



Autorité environnementale

<http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/l-autorite-environnementale-r145.html>

**Avis délibéré de l'Autorité environnementale
sur le projet de forage géothermique profond
sur la commune de Saint-Pierre-Roche (63)**

n°Ae : 2020-69

Avis délibéré n° 2020-69 adopté lors de la séance du 20 janvier 2021

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

L'Ae¹ s'est réunie le 20 janvier 2021 en visioconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le projet de forage géothermique profond sur la commune de Saint-Pierre-Roche (63).

Ont délibéré collégalement : Sylvie Banoun, Nathalie Bertrand, Barbara Bour-Desprez, Marc Clément, Pascal Douard, Sophie Fonquernie, Louis Hubert, Christine Jean, Philippe Ledenvic, François Letourneux, Serge Muller, Thérèse Perrin, Alby Schmitt, Eric Vindimian, Annie Viu, Véronique Wormser

En application de l'article 4 du règlement intérieur du CGEDD, 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.

Étaient absents : Christian Dubost

* *

L'Ae a été saisie pour avis par le préfet de département du Puy-de-Dôme, l'ensemble des pièces constitutives du dossier ayant été reçues le 26 octobre 2020.

Cette saisine étant conforme aux dispositions de l'article R. 122-6 du code de l'environnement relatif à l'autorité environnementale prévue à l'article L. 122-1 du même code, il en a été accusé réception. Conformément à l'article R. 122-7 du même code, l'avis doit être fourni dans un délai de trois mois.

Conformément aux dispositions de ce même article, l'Ae a consulté par courriers en date du 2 novembre 2020 :

- le préfet du Puy-de-Dôme,*
- le directeur général de l'Agence régionale de santé (ARS) d'Auvergne-Rhône-Alpes, qui a transmis une contribution en date du 22 décembre 2020.*

En outre, sur proposition des rapporteurs, l'Ae a consulté par courrier en date du 2 novembre 2020 :

- la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement d'Auvergne-Rhône-Alpes, qui a transmis une contribution en date du 15 décembre 2020.*

Sur le rapport de Gilles Croquette et de Michel Pascal, après en avoir délibéré, l'Ae rend l'avis qui suit.

Pour chaque projet soumis à évaluation environnementale, une autorité environnementale désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition du maître d'ouvrage, de l'autorité décisionnaire et du public.

Cet avis porte sur la qualité de l'étude d'impact présentée par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il vise à permettre d'améliorer sa conception, ainsi que l'information du public et sa participation à l'élaboration des décisions qui s'y rapportent. L'avis ne lui est ni favorable, ni défavorable et ne porte pas sur son opportunité.

La décision de l'autorité compétente qui autorise le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage à réaliser le projet prend en considération cet avis. Une synthèse des consultations opérées est rendue publique avec la décision d'octroi ou de refus d'autorisation du projet (article L. 122-1-1 du code de l'environnement). En cas d'octroi, l'autorité décisionnaire communique à l'autorité environnementale le ou les bilans des suivis, lui permettant de vérifier le degré d'efficacité et la pérennité des prescriptions, mesures et caractéristiques (article R. 122-13 du code de l'environnement).

Conformément à l'article L. 122-1 V du code de l'environnement, le présent avis de l'autorité environnementale devra faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage qui la mettra à disposition du public par voie électronique au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'article L. 123-2 ou de la participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19.

Le présent avis est publié sur le site de l'Ae. Il est intégré dans le dossier soumis à la consultation du public.

¹ Formation d'autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD).

Synthèse de l'avis

Le projet présenté par la société Geopulse s'inscrit dans le cadre d'un permis de recherche minier. Il comprend la réalisation de forages, à une profondeur d'environ 3 500 m, visant à vérifier la faisabilité de l'exploitation d'un gisement géothermique. Si la ressource est confirmée, le projet prévoit la construction d'une centrale de production d'électricité comprenant une ou deux unités de 4 à 5 MWe chacune. Le projet s'inscrit dans la politique nationale de développement des énergies renouvelables et fait l'objet d'un financement dans le cadre du programme investissements d'avenir géré par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. Le dossier est présenté en vue d'obtenir une autorisation d'ouverture de travaux.

Selon l'Ae, les principaux enjeux environnementaux du projet sont les suivants :

- la préservation de la biodiversité ;
- la limitation des nuisances sonores ;
- la limitation des émissions de gaz à effet de serre ;
- la prise en compte du paysage
- la prise en compte des risques de sismicité induite.

Le site du projet se trouve en zone rurale, au sein du Parc naturel régional des volcans d'Auvergne et à proximité du site classé² de la Chaîne des Puys – Faille de Limagne inscrit au patrimoine mondial de l'Unesco. Il est caractérisé par une faune présentant des enjeux forts, avec la présence notamment du Milan royal et de la Pie-grièche grise. L'étude d'impact est globalement claire, lisible et bien illustrée. Elle reste néanmoins essentiellement centrée sur la phase d'exploration de la ressource. La description de la phase de production, qui nécessitera la construction d'une centrale électrique et un raccordement au réseau électrique, et l'analyse de ses incidences sont insuffisantes alors que l'ensemble forme un projet unique au sens du code de l'environnement. Par ailleurs, les éléments présentés concernant les risques industriels liés au projet sont insuffisants.

L'Ae recommande principalement :

- de définir plus précisément les mesures d'évitement, de réduction et de compensation, et le cas échéant de les compléter, notamment celles envisagées en faveur du Milan royal et de la Pie-grièche grise
- de compléter les mesures d'évitement et de réduction afin de limiter les émissions acoustiques à un niveau acceptable pour l'ensemble des habitations concernées par le chantier ;
- de quantifier les émissions de gaz à effet de serre générées et évitées durant les phases chantier et exploitation ;
- de compléter sur la base d'une description plus précise de la phase d'exploitation l'analyse des incidences, notamment sur la biodiversité, le patrimoine et le paysage, et d'appliquer la démarche d'évitement, de réduction et de compensation ;
- de mieux étayer et de revoir la qualification des risques industriels en fonction de leur occurrence et de leur gravité et, le cas échéant, d'adopter des mesures complémentaires.

L'ensemble des observations et recommandations de l'Ae sont présentées dans l'avis détaillé.

² Monument naturel ou site qui présente un intérêt du point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque. Ne peut être ni détruit ni modifié sauf autorisation spéciale (articles L.341-1 et suivants du code de l'environnement).

Avis détaillé

1. Contexte, présentation du projet et enjeux environnementaux

1.1 Contexte et contenu du projet

Le projet s'inscrit dans le cadre d'un permis de recherche minier³ dans le Puy-de-Dôme relatif à la géothermie haute température, dit « Permis de la Sioule », qui a été attribué le 26 octobre 2017 et qui autorise une exploration de la ressource géothermique éventuellement disponible.

Il est porté par la société Geopulse, détenue à parts égales par TLS Geothermics, société d'ingénierie, d'exploration et de développement en géothermie profonde, et par Storengy, filiale du groupe Engie spécialisée dans la conception et l'exploitation de sites de stockage de gaz.

Le projet est localisé sur la commune de Saint-Pierre-Roche à une vingtaine de kilomètres à l'ouest de Clermont-Ferrand.

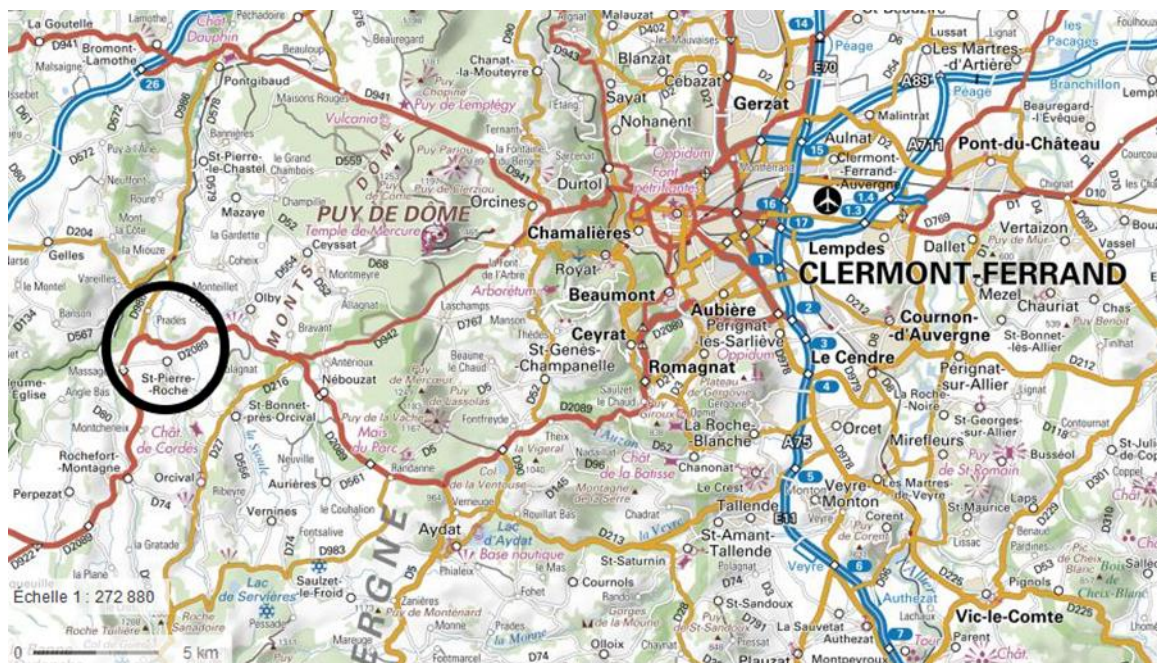


Figure 1 : Localisation du projet (Source : Geoportail)

Le projet comprend la réalisation de forages géothermiques, à une profondeur d'environ 3 500 m, qui permettront de tester le réservoir géothermique et les débits exploitables entre la surface et le gisement. Si ces recherches s'avèrent fructueuses, le projet prévoit la construction d'une centrale géothermique de production d'électricité.

Le projet vise à exploiter des failles crustales perméables⁴ selon un concept développé par la société TLS Geothermics. Les failles recherchées dans le secteur sont celles situées en bordure du massif granitique de Gelles, les failles d'Aigueperse-Saint Sauve et les failles de la Chaîne des Puys.

³ Un permis exclusif de recherches octroie au pétitionnaire un droit exclusif de recherches sur un certain périmètre.

⁴ Failles situées au niveau de la croûte terrestre caractérisées par une perméabilité importante.

Le projet s'inscrit dans la politique nationale de développement des énergies renouvelables. La production d'électricité à partir de ressources géothermiques présente l'avantage de fournir une source d'énergie stable et prévisible avec une emprise au sol relativement limitée. Le projet fait l'objet d'un financement dans le cadre du programme investissements d'avenir (PIA) géré par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (projet innovant « GoFaust »).

1.2 Présentation du projet et des aménagements projetés

Le site du projet se trouve à 1 km environ au nord du hameau de Prades sur un terrain d'environ 3 hectares, dont l'altitude est comprise entre 715 et 730 m. Il s'agit d'une prairie régulièrement pâturée exploitée par le lycée agricole de Rochefort-Montagne.

Le fonctionnement de l'installation géothermique est fondé sur le principe d'un ou de deux « doublets » comprenant chacun deux puits. Sur chaque doublet, l'un des puits est utilisé comme puits producteur, l'autre comme puits d'injection du fluide géothermique. Les parties inférieures des puits se situent à une profondeur comprise entre 3 200 m et 4 000 m. Les puits constituant un doublet sont espacés d'une distance comprise entre 1 et 4 km environ⁵.

Une fois la boucle créée, l'eau géothermale est acheminée dans un bâtiment dédié à sa valorisation thermodynamique via une machine à cycle organique de Rankine⁶. Le fluide géothermique prélevé en sous-sol est ensuite renvoyé vers le forage d'injection afin d'assurer la pression du gisement et le rechargement en calories dans le milieu souterrain.



Figure 2 : Localisation du projet et schéma d'un doublet de puits (Source : dossier)

La phase d'exploration débutera par le forage d'un premier puits afin de rechercher une ressource géothermique suffisante pour la production d'électricité. Si la ressource est confirmée, un puits d'injection sera foré et le premier puits sera utilisé comme puits producteur. Selon les résultats obtenus, un deuxième doublet constitué de deux puits pourrait être foré pour maximiser la production d'électricité.

Les travaux de forage nécessitent l'implantation sur une superficie totale d'environ 1,2 hectares :

⁵ Distance estimée à partir des schémas du dossier précisant les volumes cibles des puits.

⁶ Une machine à cycle organique de Rankine aussi appelée ORC (pour Organic Rankine Cycle en anglais) produit de l'électricité à partir de chaleur, en utilisant un cycle thermodynamique mettant en œuvre un composé organique comme fluide de travail (source : Wikipédia).

- d'une plateforme de forage d'environ 110 par 70 mètres (cf. zone A sur la figure 3) qui accueille les équipements nécessaires au forage et en son centre une cave en béton armé, de 2 à 4 mètres de profondeur, où est positionné le débouché du puits ;
- de plateformes périphériques (zones B1, B2 et B3) qui comprennent la base vie, les locaux pour le personnel, des bureaux, des zones de stockage et de stationnement ;
- de bassins techniques comprenant un bassin d'un volume de 570 m³ pour les eaux de ruissellement et de drainage des surfaces imperméabilisées (C1) et trois bassins (notés C2 et C3) d'un volume utile total d'environ 10 000 m³ nécessaires pour la fabrication des boues de forage⁷ et le stockage des eaux géothermales produites pendant les essais.

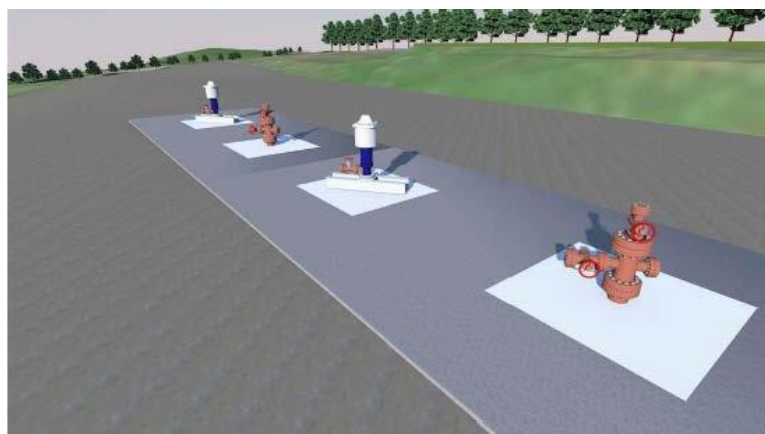
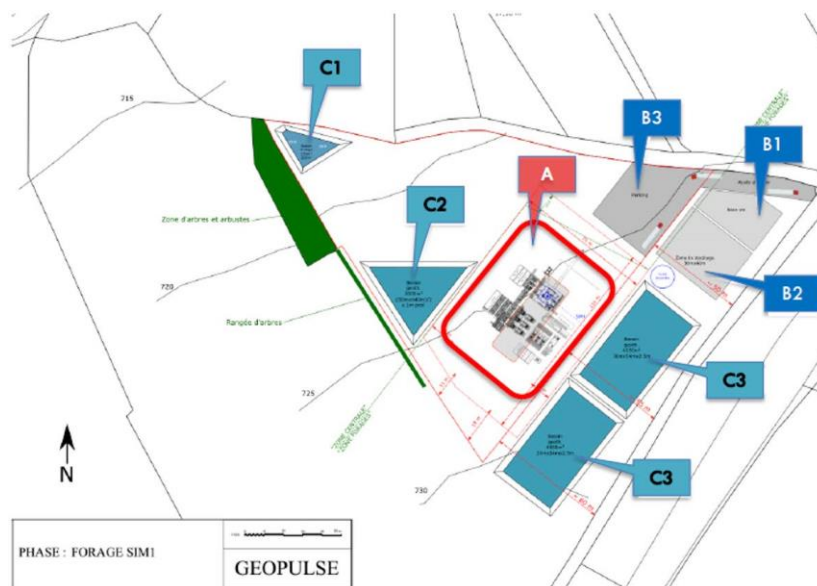


Figure 3 : Plan de masse, exemple de plateforme de forage et vue schématisée des têtes de puits à l'issue de la phase exploratoire après forage (Source : dossier)

⁷ Le fluide de forage, constitué en général d'un mélange d'eau et de bentonite (argile naturelle) est utilisé en circuit fermé et injecté par une pompe à haute pression. Il assure la remontée des déblais et contribue au soutien des parois du puits et au maintien en place des fluides présents dans les terrains perméables.

Les forages seront réalisés par une machine de type rotary⁸. Le dossier présente une solution avec alimentation de la machine de forage par des groupes électrogènes tout en indiquant que la possibilité d'un raccordement au réseau électrique sera analysée.

Les travaux exploratoires sont prévus sur une durée de 3 à 4 ans : forage du premier puits en 2021–2022, du deuxième puits en 2022–2023 et potentiellement des deux puits supplémentaires correspondant à l'éventuel deuxième doublet en 2023–2024. La durée prévisionnelle de chacun des forages est de 120 jours.

La ressource sera considérée comme exploitable à condition notamment que la température soit supérieure à 150°C et que le débit atteigne au minimum 100 l/s⁹. Si ces conditions sont réunies, il est prévu la construction d'une centrale de production d'électricité qui comprendra une ou deux unités d'une capacité de 4 à 5 MWe¹⁰ chacune¹¹. Dans le cas contraire, le site sera remis en état.

Le dossier ne donne que très peu d'informations sur la centrale de production électrique envisagée. Il est seulement indiqué qu'il s'agira d'un bâtiment industriel rectangulaire dont les caractéristiques restent à définir avec en périphérie une unité de filtration des eaux géothermales, des injecteurs, des transformateurs et un local de type bureaux.

Concernant le raccordement au réseau électrique, il est indiqué que celui-ci se fera via le poste de « Saint-Pierre-Roche », situé au lieu-dit « Massages », à 3 km au sud du projet. Le tracé n'est pas défini précisément mais il est indiqué que celui-ci pourrait être en souterrain et qu'un raccordement le long des routes et chemins sera privilégié. Un tracé potentiel est fourni dans le dossier (cf. figure 4 page suivante).

Les éléments fournis concernant la phase d'exploitation sont ainsi nettement insuffisants. Pour justifier le choix d'une description sommaire des installations et de leurs incidences, le dossier indique que « *la décision d'exploiter sera [...] décidée à l'issue du 1^{er} forage et les études de détail pour l'exploitation seront enclenchées à ce moment-là* » et qu'en conséquence « *le présent dossier ne concerne que les travaux miniers* ».

L'Ae rappelle que la définition d'un projet selon le code de l'environnement n'implique pas que les travaux soient réalisés de façon simultanée¹². En cas de réalisation étalée dans le temps, l'article L. 122-1-1 III du code de l'environnement indique la manière dont les impacts doivent être évalués aux différentes étapes de réalisation du projet¹³. À ce stade du projet, une attention particulière

⁸ Le forage rotary utilise un outil de forage (ou trépan) compact sur lequel on applique une force procurée par le poids du train de tige et de la garniture de forage, tout en l'entraînant en rotation. Un fluide de forage est injecté en continu au niveau du trépan de manière à emporter les débris hors du trou grâce au courant ascensionnel du fluide vers la surface. Le puits est foré par intervalles ou phases de diamètres décroissants et concentriques. À la fin de chaque phase, un tubage en acier est mis en place dans le puits puis cimenté [...]. En général, deux à quatre phases de forage sont nécessaires pour atteindre l'objectif fixé (source : dossier).

⁹ Cette valeur correspond au débit de référence envisagé pour le fonctionnement du puits.

¹⁰ Mégawatt électrique

¹¹ Chaque unité est destinée à l'exploitation d'un doublet de forage.

¹² « *Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité.* »

¹³ « *Les incidences sur l'environnement d'un projet dont la réalisation est subordonnée à la délivrance de plusieurs autorisations sont appréciées lors de la délivrance de la première autorisation.* »

devrait être portée aux aspects du projet susceptibles d'avoir des incidences significatives sur l'environnement et la santé humaine (cf. 2.3.2 du présent avis). Si certains aspects du projet venaient à évoluer, la nécessité d'une actualisation de l'étude d'impact devra être examinée au regard des conséquences sur l'évaluation des incidences.

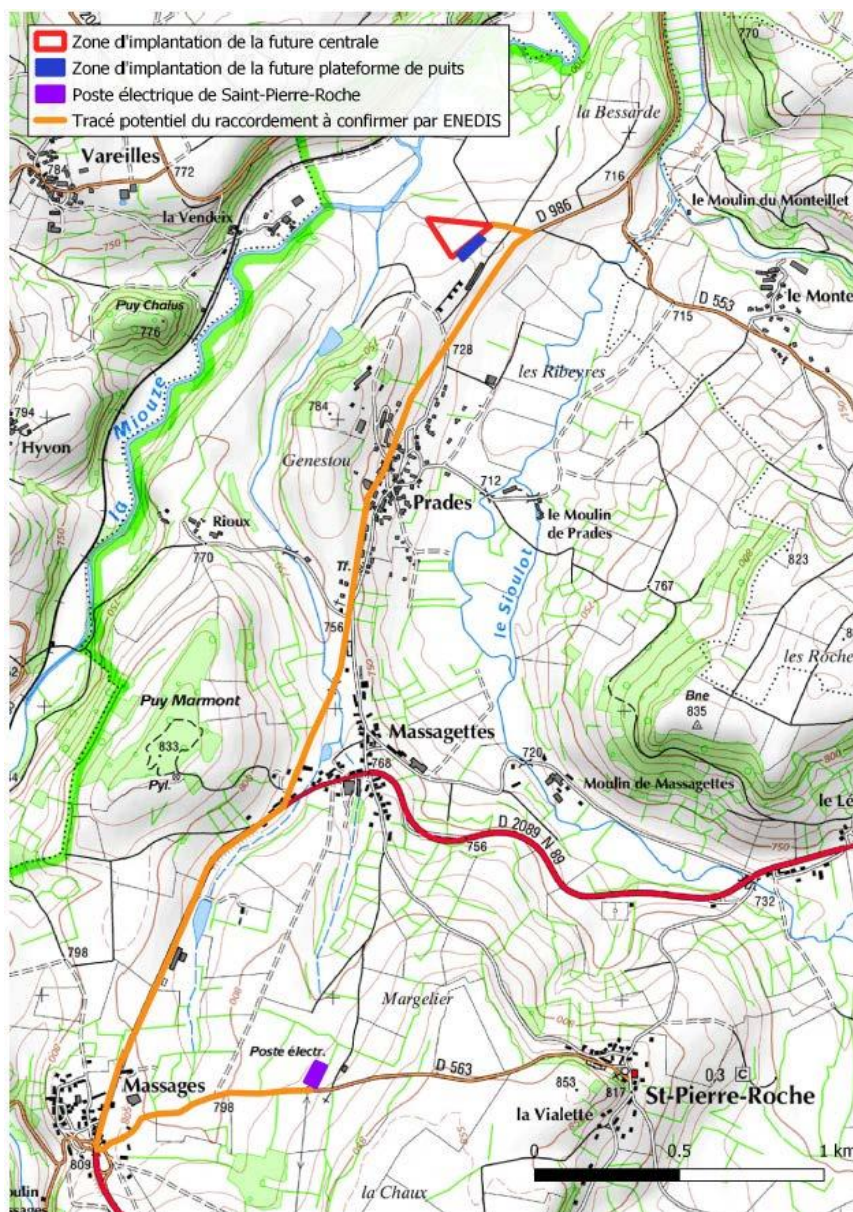


Figure 4 : Principe du raccordement électrique

L'Ae recommande de faire porter l'étude d'impact sur le projet d'ensemble comprenant la réalisation des forages exploratoires, la construction de la centrale de production électrique, le raccordement au réseau électrique et le fonctionnement de l'installation de production.

Le budget du projet GoFaust qui couvre les études et le forage d'exploration, est de 12,3 millions d'euros. Le dossier ne précise pas le coût prévisionnel des installations de production électrique et de leur raccordement.

Lorsque les incidences du projet sur l'environnement n'ont pu être complètement identifiées ni appréciées avant l'octroi de cette autorisation, le maître d'ouvrage actualise l'étude d'impact en procédant à une évaluation de ces incidences, dans le périmètre de l'opération pour laquelle l'autorisation a été sollicitée et en appréciant leurs conséquences à l'échelle globale du projet. En cas de doute quant à l'appréciation du caractère notable de celles-ci et à la nécessité d'actualiser l'étude d'impact, il peut consulter pour avis l'autorité environnementale ».

1.3 Procédures relatives au projet

Le projet fait l'objet d'une demande d'autorisation d'ouverture de travaux conformément au décret n° 2006-649 modifié du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains.

Le projet est soumis à autorisation au titre de la nomenclature applicable aux installations et ouvrages « loi sur l'eau ».

Le dossier transmis à l'Ae comporte une étude d'impact qui comprend une étude d'incidence sur la ressource en eau. Elle intègre également une évaluation des incidences sur les sites Natura 2000¹⁴. Le projet fait l'objet d'une demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées.

Le projet est élaboré dans le cadre du permis exclusif de recherches de gîtes géothermiques haute température, dit « permis de la Sioule », délivré le 24 octobre 2017 par le ministre de la transition écologique et solidaire et le ministre de l'économie et des finances. Le projet ayant donné lieu à un décret pris par le ministre chargé de l'environnement, l'autorité environnementale compétente est l'Ae.

Dans le cas où la phase exploitation serait confirmée, des procédures ultérieures seront nécessaires.

1.4 Principaux enjeux environnementaux du projet relevés par l'Ae

Selon l'Ae, les principaux enjeux du projet pour l'environnement portent sur :

- la préservation de la biodiversité ;
- la limitation des nuisances sonores ;
- la réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- la prise en compte du paysage ;
- la prise en compte des risques de sismicité induite.

2. Analyse de l'étude d'impact

L'étude d'impact a fait l'objet d'une version initiale, à laquelle a été ajouté un complément daté d'août 2020. Elle comprend toutes les pièces prévues par l'article R. 122-5 du code de l'environnement (dans sa version en vigueur à la date de dépôt du dossier) et aborde toutes les thématiques environnementales prévues par cet article.

L'étude d'impact est globalement claire et lisible. De nombreuses illustrations (cartes, graphiques, photographies, schémas) et tableaux de bonne qualité sont présents tout au long du document, en facilitant ainsi la lecture et la compréhension. Les paragraphes et les chapitres sont accompagnés de synthèses ou de tableaux récapitulatifs permettant d'appréhender facilement les messages clés de chaque partie.

¹⁴ Les sites Natura 2000 constituent un réseau européen en application de la directive 79/409/CEE « Oiseaux » (codifiée en 2009) et de la directive 92/43/CEE « Habitats faune flore », garantissant l'état de conservation favorable des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Les sites inventoriés au titre de la directive « habitats » sont des zones spéciales de conservation (ZSC), ceux qui le sont au titre de la directive « oiseaux » sont des zones de protection spéciale (ZPS).

La lecture du document pourrait être néanmoins rendue plus aisée en évitant certaines redites ou répétitions dans l'analyse des incidences et en restructurant le document¹⁵.

2.1 État initial

2.1.1 Eaux souterraines

Le projet se situe dans une zone rurale à relief volcanique, avec la présence de plusieurs puys¹⁶ culminant entre 800 et 1000 mètres. Du fait de cette nature volcanique, la circulation d'eau souterraine est très peu présente à faible profondeur, ce qui a été confirmé par les études. Aucune source n'a été détectée sur la parcelle.

Le site du projet est en dehors des périmètres de protection des captages d'eau potable. Le captage le plus proche se situe à deux kilomètres.

2.1.2 Eaux superficielles

La zone d'étude se situe à proximité immédiate de la rivière La Miouze et en amont de son petit affluent localisé au sud-ouest du projet.

L'état biologique et écologique de la Miouze est « bon » à « très bon ». Elle est classée comme réservoir biologique et en liste 1 et 2 selon les segments au titre de l'article L. 214.17 du code de l'environnement. Le classement en liste 1 interdit l'installation de nouveaux obstacles à la circulation piscicole et sédimentaire (seuils, buses...) ; le classement en liste 2 se traduit par une obligation d'installer des dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs (passes à poissons pour la Truite fario par exemple).

Le cours d'eau La Miouze est considéré de ce fait comme « à remettre en état », par le schéma régional de cohérence écologique.

2.1.3 Biodiversité

Le site a fait l'objet d'une étude spécifique faune flore habitats qui a été conduite de mars à août 2019. Cette période, réduite, ne permet pas de couvrir l'intégralité des cycles biologiques.

Le site étant essentiellement occupé par une prairie de fauche, les enjeux relatifs à la flore sont qualifiés de modérés.

Les enjeux sur la faune sont en revanche plus importants. Le site constitue un terrain de stationnement et de chasse pour de nombreuses espèces de chauves-souris, dont les statuts de conservation sont très défavorables, et qui bénéficient toutes d'une protection.

L'enjeu est fort également pour la Loutre d'Europe, menacée et qui a recolonisé l'Auvergne récemment après sa quasi-disparition. Celle-ci fréquente la Miouze et son affluent en amont.

¹⁵ L'étude d'impact présente notamment deux sommaires : au début du document le sommaire du complément et un peu plus loin le sommaire de l'étude initiale. Or le complément se trouve après l'étude initiale. Par ailleurs, le résumé non technique, figurant au tout début du sommaire de l'étude initiale, se trouve lui aussi à la fin du document.

¹⁶ Montagne volcanique, à profil arrondi

L'enjeu pour les oiseaux est tout aussi fort compte tenu de la diversité très importante d'espèces du site, et de la présence de la Pie-Grièche grise, vulnérable au plan européen, et du Milan Royal, menacé au plan européen. Les deux espèces nichent à proximité de la parcelle sur laquelle est implantée le projet ¹⁷.

Les chauves-souris, la Loutre d'Europe, la Pie-grièche grise et le Milan Royal font l'objet de plans nationaux d'action¹⁸.

Un inventaire des zones humides devait être réalisé par l'Établissement public Loire, structure porteuse du schéma d'aménagement et de gestion des eaux. Les résultats de cette étude devaient être connus pour fin 2019 mais ils ne sont pas joints au dossier. Par ailleurs, une étude a été réalisée spécifiquement pour le projet, repérant la seule ripisylve de la Miouze. L'Ae relève néanmoins que cette conclusion est fondée uniquement sur une analyse de la flore et qu'elle ne tient pas compte du second critère de caractérisation que sont les sols. L'Ae rappelle qu'en application de l'article L. 211-1 du code de l'environnement la satisfaction d'un seul critère (pédologie ou végétation) suffit à caractériser une zone humide, la loi n° 2019-773 du 24 juillet 2019 ayant conforté cette définition.

L'Ae recommande de compléter l'analyse des habitats naturels, de la faune et de la flore en prenant en compte un cycle biologique complet et de compléter les informations relatives aux zones humides.

2.1.4 Déplacements

Le site du projet dispose d'un accès à la route départementale (RD) 986 qui permet de rejoindre au sud la RD 2089, et au nord la RD 941 reliée à l'autoroute A89. Les données disponibles font état d'un trafic de 2 500 véhicules par jour environ pour la RD 986 et de 5 800 véhicules par jour environ pour la RD 2089.

2.1.5 Émissions de gaz à effet de serre et qualité de l'air

Le dossier donne des informations sur le contexte climatique (température, pluviométrie, etc.) mais il ne présente pas les émissions territoriales et les objectifs d'atténuation inscrits dans les documents de planification (schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires – Sraddet, plan climat air énergie territorial).

Il serait également utile de fournir des informations sur les émissions de gaz à effet de serre liées à la production de l'électricité compte tenu de l'objectif affiché pour le projet de contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Selon la base carbone de l'Ademe, ces émissions sont en moyenne de 55 gCO_{2e}/kWh au niveau national et les émissions moyennes de l'électricité produite à partir de ressources géothermiques seraient en moyenne de 45 gCO_{2e}/kWh¹⁹.

Il n'existe pas de donnée précise de la qualité de l'air sur le secteur d'étude. Elle est néanmoins qualifiée de bonne sur la base des cartographies de synthèse régionales d'exposition à la pollution

¹⁷ Pour la Pie-grièche grise, le dossier indique que « les différents sites de nidification et les observations en 2019 semblent dessiner un territoire d'environ 50 ha englobant la [parcelle d'implantation potentielle du projet] » et le site de nidification du Milan royal se trouve, à 400 m environ au sud de la parcelle, à proximité du hameau des Prades.

¹⁸ Les plans nationaux d'actions sont des documents d'orientation non opposables visant à définir les actions nécessaires à la conservation et à la restauration des espèces les plus menacées afin de s'assurer de leur bon état de conservation (source : inventaire national du patrimoine naturel (INPN)).

¹⁹ Ces données tiennent compte des émissions sur l'ensemble du cycle de vie des installations de production.

en Auvergne-Rhône-Alpes et des indicateurs modélisés de l'observatoire régional harmonisé Auvergne-Rhône-Alpes (Orhane).

2.1.6 Ambiance sonore

Les nuisances sonores sur la zone d'étude et à proximité sont surtout liées aux infrastructures de transports terrestres. Seule la RD 2089, située à 1,5 kilomètre, est classée à grande circulation²⁰.

Les habitations les plus proches se situent à 200 m au sud (lieu-dit Les Prades), 450 m à l'ouest (lieu-dit La Vendeix) et 800 m au nord (lieu-dit La Miouze).

Des mesures ont été réalisées pour caractériser l'ambiance sonore avec des résultats pour le niveau équivalent global (LA_{eq} global)²¹ compris entre 42 et 51 dB(A) pour la période de jour et entre 37 et 46 dB(A) pour la période de nuit. Compte tenu de ces niveaux faibles, le dossier considère que la sensibilité du projet vis-à-vis du bruit est importante.

2.1.7 Patrimoine et paysage

Le dossier identifie cette thématique comme un enjeu fort. Le site du projet appartient, selon les classifications retenues (observatoire régional des paysages ou atlas des paysages du département) à l'ensemble des vallées, gorges et défilés qui s'étend au nord-ouest du département du Puy-de-Dôme ou à l'unité paysagère des hautes Combrailles caractérisée par un espace rural et agricole bocager dédié à l'élevage.

Le Puy-de-Dôme (1 465 m) est à une dizaine de kilomètres. Le site classé de la Chaîne des se trouve à proximité immédiate du projet. Le site « Chaîne des Puys – Faille de Limagne » est inscrit sur la liste du Patrimoine mondial de l'Unesco depuis juillet 2018²². La commune de Saint-Pierre-Roche est à l'extérieur du site mais en bordure de sa zone tampon du site et à un peu plus de 4 km du périmètre du Bien lui-même.

La commune de Saint-Pierre-Roche fait partie du parc naturel régional des volcans d'Auvergne (PNRVA) dont la charte souligne l'importance de préserver le foncier agricole. La Miouze et la Sioule y sont identifiées comme des cours d'eau à forte valeur patrimoniale.

Le site du projet est visible de plusieurs hameaux et bâtis isolés situés à proximité (le Monteillet, Vareilles, Hyvon, Rochette, Monges qui se trouvent à une distance comprise entre 1 et 2,2 km). Il est très peu visible depuis le hameau de Prades.

²⁰ Elle génère à ce titre une bande inconstructible, en dehors des espaces urbanisés, de 75 m de large de part et d'autre de l'axe.

²¹ Le niveau équivalent LA_{eq} d'un bruit variable est égal au niveau d'un bruit constant qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit perçu pendant la même période. Il représente l'énergie acoustique moyenne perçue pendant la durée d'observation.

²² Il s'agit du premier bien naturel inscrit en France hexagonale.

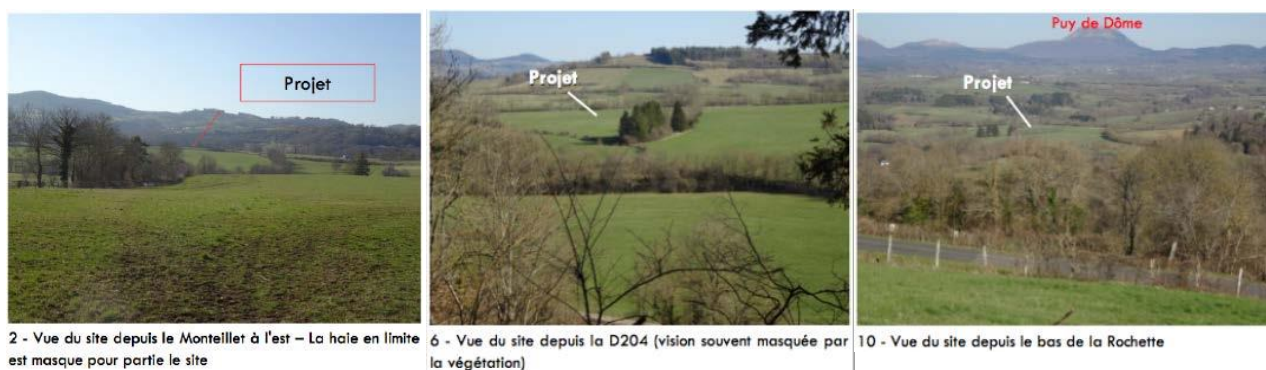


Figure 5 : Exemples de perceptions paysagères en direction du site du projet (Source : dossier)

2.2 Analyse de la recherche de variantes et du choix du parti retenu

La recherche de variantes au sein de l'ensemble de la zone du permis de recherche, soit 795 km², n'est pas explicitée.

À la lecture du dossier, il apparaît qu'une première zone de 52 km² au sein des 795 km² a été examinée (zone dite du permis exclusif de recherche Sioule-Miouze) puis, qu'au sein de celle-ci, plusieurs possibilités ont été étudiées pour aboutir au site de 0,08 km² sélectionné.

Au sein de la zone des 52 km², le pétitionnaire a indiqué à l'Ae que plusieurs sites avaient été examinés et que le choix du site avait été fait selon plusieurs critères : alimentation en électricité, en eau, facilité d'accès, éloignement des habitations. L'identification de ces sites et les raisons qui ont conduit au site retenu ne figurent pas dans le dossier.

Le dossier présente plusieurs possibilités envisagées au sein de la zone des 0,08 km² (soit un dix-millième de la zone d'exploration initiale) mais ceci ne correspond qu'à l'étape finale du choix d'implantation. Des variantes ayant été examinées à une échelle plus large, celles-ci doivent être présentées.

L'Ae recommande de présenter l'analyse des variantes examinées à l'échelle de la zone du permis de recherche ainsi que les raisons, notamment environnementales, qui ont conduit au choix du parti retenu.

2.3 Analyse des incidences du projet et mesures d'évitement, de réduction et de compensation

2.3.1 Incidences en phase chantier

Les incidences présentées dans le dossier au titre des incidences en phase chantier sont celles liées à la phase exploratoire des seules plateformes de forage, installations annexes et réalisation des puits. Les incidences de la construction de la centrale de production électrique et de la ligne de raccordement au réseau électrique sont abordées de manière très superficielle.

L'Ae recommande de compléter l'analyse des incidences de la phase chantier en précisant les incidences liées à la construction de la centrale de production électrique et à la ligne de raccordement au réseau électrique.

Eaux souterraines

L'étude d'impact indique que, la technique de forage fonctionnant en circuit fermé, le risque est nul pour les eaux souterraines. Ce type de risque est pourtant identifié comme pouvant survenir sur des forages géothermiques (cf. partie 3 de cet avis) même si le dossier qualifie par ailleurs ce scénario de très improbable. La qualification du risque devrait être revue en conséquence.

Eaux superficielles

Le dossier évoque plusieurs solutions pour l'alimentation en eau du site : à partir d'un prélèvement dans la Miouze, via le réseau d'alimentation en eau potable le plus proche ou au moyen d'un forage à faible profondeur. Il a été indiqué oralement aux rapporteurs que l'option retenue est celle du prélèvement dans la Miouze ce qui, compte tenu du débit et du besoin, n'appelle pas d'observation.

Les équipements mis en place pour traiter les eaux pluviales paraissent adaptés. Ils ont été dimensionnés à la suite d'une analyse pour aboutir à une protection contre des pluies de fréquence vingtennale²³.

Il serait par ailleurs utile de préciser et de justifier la capacité de la cave destinée à stocker temporairement le fluide géothermal, en cas de fuite.

Biodiversité

Le dossier qualifie les incidences potentielles, avant mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, de fortes pour la Pie-grièche grise, le Milan royal et les chiroptères.

La principale mesure prise pour les réduire est de réaliser les travaux en dehors des périodes de reproduction, soit d'avril à septembre²⁴. Il paraît donc difficilement compréhensible que la première année, les travaux d'installation, prévus en septembre, dérogent à ce principe. Il est également envisagé une dérogation à ce principe pour les travaux de remise en état du site dans le cas où le projet serait abandonné, ce qui ne paraît pas adapté en l'absence de précisions complémentaires.

Pour le Milan royal, une placette d'équarrissage à proximité du site est prévue au titre des mesures de réduction. Cette mise en place a été initiée par le lycée agricole qui l'a depuis abandonné. Les analyses ayant conduit au choix de cette option ne sont pas détaillées, celles-ci doivent être présentées. Il serait également utile de préciser les raisons ayant conduit à son abandon et pourquoi elle serait reprise, ainsi que la durée prévue pour la mesure (en distinguant les deux cas possibles : avec ou sans poursuite du projet après la phase d'exploration) et l'entité gestionnaire de cette placette. Il convient enfin d'en confirmer la faisabilité, une autorisation préfectorale renouvelable annuellement étant nécessaire à sa mise en œuvre²⁵.

Des mesures agro-environnementales sont évoquées de manière très floue dans l'étude d'impact²⁶. Elles ne constituent pas des mesures de réduction (il s'agit de mesures d'accompagnement) et ne

²³ C'est-à-dire qui revient avec une fréquence tous les 20 ans.

²⁴ Il a été indiqué aux rapporteurs que cette période d'exclusion s'étend bien du 1^{er} avril au 30 septembre.

²⁵ En application de l'arrêté du 7 août 1998 relatif à l'élimination des cadavres d'animaux et au nourrissage des rapaces nécrophages, l'implantation d'un charnier est soumise à conditions dont l'interdiction d'être « à moins de 500 mètres des habitations des tiers et des locaux habituellement occupés par des tiers, des stades, des terrains de camping agréés ainsi que des zones destinées à l'habitation par des documents d'urbanismes opposables aux tiers. Toutefois, par dérogation liée à la topographie et sur décision du préfet, cette distance peut être ramenée à 200 mètres ».

²⁶ Il est indiqué que les mesures devront être précisées « en fonction des pratiques actuelles ».

sont pas suffisamment précises pour pouvoir être considérées comme un engagement de la part du pétitionnaire.

Enfin, le dossier conclut qu'il y a bien destruction de l'habitat de la Pie-grièche grise. Un dossier de demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées et d'altération de son habitat a été déposé et est actuellement en cours d'instruction.

L'Ae recommande de définir plus précisément les mesures d'évitement, de réduction et de compensation, et leur suivi dans le temps, notamment celles envisagées en faveur du Milan royal et de la Pie-grièche grise.

S'agissant des périodes d'arrêt des travaux, elle recommande d'expliquer pourquoi le pétitionnaire envisage de déroger à cette mesure pour les travaux initiaux et les travaux de remise en état et de prévoir le cas échéant des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation complémentaires.

Aucun élément n'est fourni concernant les incidences du raccordement au poste électrique. Malgré les incertitudes sur le tracé définitif, une analyse des incidences du tracé actuellement envisagé devrait être présentée. L'étude d'impact pourra devoir être actualisée en cas de modification du tracé ou des caractéristiques du raccordement ou si des travaux au sein du poste électrique se révélaient nécessaires. Le tracé pourra devoir être revu le cas échéant pour minimiser les incidences prévisibles dans le cadre d'une démarche éviter, réduire, compenser.

L'Ae recommande de préciser les incidences potentielles du projet sur la biodiversité liées au raccordement au poste de transformation électrique de « Saint-Pierre-Roche ».

Trafic

Le dossier présente une estimation du trafic généré par le chantier pour les différentes étapes de la phase travaux, il serait au maximum de 10 camions par jour lors de la construction de la plateforme et lors du montage et démontage de la machine de forage. Les incidences sur le trafic en phase chantier seront très faibles.

Nuisances sonores

Les nuisances sonores ont été modélisées au niveau des trois zones d'émergence les plus proches et exposées au projet (il s'agit des habitations mentionnées au 2.1.6).

Bien que l'installation de forage ne soit pas, au sens réglementaire, une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE), le dossier retient comme objectifs à atteindre les exigences de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif aux ICPE. Il en déduit des valeurs maximales à respecter pour l'indice L50 (c'est-à-dire le niveau atteint pendant 50 % de la période de mesure) sans néanmoins justifier le choix de cet indice. Les valeurs maximales seraient respectivement de 35 dB(A), 37,6 dB(A) et 42,7 dB(A) pour la période nocturne pour les lieux-dits des Prades, de La Miouze et de La Vendeix. L'Ae relève que le projet relève dans sa globalité du décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage. Le dossier devra être complété sur ce point pour préciser les seuils des émergences et des émergences par bande d'octave, et de s'assurer, à l'aide d'une modélisation acoustique, du respect de ces seuils.

La prise en compte de l'ensemble des sources d'émissions acoustiques conduit à un très fort dépassement (bruit ambiant prévisionnel de 46,3 dB(A)) dans le cas du lieu-dit Les Prades. Ce dépassement devra être requalifié selon la réglementation des bruits de voisinage, notamment par bande de fréquence. Le dossier propose dans un premier temps plusieurs mesures de réduction²⁷ conduisant à un niveau résiduel compris entre 37 et 40 dB(A). Il devra être vérifié la suffisance des protections envisagées.

Le dossier conclut qu'un gain supplémentaire compris entre 2 et 5 dB(A) permettrait d'atteindre le seuil visé. Plusieurs pistes sont évoquées dont l'utilisation d'une machine de forage moins bruyante ou le raccordement au réseau électrique mais le dossier n'indique pas l'option retenue.

Il a été indiqué aux rapporteurs que le choix de la machine de forage était en cours d'analyse et qu'il n'avait donc pas été possible d'apporter plus de précisions à ce stade. Il est néanmoins attendu que le porteur de projet présente un ensemble de mesures de réduction qui permettent effectivement d'atteindre les objectifs en termes d'émissions acoustiques selon la réglementation précitée.

L'Ae recommande de justifier le choix de l'indice L50 pour la définition des valeurs maximales de bruit durant la phase chantier et de compléter les mesures d'évitement et de réduction afin de limiter les émissions acoustiques à un niveau acceptable pour l'ensemble des habitations concernées. Elle recommande aussi de justifier la conformité de l'ensemble du projet au décret du 30 août 2016.

L'Ae relève par ailleurs que la définition de mesures plus précises pour la réduction des nuisances sonores aura également un impact positif pour la biodiversité.

Consommations énergétiques, émissions de gaz à effet de serre (GES) et de polluants atmosphériques

Le dossier précise le volume journalier de consommation de fuel pour le fonctionnement de la machine de forage. Estimée entre 3 et 8 m³, elle pourrait évoluer significativement en fonction de la machine qui sera choisie, elle est. La consommation dans le cas d'un raccordement du matériel de forage au réseau électrique n'est pas chiffrée.

Concernant les émissions de polluants atmosphériques, le dossier indique que la quantité de gaz réellement émis dans le cadre du projet serait délicate à chiffrer. Ceci pourrait néanmoins être fait sur la base des hypothèses retenues pour le matériel de forage dans d'autres volets de l'étude d'impact²⁸. Malgré l'absence d'évaluation, le dossier conclut que les émissions de polluants atmosphériques n'auront pas d'incidence significative sur la qualité de l'air compte tenu notamment de la dispersion rapide des éventuelles pollutions au niveau du site du projet à partir d'une situation initiale de bonne qualité.

Les émissions de gaz à effet de serre générées par la phase chantier ne sont pas évaluées, ce qui ne permet notamment pas d'apprécier la plus-value que pourrait représenter le choix d'une

²⁷ Installation d'un écran de 3 mètres sur la périphérie de la plateforme, capotage des échappements des moteurs, insonorisation des équipements du cycle de boues.

²⁸ Il est indiqué dans le cas des émissions acoustiques que « À ce stade du projet, la machine n'est pas choisie. Les modélisations ont été réalisées sur la base d'une machine de type Bentec 350. »

alimentation électrique pour le matériel de forage²⁹. De manière plus générale, les mesures visant à éviter et à réduire les émissions de la phase chantier ne sont pas présentées.

Les émissions de gaz à effet de serre doivent être évaluées en prenant en compte l'ensemble du cycle de vie (émissions liées à l'utilisation et au transport des matériaux notamment) et des composantes du chantier (fonctionnement des installations, artificialisation des sols, éventuelles émissions de gaz carbonique et de méthane liées au forage mentionnées dans le dossier³⁰)

L'Ae recommande de quantifier les émissions de gaz à effet de serre générées par la phase chantier.

Risques sanitaires et environnementaux (intitulé utilisé pour le dossier qui recouvre notamment la radioactivité, la production de gaz géothermaux et la sismicité)

Le dossier mentionne un risque sismique faible. Il est néanmoins fait état de risques de micro-sismicité induite. Un réseau de surveillance sera mis en place (cf. partie 3 du présent avis).

Le risque d'éruption de gaz en provenance du puits de forage est aussi évoqué. Plusieurs mesures sont envisagées mais elles sont renvoyées à des études ultérieures. Il serait nécessaire de préciser les mesures prises pour réduire ce risque.

Compte tenu de la présence potentielle de radioactivité, un contrôle de la radioactivité de l'eau géothermale est prévu et des mesures spécifiques de protection des personnes intervenant sur le site seront prises si nécessaire.

2.3.2 Incidences en phase d'exploitation

Une étude esquisse pour chacune des thématiques les incidences de la phase d'exploitation. Néanmoins, compte tenu de l'approche retenue pour la définition du projet (cf. 1.2) et de la description trop succincte de cette phase, l'analyse se révèle extrêmement sommaire.

Malgré les incertitudes pesant à ce stade sur la réalisation de la phase d'exploitation, le dossier doit être complété par des éléments plus précis sur les incidences potentielles du projet durant la phase d'exploitation et la démarche « éviter, réduire et compenser » doit être appliquée.

Il conviendra également de préciser la durée prévisionnelle d'exploitation compte tenu d'informations divergentes à ce sujet dans le dossier (avec des valeurs comprises entre 30 et 50 ans). Selon les informations fournies oralement aux rapporteurs, cette durée serait de 50 ans.

L'Ae recommande de compléter l'étude d'impact par une analyse des incidences de la phase d'exploitation et d'appliquer la démarche d'évitement, de réduction et de compensation à la conception du projet et aux choix techniques effectués.

²⁹ Compte tenu des consommations de carburant indiquées, les émissions liées au fonctionnement du matériel de forage pourraient représenter entre 4,5 ktCO₂e et 12 ktCO₂e.

³⁰ Ces émissions, mentionnées comme possibles dans le dossier, ne sont pas quantifiées, il a été indiqué oralement aux rapporteurs que les volumes attendus étaient très faibles.

À l'appui des prochaines demandes d'autorisation, une actualisation de l'étude d'impact est à prévoir afin d'intégrer les éléments de définition plus précis du projet, y compris la centrale de production et le raccordement au réseau électrique, ainsi que les éventuelles évolutions du projet³¹.

L'Ae développe ci-dessous les thématiques qui méritent dès à présent une attention malgré l'incertitude pesant sur les suites qui seront données à la phase d'exploration.

Biodiversité

Les éléments fournis dans le dossier concernant les incidences sur la biodiversité durant la phase d'exploitation sont très sommaires. Aucune analyse n'est fournie pour la flore et les indications relatives à la faune sont imprécises³².

L'Ae recommande de compléter l'analyse des incidences du projet sur la biodiversité durant la phase d'exploitation.

Consommations énergétiques et émissions de gaz à effet de serre

Le dossier indique qu'il n'a pas été réalisé à ce stade d'étude détaillée. Il évalue néanmoins les émissions de gaz à effet de serre évitées par le projet à 18 000 tCO_{2e} par an « *sur une base européenne* », c'est-à-dire en prenant comme référence le contenu carbone moyen du kWh d'électricité produit en Europe.

L'utilisation de valeurs moyennes européennes conduit à surestimer très fortement le résultat³³. Ce calcul devrait être présenté en utilisant des données nationales pour les émissions moyennes de la production d'électricité. En prenant en compte la valeur moyenne disponible dans la base carbone de l'Ademe³⁴ pour les installations géothermiques (45 gCO_{2e}/kWh) et les hypothèses de capacité et de disponibilité maximales pour l'installation (respectivement 5 MWe et 95 %), ceci donne un volume d'émissions évitées de 416 tCO_{2e}, soit 43 fois moins que la valeur indiquée dans le dossier.

Compte tenu de l'enjeu de la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de la production d'électricité, ce calcul devrait par ailleurs être réalisé pour les émissions générées en s'appuyant sur des données spécifiques au projet.

L'Ae recommande de préciser :

- ***les émissions de gaz à effet de serre prévues durant la phase d'exploitation ;***
- ***ainsi que les émissions évitées par le projet en prenant en compte l'ensemble du cycle de vie (phases chantier et exploitation) et en utilisant une référence nationale pour le contenu moyen du kWh d'électricité produit.***

³¹ En cas de doute quant à l'appréciation du caractère notable des incidences du projet sur l'environnement et à la nécessité d'actualiser l'étude d'impact, le maître d'ouvrage peut consulter pour avis l'autorité environnementale.

³² Il est indiqué par exemple que « *La présence éventuelle d'un éclairage nocturne sur les installations ou le parking (bien plus limitée qu'en phase exploratoire) pourra induire une perturbation locale.*
Par contre le bâtiment de l'unité offrira des opportunités de gîte supplémentaires. »

³³ L'étude du facteur carbone européen de l'électricité réalisée par le cabinet de conseil PwC estime, pour l'année 2018, le contenu carbone moyen de l'électricité au niveau européen à 296 gCO₂/kWh (<https://www.pwc.fr/fr/publications/developpement-durable/changement-climatique-et-energie/facteur-carbone-europeen-etat-des-lieux.html>).

³⁴ Ces valeurs sont celles imposées pour le calcul des émissions évitées dans les réglementations relatives au bilan d'émissions de gaz à effet de serre.

Patrimoine et paysage

Malgré l'importance identifiée de l'enjeu du paysage, le dossier fournit uniquement un plan masse des unités de production qui seront construites en cas de succès de la phase exploratoire. Aucune information n'est fournie sur la hauteur du bâtiment, ni sur son aspect extérieur.



Figure 6 : Plan masse en cas d'exploitation de deux doublets (Source : dossier)

L'Ae recommande de fournir des informations sur les dimensions et l'aspect des unités de production d'électricité et des équipements annexes et d'analyser d'ores et déjà les conditions de leur intégration paysagère en cohérence avec le patrimoine environnemental du secteur.

La commune de Saint-Pierre-Roche étant soumise à la loi dite « montagne » (articles L. 122-10 et suivants du code de l'urbanisme), l'urbanisation doit être réalisée, sauf cas dérogatoires, en continuité avec l'urbanisation existante. Des dérogations sont envisageables lorsque l'implantation des équipements correspond à une nécessité technique impérative. Le dossier indique que les modalités de prise en compte de la loi « montagne » restent à préciser.

2.4 Évaluation des incidences Natura 2000

L'évaluation prend en compte le seul site Natura 2000 situé à moins de 5 km du projet, la ZSC FR8302013 « Gîtes de la Sioule ». Le lien fonctionnel avec le site étudié est considéré comme fort, compte tenu notamment de la présence de chiroptères à grands territoires.

Le potentiel du site est estimé à 200 individus en période hivernale et 16 espèces de chiroptères ont été identifiées³⁵. L'espèce la plus fréquente est le Petit Rhinolophe et le site est également d'importance régionale pour le Grand Rhinolophe et le Grand Murin. La galerie de Pranal constitue l'un des gîtes majeurs d'hibernation de la région.

Seule la phase des travaux exploratoires a été analysée à ce stade. Compte tenu des mesures de réduction prévues, il est considéré qu'il n'y aura pas d'incidence significative sur les habitats naturels et espèces ayant permis de désigner les sites Natura 2000, ce à quoi l'Ae souscrit, sous réserve de la prise en compte de la recommandation formulée au 2.3.1 de cet avis concernant le calendrier des travaux. Cette analyse doit également être complétée pour la phase exploitation.

³⁵ Selon le formulaire standard de données du site Natura 2000, il s'agit d'espèces résidentes (sédentaires) (source : <https://inpn.mnhn.fr/docs/natura2000/fsdpdf/FR8302013.pdf>).

L'Ae recommande de compléter l'analyse des incidences Natura 2000 afin de prendre en compte la phase exploitation.

2.5 Suivi du projet, de ses incidences, des mesures et de leurs effets

Le dossier prévoit la réalisation d'un suivi par un écologue pour préciser les enjeux avant le démarrage des travaux, évaluer en continu leurs incidences et effectuer un suivi post-travaux. Ce suivi est indispensable compte tenu des enjeux identifiés pour la biodiversité et des incidences résiduelles sur l'avifaune et les chiroptères notamment. Il doit être précisé afin d'identifier les espèces qui feront l'objet d'un suivi ainsi que la durée prévue³⁶ en envisageant le cas où le projet serait arrêté à l'issue des forages et celui où les puits seraient exploités.

Il conviendrait également de prévoir un suivi des pratiques « agro-environnementales », envisagées au titre des mesures d'accompagnement en faveur de la biodiversité, dont la mise en œuvre et le partage des responsabilités pourraient s'avérer complexe compte tenu de la multitude des acteurs concernés.

Le dossier prévoit par ailleurs un suivi hydrologique en cas de prélèvements dans la Miousse et un suivi de la sismologie.

Compte tenu des hypothèses sur les matériels de forage pris dans la modélisation acoustique, il conviendrait de réaliser des mesures *in situ* pour s'assurer que les émergences sonores restent en deçà des seuils réglementaires pendant la phase chantier.

L'Ae recommande de compléter le dispositif de suivi par des mesures acoustiques et des informations plus précises sur le contenu et la durée du suivi dans le cas de la biodiversité et de prévoir un suivi des mesures d'accompagnement agro-environnementales.

2.6 Résumé non technique

Le résumé non technique est didactique et comporte l'essentiel des informations. Il présente les mêmes qualités et les mêmes lacunes, sur la phase exploitation notamment, que le dossier.

L'Ae recommande de prendre en compte dans le résumé non technique les conséquences des recommandations du présent avis.

3. Étude des dangers / Étude de maîtrise des risques

Le dossier comprend une analyse de la compatibilité des risques industriels du projet avec la sécurité publique.

Les risques pris en compte sont le risque d'intrusion, celui lié à la circulation des véhicules, les risques sanitaires liés au bruit du chantier, les risques liés au vent fort, d'incendie, de déversement accidentel de produits, de fuite d'eau géothermale salée (avec infiltration dans le sol et les nappes superficielles), de radioactivité naturelle (exposition au rayonnement des travailleurs en raison de la radioactivité potentielle de l'eau souterraine), liés à l'émission de gaz géothermaux (dont

³⁶ Il est seulement mentionné que ce suivi serait réalisé « *sur quelques années consécutives* ».

notamment l'hydrogène sulfuré) et le risque environnemental lié à la sismicité induite. La majorité des nuisances potentielles concerne les travailleurs intervenant sur le site.

Il est indiqué que les risques du projet identifiés sont ceux susceptibles de se produire « *pendant la phase de travaux miniers, et par extension pendant la phase d'exploitation* ». L'analyse s'appuie sur le document édité par l'institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) en 2017 « *État des connaissances sur les risques, impacts et nuisances potentiels liés à la géothermie profonde* ».

Concernant le risque de fuite d'eau géothermale salée, les têtes de puits seront équipées de bloc d'obturation de puits permettant une fermeture d'urgence. En cas de fuite, l'eau géothermale sera confinée dans la cave puis évacuée en filière adaptée. La capacité de stockage et la justification du dimensionnement ne sont pas fournies dans le dossier, elles devraient être précisées.

La radioactivité des fluides géothermaux fera l'objet d'un suivi. Il est indiqué successivement que le risque est « *absolument nul* » pour les phases de forage et « *très faible* » pendant les essais. Le dossier précise qu'il pourrait s'intensifier en phase d'exploitation compte tenu de l'accumulation possible des particules radioactives. Ces affirmations ne sont pas étayées dans le dossier.

Les émanations d'hydrogène sulfuré, jugées peu probables, font l'objet de mesures spécifiques pendant les phases de forage et d'essais (mise sous pression de l'eau géothermale, utilisation d'une boue avec un pH basique, suivi par détecteurs, utilisation d'inhibiteurs en cas de détection de gaz, etc.).

Le risque environnemental de sismicité induite est lié aux opérations d'injection d'eau lors des essais de puits. Des microséismes voire des séismes de faible magnitude pourraient se produire. Le risque est qualifié de faible à modéré et fera l'objet d'un suivi au travers du réseau de surveillance sismologique.

Un protocole est prévu pouvant aller jusqu'à la suspension des opérations Le seuil d'alerte maximal est fondé sur un événement d'une magnitude de 2 sur l'échelle de Richter.

Les risques sont caractérisés en prenant en compte la probabilité d'occurrence d'un accident et sa gravité en utilisant pour chaque critère 4 niveaux (cf. figure 7).

Classification	A	B	C	D
Probabilité d'occurrence	Probable (plusieurs fois par an)	Peu probable (1 fois par an)	Très peu probable (1 fois tous les 10 ans)	Improbable (1 fois tous les 50 ans)
Classification	I	II	III	IV
Gravité et conséquences	Modéré-- Blessures légères- Dommages matériels peu importants-Aucun impact significatif sur l'environnement (mineur et contenu)	Sérieux-Blessures importantes potentiellement permanentes- Dommages matériels notables-Impact négatif local sur l'environnement (majeur et contenu)	Important-Blessures sévères potentiellement létales, incapacités permanentes- Dommages matériels importants- Dommages environnementaux locaux (mineurs et non contenus)	Catastrophique- Blessures létales- Dommages matériels considérables- Dommage environnementaux régionaux (majeurs et non contenus)

Figure 7 : Classification des probabilités d'occurrence et des gravités et conséquences (Source : dossier)

Une matrice des risques est établie en croisant ces deux paramètres et conduit à une qualification du risque selon trois niveaux ; acceptable, tolérable, non acceptable (cf. figure 8).

Risques identifiés	Phénomènes potentiels	Probabilité d'occurrence	Gravité	Niveau de risque brut
Intrusion	l'accident par intrusion d'un public non averti sur la zone de chantier ou actes de malveillance	C	III	RM
Circulation des véhicules	l'accident de circulation	B	II	RF
Bruit du chantier	dérangement des riverains	B	I	RF
Incendie	non-maîtrise, propagation du feu, blessures	C	III	RM
Déversement accidentel de produits	l'infiltration de polluant par accident dans le sol et les nappes superficielles	C	II	RM
Fuite d'eau géothermale salée	pollution du milieu (sub-surface) par les eaux géothermales et blessures éventuelles subies par le personnel à proximité	D	III	RF
Radioactivité naturelle	pollution du milieu (sub-surface) par les eaux géothermales et blessures éventuelles subies par le personnel à proximité	D	I	RF
Emanations de gaz	l'intoxication, l'asphyxie ou des dommages matériels liés à l'émanation de gaz	C	III	RM
Sismicité induite	microséismes voire des séismes de faible magnitude	D	III	RF

Figure 8 : Matrice du niveau de risque en fonction de la gravité et de la possible occurrence d'un accident (RF : risque faible jugé acceptable, RM : risque modéré jugé tolérable).

Le dossier ne précise pas les références méthodologiques utilisées. La qualification du niveau d'acceptabilité en fonction de l'occurrence et de la gravité ne semble pas pertinente. Qualifier l'occurrence d'improbable pour un évènement susceptible de se produire tous les 50 ans alors que la durée prévisionnelle du projet serait elle-même de 50 ans paraît inadapté. En particulier, il ne paraît pas concevable de considérer qu'un risque « *important* » (avec des blessures potentiellement létales) susceptible de se produire tous les 50 ans est « *acceptable* ».

La méthodologie retenue conduit ainsi à qualifier de modéré un risque « *important* » susceptible d'intervenir tous les 50 ans alors qu'il peut entraîner des blessures sévères potentiellement létales, des incapacités permanentes, des dommages matériels importants et des dommages environnementaux « *locaux (mineurs et non contenus)* ».

Compte tenu des éléments présentés, l'affirmation selon laquelle « *aucun risque industriel majeur n'est identifié sur le projet* » n'est pas suffisamment étayée et démontrée.

L'Ae recommande de revoir la qualification des risques industriels, en fonction de leur occurrence et de leur gravité et, le cas échéant, d'adopter des mesures complémentaires pour permettre de les éviter ou de les réduire.