La géothermie : chaleur de la Terre

http://www.geothermie-perspectives.fr

1 – Origine de la géothermie

La chaleur de la Terre provient essentiellement (90%) de la désintégration d'éléments radioactifs (uranium, thorium, potassium) présents dans les roches et du noyau terrestre qui génère un flux de chaleur vers la surface.

La chaleur produite par les réactions nucléaires varie avec **la composition chimique des roches** mais aussi selon **l'âge des roches**, raison pour laquelle les gradients géothermiques sont plus élevés dans les plates-formes jeunes, comme en France et en Europe du Sud, que dans les socles anciens, comme en Scandinavie.

Plus la profondeur est grande et plus la chaleur est élevée, elle augmente en moyenne de 3,3°C tous les 100m (cet accroissement de température avec la profondeur est appelé « gradient géothermal »), mais ces valeurs peuvent être nettement supérieures dans certaines zones instables du globe et même varier de façon importante dans des zones continentales stables.

2 – Caractéristiques générales de la géothermie

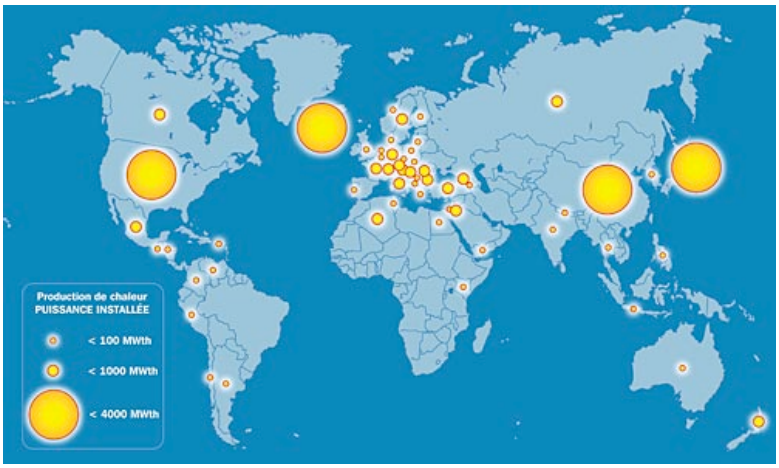
La géothermie est la seule énergie renouvelable qui s'adresse aux deux grandes filières énergétiques :

- production de chaleur
- production d'électricité

Il existe trois types d'exploitation de la géothermie :

- la géothermie très basse température : exploite des réservoirs situés à moins de 100m et dont les eaux ont une température inférieure à 30°C ; on l'utilise pour le chauffage et la climatisation grâce à une pompe à chaleur
- la géothermie basse énergie : utilise des aquifères à des températures comprises entre 30°C et 100°C, on l'exploite dans des réseaux de chaleur pour le chauffage urbain ou dans le cadre de procédés industriels.
- la géothermie moyenne et haute énergie (jusqu'à 250°C) est utilisées pour produire de l'électricité via des turbines

3 – La production de chaleur par géothermie dans le monde



© ADEME BRGM

Production de chaleur par pays (puissance installée en 2000

La puissance installée dans les 55 pays qui déclaraient utiliser directement cette source en 2000 était estimée à 15 GW et l'énergie utilisée à 53 TWh/an, ce qui équivaut à 1% de la consommation d'énergie mondiale.

En 2005, plus de 70 pays déclarent utiliser la géothermie pour produire de la chaleur. La puissance installée est estimée à l'heure actuelle à 27 GW, ce qui correspond à une production supérieure à 70 TWh/an **.**

4 - La production d'électricité par géothermie dans le monde :

© ADEME BRGM

Principaux pays producteurs d'électricité géothermique (puissance installée en 2000)

On dénombre aujourd'hui un peu plus de *350 installations géothermiques haute et moyenne énergie dans le monde*.

La puissance mondiale de ces centrales électriques est d'environ **8,9 GW**, ce qui ne représente que **0,3% de la puissance mondiale électrique installée** sur la planète.

La géothermie couvre 0,4% des besoins mondiaux en électricité.

Avec 202 unités réparties sur 22 champs géothermiques (Californie, Nevada, Utah et Hawaii),

les Etats-Unis arrivent en tête des pays producteurs avec une capacité installée de 2 544 MW et une production importante (15 TWh/a), mais qui ne satisfait que 0,4% des besoins. Viennent ensuite les Philippines (1 931 MW), le Mexique (953), l'Indonésie (796), l'Italie (790), le Japon (547), la Nouvelle-Zélande (437), l'Islande (200), le Salvador (161), et le Costa Rica (160).

5 – Exemples de centrale électrique

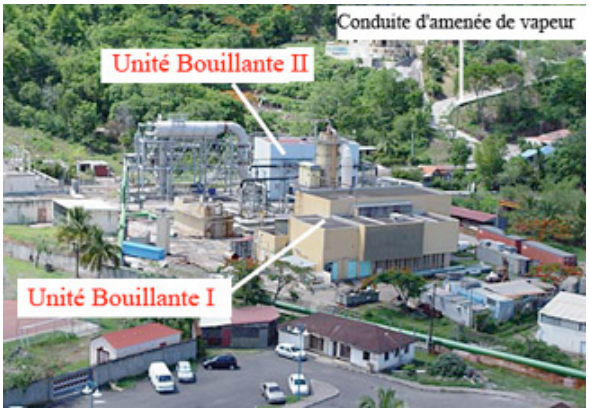
Centrale électrique de Bouillante (Guadeloupe France)

Bouillante est la 1ière centrale géothermique française productrice d'électricité.

En Guadeloupe comme dans toutes les îles des Caraïbes la géothermie est liée à une activité volcanique récente (moins de 1 million d'années). L'eau de mer et l'eau de pluie s'infiltrent en profondeur dans le sol, circulent dans les fracturent de la roche et se réchauffent à son contact avant de remonter en surface.

Unité Bouillante 1 : 1986 à 1992 réhabilité en 1995 par Géothermie Bouillante constituée d'un puit unique de 350m (température 250°C) dont le potentiel de production de vapeur 30 tonnes/heure contribue actuellement à 3% de la consommation d'électricité de l'île (puissance 30GW).

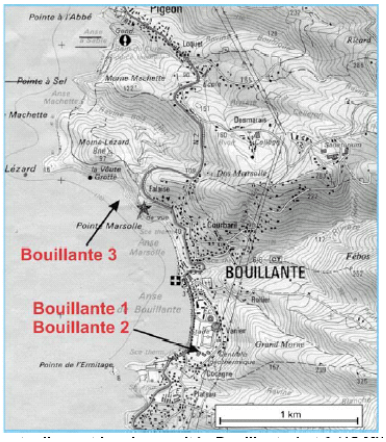
Unité Bouillante 2 : mise en service en 2004 est constituée de 3 puits situés entre 1000 et 1150m (température 250°C), contribue actuellement à 6% de la consommation d'électricité de l'île (puissance 72 GW).



© BRGM im@gé Plateforme de Bouillante

Unité Bouillante 3 : le projet de développement de bouillante 3 vise à exploiter la portion du réservoir géothermique situé à la bordure nord de la baie ….

Ce secteur présente de nombreux indices favorables et son potentiel est jugé supérieur à celui de la bordure sud qui alimente actuellement les unités Bouillante 1 et Bouillante 2.

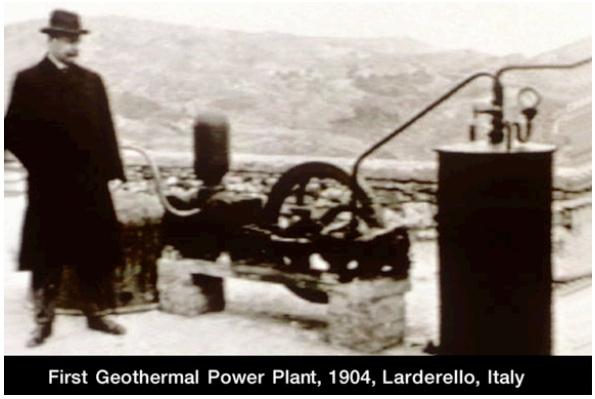


source BRGM

Larderello (Italie) :

La centrale électrique de Lardello avec une puissance de 800MW couvre 30% des besoins énergétiques de la Toscane, la première installation géothermique fut installée en 1904

C'est une centrale à cycle binaire en démonstration en Allemagne et en Autriche permettant de produire de l'électricité à partir d'aquifère faiblement énergétique (95 à 110°C) dont le principe repose sur l'échange de chaleur entre un fluide géothermal et un fluide secondaire qui vient à ébullition à basse température.


First Geothermal Power Plant, 1904, Larderello, Italy

Un projet européen de centrale électrique

http://www.soultz.net/fr/

A SOULTZ (Alsace) un projet européen de dimension mondiale dont l'objectif est d'exploiter la chaleur des roches chaudes situées à 5000m de profondeur pour produire de l'électricité.

L'enjeu de ce projet est considérable car de nombreuses région dans le monde présente des conditions géologiques favorables et la ressource d'énergie semble alors infinie en effet un prélèvement de chaleur qui ferait baisser de 20°C la température d'un bloc rocheux de 1km^3 correspondrait à l'énergie thermique libérée par 1,3millions de tonnes de pétrole)

6 – Le Dogger

La France a joué un rôle de pionnier dans le développement de la géothermie en montrant l'exemple notamment avec la technique du doublet et avec un réservoir dans le Bassin parisien, le *Dogger*, qui présente **la plus grande densité au monde d'opérations de géothermie en fonctionnement**.

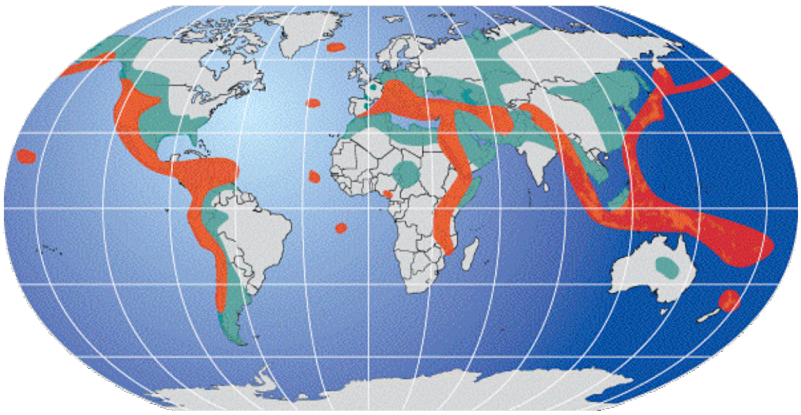
La technique du doublet géothermal pour alimenter les réseaux de chaleur de l'habitat collectif est devenue une référence mondiale. Ses 1 360 GWh produits en 2002 proviennent principalement des 34 exploitations en Ile-de-France, d'une capacité cumulée de 330 MW. Construites entre 1967 et 1987, elles lui valent une place de leader dans l'Union européenne. Selon les dispositifs employés et le niveau de la température, cette énergie est utilisée directement pour l'industrie (serre, pisciculture, séchage de produits agricoles, thermalisme), ou alimente *un réseau de chaleur* pour l'habitat collectif, le chauffage et la climatisation des entreprises ou de l'habitat individuel.

Cette filière est en pleine progression : en Europe, son taux de croissance a été de 4,3% en 2001 et 2002 (1 051,6 MW en

2002). Elle devrait également connaître un développement important dans les pays où les ressources sont abondantes (Europe centrale et orientale, Russie et Chine).

7 – Les ressources mondiales

Ces 5 dernières années la production d'énergie issue de la géothermie a progressé de 4% par an dans le monde.



© BRGM im@gé

Zones propices au développement de la géothermie haute énergie
(Régions tectoniques et volcaniques actives émergées)

Zones favorables à la géothermie basse énergie (bassins sédimentaires)

Zones de socle cristallin réservées pour la très basse énergie

La géothermie haute énergie

Les *ressources* de géothermie haute énergie dont la température dépasse 150°C se situent, entre 1 500 et 3 000 mètres de profondeur, dans des zones géographiques au gradient géothermal anormalement élevé.

Elles correspondent aux régions volcaniques situées à proximité des frontières des plaques lithosphériques : "ceinture de feu" du Pacifique, arc des petites Antilles, arc méditerranéen ou encore grand rift africain.

La géothermie moyenne énergie

Présente dans de nombreux endroits du globe, les ressources de moyenne énergie (90 à 150°C) se retrouvent dans le même décor géologique que la géothermie haute énergie,à une profondeur moindre (inférieure à 1 000 m).

Mais elles se cachent aussi dans les bassins sédimentaires à des profondeurs allant de 2 000 à 4 000 mètres. La géothermie moyenne énergie se manifeste également dans un grand nombre de zones très localisées où se produisent des discontinuités dans les roches, des failles par lesquelles l'eau peut remonter facilement à la surface, signalant sa présence par des sources chaudes.

La géothermie basse énergie

La géothermie basse énergie (inférieure à 90°C) est présente dans de nombreuses régions du globe : le bassin de l'Amazone et du Rio Plata en Amérique du Sud, la région de Boise (Idaho) et le bassin du Mississipi-Missouri aux USA, le Bassin pannonien en Hongrie, les Bassins parisien et aquitain en France, le Bassin artésien en Australie, la région de Pékin et l'Asie centrale…

La géothermie très basse énergie

Partout, en tout point de la planète, y compris dans les zones de socle cristallin, il est possible de capter et de transformer la chaleur emmagasinée dans les couches superficielles du sous sol à quelques mètres de profondeur pour le chauffage des habitations au moyen de pompes à chaleur géothermiques.