



CONCESSION DE BOUILLANTE

Dossier de Demande d’Autorisation d’Ouverture de Travaux Miniers pour la réalisation de deux forages (BO-11 et BO-12)

Partie 4 : Résumé Non Technique de l’Etude d’Impact

Décembre 2018

**Géothermie Bouillante
Le bourg
97125 Bouillante**



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

I. PRESENTATION DU CONTEXTE DU PROJET	6
I.1. Introduction	6
I.2. Localisation des travaux de forage	7
II. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL	9
II.1. Milieu physique.....	9
II.1.1 Présentation du champ géothermique de Bouillante.....	9
II.1.2 Hydrogéologie	9
II.2. Le climat.....	10
II.3. Les risques naturels	10
II.4. Les milieux aquatiques	11
II.4.1 Les cours d'eau.....	11
II.4.2 Le milieu marin.....	12
II.5. La qualité de l'air	12
II.6. Le milieu naturel terrestre	13
II.6.1 Le site du puits BO-11	13
II.6.2 Le site du puits BO-12	13
II.7. Inventaire des espaces naturels protégés	14
II.8. Compatibilité avec les servitudes et les documents d'urbanisme	16
II.8.1 Site du puits BO-11.....	16
II.8.2 Site du puits BO-12.....	16
II.9. Sites Pollués	16
II.10. Les activités économiques	16
II.11. Les paysages.....	17
II.12. Le trafic routier.....	17
III. RAISON DU CHOIX DU PROJET	19
III.1. Critères techniques.....	19
III.2. Critères économiques	20
III.3. Critères environnementaux	20
III.4. Critère social	20
IV. PRESENTATION RAPIDE DU PROJET	21
IV.1. Principe du Projet.....	21
IV.2. Durée des travaux	22
V. LES PRINCIPAUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET ET LES MESURES COMPENSATOIRES ASSOCIEES	23
V.1. Impacts sur le milieu naturel.....	23
V.1.1 Les impacts sur la faune et la flore terrestres.....	23
V.1.2 Impacts sur les eaux souterraines et les ressources en eau	23
V.1.3 Impacts sur les risques naturels.....	24
V.2. Impacts sur le milieu humain	24
V.2.1 Les nuisances sonores.....	24



V.2.2	Les impacts sur la qualité de l'air	27
V.2.3	Les impacts des déchets et effluents	28
V.2.4	Les impacts sur la circulation et les infrastructures.....	29
V.3.	Impacts sur le paysage et le patrimoine.....	29
V.3.1	Les impacts et mesures par rapport au paysage	29
V.3.2	Les impacts et mesures par rapport au patrimoine.....	29
V.4.	Les impacts socio-économiques	29
V.5.	Concertation avec les riverains.....	30
VI.	RECENSEMENT DES MESURES DESTINEES A EVITER, REDUIRE OU COMPENSER LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET	31
VII.	APPREHENSION DU PROJET DANS SA GLOBALITE	36
VII.1.	L'aménagement de nouvelles plateformes d'exploitation des puits	36
VII.1.1	La plateforme du puits BO-11	36
VII.1.2	La plateforme du puits BO-12	37
VII.2.	La connexion de ces deux puits et le remplacement du ballon séparateur haute pression 39	
VII.3.	La mise en exploitation des deux nouveaux puits	39
VII.4.	L'augmentation de la capacité de production et la construction éventuelle d'une nouvelle unité 40	
VIII.	LES METHODES D'EVALUATION DES IMPACTS ET LES DIFFICULTES RENCONTREES.....	42

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Extrait de la carte topographique de l'IGN au 1/25 000 avec la localisation des deux nouveaux forages BO-11 et BO-12 envisagés à proximité de la centrale géothermique dans le bourg de Bouillante (Coordonnées UTM WGS84).	6
Figure 2 :	Localisation du puits BO-11 et périmètre de la plateforme de forage à l'intérieur de l'enceinte de la centrale géothermique dans le bourg de Bouillante (Coordonnées UTM WGS84).....	7
Figure 3 :	Localisation du puits BO-12 et périmètre de la plateforme de forage, en périphérie de la plateforme actuelle des puits à Plateau (Coordonnées UTM WGS84).	8
Figure 4 :	Représentation simplifiée du réservoir géothermique à l'aplomb du bourg de Bouillante.....	10
Figure 5 :	Vue d'ensemble de la zone d'implantation de la plateforme de forage du puits BO-11 à l'intérieur de l'enceinte du site de la centrale.	13
Figure 6 :	Illustration de la végétation de type Habitat 1 au niveau de la parcelle AO 413 qui sera concernée par les travaux de forage du puits BO-12.	14
Figure 7 :	Cartographie des espaces naturels protégés recensés sur la commune de Bouillante (d'après l'application Cartelie de la DEAL Guadeloupe).....	15
Figure 8 :	Photographie aérienne montrant la centrale géothermique de Bouillante dans son environnement. L'étoile rouge indique l'implantation approximative du puits BO-11.	17
Figure 9 :	Vue de la plateforme actuelle des puits à Plateau. Le puits BO-12 sera implanté au fond dans le prolongement des installations actuelles.	18
Figure 10 :	Plan des voies d'accès au chantier de forage du puits BO-12.	18



Figure 11 : Trajectoires des puits existants et des nouveaux puits BO-11 et BO-12 conduisant à une configuration d'exploitation du réservoir optimisée.	19
Figure 12 : Illustration photographique du type de machine de forage qui sera utilisée pour forer ces deux puits.	21
Figure 13 : Aménagement prévisionnel de la machine de forage et de ses annexes au niveau de la plateforme de forage, et dimensions approchées.	22
Figure 14 : Planning prévisionnel des travaux de forage des puits BO-11 et BO-12 envisagés par Géothermie Bouillante.	22
Figure 15 : Carte des niveaux de bruit générés par l'appareil de forage autour du site du puits BO-11 en l'absence de mesures correctrices (Document Ormat). Les numéros correspondent aux maisons riveraines du site.	25
Figure 16 : Carte des niveaux de bruit générés par l'appareil de forage autour du site de forage du puits BO-12 en l'absence de mesures correctrices.	26
Figure 17 : Schéma de principe du séparateur cyclonique atmosphérique qui sera mis en place sur la plateforme de forage pour réaliser le dégorgeement et une mise en production de courte durée des puits.	27
Figure 18 : Vue générale de la plateforme actuelle de Plateau illustrant une plateforme d'exploitation de puits géothermiques. A noter que cette plateforme comporte 4 têtes de puits (BO-4, BO-5, BO-6, BO-7) alors que les nouvelles plateformes des puits BO-11 et BO-12 ne comporteront qu'un seul puits.	37
Figure 19 : Périmètre envisagé pour la future plateforme d'exploitation des puits incluant BO-12 et le tracé envisagé pour la conduite de liaison qui raccordera le puits BO-12 à la conduite de transport diphasique qui relie les puits à la centrale via le séparateur HP.	38
Figure 20 : Vue du ballon séparateur eau/vapeur Haute Pression existant qui sera remplacé par un ballon séparateur plus grand pour prendre en compte le surcroît de fluide qui sera apporté par le puits BO-12.	40
Figure 21 : Vue du bâtiment de couleur beige de l'unité Bouillante 1 abritant le groupe turbo-alternateur de 4,5 MW (à gauche) et du bâtiment de couleur bleu ciel de l'unité Bouillante 2 abritant le groupe turbo-alternateur de 11 MW (au fond à droite).	41
Figure 22 : Vue distale du bourg de Bouillante depuis le point de vue de Falaise, où l'on distingue les installations de la centrale géothermique comme élément marquant du paysage.	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif des niveaux d'aléas naturels recensés au niveau des sites retenus pour implanter les puits BO-11 et BO-12.	11
Tableau 2 : Etats écologique et chimique de la Rivière Lostau et de la Rivière de Beaugendre en 2013 (d'après SDAGE 2016-2021).	12
Tableau 3 : 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 Léopard à la bordure nord de la baie de Bouillante (d'après SDAGE, 2016-2021).	12
Tableau 4 : Tableaux récapitulants les mesures destinées à éviter, réduire ou compenser les effets négatifs des travaux sur l'environnement et leurs coûts estimés.	32

I. PRESENTATION DU CONTEXTE DU PROJET

I.1. INTRODUCTION

Le présent document constitue le Résumé Non Technique (RNT) de l'étude d'impact sur l'environnement réalisée dans le cadre du dossier de Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (DAOTM) pour la réalisation de deux nouveaux forages BO-11 et BO-12.

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.

Ces nouveaux puits, d'une longueur forée allant de 1100 à 1550 m environ, seront intégrés dans l'exploitation actuelle, en fournissant un surcroît de capacité de production de vapeur et un surcroît de capacité de réinjection du fluide géothermique, qui se traduiront par un supplément de production électrique délivré sur le réseau EDF Guadeloupe.

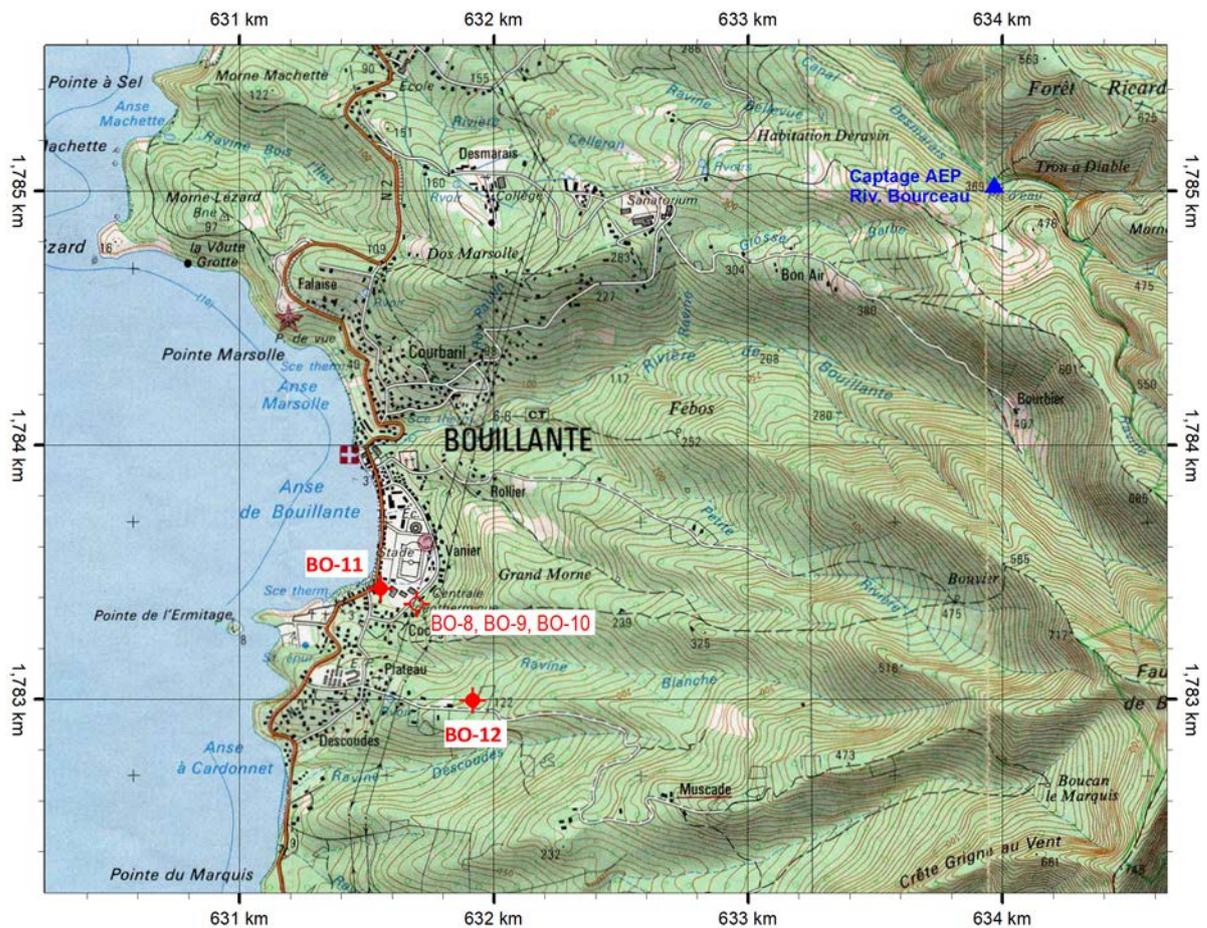


Figure 1 : Extrait de la carte topographique de l'IGN au 1/25 000 avec la localisation des deux nouveaux forages BO-11 et BO-12 envisagés à proximité de la centrale géothermique dans le bourg de Bouillante (Coordonnées UTM WGS84).

1.2. LOCALISATION DES TRAVAUX DE FORAGE

Ces deux nouveaux puits seront implantés dans deux sites différents (Figure 1). Le puits BO-11 sera implanté dans l'enceinte de la centrale géothermique (Figure 2), correspondant à la parcelle AO612 du plan cadastral de la commune de Bouillante.

Le puits BO-12 sera implanté en périphérie de la plateforme de Plateau (Figure 3), à proximité des puits existants (BO-4, BO-5, BO-6, BO-7). Il intéresse principalement la parcelle AO413 du cadastre de Bouillante.

Les parcelles sur lesquelles ces puits sont positionnés appartiennent à Géothermie Bouillante.

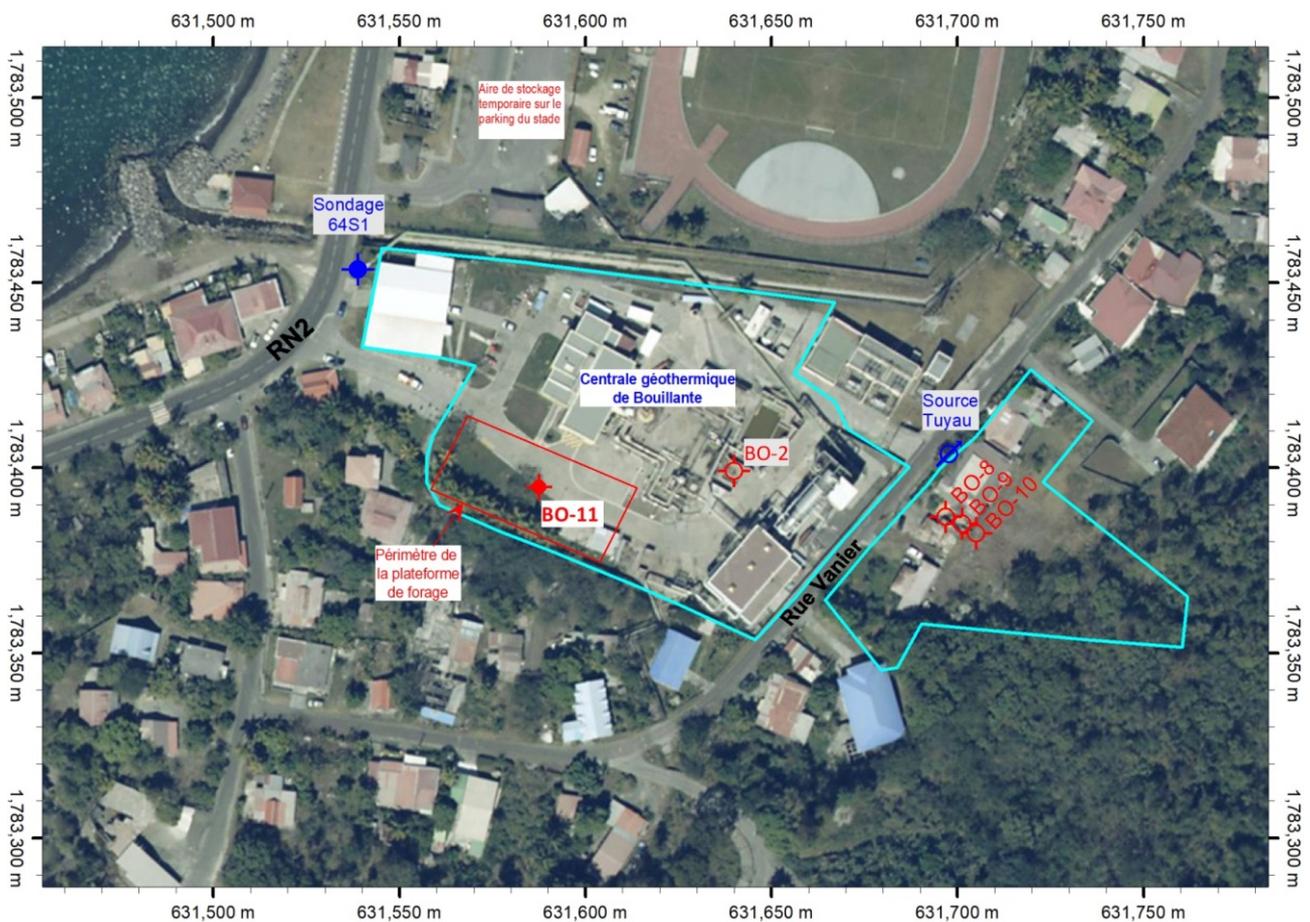


Figure 2 : Localisation du puits BO-11 et périmètre de la plateforme de forage à l'intérieur de l'enceinte de la centrale géothermique dans le bourg de Bouillante (Coordonnées UTM WGS84).



Figure 3 : Localisation du puits BO-12 et périmètre de la plateforme de forage, en périphérie de la plateforme actuelle des puits à Plateau (Coordonnées UTM WGS84).



II. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL

II.1. MILIEU PHYSIQUE

II.1.1 Présentation 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 de Bouillante, 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.

La géologie locale est connue grâce aux forages existants. Jusqu'à 300-400 m de profondeur, les formations de laves massives sont prépondérantes et forment la couverture imperméable du réservoir géothermal (Figure 4). En dessous de 300-400 m de profondeur, le substratum de la région de Bouillante est composé essentiellement de formations volcaniques sous-marines de type hyaloclastites, fortement altérées par les circulations du fluide géothermal à haute température qui ont transformé ces roches et ont conduit à la précipitation de nombreux minéraux hydrothermaux (silice, chlorite, argiles, carbonates, épidote, sulfures de fer, etc...).

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 des fluides géothermaux en profondeur. Elles constituent des cibles prioritaires pour l'implantation des puits de production et de réinjection.

Au niveau du réservoir géothermique en profondeur, le fluide géothermal 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 de 40% d'eau de pluie.

II.1.2 Hydrogéologie

L'hydrogéologie de ce secteur de Bouillante est fortement marquée par sa proximité avec la mer et par sa situation au-dessus du réservoir géothermal (Figure 4). Autrefois, de nombreuses résurgences (sources, fumerolles) étaient concentrées dans la partie sud du bourg de Bouillante et formaient une zone marécageuse qui a donné son premier nom à la commune (Fontaines Chaudes de Bouillante). Un fossé 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. 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.

Aujourd'hui, il subsiste quelques sources chaudes au niveau de la centrale, de la Rue Vanier et en bord de mer. Ces sources délivrent des eaux thermales dont la température varie entre 60 et plus de 90°C. Ces sources sont des résurgences de la nappe phréatique superficielle où les eaux météoriques sont mélangées à l'eau de mer et sont contaminées et réchauffées par des remontées du fluide géothermal profond (voir Figure 4).

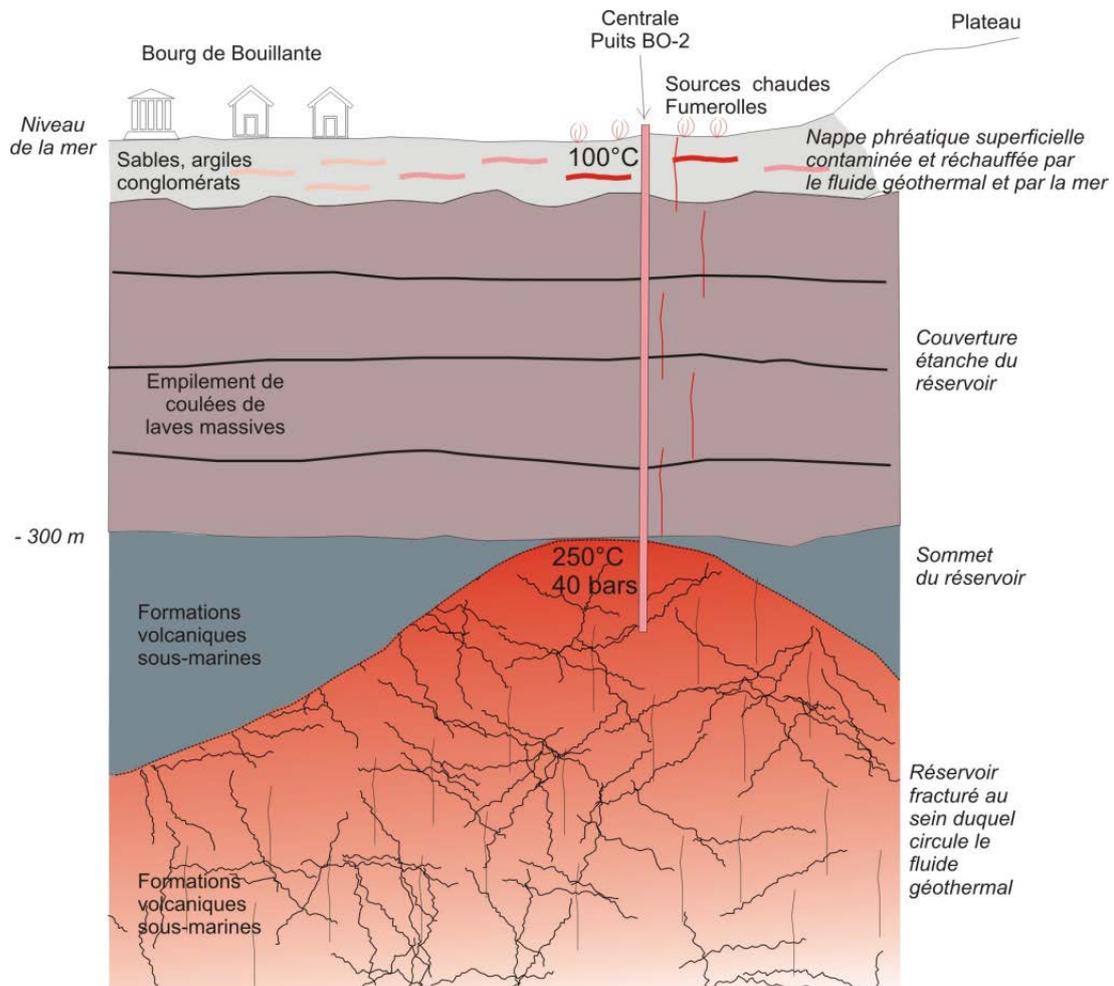


Figure 4 : Représentation simplifiée du réservoir géothermique à l’aplomb du bourg de Bouillante. Le sommet du réservoir situé vers 300 m de profondeur est isolé de la surface par un empilement de coulées de laves massives qui joue le rôle d’une couverture étanche. Seules quelques fuites du fluide géothermal 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 d’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. 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 les plateformes des puits devra en tenir compte.

Le site du puits BO-11 est concerné uniquement par cet aléa sismique avec un niveau faible en raison de la présence d'une faille active et de formations potentiellement liquéfiables (Tableau 1). C'est donc une zone à contraintes spécifiques faibles qui est une zone constructible soumise à des prescriptions individuelles. Ces prescriptions sont définies au Titre VI du règlement du PPRN de la commune de Bouillante.

Le site du puits BO-12 est également concerné par l'aléa sismique avec un niveau faible. De par sa position sur le flanc de la vallée de la Ravine Blanche, il est également susceptible d'être affecté par des phénomènes de type éboulements, chutes de bloc, ravinement, glissement de terrain. Cet aléa est toutefois considéré comme faible. Ce site est également soumis à des contraintes spécifiques faibles. Il est constructible mais soumis à des prescriptions individuelles.

<i>Aléas naturels</i>		<i>Niveau d'aléa pour le site du puits BO-11</i>	<i>Niveau d'aléa pour le site du puits BO-12</i>
Mouvements de terrain		nul	faible
Sismique	Zonage de faille	faible	faible
	Liquéfaction	faible	nul
Volcanique		nul	nul
Inondation		nul	nul
Cyclonique		nul	nul

Tableau 1 : Récapitulatif des niveaux d'aléas naturels recensés au niveau des sites retenus pour implanter les puits BO-11 et BO-12.

II.4. LES MILIEUX AQUATIQUES

II.4.1 Les cours d'eau

Il n'y a pas de cours d'eau pérenne présent à proximité des sites de forage. La Ravine Blanche qui est située entre les deux sites est un cours d'eau intermittent. 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 située 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 écologiques et chimiques sont reportés dans le Tableau 2 ci-dessous.

Par ailleurs, le secteur du bourg de Bouillante ne comporte aucun captage d'eau AEP ou pour d'autres usages en raison de la salinité et de la température élevée des aquifères. Le captage pour l'alimentation eau potable le plus proche est situé dans la Rivière Bourceau à environ 3 km de la zone des travaux (Figure 1).



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 2 : Etats écologique et chimique de la Rivière Lostau et de la Rivière de Beaugendre en 2013 (d'après 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'île 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 3 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 3 : 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).

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.

Suite à son étude réalisée en 2009-2010, l'Association Gwad'air concluait que Bouillante possède un air de bonne qualité. Les concentrations mesurées en polluants atmosphériques NO₂, SO₂ et O₃ présentent une forte dépendance à la circulation automobile mais restent nettement inférieures aux valeurs réglementaires. Les particules fines PM10, assujetties au passage des brumes de sables provenant du Sahara au cours de la saison sèche ou aux cendres volcaniques en provenance de Montserrat constituent de fait le polluant affectant majoritairement l'indice de la qualité de l'air.



En ce qui concerne le gaz H₂S, Gwad'air (2010) conclut que ses teneurs n'ont pas d'incidence sur la qualité de l'air, excepté à proximité immédiate de la centrale où elles sont plus élevées. La teneur moyenne annuelle maximale relevée est de 4,75 µg/m³ pour le site situé à l'entrée du parking du stade de Bouillante, à proximité du canal de rejet des effluents. De plus, il apparaît que les émissions de la centrale géothermique n'ont pas de réelle influence sur le taux de SO₂ émis.

II.6. LE MILIEU NATUREL TERRESTRE

II.6.1 Le site du puits BO-11

Le site retenu pour les travaux de forage du puits BO-11 est localisé à l'intérieur de la centrale géothermique. Il inclut à la fois une surface bétonnée et une surface végétalisée (Figure 5). La flore se résume à une pelouse, une rangée de cocotiers, deux arbres flamboyants et un bananier. Cet environnement se caractérise par un fort dérangement de la faune et une rudéralisation de la flore. Ce milieu naturel est donc largement artificialisé et sa plus-value écologique très faible.



Figure 5 : Vue d'ensemble de la zone d'implantation de la plateforme de forage du puits BO-11 à l'intérieur de l'enceinte du site de la centrale.

II.6.2 Le site du puits BO-12

Le site retenu pour réaliser les travaux de forage du puits BO-12 fait partie d'un ensemble boisé avec une couverture végétale variée comprenant des arbres de grande taille, des taillis et des prairies plus ou moins arbustives (Figure 6). Des inventaires de la faune et de la flore ont été réalisés par le Bureau d'études environnementales Caraïbe Environnement Développement, basé à Baie Mahault, pour évaluer le contenu faunistique et floristique du milieu naturel et identifier sa sensibilité environnementale.

Le type d'habitat identifié au niveau du site des travaux se caractérise par un fourré haut arbustif (d'espèces pionnières), à Bois de mèche, Bois Mabouge, Monval Zagadi, Campêche. Il est riche en arbres fruitiers et en espèces utiles à proximité des habitations. Toutefois, on observe des degrés de dégradation dus principalement aux prélèvements de bois (gaulettes, charbon de bois) ainsi que des structures anthropiques en désuétude (cages à poules, porcheries, ancienne maison,

fours à charbon...). Aucune espèce protégée n'y a été rencontrée et sa sensibilité écologique est jugée nulle à faible.

En s'éloignant du site des travaux en direction de la Ravine Blanche, se développe progressivement un milieu forestier semi-décidu méso-xérophile comportant des espèces telles que Gommier rouge, Poirier pays, Bois de rose, Savonnette, Lépiné, Courbaril, Raisin coudre, Mapou, et une espèce protégée (Akoma Gran Té).



Figure 6 : Illustration de la végétation de type Habitat 1 au niveau de la parcelle AO 413 qui sera concernée par les travaux de forage du puits BO-12.

La faune inventoriée est caractérisée par des espèces forestières dont une partie est endémique et sub-endémique, avec : 1 amphibien, 4 reptiles, 25 espèces d'oiseaux, 6 chiroptères, 3 mammifères terrestres. Le massif forestier, bien que dégradé au niveau du site des travaux, a gardé des caractéristiques écologiques favorables à la présence des espèces à valeurs patrimoniales. La plupart des espèces observées sont protégées. Certaines ont des enjeux modérés telles la Grive à pieds jaunes, le Trembleur brun, la Paruline caféïette et un petit reptile, le Sphérodactyle bizarre. Trois espèces rencontrées présentent des enjeux forts :

- ✓ Le **Pic de la Guadeloupe**, espèce endémique de la Guadeloupe, inféodée aux massifs forestiers et par conséquent sensible au déboisement. Il est présent au niveau de la parcelle AO413 mais dans la partie boisée en dehors de la zone des travaux ;
- ✓ Le **Moucherolle gobemouche**, petit oiseau de la famille des Tyrannidés, endémique de la Guadeloupe et de la Dominique. Il est très sensible à la fragmentation et la dégradation des boisements ;
- ✓ Le **Murin de la Dominique**, petite chauve-souris insectivore et forestière.

Pour l'ensemble de ces espèces, le milieu forestier semi-décidu présent au niveau de la Ravine Blanche **constitue un refuge important qu'il convient de conserver** en périphérie de la zone des travaux.

II.7. INVENTAIRE DES ESPACES NATURELS PROTÉGÉS

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 7). 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 patrimoniale. 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.

Les deux sites retenus pour les travaux de forage des puits BO-11 et BO-12 sont situés à l'écart des espaces naturels protégés (Figure 7). L'espace naturel protégé le plus proche est celui du petit îlet de la Pointe de l'Ermitage situé à environ 800 m du site du puits BO-11 à la bordure sud de la baie de Bouillante, classé en « Espaces naturels remarquables ou caractéristiques du littoral ». Par ailleurs, au même titre que la majorité du territoire terrestre de la commune de Bouillante, les deux sites retenus pour ces forages sont 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.

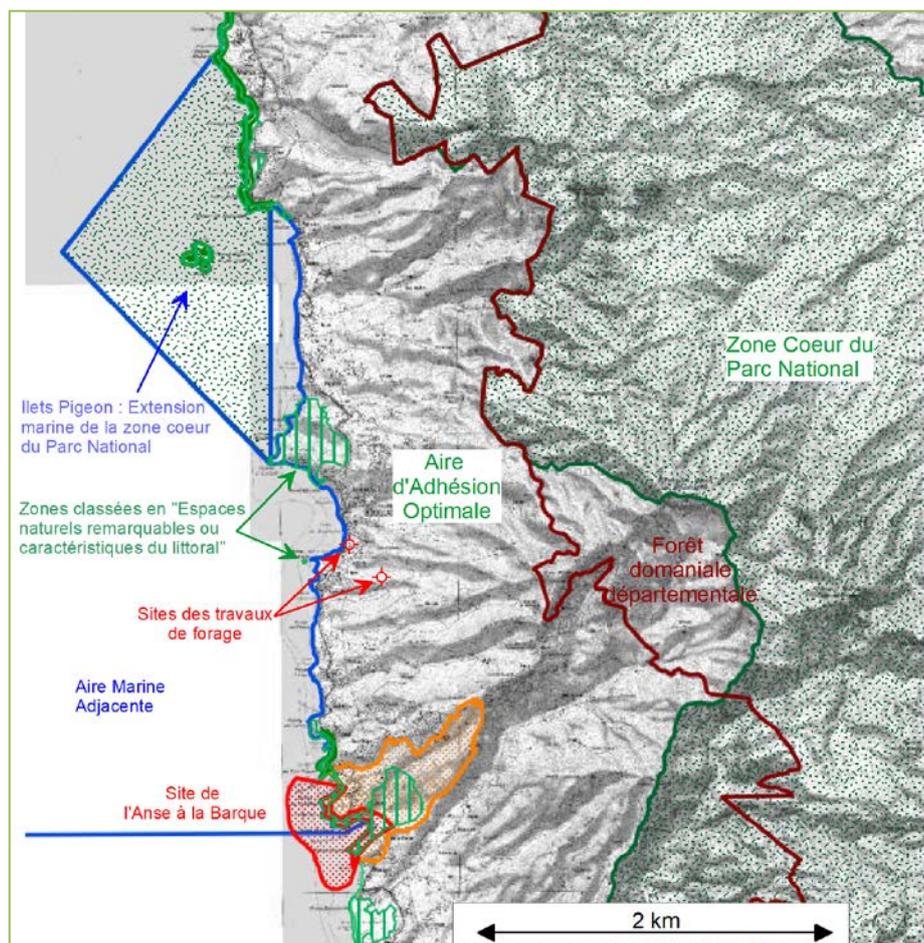


Figure 7 : Cartographie des espaces naturels protégés recensés sur la commune de Bouillante (d'après l'application Cartelie de la DEAL Guadeloupe).



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

II.8.1 Site du puits BO-11

Le PLU de Bouillante classe ce site 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.8.2 Site du puits BO-12

Le PLU de Bouillante classe ce site en Zone IINC, c'est à-dire une zone naturelle à vocation agricole. Une protection forte doit également s'y exercer, notamment au niveau de la destination des constructions et installations, afin de garantir la pérennité de la vocation agricole. Dans cette zone, ne sont admises que les constructions et installations à usage :

- ✓ agricole;
- ✓ d'exploitation des richesses naturelles de la zone ;
- ✓ d'habitat lié aux activités implantées dans la zone ;
- ✓ de gîte rural lié à une exploitation agricole, conforme à la réglementation en vigueur et agréé par le service compétent;
- ✓ d'équipement nécessaire aux activités de la zone de recherche lié aux activités de la zone.

Les travaux de forage du puits BO-12 sont compatibles avec le zonage du PLU de la commune de Bouillante, dans la mesure où il a pour vocation d'exploiter la ressource géothermale qui est une richesse naturelle locale.

II.9. SITES POLLUES

La base de données BASIAS qui est la base nationale des anciens sites industriels et activités de service recensent 6 établissements au niveau de la commune. Aucun n'est situé au niveau ou à proximité des sites retenus pour les forages. Ces derniers ne nécessiteront pas de diagnostic ou de travaux de dépollution.

Par ailleurs, la base de données BASOL qui répertorie les sites et sols pollués ne recense aucun site pollué sur la commune de Bouillante.

II.10. 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, centres de plongées sous-marine) et de restaurants. Outre la baignade, les activités aquatiques effectuées dans les cours d'eau



(canyoning et randonnée aquatique) ont connu une forte croissance dans les 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.11. LES PAYSAGES

Le paysage autour du site du puits BO-11 est illustré sur les Figure 8 et Figure 5. En périphérie du site de forage, le tissu urbain de l'agglomération de Bouillante est constitué par un habitat pavillonnaire bas où se combinent bâtis et végétation arborée qui constitue des écrans paysagers efficaces. En vue lointaine, les installations de la centrale marquent le paysage, en particulier les condenseurs barométriques des unités Bouillante 1 et 2 dont les hauteurs atteignent 18 mètres.

Le paysage autour du site du puits BO-12 est illustré sur la Figure 9 et la Figure 6. Le site est relativement isolé et masqué par la végétation arbustive.



Figure 8 : Photographie aérienne montrant la centrale géothermique de Bouillante dans son environnement. L'étoile rouge indique l'implantation approximative du puits BO-11.

II.12. LE TRAFIC ROUTIER

L'essentiel du trafic routier dans le bourg de Bouillante se fait au niveau de la Route Nationale 2. Le trafic moyen journalier annuel a été de 6 454 véhicules/jour en 2015 d'après l'Observatoire Régional des Transports.

Le site du chantier de forage du puits BO-11 sera desservi par la Route Nationale 2 (voir Figure 2). Toutefois, l'entrée du chantier ne se fera pas directement à partir de la RN2 mais par l'intermédiaire de la voie d'accès au site de la centrale ; ce qui réduira les risques d'accident de la circulation.



Figure 9 : Vue de la plateforme actuelle des puits à Plateau. Le puits BO-12 sera implanté au fond dans le prolongement des installations actuelles.

Le site du chantier de forage du puits BO-12 sera desservi par la Route Nationale 2 via la Rue du Lycée et le Chemin Descoudes (Figure 10). La Rue du Lycée est suffisamment large pour accepter le trafic de véhicules légers et de camions. Elle présente toutefois une déclivité importante. Le Chemin Descoudes est étroit et bordé d’habitations. Les croisements de véhicules y sont délicats, d’autant plus que ce chemin présente lui-aussi une déclivité importante.



Figure 10 : Plan des voies d’accès au chantier de forage du puits BO-12.

III. RAISON DU CHOIX DU PROJET

Le choix de Géothermie Bouillante de forer deux nouveaux puits au niveau et à proximité des installations existantes 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 technique de l'implantation des deux puits BO-11 et BO-12 est dicté par des considérations relatives à l'extension du réservoir en profondeur et à son accessibilité par forage. Le puits BO-12 est destiné à être un puits producteur en complément des puits BO-5 et BO-6 et à prélever le fluide géothermal dans la même zone productrice du réservoir. C'est la raison pour laquelle il est implanté sur la plateforme actuelle des puits à proximité de BO-5 et BO-6 et que sa trajectoire est similaire (Figure 11).

Le puits BO-11 est destiné à être un puits injecteur en complément des puits BO-4 et BO-7. Il sera dédié à la réinjection de l'eau séparée à une température de 165°C environ dans le réservoir à un débit conséquent (200 t/h). Son implantation au niveau de la centrale facilitera sa connexion au réseau existant de conduites qui achemine l'eau séparée depuis le séparateur HP et supprimera le besoin de construire de nouvelles conduites à travers le bourg de Bouillante. Sa trajectoire dirigée vers le nord-est permettra de réinjecter l'eau séparée à une distance suffisante de la zone productrice mentionnée ci-dessus pour ne pas risquer de la refroidir (Figure 11).

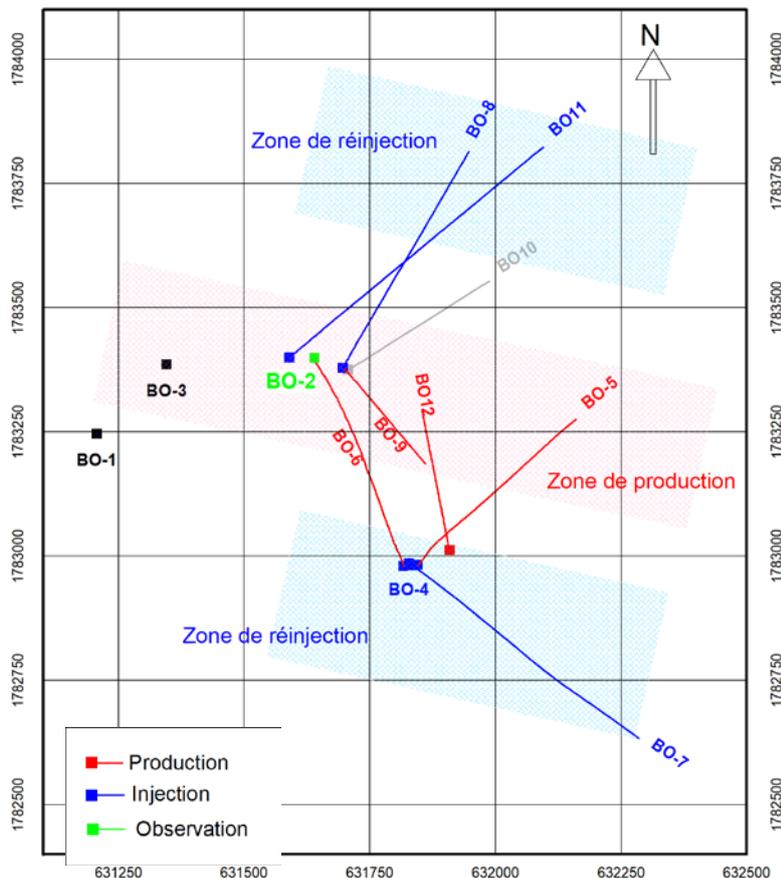


Figure 11 : Trajectoires des puits existants et des nouveaux puits BO-11 et BO-12 conduisant à une configuration d'exploitation du réservoir optimisée.



Enfin, 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.

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 2017 a été de 112 GWh, représentant environ 6% 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 (CO₂) 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.

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 deux nouveaux puits BO-11 et BO-12**. Ces nouveaux puits, d'une longueur forée allant de 1000 à 1600 m, seront des puits directionnels inclinés respectivement vers le nord-est et le nord-nord-ouest (Figure 11). Ils seront intégrés dans l'exploitation actuelle, en fournissant un surcroît de capacité de production de vapeur et un surcroît de capacité de réinjection du fluide géothermal, qui se traduiront par une augmentation de la production électrique délivrée sur le réseau EDF Guadeloupe.

La réalisation de ces nouveaux puits profond suppose l'utilisation d'une machine de forage de taille importante (Figure 12). Les travaux nécessiteront l'aménagement de deux plateformes de forage d'une surface de l'ordre de 3000-4000 m², nécessaire pour disposer l'ensemble des équipements (Figure 13).

A la fin des travaux de forage, les deux plateformes de forage sont destinées à être pérennisées sous forme de plateformes d'exploitation. Les têtes de puits seront équipées de vannes d'isolement et de régulation et de capteurs reliés au poste de contrôle de la centrale. Le puits de réinjection BO-11 sera connecté à l'une des conduites existantes au niveau de l'usine. Le puits de production BO-12 sera relié à la conduite de transport diphasique existante au niveau de la plateforme des puits actuelle. Il n'y aura donc pas nécessité de construire de nouvelle conduite pour relier ce puits à la centrale. Seul le ballon séparateur haute pression existant situé à mi-chemin entre la plateforme des puits et la centrale devra être remplacé par un séparateur plus grand.



Figure 12 : Illustration photographique du type de machine de forage qui sera utilisée pour forer ces deux puits.

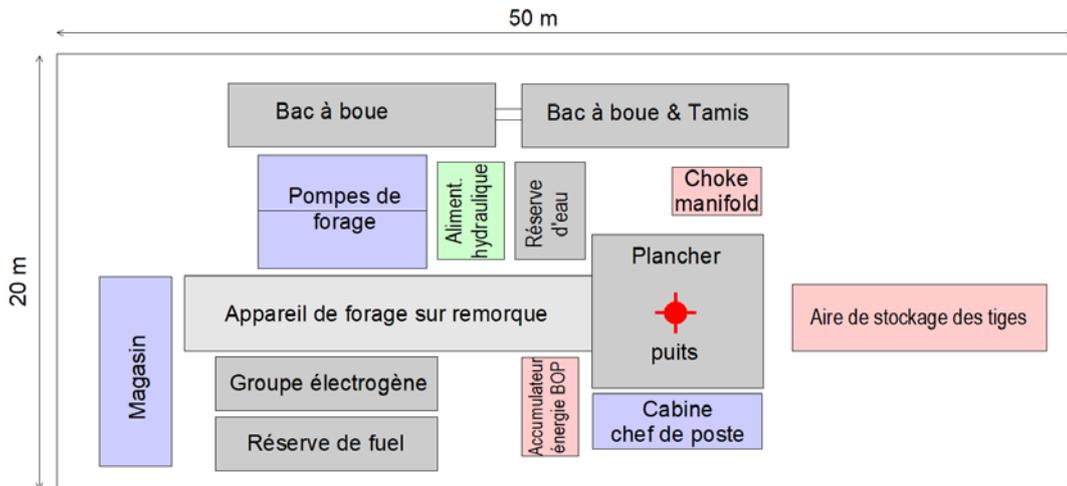


Figure 13 : Aménagement prévisionnel de la machine de forage et de ses annexes au niveau de la plateforme de forage, et dimensions approchées.

IV.2. DUREE DES TRAVAUX

Le planning prévisionnel des travaux de forage est indiqué sur la Figure 14. Il est prévu environ 1 mois de travaux (génie civil essentiellement) pour la préparation des plateformes de forage. 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 7 jours pour déplacer la machine de forage sur le second puits.

A la fin du second puits, il faut prévoir environ 20 jours pour la remise en état du site dont 10 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.

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

Figure 14 : Planning prévisionnel des travaux de forage des puits BO-11 et BO-12 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 puits BO-11 se situe à l'intérieur du site de l'usine qui se caractérise par une faune et une flore communes des zones fortement anthropisées, sans réelle valeur écologique. L'impact environnemental des travaux sur le milieu naturel sera négligeable.

Le puits BO-12 se situe dans une zone forestière dont la sensibilité écologique est jugée faible à nulle. Cependant, des impacts possibles sur la faune et la flore sont à prendre en compte :

- Destruction de biotopes en lien avec le défrichage ;
- Nuisances sonores et nuisances lumineuses du chantier qui éloigneront certaines espèces animales ;
- Pollutions des eaux superficielles par des rejets du chantier ;
- Emissions temporaires de gaz H₂S dans l'atmosphère.

Toutefois, ces effets du chantier de forage sur la faune et la flore seront probablement limités pour les raisons suivantes :

- Il s'agit de travaux temporaires dont la durée est estimée à 3 mois seulement. De plus, la surface concernée sera limitée (3000 m² environ) et la destruction locale de biotopes ne devrait donc pas avoir un impact significatif sur la biodiversité ;
- La zone qui sera concernée par le défrichage et les travaux du chantier de forage possède une végétation partiellement dégradée par les prélèvements et par une anthropisation ancienne ;
- L'aménagement de la plateforme ne créera pas de rupture écologique dans la mesure où elle se situe dans la continuité de la plateforme existante ;
- La faune (en particulier les oiseaux) aura la possibilité de trouver refuge dans la forêt à proximité.

Les mesures envisagées pour éviter, réduire ou compenser les impacts environnementaux des travaux sont récapitulées dans le Tableau 4.

Par ailleurs, les espaces naturels protégés répertoriés sur la commune de Bouillante sont éloignés des deux sites et leur faune et flore ne seront donc pas perturbées par le chantier de forage.

V.1.2 Impacts sur les eaux souterraines et les ressources en eau

Les deux sites des travaux de forage sont dépourvus de ressource en eau exploitable pour l'alimentation en eau potable ou l'irrigation. De plus, ils sont situés à l'écart de cours d'eau pérenne 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 forages 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. De plus, ils sont compatibles avec les orientations du SDAGE de la Guadeloupe.



V.1.3 Impacts sur les risques naturels

Les travaux de forage sont temporaires et leurs impacts sur les risques naturels sont limités. Cependant, les mesures suivantes seront prises :

- Les sites de travaux seront aménagés de façon à ne pas entraver la circulation naturelle des eaux pluviales et générer des risques d'inondation pour les riverains du site;
- Pour ce qui concerne la prise au vent du mât de forage, les données de Météo France, en particulier la vitesse maximale des vents attendue lors des cyclones, seront prises en compte pour calculer la résistance au vent du mât de la tour de forage et des sous structures

V.2. IMPACTS SUR LE MILIEU HUMAIN

V.2.1 Les nuisances sonores

V.2.1.1 Les sources de bruit

Les nuisances sonores générées par le chantier sont liées principalement à l'utilisation de moteurs et de compresseurs. La particularité d'un chantier de forage est de fonctionner en continu. Lorsqu'il a démarré, il n'est pas possible techniquement de programmer un arrêt temporaire des travaux tous les soirs et une reprise le lendemain matin. En effet, le fait de stopper les travaux nécessiterait de mettre le puits en condition de sécurité (remontée de la garniture de forage, mise en place d'une circulation dans le puits, etc) ; opérations qui peuvent durer de quelques heures à une journée selon la profondeur atteinte. Inversement, la reprise du forage nécessitera une remise en condition du puits qui, de façon « symétrique », peut durer de quelques heures à une journée. Ces contraintes techniques font que les chantiers de forage fonctionnent en continu 24h sur 24h.

La mise en œuvre de tiges et de tubes dans une structure elle-même métallique (mât) engendre également des bruits de chocs lors du « gerbage » et « dégerbage » des tiges dans le mât. La rotation de l'outil et des tiges dans l'ouvrage peut également générer occasionnellement des grincements et des bruits de frottement.

La circulation des véhicules qui alimenteront le chantier en fuel et autres consommables constitue également une nuisance sonore ponctuelle au niveau des voies d'accès au chantier.

Les dégorgements et tests de production des puits de courte durée (2 jours) avec la décharge du fluide géothermal dans un séparateur atmosphérique engendrent également des nuisances sonores.

V.2.1.2 Niveaux de bruit

La Figure 15 représente les niveaux de bruit (en dB(A)) générés par la machine de forage autour du site de forage du puits BO-11. Au niveau des maisons riveraines les plus proches, le niveau sonore devrait être inférieur à 67 dB(A) et le niveau d'émergence sonore devrait être compris entre 10 et 12 dB(A).

La Figure 16 représente les niveaux de bruit (en dB(A)) générés par la machine de forage autour du site de forage du puits BO-12. Au niveau des maisons riveraines les plus proches, le niveau sonore devrait être égal ou inférieur à 65 dB(A) et le niveau d'émergence sonore devrait être inférieur à 5 dB(A) en période diurne. Par contre, il sera plus élevé en période nocturne avec une valeur de l'ordre de 20 dB(A).

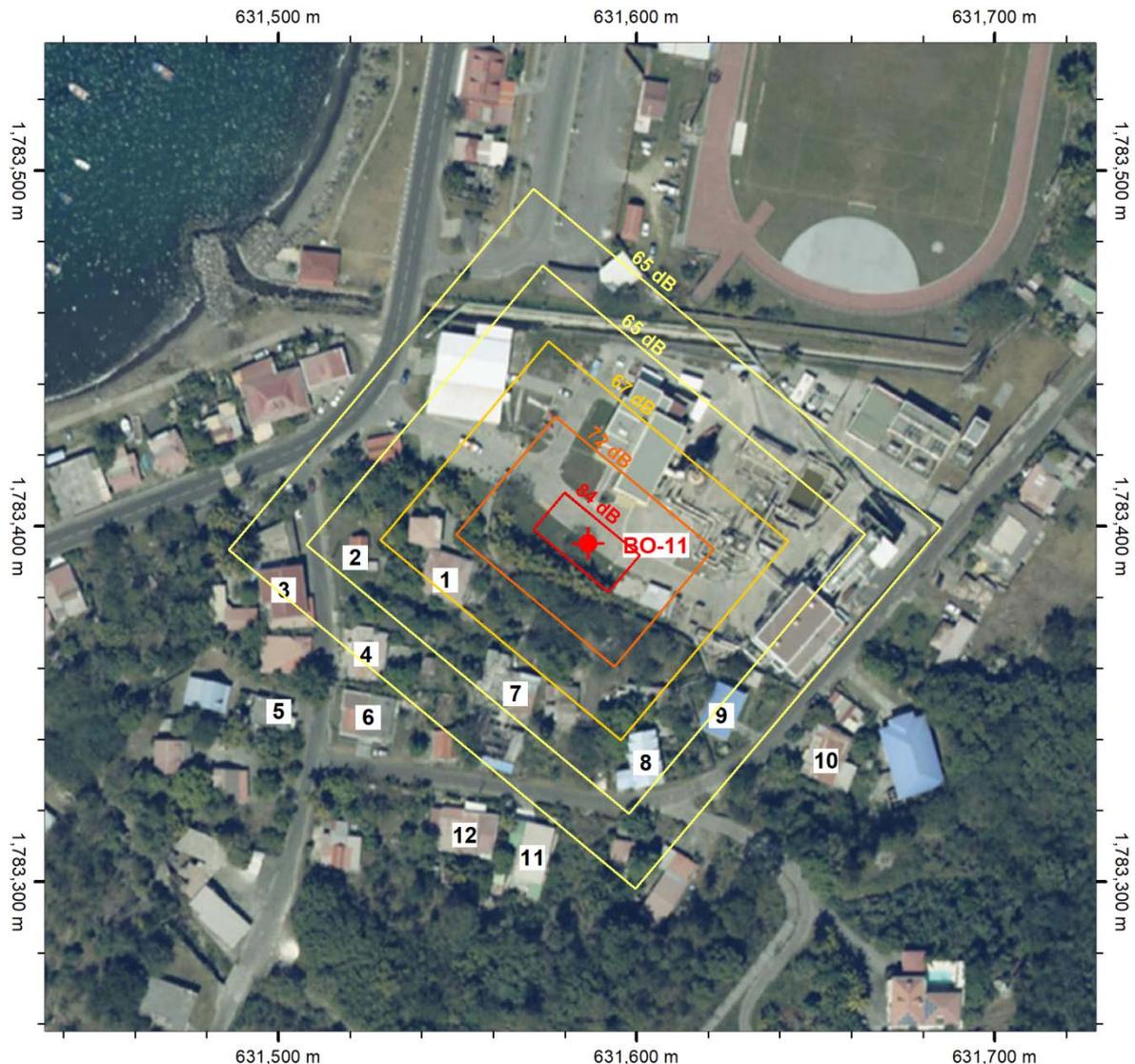


Figure 15 : Carte des niveaux de bruit générés par l'appareil de forage autour du site du puits BO-11 en l'absence de mesures correctrices (Document Ormat). Les numéros correspondent aux maisons riveraines du site.

V.2.1.3 Mesures correctrices envisagées

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 appropriées qui pourraient être prises pour limiter les niveaux sonores des chantiers de forage et réduire les niveaux d'émergences.

Les mesures envisagées pour éviter, réduire ou compenser les impacts environnementaux des travaux sont récapitulées dans le Tableau 4. Ces mesures seront appliquées aux deux sites BO-11 et BO-12. Géothermie Bouillante envisage notamment de mettre en place des écrans sonores ou murs anti-bruit en bordure du chantier, afin de limiter la propagation du son et ainsi de réduire les nuisances sonores aussi bien pour les riverains proches que lointains. A titre d'exemple, le mur anti-bruit qui a été installé en bordure du site le long de la rue Vanier permet de réduire le niveau sonore de la centrale de 10 dB(A).

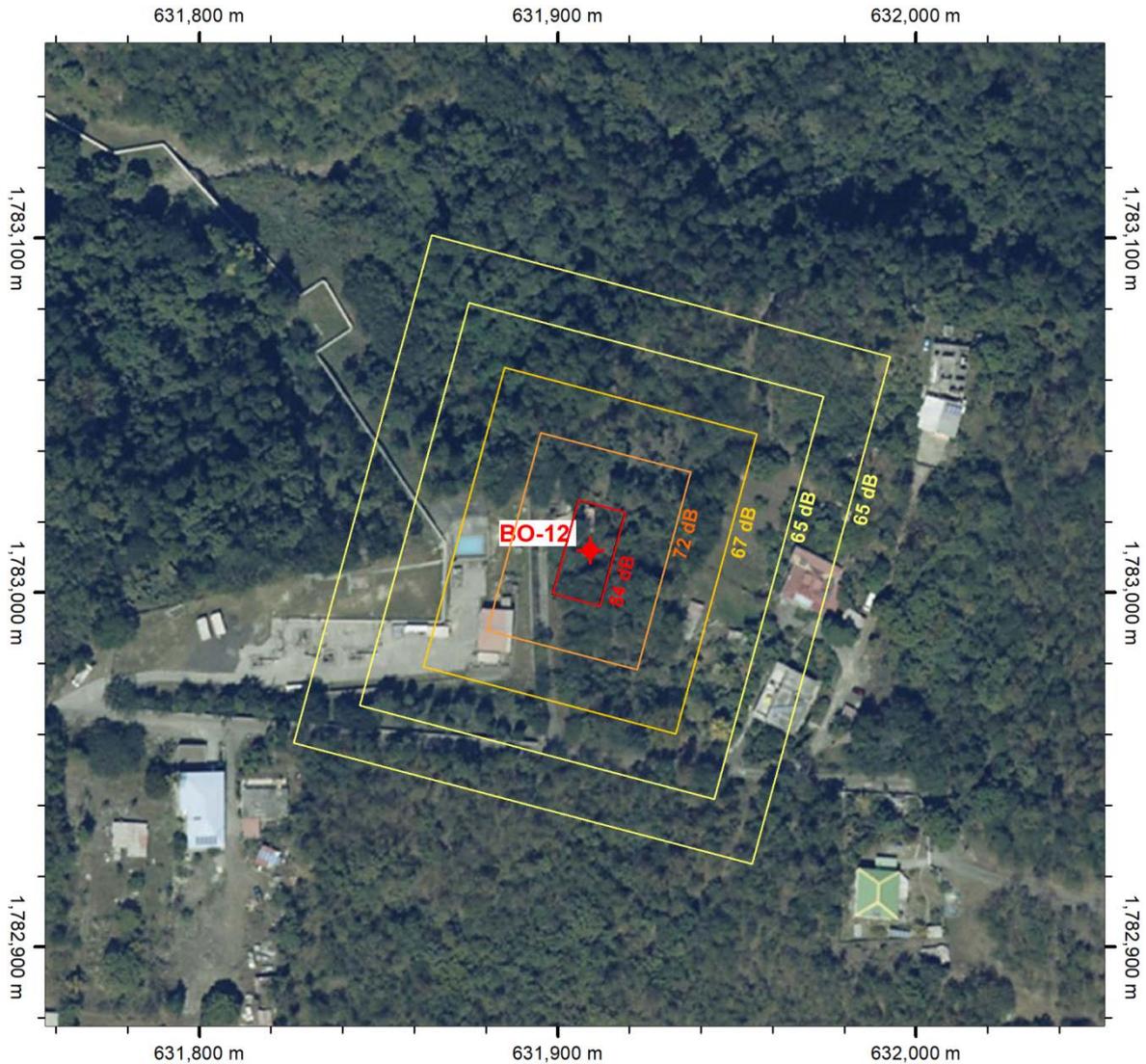


Figure 16 : Carte des niveaux de bruit générés par l'appareil de forage autour du site de forage du puits BO-12 en l'absence de mesures correctrices.

En ce qui concerne les tests de production de courte durée, pour réduire les nuisances sonores liées à la décharge du fluide géothermique diphasique (eau + vapeur) dans le séparateur atmosphérique, plusieurs aménagements seront faits (Figure 17) :

- 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 ;
- A l'intérieur du séparateur, un ou plusieurs gabions de pierre seront disposés afin de disperser le jet de vapeur et réduire encore le bruit.

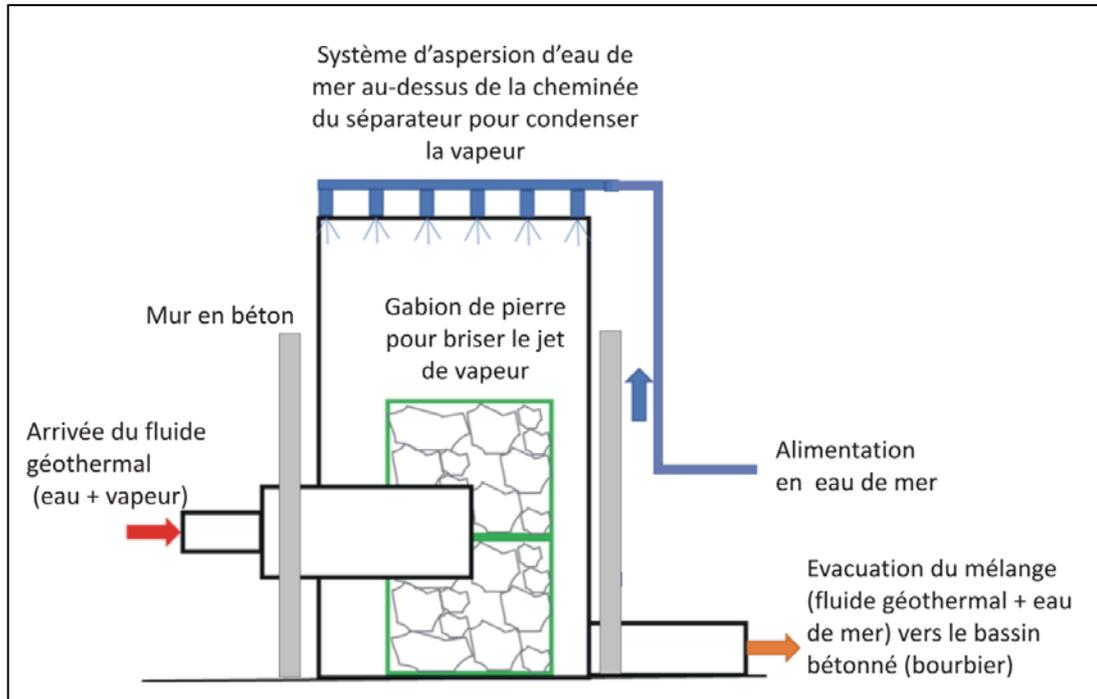


Figure 17 : Schéma de principe du séparateur cyclonique atmosphérique qui sera mis en place sur la plateforme de forage pour réaliser le dégorgeage et une mise en production de courte durée des puits.

V.2.2 Les impacts sur la qualité de l'air

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 les fluides géothermaux.

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. 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 , de l'ozone O_3 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.

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 (BOP) seront mis en œuvre pour empêcher toute venue de fluide éruptive pouvant conduire à un dépassement des seuils réglementaires de concentration en gaz H₂S ;

⇒ Lors du dégorgeement 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 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 des déchets et effluents

Les principaux déchets et effluents produits par un chantier de forage sont les suivants :

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

Le risque d'atteinte à la santé 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 plateforme sera équipée d'un réseau de collecte et d'évacuation des eaux de pluies muni de dispositifs déboureur/déshuileur, de sorte que les eaux de pluie ne puissent entraîner dans le milieu naturel les éventuelles pollutions présentes sur la plate-forme. Elles seront rejetées au réseau d'assainissement avec l'accord du service gestionnaire de ce réseau, dans le respect des termes de la convention conclue avec ce dernier, en particulier sur les valeurs limites de rejet.

Les effluents du chantier (boue de forage, fluide géothermal) seront recueillis et stockés dans des bourniers ou bacs étanches afin de prévenir d'éventuelles infiltrations dans le sol. Les abords des bourniers seront balisés et surveillés pendant la durée du chantier afin que le public ne puisse pas s'en approcher. Après décantation, les boues de forage seront mises en citerne et évacuées, conformément aux dispositions du titre IV, livre V du code de l'environnement relatif à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux, et des textes pris pour son application.

Les déblais de forage qui auront été contaminés accidentellement par des hydrocarbures seront évacués vers des décharges qui acceptent ce type de déchet.

Le fluide géothermal qui aura été déchargé lors du test de production de courte durée (2 jours) sera soit réinjecté dans l'un des puits existants, soit évacué vers les installations de la centrale et mélangé avec les effluents de cette dernière dans la mesure où il s'agit du même fluide que celui exploité actuellement.

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.



V.2.4 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 la circulation. L'accès au chantier du puits BO-11 se fera par l'entrée de la centrale (voir Figure 2). Des mesures visant à réglementer la circulation aux abords de la centrale seront prises afin d'assurer la sécurité des usagers de la RN2 et d'éviter la gêne des véhicules liés au chantier. Des parkings seront aménagés sur le site des travaux et à l'extérieur, en concertation avec la municipalité de Bouillante.

Le plan d'accès au chantier de forage du puits BO-12 est indiqué sur la Figure 10. Les véhicules provenant de la Route nationale 2 emprunteront la rue du Lycée puis le chemin Descoudes qui est une voie relativement étroite et bordée d'habitations. 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 la circulation. L'accès au chantier se fera par l'entrée de la plateforme actuelle (voir Figure 9). L'espace libre permettra aux véhicules de stationner et d'effectuer leur manœuvre de retournement sans entrave pour la circulation sur le chemin Descoudes. Des parkings pour les personnels et les visiteurs seront aménagés également au niveau de la plateforme actuelle.

Une communication destinée aux usagers des voies d'accès aux chantiers, en particulier le chantier du puits BO-12, sera mise en place afin de les informer sur la durée, l'avancée des travaux, etc... Des panneaux routiers temporaires de chantier informeront les usagers des voies de circulation concernées par le passage d'engins de chantier. Etant donné la proximité immédiate des sites avec des habitations, des limitations de vitesse (30 km/h) pourront également être installées aux alentours du chantier.

V.3. IMPACTS SUR LE PAYSAGE ET LE PATRIMOINE

V.3.1 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. Sur le site du puits BO-11, il sera en partie masqué par les installations des unités Bouillante 1 et 2 qui culminent à 18 m de hauteur et ceci devrait contribuer à limiter son impact visuel pour les usagers de la RN2 et du centre bourg de Bouillante. Sur le site du puits BO-12, il sera visible des quelques riverains mais invisible depuis le bourg de Bouillante.

Les deux plateformes de forage seront entourées d'une clôture provisoire de couleur neutre, pour en limiter l'impact visuel.

V.3.2 Les impacts et mesures par rapport au patrimoine

Les deux sites de travaux ne sont soumis à aucune servitude liée à la protection du patrimoine de par leur localisation.

V.4. LES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES

Pendant la durée des travaux, ce projet de forage de nouveaux puits à Bouillante va mobiliser de façon temporaire 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 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.

Par ailleurs, Géothermie Bouillante est conscient du rôle que l'usine géothermique de Bouillante peut jouer dans le développement d'un tourisme industriel sur le territoire de la commune et contribuer à l'attractivité de Bouillante. Pour répondre à cette attente, Géothermie Bouillante s'engage à maintenir et/ou développer pendant les travaux de forage des puits BO-11 et BO-12 un certain nombre d'actions articulées autour de deux engagements forts qui rentre pleinement dans le cadre d'un développement d'un tourisme industriel à Bouillante, à savoir :

- ⇒ Maintenir et développer l'accès aux installations géothermiques en tant que site de visite pour de nombreux publics, et l'élargir temporairement au site des travaux de forage, en prenant bien sur toutes les mesures nécessaires concernant **la sécurité des visiteurs** ;
- ⇒ Maintenir pendant les travaux de forage un débit d'effluents chauds en baie de Bouillante suffisant pour alimenter l'activité de bain de mer qui s'est développée à l'extrémité du canal de rejet et qui crée une forte animation dans le bourg de Bouillante.

V.5. CONCERTATION AVEC LES RIVERAINS

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 des sites pour informer le public sur l'avancement des travaux et sur les principales opérations en cours.



VI. RECENSEMENT DES MESURES DESTINÉES À ÉVITER, RÉDUIRE OU COMPENSER LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET

La géothermie présente de nombreux atouts, notamment sur le plan économique et sur le plan environnemental. Toutefois, comme tout chantier industriel, l'ensemble des activités nécessaires aux travaux de forage de puits géothermiques (préparation plate-forme, installation machine, forages, repli machine, test de production) peuvent générer des impacts environnementaux qui ont été identifiés lors de l'Étude d'Impact.

Des mesures seront mises en œuvre par Géothermie Bouillante afin d'éviter, réduire ou compenser ces impacts potentiels sur l'environnement. En application du 2° du II de l'article [L. 122-3](#) du Code de l'environnement relatif aux études d'impact, la description des mesures prévues par le maître d'ouvrage pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes.

Ces mesures sont reprises dans le Tableau 4 avec une estimation de leur coût, en indiquant éventuellement si le coût s'applique à chaque site et doit être multiplié par deux, avec :

- ✓ A : Mesures concernant les impacts sur le milieu naturel ;
- ✓ B : Mesures concernant les impacts sur les sols et les eaux de surface ;
- ✓ C : Mesures concernant les impacts sur les eaux souterraines ;
- ✓ D : Mesures concernant la qualité de l'air ;
- ✓ E : Mesure concernant les nuisances sonores ;
- ✓ F : Mesures concernant la circulation ;
- ✓ G : Mesures concernant la sécurité des personnes ;
- ✓ H : Mesures concernant les risques naturels ;
- ✓ I : Mesures concernant les déchets ;
- ✓ J : Mesures concernant l'impact visuel du chantier de forage ;

Le coût global de ces mesures d'évitement, de réduction ou de compensation des effets négatifs des travaux de forage sur l'environnement est évalué au minimum à 1 270 000 €.

Pour information, le coût prévisionnel de réalisation de ces deux forages BO-11 et BO-12, incluant le coût de ces mesures environnementales, est estimé de l'ordre de 11 M€ à 12 M€.



Tableau 4 : Tableaux récapitulant les mesures destinées à éviter, réduire ou compenser les effets négatifs des travaux sur l'environnement et leurs coûts estimés.

A. Mesures concernant les Impacts sur le milieu naturel	Coût (€ Ht)
<ul style="list-style-type: none"> Mesures concernant les impacts sur les sols et eaux de surface, destinées à éviter la pollution de ces milieux et à préserver la faune et la flore qu'ils renferment; 	Chiffré en B
<ul style="list-style-type: none"> Eclairage adapté pour limiter la pollution lumineuse qui impacte certains oiseaux et chiroptères (éclairage bas tourné vers l'intérieur du site et privilégiant les lampes au sodium à basse pression); 	2 000 € x 2
<ul style="list-style-type: none"> Limitation du volume sonore des engins pour ne pas trop perturber la faune et limiter son éloignement. Activités les plus bruyantes effectuées en période diurne (9h-16h) ; 	Non chiffrable car variable
<ul style="list-style-type: none"> Maintien de la Propreté du site et enlèvement régulier des déchets pour ne pas attirer d'espèces nuisibles ; 	5 000 € x 2
<ul style="list-style-type: none"> Limitation des surfaces défrichées au strict minimum avec un défrichage manuel et progressif, effectué de préférence en dehors de la période de moindre activité reproductrice (août à février), soumis à l'avis d'un expert flore. 	15 000 €

B. Mesures concernant les impacts sur les sols et les eaux de surface	Coût (€ HT)
<u>1/ Aménagement du site</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Mise en place d'une semelle en béton imperméable au niveau de la plateforme de forage ; 	20 000 € x 2
<ul style="list-style-type: none"> Création de bassins de stockage temporaires des effluents bétonnés ou avec bâche géotextile imperméable ; 	10 000 € x 2
<ul style="list-style-type: none"> Réseau de caniveaux pour collecte des eaux de pluie muni de dispositif déshuileur - débourbeur destiné à recueillir les traces d'hydrocarbures qui auraient pu s'échapper accidentellement des organes moteurs de l'appareil de forage ; 	35 000 € x 2
<ul style="list-style-type: none"> Nettoyage et remise en état du site. 	50 000 € x 2
<u>2/ Stockage d'hydrocarbures et de boue - Stockage de produits divers</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Création d'une aire de stockage, avec bacs de rétention pour les produits inflammables ou potentiellement polluants, délimitée en lieu sûr, avec signalisation appropriée ; 	10 000 € X 2
<ul style="list-style-type: none"> Mise en place de bacs de rétention sous tous les contenants de liquides potentiellement polluants ; 	6 000 €
<ul style="list-style-type: none"> Récupération et évacuation par des entreprises spécialisées suivant filière réglementaire des carburants et huiles de vidange des moteurs. 	5 000 €
<ul style="list-style-type: none"> Dépotage effectué selon les besoins du chantier dans le respect des normes de sécurité (sonde de trop-plein, raccords antistatiques et antidéflagrants, 	Exigence



<p>rétenion...); vidange à fréquence régulière de tous les dispositifs de rétenion d'hydrocarbures, fréquence augmentée en période de fortes pluies ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fluides de forage ("boues") élaborés à partir d'eau douce additionnée de bentonite (argile naturelle) et de polymères biodégradables ; • Récupération des déblais et effluents solides dans un bassin dont l'étanchéité est assurée par un film polyane et coulage dallage en béton armé de 15 cm d'épaisseur. 	<p>réglementaire</p> <p>Surcoût compensé par une moins-value lors de l'élimination</p> <p>15 000 € x 2</p>
<p><u>3/ Production d'eaux ou de gaz géothermaux, détection des venues éruptives</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tête de puits équipée en permanence d'obturateurs de sécurité (BOP ou Bloc d'Obturation de Puits) pendant le forage des niveaux aquifères et permettant une fermeture d'urgence ; • Contrôle des volumes des bacs à boue en permanence et installation de détecteurs de gaz sur le circuit de boue à la sortie du puits pour identifier immédiatement toute émanation de gaz ; • Le fluide géothermal qui sera déchargé lors des essais sera réinjecté, ou évacué vers des bassins étanches sur la plateforme de forage, ou évacué au niveau de la centrale puis rejeté en mer avec les effluents de la centrale par l'intermédiaire du canal bétonné. 	<p>50 000 €</p> <p>25 000 €</p> <p>50 000 € X2</p>

C. Mesures concernant les impacts sur les eaux souterraines	Coût (€ HT)
<p>Il n'est a priori pas nécessaire d'envisager des mesures compensatoires spécifiques vis-à-vis des ressources en eau dans le cadre de ces travaux de forage dans la mesure où aucun aquifère exploitable pour l'alimentation en eau potable ou l'irrigation n'a été mis en évidence dans la zone du projet.</p> <p>Toutefois, les mesures compensatoires qui sont habituellement mise en œuvre pour protéger les ressources en eau, resteront appliquées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les puits seront équipés de tubages 30"3/8, 20" et 13"5/8 cimentés sur toute leur hauteur qui constitueront des barrières étanches et qui les isoleront parfaitement des aquifères superficiels ; • Contrôle en continu des paramètres de la boue de forage pour limiter l'intrusion du fluide de forage dans les aquifères traversés et ajustement de la rhéologie de la boue. Gestion en temps réel des volumes perdus et des venues d'eau ; • En cas d'abandon des puits, la mise en place de bouchons de ciment conformément à la réglementation isolera parfaitement le réservoir géothermal profond des aquifères superficiels. 	<p>Pratiques inscrites dans les règles de l'art</p> <p>10 000 €</p> <p>150 000 €</p>



D. Mesures concernant les impacts sur la qualité de l'air	Coût (€ HT)
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation d'engins conformes à la réglementation concernant l'émission des gaz d'échappement ; • Arrosage de la plate-forme de forage lors des périodes sèches et ventées pour limiter l'émission et la dispersion des poussières ; • Contrôle continu de la concentration en H₂S dans l'air ambiant en 3 endroits de la plate-forme de forage (alarmes sonore et visuelle réglées sur 10 ppm) - Mise en place en un lieu visible de tous les points du chantier d'une manche à air. Masques à gaz individuels et autonomes sur le chantier. Information du personnel et des riverains au début des travaux des risques afférents à l'H₂S et à la conduite à tenir en cas d'éruption de vapeur d'eau ou d'H₂S ; • Traitement de l'hydrogène sulfuré pendant les phases de test et de dégorgeage des puits. 	<p>Critère de sélection de l'entreprise de forage</p> <p>2 000 € x 2</p> <p>25 000 €</p> <p>25 000 €</p>

E. Mesures concernant les nuisances sonores	Coût (€ HT)
<ul style="list-style-type: none"> • Insonorisation, capotage des moteurs des groupes électrogènes et de l'appareil de forage (mise aux normes) ; • Réalisation des opérations particulièrement bruyantes de préférence en période diurne et au cours de la semaine ; • Limitation de la circulation des véhicules aux abords des chantiers durant la nuit et le week-end, sauf en cas d'urgence ; • Restriction de l'usage des klaxons et avertisseurs excepté pour la prévention et le signalement d'accident ; • Ecrans sonores ou murs anti-bruit en bordure du chantier ou au niveau des sources de bruit particulières du chantier ; • Ecran sonore, mur anti-bruit, travaux d'isolation phonique chez les proches riverains du chantier ; • Aménagements destinés à réduire le niveau sonore du séparateur atmosphérique utilisé pour les tests de production des puits ; • Campagnes de mesures acoustiques pendant les travaux afin d'évaluer précisément l'impact sonore des chantiers ; • Mesures compensatoires consistant si besoin est à indemniser les riverains exposés aux nuisances sonores des chantiers voire éventuellement leur assurer un relogement la nuit seulement ou la journée complète en fonction du niveau des nuisances sonores. 	<p>Critère de sélection de l'entreprise de forage</p> <p>Non chiffrable car variable</p> <p>Sans surcoût</p> <p>Sans surcoût</p> <p>50 000 € x 2</p> <p>50 000 € x 2</p> <p>25 000 €</p> <p>10 000 €</p> <p>100 000 €</p>



F. Mesures concernant la circulation	Coût (€ HT)
<ul style="list-style-type: none"> Information des usagers des voies de circulation concernées au moyen de panneaux signalant la sortie d'engins de chantier au niveau des voies d'accès au chantier. 	5 000 € x 2
<ul style="list-style-type: none"> Contrôle du stationnement des véhicules aux abords du chantier de manière à ne pas créer d'entrave à la circulation sur les voies d'accès ; 	5 000 € X 2
<ul style="list-style-type: none"> Aire spécifique dans l'enceinte du chantier réservée à la manœuvre des véhicules leur permettant de faire demi-tour pour réemprunter l'accès sans entrave à la circulation ; 	15 000 € x 2
<ul style="list-style-type: none"> Mesures visant à réglementer la circulation aux abords du chantier afin d'assurer la sécurité des usagers et d'éviter la gêne des véhicules liés au chantier. 	5 000 € x 2

G. Mesures concernant la sécurité des personnes	Coût (€ HT)
<ul style="list-style-type: none"> Clôture du site des travaux (grillage ou bardage de couleur neutre) et aux abords des accès (bardage de 2 m de hauteur). 	30 000 € X 2
<ul style="list-style-type: none"> Dotation en matériel destiné à la lutte contre l'incendie (matériel entretenu par une entreprise agréée ou par un agent spécialisé du Service Sécurité de l'Entrepreneur de forage) : extincteurs à poudre polyvalente, extincteurs à poudre de carbone, couverture anti-feu. 	Exigence réglementaire

H. Mesures concernant les risques naturels	Coût (€ HT)
<ul style="list-style-type: none"> Aménagement du réseau d'évacuation des eaux pluviales. 	15 000 € X 2
<ul style="list-style-type: none"> Travaux de confortements des sols et des talus pour prévenir les risques de mouvements de terrain ; 	50 000 €

I. Mesures concernant les déchets	Coût (€ HT)
<ul style="list-style-type: none"> Collecte et tri des déchets industriels et ménagers 	10 000 €
<ul style="list-style-type: none"> Traitement/Élimination des déchets par des centres de traitement agréés 	20 000 €

J. Mesures concernant l'impact visuel du chantier de forage	Coût (€ HT)
<ul style="list-style-type: none"> Clôture du site des travaux (grillage ou bardage de couleur neutre) et aux abords des accès (bardage de 2 m de hauteur). 	Déjà chiffré en G
<ul style="list-style-type: none"> Système d'aspersion d'eau de mer au-dessus du séparateur pour condenser le panache de vapeur. 	10 000 €



VII. APPREHENSION DU PROJET DANS SA GLOBALITE

Selon le III de l'Article L122-1 du Code de l'Environnement, 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 et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité.

Au sens de cet article L122.1, la **réalisation de ces travaux de forages** et la **phase d'exploitation** des nouveaux puits qui s'ensuivra peuvent donc être considérées comme faisant partie d'un même projet qui doit être appréhendé dans son ensemble afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité.

Dans la mesure où les résultats des forages sont positifs, la mise en exploitation de ces puits devrait conduire à un certain nombre de changements au niveau de l'exploitation géothermique par rapport à sa configuration actuelle, avec en particulier :

- La reconversion des plateformes de forage en plateforme d'exploitation des puits BO-11 et BO-12 ;
- La connexion de ces deux puits aux conduites de transports des fluides de la centrale et le remplacement du ballon séparateur haute pression existant;
- Les travaux d'exploitation *sensu stricto* de ces deux nouveaux puits ;
- L'augmentation de la capacité de production et la construction éventuelle d'une nouvelle unité.

VII.1. L'AMENAGEMENT DE NOUVELLES PLATEFORMES D'EXPLOITATION DES PUIITS

VII.1.1 La plateforme du puits BO-11

La plateforme de forage du puits BO-11 sera entièrement localisée à l'intérieur du site actuel de la centrale (voir Figure 2 et Figure 5). Elle sera assez semblable à la plateforme actuelle des puits située à Plateau (voir Figure 18), en étant toutefois beaucoup plus petite puisqu'elle ne comportera qu'un seul puits. Les nouveaux équipements qui seront mis en place sont :

- Une conduite de liaison calorifugée entre la conduite d'eau séparée en provenance du séparateur HP et la tête du puits BO-11 ;
- Une pompe de réinjection;
- Un ensemble de vannes d'isolement et de vannes de régulation du débit d'injection dans les puits BO-11 ;
- Un ensemble de capteurs de pression et température reliés au système de contrôle et de régulation de la centrale ;
- Un organe de sécurité (soupape mécanique ou pressostat) destiné à protéger la ligne des surpressions accidentelles et un bouton d'arrêt d'urgence.

En raison de sa localisation à l'intérieur du site de la centrale, l'impact visuel de la plateforme et de ses équipements sera nul. L'éclairage sera conforme aux prescriptions de l'inventaire faunistique réalisé par le bureau d'études environnementales. Les eaux pluviales seront évacuées vers le réseau d'assainissement du bourg de Bouillante par l'intermédiaire de dispositif déboureur/déshuileur. A priori, aucun produit chimique ne sera stocké au niveau de cette plateforme.

A noter que la réinjection dans le puits BO-11 se fera en « système clos ». Il n'y aura aucun rejet de fluide dans le milieu naturel, ni émission de vapeur et de gaz à l'atmosphère. Le moteur de la pomper sera capoté pour limiter le niveau sonore. En cours d'exploitation, l'activité régulière sur cette plateforme sera limitée à la surveillance et aux travaux de maintenance courante et d'entretien (graissage, peinture, ...).

En conclusion, les activités qui seront réalisées sur cette nouvelle plateforme d'exploitation du puits BO-11 ne devraient pas avoir d'incidence significative sur l'environnement naturel et humain.



Figure 18 : Vue générale de la plateforme actuelle de Plateau illustrant une plateforme d'exploitation de puits géothermiques. A noter que cette plateforme comporte 4 têtes de puits (BO-4, BO-5, BO-6, BO-7) alors que les nouvelles plateformes des puits BO-11 et BO-12 ne comporteront qu'un seul puits.

VII.1.2 La plateforme du puits BO-12

La plateforme de forage du puits BO-12 sera reconvertie en plateforme d'exploitation qui sera annexée à la plateforme actuelle (Figure 19). Cette reconversion ne nécessitera pas de travaux de génie civil ni de défrichage supplémentaire. La clôture sera renforcée afin d'empêcher toute intrusion sur le site et limiter l'impact visuel des installations. Cette nouvelle plateforme restera masquée en vue distale. En vue proximale, elle sera également masquée des deux habitations riveraines proches en maintenant si possible un écran de végétation en bordure de plateforme, qui viendra s'ajouter à la clôture. L'éclairage sera conforme aux prescriptions de l'inventaire faunistique réalisé par le bureau d'études environnementales.

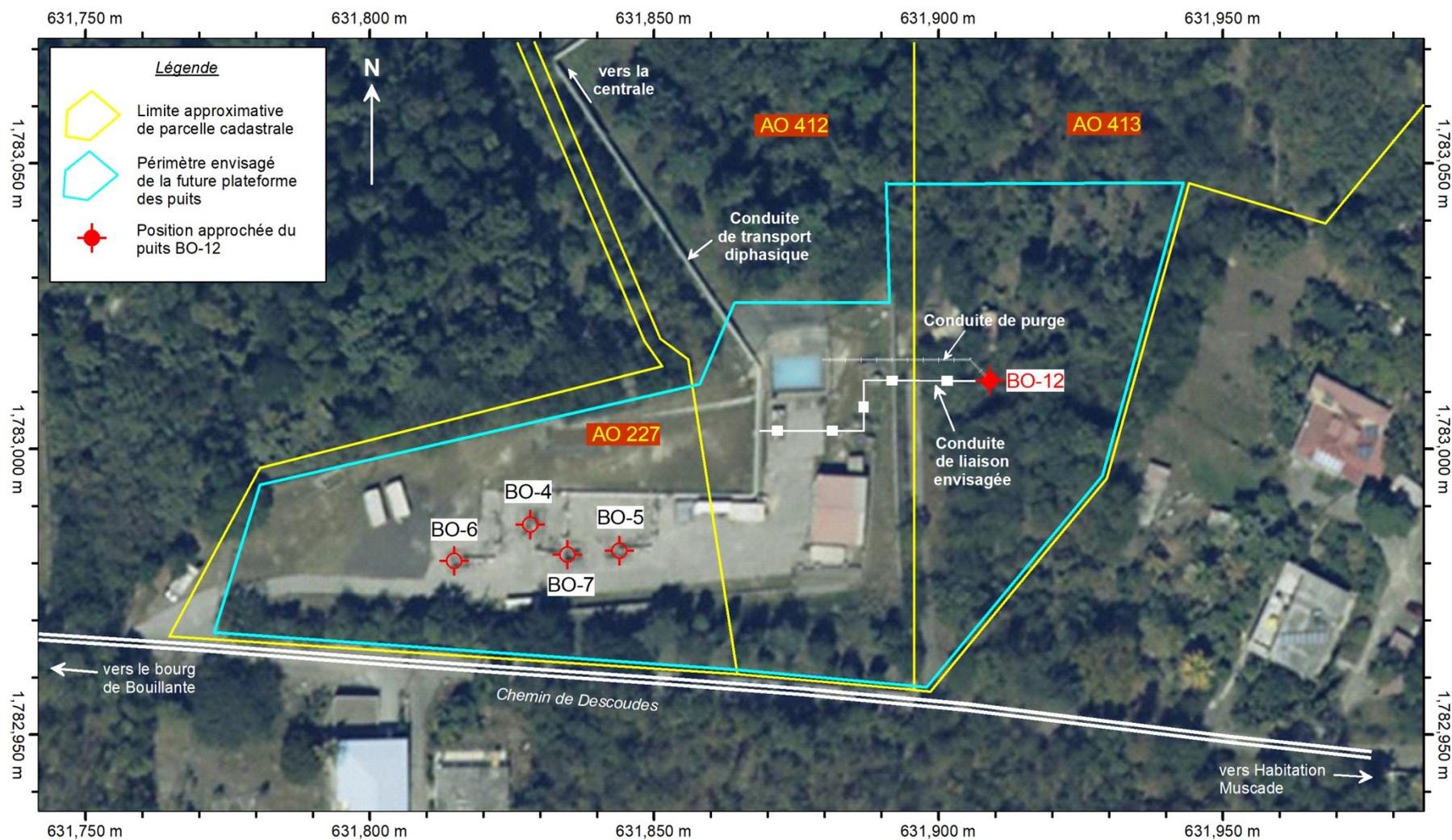


Figure 19 : Périmètre envisagé pour la future plateforme d'exploitation des puits incluant BO-12 et le tracé envisagé pour la conduite de liaison qui raccordera le puits BO-12 à la conduite de transport diphasique qui relie les puits à la centrale via le séparateur HP.



D'un point de vue technique, les équipements additionnels qui seront ajoutés sur cette plateforme élargie seront limités, avec :

- La tête du puits BO-12 positionnée dans une cave ;
- Une conduite de liaison calorifugée entre BO-12 et la conduite diphasique, d'une longueur de 50 m environ, équipée de vannes d'isolement et de régulation du débit, de capteurs de pression et de température reliés à l'automate de contrôle de la centrale;
- une conduite de purge destinée à l'évacuation de faibles volumes de fluide déchargés lors des phases transitoires de démarrage ou d'arrêt vers le bassin de rétention existant (volume : 1000 m³).

L'exploitation de ce puits BO-12 se fera en « système clos ». Il n'y aura aucun rejet de fluide dans le milieu naturel, ni émission de vapeur et de gaz à l'atmosphère. Seules les phases transitoires d'ouverture et de chauffe du puits pourront donner lieu à la décharge de fluide géothermal en volume limité (10 à 20 m³). Ce fluide sera déchargé dans le bassin de rétention existant via une conduite de purge.

En cours d'exploitation, l'activité régulière sur cette plateforme sera limitée à la surveillance et aux travaux de maintenance courante et d'entretien (graissage, peinture, ...). Ces activités n'entraîneront pas de nuisances sonores. En conclusion, les activités qui seront réalisées sur cette nouvelle plateforme d'exploitation du puits BO-12 ne devraient pas avoir d'incidence significative sur l'environnement naturel et humain.

VII.2. LA CONNEXION DE CES DEUX PUIITS ET LE REMPLACEMENT DU BALLON SEPARATEUR HAUTE PRESSION

De par leur implantation dans ou à proximité des installations existantes de la centrale, Il n'y aura pas nécessité de construire de nouvelle conduite pour relier ces puits à la centrale. Le puits BO-11 sera raccordé aux conduites existantes à l'intérieur du périmètre de la centrale par l'intermédiaire d'une conduite d'une longueur de 30 m environ. Le puits BO-12 sera raccordé à la conduite de transport diphasique existante au niveau de la plateforme des puits par l'intermédiaire d'une conduite de liaison d'une longueur de 40 m environ. Le transport du fluide qui sera produit par ce puits BO-12 ne nécessite donc pas de construire une nouvelle conduite de transport entre la plateforme des puits et la centrale. L'implantation du puits BO-12 à proximité de puits existants est donc bénéfique d'un point de vue environnemental.

Seul le ballon séparateur haute pression existant situé à mi-chemin entre la plateforme des puits et la centrale devra être remplacé par un séparateur de capacité supérieur. Une illustration de ce séparateur est donnée sur la Figure 20. La fonction de ce ballon séparateur est de séparer par gravité la vapeur et l'eau résiduelle. Le remplacement du ballon séparateur HP existant donnera lieu à des travaux qui seront circonscrits à la parcelle AO 584 sur laquelle il est implanté et qui appartient à Géothermie Bouillante. La durée de ces travaux est évaluée à 4 semaines environ.

VII.3. LA MISE EN EXPLOITATION DES DEUX NOUVEAUX PUIITS

Le puits BO-11 sera utilisé comme puits injecteur et le puits BO-12 comme puits producteur. L'exploitation de ces deux puits se fera en système clos. Il n'y aura pas de rejet de fluide géothermal dans le milieu naturel, ni émission de vapeur et de gaz à l'atmosphère. Ces conditions d'exploitation supprimeront les nuisances sonores liées à la décharge de fluide à haute température, les nuisances visuelles liées à la formation de panache de vapeur, et les risques de pollution des sols et des milieux aquatiques superficiels. Pour limiter le niveau sonore des

écoulements de fluide diphasique dans les conduites et à travers les organes tels que les vannes, tous ces équipements seront calorifugés.

Périodiquement, ces puits pourront faire l'objet de curage nécessitant l'utilisation d'une machine de forage. Le retour d'expérience de l'exploitation des puits existants montre que ce type de travaux intervient tous les 3 ou 4 ans seulement et dure environ 1 semaine. Pour limiter les nuisances, les travaux seront exécutés de jour seulement. Les riverains seront informés de la date et de la durée de ces travaux.



Figure 20 : Vue du ballon séparateur eau/vapeur Haute Pression existant qui sera remplacé par un ballon séparateur plus grand pour prendre en compte le surcroît de fluide qui sera apporté par le puits BO-12.

VII.4. L'AUGMENTATION DE LA CAPACITE DE PRODUCTION ET LA CONSTRUCTION EVENTUELLE D'UNE NOUVELLE UNITE

L'ajout d'un troisième puits producteur BO-12 aux deux puits existants BO-5 et BO-6 devrait permettre d'augmenter le débit de fluide extrait du réservoir de un tiers. Grâce à cet apport, il peut être envisagé de construire une nouvelle unité pour augmenter la capacité de production électrique de la centrale de Bouillante. Selon que cette nouvelle unité sera équipée d'une turbine à vapeur conventionnelle (utilisant la vapeur HP seule) ou d'une turbine de type ORC (valorisant la vapeur HP et l'eau séparée), le surcroît de production électrique peut être estimé entre 7 MW et 10 MW brut environ. Toutefois, aucune décision ne sera arrêtée tant que le puits BO-12 n'aura pas été foré et testé pour évaluer sa capacité de production.

Géothermie Bouillante sera également amenée à faire un choix entre les deux solutions suivantes : (1) la construction d'une troisième unité venant s'ajouter aux deux premières et dont

l'emplacement n'est pas encore arrêté ou (2) le remplacement de l'unité Bouillante 1 datant de 1986 (voir Figure 21) par une nouvelle unité de capacité plus importante. Les choix du type, de la taille et de l'emplacement de cette nouvelle unité seront particulièrement déterminants en termes d'incidences environnementales.



Figure 21 : Vue du bâtiment de couleur beige de l'unité Bouillante 1 abritant le groupe turbo-alternateur de 4,5 MW (à gauche) et du bâtiment de couleur bleu ciel de l'unité Bouillante 2 abritant le groupe turbo-alternateur de 11 MW (au fond à droite).

En ce qui concerne les travaux d'exploitation de cette nouvelle unité, les principales incidences environnementales identifiées à ce stade et qui devront faire l'objet de mesures d'évitement, de réduction ou de compensation, sont :

- Les nuisances sonores générées par les équipements en fonctionnement;
- Les émissions atmosphériques de gaz et en particulier du gaz H₂S (hydrogène sulfuré) ;
- L'impact visuel des installations sur les paysages.

Cette nouvelle unité aura également des incidences bénéfiques avec :

- Un accroissement de la part des énergies renouvelables et locales dans le mix énergétique guadeloupéen, venant en substitution d'énergies fossiles et conduisant à une réduction des émissions de CO₂ ;
- Une augmentation du chiffre d'affaires de la société Géothermie Bouillante qui aura des retombées directes et indirectes sur l'économie locale et régionale.

Dans un premier temps et de façon transitoire, la production du puits BO-12 sera mutualisée avec celle des puits existants BO-5 et BO-6 pour couvrir les besoins des unités Bouillante 1 et Bouillante 2. Cette configuration est prévue pour durer quelques années après la fin des travaux de forages si l'on prend en compte les temps nécessaires à la conception d'une nouvelle unité, à l'obtention des autorisations nécessaires, à la construction de cette unité et à sa mise en service.



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

L'étude d'impact dont ce rapport est le Résumé Non Technique a été coordonnée par le bureau d'étude CFG Services, basé à Orléans, Loiret, qui a assuré la majeure partie de la rédaction. Les principaux contributeurs ont été :

- ✓ Hervé Traineau, Géologue senior ;
- ✓ Gabrielle Négrel, Ingénieur géochimiste et environnement ;
- ✓ Anne-Lise Gille, Ingénieur hydrogéologue ;
- ✓ Louis Hirsinger, Ingénieur forage.

Cette étude d'impact a bénéficié de deux contributions externes importantes :

- ⇒ 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 au niveau du site de forage du puits BO-12 ;
- ⇒ Une contribution du bureau d'études **Caraïbe Environnement Développement**, basé à Baie-Mahault, Guadeloupe, en ce qui concerne l'étude faunistique et floristique du site du puits BO-12.

L'évaluation des impacts des travaux de forage des puits BO-11 et BO-12 sur l'environnement a reposé sur l'analyse des sensibilités environnementales des sites, la prise en compte de la nature des travaux qui seront réalisés, et la comparaison entre l'état initial des sites et l'état projeté.

Aucune difficulté particulière n'a été rencontrée pour évaluer ces impacts.

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

- AEC (2018) – Mesurages Acoustiques puits BO-11 & BO-12. Centrale géothermique de Bouillante. Rapport A3759-R03-EV, 22/11/2018, 113 pages.
- BRGM (1992) - Atlas Communal des Risques Naturels de la Commune de Bouillante. Rapport BRGM/RR-36374-FR.
- Caraïbe Environnement (2011) – Dossier de demande d'autorisation d'ouverture de travaux d'exploitation de la centrale géothermique cde Bouillante – 4^{ème} partie : Etude d'Impact. Rapport n° 388Q-R0904/09/PS/OF, 145 pages.
- Caraïbes Environnement (2017) – Mesures d'impact sonore dans l'environnement des installations de la centrale géothermique ORMAT, septembre 2017, 24 pages, 2 annexes.
- CFG Services (2010) - Cartographie des émissions atmosphériques d'hydrogène sulfuré (H₂S) de l'unité B1 de la centrale géothermique de Bouillante. Rapport 10 CFG 65, 26 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.
- EDF-SEI (2017) – Systèmes énergétiques insulaires Guadeloupe, Bilan prévisionnel de l'équilibre offre / demande d'électricité, juillet 2017, 14 pages.



- Gwad'air (2010) – Campagne de mesure de la pollution atmosphérique sur la Cote-sous-le-vent, septembre 2010, 81 pp.
- INERIS (2011) - Fiche de données toxicologiques et environnementales de l'Hydrogène sulfuré (mise à jour du 29/09/2011). 106pp.
- Météo France Guadeloupe (2017) – Bulletin climatique annuel 2016 de la Guadeloupe, 4 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 (H₂S) 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
- 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.
- Préfecture de la Région Guadeloupe (2007) – Commune de Bouillante. Plan de prévention des risques naturels prévisibles. Règlement, 51 pages.
- Région Guadeloupe, DEAL (2017) - Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) 2016-2018/2019-2023 de la Guadeloupe, 113 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.

* * * * *



Figure 22 : Vue distale du bourg de Bouillante depuis le point de vue de Falaise, où l'on distingue les installations de la centrale géothermique comme élément marquant du paysage.