



Autorité environnementale

**Avis délibéré de l’Autorité environnementale
sur le permis exclusif de recherches de gîtes
géothermiques à Mayotte, dit « Permis de
Petite-Terre », communes de Bandraboua,
Dzaoudzi, Koungou, Mamoudzou, Pamandzi,
Tsingoni (976)**

n°Ae : 2024-109

Avis délibéré n° 2024-109 adopté lors de la séance du 30 janvier 2025

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

L'Ae¹ s'est réunie le 30 janvier 2025 en visioconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le permis exclusif de recherches de gîtes géothermiques à Mayotte, dit « Permis de Petite-Terre » (976).

Ont délibéré collégalement : Sylvie Banoun, Barbara Bour-Desprez, Karine Brulé, Marc Clément, Virginie Dumoulin, Christine Jean, Noël Jouteur, François Letourneux, Olivier Milan, Serge Muller, Jean-Michel Nataf, Alby Schmitt, Laure Tourjansky, 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'a pas participé à la délibération, en application de l'article 4 du règlement intérieur de l'Ae : Laurent Michel.

Étaient absent(e)s : Nathalie Bertrand, Éric Vindimian.

* *

L'Ae a été saisie pour avis par la ministre du partenariat avec les territoires et de la décentralisation, l'ensemble des pièces constitutives du dossier ayant été reçues le 23 octobre 2024.

Cette saisine étant conforme aux dispositions de l'article R. 122-26 du code de l'environnement relatif à l'autorité environnementale prévue à l'article L. 122-1 du même code, il en a été accusé réception et l'avis a vocation à être rendu 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 30 octobre 2024 :

- le préfet de Mayotte,*
- le directeur général de l'Agence régionale de santé (ARS) de Mayotte.*

Sur le rapport de Michel Pascal et d'Alby Schmitt qui ont rencontré sur site la société Albioma le 15 novembre 2024, 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 Albioma a déposé une demande de permis exclusif de recherches (PER) de gîtes géothermiques à Mayotte (976), dit « Permis de Petite-Terre ». Un tel permis, s'il est octroyé, lui donnerait l'exclusivité de la recherche dans cette zone. Les forages qui en découleraient seraient soumis à une procédure d'autorisation de travaux. L'avis de l'Ae porte sur le seul dossier de PER.

Compte tenu du périmètre couvert par la demande, mais également des informations données aux rapporteurs lors de leur visite, qui limite les zones possibles de recherche et d'exploitation à deux secteurs de Petite-Terre, les principaux enjeux environnementaux du dossier sont, pour l'Ae :

- la préservation des habitats naturels et de la biodiversité, sur le littoral des franges nord et sud de Petite-Terre ;
- la préservation de la ressource en eaux douces, mais aussi en eaux marines ou eaux souterraines (saumâtres) de Petite-Terre, exploitées ou exploitables pour la production d'eau potable par dessalement ;
- la réduction de la pollution atmosphérique et des émissions de gaz à effet de serre (GES) par substitution d'une énergie moins carbonée, la géothermie, à une source de production électrique polluante issue des deux centrales à groupes électrogènes diesel de Mayotte.

L'établissement d'un état initial plus précis permettrait de mieux définir les sites les plus favorables à l'implantation de forages. L'extension du PER à Grande-Terre nécessite une justification plus argumentée, s'agissant d'un secteur où aucun indice de gisement géothermique n'a été repéré. Enfin les propositions de mesures d'évitement, de réduction et de compensation doivent être approfondies, en particulier au regard de l'impact des forages sur l'eau et les milieux aquatiques et des nuisances pour les populations riveraines des travaux.

L'avis comprend également des indications sur les actions à conduire dans les étapes ultérieures, à savoir les travaux de forage, l'éventuelle demande de concession et les travaux d'exploitation associés. Dès à présent, des études doivent être menées pour compléter les connaissances sur les milieux et leur sensibilité.

Avis détaillé

Cet avis de l'Ae porte sur l'évaluation environnementale du permis exclusif de recherches (PER) de gîtes géothermiques à Mayotte (976), dit « Permis de Petite-Terre », porté par la société Albioma. Sont analysées à ce titre la qualité du rapport d'évaluation environnementale.

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

1.1 Contexte

Mayotte est un archipel façonné par dix millions d'années d'activité volcanique. Si les deux îles principales (Grande-Terre et Petite-Terre) sont marquées par cette activité, c'est l'île de Petite-Terre qui a connu l'activité la plus récente, commencée il y a 10 000 ans. Le magma relativement visqueux à l'origine de la création de l'île dans sa configuration actuelle, est susceptible d'engendrer un gîte géothermique.

Le dépôt du permis exclusif de recherche a été précédé de différents travaux de reconnaissance du potentiel géothermique de Mayotte par le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) entre 2005 et 2008, qui ont mis en évidence en particulier des dégagements de gaz carbonique (CO₂) d'origine magmatique sur une plage du lagon près de l'aéroport, et par des campagnes de géophysique.

Plusieurs méthodes géophysiques ont ensuite été poursuivies : gravimétrie², magnétisme et panneau électrique³. Cette prospection n'a pas apporté d'indice tangible de l'existence d'un réservoir géothermal à haute température. Elle a cependant donné des renseignements sur la zone de subsurface où apparaissent des dégagements gazeux à Petite-Terre. Cette zone semble, selon le dossier, correspondre à une discontinuité physique en lien avec la présence d'une intrusion magmatique non affleurante qui drainerait les gaz magmatiques profonds.

L'intérêt géothermique potentiel est augmenté du fait de l'activité volcanique (appelée « crise »), qui a entraîné la création d'un volcan sous-marin à 50 km à l'est de Petite-Terre. Cette activité s'est ensuite déplacée vers Petite-Terre, à une distance comprise entre 5 et 15 km à l'est de l'île. Les campagnes océanographiques qui se sont succédé en 2019 et 2020 ont mis en évidence la présence de structures volcaniques anciennes présentant des indices d'activités hydrothermales et volcaniques. C'est un faisceau d'indices concordants d'une activité sismique sous-marine en cours à environ 10 km à l'est de Petite-Terre associée à une activité hydrothermale.

D'un point de vue géothermique, le dossier indique que la persistance d'une activité magmatique pendant plusieurs milliers d'années à proximité de Petite-Terre est un élément positif car elle augmente la probabilité de développement de systèmes géothermiques à haute température.

² La gravimétrie est la mesure de la variation du champ de gravité, notamment par la mesure de la pesanteur à la surface.

³ La méthode du panneau électrique ou tomographie électrique consiste à mesurer la résistivité apparente du sol à différentes profondeurs, le long d'un profil.

L'activité sismique à proximité et à l'aplomb de Petite-Terre est aussi un élément positif car elle favorise la création ou la réouverture de fractures, et donc la circulation des fluides. Au cours de leur remontée, les gaz magmatiques à haute température sont à même de réchauffer des eaux superficielles (eau de mer) infiltrées à quelques kilomètres de profondeur et donc de développer ainsi un système géothermal.

Toutefois la campagne n'a pas permis à elle seule de confirmer la présence sur Petite-Terre d'un réservoir géothermique à une profondeur exploitable.

Sur Grande-Terre, aucun indice de l'existence d'une ressource géothermale n'a été observé.

La recherche de gîtes géothermiques profonds et de haute température suppose l'obtention d'un permis exclusif de recherche (PER). L'octroi d'un permis exclusif de recherches par le ministre chargé des mines donne à un industriel le droit exclusif de mener des recherches pendant la durée sollicitée (ici de quatre ans), puis de déposer des demandes de concessions minières dans le périmètre ayant fait l'objet des recherches. Une demande de PER a été déposée par la société Albioma le 30 juin 2020 pour une zone allant de Petite Terre au nord-est de Grande Terre.

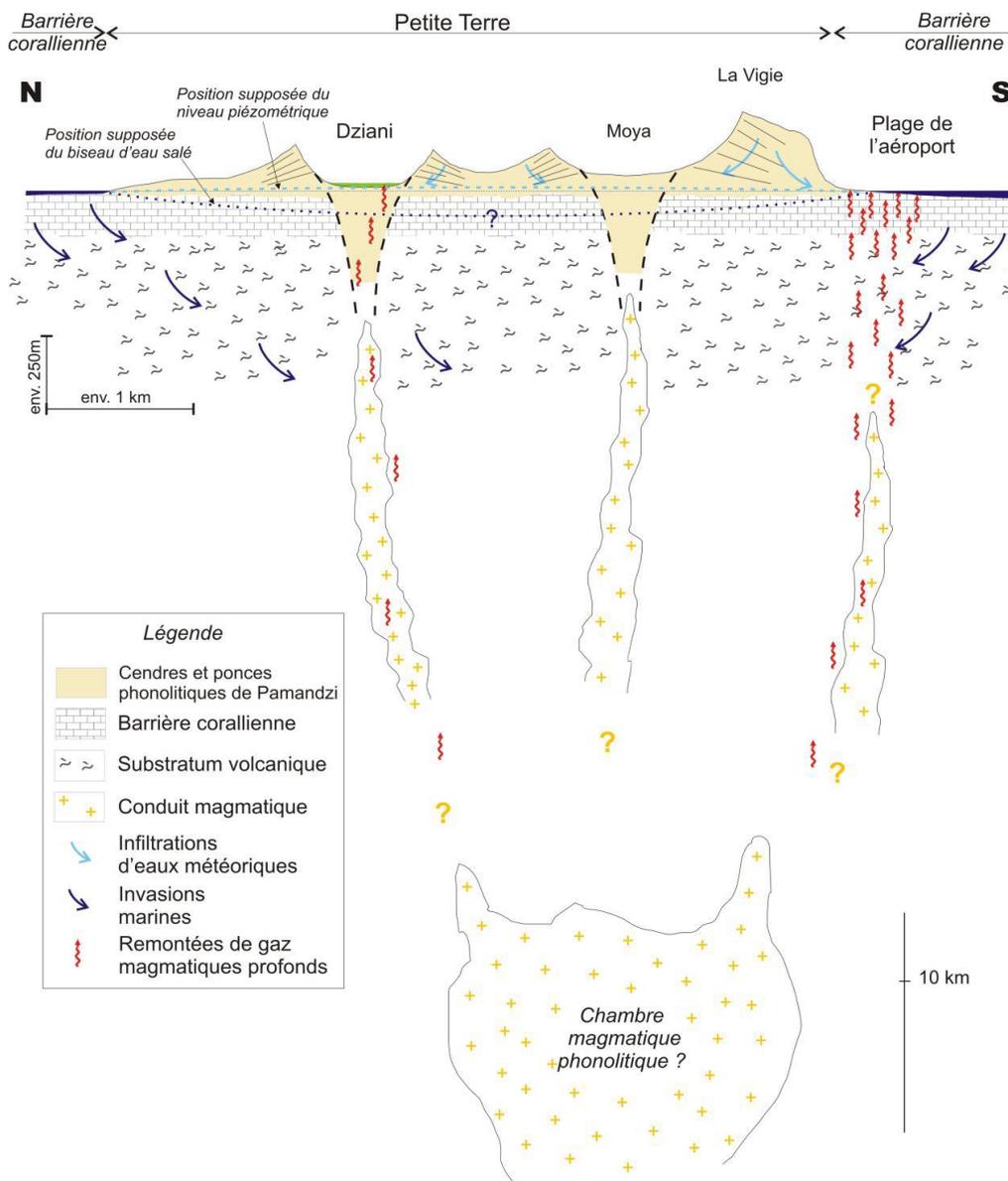


Figure 1 : schéma interprétatif proposé par Traineau et al. (2006) illustrant la géologie du substratum de Petite-Terre et le lien entre les dégagements gazeux observés sur la plage à proximité de l'aéroport et l'activité magmatique récente. – source : dossier

L'objet de cette demande d'octroi d'un PER à Mayotte dit « Permis de Petite-Terre » est donc de poursuivre l'exploration géothermique à travers la réalisation d'un programme de forages. Ce programme permettra de confirmer ou non l'existence d'un réservoir géothermique à haute température en profondeur, d'en préciser les caractéristiques notamment en termes de température et de perméabilité, et enfin de déterminer si cette ressource peut être valorisée pour la production d'électricité.

En cas de mise en évidence d'une ressource géothermique exploitable commercialement, celle-ci pourrait être exploitée pour la production d'énergie sous forme d'électricité, ce qui suppose la construction d'une centrale de production. Aujourd'hui, l'essentiel de l'électricité consommée à Mayotte est produit par des centrales diesel utilisant des énergies fossiles.

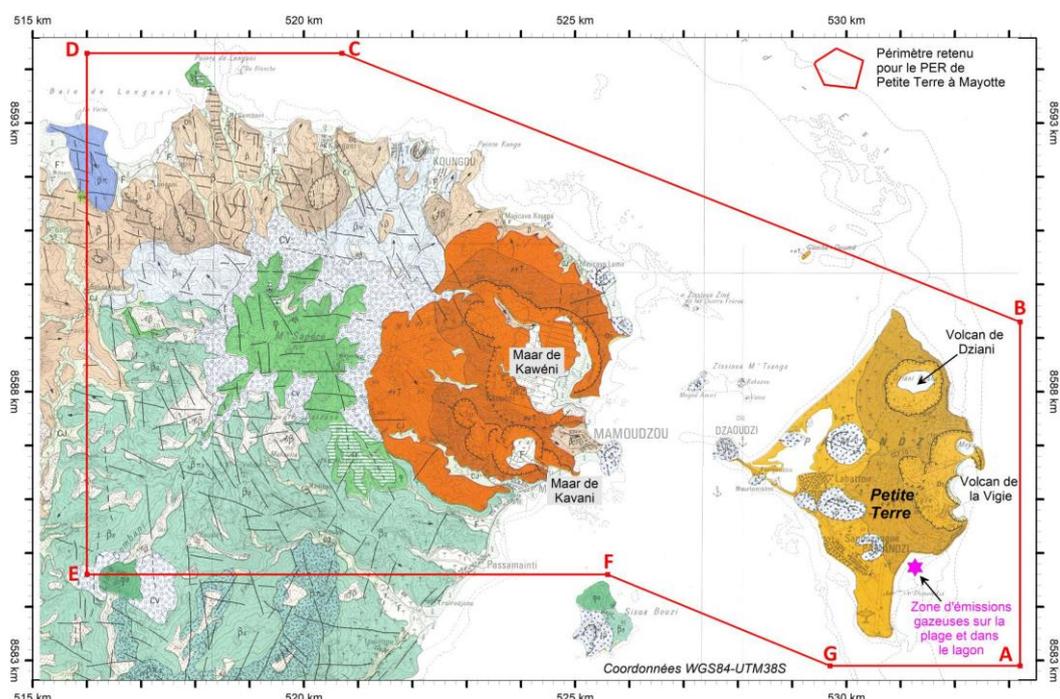
Ce nouveau moyen de production d'électricité, utilisant une source d'énergie locale et renouvelable, permettrait de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

1.2 Présentation du Permis de Petite-Terre

La demande de PER couvre une superficie totale de 145 km², répartis sur deux secteurs distincts, séparés par le lagon.

Le premier secteur correspond à la totalité de l'île de Petite-Terre qui est la cible prioritaire de l'exploration. La superficie de ce secteur est de 12 km².

Le second secteur est situé sur l'île de Grande-Terre et recouvre une surface terrestre de 71 km². Il forme un quadrilatère de 8 km sur 9 km. Dans ce secteur, s'il n'existe pas d'indice d'existence d'une ressource géothermale en profondeur, il est cependant retenu du fait de sa proximité avec Petite-Terre (5 km). En cas de mise en évidence d'une ressource géothermale sur Petite-Terre, son intérêt pourrait être réévalué. Les systèmes géothermiques à haute température peuvent en effet donner lieu à des écoulements latéraux de fluides sur plusieurs kilomètres à partir d'un réservoir profond.



Enfin, le périmètre de ce permis prend en compte les besoins en surface de futures prospections géophysiques. Il peut être nécessaire de réaliser des mesures sur une large surface afin d'obtenir une représentation des structures profondes à l'aplomb de la zone d'intérêt.

Étapes	Durée indicative	Objectifs	Nature des travaux
<i>Forages d'exploration</i>	<i>2 ans</i>	<i>Confirmer la présence d'un réservoir géothermique, préciser sa capacité de production, décider de la poursuite ou de l'abandon du projet</i>	<i>Aménagement des plateformes de forages, des voies d'accès Réalisation des puits, tests de puits et essais de production</i>
Étude de faisabilité	1 an	Dimensionnement de la centrale, choix de la technologie et de l'implantation, calcul du coût du projet et négociation du contrat de vente de l'électricité	Études d'ingénierie, planning, étude d'impact du projet
Développement du champ	1 à 2 ans	Forer les puits nécessaires pour assurer les besoins en vapeur et permettre la réinjection des fluides	Aménagement des plateformes de forages de production et de réinjection, des voies d'accès Réalisation des puits, tests de puits et essais de production
Construction de la centrale, essais et mise en service	1,5 à 2,5 ans	Construire l'ensemble des infrastructures et équipements qui constitueront la centrale. S'assurer du bon fonctionnement des équipements	Construction de la centrale, des lignes électriques, des conduites électriques et des routes d'accès Tests et contrôles de fonctionnement et mesures de l'impact environnemental
Exploitation de la centrale	25 à 30 ans	Assurer la production et la bonne gestion de la ressource géothermale, la maintenance des installations	Entretien, forages éventuels de nouveaux puits, extensions éventuelles ou remplacement des unités anciennes.

Figure 3 : calendrier prévisionnel du projet de création d'une centrale géothermique (en italique : l'étape couverte par le PER) – source : rapporteurs d'après dossier

L'objectif est de mener des campagnes d'acquisition de données sur Petite-Terre pour localiser et caractériser le gisement géothermique. Le montant minimum qu'Albioma s'engage à consacrer à ces travaux est de 3,5 M€.

Selon le dossier, le programme d'investigations comprend à ce jour un à trois forages d'exploration, de 1 500 m de profondeur environ. Ils seront effectués par la technique de forage destructif⁴, d'un diamètre probable de puits de 12''1/4 (31 cm) en surface et de 6''1/4 (16 cm) en profondeur. Leur localisation précise n'est pas encore arrêtée. Une ou plusieurs plateformes de forage seront préparées. Leur surface sera comprise entre 2 000 et 5000 m² selon l'encombrement de la machine de forage et de ses auxiliaires avec, si nécessaire, l'aménagement d'une voie d'accès. La durée des travaux de forage et de tests des puits est de l'ordre de six mois. Une fois ces travaux terminés, les plateformes seront remises en état. Si les puits sont conservés, ils seront équipés d'une tête de puits avec des vannes maîtresses pour assurer leur fermeture. La ou les plateformes seront aménagées, elles seront revégétalisées et clôturées. En cas d'abandon des puits, ils seront rebouchés dans les règles de l'art.

⁴ Il s'agit de la technique de forage permettant la progression la plus rapide : elle consiste à désagréger le sol à l'aide d'un outil adapté (rotation d'un tricône ou rotopercussion) et remonter vers la surface les débris appelés « cuttings ». Pour ces profondeurs, c'est le forage destructif en rotation qui est utilisé.



*Figure 4 : sites d'implantation probables des deux forages d'exploitation -
Source : Albioma*

(Lors des entretiens des rapporteurs avec Albioma, il a été indiqué que seraient forés deux puits au maximum. Il s'agirait de puits permettant l'exploitation, donc de diamètre plus gros, pouvant présenter un impact plus important du fait des engins, équipements et plateformes, à mettre en œuvre. Leur site d'implantation est imposé par la faible disponibilité des terrains sur Petite-Terre : l'un à proximité de l'usine de dessalement d'eau de mer de Petite-Terre, l'autre sur le littoral de la baie des Badamiers).

1.3 Procédures

Les demandes de permis exclusifs de recherche font l'objet d'une évaluation environnementale en tant que plan et programme. L'approbation du titre minier donnant lieu à une décision ministérielle l'Ae est l'autorité environnementale compétente.

Les travaux de recherches (forages) seront soumis à autorisation environnementale et feront donc l'objet d'une évaluation environnementale.

Si la décision d'exploiter est prise, une concession sera nécessaire, soumise à évaluation environnementale et à décision d'octroi par décret, ainsi qu'une autorisation d'exploiter incluant les travaux de réalisation de la centrale et des forages de production (travaux eux aussi soumis à évaluation environnementale au titre des projets).

1.4 Principaux enjeux environnementaux du projet relevés par l'Ae

Compte tenu du périmètre couvert par la demande de PER, mais également des informations données aux rapporteurs lors de leur visite, qui permet de limiter les zones possibles de recherche et d'exploitation à deux secteurs de Petite-Terre, les principaux enjeux environnementaux du dossier sont, pour l'Ae :

- la préservation des habitats naturels et de la biodiversité, sur le littoral des franges nord et sud de Petite-Terre ;
- la préservation de la ressource en eaux douces, mais aussi eaux marines ou eaux souterraines (saumâtres) de Petite-Terre, exploitées ou exploitables pour la production d'eau potable par dessalement ;
- la réduction de la pollution atmosphérique et des émissions de gaz à effet de serre par substitution d'une source d'énergie décarbonée, la géothermie, à une source de production électrique particulièrement polluante issue des deux centrales à groupes électrogènes diesel de Mayotte.

2. Analyse de l'évaluation environnementale

Le pétitionnaire a produit une notice d'impact (conformément au code minier), ainsi que, plus récemment, un rapport environnemental, dont l'objet est de replacer la démarche du PER dans le projet d'ensemble, incluant l'exploitation d'une centrale géothermique.

Si le PER se limite à un programme de recherches (puisque un permis n'entraîne pas systématiquement l'exploitation par la suite), il est important que les incidences possibles de l'étape d'exploitation soient décrites dès l'étape du PER, ce à quoi le rapport environnemental a pour objectif de répondre.

L'évaluation environnementale, proportionnée à ces enjeux limités, suit une démarche rigoureuse qui s'inscrit en trois phases, par grands enjeux de l'état initial, puis par typologie de pressions et risques environnementaux. La dernière phase, qui confronte enjeux et pressions, permet de définir les incidences possibles des travaux et y associe des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation.

Pour autant, l'évaluation environnementale du permis pourrait constituer l'opportunité de préciser et d'anticiper les problématiques auxquelles sera confrontée Albioma dans les phases suivantes de son projet (demandes de concession, phase exploitation) en identifiant les premières mesures d'évitement, de réduction, voire de compensation par une cartographie des enjeux, la présélection de sites possibles d'implantation et de solutions techniques. Cette opportunité n'a pas été saisie dans le dossier présenté.

Le choix de l'échelle de l'étude, souvent l'archipel de Mayotte, pose deux difficultés. Ce devrait être le périmètre du PER, avec des focus sur les secteurs du permis présentant le plus d'enjeux, avec si c'est pertinent, des élargissements à l'échelle de l'archipel pour certains enjeux, comme la satisfaction des besoins énergétiques, la pollution de l'air... En outre, le PER concerne un territoire beaucoup plus vaste que celui qui serait effectivement concerné par les travaux du programme de recherches qui a été précisé depuis le dépôt de la demande en 2020, à savoir deux secteurs de Petite-Terre (cf. figure 4). Les enjeux sont ainsi souvent abordés de façon peu précise, alors que les deux sites prévus pour les forages ne concernent que quelques hectares et que l'évaluation environnementale du PER aurait pu être déclinée de façon plus précise à l'échelle de ces secteurs.

Compte tenu de la date de dépôt de la demande du PER (2020), les données sont anciennes (antérieures à 2020), voire très anciennes, comme celles concernant la production électrique (2014).

L'Ae recommande d'approfondir et d'actualiser l'analyse des enjeux environnementaux et des incidences à l'échelle du Permis de Petite-Terre en proposant des focus sur les secteurs à plus forts enjeux et sur ceux effectivement concernés par le permis de recherche afin de prioriser les secteurs à moindre enjeux pour l'implantation des forages.

La mise en place d'un suivi de l'impact pendant la durée des travaux de forage et après leur réalisation, permettra d'organiser un retour d'expérience pour l'éventuelle phase d'exploitation.

2.1 État initial

L'état initial de l'environnement constitue un élément majeur de l'évaluation environnementale du PER de Petite-Terre. La cartographie des enjeux doit ainsi permettre d'orienter les choix d'implantation des ouvrages, nécessaires dans le cadre du PER, mais aussi dans celui de la future exploitation, les études environnementales et les incidences à prendre en compte, et les mesures de prévention à prévoir. L'exercice n'a pas été mené à son terme pour le Permis de Petite-Terre, le choix des sites de forage ayant été davantage guidé par les disponibilités foncières.

2.1.1 Milieu physique

Risques naturels

Les plans de prévention des risques naturels (PPRN) sont encore en cours d'élaboration dans les deux communes couvertes par le Permis de Petite-Terre. Le dossier départemental des risques majeurs (DDRM) indique, pour ces communes, une sensibilité forte aux risques cyclonique (vent fort, précipitations intenses), de mouvements de terrain, de submersion marine et de tsunami en zone côtière et d'inondation en aval des cours d'eau sur Grande-Terre ainsi qu'un risque sismique modéré (3 sur 5)⁵, mais avec un aléa local de liquéfaction des sols. L'île est également soumise à un fort recul du trait de côte au niveau des falaises.

Le dossier comme l'avis de l'Ae ont été établis avant le retour d'expérience des effets possibles d'un cyclone comme Chido qui a ravagé l'archipel en décembre 2024 sur les installations et équipements nécessaires à l'exploitation d'un gîte géothermique (recherche et exploitation). Les effets de Chido devront également être pris en compte, en particulier sur la biodiversité, l'état de conservation de certains habitats ou espèces ayant pu être dégradé par le cyclone. Des mesures de prévention plus importantes pourraient dès lors être nécessaires. Les dossiers qui suivront (autorisation des forages, demande de concession) devront exploiter ce retour d'expérience.

Pollution de l'air, atténuation du changement climatique et émissions de GES

Le dossier mentionne que la géothermie, énergie n'engendrant pas ou que peu de pollutions atmosphériques et d'émissions de gaz à effet de serre, se substituerait à une production électrique par des groupes électrogènes diesel, fortement émetteurs de polluants atmosphériques (NO_x, particules) et de gaz carbonique⁶.

⁵ Le dossier n'évoque pas les essaims de séismes (succession de séismes dans un endroit et dans un temps limité).

⁶ Le mix électrique de Mayotte est très carboné (716 gCO₂eq/kWh), soit dix fois plus que celui de la France métropolitaine (chiffre 2021 du bilan énergétique de Mayotte).

Il conviendra dans la suite du projet de préciser le niveau des émissions de gaz à effets de serre et de polluants atmosphériques par la production mahoraise d'électricité, en particulier par la centrale des Badamiers et de compléter le dossier par une description de la qualité de l'air sur Petite-Terre.

Ressource en eau

Sur Petite-Terre, il n'y a pas de cours d'eau pérenne. En revanche, sur Grande-Terre, les flancs du massif du Mtsapéré sont drainés par de nombreux cours d'eau. Selon le dossier, les nappes d'eau souterraines sont en bon état chimique et quantitatif, à l'exception de la nappe alluviale de Kawéni à Mamoudzou qui est en déficit quantitatif. Neuf points de prélèvements pour l'alimentation en eau potable ont été recensés à l'intérieur du PER, dont un sur Petite-Terre⁷.

Les masses d'eaux côtières autour de Petite-Terre et Mamoudzou sont dans un état écologique moyen, du fait d'un assainissement non collectif défaillant et de l'envasement du lagon par les apports terrigènes issus de l'érosion terrestre.

Le dossier ne cartographie pas les aires d'alimentation ni même les périmètres de protection des captages d'eau potable, qu'ils soient terrestres (eau douce) ou marins (pour l'alimentation de l'usine de dessalement de Petite-Terre). Il ne prend pas en considération la nappe d'eau souterraine saumâtre de Petite-Terre qui pourrait constituer une « ressource en eau » intéressante pour le dessalement⁸.

L'Ae recommande de cartographier les aires d'alimentation et les périmètres de protection de captage d'eau potable et d'évaluer l'enjeu lié à la nappe d'eau saumâtre de Petite-Terre.

2.1.2 Milieux naturels

La description du milieu naturel, terrestre, littoral et maritime, reste très générale et correspond le plus souvent à l'ensemble de Mayotte et à son domaine maritime plutôt que spécifiquement au secteur couvert par le PER (forêt mahoraise, zones humides, dunes et plages sableuses, lagon de Mayotte, « padzas⁹ »...). S'il met en évidence les enjeux des milieux et de la biodiversité mahoraise, le dossier ne précise pas à l'échelle du PER les secteurs d'enjeux majeurs¹⁰. Les inventaires sont ainsi établis à l'échelle du lagon de Mayotte ou de l'archipel.

Le pétitionnaire devra, au moment des demandes d'autorisation de travaux et de concession, inventorier et cartographier les espèces animales et végétales à enjeux et approfondir cet inventaire sur les secteurs présentant les plus forts enjeux.

⁷ Le dossier ne précise pas la nature de ce captage, vraisemblablement pour l'usine de dessalement de Petite-Terre.

⁸ Le dessalement d'eau saumâtre est bien moins coûteux énergétiquement et financièrement que celui de l'eau de mer. Les eaux saumâtres contiennent moins de matières organiques, ce qui nécessite un prétraitement moindre (chloration, autre) et évite ainsi le rejet d'éléments toxiques dans les saumures. Par exemple, des concentrations moins élevées en bromures réduisent la formation de bromates dans les eaux produites.

⁹ Les « padzas » sont le terme mahorais pour badlands, qui désigne un paysage ouvert, peu végétalisé (rareté des arbres), de terrains souvent argileux ou marneux (sous-sols volcaniques meubles à Mayotte), raviné par les eaux du ruissellement en faible pente et impropre à l'agriculture.

¹⁰ La péninsule sud de Petite-Terre est ainsi un site de reproduction pour le Dugong.

Espaces protégés et d'inventaire

Les espaces protégés et d'inventaire bénéficient d'une analyse détaillée et d'une cartographie à l'échelle du PER, dont le périmètre inclut de nombreux sites d'intérêt : un site Ramsar¹¹, la vasière des Badamiers, en partie couverte de mangroves et qui abrite de nombreuses espèces d'oiseaux, de poissons et de tortues (Tortue verte). Cette analyse ne mentionne pas la réserve naturelle nationale des forêts de Mayotte dont une partie est comprise dans le PER. Le site Ramsar a une importance internationale pour la migration de la Sterne voyageuse et pour la présence de plusieurs espèces endémiques des Comores et de Madagascar (Héron de Humblot et Mygale des Badamiers qui vit dans l'estran¹²). Le PER englobe 31 zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (Znieff¹³), dont 11 marines (figure 4).

Le Conservatoire du littoral a acquis de nombreux sites à l'intérieur du périmètre du PER, à la fois sur Petite-Terre et sur Grande-Terre. Enfin, le périmètre du PER inclut de nombreux espaces forestiers.

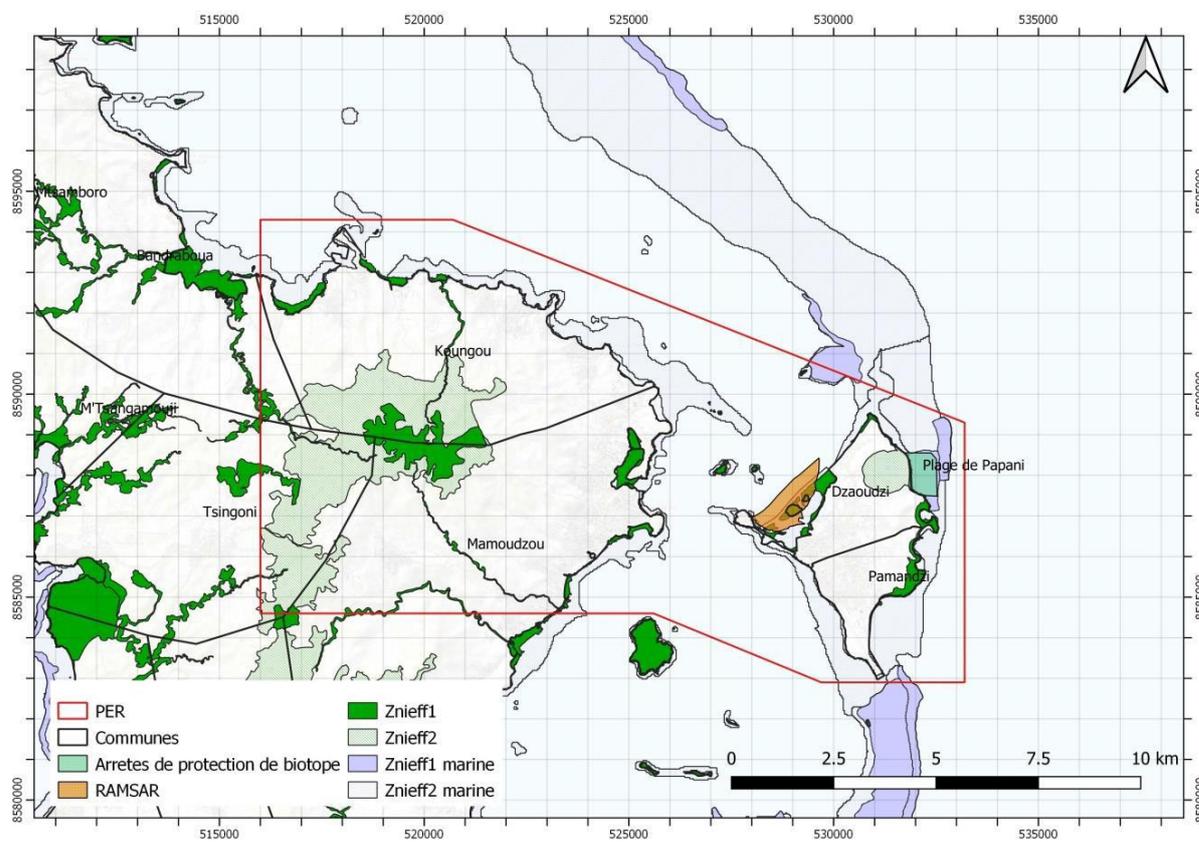


Figure 5 : extension des espaces protégés et zones d'inventaire (Site Ramsar, Znieff, arrêté de protection du biotope) à l'intérieur et autour du périmètre du PER – source : dossier Cette carte ne mentionne pas la réserve naturelle des forêts de Mayotte.

¹¹ La Convention sur les zones humides d'importance internationale (« 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 le 2 février 1971.

¹² L'estran est la zone située entre la marée haute et la marée basse.

¹³ 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. Les Znieff de type I correspondent à des secteurs de grand intérêt biologique ou écologique les Znieff de type II à de grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

2.1.3 Milieu humain et économie

Le Permis de Petite-Terre englobe les principales agglomérations de Mayotte, dont Mamoudzou. L'occupation des sols se répartit principalement en espaces forestiers et agricoles. Les zones bâties représentent environ 10% des surfaces, réparties essentiellement sur Petite-Terre et le long du littoral sur Grande-Terre.

L'autonomie énergétique est un enjeu stratégique pour une région insulaire comme Mayotte, contrainte d'importer massivement des ressources fossiles (carburants, gaz) et dont la production électrique est principalement issue de deux centrales diesel (76 et 84 MW).

Le dossier indique qu'outre les règles fixées par les documents d'urbanisme et d'aménagement, qu'il ne précise pas, le secteur est soumis à des servitudes aéronautiques liées à la présence de l'aéroport de Mayotte situé sur Petite-Terre et à des servitudes hertziennes (télécommunication, armée, Météo France...).

Il conviendra d'actualiser les données sur le mix électrique de l'archipel et de préciser les contraintes d'urbanisme limitant les possibilités de développement du projet d'exploitation géothermique.

2.2 Analyse des variantes – Justification et pertinence du Permis de Petite-Terre

Le dossier justifie l'intérêt du PER et de son projet d'exploitation de la ressource géothermique pour la production d'électricité sur la base de l'article 215 de la loi n°2015-992 du 17 août 2015, dite loi TEPCV¹⁴ et des objectifs de la [programmation pluriannuelle de l'énergie \(PPE\) de Mayotte](#), révisée en 2023. La PPE de Mayotte prévoit ainsi de placer le département sur la voie de l'autonomie énergétique en 2030 avec un important développement de la production d'énergie à partir de ressources renouvelables et une multiplication par près de 10 de leur part dans le mix électrique.

Le dossier justifie par ailleurs la pertinence du projet en ce qu'il permet une réduction de la dépendance du territoire aux variations du coût des énergies fossiles importées et des économies sur les émissions de GES liées à la production d'électricité à partir d'hydrocarbures.

L'évaluation environnementale pourrait rappeler que c'est dans le cadre de la PPE de Mayotte que les études de solutions de substitution raisonnables ont justifié le Permis de Petite-Terre : elle cite en effet les études du projet de géothermie de Petite-Terre dans la liste des études qu'elle prend en compte et ouvrant droit au financement par les crédits de l'État de soutien aux coûts de l'énergie en zones non interconnectées (article L. 121-7 du code de l'énergie). Les travaux de la prochaine PPE confirment ce choix.

Pour autant, le dossier ne justifie que sommairement l'étendue du PER (cf. partie 1.3) alors même qu'il n'a pas été repéré d'indices d'un gisement géothermique sur Grande-Terre. Le dossier aurait pu présenter une variante limitée à Petite-Terre, en comparant les deux périmètres au regard de leur potentiel géothermique et de leurs enjeux environnementaux.

L'Ae recommande de mieux justifier l'extension du périmètre du Permis de Petite-Terre au lagon et à Grande-Terre.

¹⁴ [Loi pour la transition énergétique pour la croissance verte](#)

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

2.3.1 Incidences du PER

Le Permis de Petite-Terre s'inscrit dans le cadre d'un projet de développement géothermique visant d'abord à explorer par forage la ressource géothermique sur l'île de Petite-Terre avec, en cas de succès de l'exploration, le forage de nouveaux puits d'exploitation et la construction d'une centrale géothermique dédiée à la production d'électricité. Au stade préliminaire du PER, seules les incidences des travaux rendus possibles après autorisation dans le cadre de ce permis sont à envisager, c'est-à-dire celles associées au programme de forages d'exploration.

Pour chaque compartiment environnemental, l'étude d'impact (cf. figure 5) fait l'inventaire des incidences possibles sur l'environnement du programme de forages d'exploration et des mesures envisagées pour les éviter, les réduire ou les compenser (ERC).

Cette présentation présente l'avantage d'être synthétique et en grande partie satisfaisante dans le cadre d'une évaluation environnementale d'un PER. Elle est cependant muette sur les travaux du PER autres que les forages, comme les prospections géophysiques, sur certains choix techniques majeurs au regard de leur impact environnemental, comme la nature des produits utilisés pour les boues lors des forages et leurs risques éventuels pour la santé des populations et les milieux. Le PER envisage comme premier choix de prélever l'eau dans le réseau public, dans un archipel où la ressource est pourtant structurellement déficitaire. Enfin les propositions de mesures ERC nécessiteraient d'être approfondies : souvent limitées à l'application de la réglementation, elles ne font pas état de l'application des meilleures techniques ou standards disponibles (réalisation des forages, consommation d'eau, traitement des rejets d'eau...). Par ailleurs, l'Ae s'est interrogée sur la faisabilité ou la réalité de certaines mesures comme l'éloignement des habitations, au vu des deux sites pressentis actuellement, ou du relogement des populations affectées.

Risque environnemental, pression	Compartiment environnemental	Mesures ERC
Pertes de biotopes liés au défrichage et aux terrassements	Milieu naturel terrestre (faune, flore)	Sélection de sites évitant le défrichage et défrichage réalisé en dehors des périodes de reproduction, sous le contrôle d'un expert flore Limitation des surfaces réalisées
Bruit des engins éloignant certaines espèces	Milieu naturel terrestre (faune, flore)	Respect des normes en matière de bruit
Nuisances lumineuses du chantier	Milieu naturel terrestre (faune, flore)	-
Présence de déchets attirant des nuisibles	Milieu naturel terrestre (faune, flore)	Enlèvement régulier des déchets et propreté des sites
Déversements accidentels entraînant la pollution des eaux de surface (y compris marines) et des sols : hydrocarbures et produits polluants, fluides de forage ou géothermal lors des essais de production, pouvant affecter les biotopes et certaines espèces aquatiques	Milieu naturel terrestre (faune, flore), Eaux de surface, milieux aquatiques,	Réseau de collecte des eaux de ruissellement sur la plateforme de forage muni de dispositifs de traitement des eaux avant rejet Stockages conformes à la réglementation Fluide de forage utilisé en circuit fermé et stocké dans des bacs étanches Fluide géothermal stocké dans des bassins étanches, rejeté dans le milieu naturel ou réinjecté dans le puits selon ses caractéristiques physico-chimiques
	Milieu marin	Idem + Éloignement du rivage pour éviter tout déversement direct en mer Équipement de pompage en mer muni de dispositifs de rétention Vitesse limitée à l'aspiration d'eau de mer pour ne pas dégrader le milieu

Contamination par le fluide de forage durant la foration Contamination par le fluide géothermal Pollutions par des infiltrations de polluants et eaux polluées	Eaux souterraines	Contrôle des volumes de fluide de forage pendant la foration pour détecter des pertes et adapter la rhéologie du fluide et les équilibres hydrostatiques Mise en place de plusieurs cuvelages acier emboîtés et cimentés constituant des barrières étanches au droit des aquifères En cas d'abandon des puits, mise en place de bouchons de ciment
Prélèvements d'eau dans le réseau public pour les besoins du forage	Ressource en eau	Sollicitations limitées sur le réseau du fait de besoins limités Recyclage du fluide de forage pour limiter les besoins en eau Utilisation d'eau de mer ou d'eau prélevée en puits pour les besoins importants
Émissions de poussières, de gaz d'échappement des moteurs, de gaz géothermaux (H ₂ S)	Qualité de l'air	Éloignement de la plateforme des zones habitées Arrosage des sols nus pour fixer la poussière Conformité des engins et moteurs à la réglementation Contrôle des venues de gaz géothermaux pendant le forage et mise en place de blocs d'obturation de puits (BOP) en tête de puits Durée limitée des essais, manche à air sur le chantier Système de détection du gaz H ₂ S sur la plateforme et aux alentours
Bruits des moteurs de la machine de forage (24 heures sur 24, 7 jours sur 7) Circulation des véhicules Décharge du fluide géothermal à l'atmosphère lors de l'essai de production	Nuisances sonores	Éloignement de la plateforme des zones habitées Travaux les plus bruyants différés en période diurne Restriction de la circulation nocturne, des klaxons et avertisseurs Conformité des engins et moteurs à la réglementation Isolation phonique des sources les plus bruyantes sur le chantier Isolation phonique au niveau des riverains affectés Aménagement de la ligne de décharge du fluide lors de l'essai de production Indemnisation, relogement temporaire pour les riverains les plus affectés
Ravinement et érosion des sols Déstabilisation des pentes et mouvements de terrains	Risques naturels	Dimensionnement approprié des réseaux d'eau pluviale Revégétalisation des sols mis à nu
Augmentation temporaire du trafic routier et des risques d'accident et d'encombrement Apport de boues	Circulation routière	Panneaux d'information sur la présence du chantier Aire de retournement aménagée sur la plateforme Parking pour les véhicules du personnel et les livraisons sur la plateforme Nettoyage de la voirie

Figure 6 : tableau de synthèse de l'impact potentiel des opérations et des mesures ERC du dossier – source : rapporteurs d'après dossier.

L'Ae recommande d'approfondir les propositions de mesures d'évitement, de réduction et de compensation dès le stade du permis exclusif de recherche, plus particulièrement sur les sujets de ressource en eau, de pollution des milieux aquatiques et de prévention des nuisances pour les populations riveraines des travaux.

Par la suite, une attention devra être portée sur les effets positifs que le projet pourra présenter en précisant les bilans de gaz à effet de serre et de pollutions atmosphériques et en les comparant à la situation de référence en l'absence de projet, avec le maintien d'une production électrique essentiellement thermique. Concernant la pollution atmosphérique, les évaluations pourraient estimer les améliorations pouvant être espérées sur la qualité de l'air à Petite-Terre.

2.4 Articulation avec les autres plans et programmes

La cohérence du projet est démontrée avec les objectifs des plans et lois « énergie » aux échelles nationales ou mahoraises.

Le dossier ne vérifie pas la compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme, le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) ou le plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) de Mayotte et la charte de gestion du parc naturel marin de Mayotte.

Même en l'absence de schéma d'aménagement régional (SAR) à Mayotte, l'évaluation environnementale pourrait préciser les objectifs que le projet d'exploitation géothermique devra vérifier au regard des travaux actuels et souvent bien avancés sur le schéma régional de cohérence écologique, le schéma régional climat-air-énergie ou le schéma de mise en valeur de la mer.

Ces éléments devront être fournis dans la suite du projet.

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

Il n'est pas attendu d'une évaluation environnementale d'un PER qu'elle établisse un programme de suivi détaillé des incidences, des mesures et des effets du projet d'ensemble. Il serait cependant utile qu'elle identifie les domaines où la connaissance est encore insuffisante pour pouvoir établir un état initial satisfaisant pour les dossiers suivants (autorisations environnementales et demande de concession). Il conviendrait également d'identifier, sur la base d'une hiérarchisation des effets qui n'existe pas encore dans le dossier, les principales incidences et les mesures de prévention correspondantes qui devront faire l'objet d'un programme de suivi.

L'Ae recommande d'établir dès le stade du PER un programme d'amélioration des connaissances dans tous les domaines où les données sont aujourd'hui insuffisantes pour construire un état initial satisfaisant. Elle recommande également d'identifier l'impact majeur des travaux et opérations qui devront être engagés afin de pouvoir établir un programme de suivi satisfaisant dans les étapes suivantes (autorisations et demandes de concession).

2.6 Résumé non technique

Le dossier comprend un « résumé non technique » dont la taille (33 pages) est très voisine de celle du rapport environnemental (50 pages). Il n'est pas non plus moins technique. Il ne répond donc pas aux exigences d'information du public.