

Géothermie

Bouillante

De l'électricité pour la Guadeloupe



Géosciences pour une Terre durable

brgm





Pourquoi la Guadeloupe ? **Une île volcanique...**

Comme les autres Départements d'Outre-Mer, la Guadeloupe est dépourvue de ressources d'énergies fossiles. Mais l'environnement volcanique est un atout énergétique majeur. L'activité volcanique qui a contribué à l'édification de l'île de Basse Terre est également génératrice de chaleur en profondeur qui permet de réchauffer l'eau à haute température, utilisable pour la production d'électricité.

Pourquoi Bouillante ? **Un site reconnu...**

La commune de Bouillante est située sur la côte ouest de Basse-Terre. Nichée dans une anse au bord de la mer des Caraïbes, à quinze kilomètres à vol d'oiseau du volcan de la Soufrière, elle était autrefois connue pour ses sources chaudes, qui lui avaient valu le nom de « Fontaines Bouillantes ».

Les premiers forages effectués dans les années soixante-dix ont montré que des fluides à haute température étaient présents à l'aplomb de Bouillante, permettant d'envisager leur exploitation pour la production d'électricité.



Quand la chaleur de la terre produit de l'électricité...

L'eau de mer et les eaux de pluie s'infiltrent dans le sous-sol des environs de Bouillante, se réchauffent en profondeur au contact des roches volcaniques et constituent un formidable réservoir d'énergie, potentiellement inépuisable.

Quarante ans après le début des travaux exploratoires, l'exploitation de cette énergie permet aujourd'hui aux deux tranches de la centrale géothermique de Bouillante d'une capacité totale de 15 MWe, de fournir près de 10 % des besoins électriques de la Guadeloupe.

Unique en France, cette expérience réussie illustre l'intérêt de la géothermie comme source d'énergie renouvelable, à l'heure où le développement durable s'impose comme une politique nationale prioritaire.

La terre, naturellement chaude

Le mot géothermie vient du grec *gê*, terre, et *thermos*, chaud. Il définit à la fois la chaleur de la terre et la forme d'énergie utilisant celle-ci.

Le flux de chaleur qui provient du noyau terrestre se dissipe vers la surface du globe ; ce qui explique que la température augmente avec la profondeur en moyenne de 3°C tous les 100 mètres. Mais « ce gradient géothermique » peut être beaucoup plus élevé dans certaines configurations géologiques, telles que les zones de volcanisme actif. On peut y trouver, à relativement « faible » profondeur, des conditions de température très élevées (250°C), comme c'est le cas à Bouillante à partir de 500 mètres de profondeur.

De l'eau, pour exploiter la chaleur de la terre

L'extraction de la chaleur stockée dans le sous-sol nécessite un fluide. Certaines formations géologiques recèlent naturellement des aquifères dont les eaux (et/ou la vapeur selon les conditions de température et de pression) sont le vecteur de l'énergie thermique.

Dans d'autres cas (ainsi de l'expérience européenne menée en Alsace à Soultz-sous-Forêt), il est nécessaire d'injecter un fluide qui se réchauffe au contact des roches chaudes fracturées du sous-sol et qui est ensuite pompé grâce à des forages.

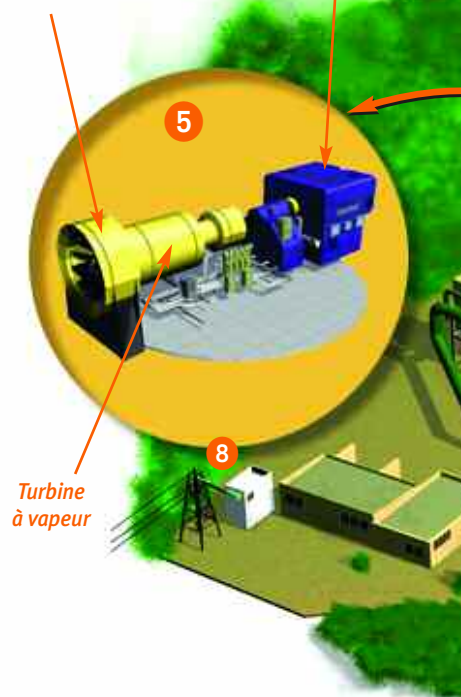




Du fluide géotherme Les étapes du

Conduit
d'échappement
de la vapeur vers
le condenseur

Alternateur



Turbine
à vapeur

La centrale de **Bouillante**

L'approvisionnement en vapeur

- Quatre puits d'exploration forés entre 1970 et 1977 par la Compagnie EURAFREP, dont deux producteurs (BO-2 et BO-4).
- Trois puits de production d'une profondeur de 1 000 à 1 150 mètres forés entre janvier et juin 2001, avec le concours financier de la Région Guadeloupe, de l'ADEME et d'EDF, dont deux producteurs (BO-5 et BO-6).

Bouillante 1

- Située dans la partie sud de la commune de Bouillante.
- Exploitée de 1986 à 1992, puis totalement réhabilitée en 1995 par Géothermie Bouillante en vue d'une exploitation industrielle.
- Capacité installée : 5 MWe
- Production annuelle : 30 GWh

Bouillante 2

- Construite sur le même site que l'unité Bouillante 1
- Mise en service en 2005
- Capacité installée : 11 MWe
- Production annuelle : 72 GWh
- Coût : 34,2 millions d'euros

1 L'origine des fluides

L'eau de mer et l'eau de pluie s'infiltrent dans le sous-sol par des fissures et des failles affectant les roches autour de Bouillante.

2 Le réservoir géothermal

En profondeur, ces fluides circulent dans les fractures, se mélangent et se réchauffent au contact des **roches chaudes** (250 à 260 °C de température).

UN PROCESSUS SIMPLE,



Normal à la production d'électricité

processus



3 La plate forme de forage

Cette eau chaude est prélevée grâce à des forages et se vaporise partiellement lors de sa remontée vers la surface.

4 Le séparateur

Le mélange eau et vapeur est transporté dans une conduite jusqu'au ballon séparateur où les deux phases se séparent par gravité. Puis deux conduites transportent séparément l'eau et la vapeur jusqu'à la centrale.

5 Le groupe turbo-alternateur

La vapeur est dirigée vers la turbine qui entraîne l'alternateur qui produit de l'électricité.

6 Le condenseur barométrique

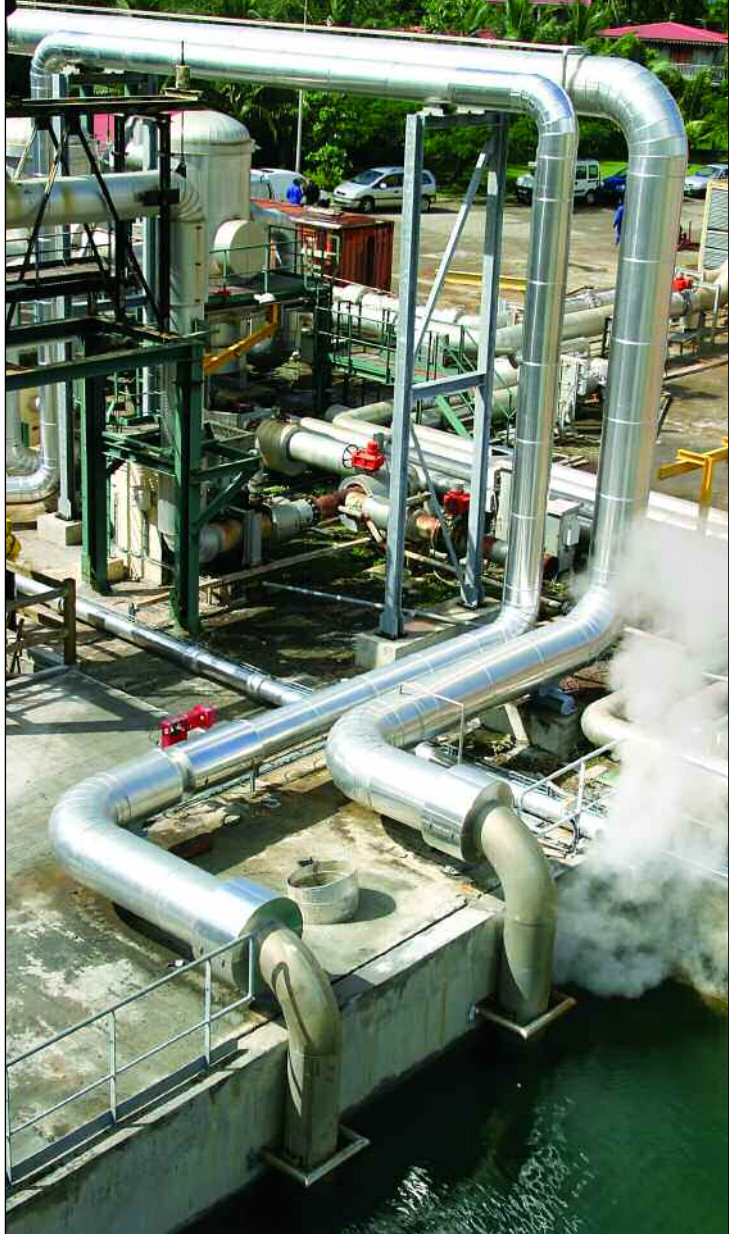
Après passage dans la turbine, la vapeur est envoyée dans le condenseur barométrique où elle est refroidie et condensée par mélange avec l'eau de mer. Elle est ensuite acheminée jusqu'à la mer avec l'eau issue du ballon séparateur.

7 La station de pompage

Elle fournit à la centrale l'eau de mer de refroidissement nécessaire au condenseur.

8 L'électricité produite par la centrale est délivrée sur le réseau électrique EDF.

PROPRE ET INDÉPENDANT DE TOUT APPOINT ÉNERGÉTIQUE EXTÉRIEUR.



Une énergie ren au service du



Hublots de contrôle de la turbine

Les trois types de géothermie

- La géothermie dite « très basse énergie » exploite des réservoirs situés à moins de 100 mètres et dont les eaux ont une température inférieure à 30 °C : utilisation pour le chauffage et la climatisation, par le recours à une pompe à chaleur.
- La géothermie « basse énergie » exploite des aquifères dont les températures sont comprises entre 30 °C et 100 °C : utilisation dans des réseaux de chaleur pour le chauffage urbain ou dans le cadre de procédés industriels.
- La géothermie « moyenne » et « haute énergie » (au delà de 100°C et jusqu'à 350°C) exploite des gisements de vapeur ou d'eau très chaude généralement situés entre 1000 et 3000 mètres. Elle est utilisée pour produire de l'électricité via des turbines.

Un contexte favorable

L'épuisement des sources d'énergies fossiles et la nécessité de prévenir le réchauffement climatique dû à l'effet de serre plaident pour une utilisation accrue des énergies renouvelables. L'Union Européenne s'est fortement engagée dans cette voie. Une directive européenne prévoit ainsi qu'au moins 12 % de la production d'électricité de l'U.E. proviennent d'énergies renouvelables d'ici 2010...

Une ressource durable
Le suivi de la production de vapeur et les recherches conduites par le BRGM, notamment de récents tests de traçage géochimiques dans les puits, laissent penser que le réservoir de Bouillante est de taille importante.

De très bonnes performances énergétiques et environnementales
Une centrale géothermique fonctionne 24 h x 24 h et délivre une puissance électrique constante qui la prédispose à alimenter un réseau électrique en continu. Sur le plan environnemental, la centrale rejette très peu de gaz à effet de serre (CO2) par rapport à une centrale thermique diesel et aucune poussière ou gaz de type NOx. Elle rejette une faible quantité de gaz H2S à odeur de soufre, caractéristique qui rappelle le lien entre géothermie et volcanisme.



renouvelable

développement durable



Le séparateur

Une énergie renouvelable **exemplaire**

Encore trop peu exploitée, la géothermie présente de nombreux atouts : seule source d'énergie renouvelable qui s'adresse aux deux grandes filières énergétiques (production d'électricité et production de chaleur), elle est régulière – avec une disponibilité moyenne de 80 % – et non-polluante. Les ressources sont considérables et, en certains points du monde (zones volcaniques notamment), facilement mobilisables.

Une dynamique **mondiale**

L'expérience réussie de Bouillante s'inscrit dans une véritable dynamique mondiale. Les Philippines produisent aujourd'hui 21 % de leur électricité par géothermie et le Kenya prévoit d'atteindre 25 % sous dix ans. Le site de Larderello, en Italie, un siècle après sa mise en service, a une puissance installée de 800 MWe, soit 30 % des besoins électriques de la Toscane. En Californie, la puissance installée du champ « The Geysers » est de 1 540 MWe.

Actuellement, la production d'électricité issue de la géothermie progresse de 4 % par an dans le monde. On dénombre près de 400 installations dans le monde entier. Avec 49 TWh annuels (année 2000), la filière géothermie occupe le 3^e rang des sources d'énergies renouvelables derrière l'hydraulique et la biomasse.

La géothermie **en France**

En France, l'exploitation industrielle de la géothermie basse énergie sous forme de chaleur a débuté dans les années soixante. Elle est utilisée pour le chauffage résidentiel, en pisciculture, en balnéothérapie, pour l'alimentation de piscines ou le chauffage de serres. Si la température de l'eau est suffisamment élevée, elle peut être utilisée pour alimenter un réseau de chaleur. Ainsi en Ile-de-France, 34 doublets géothermiques (circuits de pompage/réinjection) exploitant l'eau chaude du Dogger (aquifère situé sous le bassin parisien) chauffent aujourd'hui l'équivalent de 140 000 logements.

Une énergie rentable

Le kWh d'électricité produit à Bouillante est vendu à EDF 8 centimes d'euro, prix fixé par la loi qui oblige EDF à racheter l'électricité produite par des sources d'énergies renouvelables. Ce coût est faible. Ecologique, l'énergie produite à Bouillante est donc également économique.

Une expérience qui pourrait s'exporter

L'expérience conduite avec succès sur le site de Bouillante pourrait à terme être exportée dans la Caraïbe. Un potentiel géothermique important a ainsi déjà été identifié sur l'île de la Dominique. Des campagnes d'études et d'exploration sont actuellement menées sur d'autres îles, notamment à la Martinique et à Sainte-Lucie. Dans la Caraïbe, la demande en électricité est très forte, avec une croissance de l'ordre de 7 à 10 % par an.

Pour en savoir plus

Le BRGM, qui fut l'un des principaux opérateurs de la géothermie basse énergie en France, demeure un acteur majeur de la filière. Il a créé le Centre d'information technique sur l'énergie géothermique (CITEG), afin de promouvoir la géothermie auprès du grand public et des maîtres d'ouvrage. Avec l'ADEME, il propose un site internet dédié :

www.geothermie-perspectives.net



Vers le réseau électrique



Le groupe turbo-alternateur



Les pompes d'eau de mer



Bouillante dates-clés

- **1963-1970 :**
sur l'initiative de la Société de Production et de Distribution de l'Électricité en Guadeloupe (SPDEG), le BRGM et la compagnie EURAFREP entament l'exploration des ressources géothermiques dans la région de Bouillante.
- **1970-1977 :**
EURAFREP fore quatre puits d'exploration entre 350 mètres et 2 500 mètres à la périphérie de Bouillante. Un puits (BO-2) apparaît susceptible de délivrer 30 t/heure de vapeur.
- **1980-1992 :**
EDF et EURAFREP décident de construire une centrale géothermique
- pilote équipée d'une turbine de 4,2 MWe pour valoriser le puits BO-2. Elle est exploitée jusqu'à son arrêt en 1992.
- **1995 :**
création de Géothermie Bouillante par des filiales du Groupe BRGM et du Groupe EDF. Géothermie Bouillante rachète les installations.
- **1996 :**
réhabilitation complète de la centrale de Bouillante et reprise de la production d'électricité, sur une base industrielle.
- **1998 :**
Bouillante, avec 23,2 GWh fournis au réseau EDF, représente 2 % de la production d'électricité en Guadeloupe.
- **1996-1999 :**
le BRGM (avec Géothermie Bouillante) conduit des recherches complémentaires afin d'identifier les zones favorables à de nouveaux forages.
- **1999-2004 :**
Géothermie Bouillante lance la réalisation du projet Bouillante 2. Forage de trois nouveaux puits de production. Construction d'une nouvelle unité de 11 MWe.
- **2005 :**
mise en service de la nouvelle unité Bouillante 2.
- **Depuis 1996 :**
la société Géothermie Bouillante confie à CFG services, filiale du BRGM, l'exploitation de la centrale géothermique.

Géothermie Bouillante a bénéficié de soutien financier de la part de la Région Guadeloupe, de l'ADEME et de l'Union Européenne notamment, dans le cadre du projet de développement Bouillante 2.

