CONCESSION DE BOUILLANTE

Dossier de Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers pour la réalisation de nouveaux forages.

Résumé Non Technique de l'Etude d'Impact

Janvier 2018

Géothermie Bouillante
Le bourg
97125 Bouillante

SOMMAIRE DU RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE D'IMPACT

I. PRESENTATION DU CONTEXTE DU PROJET 5

II. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL 7

II.1. Milieu physique 7

II.1.1 Géologie du champ géothermique de Bouillante 7

II.1.2 Hydrogéologie et hydrologie 7

II.2. Le climat 9

II.3. Les risques naturels 9

II.4. Les milieux aquatiques 10

II.4.1 Les cours d'eau 10

II.4.2 Le milieu marin 10

II.5. La qualité de l'air 11

II.6. La faune et la flore 11

II.7. Inventaires des espaces naturels protégés 12

II.8. Compatibilité avec les servitudes et les documents d'urbanisme 12

II.9. Les activités économiques 12

II.10. Les paysages 13

III. RAISON DU CHOIX DU PROJET 14

III.1. Critères techniques 14

III.2. Critères économiques 14

III.3. Critères environnementaux 14

III.4. Critère social 15

IV. PRESENTATION RAPIDE DU PROJET 16

IV.1. Principe du Projet 16

IV.2. Durée des travaux 16

V. LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET ET LES MESURES COMPENSATOIRES ASSOCIEES 17

V.1. Impacts sur le milieu naturel 17

V.1.1 Les impacts sur la faune et la flore terrestres 17

V.1.2 Impacts sur les ressources en eau 17

V.1.3 Impacts sur les risques naturels et mesures de prévention 17

V.2. Impacts sur le milieu humain 17

V.2.1 Les nuisances sonores et les mesures compensatoires 17

V.2.2 Les impacts sur la qualité de l'air et les mesures compensatoires 19

V.2.3 Les impacts des déchets et effluents et les mesures compensatoires **Erreur ! Signet non défini.**

V.2.4 Les impacts sur la circulation et les infrastructures 20

V.3. Impacts sur le paysage et le patrimoine 21

V.3.1 Les impacts et mesures par rapport au paysage 21

V.3.2 Les impacts et mesures par rapport au patrimoine 22
V.4. Les impacts socio-économiques 22
V.5. Concertation avec les riverains 22
VI. LES METHODES D'EVALUATION DES IMPACTS ET LES DIFFICULTES RENCONTREES 23

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Extrait de la carte topographique de l'IGN au 1/25 000 avec la localisation de la zone retenue pour les travaux de forage à proximité de la centrale géothermique dans le bourg de Bouillante (Coordonnées UTM WGS84). 5
Figure 2 : Photographie aérienne du bourg de Bouillante (©GéoPortail) montrant le périmètre actuel de la centrale géothermique et les limites approximatives des parcelles retenues pour implanter les travaux de forage des nouveaux puits (Coordonnées UTM WGS84). 6
Figure 3 : Représentation simplifiée du réservoir géothermique à l'aplomb du bourg de Bouillante. 8
Figure 4 : Cartographie de l'aléa mouvement de terrain au niveau du site des travaux, extraite du Plan de Prévention des Risques naturels majeur (PPR) pour la commune de Bouillante. 9
Figure 5 : Cartographie des espaces naturels protégés recensés sur la commune de Bouillante (d'après l'application Cartelie de la DEAL Guadeloupe). 11
Figure 6 : Aperçu partiel de la parcelle AO 196 qui a été retenue pour implanter les nouveaux forages envisagés par Géothermie Bouillante (limites parcellaires approximatives). 13
Figure 7 : Photographie aérienne de l'usine géothermique implantée dans le bourg de Bouillante avec l'unité Bouillante 1 (bâtiment de gauche), l'unité Bouillante 2 (bâtiment de droite), la localisation du puits BO-2, et la rue Vanier qui borde le site à l'est. 15
Figure 8 : Planning prévisionnel des travaux de forage envisagés par Géothermie Bouillante. 16
Figure 9 : Représentation des niveaux de bruit générés par la machine de forage qui sera utilisée en fonction de la distance (Document Ormat). Les numéros correspondent aux maisons riveraines du site. 18
Figure 10 : Schéma de principe du séparateur cyclonique atmosphérique qui sera mis en place sur la plateforme de forage pour réaliser le dégorgement et une mise en production de courte durée des puits. ..... **Erreur ! Signet non défini.**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Etats écologique et chimique de la Rivière Lostau et de la Rivière de Beaugendre en 2013 (d'après SDAGE 2016-2021). 10
Tableau 2 : Synthèse de l'état écologique de la masse d'eau côtière évalué en 2013 au niveau de la station de suivi FRCO1 située au niveau d'un sec de la Pointe à Lézard à la bordure nord de la baie de Bouillante (d'après SDAGE, 2016-2021). 10

I. PRESENTATION DU CONTEXTE DU PROJET

Le présent document constitue le Résumé Non Technique (RNT) de l'étude d'impact sur l'environnement réalisée dans le cadre d'un dossier de Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (DAOTM).

Cette demande est déposée par la société **Géothermie Bouillante**, détentrice d'une concession de gîtes géothermiques à haute température dite « Concession de Bouillante », à Bouillante (Guadeloupe), qui lui a été accordée par décret en date du 17 juin 2009.

Géothermie Bouillante envisage de forer deux nouveaux puits d'exploitation, et éventuellement un troisième si le résultat de l'un des deux premiers était décevant. Ces nouveaux puits, d'une longueur forée allant de 1000 à 1600 m, seront intégrés dans l'exploitation actuelle, en fournissant un surcroit de capacité de production de vapeur et un surcroit de capacité de réinjection du fluide géothermal, qui se traduiront par un supplément de production électrique de la centrale géothermique de Bouillante.

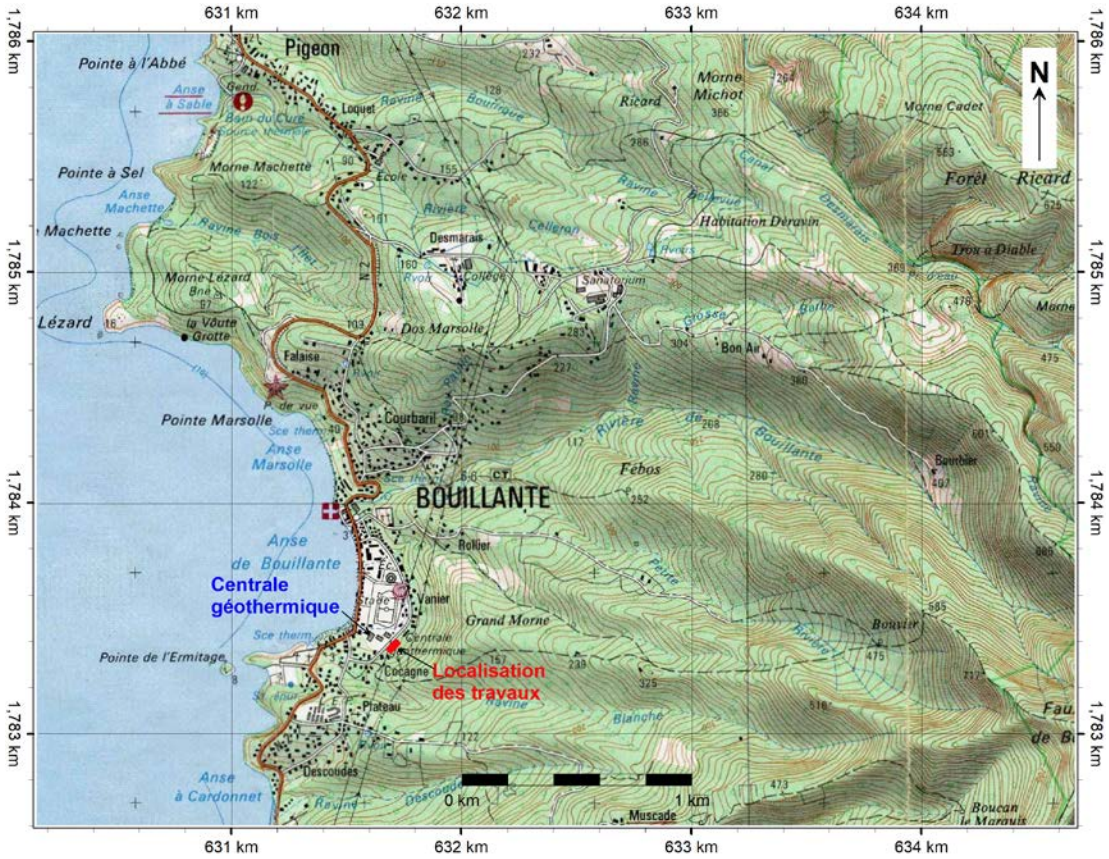

Figure 1 : Extrait de la carte topographique de l'IGN au 1/25 000 avec la localisation de la zone retenue pour les travaux de forage à proximité de la centrale géothermique dans le bourg de Bouillante (Coordonnées UTM WGS84).

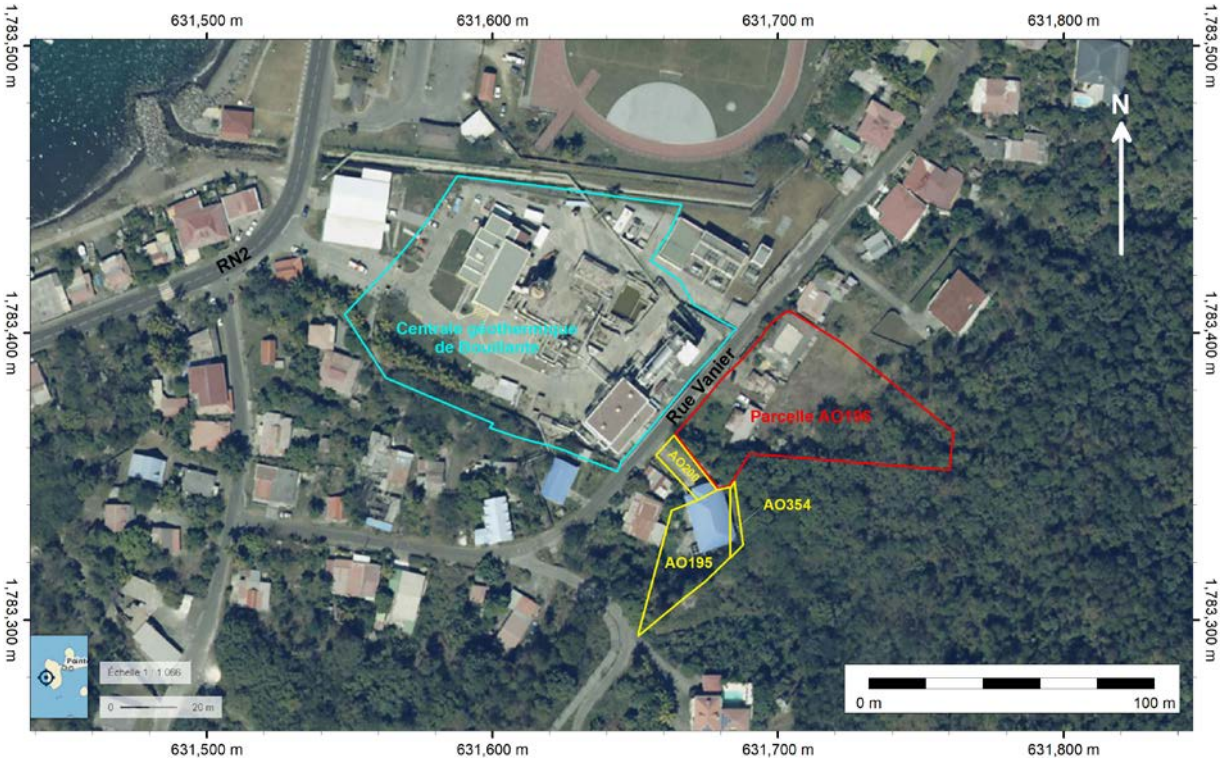

Figure 2 : Photographie aérienne du bourg de Bouillante (©GéoPortail) montrant le périmètre actuel de la centrale géothermique et les limites approximatives des parcelles retenues pour implanter les travaux de forage des nouveaux puits (Coordonnées UTM WGS84).

La Figure 1 montre la localisation de la centrale géothermique et du site retenu dans le bourg de Bouillante pour implanter ces nouveaux puits et réaliser les travaux de forage.

Ce site est situé derrière et à proximité immédiate de la centrale géothermique, de l'autre côté de la rue Vanier (Figure 2), sur une parcelle (AO196) récemment acquise par Géothermie Bouillante d'une surface de l'ordre de 3200 m^2. Les travaux nécessiteront l'aménagement d'une plateforme de forage sur cette parcelle, ainsi que des aménagements sur des parcelles périphériques en cours d'acquisition par Géothermie Bouillante.

L'objectif de l'étude d'impact est d'évaluer l'incidence de ces travaux de forage sur l'environnement. Cette étude est constituée au titre de l'application du Code de l'Environnement.

II. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL

II.1. MILIEU PHYSIQUE

II.1.1 Géologie du champ géothermique de Bouillante

Le développement du champ géothermique de Bouillante est attribué à l'activité volcanique relativement récente de la Chaîne de Bouillante qui a édifié plusieurs appareils volcaniques ponctuels autour de la baie, datés entre 0,5 et 1 million d'années. Le système géothermal lui-même se serait développé il y a plus de 250 000 ans.

Le fluide géothermal profond est de type chloruré sodique avec une température de 250°C environ et une salinité autour de 20 g/l. Les analyses chimiques et isotopiques montrent qu'il résulte d'un mélange d'environ 60% d'eau de mer et 40% d'eau de pluie.

Le site retenu pour les travaux de forage est situé en bordure de la zone plate sur laquelle est implanté le bourg de Bouillante et au pied de la falaise qui surplombe le bourg. Les sondages réalisés dans cette zone montrent que les formations superficielles y sont constituées de formations détritiques correspondant à d'anciens dépôts de plages et/ou des éboulis de la falaise.

Jusqu'à 300 m de profondeur, les formations de laves massives sont prépondérantes et forment la couverture imperméable du réservoir géothermal. En dessous de 300 m, le substratum de la région de Bouillante est composé essentiellement de formations volcaniques sous-marines de type hyaloclastite, fortement altérées par les circulations du fluide géothermal à haute température qui ont transformé les roches et ont conduit à la précipitation de nombreux minéraux hydrothermaux (silice, chlorite, argiles, carbonates, épidote, sulfures de fer, etc…). Ces formations sont recoupées par des dykes de laves massives qui sont d'anciens conduits magmatiques ayant alimenté les appareils volcaniques en surface.

De nombreuses structures tectoniques (failles, fractures) ont été reconnues dans ce secteur de Bouillante. Elles favorisent l'infiltration des eaux de surface (eaux de pluies, eau de mer) ainsi que la circulation du fluide géothermal en profondeur. Elles constituent des cibles prioritaires pour l'implantation des puits de production et de réinjection.

II.1.2 Hydrogéologie et hydrologie

Le site retenu pour réaliser les travaux de forage est situé à une altitude de quelques mètres au-dessus de la mer et à une distance d'environ 250 mètres du bord de mer. L'hydrogéologie de ce secteur de Bouillante est donc fortement marquée par sa proximité avec la mer et par sa situation au-dessus du réservoir géothermique (Figure 3).

A proximité immédiate du site, se trouve une source chaude dite « Source Tuyau » qui s'écoule dans le caniveau de la rue Vanier. Sa température, suivie régulièrement par le BRGM, varie entre 60°C et 70°C. Toujours à proximité, une autre source thermale dans la cave du puits BO-2 situé à environ 50 mètres du site des travaux, délivre un fluide dont la température dépasse 90°C. Ces sources sont des résurgences de la nappe phréatique superficielle où les eaux météoriques sont mélangées à de l'eau de mer et sont contaminées et réchauffées par des remontées du fluide géothermal profond (voir Figure 3).

Autrefois, de nombreuses résurgences (sources, fumerolles) étaient concentrées dans ce secteur sud du bourg de Bouillante et formaient une zone marécageuse qui a donné son nom à la commune (Fontaines Chaudes de Bouillante). A proximité du site, il y avait un ancien fossé qui évacuait les eaux de cette zone marécageuse vers la mer. Cette zone a été drainée dans les

années 1970 pour implanter la plateforme du puits BO-2 puis la première unité Bouillante 1 de la centrale, et ces sources ont quasiment toutes disparues. L'ancien fossé a été recalibré et bétonné et sert actuellement de canal de rejet pour les effluents de la centrale. Il recueille également les eaux pluviales et des eaux usées de ce secteur du bourg de Bouillante.

Il n'y a pas de cours d'eau présent à proximité du site. Par ailleurs, ce secteur du bourg de Bouillante ne comporte aucun captage d'eau pour l'alimentation en eau potable ou pour d'autres usages en raison de la salinité et de la température élevée des aquifères.

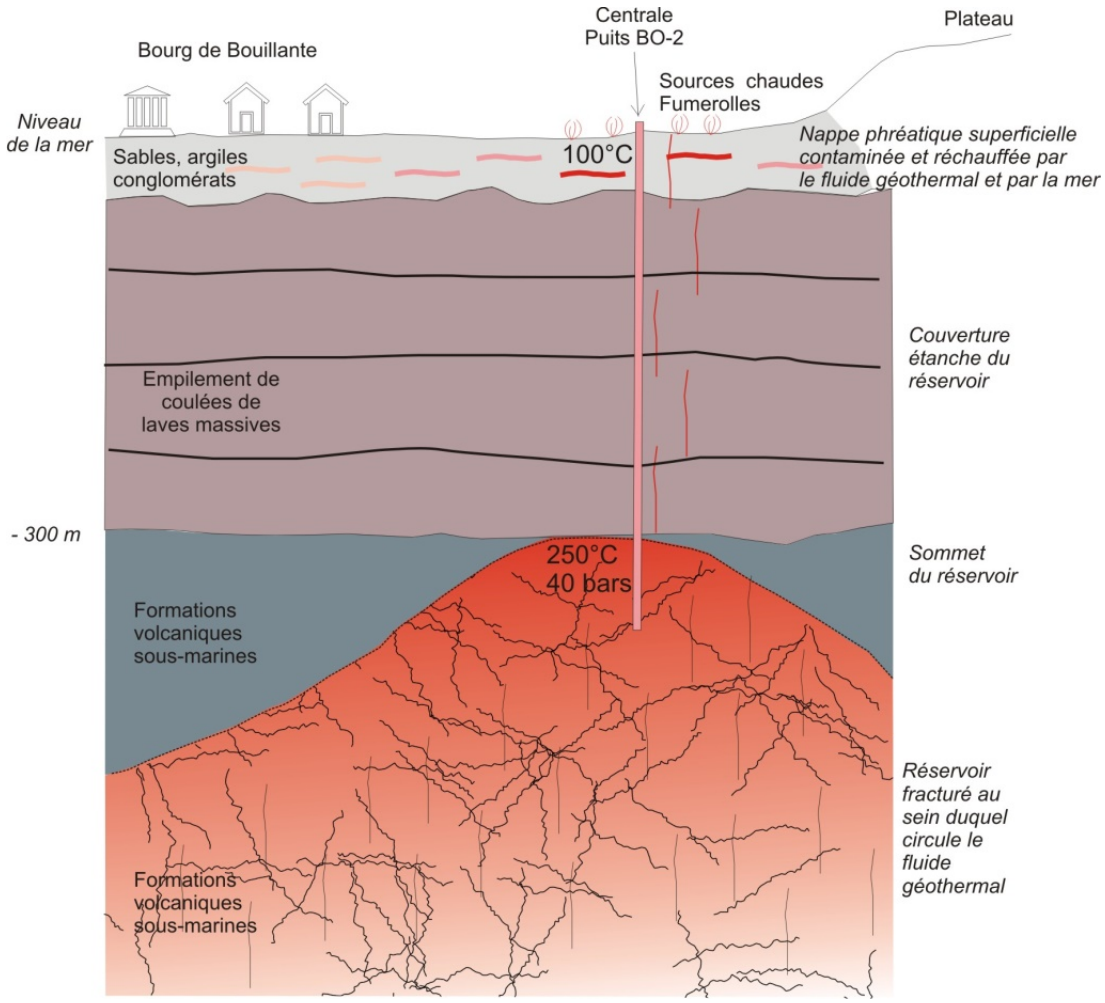

Figure 3 : Représentation très simplifiée du réservoir géothermique à l'aplomb du bourg de Bouillante.

Le sommet du réservoir situé vers 300 m de profondeur est isolé de la surface par un empilement de coulées de laves massives qui joue le rôle d'une couverture étanche. Seules quelques fuites du fluide géothermal parviennent en surface en empruntant des fissures. Elles réchauffent la nappe phréatique superficielle qui alimente les sources chaudes et fumerolles connues dans le bourg de Bouillante depuis longtemps.

II.2. LE CLIMAT

Le climat de la Guadeloupe est du type tropical maritime. Il est caractérisé par deux saisons principales : la saison sèche (ou carême) de janvier à avril et la saison des pluies (saison cyclonique ou hivernage) de juillet à octobre. Elles sont séparées par deux périodes (ou saisons) de transition. Le cycle annuel des températures moyennes est marqué par une faible amplitude ; le régime d'alizé soufflant de l'Est assurant une ventilation relativement constante.

II.3. LES RISQUES NATURELS

Un Atlas communal des Risques Naturels et un Plan de Prévention des Risques naturels (PPR) ont été établis pour la commune de Bouillante. Ils recensent les différents aléas naturels présents sur la commune et cartographient les zones concernées. De par sa situation au pied de la falaise qui domine le bourg de Bouillante, le site retenu pour les travaux de forages est modérément exposé aux aléas de mouvements de terrain.

Comme le reste de la Guadeloupe, le bourg de Bouillante est classé en zone de sismicité forte (Zone III du Code de l'Environnement). Du fait que les travaux de forage sont temporaires, ils ne sont pas concernés directement par cet aléa. Par contre, toute construction ultérieure sur la plateforme des puits devra en tenir compte.

Enfin, le site retenu pour les travaux se caractérise par l'absence d'aléa inondation et d'aléa submersion liée à la houle cyclonique. De même, il n'est pas concerné par l'aléa volcanique.

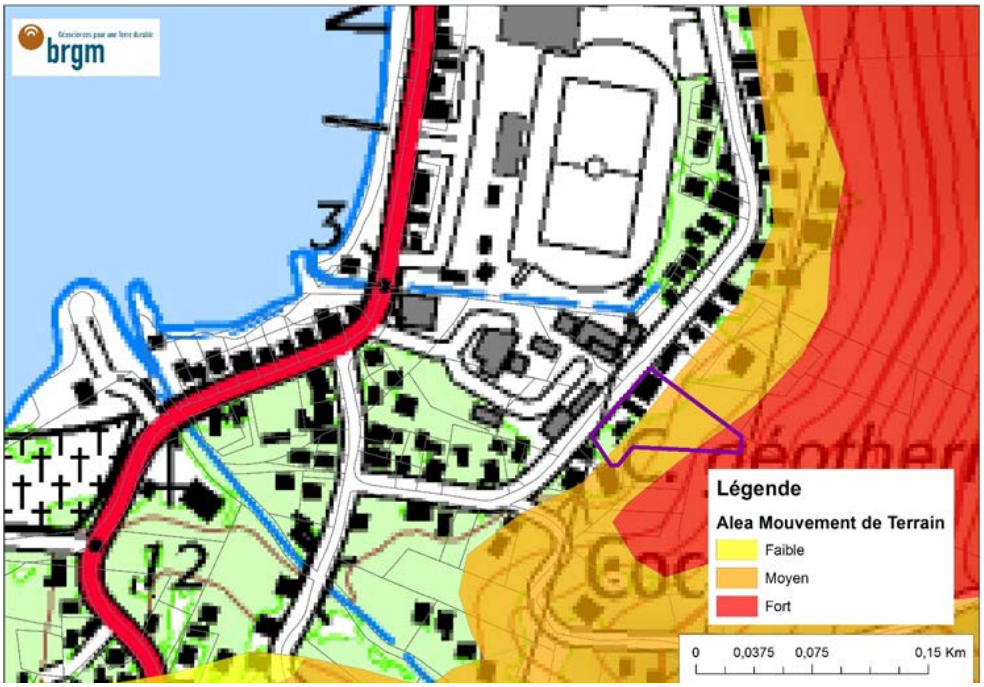

Figure 4 : Cartographie de l'aléa mouvement de terrain au niveau du site des travaux, extraite du Plan de Prévention des Risques naturels majeur (PPR) pour la commune de Bouillante.

II.4. LES MILIEUX AQUATIQUES

II.4.1 Les cours d'eau

Il n'y a pas de cours d'eau pérenne à proximité immédiate du site des travaux. La rivière la plus proche est la Rivière de Bouillante située à environ 650 m au Nord (Figure 1). Elle ne fait pas l'objet de suivi de la qualité de ses eaux. A distance plus importante, la Rivière Lostau, dont le bassin versant est situé à environ 5-10 km au nord-Ouest du bourg de Bouillante et la rivière de Beaugendre dont le bassin versant est situé à environ 10 km au Sud-Est, font l'objet d'un suivi. Leurs états écologique et chimique sont reportés dans le Tableau 1 ci-dessous.

Masse d'eau		Etat écologique		Etat chimique	
Code	Nom	Etat	Niveau de confiance	Etat	Niveau de confiance
FRIR30	Rivière. Lostau	Bon	Faible	Bon	Faible
FRIR29	Rivière de Beaugendre aval	Moyen	Faible	Bon	Faible
FRIR46	Rivière de Beaugendre amont	Moyen	Faible	Bon	Elevé

Tableau 1 : Etats écologique et chimique de la Rivière Lostau et de la Rivière de Beaugendre en 2013 (d'après le SDAGE 2016-2021).

II.4.2 Le milieu marin

Un suivi de l'état écologique des masses d'eau côtières est réalisé au niveau de la côte ouest de l'ile de Basse-Terre, avec une station d'évaluation (FRCO1) située au niveau d'un sec de la Pointe à Lézard, à la bordure nord de la baie de Bouillante (Figure 1). Le dernier bilan disponible date de 2013 et il est récapitulé dans le Tableau 2 ci-dessous.

L'état écologique de la masse d'eau côtière est évalué comme mauvais en raison de la contamination des ressources halieutiques par la Chlordécone. Sans la prise en compte de ce polluant synthétique, l'état écologique de la masse d'eau est jugé bon.

Par ailleurs, la quasi-totalité des masses d'eau côtières de la Guadeloupe est sensible au phénomène d'eutrophisation en raison d'un apport important de nutriments (Phosphore, Azote).

Code MEC	Nom	Etat biologique	Etat physico-chimique	Etat hydro-morphologique	Polluants spécifiques	Etat écologique avec ou sans prise en compte de la chlordécone	
						Avec	sans
FRCO1	Côte ouest Basse-Terre	Bon	Bon	Non très bon Etat	Mauvais	Mauvais	Bon

Tableau 2 : Synthèse de l'état écologique de la masse d'eau côtière évalué en 2013 au niveau de la station de suivi FRCO1 située au niveau d'un sec de la Pointe à Lézard à la bordure nord de la baie de Bouillante (d'après le SDAGE, 2016-2021).

II.5. LA QUALITE DE L'AIR

Le bourg de Bouillante n'est le siège d'aucune industrie en dehors de la centrale géothermique. La pollution atmosphérique y est donc faible.

Le régime des alizés permet un renouvellement constant de l'air et assure la dispersion des polluants atmosphériques.

II.6. LA FAUNE ET LA FLORE

Le site retenu pour les travaux de forage est inséré dans la zone urbaine du bourg de Bouillante. Il comporte des espaces construits et quelques espaces arborés (friches, taillis...) qui accueillent une faune et une flore adaptées à un environnement dit de tissu urbain discontinu. Cet environnement se caractérise par un fort dérangement de la faune et une rudéralisation de la flore. Sa plus-value écologique est donc très faible.

Des inventaires de la faune et de la flore ont néanmoins été réalisés par le Bureau d'études environnemental Caraïbe Environnement pour évaluer les contenus faunistique et floristique du site et identifier une éventuelle sensibilité environnementale.

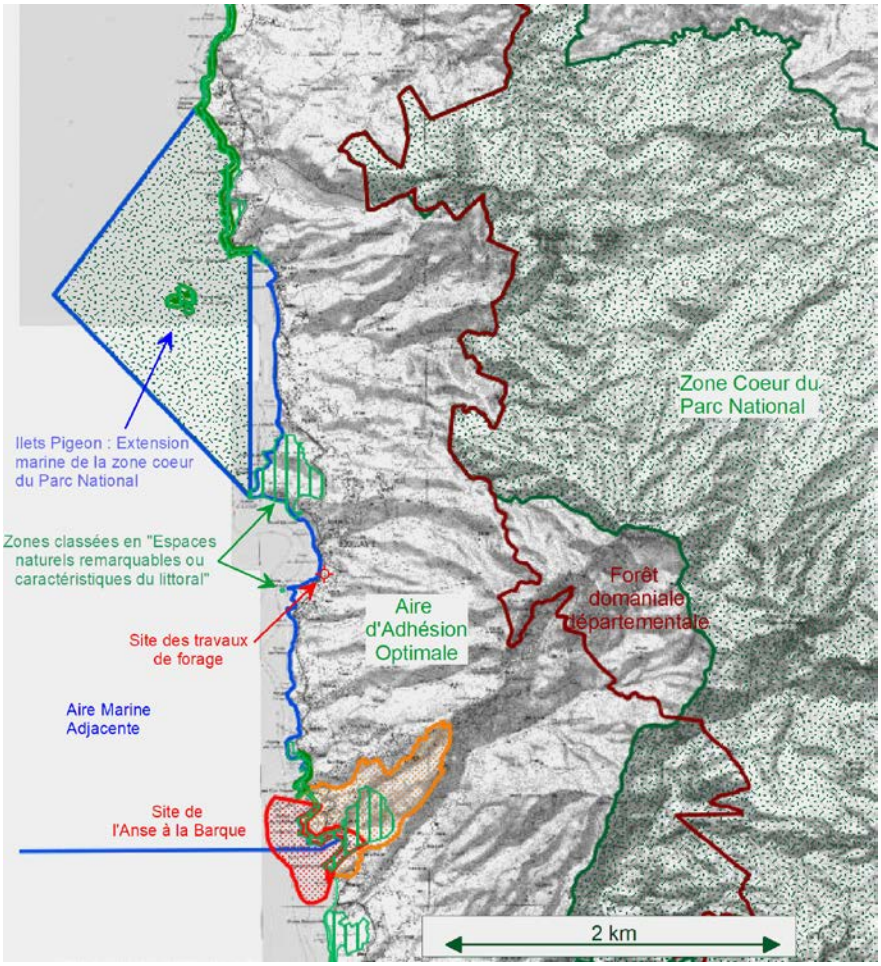

Figure 5 : Cartographie des espaces naturels protégés recensés sur la commune de Bouillante (d'après l'application Cartelie de la DEAL Guadeloupe).

II.7. INVENTAIRES DES ESPACES NATURELS PROTEGES

Une partie du territoire de la commune de Bouillante est incluse dans la ***zone cœur*** du Parc National de la Guadeloupe. Elle possède également sur son territoire une extension marine de la zone cœur du Parc National, centrée sur les Ilets Pigeon (Figure 5). Le reste du territoire de la commune de Bouillante (partie terrestre) est inclus dans ***l'Aire optimale d'adhésion*** (anciennement appelée zone périphérique). Par ailleurs, le littoral de la commune, depuis le sud (Anse à la Barque) jusqu'au Nord (Mahault), fait partie de ***l'Aire marine adjacente***.

Par ailleurs, la commune possède un certain nombre d'espaces naturels protégés, classés au titre de « Espaces naturels remarquables ou caractéristiques du littoral » et de ZNIEFF. Une ZNIEFF marine de type 1 (secteur de grand intérêt biologique ou écologique) a été créée au niveau de la Pointe à Lézard pour protéger le milieu marin à forte valeur environnementale. Le site de l'Anse à la Barque, situé à environ 5 km au sud du bourg de Bouillante possède également une très grande valeur patrimoniale.

Au même titre que la majorité du territoire terrestre de la commune de Bouillante, le site des travaux de forage est inclus dans ***l'Aire optimale d'adhésion*** du Parc National de la Guadeloupe. Les travaux de forage visant à développer l'exploitation de la ressource géothermale sont tout à fait compatibles avec la vocation de cette aire.

Le site retenu reste à l'écart des espaces naturels protégés (Figure 5). Le plus proche est celui du petit îlet de la Pointe de l'Ermitage situé à environ 800 m à la bordure sud de la baie de Bouillante, classé en « Espaces naturels remarquables ou caractéristiques du littoral ».

II.8. COMPATIBILITE AVEC LES SERVITUDES ET LES DOCUMENTS D'URBANISME

Le PLU de Bouillante classe les parcelles concernées par les travaux en Zone UA. Les Zones UA correspondent soit aux secteurs bâtis les plus denses de la commune, soit aux secteurs en cours d'urbanisation dont les densités seront à terme équivalentes à celle d'un centre-bourg. Y sont autorisées les constructions à usage d'habitation, d'équipements collectifs, de commerces, d'hôtels, d'entrepôts, d'artisanat ou d'industrie, de bureaux et de services.

L'implantation des travaux de forage est donc compatible avec le zonage du PLU de la commune de Bouillante.

L'implantation du site des travaux est également compatible avec les orientations du SAR (Schéma d'Aménagement Régional) qui classe cette zone en « Espaces urbains résidentiels », autorisant les équipements d'utilité publique ayant pour vocation d'assurer une fourniture d'énergie. La centrale géothermique et ses installations sont parfaitement compatibles avec les orientations du SAR en termes de développement énergétique.

II.9. LES ACTIVITES ECONOMIQUES

La région de Bouillante est l'un des principaux pôles d'attraction touristique de la côte ouest de la Basse Terre en raison de la richesse de ses fonds marins. Cette activité touristique a permis le développement d'infrastructures hôtelières (hôtels, bungalows, locations, centres de plongée sous-marine) et de restaurants.

Outre la baignade, les activités aquatiques dans les cours d'eau (canyoning et randonnée aquatique) ont connu une forte croissance au cours des 15 dernières années. Elles sont pratiquées dans les Rivières Bourceau et Espérance.

L'activité agricole est présente sur la commune de Bouillante. Il s'agit principalement de cultures vivrières et maraîchères pratiquées de façon disséminée. La culture de la banane est également présente.

II.10. LES PAYSAGES

Dans la zone du site retenu pour les travaux de forage, les deux éléments paysagers dominants sont d'une part la centrale géothermique et en particulier les installations de l'unité Bouillante 2 d'une hauteur de 15 m, et d'autre part le pan de falaise couvert de végétation sur lequel s'adosse le bourg de Bouillante (Figure 6 et Figure 7). Un autre élément important est la ligne électrique à haute tension EDF.

En périphérie du site, le tissu urbain de l'agglomération de Bouillante est constitué par un habitat pavillonnaire bas où se combinent bâtis et végétation.

De par sa position derrière la centrale géothermique, le site retenu pour les travaux de forage n'est pas visible depuis la Route Nationale 2 et le centre du bourg de Bouillante.

Figure 6 : Aperçu partiel de la parcelle AO 196 qui a été retenue pour implanter les nouveaux forages envisagés par Géothermie Bouillante (limites parcellaires approximatives).

III. RAISON DU CHOIX DU PROJET

Le choix de Géothermie Bouillante de forer de nouveaux puits sur ce site à proximité de la centrale géothermique s'appuie sur un certain nombre de critères techniques, économiques, environnementaux et sociaux, résumés ci-après.

III.1. CRITERES TECHNIQUES

Le choix d'implanter les nouveaux puits dans le bourg de Bouillante est dicté par des considérations relatives à l'extension du réservoir en profondeur et son accessibilité par forage. Les trajectoires des nouveaux puits permettront d'augmenter le prélèvement de fluide au niveau du réservoir et le réinjecter à distance de la zone de prélèvement pour ne pas risquer de la refroidir, tout en assurant un maintien de la pression au sein du réservoir.

L'accroissement de la production de fluide et donc de vapeur permettra de valoriser davantage la ressource géothermale et d'optimiser le fonctionnement des installations existantes.

La proximité des nouveaux puits avec la centrale facilitera également le transport des fluides délivrés par ces puits et réinjectés dans ces puits (Figure 7).

III.2. CRITERES ECONOMIQUES

La Guadeloupe produit l'essentiel de son électricité à partir d'énergies fossiles (diesel, charbon). Avec Bouillante, la Guadeloupe possède un gisement géothermique exceptionnel à 250°C. Le projet consiste à forer de nouveaux puits destinés à augmenter la capacité de production électrique de la centrale géothermique. Il va donc contribuer à réduire la dépendance de la Guadeloupe vis-à-vis des importations de pétrole et de charbon. A titre d'information, la production électrique de la centrale de Bouillante en 2015 a été de 83 GWh, représentant environ 5% de l'électricité consommée en Guadeloupe.

De plus, le coût de production de l'électricité géothermique est tout à fait compétitif par rapport à au coût de l'électricité issue des énergies fossiles et autres énergies renouvelables, et ce moyen de production est indépendant des conditions climatiques.

III.3. CRITERES ENVIRONNEMENTAUX

Le choix de développer la production électrique de la centrale géothermique de Bouillante est bénéfique sur le plan environnemental à plusieurs titres :

- ⇒ Il permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre responsables du réchauffement climatique. En effet, le taux d'émission en gaz carbonique (CO_2) des centrales géothermiques par rapport aux centrales utilisant des combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon) est environ vingt fois plus faible ;
- ⇒ Il limite les risques de pollution des sols et des milieux aquatiques dans la mesure où la ressource énergétique est utilisée sur place et que les besoins de transports et de stockages sont limités ;
- ⇒ Il préserve également les espaces naturels dans la mesure où les surfaces nécessaires à une exploitation géothermique sont faibles comparées à celles nécessitées par l'exploitation minière ou le traitement des hydrocarbures.

Figure 7 : Photographie aérienne de l'usine géothermique implantée dans le bourg de Bouillante avec l'unité Bouillante 1 (bâtiment de gauche), l'unité Bouillante 2 (bâtiment de droite), la localisation du puits BO-2, et la rue Vanier qui borde le site à l'est.
La zone retenue pour implanter les nouveaux forages est située à droite de la Rue Vanier et est indiquée par l'étoile rouge.

III.4. CRITERE SOCIAL

Le développement de la géothermie a des retombées concrètes sur les plans de l'économie et de l'emploi aux niveaux local et régional. L'équipe d'exploitation actuelle est composée de 19 employés permanents, dont la majeure partie habite la commune de Bouillante ou les communes voisines de la Côte sous le Vent. La centrale génère également une activité de maintenance qui donne lieu à de nombreuses sous-traitances principalement auprès de sociétés bouillantaises et guadeloupéennes. Le montant annuel de ces travaux est estimé autour de 2 M€.

La finalité de ces travaux de forage est d'accroître la capacité de production de la centrale de Bouillante. Cet objectif devrait légitimement conduire Géothermie Bouillante à renforcer son équipe d'exploitation et donc créer de nouveaux emplois. En termes de sous-traitances, Géothermie Bouillante devrait également solliciter encore plus les entreprises guadeloupéennes dans le cadre des travaux de maintenance périodiques.

La centrale de Bouillante joue également un rôle important dans la formation des jeunes techniciens et ingénieurs guadeloupéens, en accueillant des stagiaires tout au long de l'année sur des thématiques techniques variées.

IV. PRESENTATION RAPIDE DU PROJET

IV.1. PRINCIPE DU PROJET

Le projet porté par Géothermie Bouillante consiste à ***forer de nouveaux puits*** dans le bourg de Bouillante à proximité de l'usine géothermique. Ces nouveaux puits, d'une longueur forée allant de 1000 à 1600 m, seront intégrés dans l'exploitation actuelle, en fournissant un surcroit de capacité de production de vapeur et un surcroit de capacité de réinjection du fluide géothermal, qui se traduiront par un supplément de production électrique délivré sur le réseau EDF Guadeloupe.

La réalisation de ces nouveaux puits suppose l'utilisation d'une machine de forage de taille importante. Les travaux nécessiteront l'aménagement d'une plateforme sur une parcelle (AO 196) récemment acquise par Géothermie Bouillante d'une surface de l'ordre de 3200 m^2, ainsi que des aménagements sur des parcelles périphériques en cours d'acquisition par Géothermie Bouillante.

A la fin des travaux de forage, le site est destiné à être pérennisé sous forme d'une plateforme d'exploitation. Les puits seront équipés de vannes et la liaison avec la centrale géothermique sera assurée par une ou plusieurs conduites de transport qui traverseront la rue Vanier. Ses caractéristiques seront définies ultérieurement en fonction du résultat des forages.

IV.2. DUREE DES TRAVAUX

Le planning prévisionnel des travaux de forage est indiqué sur la Figure 8. Il est prévu environ 1 mois de travaux (génie civil essentiellement) pour la préparation de la plateforme et de ses accès. Le montage de la machine de forage et de ses équipements annexes devrait durer environ 10 jours. Ensuite, le forage du premier puits démarrera. Lorsque le premier puits sera terminé au bout de 50 jours environ, il est prévu 5 jours de tests de courte durée puis environ 5 jours pour faire riper la machine de forage sur le second puits.

A la fin du second puits, il faut prévoir environ 21 jours pour la remise en état du site dont 7 jours pour démobiliser la machine de forage. Au total, la durée prévue des travaux de forage et de tests de courte durée de deux puits sera de l'ordre de 6 mois.

Si le résultat de l'un des deux premiers puits était décevant, le forage d'un troisième puits pourrait être envisagé. La durée des travaux serait prolongée de 3 mois environ.

	Durée (jours)	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6
Préparation de la plateforme	30						
Montage de la machine de forage	10						
Forage du premier puits	50						
Tests du premier puits	5						
Ripage de la machine sur 2nd puits	5						
Forage du second puits	50						
Tests du second puits	5						
Démobilisation machine de forage	7						
Nettoyage et remise en état du site	21						

Figure 8 : Planning prévisionnel des travaux de forage envisagés par Géothermie Bouillante.

V. LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET ET LES MESURES COMPENSATOIRES ASSOCIEES

V.1. IMPACTS SUR LE MILIEU NATUREL

V.1.1 Les impacts sur la faune et la flore terrestres

Le site du projet possède une faune et une flore communes des zones fortement anthropisées et donc adaptées au milieu semi-urbain, sans réelle plus-value écologique. Cela contribue à limiter l'impact général du projet.

Les espaces naturels protégés répertoriés sur la commune de Bouillante sont éloignés du site et leur faune et flore ne seront donc pas perturbées par le chantier de forage.

V.1.2 Impacts sur les ressources en eau

La zone des travaux de forage est dépourvue de ressource en eau exploitable pour l'alimentation en eau potable ou l'irrigation. De plus, le site des travaux de forage est situé à l'écart de cours d'eau pérenne ou intermittent et le captage en eau potable le plus proche est situé à environ 3 km (Trou à Diable dans la Rivière Bourceau).

Par conséquent, les travaux de forage envisagés par Géothermie Bouillante dans le bourg de Bouillante à proximité de la centrale géothermique n'auront pas d'incidence sur la ressource en eau. Par ailleurs, ils sont compatibles avec les orientations du SDAGE de la Guadeloupe.

V.1.3 Impacts sur les risques naturels

De par sa situation au pied de la falaise qui domine le bourg de Bouillante, le site retenu pour les travaux de forage est modérément exposé à l'aléa mouvements de terrain.

Des mesures visant à prévenir les phénomènes de ravinement pouvant conduire à déstabiliser les terrains sont donc prescrites dans ce secteur en cas de travaux de terrassements et/ou de talutage. Si nécessaires, des mesures de confortement de talus voire de soutènement devront être appliquées suivant les règles de l'art.

V.2. IMPACTS SUR LE MILIEU HUMAIN

V.2.1 Les nuisances sonores et les mesures compensatoires

La Figure 9 représente les niveaux de bruit (en dB(A)) générés par la machine de forage qui sera utilisée. Au niveau des maisons riveraines les plus proches, le niveau sonore ne devrait pas dépasser 65 dB(A). Ce niveau de bruit correspond à celui d'une salle de classe.

Géothermie Bouillante a déjà entamé une concertation avec les riverains qui seraient concernés par le bruit des travaux afin d'étudier avec eux les mesures compensatoires appropriées qui pourraient être mises en place pour limiter les nuisances sonores.

D'un point de vue technique, les mesures destinées à limiter le bruit qu'il conviendra d'appliquer avant et pendant les travaux de forage sont les suivantes :

- implanter de manière optimale la machine de forage en orientant les moteurs le plus loin possible des habitations riveraines ;

- systématiser le capotage des moteurs ;
- pour limiter l'impact sonore du chantier la nuit, les activités les plus bruyantes seront réalisées uniquement le jour dans la mesure du possible (pose et cimentation des casings, évacuation des déchets...) ;
- envisager éventuellement l'installation d'écrans sonores ou murs anti-bruits aux abords du site.

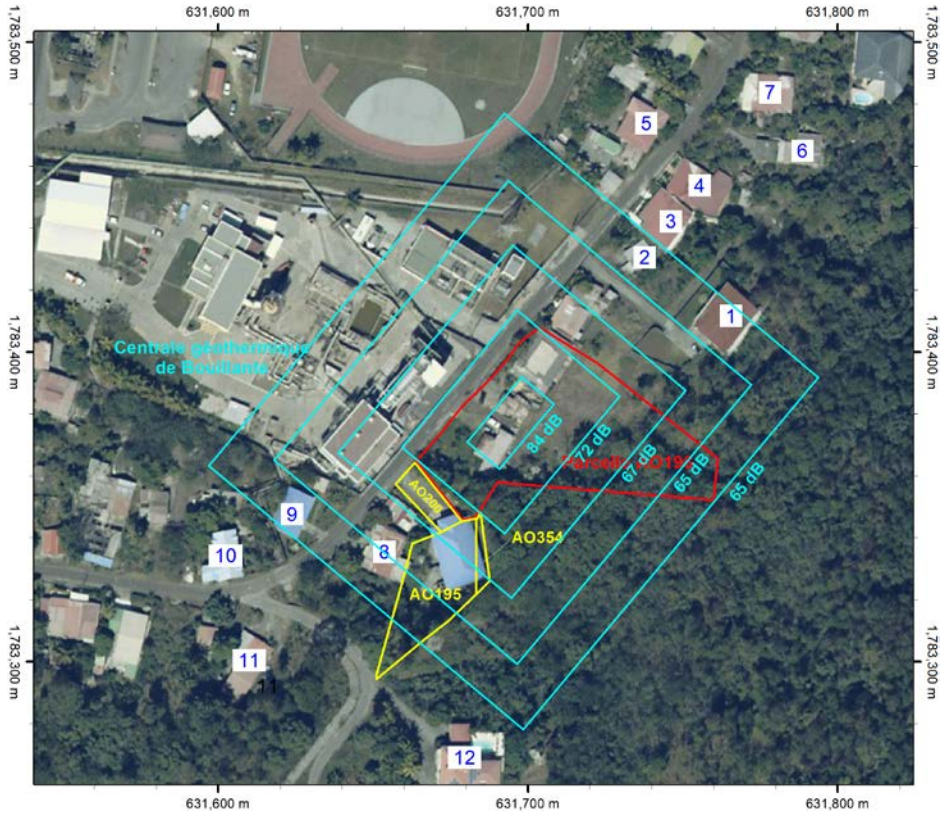

Figure 9 : Représentation des niveaux de bruit générés par la machine de forage qui sera utilisée en fonction de la distance (Document Ormat). Les numéros correspondent aux maisons riveraines du site.

Les dégorgements et tests de production des puits de courte durée (2 jours) avec la décharge du fluide géothermal dans un séparateur atmosphérique (Figure 10) engendrent également des nuisances sonores. Pour limiter ces nuisances, plusieurs aménagements seront faits :

- la conduite et le tube de décharge qui relieront la tête de puits au séparateur seront en gros diamètre (DN300) afin de réduire la vitesse de l'écoulement et donc le bruit ;
- le séparateur sera entouré sur les 2/3 de sa hauteur par un mur en béton ;
- à l'intérieur du séparateur, un ou plusieurs gabions de pierre seront disposés afin de disperser le jet de vapeur et réduire encore le bruit.

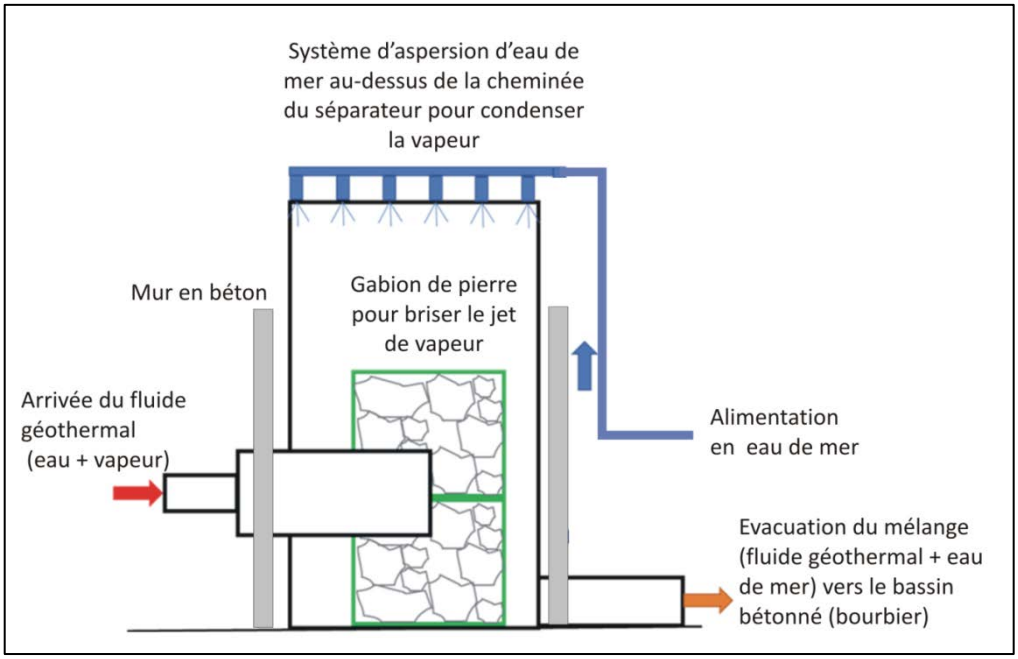

Figure 10 : Schéma de principe du séparateur cyclonique atmosphérique qui sera mis en place sur la plateforme de forage pour réaliser le dégorgement et une mise en production de courte durée des puits.

V.2.2 Les impacts sur la qualité de l'air et les mesures compensatoires

Les principaux rejets atmosphériques susceptibles d'altérer la qualité de l'air sont les suivants :

- les poussières ;
- les gaz d'échappement des moteurs thermiques ;
- les gaz incondensables présents dans le fluide géothermal.

En phase de travaux, des poussières sont générées par la circulation des engins de chantier sur les voies d'accès et la plate-forme de forage. Ces envols de poussières seront tributaires des conditions météorologiques : un temps calme et pluvieux sera plus favorable qu'un temps sec et venteux. L'arrosage de la plateforme de forage pourra être réalisé lors des périodes sèches et ventées pour limiter l'émission et la dispersion des poussières.

Les principaux rejets concerneront les gaz de combustion des carburants (engins de chantier et groupes électrogènes alimentant l'appareil de forage). Les gaz émis seront essentiellement du gaz carbonique CO_2, du monoxyde de carbone CO, du dioxyde d'azote No_2 et des poussières (suie de diesel). Pour réduire les nuisances liées au gaz de combustion des moteurs, les engins de chantier répondront à la réglementation concernant les émissions des gaz d'échappement. Par ailleurs, il convient de signaler qu'aucun obstacle ne viendra entraver la libre circulation de l'air au niveau des échappements et ne créera de phénomène de confinement.

Parmi les gaz incondensables présents dans le fluide géothermal, seul le gaz H_2S présente une toxicité vis-à-vis de l'organisme humain. Durant les travaux de forage et les tests de production des puits, des mesures seront mises en place pour limiter les émissions de gaz H_2S dans l'atmosphère :

⇒ Un réseau de capteur de surveillance sera mis en place au niveau du chantier et en périphérie pour contrôler les émissions en H_2S dans l'atmosphère.

⇒ Un contrôle de l'artésianisme du puits et un dispositif de fermeture du puits en urgence (Bloc d'Obturation de Puits ; BOP) seront mis en œuvre pour empêcher toute venue de fluide éruptive pouvant conduire à un dépassement des seuils réglementaires de concentration en gaz H_2S ;

⇒ Lors du dégorgement et de l'essai de production de courte durée des puits, un système de traitement du gaz H2S sera mis en place à titre préventif, permettant si nécessaire l'injection de soude caustique (ou de tout autre oxydant puissant) dans la conduite de décharge pour neutraliser ce gaz avant la décharge du fluide géothermal à l'atmosphère.

V.2.3 Les impacts sur la circulation et les infrastructures

Dans le cadre des mesures destinées à atténuer l'impact du projet, Géothermie Bouillante veillera à organiser les travaux de façon à perturber le moins possible à la circulation. L'accès au chantier se fera par la rue Vanier (voir Figure 2 et Figure 7). Des mesures visant à réglementer la circulation aux abords du chantier seront prises afin d'assurer la sécurité des usagers et d'éviter la gêne occasionnée par les véhicules liés au chantier. Des parkings seront aménagés sur le site des travaux et à l'extérieur, en concertation avec la municipalité de Bouillante.

Par ailleurs, toujours en concertation avec la municipalité et les riverains, Géothermie Bouillante étudie la possibilité de fermeture temporaire de la rue Vanier au droit de la parcelle AO196 pendant les travaux de forage, dans la mesure où cette fermeture ne créerait pas de gêne trop importante pour les riverains.

A plus grande distance, des nuisances indirectes seront liées au trafic engendré par le chantier et le va-et-vient de camions pour l'apport de matériaux et équipements nécessités par le forage.

Si nécessaire, des prestations de propreté (nettoyage des véhicules et de la voirie) ainsi que la réhabilitation des accès pourront être envisagées.

V.3. IMPACTS DES DECHETS ET EFFLUENTS ET LES MESURES COMPENSATOIRES

Les principaux déchets et effluents produits par le chantier de forage seront les suivants :

- résidus de boue de forage et déblais de forage (cuttings);
- déchets industriels banals (D.I.B) et déchets métalliques ;
- fluide géothermal ;
- eaux de ruissellement ;
- eaux usées ;
- déchets ménagers et assimilés ;
- déchets spéciaux (hydrocarbures…).

Le risque d'atteinte à la santé des travailleurs et des riverains par les déchets et effluents du chantier apparaît peu probable, mais Géothermie Bouillante veillera néanmoins à la salubrité du site durant la période des travaux.

La boue de forage sera composée d'eau du réseau, d'argile naturelle inerte (bentonite) et d'additifs complémentaires (bio-polymères). En phase de forage, les boues et déblais seront stockés dans des bacs étanches et circuleront en circuit fermé, partiellement à l'air libre au niveau

des vibrateurs et des bacs à boue. Ils pourront également être stockés dans un bassin (bourbier) étanche.

Bien que potentiellement peu polluants, les fluides de forage (boue) qui serviront d'une part à la remontée des déblais solides et, d'autre part, au refroidissement et à la lubrification des équipements en rotation, feront l'objet de mesures de précautions particulières. Lorsqu'ils ne seront plus utilisés, ils subiront sur site un traitement physico-chimique par centrifugation et coagulation. Les phases liquide et solide seront séparées :

- La phase solide (déblais) sera évacuée par camion et traitée dans un centre de traitement agréé ;
- La phase liquide sera mise en citerne puis envoyée vers un centre de traitement agréé.

La plateforme sera équipée d'un réseau de collecte et d'évacuation des eaux de pluies muni de dispositifs débourbeur/déshuileur, de sorte qu'elles ne puissent entraîner dans le milieu naturel les éventuelles pollutions présentes sur la plate-forme. Une demande d'autorisation de déversement provisoire dans le réseau public d'assainissement des eaux pluviales et des eaux usées, autres que domestiques, sera faite auprès du service gestionnaire de ce réseau. Les eaux devront respecter le règlement des services d'assainissement de la Commune de Bouillante en particulier sur les valeurs limites de rejet.

La quantité de fluide géothermal qui sera déchargée en surface lors des tests de production de courte durée des puits (2 jours) sera limitée. En fonction du volume, ce fluide sera soit stocké dans le bassin (bourbier) étanche puis réinjecté dans le réservoir, soit évacué vers les installations de la centrale et intégré aux effluents de cette dernière dans la mesure où il s'agit du même fluide, et rejeté dans la baie de Bouillante.

Les effluents, matériaux et terrains qui auront été contaminés accidentellement par des hydrocarbures seront évacués vers des décharges qui acceptent ce type de déchet.

Le chantier produira peu de déchets métalliques et de ferrailles. Ceux-ci seront constitués pour l'essentiel des tricônes usés, des élingues et câbles métalliques réformés, des protecteurs métalliques de tubage et des chutes (découpes) de tubage. Ces déchets seront transférés vers une entreprise récupérant les métaux.

Aucun rejet d'eaux usées issues des sanitaires ne sera effectué directement dans le milieu naturel. Les sanitaires seront reliés au réseau d'assainissement ou à des dispositifs autonomes étanches dont la vidange sera réalisée autant de fois que nécessaire en cours de chantier.

V.4. IMPACTS SUR LE PAYSAGE ET LE PATRIMOINE

V.4.1 Les impacts et mesures par rapport au paysage

Pendant la durée des travaux, l'impact visuel sera surtout le fait du mât de forage qui aura une hauteur de l'ordre de 36 mètres. Il sera cependant en partie masqué par les installations de l'unité Bouillante 2 qui culmine à 15 m de hauteur et ceci devrait contribuer à limiter son impact visuel pour les usagers de la RN2 et du centre bourg de Bouillante

Le chantier de forage sera clôturé. Une clôture provisoire supplémentaire, de couleur neutre, pourra être installée aux abords des accès au site, pour en limiter l'impact visuel.

V.4.2 Les impacts et mesures par rapport au patrimoine

Le site n'est soumis à aucune servitude liée à la protection du patrimoine de par sa localisation.

V.5. LES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES

Pendant la durée des travaux, le forage de ces nouveaux puits à Bouillante va mobiliser de nombreuses entreprises de Bouillante et de la Guadeloupe dans des domaines variés : Génie civil, Maçonnerie, Transports, Chaudronnerie, Mécanique, Restauration et hôtellerie, Location de matériel de chantier, Location de moyens de transport, Gardiennage, etc…

L'entreprise de forage recrutera également des personnels temporaires pour constituer des équipes de forage qui assureront un fonctionnement de la machine 24h x 24h.

Ces travaux auront donc des retombées concrètes sur les plans de l'économie et de l'emploi aux niveaux local et régional.

V.6. INFORMATION DES RIVERAINS ET DU PUBLIC

Préalablement aux travaux, et à la demande du Préfet de la Région Guadeloupe, Géothermie Bouillante mettra en place des actions d'informations destinées aux riverains et au public, notamment à travers la CLIC (Commission Locale d'Information et de Coordination de la centrale géothermique de Bouillante) qui a été créée par l'arrêté préfectoral n°2011-356 du 30 mars 2011. Les modalités de ces actions restent à définir. Leur objectif sera de présenter le projet ainsi que les impacts de ce dernier sur la vie des habitants du bourg de Bouillante (plan de circulation, bruits, impacts paysagers…).

Pendant les travaux, un affichage spécifique pourrait être mis en place au niveau du site pour informer le public sur l'avancement des travaux et sur les principales opérations en cours.

VI. LES METHODES D'EVALUATION DES IMPACTS ET LES DIFFICULTES RENCONTREES

Cette étude d'impact a été coordonnée par le bureau d'étude CFG Services, basé à Orléans, Loiret, qui a assuré la majeure partie de la rédaction.

L'évaluation des impacts a reposé sur l'analyse des sensibilités environnementales du site, la prise en compte de la nature des travaux qui seront réalisés, et la comparaison entre l'état initial du site et l'état projeté. Aucune difficulté particulière n'a été rencontrée pour évaluer ces impacts.

Cette étude d'impact a bénéficié d'une contribution de l'Agence régionale du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), basée à Petit-Bourg, Guadeloupe, en ce qui concerne l'évaluation des risques naturels. Elle a également bénéficié d'une contribution du bureau d'études Caraïbe Environnement, basé à Baie-Mahault, Guadeloupe, en ce qui concerne l'étude de la faune et de la flore du site.

Les principaux documents qui ont été consultés dans le cadre de cette étude d'impact sont :

Caraïbe Environnement (2011) – Dossier de demande d'autorisation d'ouverture de travaux d'exploitation de la centrale géothermique cde Bouillante – 4ème partie : Etude d'Impact. Rapport n° 388Q-R0904/09/PS/OF, 145 pages.

EDF-SEI (2017) – Systèmes énergétiques insulaires Guadeloupe, Bilan prévisionnel de l'équilibre offre / demande d'électricité, juillet 2017, 14 pages.

OREC (2017) – Les chiffres clés de l'Energie en Guadeloupe. Bilan 2016, 40 pages.

Région Guadeloupe, DEAL (2017) - Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) 2016-2018/2019-2023 de la Guadeloupe, 113 pages.

CFG Services (2010) - Cartographie des émissions atmosphériques d'hydrogène sulfuré (H_2S) de l'unité B1 de la centrale géothermique de Bouillante. Rapport 10 CFG 65, 26 pages.

Météo France Guadeloupe (2017) – Bulletin climatique annuel 2016 de la Guadeloupe, 4 pages.

NortekMed (2009) – Mesures de températures, salinités & oxygène dans la baie de Bouillante. Rapport d'étude AF1011/EON/0109/1, 34 pages

DEAL Guadeloupe, Comité de Bassin de la Guadeloupe, Office de l'Eau Guadeloupe, ONEMA (2016) – SDAGE 2016-2021. Révision de l'état des lieux 2013 du district hydrographique Guadeloupe.

Parc National de la Guadeloupe (2014) - Charte de territoire du parc national de la Guadeloupe approuvée par le décret n° 2014-48 du 21 janvier 2014, 84 pages.

Les principaux textes législatifs qui ont été consultés sont les suivants :

- Article R122-5 du code de l'environnement ;
- Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte ;
- Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes ;

- Décret n° 2016-1303 du 4 octobre 2016 relatif aux travaux de recherches par forage et d'exploitation par puits de substances minières, et abrogeant l'annexe intitulée « Titre Recherche par forage, exploitation de fluides par puits et traitement de ces fluides » du décret n° 80-331 du 7 mai 1980 portant règlement général des industries extractives ;
- Arrêté du 14 octobre 2016 relatif aux travaux de recherches par forage et d'exploitation par puits de substances minières ;
- Décret n° 2017-626 du 25 avril 2017 relatif aux procédures destinées à assurer l'information et la participation du public à l'élaboration de certaines décisions susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement et modifiant diverses dispositions relatives à l'évaluation environnementale de certains projets, plans et programmes.