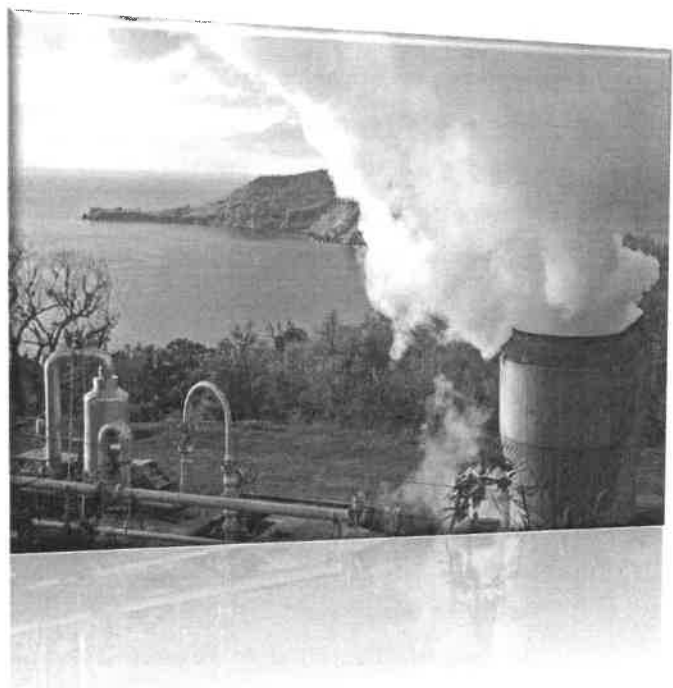


**ENQUÊTE PUBLIQUE, RELATIVE À  
LA DEMANDE D'AUTORISATION  
D'OUVERTURE DE TRAVAUX  
MINIERS, EN VUE DE RÉALISER  
DEUX OU TROIS NOUVEAUX  
FORAGES ET DE RENFORCER LES  
CAPACITÉS DE RÉINJECTION  
DANS LE RÉSERVOIR PAR LA  
PÉRENNISATION DE LA  
RÉINJECTION DANS LES PUIITS  
B04 & B07, DANS LE BUT  
D'ACCROÎTRE LA CAPACITÉ DE  
PRODUCTION ÉLECTRIQUE DE LA  
CENTRALE GÉOTHERMIE  
BOUILLANTE**

Réalisée du 22/10/2018 au 22/11/2018 par  
Ruddyse GIRARD



*I rapport d'enquête publique*

RAPPORT D'ENQUÊTE PUBLIQUE .....	4
Préambule.....	4
Introduction : La géothermie, une énergie renouvelable.....	5
Définition et fonctionnement de la géothermie.....	5
Classification des centrales géothermiques.....	5
Usages de la géothermie.....	7
Impact de la géothermie sur l'emploi en France .....	7
Réglementation de la géothermie .....	8
<b>LE CODE MINIER</b> .....	8
<b>LE CODE de l'environnement</b> .....	8
<b>LE CODE de la santé</b> .....	8
<b>LE CODE Général des collectivités territoriales</b> .....	8
I- L'entreprise ORMAT-Géothermie Bouillante.....	8
II- Le Projet de développement de la géothermie en Guadeloupe .....	9
A. Historique du développement de la géothermie à Bouillante .....	9
<b>Lieu d'implantation de la centrale géothermique</b> .....	9
<b>Origine de la géothermie à Bouillante</b> .....	9
<b>Les phases d'exploration</b> .....	10
B. Le système de Géothermie Bouillante .....	13
<b>Une centrale géothermique à haute température</b> .....	13
<b>Fonctionnement de la centrale géothermique de Bouillante</b> .....	14
<b>Une énergie renouvelable propre et durable</b> .....	15
<b>Une réinjection partielle du fluide géothermal</b> .....	15
<b>L'exploitation du réservoir géothermique de Bouillante</b> .....	16
<b>Une stratégie de développement ancrée dans la programmation pluriannuelle de l'énergie de la Région Guadeloupe</b> .....	17
<b>La demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers pour la réalisation de nouveaux forages</b> .....	18
C. Les enjeux du projet .....	19
1) La géothermie, un moyen de tendre vers une autonomie énergétique.....	19
<b>D'une dépendance énergétique de la Guadeloupe constatée</b> ... ..	19
<b>...Vers une autonomie énergétique de la Guadeloupe</b> .....	20
2) La géothermie, un tremplin pour une croissance verte du territoire .....	21
<b>Géothermie Bouillante, un levier de développement économique à l'international dans le bassin caribéen</b> .....	21
<b>Géothermie Bouillante, un acteur socio-économique incontournable sur le territoire</b> .....	22
<b>Géothermie, un levier de développement d'un tourisme industriel</b> .....	24
D. Avantages et inconvénients la géothermie à Bouillante .....	24
<b>Les avantages de la géothermie à Bouillante</b> .....	24
<b>Les inconvénients de la Géothermie à Bouillante</b> .....	25

III-	L'enquête publique.....	25
A.	Le cadre réglementaire.....	25
B.	L'objet de l'enquête publique .....	25
C.	Le déroulement de l'enquête publique.....	25
1)	La désignation du commissaire-enquêteur.....	25
2)	Le porté à connaissance .....	26
	<input type="checkbox"/> <b>Communications Radio et TV</b> .....	26
	<input type="checkbox"/> <b>Insertions dans la presse locale – Communications Radio et TV</b> .....	26
	<input type="checkbox"/> <b>Affichages</b> .....	26
3)	Mes visites du site .....	26
4)	Le dossier d'enquête publique.....	27
5)	L'accueil du public.....	27
6)	Questions au Maître d'ouvrage.....	29
	Conclusions motivées de la commissaire-enquêtrice .....	30
I.	Un contexte politique favorable à la transition énergétique.....	30
II.	La conformité du projet avec la réglementation .....	30
III.	Analyse des résultats des études d'impacts environnementaux du projet.....	32
	• L'intégration paysagère et l'impact sur les espaces naturels protégés .....	32
	• La prévention du risque sismique .....	32
	• L'impact sur la ressource en eau et le milieu marin.....	33
	• Les impacts sur la qualité de l'air : émissions de gaz, d'aérosols et odeurs.....	33
	• Les nuisances sonores .....	34
	<b>Qu'est-ce que le son ?</b> .....	34
	<b>Les niveaux de décibels (dB)</b> .....	34
	<b>Nuisances acoustiques inhérentes au fonctionnement des centrales géothermiques :</b> .....	35
	<b>BRUIT A L'EXTERIEUR</b> .....	35
	<b>BRUIT A L'INTERIEUR</b> .....	35
	<b>Variation des nuisances sonores des riverains entre 2013 et octobre 2018</b> .....	36
	• Les impacts des déchets induits par les travaux .....	39
IV.	L'ancrage du projet dans le développement local .....	40
	Avis de la commissaire-enquêtrice .....	42
	Annexe.....	43
	Documentation .....	43
	Vidéotheque.....	43
	Sitographie .....	43
	Actualités.....	44
	• La Guadeloupe et les renouvelables (1/3) : mix énergétique et géothermie .....	44
	• La centrale Géothermie Bouillante passe aux mains des Américains .....	47
	• Bouillante, fleuron de la géothermie dans la Caraïbe .....	49

- La précarité énergétique en Guadeloupe auscultée par l'OREC ..... 49
- Centrale géothermique de Bouillante : le BRGM passe la main..... 49
- Usine géothermique de Bouillante : La balle est dans le camp de la Région ..... 51
- AGDE - dernière conférence pour les 8emes journées H. TAZIEFF ..... 51

Porté à connaissance ..... 52

Insertion locale du 01/10/2018 dans le France-Antilles ..... 52

Insertion locale du 22/10/2018 dans le France-Antilles ..... 53

Insertion locale du 06/10/2018 dans le Progrès Social..... 54

Facture Insertion du 06/10/2018 dans Le Progrès Social ..... 55

Facture Passages radio le 07/11/2018 sur RCI..... 56

PV de constatation d'affichage sur le site effectué par huissier..... 57

Affichage Mairie..... 62

# RAPPORT D'ENQUÊTE PUBLIQUE

---

## Préambule

Je soussignée **Ruddyse GIRARD**,

- Diplômée de l'Université de Paris I-PANTHÉON- SORBONNE en mastère d'Économie de l'Aménagement et du Développement local,
- **Inscrite sur la liste départementale d'aptitude aux fonctions de Commissaire-enquêteur établie au titre de l'année 2018**
- « Désignée pour l'enquête publique » par la décision n°E18000011/97 en date du 17 mai 2018 du président du Tribunal Administratif de Basse-Terre,

Déclare sur l'honneur ne pas être intéressée à l'opération à titre personnel ou en raison de mes fonctions.

- Après avoir pris connaissance et étudié le dossier d'enquête,
- Après m'être entretenue avec M HIRA et M. NICOLAS, les responsables de Géothermie Bouillante,
- Après avoir analysé les différentes réglementations et politiques publiques en vigueur,
- Après avoir visité et photographié les sites d'implantation du projet,
- Après avoir pris connaissance des différents avis des autorités environnementales,
- Après avoir pris connaissance des différentes études et/ou enquêtes liées au projet de la centrale Géothermie Bouillante,
- Après avoir demandé, à Géothermie Bouillante de me faire un mémoire-réponse (joint en annexe du rapport d'enquête publique) répondant à certaines craintes émises par la population sur le projet,
- Après avoir vérifié le porté à connaissance ainsi que le procès-verbal de constat d'affichage par huissiers,
- Après m'être tenue informée de l'actualité sur l'environnement, et sur le projet,
- Après avoir lu et entendu avec attention toutes les observations consignées sur le registre d'enquête publique ou reçues en mairie, ainsi que celles relevées par mes soins lors des différentes réunions,
- Après m'être entretenue avec les élus de la Maire de Bouillante,
- Après avoir approfondi mes connaissances réglementaires et techniques sur les différents sujets concernant la géothermie, notamment en prenant l'attache d'experts en physique et géologie,

4

---

**J'ai rédigé le présent rapport et les conclusions dont j'affirme le contenu sincère et véritable.**

Mon rapport se présente en quatre parties distinctes :

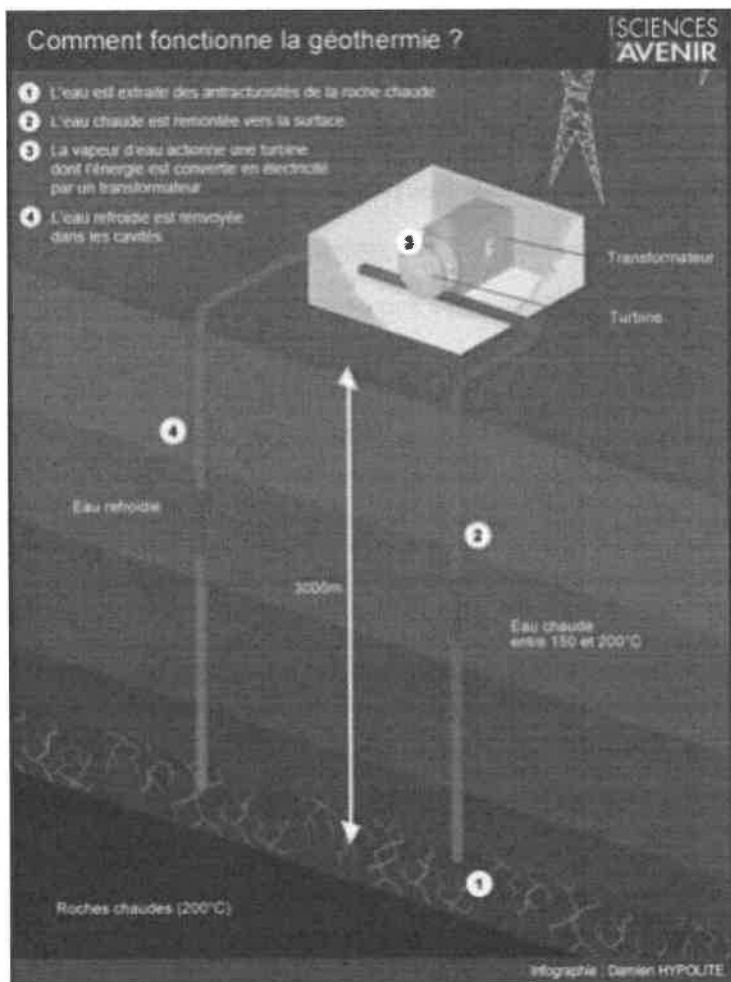
- I. Le rapport du commissaire-enquêteur
- II. L'annexe au rapport
- III. Mes conclusions motivées
- IV. Mon avis sur l'enquête publique

## Introduction : La géothermie, une énergie renouvelable

### Définition et fonctionnement de la géothermie

Le terme géothermie vient du grec géo (« la Terre ») et thermos (« la chaleur »), et désigne à la fois la science qui étudie les phénomènes thermiques internes du globe terrestre, et la technologie qui vise à l'exploiter. L'énergie géothermique est la manifestation de l'énergie thermique accumulée dans les roches ou les eaux à haute température à l'intérieur de la terre. En d'autres termes, la géothermie utilise la chaleur naturellement présente dans le sous-sol de la terre. En plus du flux de chaleur permanent qui remonte à travers l'écorce terrestre, les circulations d'eaux souterraines amènent, de manière continue, de la chaleur vers la surface. La géothermie consiste à exploiter la chaleur du sous-sol sous forme d'eau ou de vapeur.

La gestion durable d'un réservoir géothermique, permet une exploitation continue de la centrale pendant



de très nombreuses années (30 à 60 ans). La chaleur de la terre est illimitée à l'échelle humaine et disponible pour les générations futures. La géothermie est donc par essence une énergie renouvelable qui représente, à l'échelle du globe, la plus grande ressource énergétique.

Le système de production d'énergie géothermique repose sur la différence de température entre le sous-sol et la surface de la terre. L'énergie est échangée sous forme de chaleur - énergie thermique - à travers deux circuits d'eau fermés qui les relient. Grâce aux lois de la thermodynamique, l'énergie thermique est transférée de l'intérieur de la Terre à un fluide qui traverse la zone chaude, ce qui le chauffe suffisamment pour le transformer en vapeur. Cette vapeur, avec une énergie interne élevée, peut être utilisée pour transformer l'énergie thermique de la Terre en énergie mécanique, au moyen d'une turbine et plus tard en énergie électrique (voir schéma ci-dessus).

La possibilité d'extraire cette énergie thermique nécessite donc des installations situées à proximité de ces zones.

### Classification des centrales géothermiques

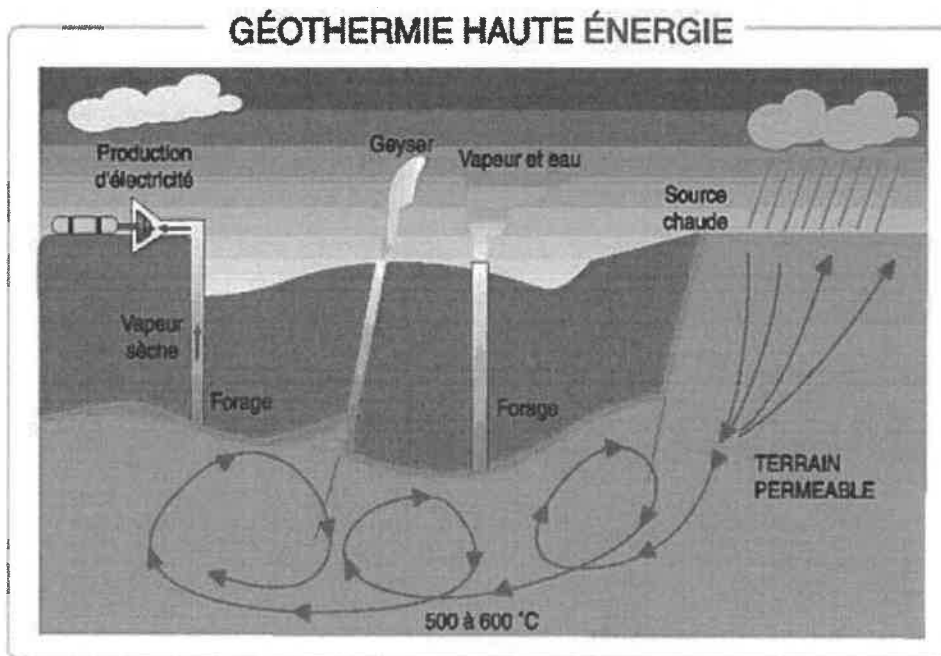
On classe les différents types de dépôts d'énergie géothermique en fonction de la température de leur source thermodynamique : on parlera d'énergie géothermique de haute température, de température moyenne ou encore d'énergie géothermique à basse et très basse température.

Seule la géothermie moyenne et haute énergie permet de produire de l'électricité. Pour cela il faut une température minimale de 150 °C.

La haute énergie en France se caractérise essentiellement par deux installations : l'une localisée en Guadeloupe et l'autre en Alsace. C'est ce gradient géothermique spécifique aux régions volcaniques (dont la croûte terrestre subit des intrusions de magma) qui permet la production d'électricité, soit directement à partir de gisements de vapeur ou d'eau chaude (centrale de Bouillante en Guadeloupe) ou après injection d'eau en profondeur et récupération de chaleur (dispositif expérimental de Soultz-sous-Forêt en Alsace).

Les centrales de haute énergie captent la vapeur d'eau contenue dans les nappes situées entre 1 500 et 3000m de profondeur et transforment cette énergie en électricité grâce à une turbine et un alternateur.

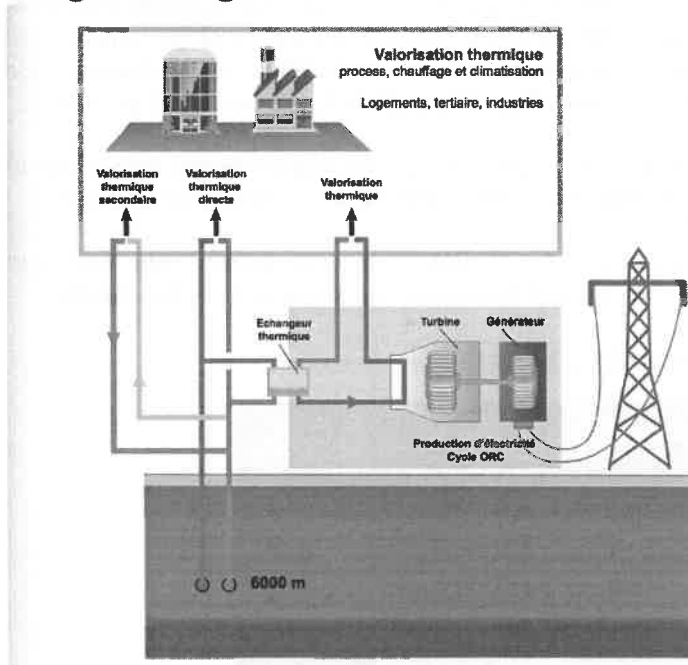
Les autres formes de géothermie, qui exploitent des températures plus basses, sont exploitées exclusivement pour le chauffage (pas dans la Caraïbe) seul ou associé à un dispositif de la climatisation.



Source : ADEME

L'énergie géothermique en Guadeloupe est donc liée à la présence de volcan ou de sources thermales puisqu'elle est obtenue par l'extraction de la chaleur interne de la Terre.

## Usages de la géothermie

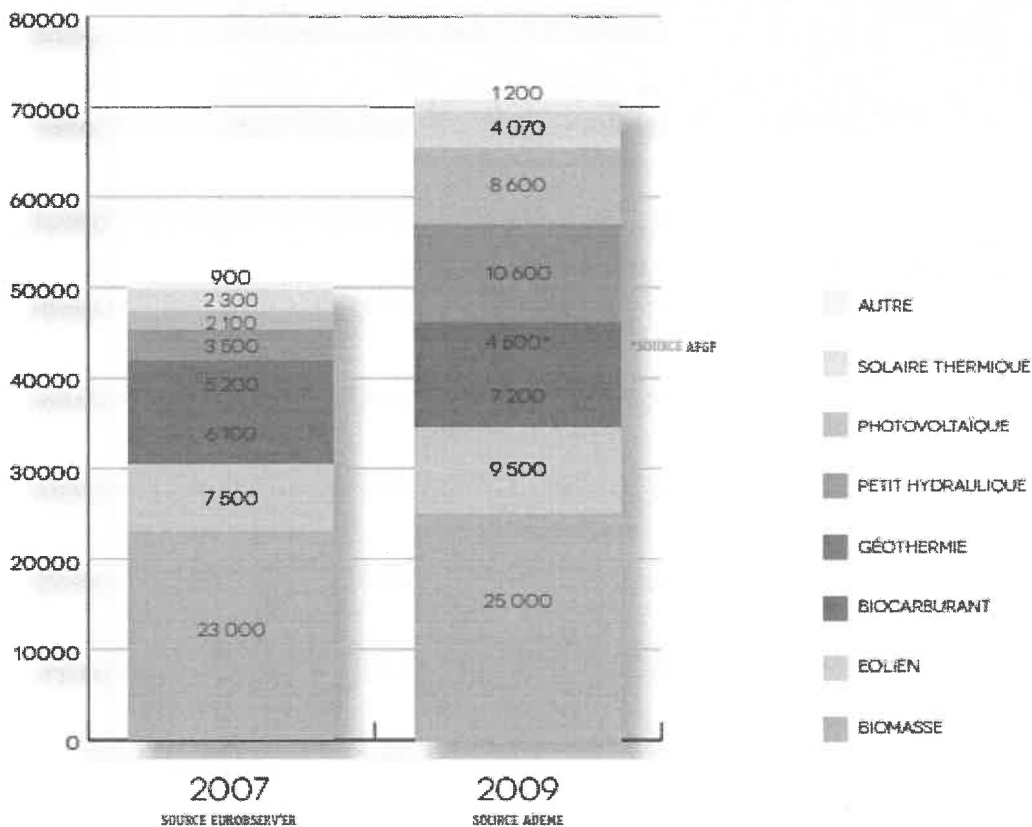


Il existe de nombreux usages de l'énergie géothermique dans l'industrie, l'artisanat et dans les bâtiments résidentiels.

Elle peut être utilisée soit directement - utilisation de la chaleur en soi (eaux thermales par exemple) - soit indirectement - utilisation pour la conversion en électricité dans une centrale géothermique. Dans ce dernier cas, des échangeurs de chaleur sont nécessaires pour transformer l'eau contenue dans les nappes souterraines en vapeur. Avec la pression de vapeur, une turbine est activée pour obtenir de l'énergie mécanique. L'énergie mécanique obtenue par la turbine peut facilement être convertie en

énergie électrique par un générateur électrique.

## Impact de la géothermie sur l'emploi en France



Évolution de la répartition des emplois dans les EnR en France

Source : AFGP



## Réglementation de la géothermie

En matière réglementaire, la géothermie a été séparée entre haute et basse énergie. Nous nous intéresserons ici de la réglementation relative à la géothermie haute température.

### LE CODE MINIER

Le Code minier et ses textes d'application indiquent principalement que :

- Tout ouvrage de plus de 10m de profondeur fait l'objet d'une déclaration.
- Les opérations sont classées en haute ou basse température au-dessus ou en dessous de 150°C.
- La haute température est régie par deux décrets de 2006, l'un relatif aux titres miniers et l'autre aux travaux. Ils impliquent le dépôt de dossiers d'autorisation soumis à enquête publique et à l'attribution d'un permis minier.

### LE CODE de l'environnement

- Le Code de l'environnement prévoit des procédures de déclaration et d'autorisation en fonction du débit annuel produit et du débit de pointe.

### LE CODE de la santé

- Le Code de la santé publique intervient quand l'eau du forage est également destinée à un usage alimentaire.

### LE CODE Général des collectivités territoriales

- Enfin, le Code général des collectivités territoriales pour les forages à usages domestiques inférieurs à 10 000 m<sup>3</sup> /an est concerné.

Concrètement, avec ses deux sites : celui de Bouillante (milieu volcanique) et celui de Soultz-Sous-Forêts (projet expérimental), la France n'était pas encore en 2011 un acteur majeur de renommée internationale dans le développement de la géothermie profonde à haute énergie. Toutefois, grâce notamment aux efforts des pouvoirs publics, ces deux sites ont le mérite d'avoir pu développer une expertise scientifique reconnue, notamment à Soultz où furent posés les fondements de ce que l'on nomme la géothermie EGS (Enhanced Geothermal System).

## I- L'entreprise ORMAT-Géothermie Bouillante

La société Géothermie Bouillante est une centrale géothermique à haute température du fait qu'elle soit détentrice d'une concession de gîtes thermiques qui lui a été accordée par décret le 17 juin 2009 pour une durée de 50 ans.

En 2015, la société ORMAT, implantée à Tel AVIV avec une succursale à Reno (New-York) a racheté la centrale Géothermie Bouillante.

En mars 2016, la société américaine ORMAT Technologies, Inc., basée à Reno dans le Nevada aux Etats-Unis, a signé un Protocole d'Investissement et de prise de participation avec la holding SAGEOS, filiale à 100% du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières : établissement public à caractère industriel et commercial), pour acquérir progressivement 85% du capital de la SA Géothermie Bouillante.

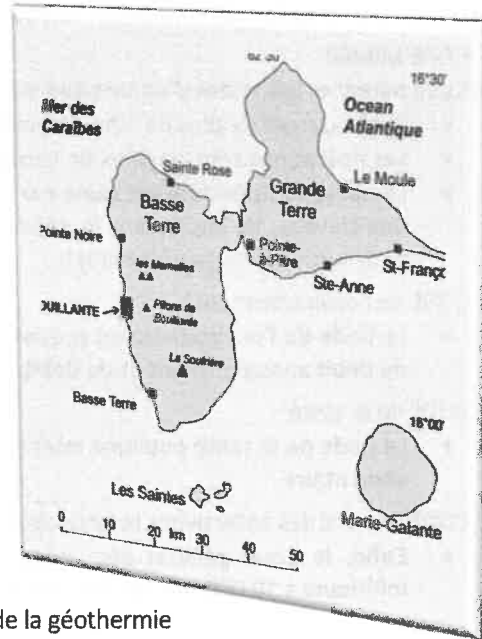
Aujourd'hui, Géothermie Bouillante représente une SA au capital de 2 244 704 euros, constituée de 3 actionnaires : ORMAT Inc. (USA), SAGEOS (Groupe BRGM), la Caisse des Dépôts et Consignations.

ORMAT détient un savoir-faire indéniable dans la vente clés en mains d'électricité binaire grâce à l'énergie géothermique. Géothermie Bouillante est actuellement la seule centrale électrique géothermique de la Caraïbe, c'est également la première centrale de ce type qui produit industriellement.

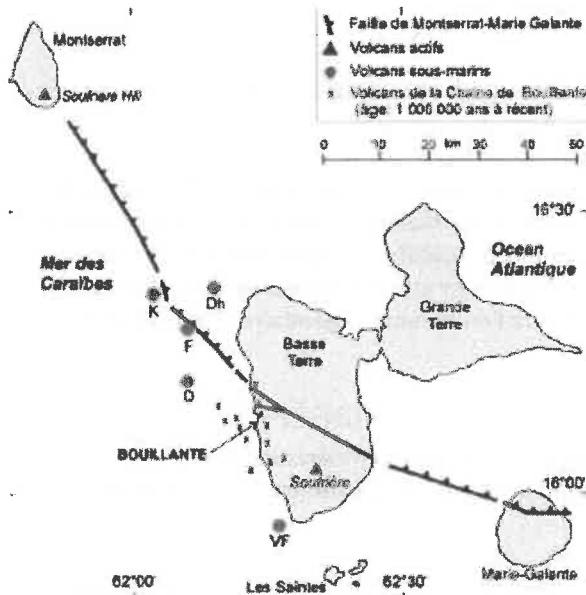
## II- Le Projet de développement de la géothermie en Guadeloupe

### A. Historique du développement de la géothermie à Bouillante

Lieu d'implantation de la centrale géothermique  
 La centrale géothermique se situe à Bouillante, petite commune de la côte sous le vent, riche d'un sous-sol volcanique et de sources d'eau chaude. Dans les années 60, le site ne représentait qu'un vaste marécage sulfureux. Toutefois, le BRGM présageait du potentiel de l'énergie géothermique présente dans le sous-sol. En effet, on a pu constater que le réservoir d'eau souterraine atteignait naturellement 250 °C.



Origine de la géothermie à Bouillante

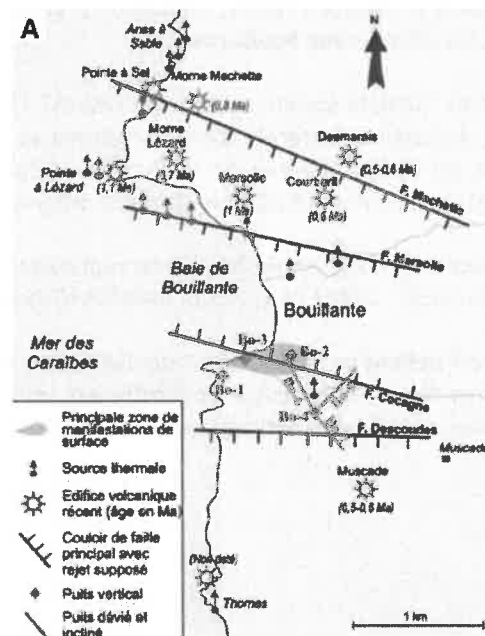


À l'échelle régionale :

Une structure tectonique majeure et une chaîne volcanique récente.

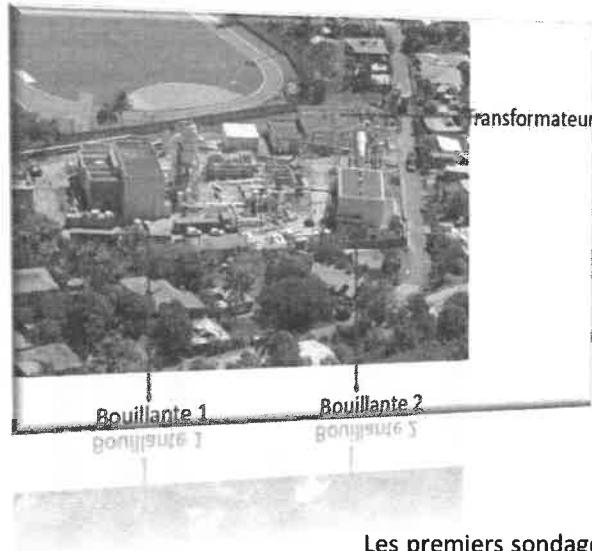
À l'échelle locale :

L'extension du réservoir géothermal autour de la baie de Bouillante



Les phases d'exploration

Tout a donc commencé en 1963, avec des recherches concluantes effectuées par le BRGM, qui ont attesté que le site était propice à l'exploitation de l'énergie géothermique. Un des forages d'exploration, à plus de 300m de profondeur, a permis une extraction de fluide géothermal en quantité suffisamment importante pour alimenter une turbine à vapeur.

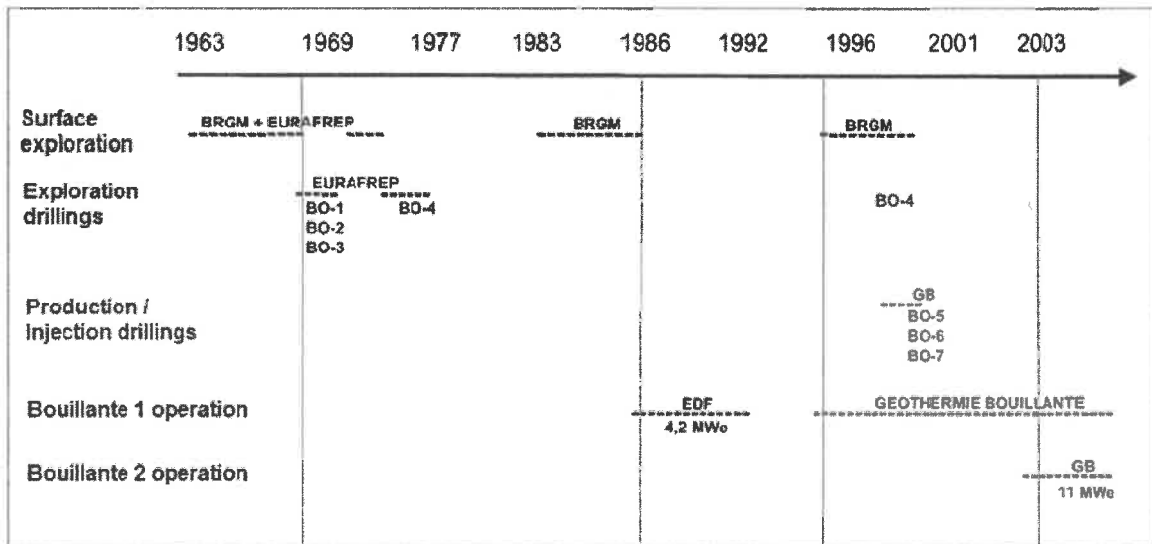


**Usine de Production**

Source : ORMAT-Géothermie Bouillante

L'exploration du champ de la géothermie à Bouillante s'est effectuée en 3 phases : une phase initiale d'exploration en 1960-1977 ; une seconde phase d'exploration en 1996-2001 ; puis une troisième phase d'exploration en 2005-2010.

Les premiers sondages et forages d'exploration réalisés sous l'égide du BRGM, ont été suivis dans les années 1970, par quatre forages profonds réalisés par la société EURAFREP.



**Historique de Géothermie Bouillante**

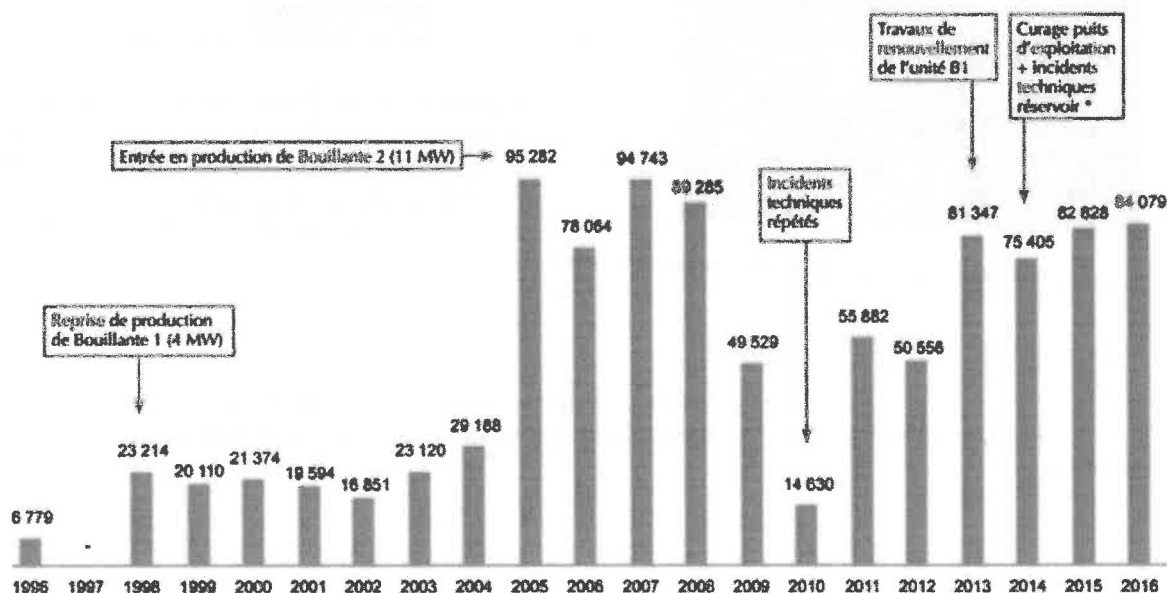
Source : ORMAT-Géothermie Bouillante

Historiquement, dès 1984, la centrale géothermique de Bouillante a été la première de France à être opérationnelle. En 1985, les premiers forages d'exploitation ont permis la mise en place notamment, de la première turbine B01 expérimentale qui produisait environ 5 MW jusque dans les années 90.

Fort de cette première réussite, les études plus approfondies du BRGM ont révélé un potentiel d'exploitation au-delà du site d'exploitation. Bouillante1 avait ainsi été mise en service en 1986 par EDF puis reprise par le groupe BRGM en 1995.

Après une interruption, la production d'électricité par géothermie a repris à Bouillante en 1996, renforcée ensuite en 2005 par l'unité 2, d'une puissance de 11MW. La première turbine B01 a été mise en place, sans réelle stratégie de développement de l'entreprise. La priorité était de découvrir le potentiel de développement de l'énergie géothermique sur le site.

**Évolution du développement de la centrale Géothermie Bouillante depuis 1996**



Source : <http://les-smartarids.fr/quadeloupe-renouvelables-mix-geothermie/>

Ce n'est qu'en 1998 que le conseil d'administration de la société a décidé le lancement des 2 forages B04 qui se sont révélés en 2000, très productifs. Une seconde campagne de forages exploratoires fut donc initiée en 2000 afin d'accroître la capacité de la centrale et de mieux exploiter le réservoir disponible. C'est ainsi qu'entre 2000 et 2001 quatre forages furent réalisés ; cette fois-ci d'une capacité de 11 MW a été implantée à la section de Plateau. Puis 4 puits de forage s'en suivirent, constitués de :

- 2 turbines en exploitation, destinées à alimenter le réseau d'EDF pour la distribution d'électricité.
- 2 turbines d'observation de la pression de saturation du réservoir. Il s'agit d'une mesure de sécurité afin de s'assurer que le sol ne s'affaisse pas et éviter un geyser.

Le fluide géothermal ainsi constitué est un fluide diphasique, composé de 60% d'eau salée et de 40% d'eau douce. On parle alors d'eau saline.

En 2005, la centrale possédait alors 3 puits d'exploitation (le premier datant de 1970, les deux suivants en 2005) et 2 puits d'observation (en 2005).

Mais c'est véritablement en 2006, avec l'augmentation du prix de l'énergie, qu'une stratégie de développement a été mise en place avec la mise en place d'une 2<sup>ème</sup> turbine de 11 MW. Cette seconde unité de surface, appelée Bouillante 2, a progressivement porté la production totale à 15 MW, permettant de couvrir environ 6% des consommations électriques de l'île.

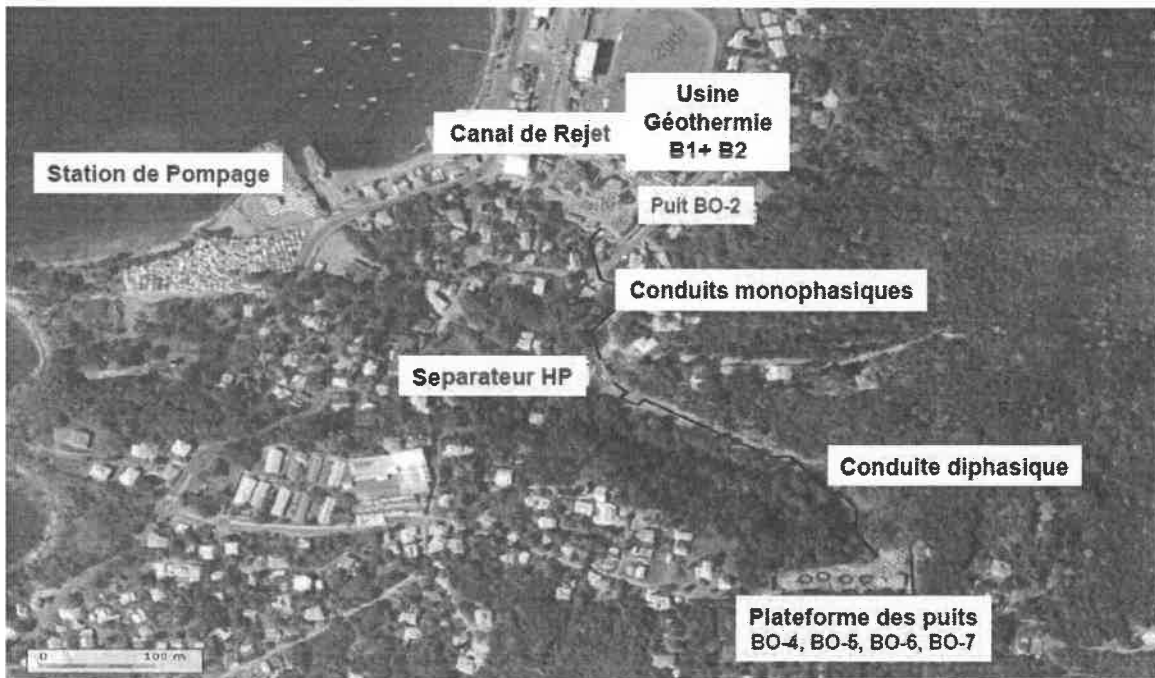


**Centrale Bouillante 2**

Depuis la mise en service de Bouillante 2 en 2003, La centrale dispose aujourd'hui d'une puissance totale de 15 MW, et d'un potentiel de production d'environ 100 000 MWh qui représente entre 5 et 10% de la production électrique de la Guadeloupe selon les années.

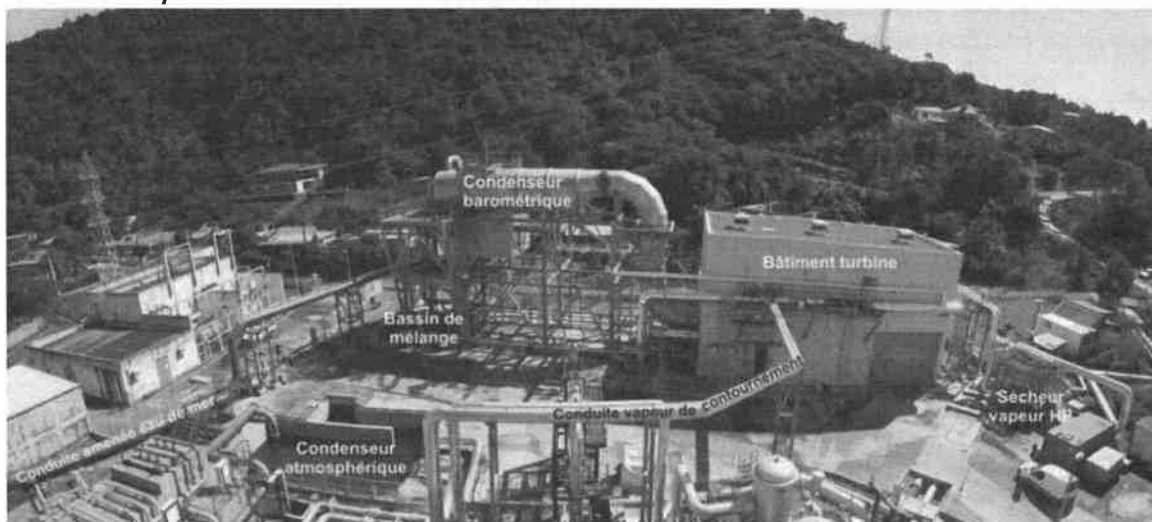
Différents travaux de renouvellement et d'entretien empêchent encore la centrale de livrer son plein potentiel, mais après un creux historique en 2010, à moins de 15 000 MWh de production annuelle, les chiffres sont remontés. En 2016, le site de Bouillante a produit 84 079 MWh, soit 4,69% de la production électrique de la Guadeloupe – record de France, et de très loin.

Cette réussite a transformé Géothermie Bouillante, de simple laboratoire d'expérimentation en une importante centrale d'exploitation géothermique de renommée internationale, et leader dans l'arc antillais. En effet, Bouillante est actuellement la seule centrale électrique géothermique de la Caraïbe, c'est également la première centrale de ce type qui produit industriellement de l'électricité en France.



*Vue aérienne des différents sites*  
*Source : ORMAT-Géothermie Bouillante*

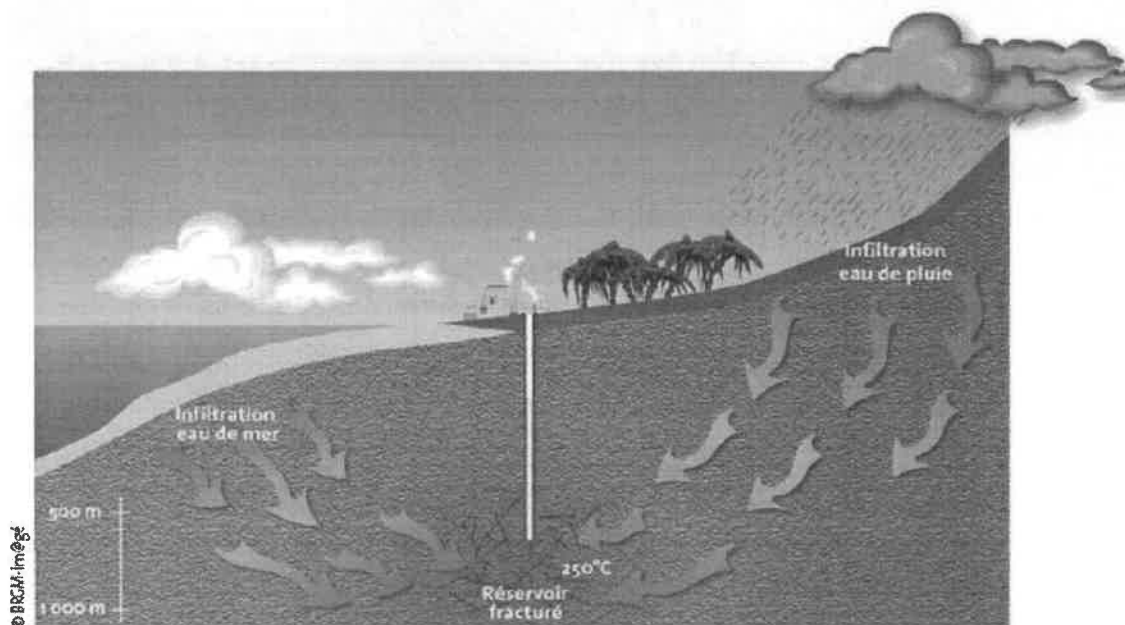
## B. Le système de Géothermie Bouillante



Une centrale géothermique à haute température

Pour capter la chaleur de la Terre, on fore des puits qui font remonter à la tête du puits, un fluide diphasique à 160°C, constitué d'eau et de vapeur sous pression. La particularité de la centrale de Bouillante, réside de la nature du sol volcanique du territoire.

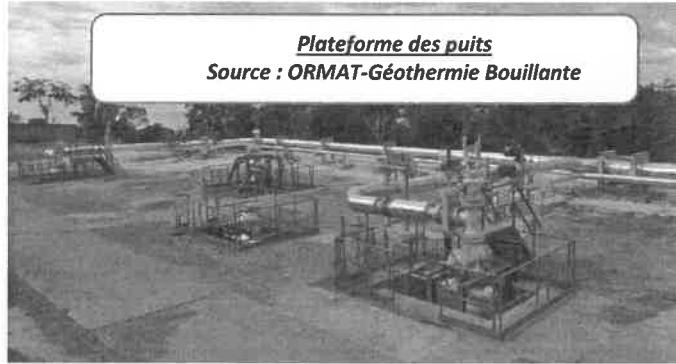
Par conséquent, la centrale de Géothermie Bouillante utilise une énergie géothermique à haute température. En effet, le site se trouve dans une zone où la température atteint 250°C (contrairement à la centrale géothermique de Roissy où le fluide thermique atteint 90 ° C).



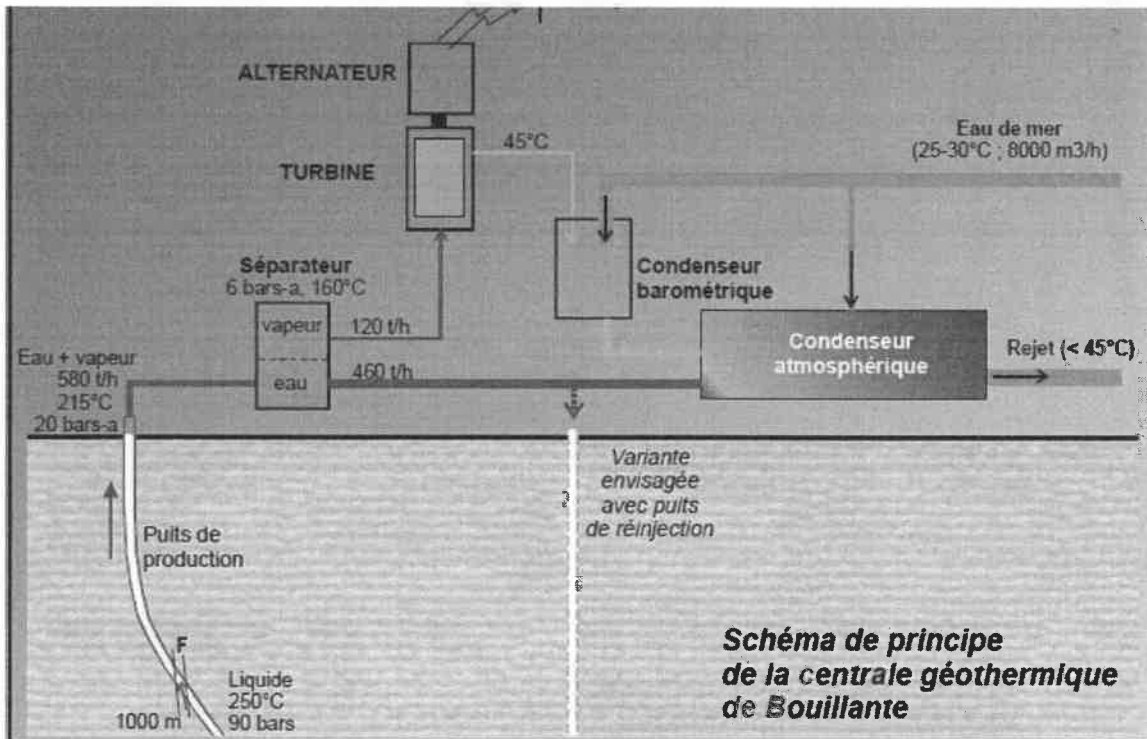
*Modèle simplifié du champ géothermique de Bouillante*  
Source : ORMAT-Géothermie Bouillante

Le 1<sup>er</sup> puits expérimental B01 a été mis en place dans les années 70 pour une profondeur de 350m. Les 2 puits d'exploitation B05 et B06 ont été mis en place en 2005, à 1 100m de profondeur, parallèlement aux 2 puits d'observation B04 et B07, situés à 2 500m de profondeur. Ces 4 puits ont nécessité un forage d'une inclinaison allant de 20 à 30°. Toutefois, le puits B04 se révélait d'un débit insuffisant.

Le 1<sup>er</sup> puits expérimental B01 a été mis en place dans les années 70 pour une profondeur de 350m. Les 2 puits d'exploitation B05 et B06 ont été mis en place en 2005, à 1 100m de profondeur, parallèlement aux 2 puits d'observation B04 et B07, situés à 2 500m de profondeur. Ces 4 puits ont nécessité un forage d'une inclinaison allant de 20 à 30°. Toutefois, le puits B04 se révélait d'un débit insuffisant.



Fonctionnement de la centrale géothermique de Bouillante



Une fois pompé, le fluide diphasique est ensuite envoyé au séparateur qui va séparer l'eau de la vapeur sous pression. Une fois sortie du séparateur :

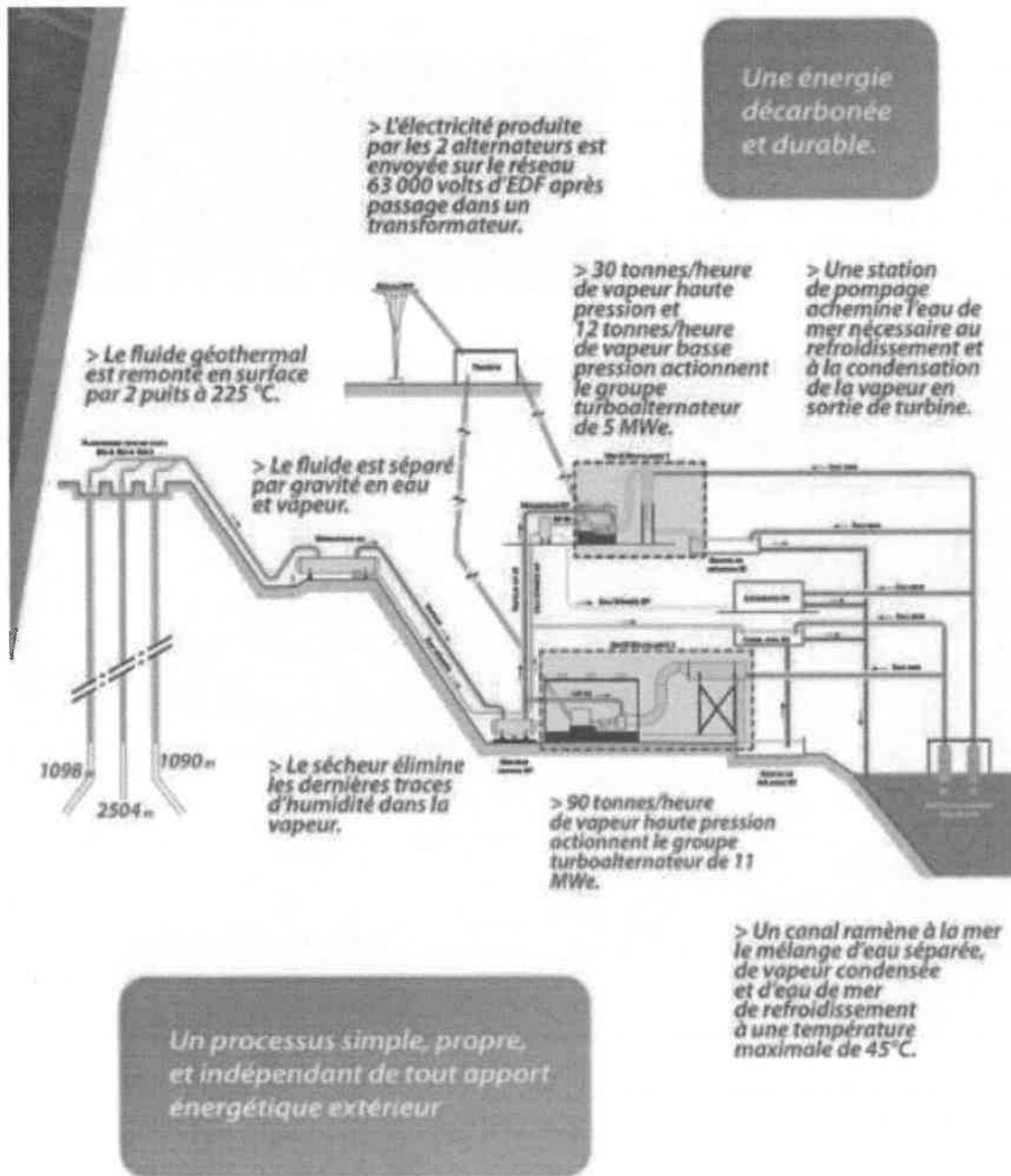
- La vapeur d'eau sous pression est envoyée à la turbine, puis à un condenseur où elle se refroidit avec de l'eau de mer avant d'être qui actionne les hélices de la turbine ; ce qui entraîne l'alternateur - forme d'énorme dynamo - vers le condenseur, pour finalement être renvoyée à la mer à une température <45° comme le prévoit la réglementation.
- Quant à l'eau issue du condenseur, elle est alors réinjectée directement dans le réservoir.

Séparateur de pression ~6.5bar 2 tuyauteries : Vapeur & Eau séparée



Conduite diphasique du fluide géothermal

Une énergie renouvelable propre et durable



Une réinjection partielle du fluide géothermal

La technique d'évacuation de l'eau chaude dans la mer est de moins en moins utilisée. Il est à noter que pas moins de 8 000m<sup>3</sup> d'eau de mer (à 30° C) sont alors puisées pour refroidir cette eau de rétention jusqu'à environ 40°C.

Aujourd'hui, toutes les centrales modernes se dotent d'unité de réinjection afin de maintenir le niveau et la pression du réservoir.

C'est pourquoi, en 2010, la centrale géothermique décida de mettre en place une pompe à réinjection dans le réservoir du 1<sup>er</sup> puits afin de réinjecter le reste de l'eau saline (d'une température > 170°C) qui devait être ensuite séparée dans le bassin de refroidissement à ciel ouvert.

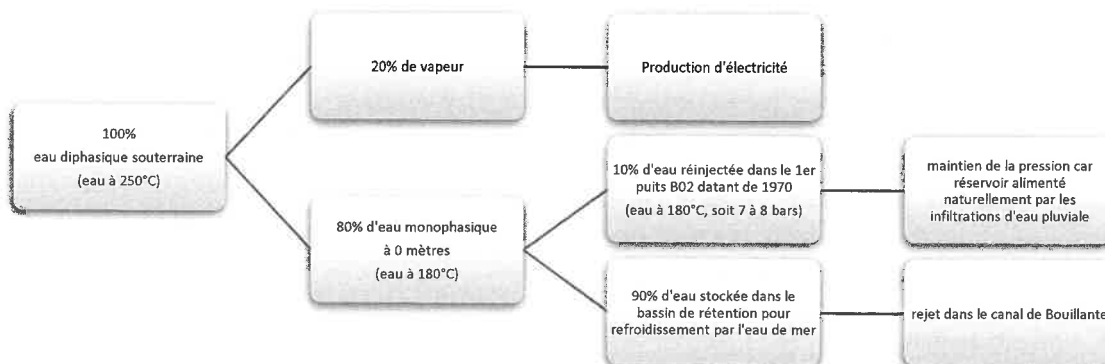


Géothermie Bouillante pratique une réinjection partielle des fluides. Cela consiste à prélever une partie du fluide (de l'ordre de 15% du fluide) qui est habituellement rejeté en mer (après mélange avec de l'eau de mer) pour le réinjecter directement dans le sous-sol. En effet, sur 100 tonnes d'eau, elle ne récupère que 20% de vapeur. On parle alors de récupération de fluide diphasique constitué de 20% de vapeur et de 80% d'eau chaude saline destinée à être séparée par densité.

Cette opération présente de nombreux avantages parmi lesquels

- Une sécurisation du réservoir (risque de steam-cap écarté).
- Un équilibre entre prélèvements et régénération du réservoir

Cependant, cette réinjection partielle présente quelques inconvénients : sur ces 80% d'eau saline, seules 10% sont réinjectées. Cela donna lieu à une eau monophasique d'une température de 180° C. Ce qui représente une perte de charge du fait de la différence de température entre cette eau monophasique à 180°C et la température de l'eau sortie du ventre de la terre qui avoisine les 250°C (soit 25 bars). D'où la nécessité de refroidissement du fluide.



### Schéma récapitulatif de la perte de charge constatée

À terme, cette perte de charge pourrait représenter un risque d'affaissement du sol, voire au pire, la formation d'un geyser.

L'exploitation du réservoir géothermique de Bouillante

Source : ORMAT-Géothermie Bouillante

- Les besoins en vapeur des deux turbines représentent :

Bouillante 1	(4 MW bruts)	33 t/h de vapeur HP (6 bars-a) + 12 t/h de vapeur BP (1,2 bars-a)
Bouillante 2	11 MW bruts	89 t/h de vapeur HP (6 bars-a)
total	15 MW bruts	122 t/h de vapeur HP (6 bars-a)

- **Les débits de production des 2 puits producteurs BO-5 et BO-6** représentent 122 t/h de vapeur HP + 455 t/h d'eau séparée
- **Production**

Depuis 2013, la production a retrouvé un niveau important, même si les travaux de renouvellement et d'entretien n'ont pas permis d'atteindre le potentiel maximal estimé de la centrale.

Même si aujourd'hui, la réinjection partielle permet une exploitation durable, la production reste insuffisante si Géothermie Bouillante envisage un développement stratégique de ses activités. En effet, on a pu observer des baisses de production de la centrale de Bouillante entre 2007 et 2010, liées à des phénomènes conjoncturels. Toutefois, une amélioration de la performance a été constatée comme suit :

- ▶ **Production Juillet 2016** : 10.25MWnet
- ▶ **Production Août 2016** : Augmentation de la production à 13.1MW par une optimisation des puits et une meilleure productivité de la centrale géothermique
- ▶ **Production Décembre 2016** : Augmentation de la production à 14.5MW grâce une modification du système d'informations et une révision de B2
- ▶ **Capacité totale 2018 de l'Usine** : 14.75MW Net
  - B2 : 11.5MW Brut / 10.5MW Net
  - B1 : 4.4MW Brut / 4.25MW Net

17

- **Investissement**

#### **2017 : 3,9M€d'Investissements**

Une stratégie de développement ancrée dans la programmation pluriannuelle de l'énergie de la Région Guadeloupe

La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de Guadeloupe, publiée par décret fixe les principaux objectifs de la politique énergétique de l'archipel pour les six années à venir (2016-2018 et 2019-2023).

Dans ce cadre, la Région Guadeloupe, qui soutient le projet Géothermie Bouillante depuis 2008, place le développement de la filière géothermique au cœur de la stratégie régionale de développement de l'énergie en Guadeloupe. En effet, la région Guadeloupe, envisage la poursuite du développement de la production de la centrale Géothermie Bouillante selon les deux projets majeurs suivants :

- **Le renforcement des capacités de production de l'usine actuelle**
  - ▶ Maintien de l'unité B2 (10 MW) dans sa configuration actuelle ;
  - ▶ Dès 2018, augmentation de la capacité de réinjection pour optimiser la production des unités B01 et B02 ;
  - ▶ Réalisation de nouveaux forages (de production et de réinjection et/ou surveillance), ce qui permettrait notamment de réduire les rejets d'eau chaude en mer ;
  - ▶ Construction d'ici 2023 d'une unité B1bis d'une puissance nette de 12,8 MW destinée à remplacer l'unité B1 actuelle de 4 MW. Ce projet augmenterait la capacité de production d'électricité du site de Bouillante d'une capacité additionnelle comprise entre 5 et 10 MW ;

- ▶ Une éventuelle extension additionnelle de capacité de l'unité B1 d'un maximum de 20 MW pourrait être examinée à un stade ultérieur s'il est confirmé que la ressource géothermique est suffisante pour assurer l'exploitation rentable d'une telle extension.
- **La création d'un nouveau site de production<sup>1</sup>**, le projet de Bouillante 3 : recherche d'un potentiel nouveau site de production au nord de la baie de Bouillante, dans la perspective de construire une nouvelle installation, Bouillante 3, dont la capacité de production pourrait atteindre jusqu'à 20 MW.

La demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers pour la réalisation de nouveaux forages Dans ce contexte, Géothermie Bouillante envisage donc aujourd'hui de forer deux nouveaux puits d'exploitation, et éventuellement un troisième si le résultat de l'un des deux premiers se révélait insuffisant.

L'objectif poursuivi par Géothermie Bouillante est de déployer les moyens techniques pour s'assurer d'une réinjection totale et pérenne dans les 2 puits d'exploitation B04 et B07, ainsi que dans les 2 nouveaux puits B08 et B09 qui font l'objet de cette enquête publique. Voire peut-être la construction d'un troisième nouveau puits B10.

Alors que le premier puits d'exploitation B02, âgé de près de 50 ans, deviendra un puits d'observation jusqu'à son abandon, les nouveaux puits B08, B09 et peut-être B10, d'une longueur forée allant de 1 000m à 1 600m, permettront une réinjection plus rapide du fluide géothermal, à une température supérieure à 100°C.

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 de 3 200 mètres carré ainsi que des aménagements sur des parcelles périphériques.

À 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.

L'intégration de ces nouveaux puits dans la centrale géothermique devrait permettre à Géothermie Bouillante d'accroître la production électrique délivrée sur le réseau d'EDF Guadeloupe.

Les travaux de forage devraient s'étendre sur 6 mois et se dérouler de la manière suivante :

**Planning prévisionnel des travaux de forage envisagés par Géothermie Bouillante**

	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						
Test du premier puits	5						
Ripage de la machine sur 2 <sup>nd</sup> 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						

(Source : Résumé non technique de l'étude d'impact sur l'environnement réalisé dans le cadre du dossier de DAOTM<sup>2</sup> en janvier 2018)

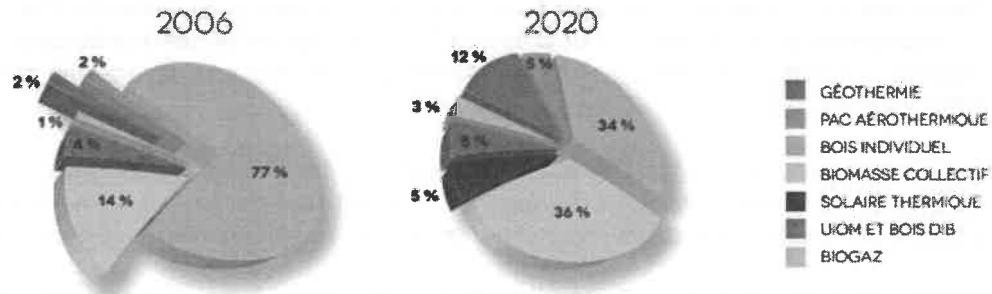
Toutefois, si le résultat de l'un des deux premiers puits était décevant, le forage d'un troisième puits pourrait être envisagé et prolongerait les travaux d'environ 3 mois.

<sup>1</sup> À préciser au nord de la baie de Bouillante

<sup>2</sup> Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers

### C. Les enjeux du projet

#### 1) La géothermie, un moyen de tendre vers une autonomie énergétique

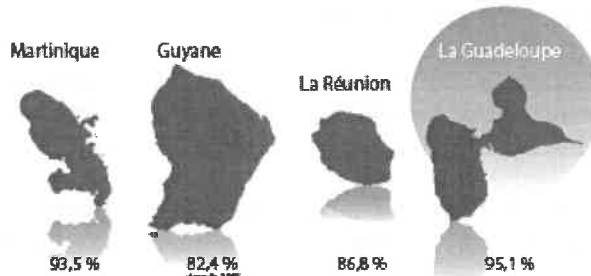


Part de la contribution de chaleur de la filière géothermique en France, parmi les EnR en % des productions  
Source : AFPG

D'une dépendance énergétique de la Guadeloupe constatée ...

L'archipel guadeloupéen, du fait de son caractère insulaire, est qualifié, d'un point de vue énergétique, de Zone Non Interconnectée (ZNI), au même titre que la Martinique, la Réunion, la Guyane ou l'île Maurice.

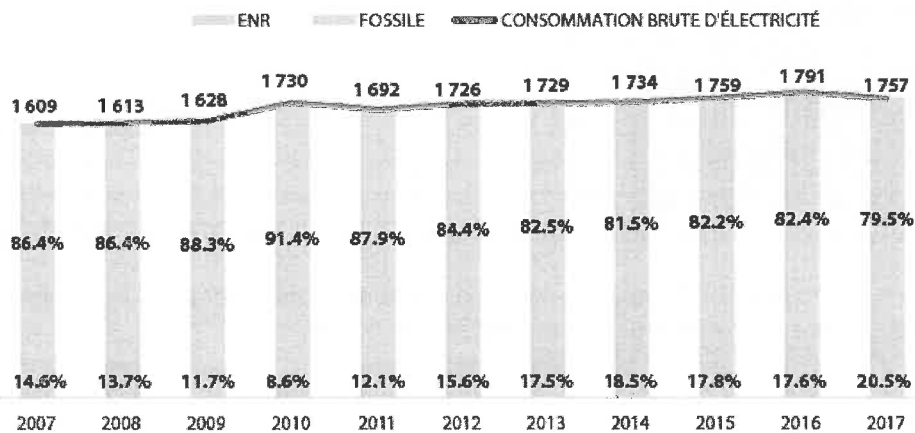
DÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE EN GUADELOUPE									
En 2017 le taux de dépendance énergétique est égal à 94 %.									
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
97%	97%	98%	97%	97%	96%	96%	95%	95%	94%



Comparaison du taux de dépendance énergétique dans les départements d'Outre-Mer en 2016

Source : OMEGA, DER, ONEDD

L'énergie finale consommée sur place ne peut venir que d'une production locale ou d'une importation d'énergie primaire.



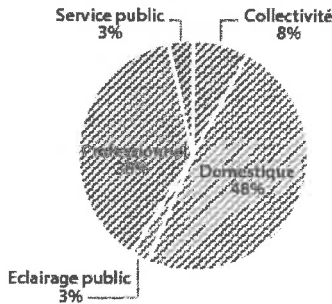
Consommation brute d'électricité en Guadeloupe par type d'énergie : 1 757 GWh (Source : OREC)

**Consommation d'électricité, en GWh.**



Source : EDF, GEOTHERMIE BOUILLANTE, ALBIOMA LE MOULE, ALBIOMA CARAIBES, SYVADE, QUADRAN, EDF EN, SEC  
L'année 2009 a connu une grève générale de 44 jours en Guadeloupe. Le poids conjoncturel de cette grève est évalué à 25 GWh, soit 1,5 % de croissance en moins de 2008 à 2009. Sans la grève générale de 2009, l'énergie livrée est estimée à 1 653 GWh.

La consommation d'électricité par habitant en 2017 : • Brute : 4,42MWh  
• Nette : 3,82 MWh



**Répartition de la consommation brute d'électricité par secteur, 2017**

Source : EDF

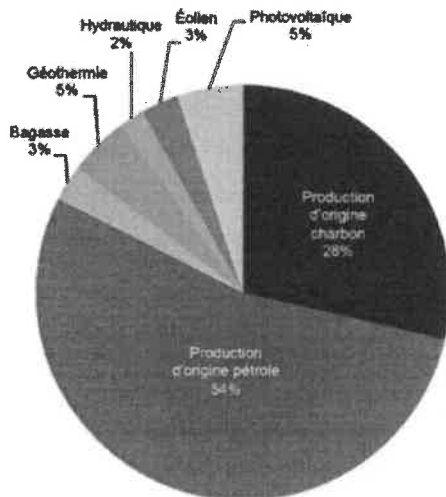
**PODIUM DES ÉNERGIES RENOUVELABLE EN 2017**



Dans le cadre de la PPE (Programmation Pluriannuelle de l'Énergie), il est considéré que les conditions pour engager les travaux d'optimisation et de renforcement des unités de production existantes sur Bouillante sont réunies en 2018.

Si la puissance installée en 2018 ne change pas, l'amélioration des conditions de production contribuera à stabiliser le taux de disponibilité (objectif de 85%) ainsi que le productible associé (objectif de 100 GWh par an.).

...Vers une autonomie énergétique de la Guadeloupe



Aujourd'hui, selon Catherine LUCCIANI, ancienne directrice de l'ADEME Guadeloupe entre 2012 et 2015, la capacité de production électrique de la centrale Géothermie Bouillante s'élève à 15 MW, ce qui représente 4% du mix énergétique de la Guadeloupe. L'augmentation de la capacité de production de la centrale avec le forage de nouveaux puits devrait atteindre 20% du mix énergétique local à l'horizon de 2020.

La PPE prévoit à horizon 2023, une augmentation de la capacité de production installée sur le site du bourg pour atteindre au moins +30 MW (contre 14 MW en 2015).

D'ici 2030, la PPE se fixe comme objectif d'ajouter 20 MW supplémentaires pour atteindre 40 MW de puissance installée en Guadeloupe et compter pour près de 16% de la production livrée au réseau. Et selon Yoan LEGENDRE, géologue au BRGM, un tel projet de développement devrait permettre à terme un

potentiel de production électrique d'environ 30 MW, soit 1/3 d'électricité d'origine géothermique dans le mix énergétique de la Guadeloupe.

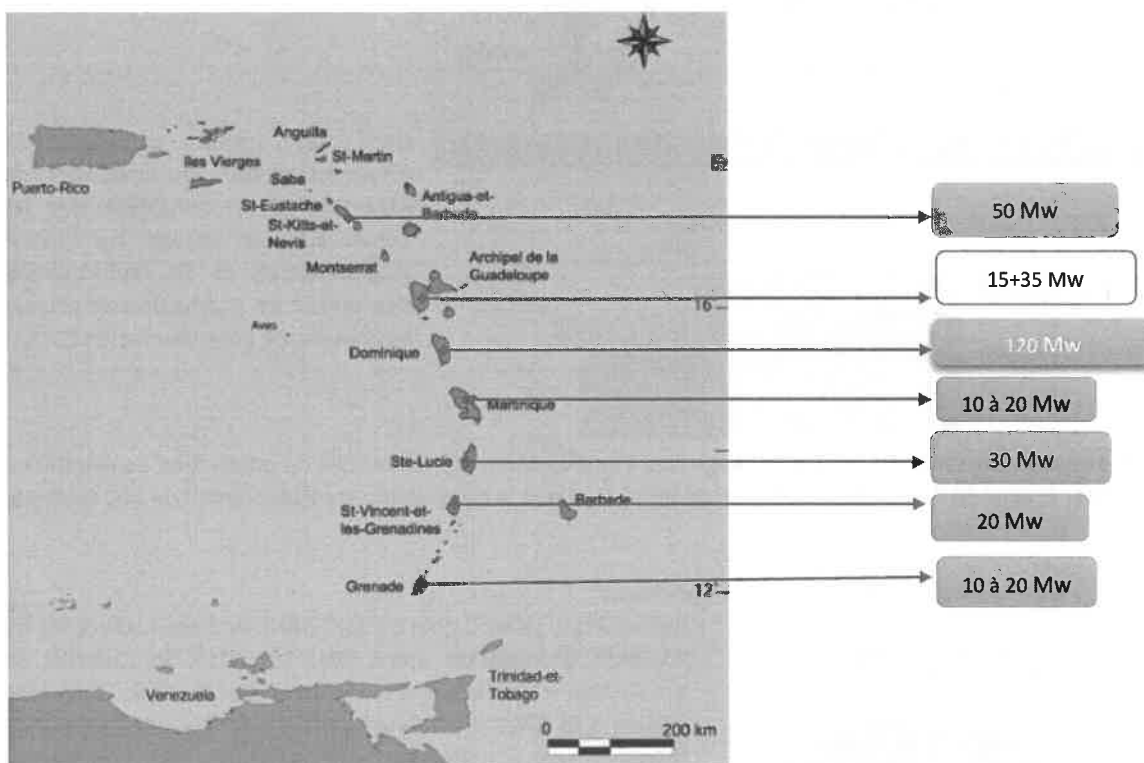
**Part de l'énergie géothermique dans la production totale d'énergie de la Guadeloupe en 2018**  
(Source : <http://les-smartgrids.fr/quadeloupe-renouvelables-mix-geothermie/>)

## 2) La géothermie, un tremplin pour une croissance verte du territoire

Le management de l'énergie représente un puissant moteur de développement économique.

Géothermie Bouillante, un levier de développement économique à l'international dans le bassin caribéen  
 Le développement de la géothermie en Guadeloupe représente un véritable défi. En effet, l'archipel des îles de Guadeloupe, grâce à Géothermie Bouillante, est actuellement précurseur de la maîtrise d'un savoir-faire dans l'arc antillais. Il convient, comme l'indique M. Harry DURIMEL, actuel président de la commission énergie du Conseil Régional de la Guadeloupe, de partager avec nos voisins antillais, un système d'intégration environnemental et d'acceptation sociale.

L'impact sur le développement de la Guadeloupe à l'international est déjà visible dans l'arc antillais :



### Projets de développement de la Géothermie dans l'arc antillais

#### Légende :

	Projet en construction
	Projet avancé
	Programme d'exploration

Depuis 2008, la Région Guadeloupe soutient activement le développement du projet géothermie de la Dominique, notamment par le biais de la mobilisation des fonds européens du programme INTERREG 4 au travers des projets Géothermie Caraïbe Phases 1 et 2 (GC 1 et 2).

Un des enjeux majeur pour le territoire est le développement d'un savoir-faire pouvant s'exporter sur les marchés émergents de la Caraïbe.

Sur la figure ci-contre, on peut observer le projet d'interconnexion électrique inter-île grâce à la géothermie. (Source AFD<sup>3</sup>)

À ce titre et dans le cadre de la mobilisation des fonds européens du programme INTERREG 5, la Région Guadeloupe porte le projet de création d'un centre d'excellence de la géothermie.

Pour ce faire, la Région Guadeloupe envisage de mettre en œuvre les actions suivantes :

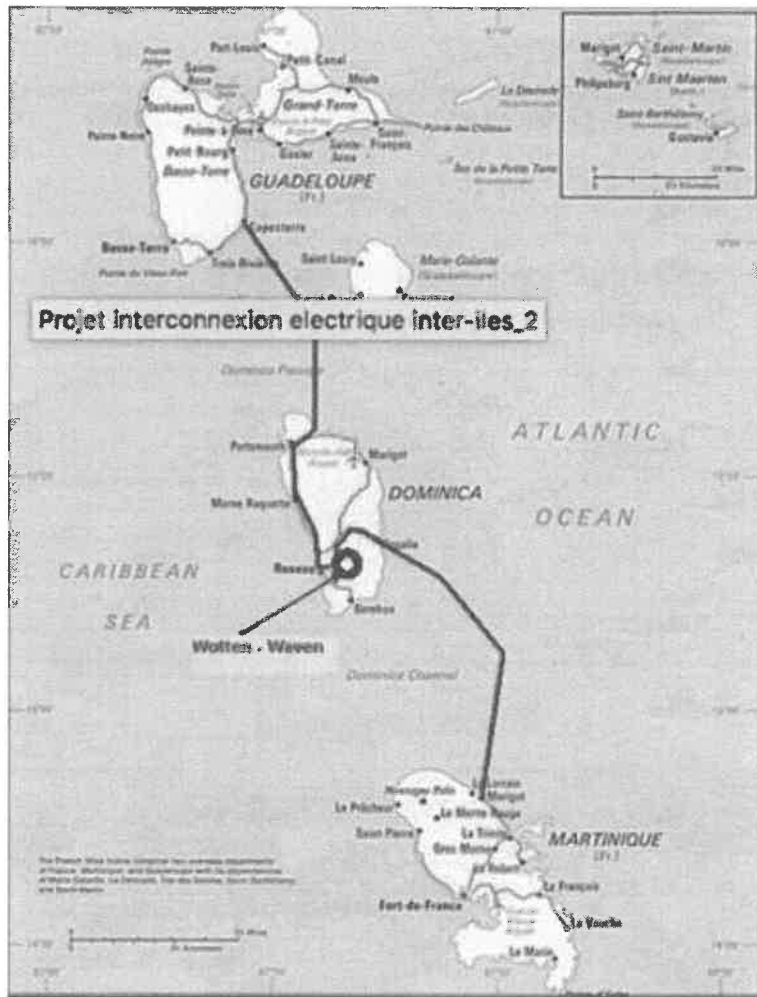
**1. Fiabiliser la production des unités existantes pour améliorer la maîtrise des procédés**

- ▶ Améliorer l'acceptation locale et l'exemplarité des projets
- ▶ Établir un référentiel d'excellence environnementale pour le développement des

- projets géothermiques à l'échelle de la Caraïbe, à l'image de la démarche conduite en Dominique
- ▶ Garantir des retombées économiques locales : financement d'actions sur la commune, pôle de compétence à Bouillante, etc ...
- ▶ Communiquer sur la géothermie et revaloriser son image, notamment à travers le centre d'Excellence.

**2. Soutenir la réalisation des projets**

- ▶ Renforcer le soutien au niveau national pour la revalorisation des tarifs d'achat
- ▶ Accompagner financièrement les projets : montage de prêt avec la BEI, implication des banques et soutien du conseil régional aux négociations entre les exploitants et les établissements bancaires.



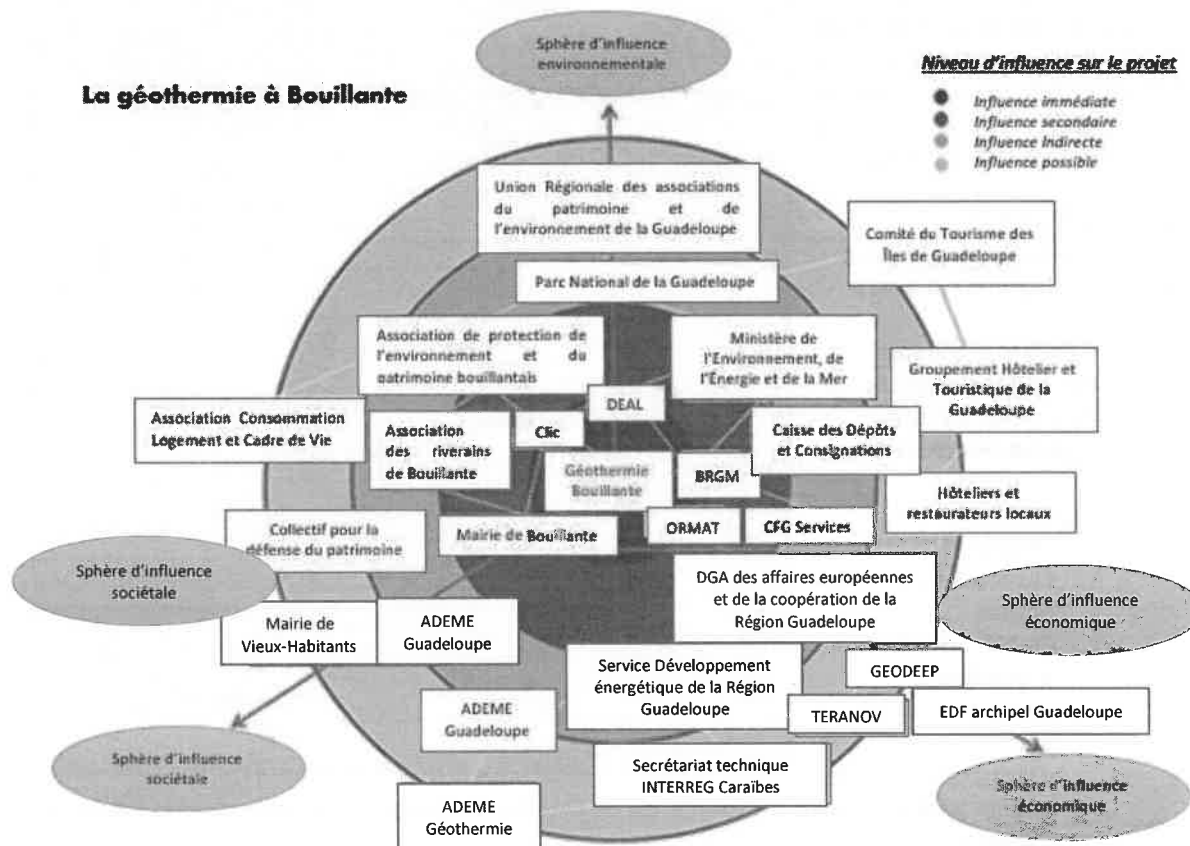
Géothermie Bouillante, un acteur socio-économique incontournable sur le territoire

Le succès de tout projet de développement territorial nécessite son acceptation sociale selon les 5 étapes suivantes :



<sup>3</sup> Agence Française de Développement

Le graphique ci-dessus schématise l'acceptation socio-économique du projet localement, grâce notamment à sa co-construction avec les différents partenaires :



L'impact de la géothermie sur l'emploi est non négligeable en Guadeloupe. Pour preuve, alors que Géothermie Bouillante est l'un des premiers employeurs du territoire, dans le film d'Interreg Caraïbes « Géothermie Bouillante 2 : Produire de l'électricité autrement », force est de constater la fierté des salariés de l'entreprise à contribuer au développement de leur territoire, certains étant en activité depuis la création de l'entreprise.

De plus, selon le Journal des énergies renouvelables, entre 2012 et 2015, la Région Guadeloupe et ses partenaires (Martinique, Ademe, BRGM, gouvernement du Commonwealth de la Dominique, AFD, CDC, groupe ÉS), via le programme Interreg IV Géothermie Caraïbes Phase II, ont rédigé un guide sur l'intégration environnementale de la géothermie en contexte insulaire. (...)

Donc l'acceptabilité sociale a remarquablement été un axe majeur du programme. Plusieurs réunions publiques, que ce soit en Guadeloupe, ou encore à la Dominique, ont informé les habitants des techniques employées.

Par ailleurs, il importe de préciser que ces nouveaux travaux de forage mobiliseront des ouvriers et des techniciens du secteur industriel (génie civil, maçonnerie, chaudronnerie, mécanique, maintenance des équipements industriels, transports et logistique, sécurité, métiers de l'environnement...). Les Secteurs de l'hôtellerie et de la restauration seront aussi mis à contribution. Des emplois temporaires liés au chantier, qui peuvent s'avérer durables si Géothermie Bouillante atteint ses objectifs d'exploitation.



Aujourd'hui, le savoir-faire de Géothermie Bouillante s'exporte à l'international chez nos voisins caribéens. Une opportunité de management à l'international des ressources humaines, favorisée par des actions de coopération bien avancées par la Région Guadeloupe et l'Europe, au travers du programme Interreg Caraïbe.

Géothermie, un levier de développement d'un tourisme industriel

Sylvia PHIBEL PUISSANT la fondatrice de la start-up Caraïbes factory propose d'inscrire Géothermie Bouillante dans le circuit touristique industriel de la Guadeloupe :

*La centrale géothermique de Bouillante produit de l'électricité pour la Guadeloupe à hauteur de 7 %. Cette usine atypique utilise la vapeur d'eau pour produire de l'électricité. C'est la seule centrale géothermique de la France et de la Caraïbe insulaire. Pour parfaire vos connaissances après cette découverte sur terre vous partirez en mer pour explorer les sources chaudes sous-marines de la baie de Bouillante avec un moniteur de plongée agréé. Équipés d'une combinaison de plongée et de palmes, masques et tubas, vous découvrirez les aspects géologiques si spécifiques à la commune de Bouillante.*

Source : <https://guadeloupe-actu.com/caraibes-factory-le-tourisme-guadeloupeen-autrement/>

Comme Caraïbes Factory, cette start-up guadeloupéenne qui innove dans le tourisme industriel, il convient de faire du Patrimoine industriel guadeloupéen l'un des leviers de la stratégie de développement touristique local. Fort est de constater que l'activité est très développée en Europe et en Amérique du Nord, mais très peu dans la Caraïbe. En ce sens, la visite des coulisses de Géothermie Bouillante permettra de mettre en valeur le savoir-faire local et faire de la géothermie, une vitrine de la Guadeloupe au même titre que ses fermes éoliennes ou photovoltaïques, ou encore de ses centrales hydrauliques.

## D. Avantages et inconvénients la géothermie à Bouillante

L'utilisation de l'énergie géothermique implique certains avantages et inconvénients que nous analysons ci-dessous.

Les avantages de la géothermie à Bouillante

24

Cette ressource est particulièrement intéressante étant donné le contexte insulaire de la Guadeloupe :

- Le site de Bouillante est une zone volcanique favorable à l'exploitation de cette énergie dans la mesure où la température dans le sous-sol est très élevée. L'énergie géothermique présente une faible perte de quantité d'énergie thermique lors du transport du sous-sol à la tête de puits et l'impact carbone est nul : Elle produit de faibles émissions de CO<sub>2</sub>.
- Les déchets produits sont minimes et ont un impact moindre sur l'environnement selon l'étude menée par Caraïbe Environnement en 2008. En effet, la technique d'évacuation d'eau chaude n'a eu aucun impact négatif sur l'écosystème marin local.
- Ses coûts de production sont environ de moitié plus faibles que ceux des centrales thermiques fossiles et ne dépendent pas de fluctuation du marché mondial
- L'énergie produite est transportable par une fluide diphasique continu qui induit la régénération de la ressource. Cette dernière se reconstitue intégralement en 50 à 200 ans alors même que la durée d'exploitation est limitée dans le temps (entre 30 à 60 ans).
- L'énergie géothermique est une ressource dont on peut maîtriser pleinement la production puisqu'elle est disponible toute l'année, à l'inverse par exemple du photovoltaïque qui dépend des conditions d'ensoleillement.

En somme, nous dirons que le potentiel électrique d'une telle exploitation est très important et la géothermie représente une énergie alternative non polluante qui, en lien avec d'autres moyens de production électrique renouvelable existant en Guadeloupe (éoliennes, photovoltaïques, hydroliennes, barrages hydrauliques...) permettra de porter la part de production électrique à 1/3 du mix énergétique local, avec une énergie thermique de l'ordre de 30MWth/ unité.

Les inconvénients de la Géothermie à Bouillante

L'énergie géothermie présente les inconvénients suivants :

- Au cours de l'exploitation, on peut assister à des émanations toxiques tel que l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) peut être libéré, détecté par son odeur d'œufs pourris. Pour pallier cette nuisance, Géothermie Bouillante a mis au point un système d'oxydation thermique que j'ai pu constater. Et à aucun moment, les riverains proches ne se sont plaints de cette nuisance olfactive.
- Comme je l'ai mentionné plus haut, les études environnementales n'ont pas fait état de détérioration du paysage ou d'impact négatif sur l'écosystème marin. Toutefois, les nuisances sonores engendrées par l'exploitation de la centrale semblent celles incommodant le plus les riverains, selon les annotations sur le registre d'enquête publique.

Cependant, le principal inconvénient de la géothermie est précisément sa propre nature. Il est nécessaire de l'extraire du sous-sol. Pour cette raison, les premières phases du processus sont longues et coûteuses. Il n'est pas possible d'exploiter cette source d'énergie partout, c'est pourquoi des études préliminaires du BRGM ont été indispensables dans les années 60 pour identifier les caractéristiques géologiques du site.

### III- L'enquête publique

#### A. Le cadre réglementaire

Cette demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers est régie par les textes réglementaires suivants :

- Le code minier ;
- Le code de l'environnement, notamment ses articles R 123-1 et suivants ;
- Le décret n° 80-331 du 7 mai 1980 modifié pour tant règlement général des industries extractives ;
- Le décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockages souterrains et à la police des mines et des stockages souterrains, notamment ses articles 16, 17, 25 et 31 ;
- Le décret ministériel du 17 juin 2009 accordant à la société Géothermie de Bouillante une concession de gîtes géothermiques pour une durée de 50 ans ;
- Le décret n° 2011-2018 du 29 décembre 2011 portant réforme de l'enquête publique relative aux opérations susceptibles d'affecter l'environnement ;
- Le décret numéro 2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les Régions et les Départements.

25

#### B. L'objet de l'enquête publique

L'arrêté préfectoral SG-SCI du 24/09/2018 porte ouverture d'une enquête publique au titre du code minier, sur la demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers (AOTM), en vue de réaliser deux ou trois nouveaux forages et de renforcer les capacités de réinjection dans le réservoir par la pérennisation de la réinjection dans les puits B04 et B07, dans le but d'accroître la capacité de production électrique de la centrale, déposée par la société Géothermie de Bouillante.

Ces travaux miniers concernent le forage des puits B08, B09 et B010 dans le réservoir géothermique de Bouillante, en vue de la production d'électricité.

#### C. Le déroulement de l'enquête publique

##### 1) La désignation du commissaire-enquêteur

C'est par décision n° E1800011/97 en date du 17 mai 2018 du président du tribunal administratif de la Guadeloupe que j'ai été désignée en qualité de commissaire-enquêteur chargé de conduire l'enquête publique concernant cette demande d'autorisation.

## 2) *Le porté à connaissance*

### Communications Radio et TV

Les annonces dans la presse locales et les radios locales ont été demandées par la Préfecture Guadeloupe dans les délais réglementaires. Il a été demandé la diffusion d'un communiqué mentionnant l'ouverture de l'enquête publique, sa durée et ses permanences, sur les ondes des radios locales (RCI et Guadeloupe première) : le vendredi 5 octobre 2018 (2 fois minimum), le lundi 22 octobre 2018 (2 fois minimum) et le lundi 5 novembre 2018 (2 fois minimum). Les factures ayant été adressées directement à Géothermie Bouillante.

La facture des passages radio sur Guadeloupe 1<sup>ère</sup> le 01/11/2018 était d'un montant de 1 865,33€ et celle du passage radio le 07/11/2018 sur RCI s'est élevée à 960,01€.

### Insertions dans la presse locale – Communications Radio et TV

- Deux annonces ont été faites dans le quotidien France-Antilles : la première le 01/10/2018 et la seconde le 22/10/2018, pour un montant total de 1 208,52€
- Une annonce légale a été faite le 06 octobre 2018 dans le Numéro 3196 de l'hebdomadaire Le Progrès social,
- Le vendredi 26 octobre 2018, à la demande de la Région Guadeloupe, suite au séminaire des présidents de régions de France, une réunion d'information a été organisée à l'initiative de la société, avec une visite du site programmée et la mise en place d'un comité de suivi du site pour les travaux à venir. Un retour de presse dans les médias locaux a d'ailleurs eu lieu puisque j'ai pu suivre dans le JT du 20h local les enjeux et impacts attendus du développement de Géothermie Bouillante avec le projet de mise en place des nouveaux puits.

### Affichages

J'ai pu constater la régularité de l'affichage Mairie et ORMAT-Géothermie Bouillante m'a fourni une attestation d'huissier de la conformité de l'affichage sur les différents sites, suite aux remarques que j'ai eu à formuler lors du constat de l'affichage sur site le 02/10/2018.

26

## 3) *Mes visites du site*

J'ai effectué 1 visite du site le mardi 2 octobre 2018 après-midi, avec M. HIRA pour appréhender le projet et vérifier l'affichage, et une autre visite durant l'enquête publique aux alentours du site pour prendre conscience des éventuelles nuisances olfactives et sonores lors du fonctionnement de la centrale.

Lors de la première visite, j'ai visité l'ensemble de la centrale géothermique avec ses différents sites d'exploitation, ainsi que le site de pompage en eau de mer et le rejet en mer.

J'ai pu constater les mesures de sécurité déjà entreprises par Géothermie Bouillante pour les puits en fonctionnement et les puits d'observation.

J'ai également pu noter l'impact faible du projet sur la circulation, du fait du faible nombre de passage de voitures la journée sur la portion de route concernée par les travaux.

Enfin, j'ai pu apprécier le système mis en place par Géothermie Bouillante pour contenir les émanations d'H<sub>2</sub>S ou encore les actions entreprises pour atténuer le bruit sur l'environnement (mur anti-bruit, rachat de la maison la plus proche, ...).

J'ai aussi pu rencontrer différentes équipes chargées de la maintenance des équipements industriels.

Je me suis longuement entretenue avec M. HIRA pour me présenter l'historique de développement du site, le fonctionnement technique, les difficultés rencontrées, les objectifs poursuivis par la demande d'autorisation de forage de deux nouveaux puits. D'ailleurs, je lui ai demandé de me préciser pourquoi il était mentionné l'éventualité de forage d'un troisième puits.

Je l'ai aussi questionné sur les mesures de sécurité envisagées, la concertation entreprise avec la population et la municipalité, l'ancrage du projet dans le développement territorial, tant sur le plan environnemental, socio-économique, touristique et éducatif.

#### *4) Le dossier d'enquête publique*

J'ai récupéré mon dossier à la préfecture et il était identique à celui mis à la disposition du public à la mairie de Bouillante au cours de l'enquête publique.

Le dossier était constitué :

- Du dossier de demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers déposée par Géothermie Bouillante (Janvier 2018). En raison de sa taille, la partie concernant l'étude d'impact tel que défini à l'article R. 122-5 du code de l'environnement n'a pas été intégrée dans ce document et fait l'objet d'un document séparé.
- Du résumé de l'avis de l'autorité environnementale adopté le 4 juillet 2018 sur le projet
- Du rapport de l'ingénieur de l'industrie et des mines transmis avec avis conforme à Monsieur le Préfet de Guadeloupe le 9 août 2018. Ce rapport précise que le dossier déposé par Géothermie Bouillante est complet au regard de l'article 6 du décret n°2006-648 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains. Le dossier est régulier, compte-tenu des différents éléments fournis qui étaient en relation avec l'importance des travaux projetés, avec les incidences prévisibles sur l'environnement, et avec l'importance des dangers de l'installation et de leurs conséquences prévisibles en cas de sinistre, au regard des intérêts visés aux articles L. 211-1 et L. 511-1 du code de l'environnement.
- Du résumé non technique de l'étude d'impact sur l'environnement réalisée dans le cadre d'un premier dossier de demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers déposée par Géothermie Bouillante (Janvier 2018)
- Du résumé non technique de l'étude d'impact sur l'environnement réalisée dans le cadre d'un deuxième dossier de demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers déposée par Géothermie Bouillante (Juillet 2018)
- Le rapport final d'évaluation des aléas naturels dans le cadre de projet de nouveau forage à Bouillante effectué par le BRGM en Janvier 2018.
- Du mémoire en réponse à l'avis de la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) établi sur l'étude d'impact environnemental (avis référencé n°99-MRAe-2018 remis le 04 juillet 2018 à Géothermie Bouillante). Cet avis formule un certain nombre de recommandations à l'intention de Géothermie Bouillante, destiné à compléter l'étude d'impact. Le mémoire rassemble les éléments de réponse apportés par Géothermie Bouillante.
- L'arrêté SG-SCI du 24 septembre 2018 portant ouverture de l'enquête publique.
- L'avis d'enquête publique daté du 24 septembre 2018

27

#### *5) L'accueil du public*

Le siège de l'enquête publique s'est tenu à la mairie de Bouillante, plus particulièrement au premier étage, dans la salle des délibérations.

L'enquête publique, d'une durée de 32 jours, s'est tenue du lundi 22 octobre 2018 au jeudi 22 novembre 2018 inclus.

Durant la durée de l'enquête publique, le registre d'enquête publique a été laissé à la disposition du public au service courrier de la Mairie.

J'ai tenu mes permanences aux dates et heures suivantes :

- Lundi 22 octobre 2018, de 09h00 à 12h00

- Mercredi 31 octobre 2018, de 09h00 à 12h00
- Mardi 13 novembre 2018, de 09h00 à 12h00
- Jeudi 22 novembre 2018, de 14h00 à 17h00

J'ai veillé à varier les jours d'accueil du public pour donner la possibilité au plus grand nombre de venir en mairie.

Lors de l'enquête publique j'ai reçu en face à face 5 administrés :

- M. Georget COEZY, 4<sup>ème</sup> adjoint au maire
- M. Gérard CIALEC, 2<sup>ème</sup> adjoint au maire délégué au tourisme
- M. Jacques COURAQUI, de la société TERRANOV, concurrent de géothermie Bouillante ayant en projet la réalisation d'un projet similaire à Vieux-Habitants
- M. Marc GUILLIOD, conseiller municipal, président de l'UCB (Union des Commerçants de Bouillantes)
- Mme Jeanne PAISLEY, riveraine de Géothermie Bouillante
- M. Martial BALTIMORE, vice-président de l'association « Les riverains de la centrale géothermique de Bouillante ». Ces riverains habitent à Vanier chemin de fifi, soit dans un rayon de 100m de la centrale. Mme PAISLEY fait remarquer que le puits de forage se situe à environ 15m de sa maison.

Je me suis également entretenue avec M. Bernard HIRA, Directeur Qualité Hygiène Santé Environnement de Géothermie Bouillante, ainsi qu'avec M. Etienne NICOLAS, le Directeur par intérim de Géothermie Bouillante. Ces derniers m'ont communiqué les documents relatifs à l'identité de la société (plaquette de présentation d'ORMAT-Géothermie Bouillante) ainsi que le film Interreg 4 « Géothermie Bouillante 2 – Produire de l'électricité autrement ».

Je me suis entretenue avec 2 personnes :

- M. Kévin ABSALON, 7<sup>ème</sup> adjoint au maire, délégué à l'énergie
- Mme Lisette TAILLANDIER, présidente de l'association « Les riverains de la centrale géothermique de Bouillante » et sœur de Mme PAISLEY.

Les élus de la mairie m'ont fait part de l'acceptation locale du projet et l'opportunité d'en faire un levier de développement économique du territoire. M. ABSALON m'a informée qu'une étude avait commandée afin de voir dans quelles mesures la ville pouvait profiter de l'énergie géothermique à des fins de climatisation ou des utilisations thermales. Mais les études menées jusque là n'ont pas été concluantes.

M. CHOURAQUI s'est présenté à deux reprises pour consulter le dossier et trouvait le résumé non technique des études d'impacts insuffisant pour les informations techniques qu'il recherchait. Cependant, il ne m'a à aucun moment posé de questions sur le projet, malgré mon insistance à vouloir l'éclairer.

Concernant les riverains de la centrale (Mmes PAISLEY et TAILLANDIER ainsi que M. BALTIMORE), il ressort des différents entretiens une très grande inquiétude quant aux nuisances sonores induites par le projet. Ils ont vécu les premiers forages, et bénéficient de ce fait, d'un retour d'expérience plutôt traumatisant.

Bien que Géothermie Bouillante leur ait proposé de racheter leur maison, comme cela a été le cas pour la maison la plus proche, Mme PAISLEY a refusé l'offre car elle reste très attachée à cette maison familiale.

Mme PAISLEY, qui habite les lieux depuis 1983 explique qu'au démarrage du premier puits, la nuisance sonore était tolérable. Mais après la construction du second puits, la mesure du bruit indiquait un niveau de 49 db dans sa chambre qui est orientée vers la centrale. Par conséquent, elle indique s'être appareillée et que depuis 3 ans, la climatisation fonctionne 24h/24 puisqu'elle est obligée de fermer les ouvertures de la maison pour atténuer le bruit.

De fait, il apparaît un grand décalage entre le ressenti de riverains et le niveau sonore estimé dans les études d'impacts. Au point que les riverains espèrent que les travaux de forage de la phase d'exploration, ne dépasseront pas la durée prévisionnelle. Mais ils souhaitent surtout que ces travaux soient réalisés seulement de jour jusqu'à 17h00 maximum.

Lors de la phase de réinjection, les riverains présument qu'ils seront quotidiennement victimes du bruit et des vibrations occasionnés par les travaux.

C'est pourquoi, M. BALTIMORE demande à ce que les bruits engendrés par le fonctionnement de la centrale soient réduits à 0db la nuit pour ne pas perturber leur sommeil.

Il importe de dire que les riverains ne sont nullement opposés au projet, et sont conscient de l'enjeu d'un tel projet pour la Guadeloupe. Par ailleurs, ils ont souligné les efforts entrepris par Géothermie Bouillante pour compenser les différentes nuisances olfactives ou sonores. On peut noter :

- Le remplacement des toitures des maisons abîmées par l'H2S : ORMAT aurait participé à hauteur du 1/3 du coût d'achat des tôles
- La mise en place de baies vitrées sur leurs terrasses pour atténuer la pollution par les airs (poussière) et la pollution sonore : la société Eurostore aurait d'ores et déjà pris les mesures pour la fabrication des baies. Toutefois

Ils m'ont fait remarquer, à juste titre, qu'ils habitent un pays tropical et que les baies vitrées entraîneront d'autres gênes, notamment la chaleur dans la maison, et qu'ils verront donc leur facture d'électricité augmenter du fait de l'obligation d'installer la climatisation dans la maison.

Par ailleurs, ces riverains sont pour la plupart des seniors, pour lesquels les difficultés d'endormissement dues au bruit et aux vibrations, peuvent à terme altérer leur santé. Ils ont pu me faire part de gênes oculaires du fait des émanations d'hydrogène sulfuré ou de la poussière.

Compte-tenu de toutes ces remarques, les riverains demandent des mesures de compensation négociables :

- Une exonération fiscale de la taxe d'habitation
- Le renforcement de l'acoustique de la chambre et du salon
- La prise en charge de la réfrigération de la maison par Géothermie Bouillante.

C'est pourquoi, j'ai demandé à Géothermie Bouillante d'apporter des réponses plus claires et plus précises pour tenter de trouver un terrain d'entente avec les riverains.

Enfin, les riverains m'ont assurée que Géothermie Bouillante est venue à leur rencontre lors de réunions de concertation en amont pour leur expliquer les tenants et aboutissants du projet et recueillir leurs doléances.

## ***6) Questions au Maître d'ouvrage***

J'ai posé deux questions à Géothermie Bouillante : l'une sur des mesures liées à l'environnement, l'autre sur le développement territorial.

1. Compte-tenu des craintes formulées par la population, détaillez clairement les mesures préventives et compensatoires que vous envisagez concrètement de mettre en place concernant les nuisances olfactives et sonores qui seront induites par le projet sur les riverains.
2. Montrez l'ancrage qu'aura Géothermie Bouillante sur le développement local après les travaux

Géothermie Bouillante m'a transmis un mémoire-réponse d'une trentaine de pages dans lequel des réponses précises ont été apportées à la population. Des extraits de ce mémoire sont repris dans ce présent rapport, sachant que l'intégralité du mémoire-réponse est annexé au rapport d'enquête publique.



## **CONCESSION DE BOUILLANTE**

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

***Mémoire en réponse aux remarques du commissaire  
enquêteur suite à l'enquête publique***

Décembre 2018

**Géothermie Bouillante  
Le bourg  
97125 Bouillante**







## SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION.....	5
II.	REPONSES CONCERNANT LE BRUIT .....	6
II.1.	Etat initial.....	6
II.2.	La réglementation .....	7
II.2.1	Réglementation relative au personnel du chantier .....	7
II.2.2	Bruit de voisinage.....	8
II.3.	Les nuisances sonores générées par les travaux.....	9
II.3.1	Le fonctionnement d'un chantier de forage.....	9
II.3.2	Les sources de bruit .....	10
II.3.3	Evaluation du niveau de bruit généré par l'appareil de forage .....	10
II.3.4	Populations concernées par les nuisances sonores.....	10
II.4.	Incidence environnementale des travaux de forage sur le bruit .....	11
II.4.1	Incidence environnementale diurne.....	11
II.4.2	Incidence environnementale nocturne.....	12
II.5.	Les mesures correctrices envisagées.....	15
II.5.1	Mesures d'évitement du bruit .....	15
II.5.2	Mesures de réduction du bruit .....	16
II.5.3	Mesures de compensation.....	20
II.6.	Incidence environnementale en phase d'exploitation des puits .....	20
III.	MESURES CONCERNANT LES NUISANCES OLFACTIVES.....	23
III.1.	Introduction .....	23
III.2.	Mesures d'évitement.....	23
III.2.1	Mesure E1 : Contrôle de l'artésianisme du puits.....	23
III.3.	Mesures de réduction .....	24
III.3.1	Mesure R1 : Suppression du gaz H <sub>2</sub> S.....	24
IV.	ANCRAGE DE L'USINE GEOTHERMIQUE DANS LE DEVELOPPEMENT TOURISTIQUE DU TERRITOIRE DE BOUILLANTE.....	25
IV.1.	Introduction .....	25
IV.2.	La situation actuelle.....	25
IV.2.1	Situation actuelle concernant les visites.....	25
IV.2.2	Situation actuelle concernant l'activité de bain de mer .....	26
IV.3.	Situation pendant les travaux de forage .....	27
IV.3.1	Situation concernant les visites .....	27
IV.3.2	Situation concernant les bains de mer .....	27
IV.4.	Situation après la fin des travaux de forage .....	28
IV.4.1	Situation concernant les visites .....	28
IV.4.2	Situation concernant l'activité de bain de mer.....	28



## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des points de mesures acoustiques réalisées par Caraïbes Environnement à proximité et à distance du site des travaux (parcelle AO 196).....	6
Figure 2 : Représentation des niveaux de bruit générés en fonction de la distance par la machine de forage qui sera utilisée, en <i>l'absence de mesures correctrices</i> (Document Ormat).....	11
Figure 4 : Niveaux de bruit diurne mesurés en septembre 2017 et juillet 2018 (centrale en fonctionnement) superposés à la carte du bruit généré par l'appareil de forage (haut) et niveaux d'émergence théorique <i>avant application de mesures correctrices</i> (bas). ....	13
Figure 5 : Niveaux de bruit nocturne mesurés en septembre 2017 et juillet 2018 (centrale en fonctionnement) superposés à la carte du bruit généré par l'appareil de forage (haut) et niveaux d'émergence théorique <i>avant application de mesures correctrices</i> (bas). ....	14
Figure 6 : Exemple de mur anti-bruit mis en place au niveau de la clôture du site de la centrale dans la rue Vanier et qui pourrait être installé en périphérie du chantier de forage pour réduire ses nuisances sonores. ....	17
Figure 7 : Schéma de la ligne d'essai utilisée pour les essais de production de courte durée des puits montrant le dispositif d'injection de soude pour neutraliser le gaz H <sub>2</sub> S si nécessaire (d'après un document de Ormat).....	19
Figure 8 : Photographie aérienne du bourg de Bouillante montrant l'emprise actuelle de la centrale géothermique et celle de la future plateforme d'exploitation des puits BO-8 et BO-9 qui sera reliée à la centrale par un passage en caniveau sous la Rue Vanier. ....	21

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats des mesures acoustiques réalisées autour du site des travaux de forage en septembre 2017, juillet 2018 et octobre 2018 par le Bureau d'Etudes Caraïbes Environnement.....	7
Tableau 2 : Valeurs d'émergences maximales admissibles. ....	8
Tableau 4 : Niveaux d'émergences sonores en périodes diurne et nocturne autour du site des travaux de forage avant application de mesures correctrices, calculés d'après les mesures de bruit ambiant et la carte des niveaux de bruits de l'appareil de forage. ....	15
Tableau 5 : Situation actuelle et situation future des effluents de la centrale de Bouillante rejetés dans la baie de Bouillante. ....	28



## I. INTRODUCTION

Suite au dépôt d'une demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers (DAOTM) en vue de réaliser deux ou trois nouveaux forages (BO-8, BO-9 et BO-10) et de renforcer les capacités de réinjection dans le réservoir par la pérennisation de la réinjection dans les puits BO-4 et BO-7, déposée par la société Géothermie Bouillante, une enquête publique au titre du code minier, d'une durée de 32 jours, s'est tenue à la mairie de Bouillante du lundi 22 octobre au jeudi 22 novembre 2018.

Mme Ruddyse GIRARD a été désignée en qualité de commissaire enquêteur.

A la clôture de cette enquête publique, le commissaire enquêteur a rencontré le porteur du projet Géothermie Bouillante et lui a communiqué les observations du public. Les deux principales inquiétudes de la population portent sur :

- 1- le bruit occasionné aux riverains de Géothermie Bouillante, par la réalisation des travaux et l'exploitation des nouveaux forages. Les riverains souhaitent un arrêt des travaux le soir à partir de 17h00 ainsi que le weekend afin de garantir leur sommeil.
- 2- l'ancrage de l'usine dans le développement touristique du territoire de Bouillante.

Au vu des inquiétudes concernant le bruit, le commissaire enquêteur a souhaité recevoir de la part de Géothermie Bouillante une note technique explicative décrivant avec précision les mesures qui sont envisagées pour atténuer les nuisances sonores et olfactives occasionnées aux riverains proches : actions envisagées, délais de réalisation, personnes ciblées, impacts attendus en termes d'amélioration. Éventuellement un retour d'expérience pour des problèmes similaires.

Concernant l'ancrage territorial de l'usine, le commissaire enquêteur souhaite être informé des d'actions qui pourraient être envisagées pour favoriser le développement d'un tourisme industriel sur le territoire et contribuer à l'attractivité de Bouillante (notamment pour garantir le maintien des bains chauds).

Ce document a pour objet de répondre à ces demandes du commissaire enquêteur.

## II. REPONSES CONCERNANT LE BRUIT

### II.1. ETAT INITIAL

Afin de connaître le niveau sonore du site, Géothermie Bouillante a fait procéder à plusieurs campagnes de mesures acoustiques en septembre 2017, juillet 2018 et octobre 2018. Les résultats de ces campagnes de mesures, dont les deux dernières ont été réalisées après le dépôt du Dossier DAOTM sont récapitulés dans le Tableau 1. Ils permettent de caractériser le niveau de bruit autour du site retenu pour les forages. La Figure 1 indique la position des points de mesures, répartis à proximité et à distance de la zone des travaux.

Les données disponibles concernent le niveau de bruit résiduel (centrale à l'arrêt) et le niveau de bruit ambiant (centrale en fonctionnement). Ce dernier correspond de fait au niveau résiduel qui sera à prendre en compte pour évaluer l'impact sonore des travaux de forage. Le niveau sonore provient essentiellement du fonctionnement de la centrale auquel s'ajoute le bruit de la circulation sur la Route Nationale 2 et le bruit des insectes et autre animaux (la nuit).

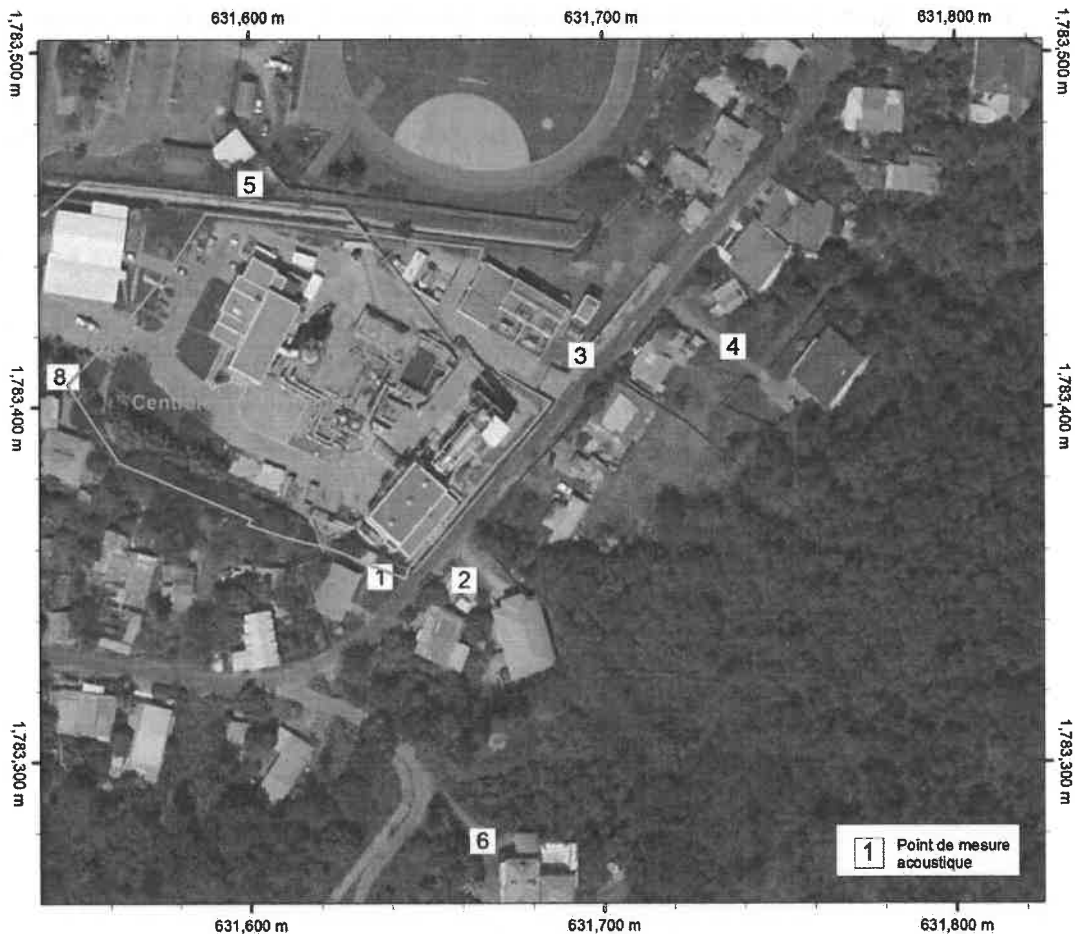


Figure 1 : Localisation des points de mesures acoustiques réalisées par Caraïbes Environnement à proximité et à distance du site des travaux (parcelle AO 196).



		Niveaux sonores dB(A) Centrale en marche		Niveaux sonores dB(A) Centrale en marche		Niveaux sonores dB(A) Centrale à l'arrêt	
		septembre 2017		juillet 2018		octobre 2018	
		jour	nuit	jour	nuit	jour	nuit
Point 1	Coin sud de la centrale	56	64	54	50,5	49	46
Point 2	Maison Laffiteau	58	58	55,5	59	60	59,5
Point 3	Palissade transformateur	61	59	63	56,5	57,5	51,5
Point 4	Maison Paisley	51	55	54	55	60,5	53
Point 5	Stade	57	57	60	60	48	46
Point 6	Maison Taillandier	50	62	51,5	53,5	53	51
point 8	Maison Reculard			56	56,5	54	52

Tableau 1 : Résultats des mesures acoustiques réalisées autour du site des travaux de forage en septembre 2017, juillet 2018 et octobre 2019 par le Bureau d'Etudes Caraïbes Environnement.

En ce qui concerne le bruit ambiant (centrale en marche), les niveaux sonores mesurés de jour et de nuit sont à peu près équivalents sauf pour deux points (points 1 et 6) où le niveau sonore nocturne est nettement plus élevé. Ceci est probablement lié aux bruits des animaux.

En ce qui concerne le bruit résiduel, les niveaux sonores mesurés sont assez disparates. Au niveau de certains points, le bruit résiduel est équivalent au bruit ambiant (Points 2, 6, 8). Pour d'autres, le bruit résiduel est nettement inférieur au bruit ambiant (Points 1, 5). Enfin, pour certains points, les niveaux sonores de jour et de nuit sont très contrastés (Points 3, 4).

## II.2. LA REGLEMENTATION

### II.2.1 Réglementation relative au personnel du chantier

L'article 3 du Titre : bruit BR-1-R du Règlement Général des Industries Extractives (RGIE) indique que l'exposition au bruit doit demeurer à un niveau compatible avec la santé des personnes, notamment avec la protection de l'ouïe.

Les niveaux sonores à partir desquels des dispositions particulières doivent être prises sont respectivement de :

- 85 dB(A) pour le niveau d'exposition sonore quotidienne ;
- 135 dB(A) pour le niveau de pression acoustique de crête.

L'article 8 de ce même titre indique que lorsque l'exposition sonore quotidienne dépasse le niveau de 85 dB(A) ou lorsque la pression acoustique de crête dépasse le niveau de 135 dB(A), le personnel doit être informé, avec le concours du médecin du travail. Cette information est donnée soit au moyen d'une notice distribuée périodiquement, soit à l'occasion de séances d'information organisées à cette fin portant sur :



- les risques résultant, pour l'ouïe, de l'exposition au bruit ;
- les moyens pouvant être mis en œuvre pour lutter contre le bruit et contre ses effets ;
- le rôle de la surveillance médicale de la fonction auditive.

L'article 12 indique que lorsque l'exposition sonore quotidienne subie par une personne dépasse le niveau de 85 dB(A) ou lorsque la pression acoustique de crête dépasse le niveau de 135 dB(A), des protecteurs individuels doivent être mis à sa disposition.

Cet article précise également que lorsque l'exposition sonore quotidienne subie par la personne dépasse le niveau de 90 dB(A) ou lorsque la pression acoustique de crête dépasse le niveau de 140 dB(A), l'exploitant prend toutes les dispositions pour que les protecteurs individuels soient utilisés.

### II.2.2 Bruit de voisinage

La réglementation applicable aux travaux de forage s'appuie sur le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique (dispositions réglementaires).

Il est à souligner que l'indicateur principal de gêne retenu par ce décret est l'émergence sonore, c'est-à-dire la différence entre le niveau de bruit ambiant (obtenu lorsque l'installation est en fonctionnement) et le niveau de bruit de fond résiduel (état initial avant présence de l'installation). L'indicateur de niveau de bruit retenu est le  $L_{Aeq}$  évalué sur une durée d'au moins trente minutes. Les mesures doivent se conformer à la norme NFS31-010 remise à jour en décembre 1996. L'émergence est déterminée dans les zones à émergence réglementée, c'est-à-dire au niveau des zones constructibles définies par le PLU ou encore au niveau des habitations existantes (à l'intérieur des locaux).

Ce décret donne des valeurs maximales admises pour l'émergence (bruit de voisinage) dès que le niveau de bruit ambiant est supérieur à 30 dB(A) (Cf. Tableau 2). Pour les valeurs inférieures à 30 dB(A), l'émergence sonore ne sera pas recherchée.

Niveau de bruit ambiant au point de mesure, incluant le bruit de l'établissement	Emergence admissible de 7h à 22h, sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible de 22h à 7h, plus dimanches et jours fériés
Supérieur ou égal à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 2 : Valeurs d'émergences maximales admissibles.

L'article R. 1334-33 précise que l'émergence sonore pourra être majorée selon la durée d'apparition du bruit de chantier. La majoration ne pourra cependant excéder 5 dB(A).

L'article R.1334-36 et l'article 2 du paragraphe 3 précise que si le bruit (...) a pour origine un chantier de travaux public ou privé (...), l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :

- le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes (...);
- l'insuffisance des précautions appropriées pour limiter ce bruit ;
- un comportement anormalement bruyant.



Est puni de la peine d'amende prévue pour les contraventions de 5<sup>ème</sup> classe : (...)

- le fait (...) de ne pas respecter les conditions de leur réalisation (...) fixées par les autorités compétentes, de ne pas prendre les précautions appropriées pour limiter le bruit (...).

Le matériel mis en œuvre pour le forage devra être conforme aux normes et en particulier :

- à la réglementation du bruit de matériels et engins de chantier (Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie – Service de l'Environnement Industriel- février 1980) ;
- aux consignes de sécurité d'un forage de la Chambre Syndicale de la Recherche et de la Production en Pétrole et Gaz Naturel.

### **II.3. LES NUISANCES SONORES GENEREES PAR LES TRAVAUX**

#### **II.3.1 Le fonctionnement d'un chantier de forage**

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 24h sur 24h.

Par ailleurs, l'activité du chantier varie au fur et à mesure que le puits s'approfondit, avec une succession de phases différentes:

- ✓ phase de foration (=action de forer le terrain) ;
- ✓ phase de circulation du fluide de forage pour évacuer les déblais de roches forées et nettoyer le puits ou pour procéder à des mesures ;
- ✓ phase de pose des cuvelages dans le puits ;
- ✓ phase de cimentation de ces cuvelages par injection de ciment dans l'espace annulaire, phase de test des équipements de sécurité comme les BOP (Blocs Obturateurs de Pression) ;
- ✓ etc...

Ces différentes phases vont s'enchaîner tout au long de la réalisation du puits et générer des niveaux sonores variables. Certaines phases comme la foration ou la pose de cuvelages seront les plus bruyantes ; d'autres comme les phases de cimentation seront plus calmes. Le planning de ces phases est dicté par l'avancement du forage et par les difficultés rencontrées et il n'est pas possible de les programmer à l'avance. Toutefois, lorsque cela est possible et ne met pas en jeu la sécurité du puits, le maître d'œuvre et l'entreprise de forage essaient de planifier les travaux les plus bruyants en dehors des périodes où l'impact sonore sera le plus élevé pour les riverains (nuit et week-end par exemple).

Des arrêts temporaires des travaux peuvent survenir en cas de panne technique ou de défaut d'approvisionnement d'un produit ou de carburant par exemple. Mais ces arrêts sont souvent subis et là encore non programmés.



### II.3.2 Les sources de bruit

Les nuisances sonores générées par le chantier seront liées principalement à l'utilisation de moteurs et de compresseurs qui fonctionneront en continu 24h/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.

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

La circulation des véhicules lourds constitue également une nuisance sonore ponctuelle au niveau des voies d'accès au chantier.

### II.3.3 Evaluation du niveau de bruit généré par l'appareil de forage

La Figure 2 illustre les niveaux de bruits générés par la machine de forage qui sera utilisée en fonction de la distance :

- 84 dB(A) au niveau de la machine de forage ;
- 72 dB(A) à une distance de 15 mètres ;
- 67 dB(A) à une distance de 30 mètres ;
- 65 dB(A) à une distance de 45 mètres et 60 mètres.

Ces niveaux de bruits ont été reportés sur une photographie aérienne du site afin de visualiser l'impact au niveau des riverains. On constate ainsi que quelques riverains pourraient être exposés à un niveau de bruit de l'ordre de 65 dB en *l'absence de mesures correctrices*.

A titre d'information, le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** rappellent quelques niveaux sonores auxquels nous sommes exposés dans la vie quotidienne. Un niveau sonore de 65 dB correspond au niveau de bruit dans un bureau ou dans une salle de classe.

### II.3.4 Populations concernées par les nuisances sonores

Les populations concernées comprennent :

- le personnel travaillant sur le chantier de forage, exposé en permanence au bruit, et qui disposera de moyens de protections spécifiques (casques antibruit, bouchons d'oreilles notamment) ;
- les riverains proches du site des travaux ;
- les visiteurs occasionnels du chantier de forage ;
- Les piétons empruntant les voies de circulation à proximité des chantiers de forages.



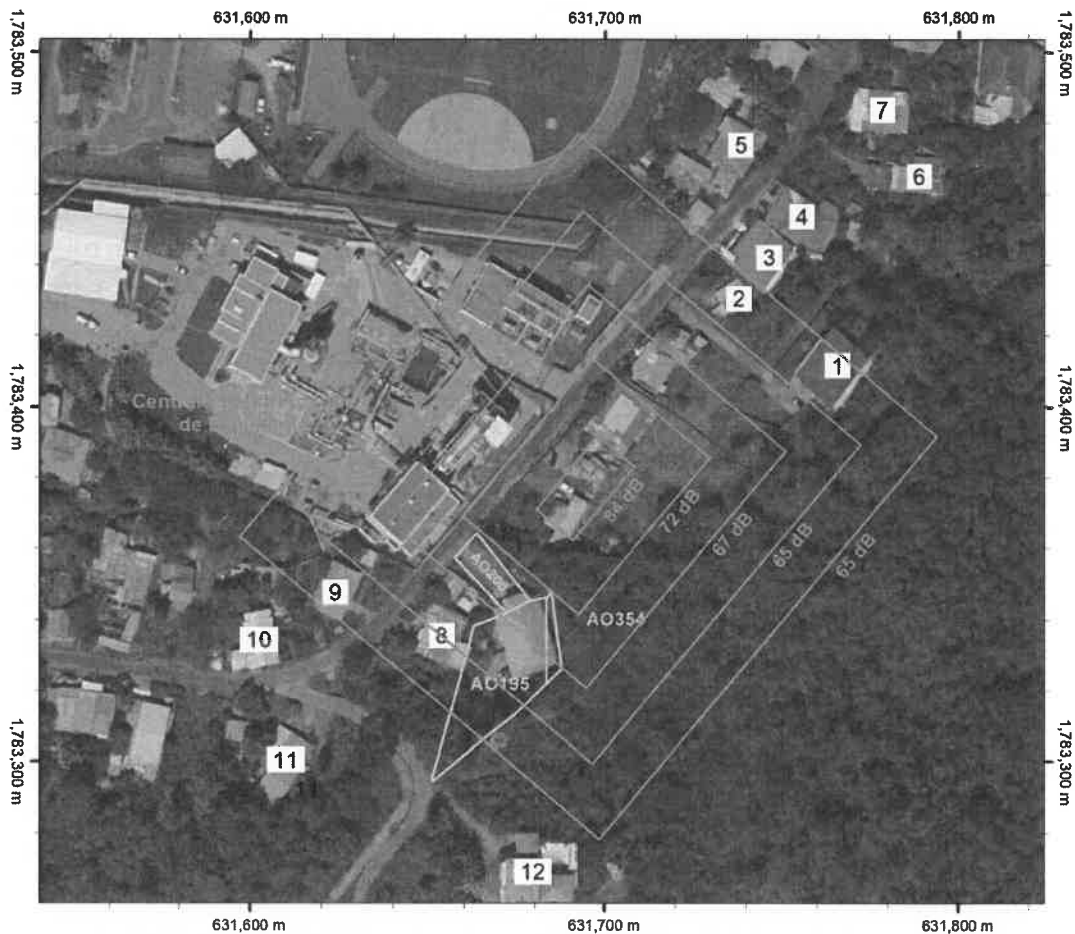


Figure 2 : Représentation des niveaux de bruit générés en fonction de la distance par la machine de forage qui sera utilisée, en *l'absence de mesures correctrices* (Document Ormat).

#### II.4. INCIDENCE ENVIRONNEMENTALE DES TRAVAUX DE FORAGE SUR LE BRUIT

Le niveau sonore mesuré avec la centrale en fonctionnement doit être considéré comme le niveau de bruit au niveau du site retenu pour les travaux de forage et aux alentours (voir Tableau 1).

##### II.4.1 Incidence environnementale diurne

Afin d'évaluer l'incidence environnementale des travaux, les mesures de bruit effectuées autour du site de forage en période diurne ont été superposées à la carte de niveaux de bruit générés par l'appareil de forage (Figure 3). Ceci a permis d'évaluer les niveaux d'émergences théoriques, qui ont été reportés sur la Figure 3 et dans le Tableau 3. Pour l'ensemble des points de mesures situés en zone d'émergence réglementée (ZER), on constate que les niveaux d'émergences diurnes *avant application de mesures correctrices* sont compris entre 9 dB(A) et 14 dB(A), et donc supérieurs au seuil réglementaire de 5 dB(A) (cf. § II.2.2.).



#### II.4.2 Incidence environnementale nocturne

De la même façon, afin d'évaluer l'incidence environnementale des travaux en période nocturne, les mesures de bruit effectuées autour du site de forage en période nocturne ont été superposées à la carte de niveaux de bruit générés par l'appareil de forage (Figure 4. Ceci a permis d'évaluer les niveaux d'émergences théoriques, qui ont été reportés sur la Figure 4 et dans le Tableau 3. Pour l'ensemble des points de mesures situés en zone d'émergence réglementée (ZER), on constate que les niveaux d'émergences nocturnes ***avant application de mesures correctrices*** sont compris entre 1 dB(A) et 15 dB(A), et donc la plupart du temps supérieurs au seuil réglementaire de 3 dB(A) (cf. § II.2.2.).

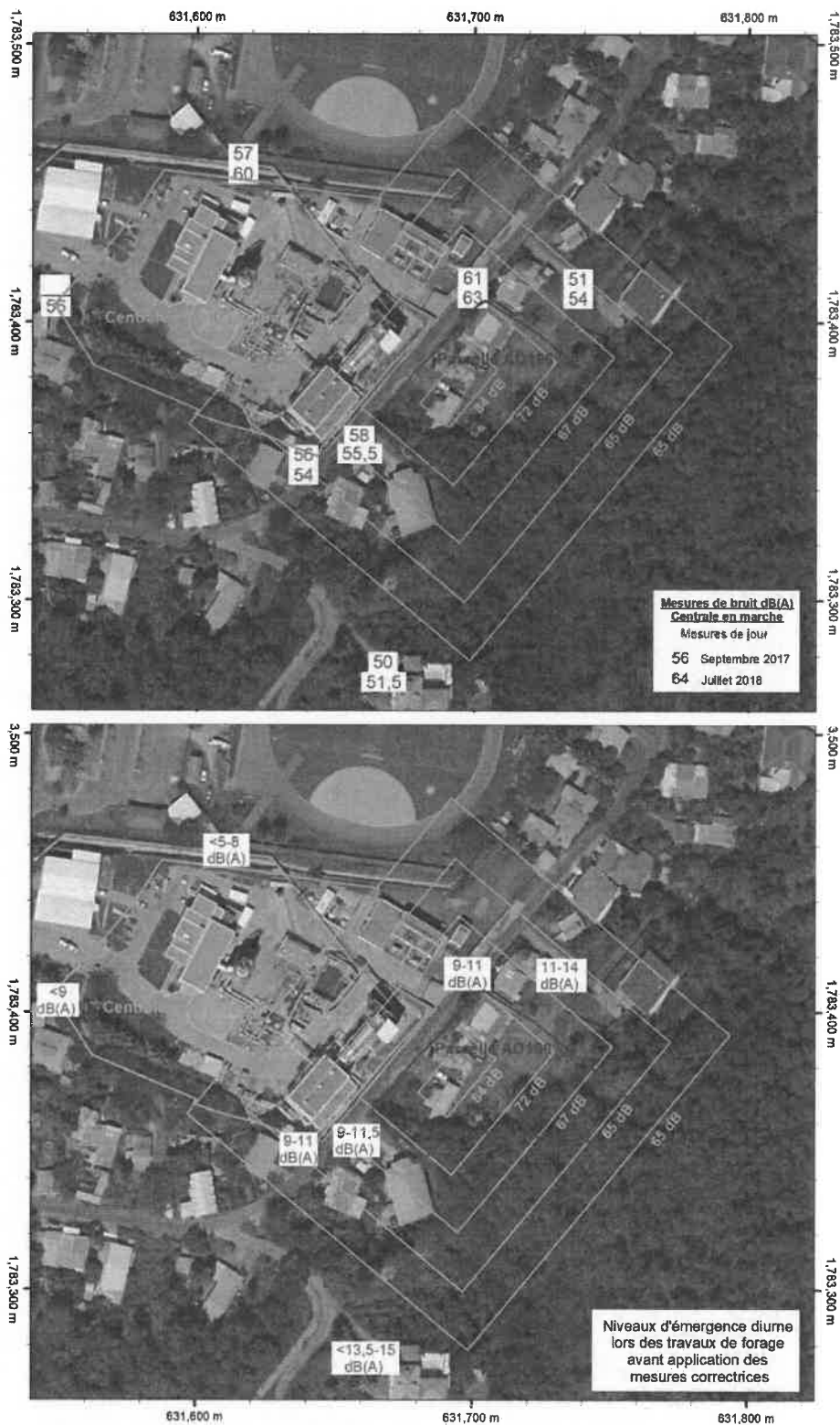


Figure 3 : Niveaux de bruit diurne mesurés en septembre 2017 et juillet 2018 (centrale en fonctionnement) superposés à la carte du bruit généré par l'appareil de forage (haut) et niveaux d'émergence théorique *avant application de mesures correctrices* (bas).

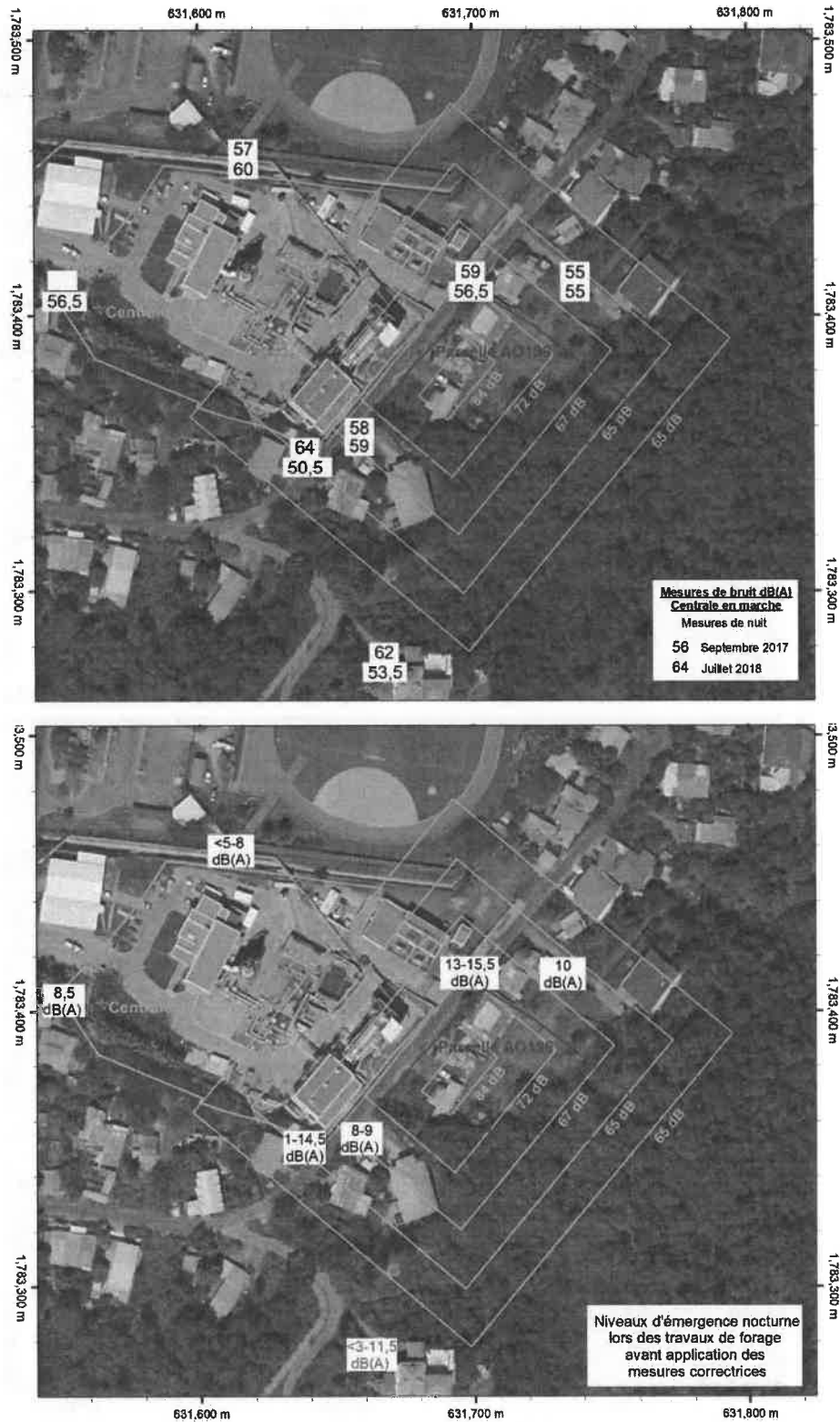


Figure 4 : Niveaux de bruit nocturne mesurés en septembre 2017 et juillet 2018 (centrale en fonctionnement) superposés à la carte du bruit généré par l'appareil de forage (haut) et niveaux d'émergence théorique *avant application de mesures correctrices* (bas).



		niveaux d'émergence diurne dB(A)	niveaux d'émergence nocturne dB(A)
Point 1	Coin sud de la centrale	9 - 11	1 - 14,5
Point 2	Maison Laffiteau	9 - 11,5	8 - 9
Point 3	Palissade transformateur	9 - 11	13 - 15,5
Point 4	Maison Paisley	11 - 14	10
Point 5	Stade	< 5-8	< 5 - 8
Point 6	Maison Taillandier	< 13,5 - 15	< 3 - 11,5
point 8	Maison Reculard	< 9	8,5
	Seuils réglementaires	5	3

Tableau 3 : Niveaux d'émergences sonores en périodes diurne et nocturne autour du site des travaux de forage avant application de mesures correctrices, calculés d'après les mesures de bruit ambiant et la carte des niveaux de bruits de l'appareil de forage.

## II.5. LES MESURES CORRECTRICES ENVISAGÉES

Dans la mesure où les niveaux d'émergences évalués précédemment dépassent les seuils réglementaires (cf. Tableau 3 ci-dessus), Géothermie Bouillante a prévu de mettre en œuvre un certain nombre de mesures correctrices afin de limiter l'incidence environnementale du bruit pour les riverains pendant les travaux de forages des puits BO-8, BO-9 et BO-10.

Certaines de ces mesures sont déjà programmées et seront mises en place avant les travaux à titre préventifs ou pendant les travaux à titre curatif. D'autres sont envisagées et seront mises en œuvre si elles apparaissent nécessaires à la réduction du bruit généré par les travaux.

### II.5.1 Mesures d'évitement du bruit

#### ***II.5.1.1 Mesure E1 : Travaux bruyants décalés dans le temps***

Comme indiqué précédemment, il n'est pas possible techniquement de programmer un arrêt temporaire des travaux tous les soirs et une reprise le lendemain matin. Toutefois, lorsque cela sera possible sans mettre en jeu la sécurité du puits, Géothermie Bouillante s'engage à planifier les travaux particulièrement bruyants (pose des cuvelages par exemple) en période diurne et au cours de la semaine, et en évitant les périodes où l'impact sonore sera le plus élevé pour les riverains (nuit et week-end).

De même, les activités non urgentes (évacuation des déchets par exemple), seront réalisées uniquement le jour afin de limiter l'impact sonore du chantier la nuit.

Ces mesures bénéficieront à l'ensemble des riverains. Elles réduiront de façon importante l'incidence environnementale du chantier, qui conservera cependant quelques moteurs ou pompes en fonctionnement pour la sécurité du puits. L'amélioration attendue est de l'ordre de 5 à 10 dB(A).



Ces pratiques sont souvent mises en œuvre sur les chantiers de forage se déroulant à proximité de zones habitées. Elle représente un coût important pour le maître d'ouvrage car elle peut allonger la durée totale du chantier et donc son coût de l'ordre de 5 à 10%.

#### **II.5.1.2 Mesure E2 : Restriction de circulation**

La circulation des véhicules des personnels et des fournisseurs sera interdite au niveau des abords du chantier et de la rue Vanier la nuit, le dimanche et les jours fériés, sauf en cas d'urgence ou de nécessité concernant la sécurité des travaux. L'entrée du personnel sur le chantier se fera par le portail qui donne sur la Rue Vanier.

Cette mesure bénéficiera à l'ensemble des riverains de la rue Vanier. L'amélioration attendue est de l'ordre de 10 à 20 dB(A).

#### **II.5.1.3 Mesure E3 : Restriction des klaxons et avertisseurs**

L'usage des klaxons et avertisseurs sonores sur le chantier sera proscrit excepté pour la prévention ou le signalement d'accident.

De même, il sera demandé aux personnels de réduire au maximum le bruit dans leur activité, y compris les bruits de discussions.

Cette mesure bénéficiera principalement aux riverains les plus proches du chantier. L'amélioration attendue est de l'ordre de quelques dB(A).

### **II.5.2 Mesures de réduction du bruit**

#### **II.5.2.1 Mesure R1 : Conformité des engins et moteurs**

Pour réduire les nuisances sonores, les engins de chantier répondront aux normes antibruit en vigueur (circulaire relative aux bruits émis par des engins de chantier du 16 mars 1978).

Les moteurs seront systématiquement capotés.

Cette mesure bénéficiera à l'ensemble des riverains. L'amélioration attendue est de l'ordre de 5 à 10 dB(A).

#### **II.5.2.2 Mesure R2 : Implantation optimale de la machine de forage**

Pour limiter le bruit de la machine de forage, elle sera implantée de manière optimale en orientant ses moteurs le plus loin possible des habitations riveraines. Son implantation tiendra compte également des écrans naturels tels que le bâtiment de l'unité Bouillante 2 pour limiter la propagation du bruit à distance du chantier.

Cette mesure bénéficiera à l'ensemble des riverains. L'amélioration attendue est de l'ordre de 5 à 10 dB(A).

#### **II.5.2.3 Mesure R3 : Isolation phonique au niveau des sources de bruit du chantier**

Géothermie Bouillante envisage de mettre en place des écrans sonores ou murs anti-bruit en bordure du chantier ou au niveau de sources de bruit particulière, afin de limiter la propagation du son et ainsi de réduire les nuisances sonores aussi bien pour les riverains proches et lointains. Le mur anti-bruit qui a été installé en bordure du site le long de la rue Vanier (voir Figure 5) et qui



permet de réduire le niveau sonore de la centrale de 10 dB(A) environ, est un exemple de mur que Géothermie Bouillante envisage de construire.

Le nombre et le positionnement de ces murs anti-bruit sera arrêté lorsque le plan de la plateforme de forage sera définitif et que l'emplacement des principales sources de bruit vis-à-vis des proches riverains sera bien appréhendée. Il s'agit de structures légères dont la mise en œuvre peut être rapide.

Cette mesure bénéficiera à l'ensemble des riverains et plus particulièrement aux riverains les plus proches. L'amélioration attendue est importante et de l'ordre de 10 dB(A). Le bénéfice risque toutefois d'être inférieur pour les quelques riverains proches situés en hauteur par rapport au site des travaux.

La mise en place de murs anti-bruit est une mesure qui a parfois été mise en place pour des chantiers de forage géothermiques situés à proximité immédiate d'habitations dans la région parisienne. Différents types de matériaux ont été utilisés (containeurs, talus de terre, matériaux absorbants,...). Le choix est généralement dicté par l'espace disponible et la distance entre le chantier et les riverains. Dans le cas de Bouillante, l'espace disponible au niveau de la plateforme et autour est réduit et la solution d'un mur anti-bruit constitué de matériaux absorbants semble être la plus pertinente.

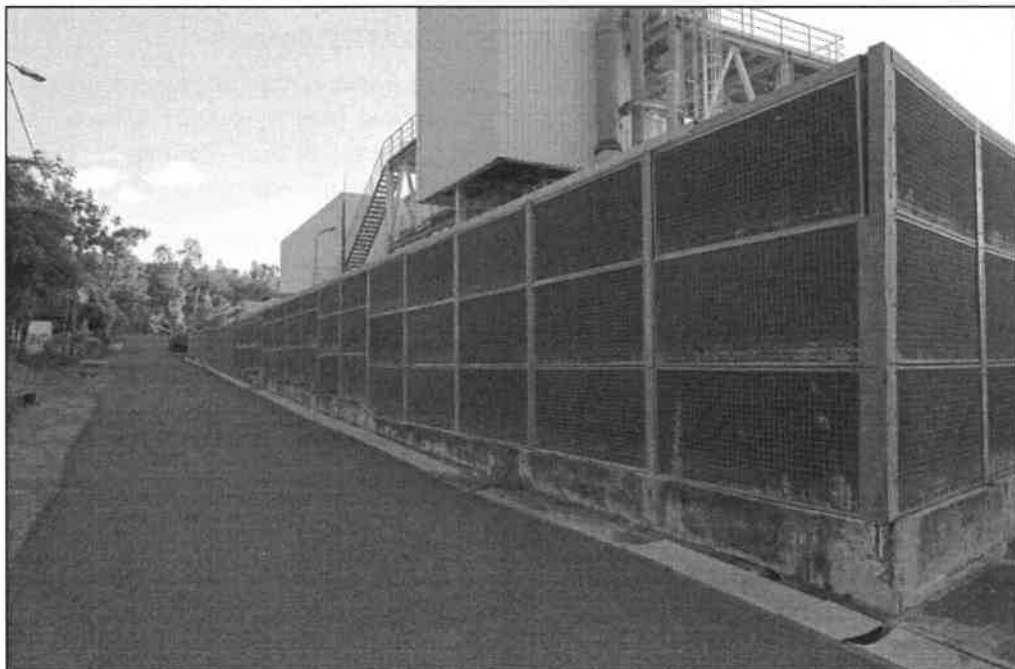


Figure 5 : Exemple de mur anti-bruit mis en place au niveau de la clôture du site de la centrale dans la rue Vanier et qui pourrait être installé en périphérie du chantier de forage pour réduire ses nuisances sonores.



#### **II.5.2.4 Mesure R4 : Isolation phonique au niveau des riverains**

Cette mesure s'applique aux riverains les plus proches. Elle consiste à réduire le niveau sonore en plaçant un ou plusieurs écrans phoniques à proximité de l'habitation (portion de mur anti-bruit par exemple) ou/et au niveau de l'habitation même (double vitrage par exemple) pour réduire le niveau sonore et permettre aux occupants de continuer à vivre sur place pendant le chantier en permanence ou au moins pendant la journée.

Géothermie Bouillante a déjà entamé une concertation avec les proches riverains qui seront concernés directement par le bruit du chantier, afin d'étudier avec eux les mesures compensatoires appropriées qui pourraient être mises en place pour limiter les nuisances sonores. Un accord a déjà été trouvé avec le riverain n°1 de la Figure 2 pour la mise en place d'une isolation phonique au niveau de sa maison. Les discussions sont en cours avec deux autres riverains proches (n° 8 et n°9 de la Figure 2).

L'amélioration attendue est de l'ordre de 5 à 10 dB(A) selon la configuration de l'habitation.

#### **II.5.2.5 Mesure R5 : Port des EPI (Equipements de Protection Individuelle)**

Cette mesure concerne le personnel du chantier. Il sera doté de moyens de protections spécifiques (casques antibruit, bouchons d'oreilles) de façon à être en conformité avec la réglementation du travail (cf. § II.2.1).

#### **II.5.2.6 Mesure R6 : Aménagement des équipements de test des puits**

A la fin du forage, chaque puits fera l'objet d'un dégorgeage et d'un test de production de courte durée (2 jours) avec la décharge du fluide géothermal (eau + vapeur) dans un séparateur atmosphérique temporaire en tôle. Cette décharge est source de bruit. Pour limiter ces nuisances, plusieurs aménagements seront faits au niveau de ce séparateur (voir encart de la Figure 6) :

- 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.

Cette mesure bénéficiera à l'ensemble des riverains et plus particulièrement aux riverains les plus proches. L'amélioration attendue est importante et de l'ordre de 10 dB(A).



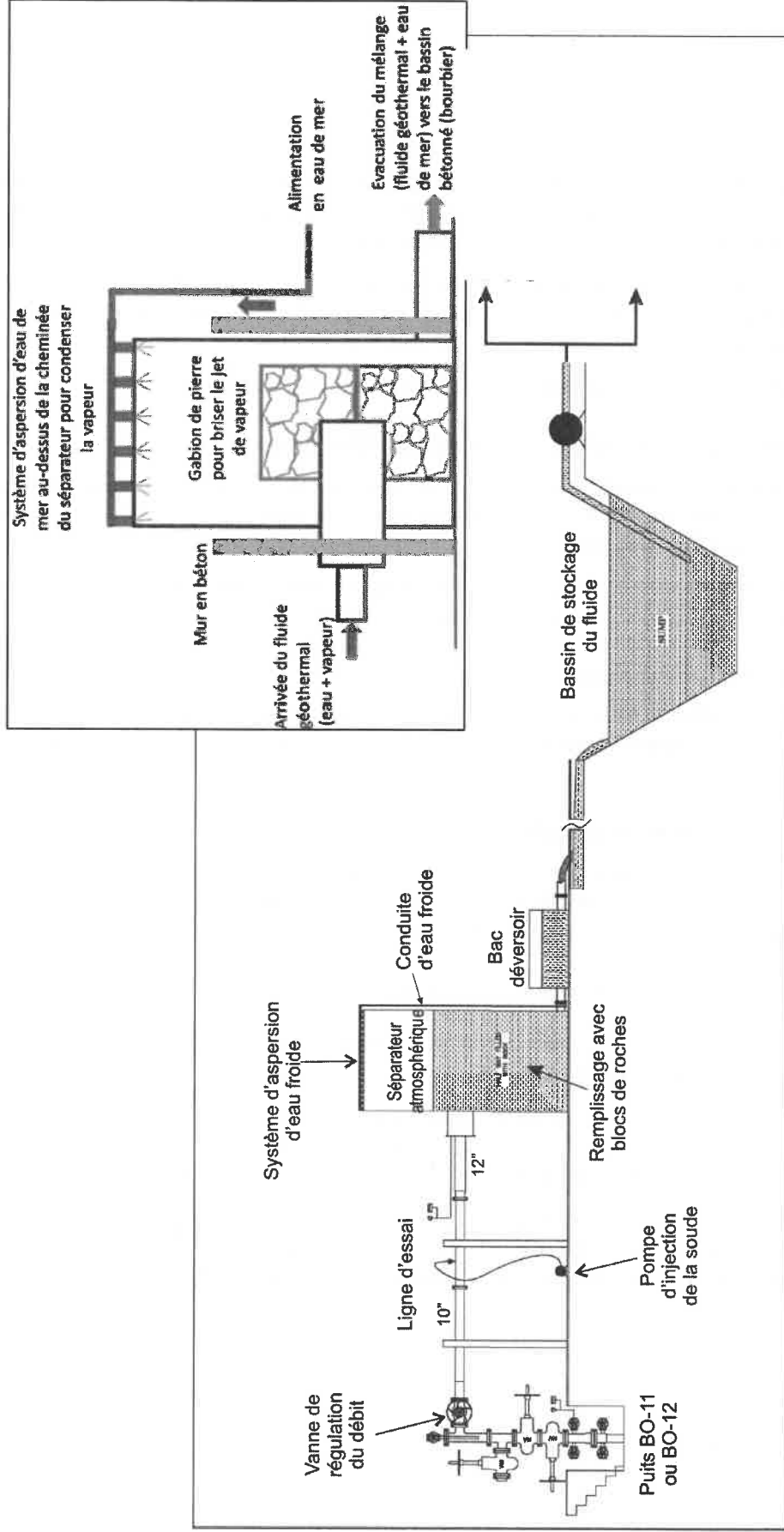


Figure 6 : Schéma de la ligne d'essai utilisée pour les essais de production de courte durée des puits montrant le dispositif d'injection de soude pour neutraliser le gaz H<sub>2</sub>S si nécessaire (d'après un document de Ormat).

Encart : Détails des aménagements apportés au séparateur atmosphérique afin de réduire les nuisances sonores et visuelles liées à la décharge du fluide géothermal.



### **II.5.3 Mesures de compensation**

Géothermie Bouillante a déjà entamé une concertation avec les riverains du chantier de forage afin de les informer de la nature des travaux envisagés et des nuisances potentielles dont le bruit. Plusieurs réunions de la Commission Locale d'Information et de Concertation ont déjà eu lieu.

Des discussions avec les riverains les plus proches et a priori les plus impactés par le bruit ont été initiées afin de prévoir les mesures de réduction des nuisances sonores et éventuellement des mesures de compensation appropriées.

Deux mesures principales sont envisagées : l'indemnisation et le relogement.

#### **II.5.3.1 Mesure C1 : Indemnisation relative aux nuisances sonores**

Afin de compenser les nuisances sonores liées au chantier, le principe d'une indemnisation est envisagé. Le montant de cette indemnité pourrait être déterminé en fonction du niveau d'émergence constaté par des mesures acoustiques au démarrage ou en cours de chantier.

Cette mesure concernerait principalement les riverains proches du chantier de travaux de forage, ou impactés en raison de leur situation particulière (en hauteur par exemple).

#### **II.5.3.2 Mesure C2 : Relogement**

A titre d'exemple et dans la mesure où toutes les actions de prévention s'avéreraient insuffisantes cette mesure est envisageable suivant des modalités qui seraient bien entendu négociées avec les personnes impactées

#### **II.5.3.3 Mesure C3 : Mesures acoustiques**

Au début et pendant le chantier, des mesures du niveau de bruit et des émergences sonores en différents points et à différents moments (jour, nuit, week-end) seront réalisées par un organisme de contrôle agréé afin d'évaluer précisément l'impact des travaux.

### **II.6. INCIDENCE ENVIRONNEMENTALE EN PHASE D'EXPLOITATION DES PUIITS**

Lorsque les travaux de forage seront terminés, la plateforme de forage sera reconvertie en plateforme d'exploitation des puits (Figure 8).

En cours d'exploitation, l'activité régulière sur la plateforme des puits sera limitée à la surveillance et aux travaux de maintenance courante et d'entretien (graissage, peinture, ...). Cette activité se déroulera de jour et ne donnera pas lieu à des nuisances sonores notables.

L'exploitation des deux nouveaux puits BO-8 et BO-9 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.

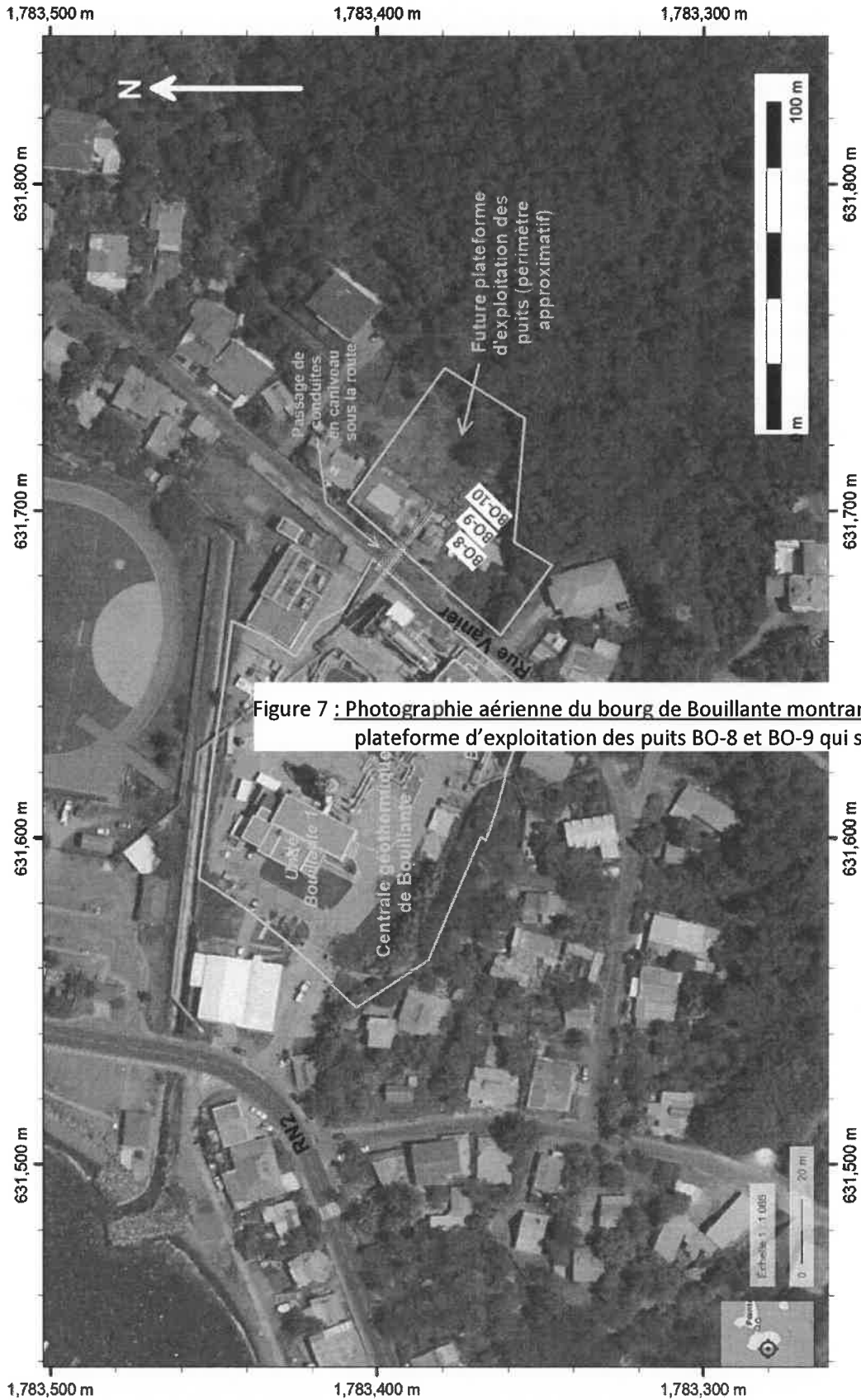


Figure 7 : Photographie aérienne du bourg de Bouillante montrant l'emprise actuelle de plateforme d'exploitation des puits BO-8 et BO-9 qui sera reliée à la centrale



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.

Le puits BO-8 est destiné à être un puits de réinjection. Il sera équipé d'un groupe de pompage avec un moteur électrique qui fonctionnera en permanence. Ce moteur sera capoté de façon à limiter le niveau sonore et le mettre en conformité avec les dispositions de l'arrêté préfectoral n°2012-965 et en particulier celles du chapitre 3.6. Prévention des nuisances sonores et des vibrations qui fixe les niveaux d'émergences admissibles.

Périodiquement, il est à prévoir des opérations de curage des puits qui donneront lieu à la mise en place d'équipements de forage légers. Le retour d'expérience de l'exploitation actuelle des puits montre que ce type de travaux intervient tous les 3 ou 4 ans seulement et dure environ 1 semaine. Ils sont réalisés en période diurne afin de limiter leur impact. Les riverains seront informés de la date et de la durée de ces travaux.

En conclusion, la phase d'exploitation de ces nouveaux puits ne générera pas de nuisances sonores élevées susceptibles d'avoir une incidence environnementale auprès des riverains proches.



### III. MESURES CONCERNANT LES NUISANCES OLFACTIVES

#### III.1. INTRODUCTION

Les nuisances olfactives liées à la géothermie sont dues à la présence de l'hydrogène sulfuré  $H_2S$  dans le fluide géothermal. Le seuil de perception olfactive de l'hydrogène sulfuré est très bas. Il est estimé selon les sources entre 0,5 ppb et 10 ppb (0,7 à 14  $\mu g/m^3$ ). Des concentrations très faibles peuvent donc être ressenties et constituer une nuisance environnementale.

Cette nuisance environnementale est déjà présente à Bouillante en particulier à proximité du canal de rejet qui évacue les effluents de la centrale dans la baie de Bouillante. Les condensats de vapeur et la phase liquide du fluide géothermal (eau séparée) qui sont présents dans les effluents contiennent encore une fraction très faible d'hydrogène sulfuré qui va dégazer au cours du trajet dans le canal de rejet. L'intensité de l'odeur est variable selon les paramètres météorologiques.

Pendant les opérations normales de forage, il n'y a pas d'émission de gaz  $H_2S$  au niveau du plancher de la machine de forage et des bacs de circulation du fluide de foration et donc pas de nuisances olfactives. En effet, le fluide de foration circulant dans le puits et qui est initialement dépourvu d' $H_2S$ , a une capacité à absorber le gaz  $H_2S$  présent en faible teneur, sans que ce dernier soit libéré lors du retour du fluide de foration en surface. De plus, le caractère basique ( $pH > 8$ ) du fluide de foration favorise la solubilité de  $H_2S$ .

L'émission de gaz  $H_2S$  à l'atmosphère est susceptible de se produire seulement en cas de venue éruptive de fluide lors de la traversée d'horizons potentiellement producteurs. En cas de venue éruptive, le Bloc Obturateur de Puits (BOP) qui équipera le puits aura capacité à fermer le puits en urgence.

Durant les essais, il est prévu de décharger du fluide géothermal sur la plateforme de forage et de le stocker dans un bassin. Un système de détection permettra de surveiller la concentration de  $H_2S$  dans l'atmosphère. Si les concentrations en  $H_2S$  dépassent les valeurs admissibles ou/et si sa présence constitue une nuisance olfactive pour les riverains de la plateforme de forage, il est prévu de neutraliser l'hydrogène sulfuré par injection d'eau de javel ou tout autre oxydant puissant dans la conduite de test.

A titre de retour d'expérience, les travaux de forage et les essais de production des trois puits producteurs BO-5, BO-6 et BO-7 réalisés en 2000-2001 n'ont donné lieu à aucune gêne particulière liée à la présence de gaz  $H_2S$  au niveau du personnel du chantier et de la population riveraine de la plateforme de forage.

Les mesures envisagées pour éviter ou réduire les nuisances olfactives liées à la présence du gaz  $H_2S$  sont rappelées ci-après.

#### III.2. MESURES D'EVITEMENT

##### III.2.1 Mesure E1 : Contrôle de l'artésianisme du puits

A tout moment, et en particulier lors de la traversée d'horizons potentiellement productifs, l'artésianisme du puits sera contrôlé par injection d'un fluide de forage de densité approprié, afin de prévenir toute venue éruptive de fluide pouvant conduire à une émission de vapeur et de gaz à l'atmosphère et à un dépassement des seuils autorisés.



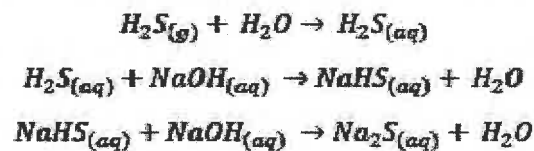
De plus, un dispositif de fermeture du puits (Bloc d'Obturation de Puits ; BOP) sera mis en place en tête de puits afin de pouvoir fermer le puits en toutes circonstances.

### III.3. MESURES DE REDUCTION

#### III.3.1 Mesure R1 : Suppression du gaz H<sub>2</sub>S

Lors du dégorgeement et de l'essai de production de courte durée des puits, un système de traitement du gaz H<sub>2</sub>S sera mis en place à titre préventif sur la ligne d'essai (voir Figure 6), permettant si nécessaire l'injection de soude caustique ou d'eau de javel (ou de tout autre oxydant puissant) dans la conduite de décharge pour neutraliser ce gaz avant la décharge du fluide géothermal à l'atmosphère.

Le système de traitement qui sera mis en place pour neutraliser le gaz H<sub>2</sub>S utilisera de l'eau de javel ou de la soude caustique liquide (NaOH). 2 moles de NaOH pour 1 mole de H<sub>2</sub>S seront injectées. L'élimination du gaz H<sub>2</sub>S se fera selon les réactions suivantes :



Avec ce traitement, la concentration de gaz H<sub>2</sub>S dans le panache de vapeur sera fortement réduite et proche de zéro.

L'injection de la soude se fera grâce à un piquage sur la ligne d'essai entre la tête de puits et le séparateur atmosphérique (Figure 6). Une pompe ayant un débit de l'ordre de 25 L/h sera installée. Elle injectera à un débit de 10 L/h une solution contenant 50% en poids de NaOH.



## IV. ANCRAGE DE L'USINE GÉOTHERMIQUE DANS LE DÉVELOPPEMENT TOURISTIQUE DU TERRITOIRE DE BOUILLANTE.

### IV.1. INTRODUCTION

Géothermie Bouillante a pris note des remarques et des souhaits exprimés par le public lors de l'enquête publique concernant le rôle que l'usine géothermique de Bouillante pourrait jouer dans le développement d'un tourisme industriel sur le territoire de la commune et contribuer à l'attractivité de Bouillante (notamment en garantissant le maintien des bains chauds).

Pour répondre à cette attente, Géothermie Bouillante s'engage à maintenir et/ou développer un certain nombre d'actions articulées autour de deux engagements forts qui rentrent 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, accès qui pourrait être élargi temporairement au site des travaux de forage, en prenant bien sur toutes les mesures nécessaires concernant la sécurité des visiteurs ;
- ⇒ Maintenir 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.

### IV.2. LA SITUATION ACTUELLE

#### IV.2.1 Situation actuelle concernant les visites

Actuellement, la centrale géothermique reçoit de nombreux visiteurs. Ces visites sont organisées dans le cadre d'un partenariat entre la société Géothermie Bouillante et une jeune société guadeloupéenne **caraiufactory** ([www.caraiufactory.com](http://www.caraiufactory.com)), dont l'objectif est de développer le tourisme industriel en Guadeloupe et dans la Caraïbe. Ces visites sont organisées pour de nombreux publics :

- Scolaires et étudiants ;
- Touristes guadeloupéens et hors département ;
- Acteurs institutionnels ;
- etc...

Ces visites contribuent à faire connaître la centrale dans son fonctionnement et dans les bénéfices qu'elle procure au territoire local. Elles permettent ainsi de satisfaire la curiosité de ces divers publics, tout en donnant une image positive de la commune qui œuvre en faveur des énergies renouvelables et de l'environnement.

Les retombées en termes de fréquentation touristique pour la commune sont difficiles à chiffrer en l'absence d'enquêtes de satisfaction ou d'études de marché par exemple. A titre d'information, les chiffres disponibles pour l'année 2018 sont les suivants :

- CARAIBFACTORY :



- Nombre de visites de groupes de scolaires ou d'étudiants et touristes (tout public) : 44
  - Nombre de participants : 1330
    - Dont 80% de « scolaire » et 20% « tout public »
- GB/ORMAT :
- Nombre de groupes d'acteurs institutionnels : 7  
Préfecture-DEAL-ADEME-Région Guadeloupe-Rectorat-Université de Guadeloupe-SDIS Guadeloupe
  - Autres visiteurs : Les riverains

#### IV.2.2 Situation actuelle concernant l'activité de bain de mer

Le rejet des effluents de la centrale en baie de Bouillante est ancien et date de la mise en service de la première unité de production Bouillante 1 en 1986. Avec la mise en service de la seconde unité Bouillante 2 en 2005, le débit des effluents a été multiplié par quatre. La configuration de l'émissaire en mer du canal de rejet a également été modifiée de façon à dévier le flux des effluents le long du rivage et non plus vers le large, pour éviter un recyclage de ces effluents au niveau de la prise d'eau. La conséquence a été un accès plus facile au panache de ces effluents dont la température moyenne se situe autour de 35°C environ (contre 25°C à 28°C pour l'eau de mer).

L'activité de bain de mer dans ces effluents de la centrale est observée depuis 1986. Toutefois, la fréquentation est longtemps restée confidentielle, sans doute en lien avec les difficultés techniques que la centrale a rencontrées durant les premières années de mise en service de des unités Bouillante 1 puis Bouillante 2, qui se traduisaient par de fréquents arrêts de fonctionnement et donc par l'interruption du rejet des effluents en baie de Bouillante.

Depuis quelques années, le fonctionnement de la centrale s'est stabilisé de même que la permanence des effluents. En parallèle, on a vu se développer une activité de bain de mer qui attire progressivement de plus en plus de monde. Actuellement (novembre 2018), il n'est pas rare d'avoir en fin de journée entre 100 et 200 personnes se baignant dans le rejet de la centrale, générant une forte animation dans le bourg de Bouillante. Le public présent est varié et se compose :

- D'habitants de la commune ;
- D'habitants d'autres communes de la Basse-Terre et de Grande-Terre ;
- De touristes résidant à Bouillante ou en dehors de Bouillante ;

Cette activité de bain de mer est donc devenue progressivement une attraction touristique importante générée par le fonctionnement de la centrale géothermique de Bouillante et donc un bel exemple de « tourisme industriel ».

Cette activité de bain de mer est maintenant répertoriée sur le site internet de la commune de Bouillante ([www.destination-bouillante.com/Les-sources-chaudes](http://www.destination-bouillante.com/Les-sources-chaudes)) et sur d'autres sites internet guadeloupéens.

Comme pour les visites de la centrale, les retombées de cette activité de bain de mer en termes économiques sont difficiles à chiffrer (excepté pour le bar des Sources Chaudes qui se situe à proximité immédiate et qui bénéficie donc de retombées importantes directement mesurables). Au-delà, il serait logique de penser que cette activité de bain de mer, si elle se pérennise, a la capacité à dynamiser progressivement le bourg de Bouillante au niveau des commerces et de la restauration.





### IV.3. SITUATION PENDANT LES TRAVAUX DE FORAGE

#### IV.3.1 Situation concernant les visites

Pendant les travaux de forage, Géothermie Bouillante entend non seulement maintenir les visites du site industriel de Bouillante organisées en partenariat avec **caraiufactory** mais les élargir temporairement au chantier de forage. Ces visites seront bien sur strictement encadrées et sécurisées, afin de ne pas exposer les visiteurs à un quelconque danger.

Les expériences vécues sur d'autres chantiers de forage géothermique en métropole ont montré que cette activité de visite de chantier de forage est sans risque lorsqu'elle est soigneusement organisée et qu'elle intéresse fortement tous les types de public. La fréquence des visites pourra être augmentée si la demande le nécessite.

Parallèlement aux visites, Géothermie envisage de mettre en place un panneau d'information à l'entrée de la centrale ou du chantier de forage pour informer les riverains et les touristes de passage de la nature des travaux et de leur avancement, et plus largement au sujet de l'exploitation géothermique.

Ce panneau d'information « physique » pourrait avoir des relais « numériques » au niveau du site internet de Géothermie Bouillante et au niveau du site internet de l'office de tourisme de Bouillante ([www.destination-bouillante.com](http://www.destination-bouillante.com)).

Par ailleurs, il est envisagé d'inviter les médias sur le site de Bouillante à l'occasion de ces travaux de forage pour faire connaître l'exploitation géothermique et indirectement à travers cette couverture médiatique promouvoir le territoire de Bouillante comme un territoire innovant, doté d'une ressource énergétique locale et renouvelable, mise en valeur pour le bénéfice de la communauté.

Ces différentes actions pendant le chantier de forage ont toutes pour finalité de susciter l'intérêt du public à visiter le territoire de Bouillante, en misant sur l'attractivité de ce chantier industriel temporaire. Elles pourraient faire l'objet d'un partenariat entre Géothermie Bouillante et l'Office du Tourisme de Bouillante (en complément du partenariat existant avec **caraiufactory**).

A l'occasion de ce chantier de forage, une journée Portes Ouvertes pourrait être organisée en partenariat entre l'Office de Tourisme de Bouillante et Géothermie Bouillante à l'intention des acteurs économiques et institutionnels de la Guadeloupe œuvrant dans le domaine du tourisme. L'objectif serait de leur montrer le chantier de forage et au-delà le potentiel de ce tourisme industriel à Bouillante pour les inciter à prescrire la visite de Bouillante ou des séjours à Bouillante auprès de leurs clientèles.

Pour aller plus loin, la création d'une structure d'accueil temporaire (type visitor Center) à proximité de la centrale pourrait être envisagée. Cette structure aurait pour mission d'informer les résidents et les touristes sur la réalisation des forages et plus largement sur la centrale géothermique. Elle serait également en charge d'organiser les visites en fonction des activités du chantier. Elle donnerait lieu à l'embauche temporaire d'un jeune ayant une formation de technicien et capable de maîtriser les informations techniques délivrées par Géothermie Bouillante et de les délivrer aux visiteurs. Cette structure pourrait être pérennisée au-delà des travaux de forage.

#### IV.3.2 Situation concernant les bains de mer

L'activité de bain de mer ne sera pas impactée par le chantier de forage. Le débit des effluents en mer et leur température seront maintenus dans la mesure où ces paramètres sont reliés directement à l'exploitation de la centrale. Ils ne seront pas modifiés par le chantier de forage.



#### IV.4. SITUATION APRES LA FIN DES TRAVAUX DE FORAGE

##### IV.4.1 Situation concernant les visites

L'accès aux installations de la centrale géothermique sera maintenu après la fin des travaux de forage. Les visites continueront à être organisées en partenariat avec **caraiufactory**.

L'idée d'une structure d'accueil (type Visitor Center) évoquée précédemment pourrait être étudiée.

##### IV.4.2 Situation concernant l'activité de bain de mer

A la fin des travaux de forage, il est prévu de mettre en exploitation les nouveaux puits dont un puits de production et un puits de réinjection. Parallèlement, les puits existants BO-4 et BO-7 seront convertis en puits de réinjection. Avec cette nouvelle configuration, il est prévu de multiplier par quatre le débit de fluide géothermal (eau séparée) réinjecté dans le réservoir qui devrait passer de 100 T/h environ à 400 T/h. En lien avec cette augmentation de la quantité de fluide géothermal réinjectée dans le réservoir, des craintes ont été émises par le public lors de l'enquête publique concernant la pérennité du rejet des effluents en baie de Bouillante et donc de l'activité de bain chaud.

Ces craintes ne sont pas fondées et Géothermie Bouillante tient à rassurer le public sur la pérennité du rejet des effluents. En effet, la quantité de fluide géothermal mélangée à l'eau de mer et rejetée en baie de Bouillante restera à peu près stable. Le Tableau 4 présente les débits de fluide géothermal et les débits d'eau de mer utilisés pour le refroidissement du fluide géothermal, qui constituent les effluents rejetés en baie de Bouillante.

- Dans la situation actuelle, ce sont environ 550 t/h de fluide géothermal (123 T/h de vapeur condensée et 427 T/h d'eau séparée) qui sont présents dans les 8 750 m<sup>3</sup>/h d'effluents rejetés en mer ;
- Dans la situation future, ce sont environ 570 T/h de fluide géothermal (184 T/h de vapeur condensée et 386 T/h d'eau séparée) qui seront présents dans les 8 770 m<sup>3</sup>/h d'effluents rejetés en mer.

Suite aux travaux de forage et à la mise en exploitation des nouveaux puits, et à la reconfiguration de l'exploitation qui en découlera, les caractéristiques des effluents de la centrale ne seront donc pas sensiblement modifiées.

	Production		Réinjection	Calcul du débit des effluents rejeté en mer		
	Débit Vapeur (T/h) A	Débit Eau séparée (T/h) B	Débit d'eau séparée réinjecté (T/h) C	Solde eau séparée (T/h) D = B - C	Débit eau de mer (m <sup>3</sup> /h) E	Débit total des effluents (m <sup>3</sup> /h) F = E + D + A
Situation actuelle (Novembre 2018)	123	527	100	427	8 200	8 750
Situation future	184	786	400	386	8 200	8 770

Tableau 4 : Situation actuelle et situation future des effluents de la centrale de Bouillante rejetés dans la baie de Bouillante.



## Annexe

Plaquette de présentations de la société **caraibefactory**, partenaire de Géothermie Bouillante pour les activités de tourisme industriel.



**RÉSERVEZ VOTRE CIRCUIT :  
CHAUD BOUILLANT**

VISITEZ  
LA CENTRALE GÉOTHERMIQUE  
& PLONGEZ DE NUIT  
AUX CONFINES  
DES BULLES

65

**RÉSERVEZ VOTRE CIRCUIT :  
ET QUE ÇA CHAUFFE**

DÉCOUVREZ  
LA GÉOTHERMIE  
ENTRE PRODUCTION  
D'ÉLECTRICITÉ ET SOURCES  
CHAUDES

55

**RÉSERVEZ VOTRE CIRCUIT :  
DLO DOUBOUT**

VISITEZ  
LA DISTILLERIE BOUILLANTE  
& DÉCOUVREZ TOUS LES  
SÉCRETS DE LA CANNE AVEC  
UN INGÉNIEUR-CHEMISTE DE  
L'INRA

42

**RÉSERVEZ VOTRE CIRCUIT :  
EAU NATUREL**

VISITEZ  
L'ESPACE AQUALUDIQUE  
RAYNÉ CHAUFFÉ  
& PARTICIPEZ À UN ATELIER  
DE COSMÉTIQUES DIY AVEC  
JASMINA LEGROS,  
INGÉNIEUR CHIMISTE

70



**Le mot du CEO**  
A word from the CEO

Je suis guadeloupéenne, de nationalité française et pourtant mon cœur et mon âme sont caribéens.

C'est sans doute ce qui explique mon attrait indiscutable pour la coopération inter-régionale. J'ai toujours été interpellée par le fait d'être si proche d'autres îles mais de m'en sentir si éloigné. Je rêve d'un e Caraïbe totalement connecté, au-delà de la barrière de la langue, malgré nos singularités... tout simplement unie par cette chaleur (humaine) qui nous caractérise. Chacune de mes actions, de mes décisions a toujours été pensée dans ce sens.

Après avoir été consultante en communication pendant deux ans, en avril 2015 j'ai créé Com Eco Caraïbes, une agence de communication spécialisée dans la communication responsable et la RSE. L'idée était déjà de créer une synergie autour de projets basés sur l'eco-responsabilité et le développement durable. Chemin faisant, une nouvelle idée a germé : le Caraïbes Factory project !

Découvrir... expérimenter... ressentir... apprendre... s'approprier voire se réapproprier ! Caraïbes Factory c'est un peu de tout ça ! Une manière de valoriser le « made in chez nous » ici, là-bas, partout.

Et si vous participez à l'aventure vous aussi ! ?

*I am a native of Guadeloupe, French West Indies, yet both my heart and my soul are Caribbean. This certainly explains my undeniable appeal for interregional cooperation. I've always been struck by being so close to other islands and feel so far at the same time. I dream of the day when the whole Caribbean islands will be totally connected, beyond language barriers, despite our uniqueness... simply bound by the - human - warmth that makes us who we are. Every action or choice I made was done in this way.*

*After being a communication consultant for two years, I decided to launch my own communication agency in April 2015. It is called Com Eco Caraïbes and specializes in communication, as well as Corporate Social Responsibility (CSR). My goal was to create a synergy based on eco responsibility and sustainable development. Along the way, a new idea emerged: the Caraïbes Factory project !*

*Discover... Experiment... Feel... Learn... Gain or even Regain ! The Caraïbes Factory's project is about all of this! A way to promote a kind of « home sweet home » here, there and everywhere.*

*Why not come with us and share our new venture ! ?*





**À propos de nous**      **About us**

Caralbes Factory est une plateforme numérique de réservation en ligne de visite de sites industriels dans la Caraïbes.

Caralbes Factory is a numerical platform allowing people to make online reservations for industrial sites guided tours throughout the Caribbean region.

Que ce soit pour un touriste, un résident, un scolaire ou encore un professionnel, avec Caralbes Factory vous saurez en un coup d'œil quelles sont les industries qui produisent localement sur le territoire choisi. Vous pourrez ainsi en apprendre un peu plus sur l'entreprise de votre choix et surtout réserver votre visite afin de découvrir ses procédés de fabrication.

Whether you are a tourist, a resident, a student or a professional, Caralbes Factory will allow you to discover in one click the local industries activities for a chosen island. You will then be able to learn more about them and also to book your guided tour in order to discover their manufacturing processes.

Caralbes Factory, 1<sup>er</sup> site dédié à la valorisation de l'industrie caribéenne à travers la visite d'entreprises.

Caralbes factory, 1<sup>st</sup> website dedicated to the promotion of the Caribbean industry through factories' guided tour.

**RÉSERVEZ VOTRE CIRCUIT : GÉO'TERRE**

**VISITEZ**  
LA CENTRALE GÉOTHERMIQUE & EXPLOREZ LA GÉOLOGIE DE LA GUADELOUPE AVEC L'ARCHIPEL DES SCIENCES

**RÉSERVEZ VOTRE CIRCUIT : MANMAN DLO**

**VISITEZ**  
L'ESPACE AQUALUDIQUE RAVINE CHAUDE ENTRE PROCÉDÉS DE FABRICATION ET BAIGNADE

**RÉSERVEZ VOTRE CIRCUIT : LA SCIENCE POUR TOUS**

**DÉCOUVREZ**  
LE LABORATOIRE C3M46 DE L'UNIVERSITÉ DES ANTILLES, DE L'INFINIMENT PETIT À L'INFINIMENT GRAND AVEC L'ARCHIPEL DES SCIENCES

**RÉSERVEZ VOTRE CIRCUIT : MÉLASSE ET VOUS**

**DÉCOUVREZ**  
LA DISTILLERIE BOLOGNE & PARTICIPEZ À UN ATELIER DE COSMÉTIQUES DIY AVEC JASMINA VÉGROS, INGÉNIEUR CHIMISTE

CARAIRES FACTORY