



Autorité environnementale

**Avis délibéré de l'Autorité environnementale
sur la demande de prolongation du permis
exclusif de recherches géothermie haute
température de Pau - Tarbes (64-65)**

n°Ae : 2025-070

Avis délibéré n° 2025-070 adopté lors de la séance du 24 juillet 2025

IGEDD / Ae – Tour Séquoia – 92055 La Défense cedex – tél. +33 (0) 1 40 81 90 32 – www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/l-autorite-environnementale-r145.html

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

L'Ae¹ s'est réunie le 24 juillet 2025 en visioconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur la demande de prolongation du permis exclusif de recherches géothermie haute température de Pau – Tarbes (64–65).

Ont délibéré collégalement : Sylvie Banoun, Nathalie Bertrand, Marc Clément, Christine Jean, Noël Jouteur, François Letourneux, Laurent Michel, Olivier Milan, Serge Muller, Jean-Michel Nataf, Alby Schmitt, Véronique Wormser.

En application de l'article 4 du règlement intérieur de l'Ae, 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 absent(e)s : Karine Brulé, Virginie Dumoulin, Laure Tourjansky, Éric Vindimian.

N'a pas participé à la délibération, en application de l'article 4 du règlement intérieur de l'Ae : Laurent Michel

* *

L'Ae a été saisie pour avis par la directrice générale de l'énergie et du climat du ministère de la transition écologique, de la biodiversité, de la forêt, de la mer et de la pêche, l'ensemble des pièces constitutives du dossier ayant été reçues le 20 mai 2025.

Cette saisine étant conforme aux dispositions de l'article R. 122-17 du code de l'environnement relatif à l'autorité environnementale prévue à l'article L. 122-7 du même code, il en a été accusé réception. Conformément à l'article R. 122-21 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 le 2 juin 2025 :

- *la ministre chargée de la santé,*
- *le préfet des Hautes-Pyrénées et le préfet des Pyrénées-Atlantiques,*

En outre, l'Ae a consulté par courrier le 2 juin 2025 :

- *les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Nouvelle-Aquitaine et d'Occitanie.*

Sur le rapport de Gilles Croquette et Véronique Wormser qui ont rencontré le porteur de projet le 11 juillet 2025, après en avoir délibéré, l'Ae rend l'avis qui suit.

Pour chaque plan ou programme soumis à évaluation environnementale, une autorité environnementale désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition de la personne publique responsable et du public.

Cet avis porte sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par la personne responsable, et sur la prise en compte de l'environnement par le plan ou le programme. 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.

Aux termes de l'article L. 122-9 du code de l'environnement, l'autorité qui a arrêté le plan ou le programme met à disposition une déclaration résumant la manière dont il a été tenu compte du rapport environnemental et des consultations auxquelles il a été procédé.

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 de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD).

Synthèse de l'avis

Le dossier présenté par 2gré, société de Arverne Group SAS, concerne la deuxième période de prolongation de cinq ans du permis exclusif de recherches (PER) au titre de la géothermie haute température de Pau – Tarbes, accordé initialement en 2013. La surface concernée est de 442 km². Il est prévu dans le cadre du PER l'acquisition de nouvelles données géophysiques, la finalisation de la conception et la réalisation d'un premier doublet géothermique à Lons, à proximité de Pau, ainsi que la conception d'un second projet de doublet géothermique au niveau de Tarbes.

Les impacts du PER seront limités pour l'essentiel à ceux des forages et, outre les nuisances liées aux travaux, porteront principalement sur les vibrations, le bruit, les risques liés à la sismicité, la ressource en eau. Les autres enjeux devront être précisés au moment des demandes d'autorisation nécessaires aux travaux : biodiversité, qualité de l'air, émissions de gaz à effet de serre et paysages.

Les références fournies au titre de l'évaluation environnementale sont anciennes et le dossier doit être restructuré afin de présenter clairement et de façon précise les incidences de la prolongation du PER pour chacune des thématiques environnementales.

Les principales recommandations de l'Ae sont :

- d'envisager dès le stade du PER des principes plus précis de mesures d'évitement, de réduction, voire de compensation,
- de compléter le dossier par une analyse sommaire des incidences du futur projet d'ensemble, comprenant les travaux d'exploitation et les travaux d'exploration afférents, et une présentation des premières mesures d'évitement, de réduction et de compensation à envisager,
- de préciser les dispositions prévues pour maîtriser le risque de sismicité induite lors des phases de test et d'exploitation des doublets géothermiques.

L'ensemble des observations et recommandations de l'Ae est présenté dans l'avis détaillé.

Avis détaillé

1 Contexte, présentation du permis exclusif de recherche et enjeux environnementaux

1.1 Contexte du permis exclusif de recherches

Le dossier présenté par 2gré concerne la deuxième période de prolongation du permis minier d'autorisation de recherches au titre de la géothermie haute température sur le secteur de Pau – Tarbes, dit « PER de Pau – Tarbes ».

Le PER a été octroyé le 14 mars 2013 pour une durée de cinq ans, renouvelable. Ce permis a fait l'objet d'une première prolongation le 30 juillet 2019 jusqu'au 30 mars 2023. Il a initialement été attribué à la société « Fonroche Géothermie », devenue par la suite « Géorhin » puis en 2023 « 2gré » lorsque la société a rejoint Arverne Group SAS.

Le PER est situé dans les Hautes Pyrénées (65) en région Occitanie, en majeure partie, et dans les Pyrénées Atlantiques (64) en région Nouvelle Aquitaine. La superficie totale du permis initial de 1 038 km² a été réduite à 985 km² lors de la première prolongation et la demande de deuxième prolongation porte sur une surface de 442 km², de nouveau réduite.

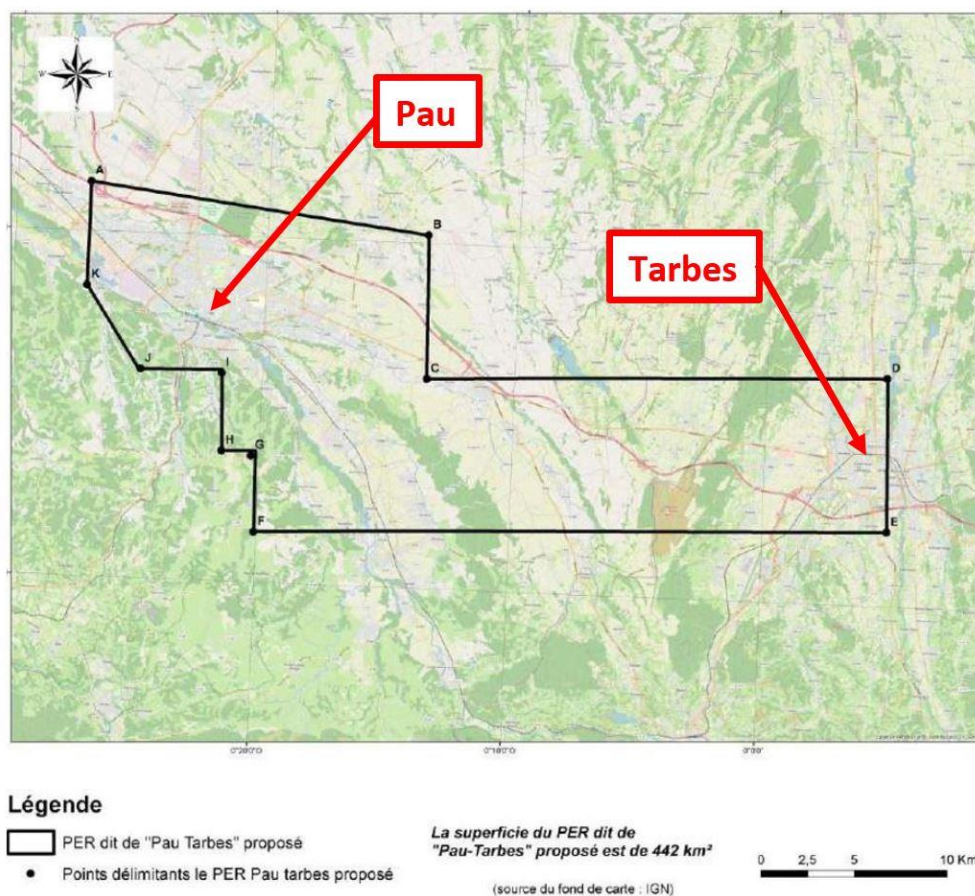


Figure 1 : périmètre du PER dans le cadre du deuxième renouvellement
(source : dossier modifié par les rapporteurs)

Les premiers travaux réalisés pour ce PER ont permis :

- d'identifier les roches réservoirs cibles profondes (Albien, Aptien, Barrémien, Malm, Dogger),
- de délimiter les zones où la température permet d'envisager des projets de production en cogénération de chaleur ou éventuellement d'électricité (une température minimale de 130°C est recherchée),
- d'étudier des cibles à 60°C qui présenteraient un bon potentiel pour certains réseaux basse température du secteur.

La deuxième période du PER a été consacrée notamment :

- sur le secteur de Lons : à la mise en place du projet Fongeosec², à l'obtention d'une autorisation d'ouverture de travaux miniers sur la commune de Lons, à l'étude de ressources basse température sur le secteur de Pau et à des études sur le retour d'expérience de l'incident sismique survenu à Vendenheim dans le cadre du PER dit de Strasbourg également détenu par Georhin³,
- sur le secteur de Tarbes : à la validation du potentiel existant,
- sur le secteur ouest du PER : à la synthèse bibliographique des bases de données géologiques et de forages.

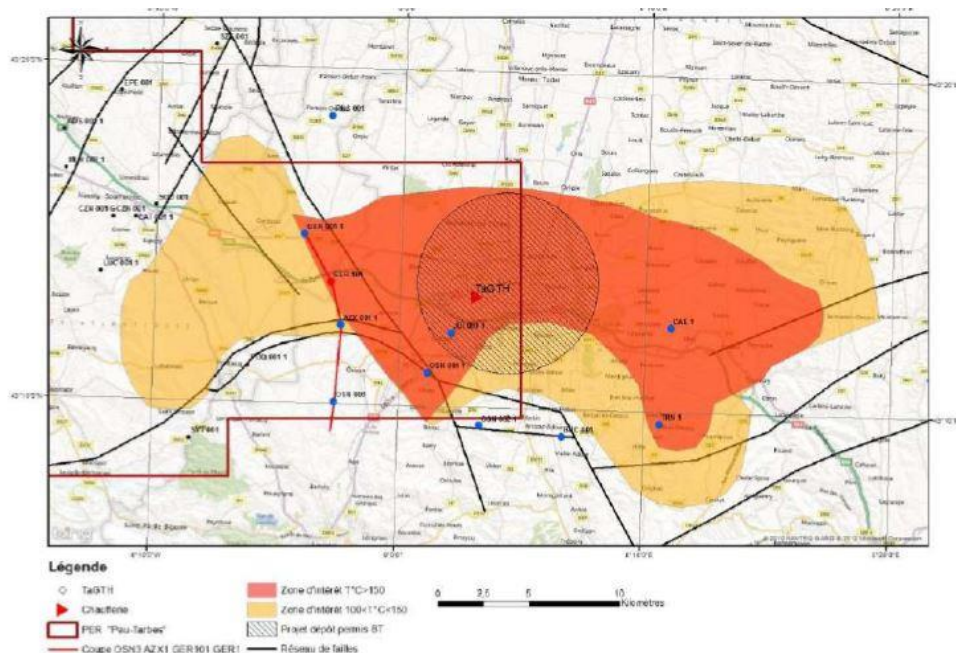


Figure 2 : zones d'intérêts identifiées, en basse température (en jaune) et haute température (en orange) au niveau du Bassin de Tarbes (source : dossier – la qualité des illustrations du dossier est à améliorer)

Des besoins énergétiques pouvant être satisfaits en partie grâce à la géothermie ont été identifiés :

- la communauté d'agglomération de Pau Béarn Pyrénées (CAPBP) a mis en place un réseau de chaleur avec un objectif de livraison à terme de 130 GWh/an (ce réseau fonctionne

² Le projet Fongeosec, soutenu financièrement par l'Ademe et le Commissariat général à l'investissement (CGI) dans le cadre des investissements d'avenir, avait pour objectif de concevoir et de réaliser à Lons (64) un démonstrateur innovant d'une centrale géothermique haute enthalpie de 5,5 MW électriques et 18 MW thermiques. Il a été indiqué oralement aux rapporteurs que le démonstrateur n'a pas été réalisé.

³ Un événement sismique de magnitude maximale 3,6 a été enregistré pour ce projet le 4 décembre 2020 pendant des tests de connectivité entre les puits. Cet événement a conduit à la suspension du projet par arrêté préfectoral. Le comité d'experts nommé a conclu qu'il y avait un lien. Cf ; [Rapport du comité d'experts créé en appui à l'administration sur la boucle géothermique GEOVEN – Géothermie – Environnement – Actions de l'État – Les services de l'État dans le Bas-Rhin](#)

actuellement en utilisant de la biomasse et la valorisation énergétique de déchets) ; des réflexions sont en cours dans l'agglomération paloise pour le développement d'autres réseaux de chaleur, la capacité énergétique cumulée de ces projets est de 30 GWh/an dont 80 % pourraient être satisfaits à partir de ressources géothermiques,

- le projet de réseau de chaleur de la ville de Tarbes dont la puissance pourrait être d'environ 32 GWth⁴ pour son périmètre de base et jusqu'à 55 GWth pour son périmètre étendu (deux extensions possibles) ; le projet initié en 2011 a néanmoins été suspendu en 2013.

1.2 Présentation de la deuxième période de prolongation du PER

1.2.1 Programme des études et travaux de la deuxième période de prolongation du PER

La deuxième période de prolongation du PER Pau – Tarbes couvre la période 2023–2028. Le programme des études et travaux envisagés au cours de cette période comprend :

- l'acquisition de nouvelles données géophysiques par le rachat et la réinterprétation de données anciennes et éventuellement par un nouveau levé grâce à la technique de la sismique réflexion en « pseudo 3D », (selon les parties des dossiers il est fait mention de méthodes « pseudo 3D » ou « 3D » ; l'éventuelle différence entre celles-ci est à exposer).
- la finalisation de la conception et la réalisation du premier doublet géothermique sur un site d'implantation dans la zone de Pau, avec pour objectif principal la reconnaissance de réservoirs géologiques aux alentours de 1 700 m (cible vers 60°C) et de 4 000 m (cible vers 160°C) de profondeur,
- la conception (modélisation, évaluation du réservoir, définition des trajectoires de puits) d'un projet de doublet géothermique dans la zone de Tarbes.

Le calendrier prévisionnel prévoit notamment des travaux complémentaires d'acquisition de données géophysiques entre 2023 et 2026, des travaux de forage et la réalisation des tests sur les puits entre le troisième trimestre 2026 et le troisième trimestre 2028. Dans le cas où les tests se révéleraient conclusifs, la demande d'exploitation et les travaux de développement sont annoncés à partir du deuxième semestre 2028. Il a été indiqué aux rapporteurs que ce calendrier élaboré en juillet 2023 était toujours d'actualité. Le budget total de la deuxième période exploratoire est estimé à 16,4 millions d'euros.

Concernant les équipements utilisés pour la phase de forage, le dossier mentionne que dans le cadre du projet Fongeosec, il était prévu d'utiliser un rig⁵ « vert » (non bruyant, présentant une empreinte au sol réduite, etc.) mais il n'est pas indiqué si ce même type d'équipement est bien prévu dans le cadre du PER.

1.3 Phase d'exploitation éventuelle

Les modalités de transfert de la chaleur ou de sa transformation en électricité (centrale de cogénération par exemple) ne font pas l'objet de développements à ce stade, ni les connexions aux réseaux électriques, ni les possibles créations de réseaux de chaleur par exemple.

⁴ GWth : gigawatt thermique

⁵ Rig : ensemble des installations et équipements servant à creuser des puits de pétrole ou de gaz

Si, à l'issue des forages exploratoires et des tests, un projet d'exploitation géothermique est décidé, les travaux d'exploration finale nécessaires et les aménagements de cogénération de chaleur, les raccordements aux réseaux de chaleur, voire la réalisation de ces réseaux constitueront un seul projet⁶, dont les incidences seront à apprécier dans leur ensemble. L'évaluation environnementale sera actualisée au fur et à mesure des demandes d'autorisations nécessaires à sa réalisation.

L'Ae recommande d'élargir la description des aménagements envisagés à ceux pouvant découler du PER si les résultats de l'exploration de la ressource et des forages étaient positifs, en s'appuyant sur les démarches de prospection de clients pour la chaleur.

1.4 Procédures relatives au permis exclusif de recherche

La demande de deuxième prolongation du PER Pau – Tarbes a été déposée le 12 novembre 2022 et modifiée le 7 juillet 2023. Les demandes de permis exclusifs de recherches font l'objet d'une évaluation environnementale en tant que plan et programme⁷. L'approbation du titre minier donnant lieu à une décision ministérielle, l'Ae est l'autorité environnementale compétente.

La réalisation d'un ou de plusieurs forages nécessitera une demande d'autorisation ou une déclaration d'ouverture de travaux miniers (DAOTM ou DOTM).

Si les résultats sont positifs, une demande de concession pourrait être déposée. Cette demande de concession devra faire l'objet d'un avis de l'autorité environnementale.

1.5 Principaux enjeux environnementaux relevés par l'Ae

Les incidences du PER seront limitées pour l'essentiel à celles des forages et, outre les nuisances liées aux travaux, porteront principalement sur les vibrations, le bruit, les risques liés à la sismicité, la ressource en eau. Les autres enjeux, en particulier de biodiversité, sont difficiles à évaluer à ce stade en l'absence d'indications sur les secteurs de forages potentiels.

Les autres enjeux devront être précisés au moment des demandes d'autorisation nécessaires aux travaux : biodiversité, qualité de l'air, émissions de gaz à effet de serre et paysages.

⁶ Il est de la responsabilité du maître d'ouvrage de définir et de justifier un périmètre de projet qui garantit que l'ensemble de ses incidences, intégrant tout ou partie des travaux ou activités associés, sur l'environnement et la santé humaine, aura été évalué. La note de la Commission européenne [ENV.A/SA.sb Ares \(2011\) 33433](#) du 25 mars 2011 relative à la prise en compte de « travaux associés » dans l'évaluation environnementale d'une infrastructure principale précise qu'« il convient de vérifier si ces travaux associés peuvent être considérés comme partie intégrante des travaux d'infrastructure principale. Cette vérification devrait être basée sur des critères objectifs tels que la finalité, les caractéristiques, la localisation de ces travaux associés et leurs liens avec l'infrastructure principale ». Cette même note préconise aussi, pour déterminer si de tels travaux associés doivent être considérés comme partie intégrante de l'intervention principale au regard de l'évaluation environnementale, un test de vérification et d'évaluation dit « du centre de gravité » : « Ce test du centre de gravité devrait vérifier si ces travaux associés sont centraux ou périphériques par rapport aux travaux principaux et dans quelle mesure ils sont susceptibles de prédéterminer les conclusions de l'évaluation des impacts environnementaux ». Le projet d'ensemble comprendrait alors les travaux d'exploitation géothermique (forages d'exploitation, réseau de chaleur).

⁷ En application de l'[arrêté du 3 avril 2025](#) soumettant les demandes d'octroi, d'extension ou de prolongation de titres régis par le code minier introduites avant le 1^{er} juillet 2024 à évaluation environnementale. Cet arrêté a été pris suite à la décision du Conseil d'État du 12 juillet 2024 qui estime nécessaire de soumettre à évaluation environnementale les octrois, extensions et prolongations de titres.

2 Analyse de l'évaluation environnementale

Les éléments relatifs à l'évaluation environnementale de la demande de deuxième prolongation du PER se trouvent dans deux pièces du dossier : une notice d'impact de novembre 2022 et un document intitulé « *Complément du dossier de prolongation : mise en conformité du dossier déposé aux exigences de l'article R. 122-20 du code de l'environnement* » de janvier 2025.

La notice d'impact comporte des références anciennes, avec des données de 2012 ou antérieures (trafic, documents de planification pour la gestion de la ressource en eau, listes rouges de l'Union internationale pour la conservation de la nature...).

Le document complémentaire a pour objectif de répondre formellement à la demande de fournir une évaluation environnementale, ce qui résulte de la décision du Conseil d'État du 12 juillet 2024⁷. Il s'agit davantage d'ajouts de paragraphes destinés à traiter littéralement tous les items d'une évaluation environnementale : articulation avec d'autres plans, solutions de substitution raisonnables, raisons pour lesquelles le projet a été retenu. Pour le reste ce document renvoie à la notice d'impact, sans modification.

Par ailleurs, le plan adopté pour l'analyse des incidences comprend à la fois des chapitres correspondant à des types d'opérations (études géosciences, investigations géophysiques, chantier de forage) et des thématiques environnementales (milieu naturel, milieu humain). Les incidences sur la ressource en eau sont isolées dans une partie distincte. Le dossier semble avoir été constitué en juxtaposant différentes analyses disponibles. Il convient de restructurer ces éléments.

L'Ae recommande de restructurer les chapitres de l'évaluation environnementale afin de présenter clairement les incidences de la prolongation du PER pour chacune des thématiques environnementales.

Le PER concerne un programme de recherches et ne conduit pas nécessairement à une demande de concession et un début d'exploitation. Pour autant, l'évaluation environnementale du PER constitue une opportunité de préciser et d'anticiper les problématiques auxquelles sera confrontée la société 2gré dans les phases suivantes de son projet (travaux d'exploration complémentaires, demandes de concession, réalisation et exploitation des installations de production de chaleur et d'électricité...). Il serait utile que le rapport environnemental décrive, dès l'étape du PER, les incidences possibles de la phase d'exploitation, ne serait-ce que les principales, en particulier sur le paysage, les eaux souterraines et les risques, notamment sismiques. Cela permettrait d'éclairer le public sur les principaux enjeux du projet d'ensemble et d'identifier les premières mesures d'évitement, de réduction ou de compensation (ERC) à envisager, comme les secteurs à exclure du fait des enjeux environnementaux qu'ils présentent (zones humides...) ou d'aléas (risques d'inondation...). Cette opportunité n'a pas été saisie dans le dossier présenté.

L'Ae recommande de compléter le dossier par une appréciation des incidences du futur projet d'ensemble, comprenant les travaux d'exploitation et les travaux d'exploration afférents, et une présentation des premières mesures d'évitement, de réduction et de compensation à envisager.

2.1 Articulation du PER avec d'autres plans ou programmes

Une analyse figure dans le dossier, en particulier par rapport au schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) Adour Garonne 2022–2027. La compatibilité avec les schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (Sraddet), le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (Sage) « Adour–Amont », les plans climat air énergie territoriaux (PCAET) est examinée de façon très succincte⁸. Enfin une analyse de compatibilité a été faite avec les plans locaux d'urbanisme (PLU) de la zone. La démarche requise par le code de l'environnement, d'analyser l'articulation du plan avec d'autres plans et schémas, est d'une autre nature que celle produite ; pour l'Ae, elle devrait porter sur le niveau de contribution du PER à l'atteinte des objectifs de ces plans.

Il manque à cette liste l'analyse de l'articulation du projet de PER avec les plans de prévention des risques, en particulier des risques de mouvements de terrain, ce qui constitue un enjeu important s'agissant de projets de géothermie.

L'Ae recommande d'analyser l'articulation du projet avec les plans de prévention des risques naturels de la zone, en particulier les plans de prévention des risques de mouvements de terrain.

2.2 État initial, analyse des incidences et mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces incidences

Les informations fournies pour l'état initial sont sommaires, très générales et souvent anciennes. Si cela s'explique en partie par la date de dépôt du dossier initial (2022), il convient, de manière générale, de mettre à jour les données et références⁹ utilisées.

L'analyse des incidences est, dans l'ensemble, trop évasive et les mesures proposées sont imprécises. Le dossier souffre notamment de l'absence de conclusion claire sur le niveau des incidences brutes, avant définition des mesures d'évitement, de réduction et de compensation (ERC), et résiduelles (incidences qu'il conviendra de traiter dans le cadre des projets qui seront élaborés dans le cadre du PER afin d'aboutir à l'absence d'incidences significatives notables).

En application de l'article R. 122–2 du code de l'environnement, les forages pour l'exploration ou l'exploitation de gîtes géothermiques, à l'exception des gîtes géothermiques « de minime importance »¹⁰ (qui ne sont pas concernés ici), devront faire l'objet d'une demande d'examen au cas par cas, ce qui peut conduire, si besoin, à la réalisation d'une évaluation environnementale. L'analyse des travaux de forage fera donc ultérieurement l'objet d'une analyse plus précise, mais des premières informations pourraient être fournies dès le stade du PER.

⁸ Dans le cas des PCAET, seuls les objectifs généraux de ces plans sont pris en compte. Les PCAET concernés par le PER, leur état d'avancement et leur contenu ne sont pas présentés.

⁹ Le dossier indique par exemple que la direction départementale de l'équipement et de l'agriculture (DDEA) sera consultée. Ce service, auquel a succédé la direction départementale des territoires (DDT), n'existe plus depuis 2010.

¹⁰ Le régime de la géothermie de minime importance offre un cadre réglementaire allégé pour des exploitations de gîtes géothermiques répondant à certaines conditions (notamment : puissance de l'installation inférieure à 500 kW, profondeur des forages inférieures à 200 m).

L'Ae recommande :

- ***d'actualiser les données et références utilisées pour l'état initial, d'approfondir l'analyse des incidences et d'envisager dès le stade du PER des mesures plus ciblées d'évitement, de réduction, voire de compensation,***
- ***de caractériser le niveau des incidences brutes potentielles (avant mesures d'évitement, de réduction et de compensation) et résiduelles.***

Au-delà de la recommandation générale formulée ci-dessus, l'analyse présentée dans les sections suivantes vise à souligner des besoins plus spécifiques par thématique.

2.2.1 Milieu physique

Climat et qualité de l'air

Concernant l'état initial, il n'est fourni aucun élément sur la qualité de l'air alors que des données sont facilement disponibles ¹¹.

Les travaux de forage seront à l'origine, selon le dossier, d'émissions en raison de l'utilisation de moteurs diesel dont l'impact pour les habitations pourrait être réduit en implantant le chantier « *sous le vent* ». Il est précisé que cela se fera « *dans la mesure des possibilités techniques* », ce qui n'apporte pas de garantie en termes de résultats.

Des venues d'hydrocarbures (sous forme de pétrole mais aussi de gaz) et d'hydrogène sulfuré (H₂S) sont possibles lors des essais de production. Des systèmes de torchage et de traitement du H₂S sont prévus. Il conviendrait de fournir un ordre de grandeur des volumes susceptibles d'être émis.

Les incidences des forages en termes d'émissions de gaz à effet de serre (GES) ne sont pas évoquées. Certaines informations de base comme le type d'alimentation envisagé pour les matériels de forage (réseau électrique ou groupe électrogène) ne sont pas présentées.

L'Ae recommande de fournir un ordre de grandeur des volumes d'hydrocarbures (liquides ou gazeux) et d'hydrogène sulfuré susceptibles d'être émis lors des travaux de forage et des essais de production et d'indiquer si des premières mesures sont d'ores et déjà identifiées pour éviter ou limiter les émissions de polluants et gaz à effet de serre.

Nuisances sonores

Le dossier fait part :

- pour l'état initial, de niveaux de bruit d'ambiance pouvant être très faibles notamment de nuit, avec un minimum de 25 dB(A) pour les milieux ruraux, résidentiels et suburbains,
- de niveaux de bruit pouvant atteindre à 300 m jusque 45 à 55 dB(A) de nuit pour des travaux de forage.

Compte tenu de ces éléments, l'augmentation du bruit de nuit pourrait être dans les cas les plus défavorables de 30 dB(A) à 300 m de la plateforme de forage, ce qui est considérable. La mesure

¹¹ Les données produites par Atmo Nouvelle-Aquitaine et Atmo Occitanie, les associations régionales de surveillance de la qualité de l'air, pourraient ainsi être mobilisées.

proposée consistant, en zone rurale, à implanter les travaux de forage au minimum à 300 m des habitations est insuffisante.

Des études de bruit détaillées sont annoncées pour les futures demandes d'autorisations de forage. Il conviendra pour ces études de définir précisément l'état initial, de caractériser les incidences en prenant en compte le matériel et le mode d'alimentation qui sera effectivement utilisé et de définir des mesures adaptées à la configuration du site, y compris des mesures de suivi.

Vibrations

Concernant les travaux d'acquisition de données géophysiques, il est indiqué que les incidences des camions vibrateurs sur les constructions pourront être limitées par l'évitement des zones urbanisées et, si besoin, la réduction du nombre de camions et l'adaptation des fréquences utilisées.

Les travaux de forage devront faire l'objet d'analyses spécifiques, à détailler dans le cadre des demandes d'autorisations d'ouverture de travaux miniers, en fonction de l'emplacement envisagé.

Hydrologie et hydrogéologie

Le réseau hydrographique est dense, les deux principaux cours d'eau sont l'Adour et le Gave de Pau.

Huit nappes d'eau souterraines sont recensées au niveau du PER dont deux nappes alluviales largement utilisées pour l'alimentation en eau destinée à la consommation humaine, dite « potable » et l'irrigation, et très vulnérables, car peu ou non protégées de l'impact des activités de surface. Les deux nappes d'eau répertoriées les plus profondes constituent les cibles du PER (l'aquifère de Crétacé inférieur en tant que cible secondaire et, plus profond, l'aquifère du Jurassique qui est la cible principale).

Parmi les aquifères intermédiaires, l'aquifère Éocène constitue du fait de la bonne qualité des eaux une ressource stratégique et la plus sollicitée du Bassin aquitain. Cet aquifère est exploité pour l'alimentation en eau potable à Bordes, au sud-est de Pau. L'aquifère Paléocène sous-jacent est également exploité pour l'alimentation en eau potable.

L'aquifère du Crétacé inférieur (cible secondaire du PER) est, selon les termes du dossier, « *[utilisé] pour l'eau potable, bien plus au nord du territoire du permis, en bordure de l'Adour* ». Il serait utile de préciser la distance entre le PER et les captages.

Les captages pour l'alimentation en eau « potable » sont cartographiés, mais il conviendrait de fournir des informations complémentaires sur les périmètres de protection associés et les aires d'alimentation de ces captages.

L'Ae recommande de reporter sur carte les aires d'alimentation et les périmètres de protection des captages d'alimentation en eau dite « potable », destinée à la consommation humaine.

Un ensemble de mesures classiques sont définies pour éviter les incidences des forages sur les eaux superficielles, liées à l'utilisation des boues de forage (dont la composition n'est pas caractérisée), aux déblais, aux eaux de lavage, aux carburants ou lubrifiants et aux eaux de ruissellement.

Concernant la protection des nappes d'eaux souterraines, la pose successive de cuvelages cimentés lors des forages vise à empêcher toute communication entre les couches rencontrées au cours du forage et l'intérieur du puits. Par ailleurs, le métal des tubages sera sélectionné de manière à offrir la protection anticorrosion la plus adaptée aux aquifères traversés.

2.2.2 Milieux naturels

L'état initial pour les milieux naturels comprend des descriptions succinctes accompagnées de cartes des zones inventoriées et protégées au titre des habitats, de la faune et de la flore :

- cinq zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (Znieff)¹² de type I et trois de type II,
- quatre sites classés au titre du réseau Natura 2000¹³ dont trois zones spéciales de conservation¹⁴ et une zone de protection spéciale¹⁵,
- un arrêté préfectoral de protection du biotope (APPB « Gave de Pau ») inclus partiellement dans le périmètre.

Le dossier comprend également quelques informations complémentaires sur la flore et la faune : présence de nombreuses espèces protégées (sans plus de précision), de milieux sensibles, principalement dans la partie sud et le long des cours d'eau, plans nationaux de restauration d'espèces...

Concernant les zones humides, il est seulement indiqué qu'il n'y a pas de zone d'importance internationale désignée au titre de la convention Ramsar¹⁶ dans le périmètre du PER ou à proximité. Ceci doit être complété en prenant en compte l'ensemble des zones humides, ce qui pourra aisément être fait en s'appuyant sur les inventaires disponibles à l'échelle régionale ou à celui du bassin hydrographique.

L'Ae recommande de compléter l'inventaire des zones humides à l'échelle du PER.

Le dossier affirme de façon non étayée que les travaux de forage n'auront aucun impact résiduel sur la faune. La seule mesure envisagée à ce stade est l'évitement de toutes les « zone[s] de protection notamment faunistique et floristique »¹⁷. Ceci ne constitue pas une garantie suffisante et ne couvre pas les enjeux à préserver visés par les zones d'inventaire.

¹² L'inventaire des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (Znieff) a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. On distingue deux types de Znieff : les Znieff de type I : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ; les Znieff de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

¹³ 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).

¹⁴ « Gave de Pau », « Parc boisé du château de Pau » et « Vallée de l'Adour »

¹⁵ « Barrage d'Artix et Saligues du Gave de Pau »

¹⁶ La Convention sur les zones humides d'importance internationale, appelée Convention de Ramsar, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. Le traité a été adopté dans la ville iranienne de Ramsar, le 2 février 1971, et est entré en vigueur le 21 décembre 1975. La France l'a ratifié et en est devenue partie contractante le 1^{er} décembre 1986.

¹⁷ L'Ae relève que la liste des espaces cités comme devant être évités ne tient pas compte de la réduction du périmètre du PER dans le cadre de la demande de deuxième prolongation. Des espaces cités se trouvent en dehors du périmètre.

En l'absence de précisions sur la localisation des travaux de forage, il convient de tenir compte du fait que des espèces, notamment protégées, peuvent être détruites ou affectées.

Même dans le cas des levés géophysiques, les précautions énoncées sont insuffisantes car trop vagues et ne couvrant pas l'ensemble des espèces susceptibles d'être concernées. Il est indiqué que « *quelques zones de végétation, notamment des arbres jeunes et matures, pourront être défrichées le long des tracés* » et que « *Dans certains cas rares, l'intervention de moyens plus lourds (bulldozers) pourra se révéler nécessaire pour faciliter certains accès en traçant des layons de 3 à 4 m de largeur* ». Pour autant, il n'est pas prévu de mesure spécifique pour éviter la perturbation des oiseaux durant la période de nidification ou encore le dérangement des chauves-souris ou des reptiles en hibernation ou en hivernation.

L'option retenue de privilégier une implantation des plateformes de forage « *à proximité de zones boisées* » pour des enjeux paysagers peut être à l'origine d'incidences pour la faune qui sera soumise à des nuisances acoustiques et lumineuses pendant une durée de plusieurs mois.

Concernant les incidences pour les milieux forestiers, il est seulement indiqué que « *les dégâts causés aux forêts sous gestion de l'ONF seront indemnisés en application du barème de cet organisme* ». Cette disposition, uniquement financière, et s'appliquant aux seules forêts de l'État et des collectivités, n'est pas pertinente pour justifier de l'absence d'incidence du PER.

En l'absence d'éléments concrets sur les opérations à réaliser et sur les mesures d'évitement et de réduction, les incidences du PER doivent être considérées comme potentiellement élevées et comme restant à préciser. Dans le cas des travaux de forage en particulier, des engagements doivent être pris pour la réalisation d'inventaires écologiques préalables aux travaux.

L'Ae recommande de prévoir dès à présent des engagements plus fermes pour éviter ou, à défaut, réduire les incidences du PER sur la biodiversité et de réaliser les inventaires faune flore au plus tard au moment de la demande de travaux, afin de proposer, en lien avec les services compétents, des premières mesures opérationnelles d'évitement, de réduction, voire de compensation.

2.2.3 Risques naturels

Le périmètre du PER est concerné par un risque d'inondation, principalement des crues de plaine avec une montée des eaux lente, concentré dans la vallée de l'Adour, à l'aval de Tarbes en particulier, ainsi que le long du Gave de Pau et de ses affluents en partie amont. Le territoire du permis se trouve essentiellement en zone de sismicité moyenne avec quelques secteurs classés en zone de sismicité modérée. Des cavités souterraines sont présentes sur le territoire du permis, principalement au sud de la ville de Pau et au nord-ouest de la ville de Tarbes.

Concernant le risque de sismicité induite par les travaux de forage, il est indiqué que l'optimisation de la fissuration naturelle sera privilégiée et que si des opérations « d'amélioration de la fissuration » sont nécessaires (sans exclure aucune technique à ce stade), un suivi de la sismicité sera mis en œuvre. Les méthodes prévues pour maîtriser le risque de sismicité induite ne sont pas détaillées. L'Ae relève que le projet de forage de géothermie profonde de la société 2gré à Vendenheim en Alsace a été mis à l'arrêt en décembre 2020 suite à la détection d'activités sismiques (les activités n'ont pas repris à ce jour). À la suite de cet incident, le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) ont publié en 2023

un [guide de bonnes pratiques](#) pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermie profonde.

Par ailleurs, le dossier fait état de la présence d'éléments minéraux radioactifs dans le fluide géothermal. Il est indiqué, sans plus de précision sur le niveau de radioactivité potentiel, qu'un suivi du taux de nucléides sera réalisé sur l'eau géothermale pendant la phase de test.

Enfin, la présence d'évaporites¹⁸ triasiques et liasiques est mentionnée sans préciser dans quelle mesure le périmètre du PER est concerné ni, le cas échéant, les mesures préventives et de suivi à mettre en œuvre (en cas de microfuites sur les forages, pouvant conduire à des affaissements de sols (dilution) ou des surrections (gonflement) en présence de couches d'évaporites).

L'Ae recommande de préciser les dispositions prévues pour maîtriser le risque de sismicité induite lors des phases de test et d'exploitation des doublets géothermiques et de fournir des informations sur le niveau de radioactivité susceptible d'être rencontré dans le fluide géothermal. Elle recommande également de qualifier la présence d'évaporites et le cas échéant de présenter les mesures prises pour maîtriser les risques associés.

2.3 Évaluation des incidences Natura 2000

Les emplacements des travaux de forage seront en dehors et « à bonne distance » des sites Natura 2000. Le risque écologique pour les habitats et les espèces ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 concernés par le PER est donc considéré, selon le dossier, comme « globalement nul et non significatif ». Le seul argument de l'éloignement par rapport à un site Natura 2000 n'est pas suffisant et une analyse plus fine sera donc nécessaire au stade de la demande d'autorisation pour les travaux de forage.

L'Ae recommande de reconsidérer la conclusion sur l'absence d'incidences des PER sur les sites Natura 2000 qui n'est pas étayée à ce stade.

Si les travaux exploratoires s'avèrent conclusifs, il conviendra aussi de vérifier l'absence d'incidence sur les sites Natura 2000 pour les autres opérations (aménagement et exploitation des installations pour la production de chaleur et d'électricité, alimentation électrique...).

2.4 Dispositif de suivi

À l'exception de quelques informations réparties dans le dossier, par exemple sur le principe d'une surveillance microsismique et de la radioactivité, le dossier reporte la production des indicateurs et des modalités de suivi aux étapes ultérieures du projet de géothermie.

Des indicateurs appropriés de suivi doivent être établis à l'échelle du PER. Ainsi, il serait utile que l'évaluation environnementale identifie les enjeux clés sur lesquels un suivi sera nécessaire pour vérifier que les incidences sont correctement maîtrisées, durant les travaux d'exploration (points d'alerte sur d'éventuelles pollutions des nappes, mesures du bruit, impact des camions vibreurs...), mais aussi durant l'exploitation (piézomètre de suivi ou d'alerte des éventuelles pollutions, surfaces

¹⁸ On appelle « évaporites » certains dépôts de sédiments géologiques qui se sont effectués dans des milieux très particuliers : ce qui reste résulte d'une évaporation. Le sel gemme en fournit un exemple, de même que tous les autres sels qui donnent notamment les réserves de potasse, ou encore le gypse dont on fait le plâtre (source : CNRS).

artificialisées...). Le suivi de la phase d'exploration pourra donner des indications sur l'amélioration des mesures de prévention pour la phase d'exploitation.

L'Ae recommande d'établir dès le stade du PER un premier programme d'identification et de suivi des incidences des phases d'exploration et d'exploitation.

2.5 Résumé non technique

Le résumé non technique de la notice d'impact est un document de huit pages qui rend compte de façon succincte des caractéristiques principales de la demande de prolongation du PER et de l'état initial de l'environnement. Il devra être mis à jour et complété en même temps que la notice.

L'exposé de l'analyse des incidences doit quant à lui être intégralement repris. Les conclusions selon lesquelles « *Dans l'ensemble, il ressort que les incidences du projet exploratoire envisagé sont très faibles* » et que « *La notice d'impact du dossier de prolongation du PER conclut à des incidences résiduelles minimales* »¹⁹ ne rendent pas compte correctement du contenu de l'évaluation environnementale. En effet, celle-ci met en évidence des incidences potentielles significatives (notamment sur la ressource en eau, la sismicité et le bruit).

L'Ae recommande de prendre en compte dans le résumé non technique les conséquences des recommandations du présent avis et d'y inclure une présentation des incidences significatives du projet, cohérente avec les éléments présentés dans l'étude d'impact.

¹⁹ Une telle conclusion ne figure pas dans les notices d'impact.