MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
Liberté
Égalité
Fraternité

MRAe

Mission régionale d'autorité environnementale

Guadeloupe

Conseil général de l'Environnement et du Développement durable

Avis délibéré de la Mission régionale d'Autorité environnementale

Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers pour la construction et l'exploitation d'une nouvelle unité de production électrique B1bis

Commune de **Bouillante (97125)**

N° : MRAe 2021APGUA2

L'avis de l'Autorité environnementale constitue un avis spécifique et indépendant, qui ne préjuge en rien des décisions qui pourraient être prises dans le cadre des procédures d'autorisation administrative auxquelles le projet est soumis.

PREAMBULE

Objet : Demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers pour la construction et l'exploitation d'une nouvelle unité de production électrique B1bis

Maître d'ouvrage : Société Géothermie Bouillante

Procédure principale : Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (DAOTM)

Pièces transmises : Dossier de DAOTM comprenant Étude d'impact

Date de réception par l'Autorité environnementale : 19 juillet 2021

Vu la consultation de l'Agence Régionale de Santé en date du 06 août 2021 et sa réponse datée du 16 août 2021 prise en compte dans le présent avis ;

Sur la base des travaux préparatoires du pôle d'appui à la Mission Régionale d'Autorité environnementale de la Direction de l'environnement de l'aménagement et du logement (DEAL) Guadeloupe ;

La Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) de Guadeloupe s'est réunie le 17 septembre 2021 à 14h. L'ordre du jour comportait, notamment, le présent avis.
Étaient présents et ont délibéré : Patrick NOVELLO, Gérard BERRY et Christophe VIRET.

En application de l'article 9 du règlement intérieur du CGEDD, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans l'avis à donner sur le projet qui fait l'objet du présent avis.

Il est rappelé ici que, pour tous les projets 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 ne porte pas sur l'opportunité du projet mais sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage, et sur la prise en compte de l'environnement. Il n'est donc ni favorable, ni défavorable. Il vise à permettre d'améliorer la conception projet et la participation du public à l'élaboration des décisions qui portent sur celui-ci.

Conformément à l'article L.122-1-VI du code de l'environnement, le maître d'ouvrage est tenu de mettre à disposition du public sa réponse écrite à l'Autorité environnementale au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'article L. 123-2 ou de la participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19.

SYNTHESE

Le présent avis porte sur le projet de construction et d'exploitation d'une nouvelle unité de production électrique B1bis sur la commune de Bouillante, dossier présenté par la société Géothermie Bouillante. L'avis est rendu dans le cadre de la procédure d'autorisation d'ouverture des travaux miniers (DAOTM) .

Le projet fait suite à deux dossiers de DAOTM déposés par la société Géothermie Bouillante, en 2018 pour la réalisation de trois puits (BO8-BO9 et BO10) et 2019 pour deux puits (BO11 et BO12). La nouvelle unité de production électrique B1bis d'une capacité de 11,3 MWe bruts viendra renforcer les capacités actuelles de production des unités Bouillante 1 (4,5 MWe bruts) et Bouillante 2 (11 MWe bruts).

Le projet répond notamment à l'objectif régional de réduction de la dépendance énergétique de la Guadeloupe et de développement des énergies renouvelables.

Le projet consiste à réaliser des travaux principaux pour la création de l'unité B1bis et des travaux secondaires qui permettront l'intégration de cette nouvelle unité à la centrale existante avec en particulier la pose de conduites de transport des fluides et la construction de la station de pompage. La durée des travaux est estimée à deux ans et demi.

Les principaux enjeux environnementaux relevés par la MRAe concernent les thématiques suivantes :

- Biodiversité : la parcelle AO764(ancienne parcelle cadastrée AO413) concernée par le site de forage du puits BO12 et la plateforme où sera implantée la nouvelle unité B1bis abrite des espèces de flore et de faune protégées ;
- Eau : En phase d'exploitation, des effluents émanant de la centrale seront rejetés dans la baie de Bouillante ;
- Prévention des risques naturels : le projet est concerné par des zones d'aléas variant de faible à fort ;
- Odeur : Une fraction du fluide géothermal sera déchargée par un séparateur atmosphérique et est susceptible de dégager une odeur

d'« oeuf pourri » liée à la présence d'hydrogène sulfuré (H2S) ;
- Bruit : En phase d'exploitation, des mesures devront être prises pour limiter les nuisances sonores susceptibles d'être générées par les équipements en fonctionnement ;
- Consommation énergétique et émissions de gaz à effet de serre : le projet contribue aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre ;

Le dossier soumis à l'avis de l'autorité environnementale comprend de nombreuses illustrations et tableaux globalement de bonne qualité ce qui en facilite la lecture et la compréhension, mais il comporte certains manquements.

La MRAe rappelle au pétitionnaire qu'il s'était engagé en 2019 à déposer un dossier de demande de dérogation à la protection des espèces et par ailleurs, une demande d'autorisation de défrichement auprès des services de l'Etat.

La MRAe recommande de :

- compléter l'état initial par une description de l'ambiance sonore dans la zone concernée par le futur projet ainsi qu'une évaluation de l'environnement sonore au droit de la zone d'implantation de la station de pompage.
- de compléter l'analyse des impacts en indiquant les modalités de réalisation du forage des puits et en précisant les incidences liées à la réalisation de ces travaux ;
- compléter l'analyse des impacts du projet en phase travaux sur la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre.
- de mettre en œuvre une séquence Eviter-Réduire-Compenser propre aux biocénoses coralliennes afin de définir des mesures convaincantes.

L'ensemble des observations et recommandations de la MRAe est présenté dans l'avis détaillé ci-après. L'étude d'impact devra être actualisée afin de les prendre en compte .

AVIS DETAILLE

I PRESENTATION DU PROJET ET DE SON CONTEXTE

I.1 Cadre juridique

La Mission régionale d'Autorité environnementale (MRAe) a été saisie pour avis par le service Risque Energie Déchets(RED) de la DEAL chargé de l'instruction du dossier de Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (DAOTM) pour la construction et l'exploitation d'une nouvelle unité de production électrique B1bis, projet porté par la société Géothermie Bouillante.

Le dossier jugé complet a été reçu le 19 juillet 2019. Ce dossier, incluant une étude d'impact, est soumis à l'avis de l'Autorité environnementale qui doit rendre un avis dans un délai de deux mois à compter de la date de réception du dossier complet, conformément aux articles L122-1 et suivants et R122-1 et suivants du code de l'environnement.

Le présent avis est établi par la Mission régionale d'Autorité environnementale. L'avis de l'Autorité environnementale est la traduction des engagements pris aux niveaux national et européen, concernant l'accès au public à l'information en matière d'environnement.

Le présent avis porte sur la version de juin 2021 de l'étude d'impact jointe au dossier de demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers.

L'avis porte sur la qualité du dossier d'étude d'impact, et sur la prise en compte de l'environnement dans le projet. Il est formulé au titre de l'article R122-2 du code de l'environnement, dans le cadre de la procédure spécifique d'évaluation environnementale du projet qui s'attache à examiner tous les impacts environnementaux de celui-ci et les enjeux corrélés.

L'avis ne préjuge en rien de la décision d'autorisation prise par l'autorité compétente.

I .2 Contexte et localisation du projet

La société Géothermie Bouillante est détentrice d'une concession de gîtes géothermiques à haute température dite « Concession de Bouillante », qui lui a été accordée par décret en date du 17 juin 2009 pour une durée de 50 ans. L'exploitation géothermique est située sur la commune de Bouillante, au sud ouest de la Guadeloupe.

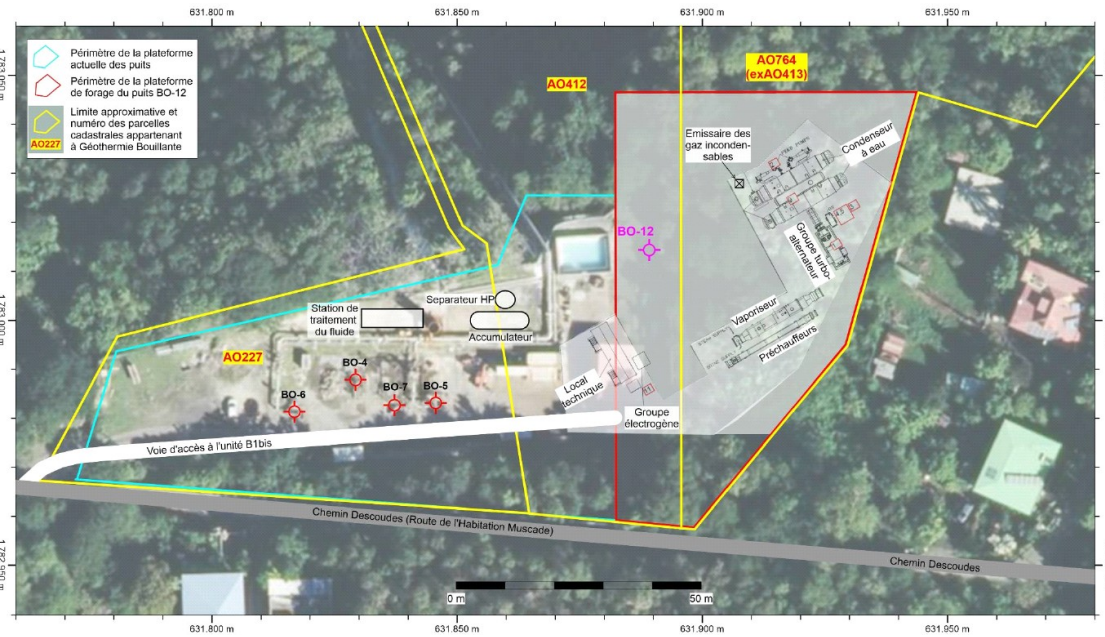
(source : dossier DAOTM, comme pour toutes les illustrations de cet avis sauf mention contraire explicite)

L'exploitation géothermique de Bouillante comporte actuellement un site principal et quatre sites déportés.

- la plateforme des puits à « Plateau » sur laquelle sont implantés quatre puits

(BO4-BO5, BO-6 et BO-7) ;
- un réseau de conduites de transport des fluides reliant la plateforme des puits au site de l'usine ;
- le site principal de l'usine abritant les deux unités Bouillante 1 et Bouillante 2 ainsi que leurs auxiliaires (condenseurs, ballons déshumidficateurs), le puits BO-2 et l'installation de réinjection des fluides, les ateliers et les bureaux ;
- la station de pompage en eau de mer, située en bord de mer, comportant un canal d'amenée et deux bâtiments abritant les pompes, reliés au site de l'usine par des conduites souterraines ;
- le canal de rejet des effluents de la centrale qui emprunte un ancien fossé et débouche en mer derrière le bar des Sources Chaudes.

La nouvelle unité de production électrique B1bis d'une capacité de 11,3 MWe bruts viendra renforcer les capacités actuelles de production des unités Bouillante 1 (4,5 MWe bruts) et Bouillante 2 (11 MWe bruts).

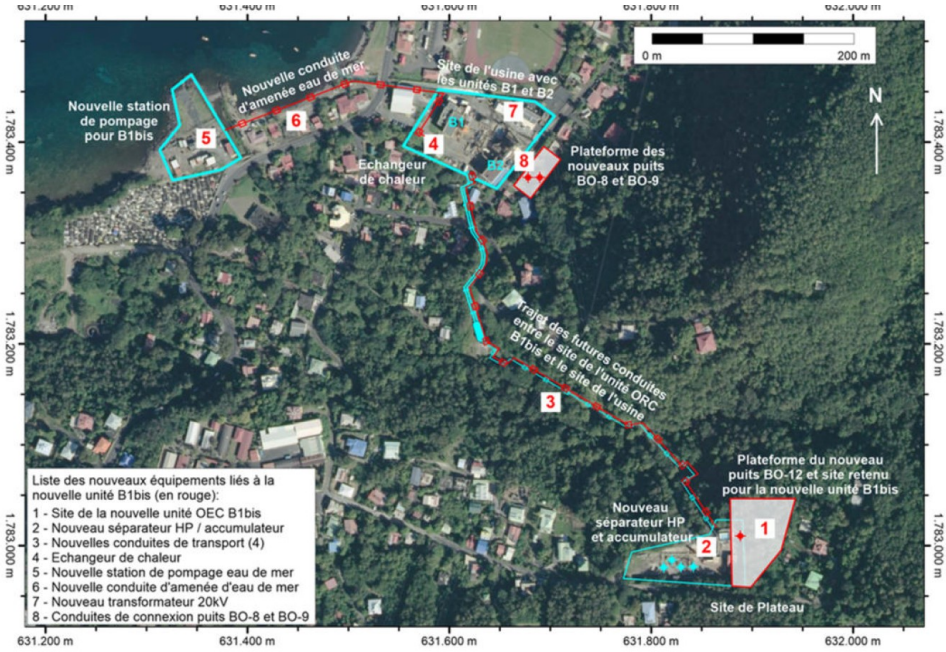


I-3 Description du projet et des travaux

Le projet porté par Géothermie Bouillante a pour objectif la construction d'une troisième unité de production électrique. Cette unité sera équipée d'une turbine à cycle de Rankine. Son principe est d'utiliser un fluide organique ayant un point d'ébullition inférieur à celui de l'eau comme fluide de travail. Le fluide géothermal (vapeur et eau séparée) est utilisé pour échanger ses calories avec ce fluide de travail à travers une série d'échangeurs de chaleur.

La nouvelle unité B1bis sera constituée d'un ensemble de composants regroupés sur le site de Plateau dont les principaux sont un groupe turbo-alternateur, un évaporateur, un condenseur, deux préchauffeurs,une pompe pour la circulation du fluide organique.

Elle utilisera plusieurs équipements en commun avec les unités existantes Bouillante 1 et Bouillante 2 : les puits de production, le condenseur atmosphérique de l'unité Bouillante 2, le canal de rejet en mer pour l'évacuation des effluents (eau géothermale séparée, eau de mer réchauffée), le système de contrôle et de régulation de l'usine.



Le projet de construction et d'exploitation de l'unité B1bis comprend les travaux dit « principaux » de construction de l'unité B1bis et les travaux secondaires pour intégrer la nouvelle unité à la centrale existante .

Les travaux principaux de construction de l'unité B1bis sont localisés sur le site de « Plateau » sur les parcelles AO227, AO412, AO764 (exAO413) appartenant à la société Géothermie Bouillante. Ils comportent :
- la préparation des terrains destinés à recevoir les différents composants de l'unité B1bis situé sur la parcelle AO764 (génie civil, fondations, réseaux divers, …) ;
- la préparation de la plateforme de forage du puits BO12 (défrichement, terrassements, talutages, accès des véhicules, etc.) situé sur la parcelle AO412 . L'étude d'impact (p.65) indique que les travaux de préparation de la plateforme du puits BO12 ont déjà été réalisés ;
- Le montage des différents composants de la nouvelle unité ;
- La clôture et les plantations.

Les travaux secondaires d'intégration de la nouvelle unité à la centrale existante regroupent 6 chantiers :
Le premier chantier comporte la construction des 4 nouvelles conduites de transport de fluides, la mise en place d'un câble de transport électrique sur le trajet des conduites existantes entre le site de B1bis et le site de l'usine dans le bourg de Bouillante (environ 600 mètres de long) ainsi que le démontage du séparateur HP existant. Une partie de ces travaux sera réalisée sur des terrains dont Géothermie Bouillante a la propriété ou bénéficie de servitudes de passage. L'autre partie de ces travaux sera réalisée sur le domaine public (bande de servitude le long de Chemin Fifi).

Les autres chantiers concernent :
- la construction d'un nouveau séparateur HP associé à un accumulateur sur la plateforme des puits de Plateau, à proximité de l'unité B1bis et des puits producteurs ;
- la construction d'un échangeur de chaleur à l'intérieur du périmètre de l'usine;
- la mise en place d'un nouveau transformateur 5,5kV/20kV à proximité des transformateurs existants dans l'enceinte de la centrale et le raccordement au réseau Haute Tension de EDF ;
- la construction d'une nouvelle station de pompage à proximité des stations de pompage existantes en bord de mer,
- la pose d'une nouvelle conduite d'amenée d'eau de mer entre la station de pompage et le site de l'usine.
La durée prévisionnelle de l'ensemble des travaux est de 2,5 ans.

I.4 Procédures relatives au projet

Il convient de rappeler que la société Géothermie Bouillante a déposé en 2018 une première demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers (DAOTM) pour implanter trois nouveaux puits répertoriés BO-8, BO-9, et BO-10 sur un terrain situé dans le bourg de Bouillante, derrière la centrale géothermique.
En 2019, une deuxième demande DAOTM a été déposée concernant deux nouveaux puits (BO-11et BO-12) d'injection et de production ; le premier situé dans l'enceinte de la centrale géothermique sur la parcelle cadastrée AO612, et le second sur la parcelle AO413 à proximité de la plateforme des puits actuels sur le site de « Plateau »

Chaque dossier a fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale, le premier en date du 04 juillet 2018 et le second en date du 27 mars 2019. Ces

avis sont consultables sur le site internet de la MRAe Guadeloupe à l'adresse suivante : http://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/archives-r440.html

Les projets de réalisation des forages des puits d'une part et le projet d'exploitation et de construction de l'unité de production d'autre part, objet du présent avis, constituent dans les faits et au sens de l'article L122-1du code de l'environnement un même projet.

Le projet d'exploitation et de construction de l'unité de production électrique fait l'objet d'une demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers(DAOTM) en application du décret n°2006-649 modifié du 02 juin 2006 relatif aux travaux miniers.
Le dossier de DAOTM comprend une étude d'impact. Il fera à ce titre l'objet d'une enquête publique[1]
Le projet est également soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau[2] . L'étude d'impact jointe vaut évaluation des incidences du projet sur l'eau et les milieux aquatiques[3].

Le dossier indique (p.188 de l'étude d'impact) : *« le défrichage et le terrassement des sols ont déjà fait l'objet d'une autorisation dans le cadre de la demande de DAOTM pour la réalisation de deux forages BO-11 et BO-12. L'autorisation concernait une surface de 3 000 m² sur la parcelle AO764 (ex parcelle AO413) ce qui correspond à la surface prévue pour l'aménagement de la future unité B1bis »*
Or l'arrêté DEAL du 20 décembre 2019 portant autorisation d'ouverture des travaux miniers en vue de réaliser ces deux forages indique dans son article 4 : « *La présente autorisation ne vaut pas permis de construire, ni autorisation de défrichement. Le cas échéant, les contacts appropriés sont pris au moins trois mois avant le début des travaux avec l'office national des forêts pour une visite préalable »*

La MRAe rappelle au pétitionnaire qu'il s'était engagé en 2019 à déposer un dossier de demande de dérogation à la protection des espèces et par ailleurs, une demande d'autorisation de défrichement auprès des services de l'État.

1 Code de l'environnement, article L123-1 et suivants.
2 cf.p.19 du DAOTM, tableau présentant les rubriques de la nomenclature loi sur l'eau concernées par le projet (Code l'environnement, article R214-1).
3 Code de l'environnement R214-6

II-PRINCIPAUX ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX RELEVÉS PAR L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE

Pour la Mrae, les principaux enjeux environnementaux du projet concernent les thématiques suivantes:

- Biodiversité : la parcelle AO764(ancienne parcelle cadastrée AO413) concernée par le site de forage du puits BO12 et la plateforme ou sera implantée la nouvelle unité 1Bbis abrite des espèces de flore et de faune protégées ;
- Eau : En phase d'exploitation, des effluents émanant de la centrale seront rejetés dans la baie de Bouillante ;
- Prévention des risques naturels : le projet est concerné par des zones d'aléas variant de faible à fort ;
- Bruit : En phase d'exploitation, des mesures devront être prises pour limiter les nuisances sonores susceptibles d'être générées par les équipements en fonctionnement ;
- Odeur : Une fraction du fluide géothermal sera déchargée par un séparateur atmosphérique et est susceptible de dégager une odeur d'« oeuf pourri » liée à la présence d'hydrogène sulfuré (H2S) ;
- Consommation énergétique et émissions de gaz à effet de serre : le projet contribue aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre ;

III- ANALYSE FORMELLE DE L'ETUDE D'IMPACT

Le dossier de DAOTM remis à l'Ae est composé de huit parties réparties dans trois classeurs[4]. L'étude d'impact soumise à l'avis de l'Ae (version du 29 juin 2021) constitue la 4ème partie du dossier. Elle est réunie dans le classeur 2 avec ses annexes et le résumé non technique de l'étude d'impact.

Le résumé non technique est le premier document du classeur. Positionné avant l' étude d'impact, il permet au lecteur non averti de prendre connaissance rapidement du projet et des résultats des différentes analyses développées dans les différentes parties de l'étude d'impact. Il comprend notamment deux tableaux présentant les synthèses des enjeux et des mesures destinées à éviter, réduire voire compenser les impacts potentiels du projet sur l'environnement. Toutefois, il manque un résumé de la méthodologie d'élaboration de l'étude d'impact, élément pourtant requis et présent dans

4 Cf DAOTM p.3

l'étude d'impact. Ce volet est nécessaire pour comprendre la démarche globale utilisée pour réaliser l'étude.

La MRAe recommande de compléter le résumé non technique par un résumé de la méthodologie d'élaboration de l'étude d'impact afin d'aider le public à comprendre la démarche globale avant de prendre connaissance des éléments détaillés contenus dans l'étude d'impact.

L'étude d'impact comprend toutes les rubriques requises à l'article R.122-5 du code de l'environnement et rappelées à la page 13 du rapport, à l'exception du point 6 qui requiert *«une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné ».* L'étude d'impact devra être complétée sur ce point.

De nombreuses illustrations (cartes, graphiques, photographies, schémas) et tableaux globalement de bonne qualité sont présents tout au long du document, ce qui en facilite la lecture et la compréhension.

La MRAE note quelques redondances qui ne sont pas gênantes. Par exemple, les principales étapes des travaux envisagés sont présentées page 64 dans le descriptif du projet puis rappelées et précisées dans l'analyse des impacts (pages 186 et 187).

Des études ont été réalisées spécifiquement pour ce projet et les rapports correspondants ont été annexés à l'étude d'impact. On y trouve notamment un rapport sur la modélisation de panache thermique en mer dans la baie de Bouillante réalisé par Créocéan en juin 2021. Les légendes des figures (2.1 / 2.2) de ce rapport ne semblent pas cohérentes et ne permettent pas d'appréhender correctement les informations présentées. Bien que signalé provisoire, le rapport semble mettre en évidence que les conditions de rejet futures relatives au panache thermique améliore globalement les conditions de dilution en zone proche de rejet. Il est donc indispensable de mettre à la disposition du public le rapport définitif afin d'appréhender au mieux les résultats de cette étude.

La MRAe recommande de mettre à disposition du public le rapport définitif relatif à la modélisation de panache thermique en mer dans la baie de Bouillante afin de permettre au public d'appréhender au mieux les résultats de cette étude .

IV - ANALYSE DE LA PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT DANS LA DÉFINITION ET LA PERCEPTION DU PROJET

IV.1 Analyse de l'état initial du site et de son environnement

L'analyse de l'état initial est présentée pages 69 à 181 de l'étude d'impact. Elle aborde toutes les thématiques environnementales relatives aux milieux physique, naturel et humain. Cette analyse appelle les observations ci-dessous.

IV.1. 1 Milieu physique

Contexte hydrographique
Selon le rapport (p.104), des rejets ponctuels de fluide géothermal ont lieu dans la Ravine Blanche souvent à sec (cours d'eau non permanent) puis ce fluide s'infiltre dans le lit de la Ravine Blanche jusqu'au niveau de la nappe phréatique. Le rapport ajoute qu' au niveau du bourg de Bouillante, la nappe phréatique est largement contaminée par des remontées de fluide géothermal. Cette affirmation n'est pas démontrée dans les documents.

***La MRAe recommande d'apporter les éléments permettant de vérifier l'état de la nappe phréatique* au niveau du bourg de Bouillante.**

Emission de gaz à effet de serre et consommation d'énergie
Le dossier donne des informations sur le contexte climatique (température, pluviométrie), sur le changement climatique et ses impacts sur la consommation d'énergie (pages 71 à 82). Il indique qu'en 2013, la Guadeloupe représente 0,6 % de la population française et est responsable de 0,73 % des émissions de gaz à effet de serre. Les émissions par habitant sont plus élevées que pour le reste du territoire, conséquence de son mix énergétique principalement carboné, comme tous les territoires d'outre-mer. Le rapport indique par ailleurs que le changement climatique va accroître la demande en électricité. Le rapport justifie l'adéquation du projet avec les politiques nationales et locales existant en la matière et présente les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre fixés dans le Plan Climat et le Schéma Régional Climat, Air Energie (SRCAE) de la Guadeloupe.

Le rapport indique (page 202) que la société Géothermie Bouillante ORMAT réalise déjà un suivi de consommation des énergies au sein du site. Il aurait

été utile de fournir les résultats de ce suivi pour avoir une valeur de la consommation actuelle des énergies au sein du site ce qui correspondrait à la valeur de l'état initial de la consommation d'énergie avant la mise en œuvre du projet.
Il aurait été utile également de fournir des informations sur les émissions de gaz à effet de serre liées à la production de l'électricité à partir des différentes sources d'énergie pour montrer l'impact de la production de l'électricité à partir des ressources géothermiques sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Selon la base carbone de l'Ademe ces émissions sont en moyenne de 55gCO2e /KWh au niveau national et les émissions moyennes de l'électricité produite à partir de ressources géothermiques seraient en moyenne de 45gCO2e /KWh.

La MRAe recommande de compléter les informations sur le climat en indiquant :
- les résultats du suivi de la consommation énergétique au sein du site de la centrale géothermique
- les émissions de gaz à effet de serre liées à la production de l'électricité à partir des ressources géothermiques ;

Les risques naturels
La station de pompage est située en zone rouge (aléa inondation fort) ainsi que la partie Sud de la parcelle AO196 (aléa mouvement de terrain fort). La plate-forme des puits ainsi que la zone prévue pour l'unité B1bis sont soumises à l'aléa mouvement de terrain faible à moyen. La centrale géothermique existante est soumise à aléa liquéfaction faible. L'ensemble de la zone d'étude est soumis à l'aléa zone de faille. L'enjeu est jugé modéré.

IV1. 2 Milieu naturel

Milieu naturel marin
Les documents apportent des informations qui peuvent être contradictoires en ce qui concerne les conditions de rejet futures .
L'étude d'impact stipule à la page 49 que la température finale de l'effluent est inférieure à 45 °C à la sortie du premier préchauffeur lorsque l'eau séparée est mélangée avec les effluents de l'unité. Ceci est en inadéquation avec les résultats des analyses réalisées en septembre 2020 sur les eaux en sortie de canal (présentées page 147) qui ont révélé une température de 45,9 °C.
Par ailleurs, à la page 61 de l'étude d'impact, il est stipulé que l'eau séparée sera acidifiée avec de l'acide (H2SO4) pour abaisser le pH et qu'une fraction

de cette eau séparée, légèrement acidifiée, sera mélangée à l'eau de mer dans le condenseur atmosphérique avant rejet dans le milieu marin avec un facteur de dilution de 40, n'entraînant pas de modification des caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer. Or, le tableau présent à la page 147 de l'étude d'impact semble mettre en évidence que le rejet a un impact sur les caractéristiques physico-chimiques des eaux marines de surface sur une bonne partie de la baie pour plusieurs éléments tels que : les silicates dissous, l'ammonium (NH4), le manganèse (Mn), le baryum (Ba), le lithium (Li), l'arsenic (As), le mercure(Hg), le chrome (Crtot), le nickel (Ni), le zinc (Zn).

La MRAe recommande d'apporter les clarifications nécessaires afin de lever les contradictions qui peuvent apparaître au sujet des conditions de rejet futures.

Le rapport de suivi des biocénoses marines de la baie de Bouillante réalisé en juin 2021 révèle la présence d'espèces protégées de coraux aux stations étudiées (*Orbicella annularis, Orbicella faveolata, Agaricia sp*.). Néanmoins, cet inventaire ne présente pas la liste exhaustive des espèces de coraux retrouvées sur les stations prospectées alors même que la richesse spécifique est précisée.
La liste de l'ensemble des espèces de coraux identifiées doit être transmise et, le cas échéant, le Maître d'ouvrage doit solliciter l'octroi d'une dérogation à la protection des espèces si un impact est prévu.

La MRAe recommande de compléter l'état initial par la liste de l'ensemble des espèces de coraux retrouvées sur les stations prospectées dans le cadre du suivi des biocénoses marines.

Milieu naturel terrestre
La synthèse des enjeux décrite dans le tableau page 14 de l'étude d'impact indique que l'enjeu sur la faune et la flore terrestre est jugé modéré compte tenu que les enjeux patrimoniaux faunistiques sont importants, mais la structure de la végétation est souvent dégradée par les activités anthropiques. La MRAe considère que, s'il est intéressant de prendre en compte la valeur patrimoniale des espèces retrouvées sur l'emprise des travaux, le classement réglementaire en tant qu' espèces protégées marines ou terrestres »(cf §IV.3.3 du présent avis) ne doit pas être sous estimé mais doit impérativement être indiqué et traité dans l'étude d'impact. En particulier c'est un critère à prendre en compte impérativement dans l'évaluation de l'intensité des enjeux.

La MRAe recommande de prendre en compte le critère de protection réglementaire dans l'évaluation de l'intensité des enjeux.

IV.1.3 Milieu humain

L'enjeu sur la population et habitats, les activités économiques, équipements et services ainsi que sur les commodités du voisinage (bruits, vibration, déchets) est fort compte tenu de la proximité immédiate du site du projet, situé dans le bourg de Bouillante, avec des habitations. La plupart des équipements communaux, établissements sensibles et établissements recevant du public(ERP) sont également présents.

Le rapport présente la qualité de l'air de façon générale sur le territoire ainsi que l'étude réalisée sur la côte-sous-le-vent par l'association Gwad'air entre 2009 et 2010. Une attention particulière est portée sur la concentration ambiante en sulfure d'hydrogène (H2S) avec la présentation des résultats des campagnes de mesure réalisées en 2007, 2010, 2020 et 2021 (page 82).

L'enjeu lié au trafic routier est pris en compte (page 168). Le site de la centrale est desservi par la RN2(boulevard de front de mer) qui constitue le principal axe de circulation aux abords du site. Le site de l'unité B1bis sera accessible par le chemin Descoude. En 2010, le trafic était estimé à 6799 véhicules par jour avec 0,43 % de poids lourds. L'enjeu « transport et circulation » est jugé faible en raison du trafic modéré voire faible sur la RN2. Toutefois, Il aurait été intéressant d'avoir une estimation plus récente.

En ce qui concerne l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) et les eaux de loisirs, l'étude précise que le secteur du bourg de Bouillante ne se situe pas à proximité d'un captage d' ECDH , notamment de celui de Trou à diable situé sur la commune (page 102).
Le volet sur les eaux de loisirs n'a pas été abordé notamment avec le recensement des zones de baignade déclarées et contrôlées ainsi que la zone de baignade non déclarée mais très fréquentée au droit de l'émissaire du rejet en mer.

S'agissant de la pollution des sols, les bases de données BASOL et BASIAS ont été consultées par le pétitionnaire afin d'identifier les sites et sol potentiellement pollués présents sur la commune (page 106). Aucun site BASOL n'a été identifié et deux sites Basias ont été recensés à plus de 250m du site. L'enjeu est donc jugé faible.

L'analyse de l'environnement humain et industriel montre que plusieurs habitations sont situées à proximité immédiate du site de la centrale à moins de 10 m et à environ 30 m du site du plateau. Plusieurs établissements recevant du public sont présents à proximité du projet (page 157).

Afin de caractériser l'environnement sonore des campagnes de mesures acoustiques ont été réalisées(page 171). L'étude d'impact acoustique est jointe en annexe. Un recensement des sources d'émissions sonores aurait pu être réalisé avec une description de l'ambiance sonore dans la zone concernée par le projet. Par ailleurs, l'environnement sonore au droit de la zone d'implantation de la station de pompage n'a pas été évalué.

La MRAe recommande de compléter l'état initial par une description de l'ambiance sonore dans la zone concernée par le projet ainsi qu'une évaluation de l'environnement sonore au droit de la zone d'implantation de la station de pompage.

IV.2 Justification du choix du projet retenu et variantes (pages 183 et 184)

Le choix du projet retenu est justifié au travers du choix du process utilisé, du choix du site d'implantation, et de la prise en compte des enjeux.

Le porteur de projet a choisi pour la nouvelle unité B1bis un process utilisant un fluide réfrigérant qui a l'avantage d'être ininflammable et non explosif au lieu d'un fluide caloporteur, le pentane. Cette option qui était initialement envisagée a été écartée car elle présentait entre autre des risques technologiques au regard des enjeux de l'environnement du site au bourg de Bouillante.

L'auteur de l'étude indique que le site d'implantation du projet correspond au site retenu pour recevoir le puits BO12 . Il ajoute que le site est localisé en dehors du bourg de Bouillante, dans un environnement arboré où l'habitat est peu dense à proximité de la plateforme actuelle des puits et à 500m à vol d'oiseau du site de l'usine actuelle.

La nouvelle unité de production électrique B1bis sera doté d'un système de refroidissement en circuit fermé entre le condenseur à eau de l'unité B1bis et des échangeurs de chaleurs positionnés au niveau de l'usine actuelle. Ce

procédé présente l'avantage d'être silencieux et de ne pas générer d'émissions de vapeur dans l'atmosphère.

L'énergie électrique produite par l'unité B1bis sera évacuée jusqu'à un nouveau transformateur par un câble terrestre 11 KV qui suivra le trajet des conduites de transport des fluides. Le choix d'un câble terrestre pour évacuer l'énergie de B1bis a pour avantage d'éviter la création d'une ligne à haute tension avec un ou deux pylônes ce qui aurait engendré un impact visuel fort.

La MRAe considère que le choix d'implantation du site du projet aurait dû indiquer qu'un premier site avait été choisi sur une parcelle proche du site principal et desservie par la rue Vannier mais cette variante a été abandonnée en raison de la présence d'un aléa liquéfaction sur la parcelle considérée.

IV.3 Analyse des impacts du projet et mesures d'évitement, de réduction et de compensation

C'est l'objet du chapitre 4 de l'étude d'impact. L'auteur analyse les effets du projet sur les différentes composantes environnementales d'abord en phase travaux (p.185 à 200) puis en phase d'exploitation (p. 200 à 228). A la suite de chaque impact identifié, une mesure est proposée. Les résultats sont synthétisés dans deux tableaux : pages 230 à 231 pour la phase travaux et 234 à 238 pour la phase d'exploitation. Le chapitre s'achève par un tableau récapitulant l'ensemble des mesures et une estimation de leur coût global. (pages 239 et 240).

Les incidences présentées dans le dossier au titre des incidences en phase travaux sont celles liées aux travaux principaux de création de l'unité B1bis et aux travaux secondaires d'intégration de cette nouvelle unité de production à la centrale existante (avec notamment la pose de conduites de transport des fluides et la construction de la station de pompage). La MRAe note que l'étude d'impact ne fournit pas d'informations sur les modalités de réalisation du forage des puits pendant la phase travaux ni sur les impacts pouvant être observés. Elle rappelle que lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace [.....] afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité.

La MRAe recommande de compléter l'analyse des impacts en indiquant les modalités de réalisation du forage des puits et en précisant les incidences liées à la réalisation de ces travaux.

IV.3.1 Milieu humain

Les principaux impacts identifiés dans l' étude sur les eaux, les sols, l'ambiance sonore, la qualité de l'air et le trafic routier sont les suivants :
En phase travaux : principalement une pollution accidentelle des eaux et sol par les engins de chantier, des nuisances sonores liées au bruit des engins de chantier et aux outils lors des constructions, l'émission de poussières et de gaz d'échappement, l'augmentation du trafic.
En phase d'exploitation: les rejets ponctuels de fluide géothermal dans la ravine à proximité en cas de trop plein du bassin de rétention ; la pollution potentielle par les eaux de ruissellement ou suite à des déversements accidentels, l'augmentation des effluents rejetés dans la baie de Bouillante, site de baignade non déclaré très fréquenté ; l'augmentation des émissions de gaz incondensables ; l'augmentation des émissions sonores des sources ponctuelles identifiées.

L'analyse développée dans le dossier appelle les observations suivantes :
- L'impact temporaire sur la qualité des eaux de baignade n'a pas été évalué. un affichage informant de la réalisation des travaux devra être mis en place à proximité de la zone de baignade non déclarée.
- Le pétitionnaire devra s'assurer du respect des émergences pour les bruits de voisinage à la fois au cours de la phase travaux et de la phase d'exploitation (articles R. 1336-4 à R. 1336-13 du Code de la santé publique) ;
- Le calcul des émergences de bruit a été réalisé uniquement pour les installations situées sur le site du plateau ; ce calcul aurait dû être conduit également pour les installations de la station de pompage et du système de refroidissement.

La MRAe recommande de compléter l'analyse des impacts sur l'ambiance acoustique en calculant les émergences de bruit pour les installations de la station de pompage et du système de refroidissement.

IV.3.2 Sur le milieu physique

Consommation énergétique et émission de gaz à effet de serre
Le rapport indique (p.202) qu'en phase d'exploitation, le projet aura un impact négatif sur la consommation d'énergie et que cet impact est négligeable puisque les besoins électriques de la centrale seront couverts par une partie de l'énergie produite. L'Ae relève que les besoins électriques de la centrale ne sont pas quantifiés précisément : la part d'électricité consommée par chaque unité de la centrale (Bouillante 1, Bouillante 2 et B1bis) est donnée à titre indicatif mais l'énergie consommée par le fonctionnement des pompes eau de mer au niveau de la station de pompage, des compresseurs d'air, de l'éclairage du site de l'usine et des sites déportés n'est pas indiquée.

La MRAe recommande de compléter l'analyse des impacts par des indications chiffrées de l'énergie consommée par le fonctionnement des pompes eau de mer au niveau de la station de pompage, des compresseurs d'air, de l'éclairage du site de l'usine et des sites déportés.

La consommation énergétique générée par la phase travaux n'a pas été prise en compte dans l'analyse des impacts du projet alors que ces travaux bien que temporaires sont prévus pour durer deux ans et demi ce qui n'est pas négligeable.
Les émissions de gaz à effet de serre doivent être évaluées en prenant en compte notamment l'ensemble les émissions liées à l'utilisation et au transport des matériaux et les composantes du chantier (fonctionnement des installations, artificialisation des sols, éventuelles émissions de gaz carbonique et de méthane lors des forages des puits).

La MRAe recommande de compléter l'analyse des impacts du projet en phase travaux sur la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre.

Les risques naturels
En phase travaux, un risque de mouvement de terrain sur la zone pentue des nouvelles canalisations traversant la Ravine Blanche a été identifié comme impact négatif. La mesure correspondante indiquée dans l'étude d'impact « précautions habituelles en matière de stabilité des sols » n'est pas définie.
Le pétitionnaire devra respecter les prescriptions du plan de prévention des risques naturels de la commune.

En phase d'exploitation, l'impact négatif identifié est une augmentation du risque de micro-sismicité avec les réinjections augmentées dans BO-8 et BO-9. L'une des mesures prévues concerne la mise en place d'un réseau de surveillance de la micro-sismicité.

IV.3.3 Sur le milieu naturel

Milieu naturel marin (y compris faune flore marine)
L'impact du projet sur le milieu naturel marin en phase d'exploitation est jugé modéré.
Deux mesures de réduction sont proposées pour limiter les impacts des effluents rejetés dans la baie de Bouillante : la diminution de 15% d'eau séparée rejetée à la mer par rapport à la situation actuelle(MR21) et la baisse de la température de rejet de 3°C de moins environ (MR20).
Par ailleurs deux mesures qualifiées par l'auteur de l'étude de mesures d'accompagnement sont proposées alors qu'il s'agit de mesures de suivi qui doivent être réalisées afin d'évaluer l'efficacité des mesures mises en œuvre en faveur de la flore et la faune marine : suivi de l'évolution de la biocénose(MA2) , suivi de la qualité du rejet (température et chimie du fluide) (MA3).
La modélisation du panache thermique en mer de Bouillante(MA4) est également proposée comme mesure d'accompagnement. La MRAe note que cette étude a été réalisée en 2021 pour étudier l'impact des modifications de conditions de rejet sur les conditions de dilution du panache thermique. Elle s'interroge sur la classification de cette étude en mesure d'accompagnement.

La MRAe note que l'analyse de l'impact du projet sur le milieu naturel marin s'appuie sur un rapport provisoire de 2021 de Créocéan. Ce rapport semble mettre en évidence que les conditions de rejet futur relatives au panache thermique améliore globalement les conditions de dilution en zone proche de rejet.
En outre, cette analyse fait référence au suivi des biocénoses marines de 2014 qui indique l'absence d'impact du rejet actuel sur l'état de santé des coraux. Or l'analyse des résultats du suivi des biocénoses marines réalisée en 2021 annexée à l'étude d'impact montre le contraire.

Sur l'ensemble des 4 stations étudiées dans le cadre de ce suivi, des colonies coralliennes ont présenté des signes de maladies, voire une mortalité. De plus, si l'on considère un gradient du nord vers le sud de la baie, les stations étudiées présentent certains indicateurs de santé des biocénoses qui illustrent

une perturbation croissante en corrélation apparente avec la proximité croissante vis-à-vis du rejet de la station géothermique (*cf.* le pourcentage de couverture corallienne et la richesse spécifique qui diminuent).
Par ailleurs, la station 3 relativement proche du canal de rejet de la station géothermique présente un état de santé inquiétant des biocénoses coralliennes avec l'apparition d'algue du genre *Lobophora,* la présence de grandes plaques de cyanobactéries et une diminution importante de la population d'oursins diadèmes qui démontre une possible pollution organique.
L'augmentation prévue de la surface du panache pourrait conduire à la mort de colonies coralliennes encore vivantes mais déjà fragilisées par une augmentation concomitante de certains facteurs de pression(*via* la présence de certains éléments, notamment métalliques et l'augmentation de la température de l'eau) .
Par conséquent des mesures convaincantes relatives a une séquence Eviter-Réduire-Compenser propre aux biocénoses coralliennes doivent être proposées.

La MRAe recommande de mettre en œuvre une séquence Eviter-Réduire-Compenser propre aux biocénoses coralliennes afin de définir des mesures convaincantes.

Milieu naturel terrestre

Les études faunistiques et floristiques de 2018 (par Caraïbe environnement sur la parcelle A0413) et de 2021 (par Gilles LEBLOND sur les parcelles AO412 et AO413) décrivent la présence de plusieurs espèces protégées :19 espèces d'avifaune, 3 espèces d'herpétofaune (dont 2 protégées intégralement l'Hylode de Martinique et le Sphérodactyle bizarre),6 espèces de chiroptères, tous protégées intégralement. Certaines de ces espèces possèdent de surcroît un fort enjeu de conservation. En outre, l'inventaire de 2021 indique que le défrichement a été circonscrit à un habitat moins structuré mais utilisé par la faune patrimoniale. Par conséquent l'étude d'impact incluse dans le dossier de demande d'AOTM doit permettre de proposer des mesures évitant la destruction des espèces protégées ainsi que de leur habitat et tout dérangement pour les espèces protégées intégralement.

Concernant la faune et la flore terrestre, l'étude d'impact propose (p.208) deux mesures de compensation : la protection des terrains boisés(MC1) et l'extension de la protection des boisements (MC2).
La première mesure a pour objectif de protéger les boisements des deux parcelles impactées, AO412 et AO764 (ex AO413), mais aussi ceux de deux

autres terrains situés près de l'usine actuelle et appartenant à Géothermie Bouillante, AO 196 et AO255, à l'interface du bourg et du massif boisé. La mise en œuvre de cette mesure passe par différentes actions notamment la restauration des parties dégradées de la forêt et la lutte contre les espèces exotiques envahissantes.
La seconde a pour objet d'étendre la protection des boisements à l'ensemble des terrains boisés du groupe Géothermie Bouillante par la mise en place d'un Arrêté de Protection du Biotope (APB) ou un Arrêté de Protection des Habitats (APH), assorti de mesures de gestion simple comme la mise en défend des boisements (clôture) pour interdire toutes coupes de bois (charbon et gaulette) et intrusion de cabris.
Les mesures de compensation doivent être explicitées : l'état initial de la parcelle à mettre en protection, les outils de garantie de mise en œuvre, les indicateurs de suivi et de réussite pour la restauration de forêt doivent être définis.

L'étude d'impact propose également d'éviter la pollution lumineuse, mais actuellement cette mesure n'est pas mise en œuvre (pages 28 et 29 de l'inventaire faune).

La MRAe recommande d'une part, d'expliciter les mesures de compensation afin de garantir leur mise en œuvre et leur suivi et d'autre part, de s'engager sur l'application des mesures de réduction de la pollution lumineuse.

IV.3.4 Coût des mesures

Le coût de l'ensemble des mesures proposées est estimé à 300 000 € . Le coût global du projet inclut le coût de ces mesures et s'élève à 57 millions d'euros. Il ressort que le coût des mesures représente 0,5 % du coût du projet.
L'étude d'impact n'indique pas le coût du projet dans sa globalité ni le coût des mesures environnementales correspondant.

La MRAe recommande de compléter l 'étude d'impact par une appréciation des coûts du projet dans sa globalité.

IV.4 Analyse des effets cumulés (p.241 à 242)

Le rapport analyse les effets cumulés du projet avec d'autres projets connus. Il se base sur le décret n°2011-2019. Il conclut qu'aucun projet connu n'est susceptible d'avoir des effets cumulés avec le projet d'exploitation et de construction de l'unité de production B1bis.
Toutefois, l'inventaire faune des parcelles AO412, AO413 réalisé en juin 2021 montre que le projet participe à l'artificialisation du secteur. Il se cumule avec les structures existantes pour augmenter la fragmentation et ainsi contribuer à une érosion des habitats et de la biodiversité.

V EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Selon l'Agence régionale de santé (ARS), l'Evaluation des Risques Sanitaires présentée par le pétitionnaire est complète, les étapes de cette évaluation ont été respectées. Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) des substances d'intérêt émises sont présentées avec la justification de la méthode et du choix de sélection de ces valeurs. L'exposition des populations a été évaluée en considérant le scénario le plus majorant.
Cette évaluation a montré que les impacts sanitaires pour les effets sans seuil et avec seuil sont considérés comme non préoccupants. Toutefois la durée d'exposition de 60 jours par an retenue pour le scénario « ingestion eau de baignade » semble faible eu égard aux pratiques locales de baignade sur le territoire.

VI - ETUDE DE DANGERS

L'étude de dangers (classeur 3 du DAOTM) a permis d'identifier les risques présentés par les produits et procédés mis en œuvre et les effets des accidents susceptibles d'intervenir sur le site ainsi que les mesures existantes ou envisagées permettant de prévenir ou de se protéger des principaux évènements redoutés. L'étude de danger vient compléter l'étude d'impact en particulier sur le point n°6 attendu dans l'étude d'impact.