

Développement de la géothermie haute température dans les îles d'Outre-mer

Bernard Sanjuan, BRGM, Direction des Géo-ressources

b.sanjuan@brgm.fr

Mots clés : centrale géothermique, électricité, Bouillante, Guadeloupe, Martinique, Réunion, Mayotte, Centre d'Excellence

1. INTRODUCTION

Dans un contexte de transition énergétique et de lutte contre le changement climatique, de forte augmentation de la demande d'énergie dans les îles d'Outre-mer, le développement de la géothermie haute température pour y produire de l'électricité semble aujourd'hui plus qu'opportun. Cette énergie de base, locale, compétitive et indispensable dans ces territoires, classés comme zones non interconnectées (ZNI)¹, peut aider à faire face à la fragilité de leurs systèmes énergétiques et de leur environnement. Néanmoins et paradoxalement, malgré le fort potentiel existant et la réduction significative des émissions de CO₂ qu'elle engendrerait, cette source d'énergie prometteuse peine à se développer dans ces îles. La centrale géothermique haute température (260°C) de Bouillante, située sur la côte ouest de la Guadeloupe, à l'intersection de deux accidents tectoniques majeurs (Ill. 1), dans un contexte géologique d'arc volcanique insulaire² (arc des Petites Antilles), est la seule réalisation dans ces territoires et dans la Caraïbe, depuis presque 40 ans.

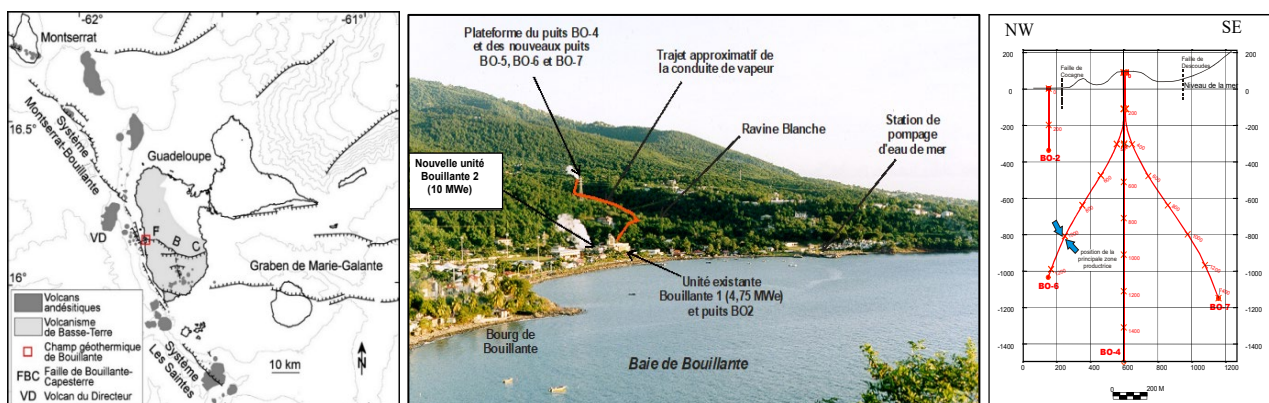


Illustration 1 : Localisation du champ géothermique de Bouillante (zone encadrée en rouge) à l'intersection du système de failles décrochant NNO-SSE de Montserrat-Bouillante-Les Saintes et du système de graben E-O de Marie-Galante (à gauche), vue d'ensemble de la centrale de Bouillante (au centre) et coupe verticale des forages (à droite).

2. SUCCES DU CHAMP GEOTHERMIQUE DE BOUILLANTE, FREINS A LA GEOTHERMIE ET PERSPECTIVES

2.1 Champ géothermique de Bouillante

L'exploration menée par le BRGM et EURAFREP dans les îles de la Caraïbe que sont la Guadeloupe et la Martinique a commencé dans les années 1960-1970. La mise en évidence assez rapide d'une ressource géothermique exploitable à Bouillante à 250-260°C a permis à EDF de construire, en 1986, une première centrale géothermique avec une turbine d'une capacité de 4,75 MWe, alimenté en vapeur (≈ 30 tonnes/h) par un seul forage relativement superficiel (BO-2), de 330 m de profondeur, ce qui permettait de couvrir environ 2% des besoins annuels d'électricité de l'île (Ill. 2). Reprise par la Compagnie Géothermie Bouillante (GB) depuis 1995, cette centrale produit actuellement jusqu'à 110 GWh/an, à partir de deux turbines alimentées en vapeur par les deux forages BO-5 et BO-6 d'environ 1000 m de profondeur, répondant à 5 à 6% de la demande d'électricité annuelle de l'île (Ill. 2). Une réinjection partielle des fluides de production dans le sous-sol est opérationnelle à partir du puits BO-2, depuis 2015. Le fluide profond des deux forages exploités à raison d'environ 650 tonnes/h, dont 20% de vapeur et 80% d'eau, après séparation des phases en surface, est de type chloruré sodique et a une salinité totale de 20 g/l. Il est constitué d'environ 58% d'eau de mer et 42% d'eau d'origine météorique, et acquiert une partie de sa salinité après interaction avec les roches du réservoir à 260°C.

Fort de son succès et avec la présence de plusieurs manifestations hydrothermales de surface à terre ou en mer, le champ géothermique de Bouillante a constitué, très rapidement, le terrain de jeu de travaux de R&D et d'innovation du groupe BRGM, qui ont permis de développer des méthodes/outils adaptés à ce champ, mais aussi à d'autres territoires insulaires. Parmi ces développements, on peut mentionner l'opération innovante de stimulation thermique réalisée en 1998 sur le vieux puits BO-4 de production (Correia *et al.*, 2000), la mise en place d'une approche d'exploration considérant les spécificités de ces territoires ultramarins et de méthodes de suivi d'exploitation de champ géothermique en géochimie et en géophysique (Sanjuan *et al.*, 2010 ; 2013), la réalisation de tests de traçage chimique inter-puits, et la modélisation du réservoir de ce champ (Hamm *et al.*, 2016). Ces activités ont déjà contribué à augmenter la capacité de production de la centrale géothermique de 4,75 à 15 MWe en 2005, mais elles ont aussi mis en évidence de nouvelles perspectives de croissance et d'extension du champ vers le nord de la baie de Bouillante et vers le sud de l'actuelle centrale, notamment à travers la découverte de fuites de fluide de réservoir profond dans les eaux de sources thermales sous-marines et terrestres (Sanjuan, 2001 ; Millot *et al.*, 2010), qui pourraient se réaliser assez vite. A cette fin, en 2009, une concession de 50 ans couvrant une grande partie du territoire de la commune de Bouillante avait été accordée à la Compagnie GB.

¹ Zones non connectées au réseau électrique métropolitain

² Ensemble d'îles disposées en arc à l'aplomb du plan de subduction entre deux plaques tectoniques

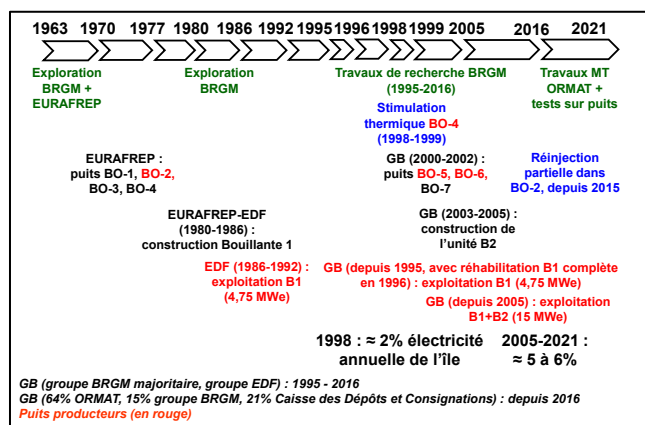


Illustration 2 : Synthèse des principaux événements sur le site géothermique HT de Bouillante (dates clés).

2.2 Facteurs identifiés comme freins au développement de la géothermie dans ces territoires

Parmi les facteurs responsables du développement, jusqu'à présent, timoré de la géothermie, les principaux semblent être :

- la nécessité de développer des méthodes d'exploration adaptées et plus onéreuses due aux difficultés d'accès et aux spécificités de ces îles (relief accidenté, végétation abondante, proximité de la mer, complexité géologique...), ainsi que les contraintes dues à l'insularité ;
- un risque géologique important en milieu volcanique fracturé et hétérogène, avec parfois peu d'indices de surface de réservoir géothermique profond, des coûts de forage élevés qui peuvent être dissuasifs pour des investisseurs privés, ainsi que la longue durée de réalisation des projets de géothermie ;
- l'absence de stratégie et de financements publics, ainsi que le manque d'incitations, par le passé, pour favoriser le marché de l'électricité géothermique ;
- l'absence de prise en compte des impacts environnementaux et sociétaux qu'il convient d'intégrer dès les premières étapes d'un projet de géothermie.

2.3 Perspectives

Rien que sur la base des travaux d'exploration du BRGM, il a été estimé, dans la région de Bouillante, que la puissance installée pourrait être multipliée par au moins un facteur 4 et atteindre plus de 60 MWe dans les toutes prochaines années, ce qui correspondrait à plus de 25% des besoins annuels d'électricité de l'île, sans compter de potentiels développements dans certaines régions situées autour du volcan de la Soufrière. Le groupe BRGM a pu aussi mettre en pratique son expérience dans d'autres îles comme la Martinique, la Réunion, Mayotte, et la Dominique, dans lesquelles il n'existe toujours pas de centrales géothermiques, mais où plusieurs zones potentiellement exploitables ont été identifiées et commencent à intéresser des industriels, qui ont procédé à des demandes de permis de recherche (PER). A la Dominique, suite aux prospections de surface, trois forages d'exploration en 2012, puis deux forages d'exploitation en 2014, ont été respectivement effectués. La réalisation d'autres forages d'exploitation supplémentaires devrait suivre et permettre, dans un premier temps, d'alimenter entièrement cette île en électricité et voire ensuite, de l'exporter aux îles voisines de Guadeloupe et Martinique par câble sous-marin.

Les objectifs ambitieux de la loi de transition écologique, avec une autonomie énergétique dans les territoires d'Outre-mer en 2030, constituent un gigantesque défi, mais offrent aussi une formidable opportunité de construire une stratégie cohérente de développement de la géothermie dans ces îles. La création d'un fond de garantie comme outil d'assurance et d'aide financière qui pourrait être mis en place serait un excellent moyen d'encourager les industriels à lancer et réaliser des projets de géothermie dans ces territoires. La création prochaine d'un Centre d'Excellence Caraïbe de la Géothermie, en Guadeloupe, dans le cadre du programme européen INTERREG V Transition Énergétique de la Caraïbe (TEC), devrait permettre de fédérer les principaux acteurs de la géothermie ainsi que d'améliorer sa visibilité dans ces territoires et promouvoir ses nombreux atouts. Dans ce contexte, le développement et l'extension du champ de Bouillante pourraient devenir un tremplin pour l'essor de la géothermie dans les îles de l'Outre-mer.

BIBLIOGRAPHIE:

- Correia, H., Sigurdsson, O., Sanjuan, B., Tulinius, H., Lasne, E. (2000). Stimulation of a high enthalpy geothermal well by cold water injection, In Geothermal Resources Council Transactions, Davis, California, USA, vol. 24, 129-136.
- Hamm, V., Lopez S., Gille, A.-L. (2016). Projet ORBOU : 2. Travaux de modélisation associés à la réinjection partielle des fluides de production de la centrale géothermique de Bouillante en Guadeloupe (2014-2016), BRGM/RP-65939-FR report, 46 p.
- Millot, R., Scaillet, B., Sanjuan B. (2010). Lithium isotopes in island arc geothermal systems: Guadeloupe, Martinique (French West Indies) and experimental approach, Geochimica et Cosmochimica Acta, 74, 1852-1871.
- Sanjuan B. (2001). Champ géothermique de Bouillante (Guadeloupe) : synthèse des travaux réalisés en géochimie avant 1999, Rapport BRGM/RC-51672-FR, 46 p.
- Sanjuan, B., Jousset Ph., Pajot G., Debeglia N., De Michele M., Brach M., Dupont F., Braibant G. Lasne E., Duré F. (2010) - Monitoring of the Bouillante geothermal exploitation (Guadeloupe, French West Indies) and the impact in its immediate environment. In Proceedings of World Geothermal Congress 2010 (WGC2010), Bali, Indonesia, 25-29 April 2010, 11 p.
- Sanjuan, B., Bouchot, V., Mathieu, F., Jousset, Ph., Delatre, M., De Michele, M., Millot, R., Innocent, Ch. (2013). Travaux de recherche sur le champ géothermique haute température de Bouillante, en Guadeloupe (2009-2012), BRGM/RP-61715-FR report, 192 p.