



Autorité environnementale

Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur la demande de permis exclusif de recherches de gîtes géothermiques de Marseille-Berre (13)

n°Ae : 2025-119

Avis délibéré n° 2025-119 adopté lors de la séance du 4 décembre 2025

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

L'Ae¹ s'est réunie le 4 décembre 2025 à La Défense. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur la demande de permis exclusif de recherches de gîtes géothermiques de Marseille-Berre (Bouches-du-Rhône).

Ont délibéré collégialement : Sylvie Banoun, Nathalie Bertrand, Karine Brûlé, Marc Clément, Christine Jean, Noël Jouteur, François Letourneau, Olivier Milan, Serge Muller, Alby Schmitt, Laure Tourjansky, Éric Vindimian, 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.

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

Était absent : Jean-Michel Nataf

* * *

L'Ae a été saisie pour avis par la Direction générale de l'énergie et du climat, l'ensemble des pièces constitutives du dossier ayant été reçues le 24 septembre 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 articles R. 122-7 et R. 122-21 du code de l'environnement, l'Ae a consulté par courriers du 7 octobre 2025 :

- *le préfet des Bouches-du-Rhône, préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur,*
- *le directeur général de l'Agence régionale de santé (ARS) de Provence-Alpes-Côte d'Azur qui a transmis une contribution le 7 novembre 2025.*

Sur le rapport d'Isabelle Amaglio-Térisse et Sylvie Banoun qui se sont rendues sur site le 18 novembre 2025, après en avoir délibéré, l'Ae rend l'avis qui suit.

Pour chaque plan, programme et 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'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage ou la personne responsable et sur la prise en compte de l'environnement par le plan, le programme ou 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.

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

La société Géothermar a été créée en janvier 2014 pour développer la géothermie dans les zones de Marignane, Vitrolles, Berre et Marseille-Nord. Elle est détenue par Gaia Energy System, qui dispose d'une expérience de développement et d'exploitation d'installations de production d'énergie à partir de ressources renouvelables et par le groupe indépendant de bâtiment et travaux publics NGE. Géothermar, qui associe pour ce projet de nombreux partenaires techniques et financiers, sollicite un permis exclusif de recherches (PER) de gîtes géothermiques dit « Marseille-Berre » qui concerne 23 communes des Bouches-du-Rhône sur un périmètre de 390 km².

S'il était accordé, le PER donnerait à Géothermar l'exclusivité de la prospection dans la zone. Le pétitionnaire se propose de procéder à un, voire deux doublets d'exploration, pendant la durée du permis sollicité (cinq ans, susceptibles d'être étendus à huit ans sous conditions restrictives alors que le pétitionnaire escomptait une durée totale de quinze ans) sous réserve des démarches ultérieures d'autorisation pour le ou les forages exploratoires. L'exploitation de gîtes géothermiques nécessitera l'octroi d'autorisations de travaux miniers.

Il s'agit de la première prospection de gîtes géothermiques dans la région mais le contexte hydrogéologique et la présence de sources thermales accréditent la probabilité de l'existence d'une ressource géothermale et le caractère urbanisé de la zone favoriserait l'alimentation, voire l'implantation, de réseaux de chaleur et, le cas échéant, de froid, ce qui constituerait une ressource d'énergie peu émettrice de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre.

Le dossier ne fournit pas de retour d'expérience sur les précédents permis octroyés à Géothermar qui n'ont pas débouché sur la réalisation des travaux effectifs initialement présentés.

La partie relative à la description de l'état initial de l'environnement et du contexte dans lequel s'inscrit le PER sollicité est détaillée. En revanche, l'analyse des incidences et, par conséquent, la démarche destinée à les éviter, les réduire, voire, si ce n'est pas possible, les compenser, n'est pas présentée, non plus que le scénario de référence, l'analyse des solutions de substitution raisonnables et les effets cumulés de la mise en place de plusieurs doublets géothermiques dans les deux aquifères cibles pressentis. L'ensemble devra être corrigé avant la consultation du public. La sélection de documents réputés confidentiels est anormalement extensive et devra être révisée dans le même délai.

La description des modalités envisagées pour l'exploitation de la ressource géothermale, à supposer qu'elle soit avérée et d'une productivité suffisante, devra aussi être précisée dès ce stade pour éclairer le public sur les conséquences éventuelles de l'octroi du PER. Il est nécessaire en particulier de détailler les mesures prévues pour prévenir tout risque de contamination du milieu et notamment des eaux souterraines et de surface par les boues de forage, et éviter la survenue d'incidents résultant de la sismicité induite par les forages. L'Ae recommande en conséquence principalement de compléter le dossier avant la consultation du public avec ces éléments, nécessaires à sa complète information. L'ensemble des recommandations figurent dans l'avis détaillé.

Avis détaillé

1. Contexte, présentation du programme de recherches et enjeux environnementaux

La société Géothermar a été créée en janvier 2014 pour développer la géothermie dans les zones de Marignane, Vitrolles, Berre et Marseille-Nord. Elle est détenue par Gaïa Energy Systems, qui dispose d'une expérience de développement et d'exploitation d'installations de production d'énergie à partir de ressources renouvelables (EnR) et par le groupe indépendant de bâtiment et travaux publics NGE, fondé en 2002. Géothermar, qui a su s'entourer de nombreux partenaires techniques et financiers², sollicite un permis exclusif de recherches (PER) de gîtes géothermiques dit « Marseille-Berre » (Bouches-du-Rhône). Le périmètre du PER sollicité est de 390 km².

Il s'agit, selon le dossier, de poursuivre la recherche de gîtes géothermiques dans le secteur. S'il était accordé, le PER donnerait à Géothermar l'exclusivité de la prospection dans la zone, et l'autorisation de procéder à des forages d'exploration, pendant la durée du permis sollicité, soit cinq ans, susceptible d'être portée à huit ans dans des conditions restrictives³ sous réserve demande d'autorisation ultérieure d'ouverture de travaux miniers pour le(s) forage(s) exploratoire(s). L'exploitation proprement dite de gîtes géothermiques supposera, quant à elle, également, l'octroi d'autorisations de travaux miniers.

Géothermar a bénéficié auparavant de deux autorisations de recherche d'une durée de trois ans chacune (entre 2015 et 2021) et d'une autorisation d'ouverture de travaux miniers en 2021, dont le dossier ne présente pas de retour d'expérience ; elles ont permis d'identifier des zones potentielles d'exploitation géothermique mais pas d'établir des éléments suffisants pour une exploitation.

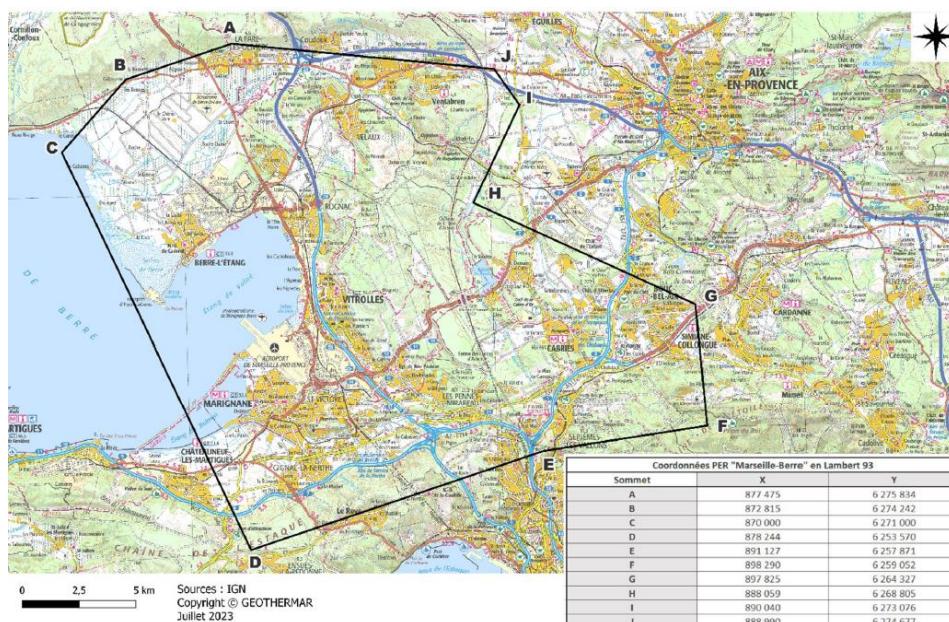


Figure 1 : localisation et contours du PER sollicité – source : dossier

² Plusieurs ont participé à une des séquences lors de la visite des rapporteuses, de même que des représentants de la ville de Vitrolles et de l'aéroport (clients potentiels) et de bailleurs de fonds publics (Région et Ademe).

³ La durée maximale des PER a été portée à 15 ans en 2022 ([article L. 122-2 du code minier](#)) et le pétitionnaire escomptait un PER de cette durée.

La zone visée par le permis se situe dans les Bouches-du-Rhône, entre l'étang de Berre (à l'ouest), Aix-en-Provence (à l'est), Lançon-de-Provence (au nord) et Marseille (au sud). Les 23 communes concernées par le périmètre sont comprises dans la Métropole d'Aix-Marseille-Provence ; elles totalisent 1 300 000 habitants environ. Le périmètre inclut une partie de l'étang de Berre.

Le bassin sédimentaire du Sud-Est est supposé propice à la géothermie profonde mais les potentialités géothermiques du sous-sol du synclinal⁴ de l'Arc dans lequel se situe le périmètre du PER n'ont pas été documentées jusqu'à présent. Le recours à la géothermie s'inscrit cependant dans le [plan climat air énergie de la Métropole](#), adopté à l'unanimité en 2021, et dans le [schéma directeur des énergies métropolitain](#) publié en 2025. En outre, le caractère fortement urbanisé de cette zone constitue une opportunité pour le développement de réseaux de chaleur, voire de froid, en vue de leur utilisation, notamment, pour des logements ou des installations industrielles. Trois bénéficiaires principaux ont été identifiés à ce stade dans le périmètre : Airbus Helicopters, l'aéroport Marseille-Provence et la commune de Vitrolles, qui dispose d'un réseau de chaleur qui pourrait être rénové et étendu⁵. Bien qu'à proximité immédiate, la commune de Marignane ne semble pas intéressée.

L'Ae recommande de compléter le dossier de consultation du public par :

- *un glossaire des termes techniques et une liste des sigles utilisés,*
- *un retour d'expérience tirant les enseignements des travaux effectués dans le cadre de chaque des autorisations administratives obtenues par Géothermar depuis 2015,*
- *la reprise des annexes pour isoler dans une annexe confidentielle les seuls éléments pour lesquels la nécessité de la confidentialité est justifiée.*

1.1 Présentation du programme de recherches

Il ressort des études du bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) et de plusieurs établissements universitaires sur l'hydrogéologie du bassin de l'Arc et les ressources en eau de la région qu'une ressource géothermique profonde est probable dans les formations du Crétacé et du Jurassique. Un plan de développement de la géothermie profonde (le projet de programmation pluriannuelle de l'énergie pour la France continentale comprend une cible entre 6 et 8 à 10 TWh de chaleur issue de la géothermie profonde en 2035⁶) constitue un levier stratégique pour diversifier le mix de chaleur renouvelable, réduire les émissions de gaz à effet de serre et sécuriser l'approvisionnement local en énergie durable⁷. Pour y parvenir, un régime d'aides a été mis en place : fonds de garantie en cas d'échec sur la qualité ou la quantité de la ressource thermale, [fonds chaleur](#) de l'Ademe, etc.

⁴ Structure géologique consistant en un pli concave dont le cœur est occupé par les couches géologiques les plus récentes.
Source : Wikipédia

⁵ Une étude effectuée par la Métropole a considéré que la ressource géothermale estimée et les besoins en surface des bénéficiaires pressentis étaient en adéquation.

⁶ La géothermie de surface exploite une ressource géothermale de température inférieure à 30 °C et de profondeur généralement inférieure à 200 mètres, via un dispositif de captage souterrain, un dispositif de production en surface et un dispositif de régulation. Les installations de géothermie de surface représentent aujourd'hui les deux tiers de la chaleur produite par géothermie en France. La géothermie profonde exploite des nappes d'eau souterraines de température comprise entre 30 °C et 200 °C à des profondeurs typiquement comprises entre 400 mètres et 3 000 mètres, par l'intermédiaire d'un puits producteur et d'un puits injecteur (source : [site du ministère de l'économie et plan d'action géothermie](#)).

⁷ [Géothermie : sept mesures pour accélérer le développement d'une énergie renouvelable et locale | Ministère de l'Économie des Finances et de la Souveraineté industrielle et énergétique](#)

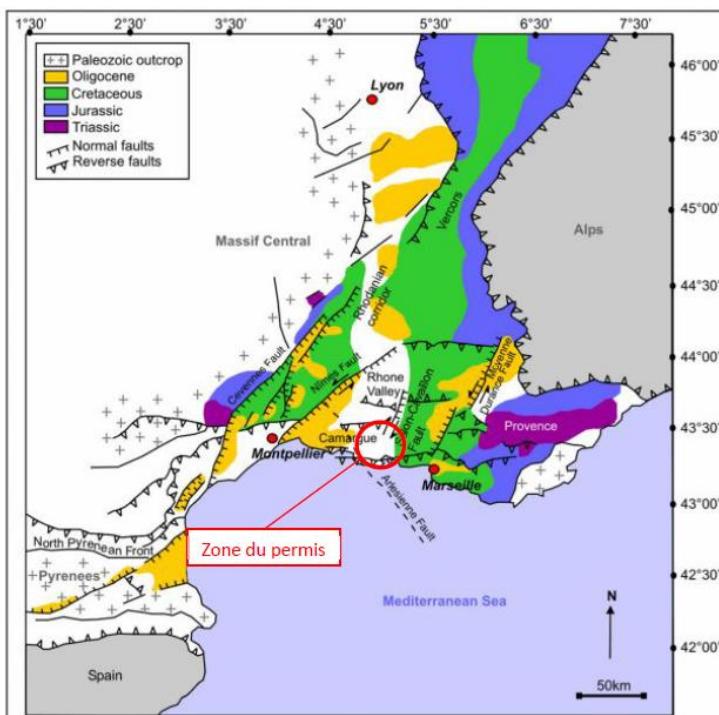


Figure 2 : schéma structural du bassin sédimentaire du Sud-Est ; failles et principaux domaines géologiques – source : dossier à partir de la [publication](#) de Cynthia Garibaldi et al, 2010

Plus précisément, le périmètre du permis recoupe le synclinal de l'Arc ; le dossier indique une zone préférentielle d'implantation d'un forage pilote, sur les terrains de l'aéroport, qui serait située sur un point bas (subsidence) du synclinal. Les principales failles sont celles de Salon-Cavaillon (à l'ouest) et d'Aix-Moyenne Durance (à l'est) ; la circulation d'eau qu'elles favorisent a été observée dans plusieurs forages profonds et sources plus au nord de la région. Elles sont susceptibles de ramener de l'eau très chaude depuis des profondeurs importantes et d'alimenter ainsi des circulations profondes dans les structures karstiques.



Figure 3 : structures principales du synclinal de l'Arc – source : dossier à partir du [rapport Vasco](#), BRGM, 2012

1.2 La ressource géothermale

Les principales données de température sur la zone du permis sollicité proviennent de forages pétroliers, de la réinterprétation d'anciennes lignes sismiques et de la [littérature scientifique](#) qui met en évidence le gradient thermique et les températures à différentes profondeurs (2 000 à 5 000 mètres), entre 60 °C et 90 °C entre 1 400 et 2 600 m, compte tenu des forages et de la conductivité thermique des roches.

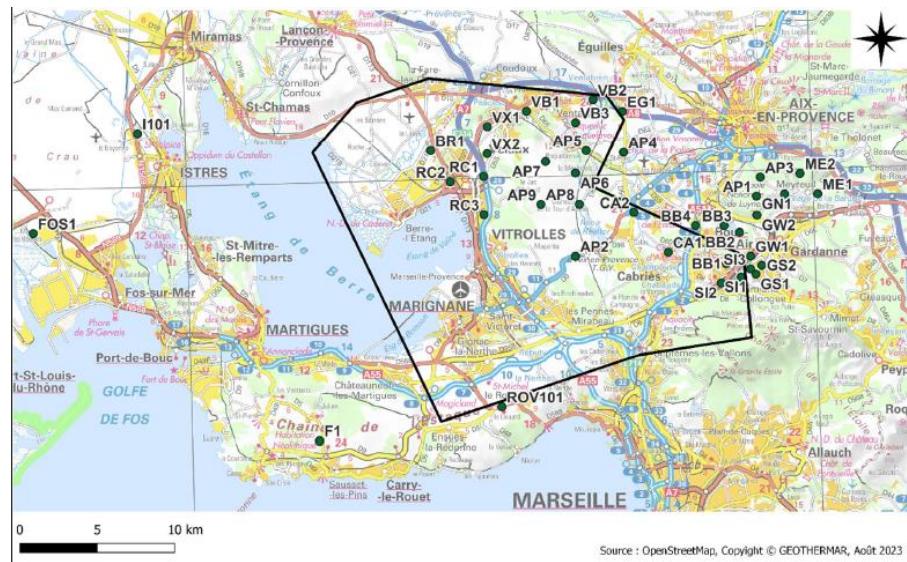


Figure 4 : puits étudiés dans le périmètre du permis sollicité et alentour – source : dossier

Pour quantifier l'énergie thermique récupérable, il faut une bonne connaissance du réservoir géothermal et du système d'ensemble du synclinal de l'Arc dans lequel il s'insère. Deux phases en découlent : l'acquisition de données et des travaux exploratoires, en vue de quantifier le potentiel.

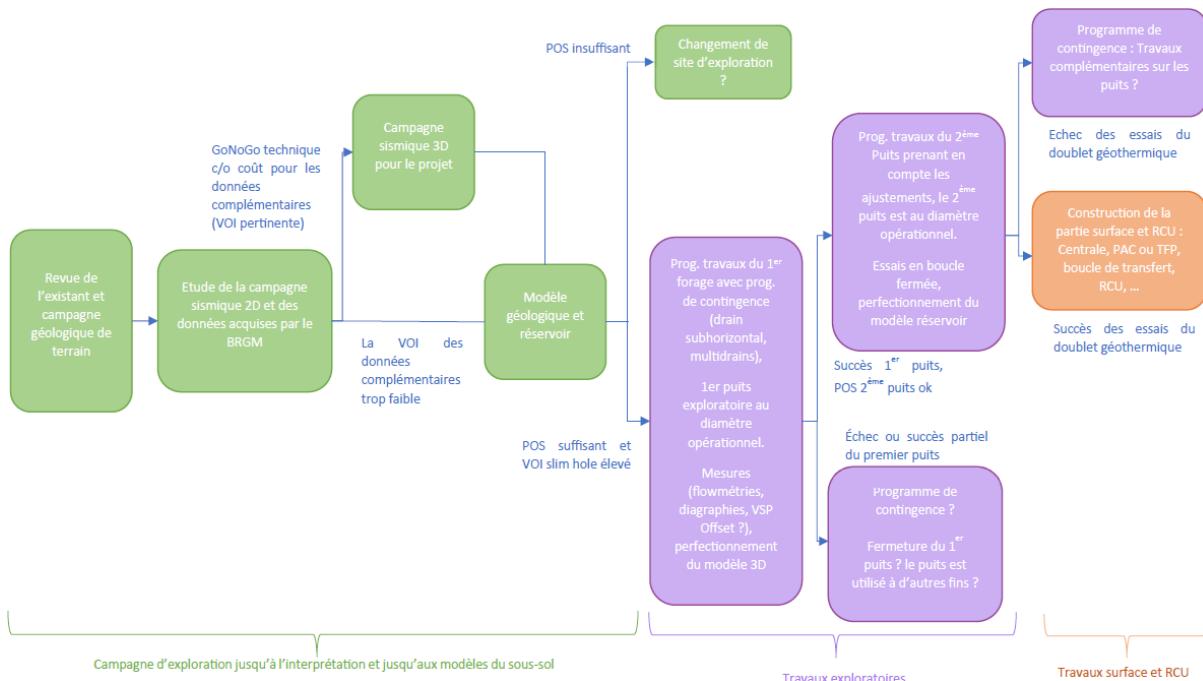


Figure 5 : phases exploratoires et travaux – source : dossier
(VOI : intérêt de l'information, POS : chances de succès, c/o : en fonction de)

À supposer que la ressource géothermale soit avérée, elle serait exploitée par un « doublet » de forages déviés (d'une inclinaison contrôlée) : un puits d'extraction du fluide géothermal chaud, un puits injecteur pour réinjecter le fluide à une température inférieure dans l'aquifère. Sous réserve de doublets suffisamment distants l'un de l'autre pour ne pas altérer le fonctionnement de l'aquifère et d'un mode d'exploitation strictement limité aux capacités de production, c'est une ressource renouvelable et dont la production est stable dans le temps.

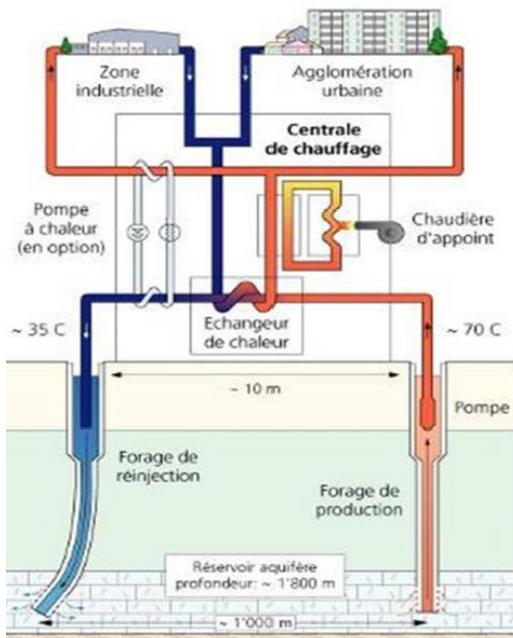


Figure 6 : schéma de principe d'un doublet géothermique – source : dossier

1.3 Le projet

Le projet vise à explorer et, le cas échéant, exploiter le potentiel géothermique profond par la mise en place d'un doublet géothermique pour l'exploitation d'un aquifère karstique fonctionnant en boucle fermée à des profondeurs allant de 1 400 m à 2 600 m, avec une température de fluide estimée entre 60 °C et 90 °C (basse énergie).

L'objectif du PER est de poursuivre la caractérisation géostructurale et hydrogéologique des réservoirs et l'évaluation du potentiel géothermique. En fonction du potentiel thermique réellement disponible quantifié après les premiers forages, de nouveaux projets de recherches de gîtes géothermiques pourront concerter d'autres secteurs.

Le périmètre de recherche (390 km²) s'inscrit dans la continuité de recherches menées entre 2015 et 2021 qui ont permis d'identifier deux horizons carbonatés à fort potentiel géothermique (« cibles » dans le dossier) : le Crétacé inférieur – faciès Urgonien entre 1 400 et 1 900 m de profondeur et le Jurassique supérieur – entre 1 900 et 2 600 m.

Le dossier présente clairement les objectifs du projet de géothermie (exploration, transition énergétique, décarbonation) et son contenu (phases d'études, forages).

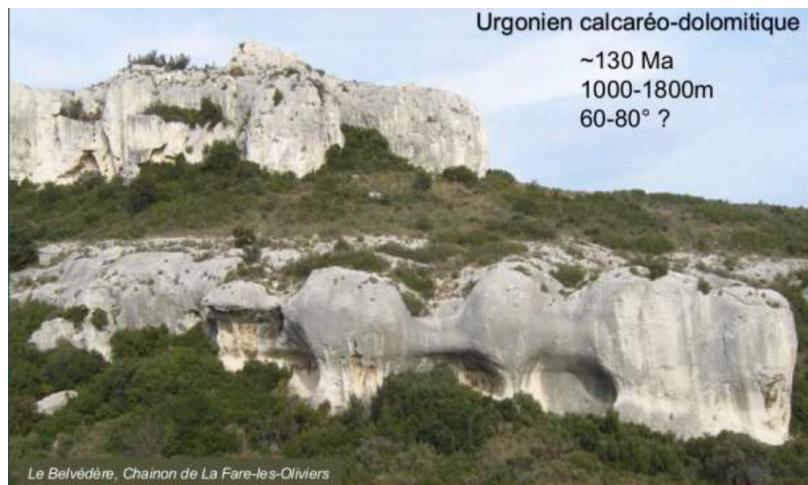


Figure 7 : faciès de l'Urgonien – source : présentation aux rapporteures

	Formation géologique	Profondeur indicative (m)	Température estimée (°C)	Débit estimé (m³/h)
Cible 1	Crétacé inférieur, faciès Urgonien	1 400 à 1 900	Environ 60	200 à 250
Cible 2	Jurassique supérieur	1 900 à 2 600	Environ 90	200 à 250

Figure 8 : principales caractéristiques des deux cibles – source : dossier

1.3.1 Le périmètre géographique du permis sollicité

La zone n'ayant jamais été caractérisée du point de vue de la ressource géothermale, le pétitionnaire a choisi un périmètre étendu, correspondant selon ce qui a été dit aux rapporteuses à une unité hydrogéologique mais ceci ne ressort pas de la carte produite au dossier (cf. ci-dessous) et devrait être davantage justifié. En effet, le périmètre du permis sollicité ne paraît pas reposer sur des spécificités observables ; pourtant, très étendu, il aboutit à interdire toute autre prospection dans la zone en vue d'exploiter une ressource d'énergie renouvelable qui pourrait être abondante dans le même périmètre mais ailleurs que dans la zone pressentie pour les forages d'exploration. En outre, lors des autorisations successives intervenues depuis 2015, le pétitionnaire n'est pas parvenu à en réaliser le programme initialement prévu.

Dans ce contexte, une telle emprise géographique nécessite de s'appuyer sur une argumentation étayée et une justification robuste au regard d'autres options, plus restreintes, qui auraient pu être retenues.

À cette échelle, à partir des données recueillies par le BRGM en imagerie sismique (2D), une campagne plus ciblée d'observation des structures géologiques grâce à la réflexion d'échos d'ondes sismiques sera conduite avec une granularité nettement accrue (environ 6 000 points de mesure). Elle portera sur une zone d'au maximum 40 km² pour apprécier les micro-fractures à l'aide de camions vibrateurs (3D), principalement dans les communes de Vitrolles, Marignane, Saint-Victoret et Les Pennes-Mirabeau, compte tenu de leurs caractéristiques hydrogéologiques connues et anticipées, le sous-sol restant à explorer.

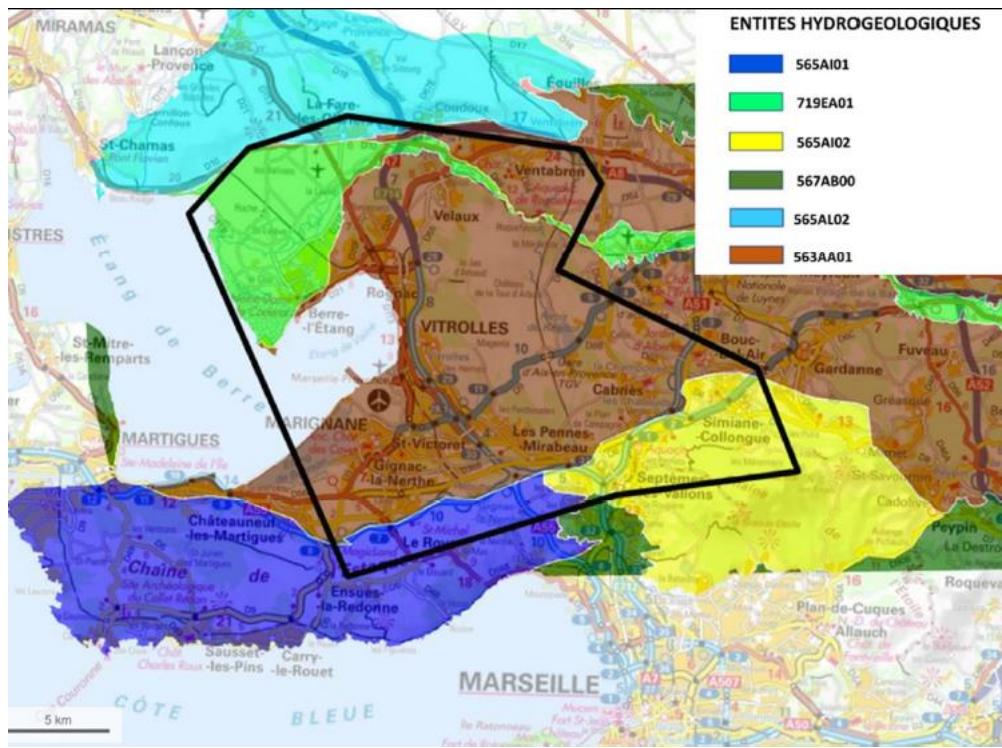


Figure 9 : entités hydrogéologiques et périmètre du permis sollicité – source : dossier

L'Ae recommande de justifier plus précisément le périmètre retenu pour le permis sollicité.

1.3.2 Programme de travaux

Le programme de travaux associé au PER sollicité pour le projet de géothermie « Marseille-Berre » s'articule autour de phases d'exploration et de développement, visant à caractériser un gîte géothermique pour identifier les zones favorables à l'exploitation, évaluer la capacité de production et ajuster la stratégie en fonction des résultats.

Son montant, dont une partie repose sur des subventions publiques, est considéré comme confidentiel par le pétitionnaire.

Une première phase vise à explorer et caractériser le sous-sol par des études préliminaires : collecte et traitement de données sismiques, études géologiques et géophysiques approfondies permettant la modélisation 3D du réservoir pour identifier les zones favorables et évaluer le potentiel géothermique. Une fois les aquifères cibles identifiés, des évaluations techniques et économiques doivent permettre de confirmer, ou non, la faisabilité et la viabilité du projet.

Une seconde phase se traduit par des opérations sur le terrain, des forages et des tests. Cela implique la préparation du site avec l'optimisation des accès et de l'emprise au sol avant un forage exploratoire (ici incliné ou dirigé) et la protection des aquifères pour prévenir des pollutions ; des tests sont ensuite effectués en puits pour évaluer la capacité de production du réservoir et les caractéristiques du fluide géothermique. L'analyse des données de forage et des tests permet d'affiner la compréhension du gîte géothermique et de caractériser le réservoir.

Le schéma initial prévoyait une exploitation à partir de 2027⁸. Un calendrier ajusté a été présenté aux rapporteuses lors de leur visite.

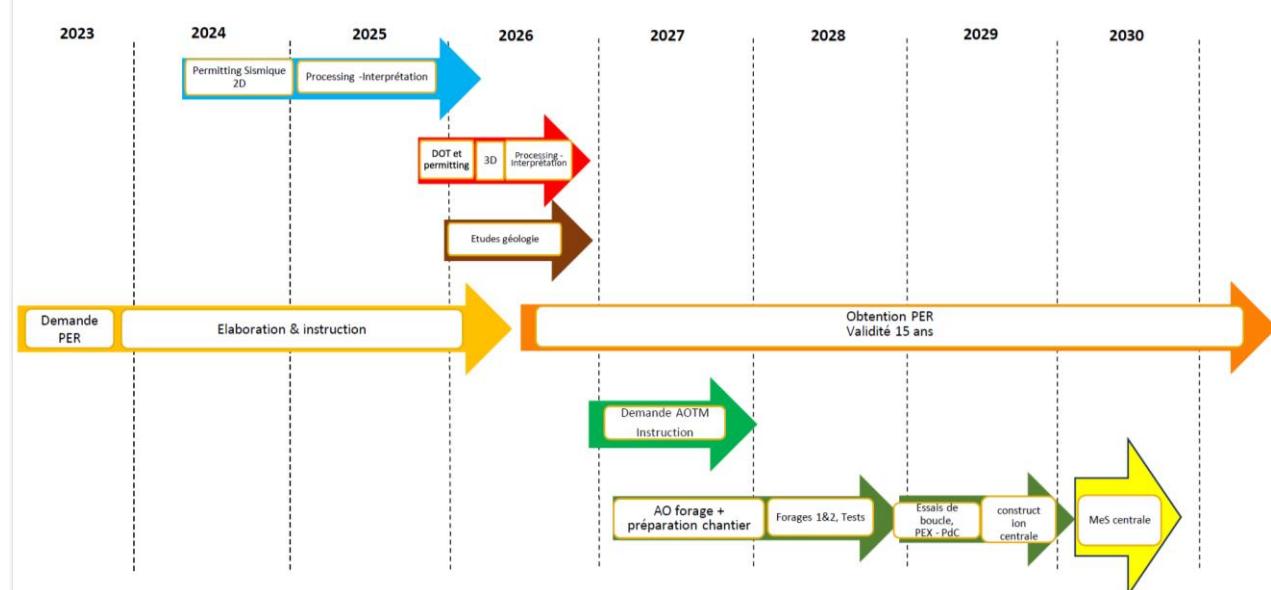


Figure 10 : calendrier du projet (ajusté par rapport au dossier), DOT : demande d'ouverture de travaux, AO(TM) : autorisation d'ouverture (de travaux miniers)- source : présentation aux rapporteures

1.3.3 L'étude de marché

Une étude des besoins énergétiques des acteurs publics et privés alentour a été effectuée avec différentes hypothèses de localisation et de puissance. Elle a abouti à une proposition qui associe trois bénéficiaires potentiels : la ville de Vitrolles, l'aéroport Marseille Provence et Airbus Helicopters. Les consommations identifiées pour ce périmètre s'élèvent à 82 GWh/an, avec une puissance souscrite de 53 MW.

Il résulte de cette analyse qu'un réseau de chaleur étendu (d'environ 20 km) serait pertinent à partir d'un doublet situé préférentiellement sur les terrains du domaine public aéroportuaire concédé à l'aéroport. Le débit prévu d'un tel doublet (environ 250 m³/h, soit une puissance de l'ordre de 10 MW) ne serait pas suffisant à lui seul pour alimenter le réseau mais apporterait une contribution significative à l'éventail des sources d'énergie, avec, si nécessaire, l'adjonction d'une pompe à chaleur pour augmenter la température de l'eau obtenue et la conservation d'une chaufferie d'appoint (gaz - déjà existante - et biomasse). Sur la base d'un schéma directeur établi pour la ville de Vitrolles, un contrat de fourniture d'énergie géothermale sous réserve de l'existence de la ressource, a été conclu en ce sens le 9 avril 2025 avec Géothermar. En cas de besoin de production conjointe de chaleur et de froid pour les installations industrielles, le réseau sera adapté à cette exigence. Cette adéquation entre une offre d'EnR à créer et une demande existante et structurée constitue un atout majeur pour le projet.

⁸ Le schéma initial prévoyait des études jusqu'en 2024, l'obtention de l'arrêté de PER en décembre 2024, des forages et tests jusqu'en 2026, une décision concernant une demande d'exploitation ou des travaux complémentaires fin 2026 et une exploitation potentielle à partir de 2027.

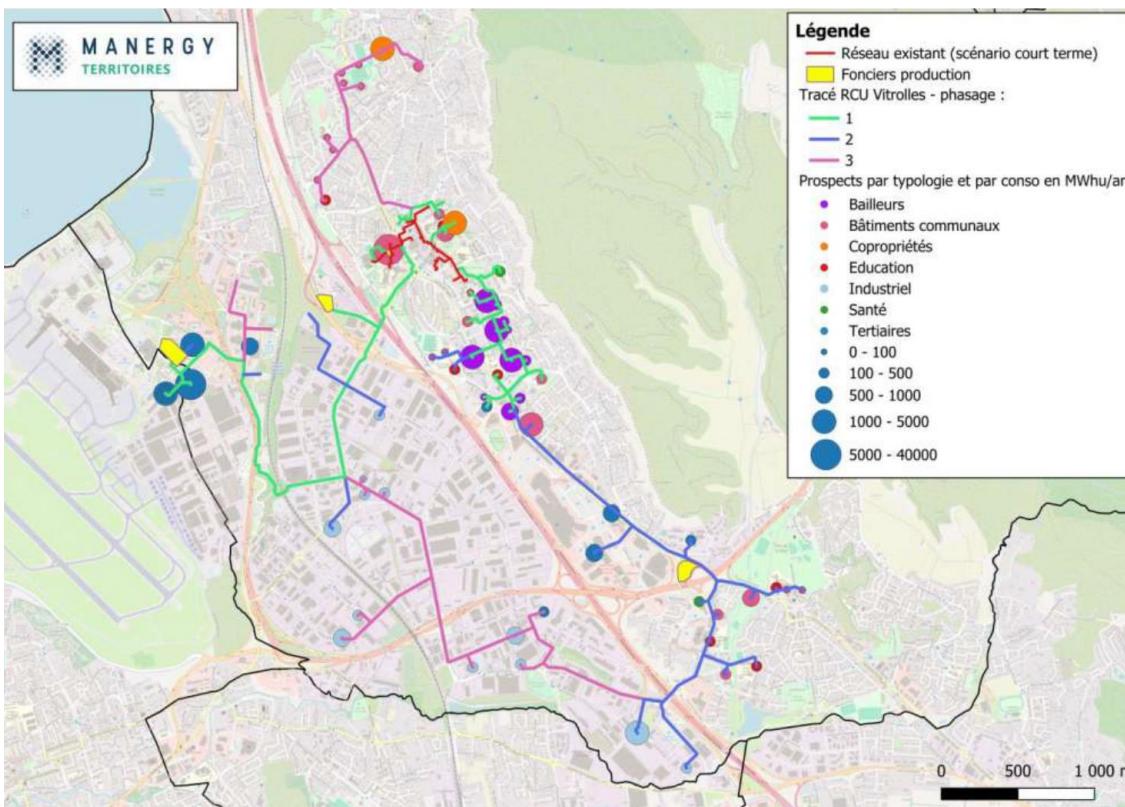


Figure 11 : tracé envisagé pour le réseau de chaleur urbain de Vitrolles – source : dossier

L'implantation du forage d'exploration prévu comprend une plateforme unique d'environ 100 m sur 55 m, et suppose un terrain attenant destiné à un bassin tampon de 50 m x 50 m. Il est prévu deux contrats de location avec l'aéroport : un de la durée des travaux de forage (un an) et un en cas d'exploitation, couvrant la construction et l'exploitation (47 ans).

Cette cartographie des besoins oriente de manière structurante le choix du site d'implantation préférential du forage. Le site identifié est situé aux abords immédiats de l'aéroport pour permettre de minimiser les pertes thermiques de transport de chaleur, d'optimiser les coûts d'infrastructure du futur réseau et de desservir directement des installations fortement consommatrices d'énergie.

1.4 Historique du projet et procédures

Le projet a débuté en 2013 et a suscité l'obtention de deux autorisations de recherche⁹ (en 2015 et 2019) ainsi qu'une autorisation d'ouverture de travaux miniers (AOTM¹⁰) en 2021. Ces travaux ont permis d'identifier plusieurs zones potentielles d'exploitation géothermique dans le périmètre de recherche mais les travaux d'exploration initialement prévus dans le cadre de ces autorisations n'ont pu être menés dans les délais impartis compte tenu des conditions préalables, de la maturation des différents acteurs, etc.¹¹ Le dossier ne fournit pas de retour d'expérience sur les précédents permis

⁹ Une autorisation de recherches concerne des travaux ponctuels ou limités, sans exclusivité territoriale (Code minier, art. L.124-6 et suivants), elle peut se situer à un stade antérieur au PER (Code minier, art. L.124-2-1 et décret n° 2025-852 du 27 août 2025 relatif aux gîtes géothermiques) dont la visée est de sécuriser un projet de recherche avec exclusivité sur un périmètre.

¹⁰ Une AOTM (autorisation d'ouverture de travaux miniers) est obligatoire pour réaliser concrètement des travaux (forages, sondages, galeries), même en phase de recherche (décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers et Code minier art. L.162-3). Elle se situe en complément de recherche ou en étape postérieure d'exploitation à un PER et conditionne le démarrage effectif des travaux.

¹¹ Information fournie oralement aux rapporteuses lors de leur visite.

octroyés à Géothermar qui n'ont pas débouché sur la réalisation des travaux effectifs initialement présentés.

Les étapes précédentes ont principalement permis de retraiter des lignes sismiques et des données des forages réalisés dans les années 1970 autour du périmètre du permis et d'identifier les deux cibles indiquées.

Les informations obtenues jusqu'à présent sur les réservoirs résultent donc d'une extrapolation fondée sur l'interprétation de ces anciennes données sismiques et de forages, dont le positionnement ne couvre pas directement le secteur de recherche. Par conséquent, des incertitudes élevées subsistent concernant la structure du réservoir, le positionnement précis des cibles et la qualité de la ressource. Pour évaluer précisément le potentiel géothermique et identifier les zones propices à l'extraction, l'acquisition de données complémentaires et la réalisation d'études sont nécessaires.

C'est l'objet de cette demande de PER, adressée le 11 septembre 2023 et complétée le 19 décembre 2024. Le dossier a été transmis à l'Ae en septembre 2025¹². Le pétitionnaire indique qu'une évaluation environnementale sera réalisée dans le cadre de la demande d'autorisation environnementale et d'autorisation d'ouverture de travaux miniers du forage exploratoire.

1.5 Principaux enjeux environnementaux du projet relevés par l'Ae

Le PER en tant que tel permet de conduire, sous réserve du respect des procédures et réglementations applicables le cas échéant aux travaux concernés, des explorations de surface pour les études préliminaires et, sous réserve des procédures supplémentaires correspondantes des forages exploratoires, afin de confirmer ou non l'existence d'un réservoir géothermique. Selon les éléments présentés, les incidences environnementales directes des explorations de surface sont négligeables.

L'impact des forages exploratoires devrait être limité aux incidences de leur aménagement dans l'enceinte des terrains de l'aéroport, dans un contexte anthropisé, pour partie artificialisé. Le terrain pressenti comprend probablement une zone humide¹³ ; le pétitionnaire a indiqué aux rapporteuses vouloir l'éviter tant pour positionner la plateforme de forage et le bassin tampon que pour réaliser la bretelle d'accès à cette plateforme.

Le PER visant principalement à identifier l'existence d'une ressource géothermale susceptible d'être exploitée pour alimenter un, voire à terme plusieurs réseaux de chaleur, les incidences du projet sont principalement celles de l'exploitation de cette ressource sur le risque de pollution de la ressource en eau, notamment du fait des boues et des techniques de forage, et les interactions avec les risques existants, en particulier du fait de la sismicité induite.

La mise en évidence d'une ressource géothermique permettrait d'envisager l'exploitation d'une ressource d'énergie peu émissive en gaz à effet de serre et en polluants de l'air, en substitution d'une production de chaleur plus carbonée.

¹² Le 12 juillet 2024, le Conseil d'État a statué qu'une décision d'octroi, d'extension ou de prorogation d'une concession minière relève du champ de la directive 2001/42/CE dite « Plans et programmes ». Cette décision conduit à soumettre à évaluation environnementale les dossiers de demande de permis exclusif de recherches. Tout dossier faisant l'objet d'une évaluation environnementale est soumis à avis de l'autorité environnementale et à consultation publique.

¹³ À ce qui est apparu à la visite sur site.

2. Analyse de l'évaluation environnementale

Le dossier fourni à l'Ae ne correspond pas à un rapport environnemental tel qu'attendu aux termes du code de l'environnement¹⁴. La partie relative à l'état initial de l'environnement et au contexte dans lequel s'inscrit le projet est détaillée. En revanche, l'analyse des incidences et, par conséquent, la démarche destinée à les éviter, les réduire, voire, si ce n'est pas possible, les compenser, n'est pas présentée¹⁵. Pour autant, une démarche d'évitement a été conduite et le maître d'ouvrage a adressé aux rapporteuses, à leur demande et postérieurement à leur visite, des éléments à ce sujet. Un rapport environnemental n'est en effet pas seulement une exigence administrative mais un instrument de légitimité et de gouvernance, qui garantit que le projet s'inscrit dans une logique de durabilité, de performance environnementale, de transparence et de sécurité publique.

Par ailleurs, deux tomes (épais) d'annexes apparaissent avec un filigrane « confidentiel ». La quasi-totalité des documents qui les composent ne présentent pourtant pas de caractère confidentiel et le filigrane devra en être retiré¹⁶. Enfin, un grand nombre de termes et d'abréviations sont utilisés sans être définis, ce qui nuit à la lisibilité du dossier (par exemple *mud loggers*). Le dossier devra par conséquent être profondément complété et remanié avant la consultation du public ; il serait utile que les modifications apportées soient facilement identifiables.

La partie relative à la présentation de l'état initial comprend des généralités sur le climat et la qualité de l'air, qui, en moyenne, n'est pas bonne, sans excéder pour autant les valeurs cibles de l'Union européenne à l'horizon 2030. Les zones urbanisées du périmètre dépassent les valeurs de référence de l'Organisation mondiale de la santé. Le dossier précise, qu'en 2020, les 23 communes concernées totalisaient environ 1 300 000 habitants et au moins 45 800 entreprises¹⁷, principalement à Marseille, Aix-en-Provence et secondairement Vitrolles, Marignane et Les Pennes-Mirabeau.

L'Ae recommande :

- *la reprise des annexes pour isoler dans une annexe confidentielle réduite aux seuls éléments pour lesquels la nécessité de la confidentialité est justifiée,*
- *l'évaluation de l'ensemble des incidences anticipées comme potentielles,*
- *une présentation de l'ensemble de la démarche d'évitement, de réduction, voire de compensation de ces incidences.*

Les aspects relatifs aux milieux naturels, au paysage et aux risques sont bien décrits. Compte tenu des incidences possibles d'une exploitation de la ressource géothermale sur les milieux naturels, les risques et la ressource en eau, l'avis développe ces aspects.

En revanche, le dossier n'établit pas de scénario de référence (sans projet mais compte tenu du cadre national et européen applicables) et il n'examine pas de solutions de substitution raisonnables au contenu du PER au regard de leurs incidences sur l'environnement ou la santé humaine (au-delà

¹⁴ Article L.122-4

¹⁵ Le dossier indique même « *Dans le cadre du permis exclusif de recherche, il n'est pas attendu de mesures opérationnelles sur site permettant de limiter les impacts, car celui-ci relève du champ de la directive 2001/42/CE dite « Plans et programmes » et ne constitue pas un « projet » au sens de la directive 2011/92/UE* », ce qui reflète à l'évidence une confusion.

¹⁶ À titre documentaire, le sommaire du document non confidentiel est erroné.

¹⁷ Il conviendra de corriger la mention de « *544 362 établissements liés à l'industrie, à la construction (...) en 2019 sur les communes concernées par le périmètre du permis* » ; il s'agit à l'évidence du nombre d'emplois.

d'un plaidoyer général pour l'utilisation de la ressource géothermale plutôt que le recours aux énergies fossiles)¹⁸. Il ne fournit pas non plus d'analyse du choix de l'implantation privilégiée et de l'implantation éventuellement possible, en cas d'analyses démontrant l'absence de pertinence du premier choix retenu.

La zone d'étude se limite au seul périmètre du PER, ce qui est justifié eu égard aux travaux envisagés. Elle devra être étendue pour le traitement éventuel des boues de forage, s'il n'est pas intégralement effectué sur place.

Le PER se limite à un programme de recherches et ne conduit pas nécessairement à une demande de concession ni à un début d'exploitation. Pour autant, l'évaluation environnementale du permis devrait constituer l'opportunité de préciser et d'anticiper les problématiques auxquelles sera confrontée l'entreprise en termes d'étude d'impact et d'étude des risques en phase d'exploitation en fonction des modalités de production possibles. Il serait dès lors utile que le rapport environnemental en décrive les principales incidences possibles dès la présente étape, même si le rapport environnemental devra être actualisé au fur et à mesure de l'avancée du PER.

Cela permettrait d'éclairer le public sur les 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 éviter du fait des enjeux environnementaux qu'ils présentent (réserves biologiques, forêts de protection...) ou par suite de servitudes. Cette opportunité n'a pas été saisie dans le dossier présenté : absence d'étude analysant les risques en exploitation même générale, carte des périmètres de protection des captages d'eau destinée à l'alimentation humaine sur laquelle l'enjeu du bassin du Realtor¹⁹ n'apparaît pas, pas de carte des servitudes d'utilité publique, etc.

L'Ae recommande de compléter le dossier par une analyse rapide des secteurs à enjeux particuliers, y compris les servitudes d'utilité publique, une appréciation des incidences possibles et un premier ensemble de mesures d'évitement, de réduction, voire de compensation, à envisager du futur projet d'ensemble comprenant les travaux d'exploitation et de raccordement.

2.1 État initial

L'état initial de l'environnement a été établi sur une base bibliographique et des inventaires déjà existants accessibles en ligne, complétés de données et d'informations récentes collectées auprès des services de l'État et des collectivités territoriales.

¹⁸ Pour chaque solution, il serait pertinent de quantifier, dans la mesure du possible, les avantages et inconvénients environnementaux par rapport à d'autres options non retenues, afin de justifier pleinement les choix opérés

¹⁹ Le réservoir du Realtor est un lac artificiel d'une superficie de 70 hectares environ, sur le territoire de la commune de Cabriès (13). Il a été créé lors de la réalisation du canal de Marseille au XIXe siècle. Il est alimenté par l'eau de la Durance, amenée par le canal et stocke l'eau destinée à la Ville de Marseille. Il est le plus vaste plan d'eau de l'est du département des Bouches-du-Rhône. Il est entouré par les basses collines du plateau de l'Arbois. Abritant une végétation aquatique abondante, il sert de refuge aux oiseaux migrateurs. Toutes les activités humaines (dont la baignade) y sont interdites. Le ruisseau occupant le vallon est le ruisseau de Baume Barragne (source Wikipédia)

2.1.1 Milieu physique

Géologie

Le bassin de l'Arc apparaît dans le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) Rhône-Méditerranée comme abritant l'un des aquifères karstiques sous couverture sédimentaire les plus précieux. Encore jeune, il constitue potentiellement un réservoir aisément exploitable.

Le contexte du périmètre d'étude est caractérisé par des failles majeures comme celles de Nîmes, de la Durance et de Salon-Cavaillon et la présence d'un synclinal orienté est nord-est / ouest sud-ouest.

La zone géologique ciblée est composée de formations tertiaires, crétacées et jurassiques, bordées par des plis et des failles. Les formations jurassiques et crétacées inférieures sont majoritairement calcaires, tandis que celles du Crétacé supérieur et du Tertiaire sont surtout fluvio-lacustres marneuses et argileuses, entrecoupés de niveaux aquifères importants. Le Jurassique du bassin d'Aix pourrait renfermer des ressources importantes mais difficiles d'accès que les études géophysiques en cours permettront de mieux connaître.

Eaux souterraines et superficielles

Le chevelu des cours d'eau est très dense. La Durance et le Verdon, extérieurs au périmètre mais dont une partie des eaux est acheminée par des canaux de dérivation, constituent les principales sources d'eau de consommation humaine (80 %).



Figure 12 : même si les zones humides n'apparaissent pas directement, le périmètre du permis sollicité présente une sensibilité particulière à cet égard – source : dossier

Le périmètre concerne quatre masses d'eau souterraines affleurantes (MESO)²⁰. Le dossier présente les notices descriptives publiques²¹ (Eaufrance) des masses d'eau souterraines, sans les analyser

²⁰ Calcaires crétacés des chaînes de l'Estaque, Nerthe et Étoile (FRDG107), Formations variées et calcaires fuvéliens et jurassiques du bassin de l'Arc (FRDG210), Alluvions de l'Arc de Berre (FRDG370), et Formations variées du bassin versant de la Touloubre et de l'étang de Berre (FRDG513)

²¹ Au demeurant dans un tome d'annexes réputées confidentielles, qui comprend également un extrait de géoportail ou des arrêtés préfectoraux...

pour en identifier le caractère plus ou moins vulnérable aux pollutions (FRDG107, 370 et 513), leur utilisation pour la consommation humaine (FRDG107 et 210) ou leur intérêt écologique (FRDG210, 370 et 513).

Le dossier rend compte également des données hydrogéologiques²². Là encore, le dossier n'analyse pas les données pour en tirer des conséquences sur les précautions à prendre pour éviter des contaminations, d'autant que les interactions avec le Realtor (barrage et cours d'eau), dont un périmètre de protection de captage est en cours de reconnaissance d'utilité publique, ne sont pas décrites, et par conséquent, ne sont pas prises en compte.

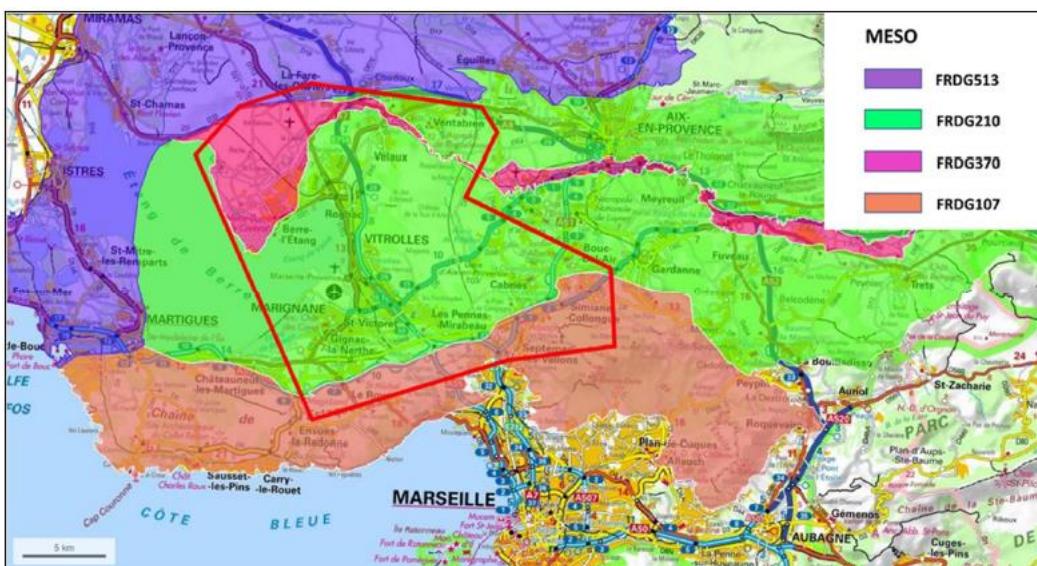


Figure 13 : masses d'eau souterraines – sources dossier [site de l'agence de l'eau](#)

L'Ae recommande de procéder à l'analyse des vulnérabilités des aquifères et de prévoir des mesures de protection adaptées.

2.1.2 Milieux naturels et paysage

La richesse des milieux naturels dans le périmètre du permis sollicité est indéniable. La cartographie des différentes zones inventoriées au titre du patrimoine naturel et des aires protégées figure dans le dossier : six sites Natura 2000²³ (trois au titre de la directive Oiseaux²⁴, trois au titre de la directive Habitats²⁵), les zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique²⁶ (huit de type I, neuf de type II), trois arrêtés préfectoraux de protection de biotope²⁷, quatre sites du Conservatoire du

²² Massifs carbonatés jurassiques et crétacés des chaînes de l'Estaque et de la Nerthe (565AI01) et du massif de l'Étoile (565AI02), Alluvions récentes de l'Arc (719EA01), Calcaires jurassiques du bassin de l'Arc (567ABOO NV2), Massifs calcaires crétacés de la Barben et de la Fare (565AL02) et Formations calcaires du Crétacé supérieur du bassin de l'Arc (563AA01)

²³ 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).

²⁴ Salines de l'étang de Berre, 451 ha, Plateau de l'Arbois, 4 304 ha, Garrigues de Lançon et chaînes alentour, 27 411 ha

²⁵ Marais et zones humides liés à l'étang de Berre, 1560 ha, Côte Bleue, chaîne de l'Estaque, 5 553 ha, Chaîne de l'Étoile – Massif du Garlaban, 10 044 ha

²⁶ 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.

²⁷ Jas de Rhodes, 53 ha, Clos de Bourgogne, 7,4 ha, Domaine de Calssane, 586 ha.

littoral²⁸ et la réserve ornithologique des Salins du Lion²⁹. Le dossier ne comprend en revanche aucune carte récapitulative d'ensemble. La présence toutefois, en plus des cartographies spécifiques, d'une carte des continuités écologiques et d'une carte des enjeux et des pressions, témoigne d'une compréhension et d'une prise de conscience correctes des enjeux.

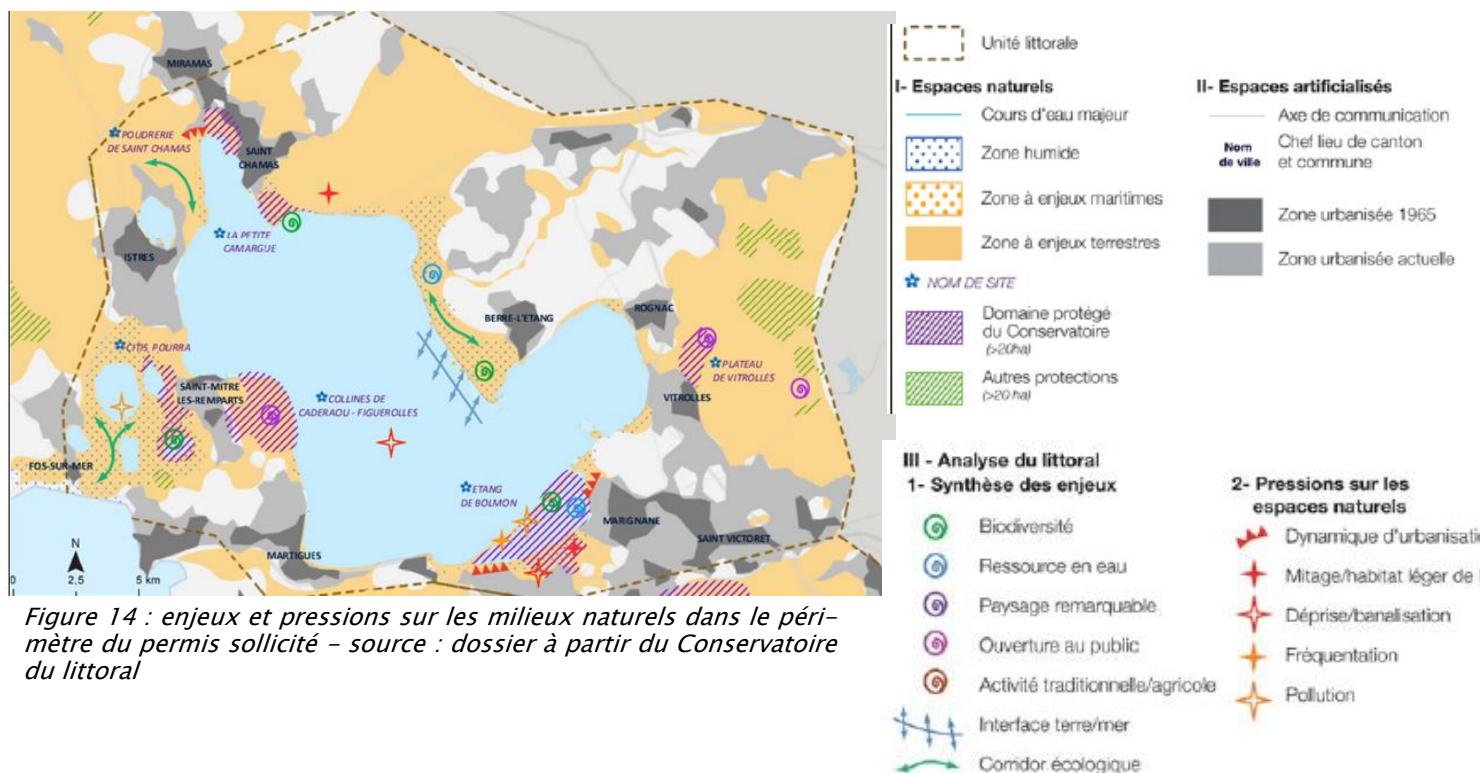


Figure 14 : enjeux et pressions sur les milieux naturels dans le périmètre du permis sollicité – source : dossier à partir du Conservatoire du littoral

Le dossier recense également le patrimoine architectural et paysager : deux sites classés (les massifs de l'Arbois, qui concerne Vitrolles, et de la Nerthe), neuf monuments historiques (Oppidum de Teste-Nègre, Aqueduc de Roquefavour, Jardin d'Albertas, etc.), dont trois à Marignane, deux sites inscrits (les villages des Pennes-Mirabeau et de Ventabren) et douze bâtis inscrits au titre des monuments historiques (dont un à Marignane et un à Vitrolles).

2.1.3 Milieu humain

Le PER sollicité s'inscrit dans un espace fortement anthropisé, intégrant une économie diversifiée et un riche patrimoine. Neuf des 23 communes relèvent de la loi Littoral. La majorité des habitants (plus d'un million) résident dans les communes de Marseille et d'Aix-en-Provence. La zone est fortement urbanisée, avec un tissu urbain discontinu particulièrement marqué autour de l'étang de Berre.

Quelque 46 000 établissements relèvent de secteurs d'activité divers : agriculture, sylviculture, pêche, industrie, construction, commerce, transport etc. avec des infrastructures industrielles et de transports majeures (Marseille est le 4^e aéroport français).

²⁸ Plateau de Vitrolles, 120 ha, Étang de Bolmon, 2 807 ha, la Côte Bleue, 3 391 ha, Marais de Tête noire, 2 063 ha

²⁹ En périodes de migration, 250 espèces d'oiseaux y sont recensées.

2.1.4 Risques

Le périmètre comprend neuf établissements Seveso³⁰ « seuil haut » (dont un à Vitrolles et un à Marignane), quatre « seuil bas » (dont Airbus Helicopters) et 24 sites recensés dans la base de données Géorisques au titre des sites et sols pollués, dont deux à Vitrolles et deux à Marignane. Le seul réseau de chaleur existant est celui de Vitrolles. Le territoire ciblé comprend en revanche 14 postes source et un linéaire important de lignes à haute tension. Il conviendra de les prendre en compte dans la localisation des forages, des itinéraires de desserte et du tracé des réseaux.

Le périmètre est directement concerné par un risque sismique de niveau moyen ou modéré (3/5)³¹ ; il n'est faible (2/5) que pour la ville de Marseille.

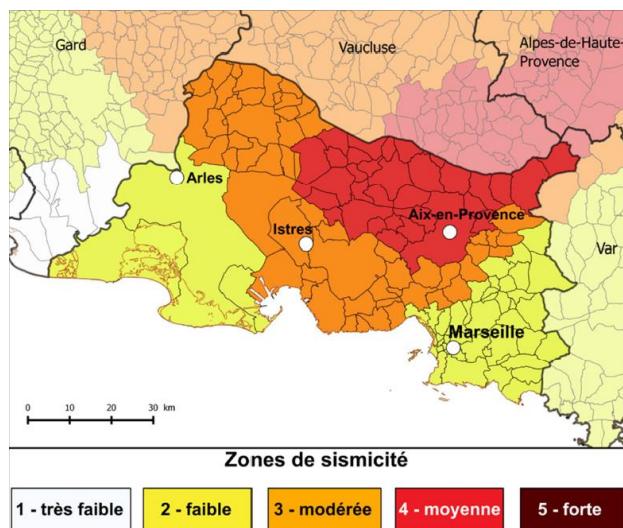


Figure 15 : zonage sismique du département – source : dossier

Le périmètre recoupe également deux zones inondables : une sur les communes de Berre l'Étang, Lançon-Provence et Saint-Chamas du fait du risque par débordement de rivière de l'Arc, l'autre, sur les communes de Marignane, Vitrolles, Gignac-la-Nerthe et Les Pennes-Mirabeau, concernées par la Cadière. Une grande partie du périmètre est identifiée par un niveau de vigilance « alerte » (partie urbanisée aux alentours de l'aéroport), voire « alerte renforcée », qui constituent les niveaux 2 et 3 (sur quatre) pour la sécheresse dans le département. Ces zones incluent des massifs exposés aux incendies de forêt (massifs de l'Arbois et de l'Étoile notamment).

Il serait utile d'établir une cartographie des établissements Seveso présents dans le périmètre, de représenter sur la même carte les risques susceptibles de se traduire par des restrictions de prospection ou d'exploitation pour le projet et en général d'expliciter les conséquences tirées de l'exposition aux risques identifiée dans l'étude d'impact.

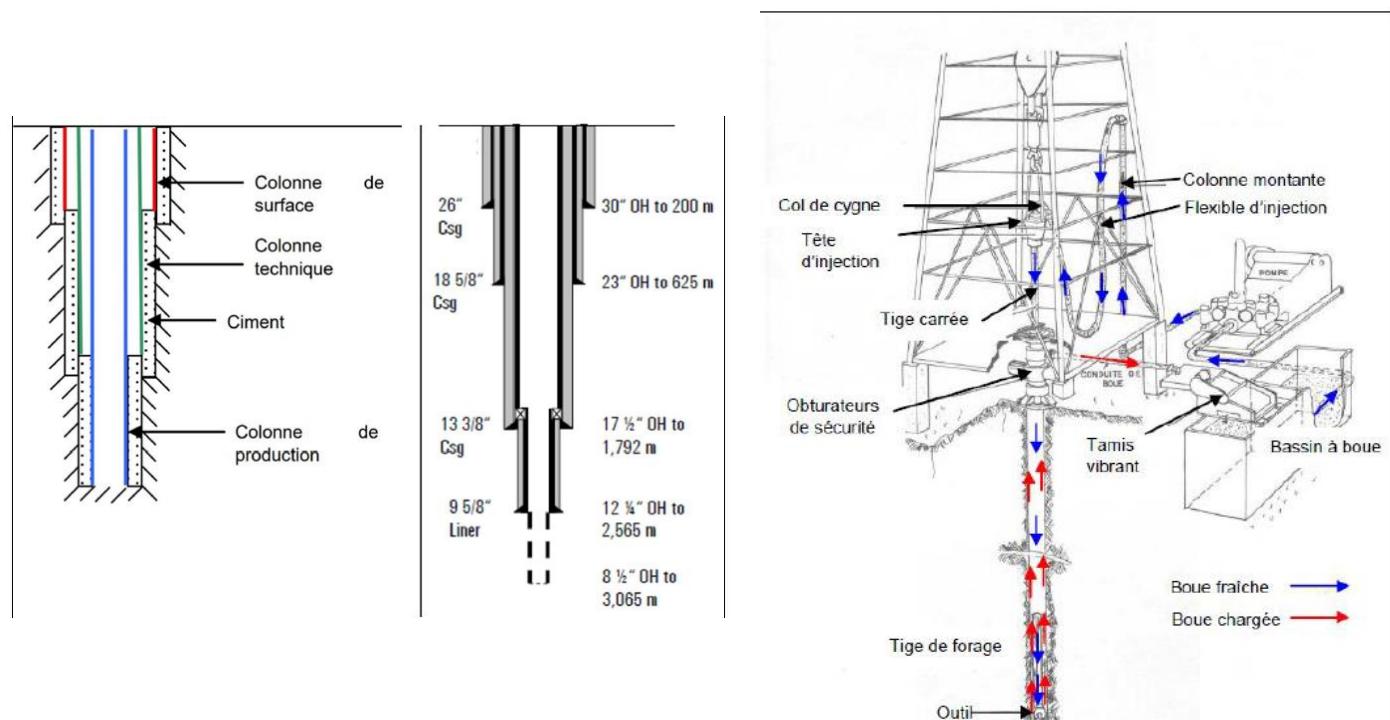
³⁰ Ville italienne où eut lieu en 1976 un grave accident industriel provoqué par une fuite de dioxine. Ce nom est devenu celui de la directive européenne de 1982 relative aux risques d'accidents majeurs liés à des substances dangereuses. Elle impose d'identifier les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs, classés en « seuil bas » et « seuil haut » en fonction des quantités et des types de produits.

³¹ Soit un niveau équivalent à celui qui était identifié à Vendenheim, où des [forages mal maîtrisés](#) ont conduit au déclenchement de séismes et à un coup d'arrêt du projet.

2.2 Analyse des incidences et mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces incidences

Au stade du PER, les incidences sont très faibles et principalement dues à l'activité des camions utilisés pour les mesures sismiques. En revanche, la recherche d'une ressource géothermique n'a de sens qu'en vue de son exploitation future. Les incidences de l'exploitation sont de ce fait à appréhender dès le stade du PER.

À ce titre, le dossier mentionne de possibles mesures d'évitement (travaux hors périodes sensibles, optimisation des accès), de réduction (équipements moins bruyants, limitation de l'éclairage et implantation des forages à plus de 300 mètres des habitations les plus proches) et de compensation (replantation de haies, restauration de zones humides). La gestion des boues de forage (biodégradables) et la protection des aquifères (bouchons de ciment) y figurent. Mais la spécificité de chaque mesure ERC pour chaque type d'impact et pour chaque phase du projet (forage, tests, exploitation) n'est pas précisée. Les modalités de mise en œuvre et l'efficacité attendue de ces mesures ne sont pas évaluées.



L'appréciation des incidences est sommaire : l'impact serait inférieur à celui du solaire et de l'éolien (l'assertion n'est pas démontrée) ; le choix du site de forage en zone industrielle ou urbanisée limite l'emprise foncière avec un empiètement au sol faible pour un rendement élevé, de l'ordre de 20 MW³² et ses inconvénients tiendraient aux coûts d'investissement et de maintenance élevés et à la technicité exigée. Les incidences apparaissent dans une formule lapidaire « *Risques potentiels (sismique, cavité souterraine, microbiologique, pollution des nappes phréatiques, etc.).* ».

Le pétitionnaire prend ensuite des engagements généraux, au-delà des mesures classiques de réduction des nuisances de chantier : affiner les enjeux une fois le choix du futur site d'implantation

³² En l'espèce il est évalué entre 9 et 11 MW.

effectué, insonoriser les équipements les plus bruyants (envisagé comme une éventualité, la solution consistant à utiliser un matériel de forage électrique n'est pas évoquée), etc. De même que les effets d'une éventuelle émission de gaz géothermaux (notamment de l'hydrogène sulfuré), l'analyse des incidences sur la géologie est renvoyée à « *l'étude d'impact de la demande d'ouverture de travaux miniers* », l'entreprise s'engageant « à ne pas avoir recours à la fracturation hydraulique (...) et à utiliser une acidification douce ». « *L'objectif recherché est la productivité naturelle et matricielle des réservoirs ciblés* ». Le dossier est au demeurant ambigu sur le choix effectué d'une utilisation de la porosité matricielle ou de l'utilisation des failles et fractures, bien que le risque de sismicité induite soit différent (cf. illustration ci-dessous).

De façon générale, les indications données sont imprécises, voire peu cohérentes : « *les éventuels adjuvants utilisés [dans l'eau nécessaire aux tests du puits] seront biodégradables* » ; *le fluide de forage liquide est une boue à base d'eau.* (...) *La boue de forage est constituée du fluide de forage chargé en déblais de forage. Ces boues peuvent contenir des substances chimiques³³ utilisées dans le fluide de forage* » « *les phases de forage sont réalisées en utilisant une boue à base d'eau contenant peu d'additifs chimiques (...) les boues seront ensuite évacuées vers un site agréé spécialement conçu pour recevoir et traiter les boues de forage* » ; « *la boue de forage utilisée peut contenir des produits chimiques ou des particules qui pourraient contaminer les aquifères souterrains en cas de fuite, de déversement accidentel ou pendant la phase forage, si la pression exercée par la boue est supérieure à la pression des fluides situés dans les formations traversées* ». De même, il est prévu d'injecter de l'eau sous pression mais il n'est pas exposé comment on évite la fracturation hydraulique, au-delà de deux mentions : « *son débit est contrôlé en continu* » et « *toute utilisation de surpression sera soigneusement planifiée en prenant en compte l'énergie sismique naturelle de la zone, dans le but de limiter les microsismes* ».

L'identification des risques : « *contamination par la boue de forage (...) mise en communication des aquifères sensibles avec la surface (...) [ou] avec le réservoir géothermal [en cas de défaut des cuvelages]* » est très générale et les mesures de prévention le sont également (cuvelages cimentés, tubages anticorrosion, bouchons de ciment pour isoler les aquifères traversés au moment de la fermeture définitive du puits). Le détail en est à nouveau renvoyé à l'étude d'impact de la demande d'autorisation ou déclaration d'ouverture de travaux miniers, qui sera nécessaire pour le forage exploratoire.

En outre, aucun élément ne figure au dossier quant à l'analyse d'éventuels effets cumulés résultant de la juxtaposition de plusieurs doublets géothermiques en cas d'identification effective d'une ressource géothermale conséquente.

L'Ae recommande :

- *l'évaluation de l'ensemble des incidences anticipées comme potentielles,*
- *une présentation de la démarche d'évitement, de réduction, voire de compensation de ces incidences.*
- *de définir précisément dans le dossier de consultation du public sur le permis sollicité l'ensemble des mesures de prévention des incidences possibles d'un forage dès lors que le dossier prévoit la réalisation d'un forage exploratoire et que sa localisation est quasi définitive,*

³³ Il est ainsi précisé qu'elle contient de la silice cristalline, classée cancérogène, du glycol, du chlorure chromique, de la bentonite sodique, de l'acide chlorhydrique, des inhibiteurs de corrosion, etc.

- *et de procéder à une analyse des effets cumulés de la juxtaposition de plusieurs doublets de production dans le même aquifère en cas de mise en évidence d'une ressource géothermale significative.*

2.3 Évaluation des incidences Natura 2000

Compte tenu du caractère exploratoire de la démarche conduite pour le PER, l'évaluation des incidences du projet sur les sites Natura 2000 n'est pas effectuée. Une analyse allégée des incidences Natura 2000 est « *pressentie* » ultérieurement. Il conviendra de s'assurer qu'elle sera suffisante pour établir l'absence d'incidences significatives sur les objectifs de conservation des sites Natura 2000, en tenant compte des liens fonctionnels.

2.4 Articulation avec les autres plans et programmes

Le projet de PER « Marseille-Berre » doit s'inscrire dans une démarche d'intégration et de cohérence avec les principaux documents de planification et d'encadrement supérieur, tant au niveau régional que local :

- Sdage Rhône-Méditerranée (2022–2027), Sage Arc Provençal avec son établissement public de gestion, l'Epage Médélik,
- Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (Sraddet) de Provence – Alpes – Côte d'Azur (objectifs sur les EnR et énergies de récupération),
- Plan climat-air-énergie territorial de la Métropole (PCAEM) d'Aix–Marseille–Provence (AMP),
- Schéma de cohérence territoriale de la Métropole (SCoT) AMP (dernière version approuvée le 30 juin 2025),
- Schéma directeur des énergies (SDE) de la Métropole AMP adopté en juin 2025,
- documents d'urbanisme dont le plan local d'urbanisme intercommunal du pays d'Aix pour Vitrolles.

Le Sdage et le Sage sont détaillés mais les autres documents sont simplement énumérés, notamment dans les compléments transmis aux rapporteurs postérieurement à leur visite. Le souci d'être en cohérence avec eux est affiché mais l'analyse des cibles et objectifs concernant directement le PER ou l'exploitation géothermique ultérieure n'est pas effectuée alors que leurs prescriptions pourraient encadrer tout ou partie de l'exploitation géothermique. Il conviendrait, dès à présent, d'identifier les zones à enjeux et celles qui seraient davantage aptes à l'accueil d'opérations d'exploration voire d'exploitation ainsi que les mesures d'évitement, réduction, et si nécessaire de compensation.

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

Le dossier et les éléments complémentaires adressés aux rapporteurs postérieurement à leur visite mentionnent des mesures d'accompagnement et de suivi, incluant l'encadrement du ou des chantiers de forage par un écologue, le suivi des mesures compensatoires éventuelles, la communication avec les parties prenantes, et des indicateurs et critères de suivi classiques pour des projets de géothermie.

Cependant, les échéances et les modalités précises pour vérifier la correcte appréciation des incidences et identifier les impacts négatifs imprévus ne sont pas détaillées. Ainsi, le dossier ne fait pas état de leurs modalités de suivi, des mesures et des effets du projet d'ensemble. Il est nécessaire de déterminer les enjeux pour lesquels un suivi sera effectué pour vérifier que ces incidences sont maîtrisées, pendant les phases d'exploration (points d'alerte sur d'éventuelles pollution des nappes et des milieux naturels notamment) comme pour préfigurer le suivi à mettre en place en phase de production (piézomètres de suivi ou d'alerte des éventuelles pollutions pour les nappes les plus proches de la surface, notamment la nappe phréatique...). Le suivi de la phase d'exploration pourra donner des indications sur l'amélioration des mesures de prévention pour la phase d'exploitation.

Ce volet devra par conséquent être complété dans le dossier de consultation du public et faire l'objet d'un réexamen lors de demandes ultérieures afin de vérifier la correcte appréciation des incidences défavorables répertoriées et le caractère adéquat des mesures prises mais également pour se donner les moyens d'identifier, à un stade précoce, des incidences négatives non anticipées et permettre l'intervention de mesures appropriées.

L'Ae recommande d'établir dès le stade du PER :

- *l'analyse détaillée des effets cumulés, notamment avec les infrastructures et activités existantes,*
- *la description d'un dispositif de suivi clair et mesurable, avec des indicateurs, des fréquences et des seuils d'alerte.*

2.6 Résumé non technique

Le dossier comprend un « résumé non technique » succinct dans un fascicule séparé facile à identifier. D'une lecture facile, il serait plus éclairant et plus utile s'il était complété pour prendre en compte les remarques et recommandations du présent avis.