentation des captages et B-1.3 – Reconquérir la qualité de l'eau des captages prioritaires sont identifiées.

Il est conclu au respect de ces orientations par le projet du fait que la géothermie n'implique pas ou peu de prélèvements nets d'eau dans les nappes souterraines et renvoie aux mesures décrites dans l'étude d'impact qui permettront de garantir la protection de l'aquifère.

Cependant, comme développé au paragraphe II.3 du présent avis, le projet pourrait avoir un impact sur la qualité de l'eau par ses rejets. L'analyse de la compatibilité avec le SDAGE nécessite donc d'être complétée sur ce point, notamment en regard de la disposition A-1.1 – Limiter les rejets.

*L'autorité environnementale recommande de compléter l'analyse de la compatibilité du projet avec le SDAGE vis-à-vis de l'impact de ses rejets sur la qualité de l'eau.*

## **II.3 État initial de l'environnement, incidences notables prévisibles de la mise en œuvre du projet et mesures destinées à éviter, réduire et compenser ces incidences**

### **II.3.1 Ressource en eau**

#### **> Sensibilité du territoire et enjeux identifiés**

Le projet s'implante dans l'aire d'alimentation des captages de la vallée de l'Escrebieux. Plusieurs périmètres de protection de captages d'eau destinée à la consommation humaine sont présents dans un rayon de cinq kilomètres.

Il est également localisé au niveau d'un site pollué ou potentiellement pollué, établissement Renault, répertorié (base de données Casias, identifiant SSP000307101).

#### **> Qualité de l'évaluation environnementale et prise en compte de la ressource en eau**

Le site pollué de l'usine Renault est identifié dans l'étude en page 245. L'analyse de l'impact du projet en phase travaux sur les sols et sous-sols, qui prévoit notamment des travaux de décapage de terre et de terrassement, identifie essentiellement un risque de pollution en lien avec l'exécution des travaux (pages 332 à 335 du dossier de demande d'autorisation) et propose des mesures correctives. Il n'est cependant pas tenu compte de la nature polluée initiale des sols. Ainsi, le remaniement et le déplacement de terres potentiellement polluées pourraient être à l'origine d'autres contaminations. Les modalités de gestion de ces terres potentiellement polluées nécessitent d'être précisées sur ce point, les impacts étudiés et les mesures définies pour les éviter et les réduire.

*L'autorité environnementale recommande, dans le cadre de la phase travaux du projet, de préciser les modalités de gestion des terres potentiellement polluées du site sur lequel il vient s'implanter afin de prévenir tout risque de pollution.*

Concernant les fluides de foration (boues de forage), nécessaires aux opérations de forages, il est indiqué (en page 341 du dossier de demande d'autorisation) que ceux-ci seront préparés à partir d'eau claire, (prélevée sur le réseau d'alimentation en eau potable) avec ajout de bentonite (argile naturelle) en vue de constituer un fluide aux propriétés physiques (densité, viscosité, filtrat) adaptées aux terrains traversés. L'utilisation de boue aux polymères est également envisagée si nécessaire, étant précisé que ces additifs sont intrinsèquement biodégradables et sans toxicité reconnue et que l'utilisation de produits non potentiellement contaminants sera privilégiée dans la formulation des fluides de forage, sans autre précision concernant la nature des produits employés, leur éventuelle toxicité et les modalités de leur dégradation. Or, dans son rapport sur l'étude relative à l'impact environnemental des boues de forage<sup>4</sup>, le bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) relève l'insuffisance d'information sur ces additifs notamment en termes d'écotoxicité, de biodégradabilité et de bioaccumulation.

*L'autorité environnementale recommande de :*

- *préciser les propriétés physico-chimiques des additifs potentiellement utilisés en termes d'écotoxicité, de biodégradabilité et de bioaccumulation ;*
- *évaluer en regard des quantités qui seront employées pour la réalisation des forages, l'impact potentiel correspondant ;*
- *expliquer les mesures correctives pour y remédier.*

Par ailleurs, selon le dossier de demande d'autorisation page 162, il est prévu que les eaux issues de la déshydratation des boues de forage soient rejetées dans le réseau d'eaux usées de l'usine Renault. Les volumes en jeu sont de 40 mètres cubes par jour, avec un maximum de 210 mètres cubes par jour. Soit au total des quatre puits, pour 120 jours de forage par puits (page 130 du dossier de demande d'autorisation), un volume compris entre 19 000 et 100 000 mètres cubes. Il est précisé que le rejet sera effectué sous réserve du respect des seuils de qualité correspondants, tels que renseignés dans l'arrêté ICPE. En cas de non-respect, ces eaux seront citernées en vue d'une élimination dans une filière adaptée. Cependant, l'arrêté concerné visant les activités du site industriel, il est probable que tout ou partie des éléments présents dans les additifs et potentiellement polluants, ne soient pas pris en compte dans les paramètres à surveiller.

*L'autorité environnementale recommande, après avoir précisé les additifs utilisés, de définir les modalités de traitement des eaux issues des boues de forage, leurs impacts sur les milieux et les mesures associées, notamment de suivi de la qualité des eaux brutes et après traitement.*

Concernant l'usage de l'eau du réseau d'alimentation en eau potable pour l'exécution des travaux de foration, aucune précision n'est apportée sur les volumes en jeu. Il est également indiqué qu'en cas de pertes totales dans les aquifères sensibles le forage sera poursuivi à l'eau (page 341 du dossier de demande d'autorisation). Les volumes pourraient être conséquents. Une information paraît nécessaire sur ce point ainsi que sur la capacité du réseau à les fournir.

<sup>4</sup> <https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-61953-FR.pdf>

*L'autorité environnementale recommande de préciser le volume d'eau nécessaire à l'exécution de l'ensemble des travaux de foration, qui sera prélevé sur le réseau d'alimentation en eau potable et de s'assurer de la capacité de ce réseau à le fournir sans préjudice sur les autres usages.*

Concernant les eaux géothermales qui seront remontées lors de l'exécution des travaux, en particulier à l'occasion des essais de pompage visant à qualifier la ressource, celles-ci peuvent contenir en concentrations variables des minéraux et autres éléments pouvant être potentiellement toxiques. Elles peuvent notamment contenir des gaz dissous toxiques comme du sulfure d'hydrogène de l'ammoniaque, du méthane, du dioxyde de carbone mais aussi d'autres éléments tels que de l'arsenic, du plomb, du mercure, du cadmium... Selon le dossier (page 163 de la demande d'autorisation), les premières eaux géothermales produites seront stockées en surface, de manière à permettre de réaliser des analyses physico-chimiques complètes (y compris les éléments trace), avant tout rejet après refroidissement dans le réseau d'eaux pluviales (rejet général de l'usine, sous réserve d'une qualité adaptée), ou bien dans le réseau communal d'eaux usées en cas de dépassement des seuils pour le pluvial (la mise en place d'une convention de rejet avec la communauté d'agglomération du Douaisis est en discussion). Ainsi, dans l'hypothèse où les eaux géothermales comporteraient des éléments toxiques spécifiques, non traités par les procédés standard de station d'épuration, il n'est pas envisagé d'autre possibilité pour la gestion de ces eaux.

La caractérisation physico-chimique des eaux géothermales à l'issue des analyses constitue ainsi une information essentielle pour définir leur devenir, ce qui nécessitera d'actualiser l'étude d'impact.

*L'autorité environnementale recommande après caractérisation physico-chimique des eaux géothermales d'actualiser l'étude d'impact.*

Pour ce qui est des rejets en phase d'exploitation, il est indiqué (page 163 du dossier de demande d'autorisation) que le projet de géothermie implique des volumes marginaux, en lien avec des opérations ponctuelles de maintenance (nettoyage des filtres, des échangeurs...), de l'ordre du millier de mètres cube par an. Il est prévu que ceux-ci soient rejetés dans le réseau d'eaux usées de l'usine (page 175). Au vu des polluants potentiellement présents dans ce type d'eau, l'impact d'un tel rejet n'est pas forcément négligeable.

*L'autorité environnementale recommande, à l'issue des analyses physico-chimiques conduites sur les eaux géothermales et dans l'hypothèse où celles-ci révéleraient la présence d'éléments toxiques ne pouvant être traités en filière classique de station d'épuration, de prévoir les modalités adaptées à la gestion de ces eaux tant pour la phase travaux que celle d'exploitation.*

### II.3.2 Risques naturels et technologiques

➤ Sensibilité du territoire et enjeux identifiés

Le secteur d'implantation du projet, dans l'agglomération de Douai au cœur du bassin minier, est situé dans une zone densément peuplée. Il prend place au centre du site industriel de l'usine Renault Douai, installation classée pour la protection de l'environnement.

La commune de Cuincy présente un risque faible vis-à-vis de la sismicité.

➤ Qualité de l'évaluation environnementale et prise en compte des risques

Le risque principal concerne la sismicité pouvant être induite par le projet. À cet effet, une note spécifique sur la sismicité induite par le projet de géothermie au Carbonifère à Douai est présentée en annexe 1 du dossier demande d'autorisation. Celle-ci s'appuie notamment sur le guide des bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde<sup>5</sup> de l'INERIS et du BRGM (cité en page 6 de la note sur la sismicité induite). Elle conclut (page 52) que le projet s'inscrit en aléa 2 (niveau d'aléa modéré), malgré la faible sismicité du secteur de Douai et le fait que les niveaux faillés (page 13 de la note sur la sismicité induite), ne s'enracinent pas dans le socle. Elle prend ainsi en compte le scénario le plus pessimiste ce qui est sécuritaire. D'autre part, les premières modélisations réalisées sur la perturbation éventuelle des failles en lien avec l'exploitation géothermique envisagée n'ont amené aucune alarme particulière.

Au vu de ces conclusions, en conformité des préconisations du guide précité, il est prévu la mise en place de dispositifs de suivi de base et renforcé, comportant cinq stations enterrées et deux stations de surface de 100 à 200 mètres de profondeur, qui permettront de détecter les éventuels événements sismiques induits au cours des phases de forages et de développement du projet. De plus, il est envisagé que ce dispositif soit complété par la mise en place d'un suivi « Traffic Light System » (TLS)<sup>6</sup> et d'une communication privilégiée sur le sujet avec les différents acteurs du territoire.

Par ailleurs, compte tenu de ces risques liés à la sismicité induite par les forages de grande profondeur tels qu'envisagés dans le cadre du projet, la préfecture du Nord a demandé au pétitionnaire la réalisation d'une analyse critique des pièces du dossier par un tiers-expert. Celle-ci a été confiée au BRGM qui a rendu ses conclusions dans son rapport BRGM/RC-73128-FR de tierce Expertise relative au risque sismique associé au projet de géothermie profonde Usine Renault de Cuincy (Nord 59) d'octobre 2023. Dans le cadre de son analyse, le BRGM a examiné la prise en compte par le porteur de projet de l'aléa de sismicité induite. Il s'est prononcé sur la suffisance des données et savoirs acquis en phase de prospection et proposition d'acquisition de données directes sur le réservoir géothermal lors de la réalisation du premier forage et sur la suffisance et pertinence des mesures de maîtrise des risques proposées par le porteur de projet et l'acceptabilité du risque sismique.

<sup>5</sup> <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide-geothermie.pdf>

<sup>6</sup> Traffic Light System : Les TLS sont des outils de pilotage qui permettent d'ajuster en quasi-temps réel les paramètres opérationnels, notamment le débit, la pression d'injection et le volume injecté, en fonction de la sismicité enregistrée par le(s) réseau(x) sismique(s) en place, dans le but d'éviter l'occurrence d'un incident sismique.

Pour ce qui concerne les réserves qui ont pu être émises au terme de cette expertise, il ressort, pour l'essentiel, des incertitudes sur le schéma structural vis-à-vis de l'interprétation de la présence de failles et de leur connexion avec le socle, ainsi que sur la cohérence des unités sédimentaires et structurales qui n'est pas complètement convaincante. Des précisions sur les données à acquérir sur le champ de contraintes sont également attendues. Sur ces points particuliers, des compléments d'information ont été apportés. Il est ainsi précisé que le modèle en trois dimensions est visualisé sur une interface graphique mobile, difficile à représenter en deux dimensions et qu'une rencontre peut être organisée afin de présenter ce modèle trois dimensions en direct aux différents acteurs engagés dans l'instruction du dossier (Cf. tableau bilan des remarques du BRGM). Concernant la caractérisation du champ de contrainte, les données qu'il est prévu de recueillir ont également fait l'objet de précisions sur leur nature, les modalités d'acquisition et leur finalité ainsi que leur prise en compte dans la mise à jour de la connaissance du réservoir géothermique et la susceptibilité des failles à glisser (Cf. tableau bilan des remarques du BRGM et paragraphe 5.3.3 sur l'acquisition à l'occasion du premier forage pages 45 et 46 de la note de sismicité induite présentée en annexe 1 du dossier).

Une analyse de la susceptibilité au glissement des différentes failles<sup>7</sup> est présentée en pages 35 à 37 de la note de sismicité induite. La méthode de la tendance au glissement est ainsi appliquée aux failles et orientations correspondantes identifiées au toit des calcaires du Carbonifère. Néanmoins, en référence au guide des bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde, il est recommandé d'effectuer ce calcul pour toutes les directions possibles de failles et pas uniquement pour les directions identifiées.

*L'autorité environnementale recommande d'évaluer la susceptibilité au glissement des différentes failles du réservoir géothermique selon la méthode de la tendance au glissement en prenant en compte toutes les directions possibles de failles, sans se limiter aux seules failles et directions identifiées.*

Par ailleurs, la vulnérabilité des ouvrages vis-à-vis du risque sismique est abordée dans l'étude (page 370 du dossier de demande d'autorisation). Plusieurs études conduites en 2018 et en 2019 sont prises en référence. Celles-ci montreraient une probabilité très faible d'engendrer de graves dommages à un puits via un mécanisme de cisaillement par une faille et que l'endommagement d'un forage suite au passage d'une onde sismique est extrêmement peu probable.

Un exemple californien est également cité pour mettre en évidence qu'il ne peut pas être dressé de corrélation marquée entre les fuites de pétrole ou de gaz identifiées et l'occurrence de séismes.

Il en est conclu que la vulnérabilité des puits vis-à-vis du risque sismique est extrêmement faible, cette conclusion s'appliquant au cas particulier de la géothermie projetée à Douai, malgré la présence de la faille du Midi.

7 Les blocs de roches ont une aptitude à glisser l'une contre l'autre suivant les conditions environnementales locales, notamment selon les caractéristiques des roches et les contraintes exercées sur celles-ci. La susceptibilité au glissement est la probabilité qu'un glissement se produise en fonction des différentes conditions environnementales locales.

Cependant, il est à remarquer que dans l'exemple californien précité, les fluides considérés sont des hydrocarbures (liquides ou gazeux), non aqueux. Or, les effets des fluides en cas d'injection et leurs conséquences dans une faille sous contrainte pourraient différer en fonction de leur nature. En ce sens, la comparaison avec le présent projet de géothermie dont le fluide exploité est l'eau, paraît délicate.

*L'autorité environnementale recommande d'étudier et argumenter la vulnérabilité des puits vis-à-vis du risque sismique à partir d'exemples comparables et transposables au cas de figure du présent projet de géothermie au Carbonifère, notamment en ce qui concerne les propriétés physico-chimiques des fluides exploités et leurs effets en cas d'injection dans un niveau potentiellement instable, comme une zone de faille.*