

Géothermie très basse énergie

Géothermie assistée par pompe à chaleur

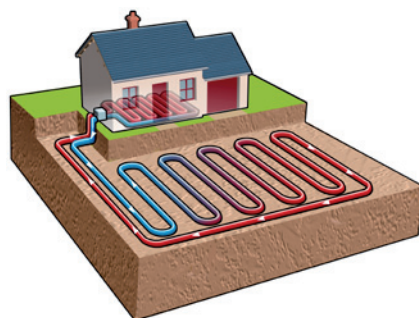
La géothermie très basse énergie (température inférieure à 30 °C) ne permet pas une utilisation directe de la chaleur par simple échange. Elle nécessite la mise en oeuvre de pompes à chaleur (PAC) qui prélèvent cette énergie à basse température pour l'augmenter à une température suffisante pour le chauffage. Mais, au-delà du chauffage, les applications de la géothermie sont très diverses : chauffage et rafraîchissement des logements individuels, collectifs ou tertiaires, usage industriel, etc.

■ Les pompes à chaleur géothermiques destinées aux maisons individuelles, bâtiments collectifs et tertiaires

La chaleur est puisée dans le sol par des capteurs qui peuvent être enterrés verticalement ou horizontalement, ou dans l'eau des nappes.

Capteurs horizontaux

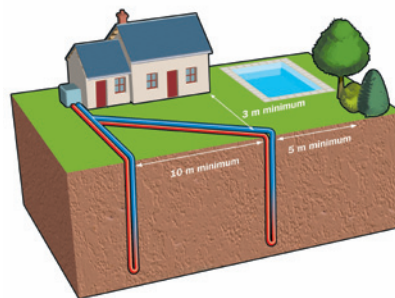
Les capteurs horizontaux sont répartis et enterrés à faible profondeur (de 0,60 m à 1,20 m). Selon la technologie employée, de l'eau glycolée ou le fluide frigorigène de la pompe à chaleur circule en circuit fermé à l'intérieur de ces capteurs. La surface de capteurs nécessaire représentera environ 1,5 à 2 fois la surface habitable à chauffer. Pour une maison de 150 m², les capteurs occuperont donc entre 225 et 300 m² du jardin.



© BRGM

Sondes géothermiques verticales

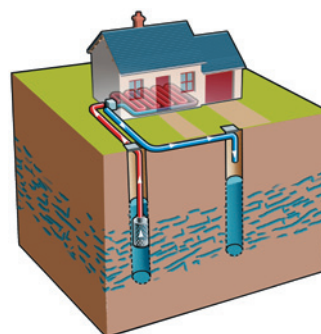
Les sondes verticales sont installées dans un forage et scellées par du ciment. La profondeur peut atteindre plusieurs centaines de mètres, là où la température du sol est stable tout au long de l'année. On y fait circuler en circuit fermé de l'eau glycolée. L'emprise au sol est minime par rapport aux capteurs horizontaux. Pour chauffer une maison de 120 m² habitables, une sonde géothermique de 100 m de profondeur est suffisante.



© BRGM

Les pompes à chaleur sur nappes ou sur aquifères

Les pompes à chaleur sur nappes puisent la chaleur contenue dans l'eau : nappes phréatiques (où la température de l'eau est constante entre 7 et 12 °C), rivière ou lac. Elles nécessitent deux forages pouvant atteindre chacun plusieurs dizaines ou centaines de mètres de profondeur. Ce type d'installation permet de fournir le chauffage et rafraîchissement aux bâtiments collectifs ou tertiaires et, si la nappe est située à faible profondeur, aux maisons individuelles.



© BRGM

Les champs de sondes

Pour chauffer des grands bâtiments ou un groupe de logements, il est possible d'installer plusieurs sondes géothermiques sur le même site afin d'obtenir un plus grand potentiel de chaleur terrestre. Les sondes sont installées à intervalles réguliers à des profondeurs variant de 30 m à plusieurs centaines de mètres, et sont raccordées à une ou plusieurs pompes à chaleur.

Fondations thermoactives

Certains grands bâtiments nécessitent pour des raisons de portance d'être construits avec des fondations sur pieux en béton. Il est possible d'équiper ces pieux avec des capteurs (tubes de polyéthylène placés au cœur du pieu) et de connecter ce système de captage à une pompe à chaleur pour fournir de la chaleur ou du froid au bâtiment.



© ANDREY KRACHENKO / ISTOCKPHOTO

Exemple de réalisation : le champ de sondes de l'ENSTA à Palaiseau

En 2009, a été lancé le projet de construction des nouveaux locaux de l'Ensta (École nationale supérieure des techniques avancées) à Palaiseau (Région parisienne). Avec une surface bâtie de 36 700 m² sur 6 ha de terrain, ce projet met en oeuvre un champ de 75 sondes géothermiques d'une profondeur de 160 m chacune, représentant un total de 12 km de sondes, soit la plus grande longueur jamais mise en oeuvre à ce jour. La puissance de l'installation est de 450 kW.

■ Les autres usages de la géothermie

Les puits canadiens (ou provençaux)

Les puits canadiens (ou provençaux) consistent à tempérer l'air extérieur alimentant un bâtiment, en utilisant l'inertie thermique du sol. L'air circule dans un conduit enterré qui, selon les saisons et les conditions climatiques, refroidit (puits provençaux) ou réchauffe (puits canadiens) le bâtiment.

Le geocooling

Le sous-sol, dont la température à quelques mètres de profondeur est d'environ 10 à 12°C, peut aussi faire office de source de froid pendant l'été et permettre le rafraîchissement des bâtiments. C'est le principe du geocooling qui consiste à utiliser cette fraîcheur du milieu naturel, en période estivale, pour assurer directement et sans mise en service de pompe à chaleur, le refroidissement direct des bâtiments, via des émetteurs suffisamment étendus, comme des planchers rafraîchissants.

La récupération de chaleur sur les eaux usées

Lors de leur évacuation, les eaux usées ont une température moyenne comprise entre 10 et 20°C (selon la région et les saisons). Issues des cuisines, salles de bains, lave-linge et lave-vaisselle, les calories de ces eaux grises peuvent être mises à profit pour le chauffage des bâtiments. Ce système fonctionne grâce à un échangeur thermique qui récupère les calories dans les canalisations d'évacuation et les transfère au bâtiment via une pompe à chaleur.



Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr



© DELEPINEANTOY / FOTOLIA



Géothermie basse et moyenne énergie

Cogénération et usage direct de la chaleur issue de la géothermie profonde

La géothermie basse et moyenne énergie repose sur l'utilisation directe de la chaleur de l'eau chaude contenue dans les aquifères profonds, dont la température est comprise entre 30 et 150 °C.

© BIODAVID WOODPALL / STILL PICTURES

Réseaux de chaleur et doublets géothermiques

Le chauffage d'un quartier ou d'un ensemble d'immeubles d'habitat collectif peut s'effectuer par l'intermédiaire d'un réseau de chaleur, c'est-à-dire un réseau de canalisations chargé de distribuer la chaleur dans des sous-stations au pied de chaque immeuble ou de chaque groupe d'immeubles. Afin d'assurer une gestion durable de la ressource, la technique du doublet (un puits de production et un puits de réinjection) est généralement mise en oeuvre. Elle permet de restituer l'intégralité des volumes d'eau extraits au milieu naturel d'origine (dans la même nappe).

La conception des forages intègre d'une part, la nécessité d'espacer les impacts au niveau du réservoir pour éviter le refroidissement de la ressource au point de prélèvement (puits déviés) et d'autre part, la nécessité de mobiliser des débits d'exploitation importants (jusqu'à 350 m³/h) pour valoriser au mieux le dispositif et disposer d'une puissance thermique compatible avec les besoins du réseau. L'eau contenue dans les nappes profondes est généralement très salée et nécessite des précautions particulières pour son transport entre les puits et la centrale.

Une installation pionnière : la Maison de la radio à Paris

Inaugurée en 1963, la Maison de la radio a été le premier bâtiment à bénéficier d'un système de chauffage par géothermie.

Avec ce système, l'eau géothermale de l'Albien est puisée à 600 m de profondeur à une température de 27 °C. Elle cède 20 °C au dispositif énergétique avant d'être rejetée à 7 °C.

En hiver, cette énergie géothermique est utilisée en appont d'un chauffage original : un système complexe de pompes à chaleur récupère la chaleur dégagée par les activités des studios (projecteurs, matériels, public).

En été, le système est inversé pour le rafraîchissement et la climatisation. Cependant, en raison de ces besoins majoritaires en froid, cette opération a été remplacée depuis par une opération sur aquifères superficiels.



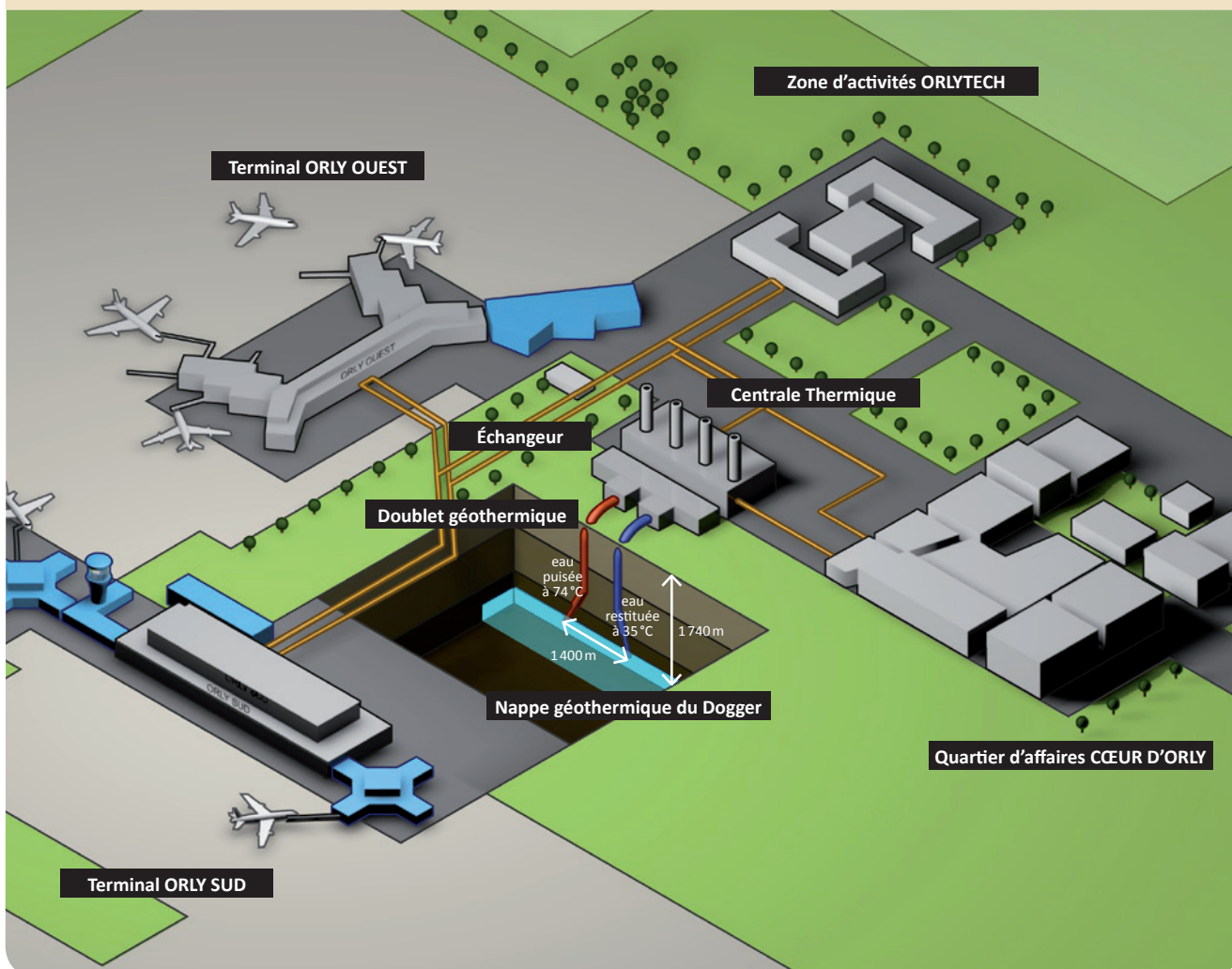
© RADIO FRANCE

Exemple de réalisation : le doublet géothermique de l'aéroport d'Orly

Fin 2010, une centrale géothermique a été créée sur le site de l'aéroport de Paris-Orly, pour assurer le chauffage d'une partie de ses installations (aérogare et bâtiments tertiaires).

Les deux puits inclinés et orientés du doublet, atteignent une profondeur de près de 1 800 m (aquifère du Dogger). La puissance thermique délivrée par l'installation est de 10 MW (300 m³/h d'une eau à 74 °C réinjectée après échange à 35 °C environ). La valorisation de la chaleur s'effectue par échange thermique sur un échangeur à plaques en titane, ce dernier transmet alors la chaleur au circuit d'eau chaude de chauffage de l'aéroport.

Le recours à la géothermie permet de préserver les ressources naturelles tout en réduisant les émissions de CO₂ liées à la production d'énergie. À terme, le doublet géothermique, permettra de réduire la consommation de combustible fossile de 4 000 tonnes équivalent pétrole (tep) et évitera le rejet dans l'atmosphère d'environ 9 000 tonnes de CO₂ par an.



© FABIEN BASQUIN / THINK UP

Design graphique: THINK UP communication éco-responsable® +33 9 65 14 46 37



Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr



© DELEPINE ANTONY / FOTOLIA



Géothermie haute énergie

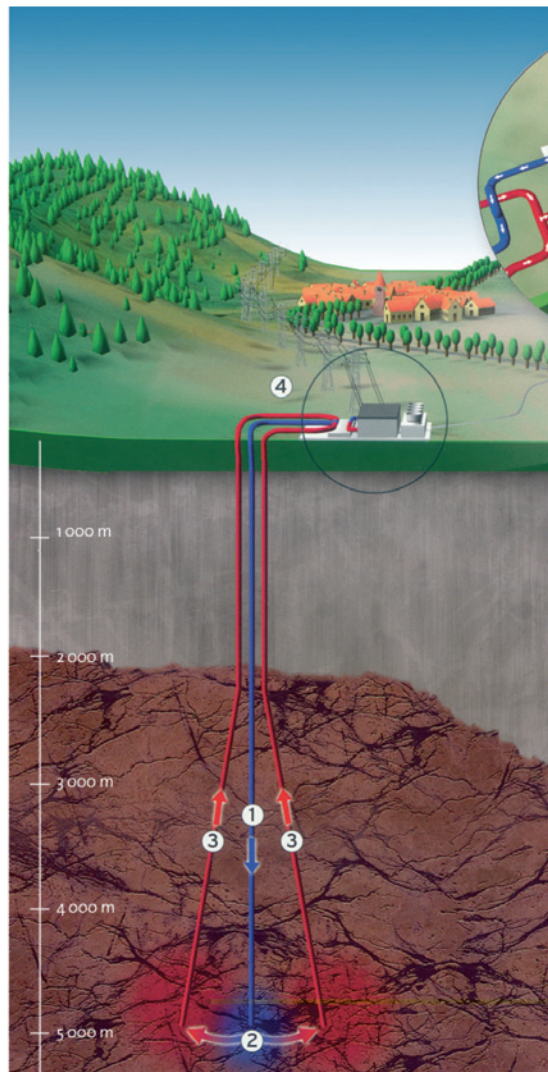
Production d'électricité géothermique

La production d'électricité d'origine géothermique est possible sur les réservoirs dont la température est comprise entre 150 et 350 °C et permettant des débits de production de fluides suffisants.

© BIOS DAVID WOODFALL / STILL PICTURES

Plusieurs méthodes et techniques de production d'électricité géothermiques existent actuellement :

- Pour les sources de vapeur haute température, que l'on retrouve notamment sur les zones de volcanisme récent, l'électricité peut être produite directement par injection de la vapeur dans une turbine haute pression (simple flash) ou haute et basse pression (double flash).
- Pour les sources moins chaudes (moins de 175 °C), de nombreuses techniques (ex : cycle binaire) jouent sur la condensation puis la détente du fluide secondaire, souvent organique (Organic Rankine Cycle, ORC). Ce cycle binaire peut également valoriser l'énergie des eaux chaudes en sortie d'une unité haute pression.
- La géothermie dite conventionnelle vise à exploiter des réservoirs naturellement très perméables, où l'eau géothermale est abondante.
- La technologie « Enhanced Geothermal Systems » (EGS), telle qu'elle est expérimentée à Soultz-sous-Forêts en France, consiste à augmenter la perméabilité de la roche par stimulation, puis à faire circuler de l'eau dans les roches chaudes à grande profondeur et enfin à exploiter la chaleur récupérée pour produire de l'électricité.



- ① Injection d'eau froide à 5 000 m de profondeur par le puits central
- ② Circulation d'eau dans les fractures et réchauffement au contact de la roche chaude (200 °C)
- ③ Extraction de l'eau réchauffée du sous-sol par deux puits de production
- ④ En surface, transformation par l'intermédiaire d'un échangeur thermique (a) de l'eau chaude du circuit primaire (b) en vapeur dans le circuit secondaire (c) pour entraîner une turbine (d) qui produit de l'électricité (e)

© GEE



Bouillante

La centrale de Bouillante, située en Guadeloupe et exploitée par la centrale Géothermie Bouillante, a déjà une longue histoire débutée dans les années 1960 par des sondages et des forages d'exploration.

Quatre puits de production forés en 1984 (Bouillante 1) puis trois autres forés en 2000 (Bouillante 2) permettent d'atteindre aujourd'hui une capacité de l'usine de 15 MWe. La capacité de production électrique de la centrale de Bouillante représente environ 7% de la production électrique totale de Guadeloupe.

Un nouveau projet, Bouillante 3, est aujourd'hui à l'étude. La capacité de production prévue est de l'ordre de plusieurs dizaines de MW.

Cette installation inspire et encourage les autres îles des Caraïbes à mettre en valeur leur potentiel géothermique.

Soutz-sous-Forêts

Ce programme pilote européen, très innovant dans le domaine de la géothermie profonde, a été initié en 1987 par une équipe d'ingénieurs et de scientifiques. Ce projet a été financé par des fonds publics français, allemands et européens. Il vise à extraire la chaleur des roches chaudes, situées à grande profondeur et naturellement fracturées, pour la transformer en électricité. Après une phase de stimulation initiale, l'eau est mise en circulation entre les différents puits.

Quelques chiffres :

- 25 années de recherche
- 15 laboratoires de recherche impliqués
- 3 puits à 5 000 m de profondeur chacun
- 13 MW de chaleur extraite
- 2,1 MW de production électrique brute

Il s'agit du premier pilote au monde fonctionnant sur la technologie EGS ; c'est pourquoi la centrale de Soutz suscite l'intérêt de toute la communauté internationale de la géothermie. En outre, elle conduit en France à l'émergence de nouveaux projets, dans les milieux naturellement fracturés.



Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr



La géothermie en Europe et dans le monde

En tout point de la planète, il est possible de capter et de transformer la chaleur emmagasinée dans les couches superficielles du sous-sol pour le chauffage des habitations. Les formes industrielles de la géothermie (basse, moyenne et haute énergie) nécessitent des contextes géologiques particuliers : bassins sédimentaires, volcanisme récent, bassins d'effondrement, etc.



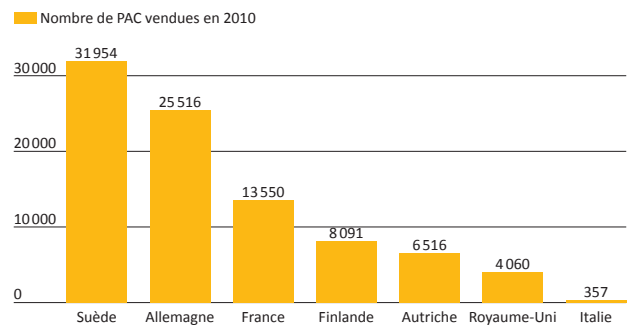
© LAURENCE GOSBY / FOTOLIA

La situation en Europe

En 2011, on estimait la puissance électrique installée de l'ensemble des pays de l'Union Européenne à environ 1 672 MWe. La puissance thermique s'élevait quant à elle à environ 4 700 MWth pour l'utilisation directe de la chaleur (hors PAC géothermiques). Le marché annuel des PAC géothermiques dans les pays de l'Union européenne était estimé à 103 846 unités vendues en 2010. Le parc installé s'élevait à plus d'un million de PAC géothermiques en fonctionnement.

Marché annuel des PAC géothermiques en Europe en 2010

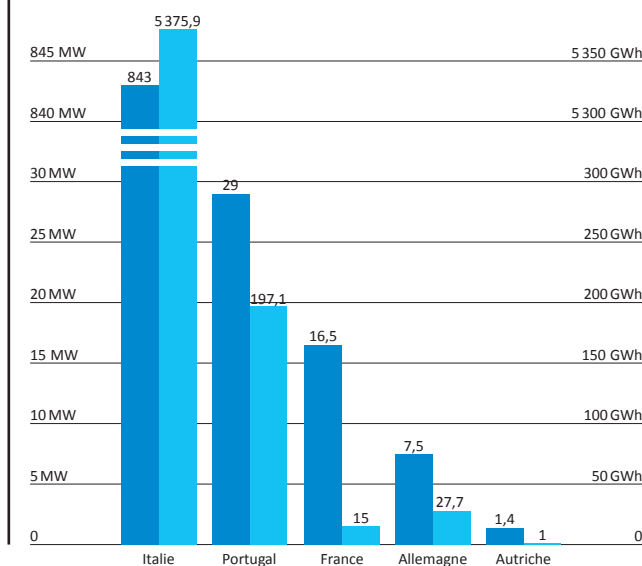
source : EurObserv'ER



Production d'électricité (géothermie haute énergie) en 2011

source : EurObserv'ER

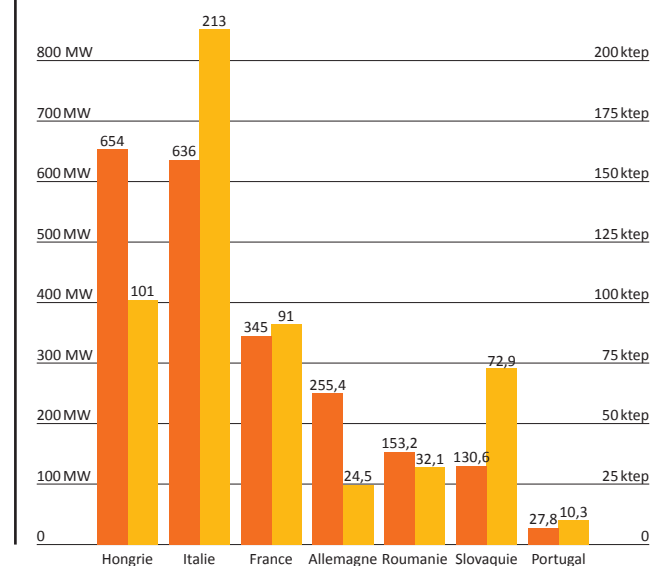
■ Puissance installée (MW)
■ Production d'électricité géothermique (GWh)



Production de chaleur directe (géothermie basse et moy. énergie) en 2011

source : EurObserv'ER

■ Puissance installée (MW)
■ Production de chaleur géothermique (ktep)



■ La situation dans le monde

La production d'électricité dans le monde

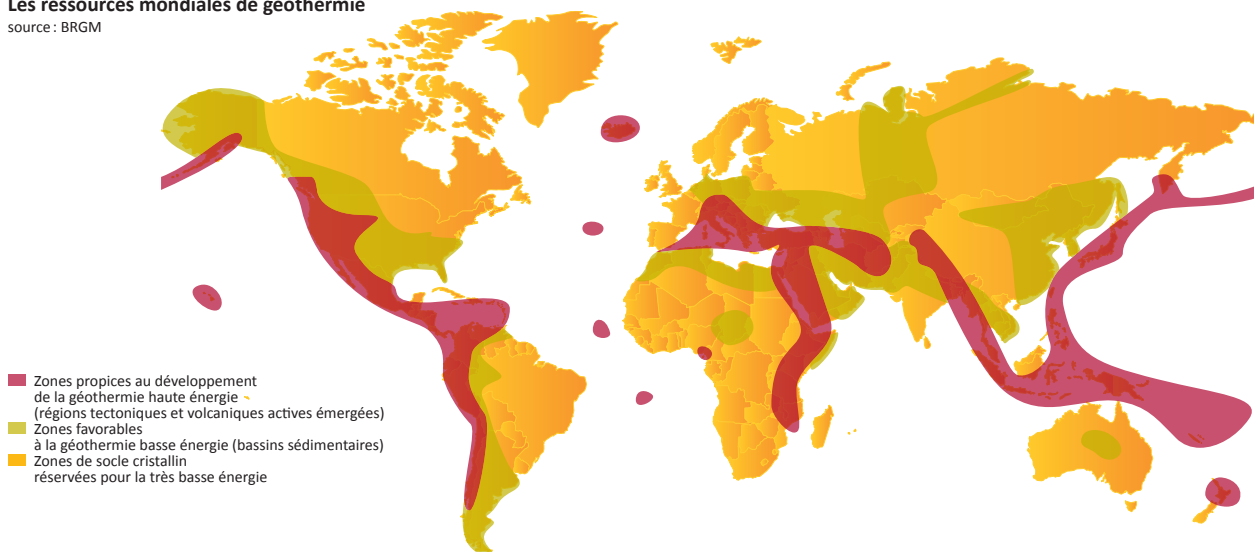
On dénombre aujourd'hui plus de 350 installations géothermiques haute énergie dans le monde. La puissance totale de ces centrales électriques est d'environ 10 700 MW en 2010 (contre 8 000 MW en 2000), soit 0,3% de la puissance mondiale électrique installée sur la planète. En nombre de MWh produits, la géothermie constitue, avec l'hydroélectricité, la biomasse et l'éolien, l'une des quatre principales sources d'électricité renouvelable dans le monde. Elle couvre 0,4% des besoins mondiaux en électricité. Sa contribution aux besoins nationaux peut être bien plus élevée dans certains pays, et atteindre plusieurs pourcents. Les principaux pays producteurs se situent sur la périphérie du Pacifique : six sur le continent américain pour plus de 4 550 MW, cinq en Asie pour plus de 3 800 MW, deux en Océanie pour 630 MW. L'Europe compte six pays producteurs (Islande, Italie, Allemagne, Danemark, France, Suède) pour une puissance de 1 470 MW, et l'Afrique en compte deux pour 174 MW.

La production de chaleur géothermique directe dans le monde

Fin 2009, plus de 70 pays utilisaient la géothermie pour produire de la chaleur. La puissance installée était alors estimée à 50,6 GW, ce qui correspond à une production annuelle supérieure à 120 000 GWh. Les principaux pays producteurs sont le Japon, la Chine, la Russie, les pays d'Europe de l'est, centrale et orientale, et les États-Unis. La France a joué un rôle de pionnier dans le développement de la géothermie basse énergie, en particulier dans le Bassin parisien qui présente la plus grande densité au monde d'opérations de géothermie en fonctionnement, grâce à une bonne adéquation entre les ressources géothermales et les besoins en surface (réseaux de chaleur).

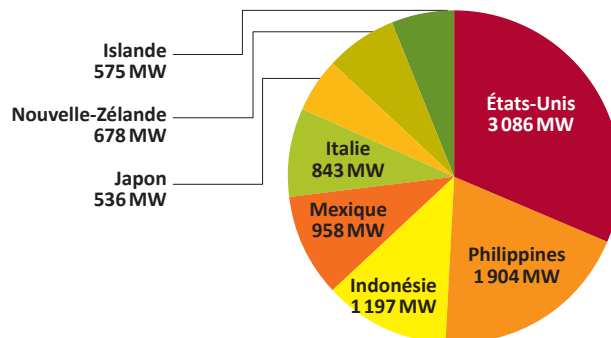
Les ressources mondiales de géothermie

source : BRGM



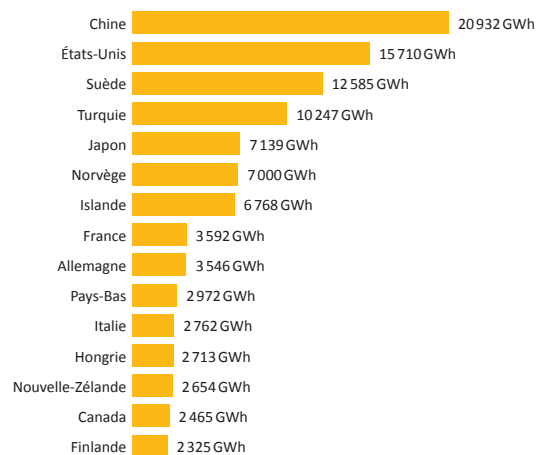
Capacités de production électrique installées des 8 principaux pays en 2010

source : International Geothermal Association



Production de chaleur géothermique des 15 principaux pays en 2009

source : AIE



Syndicat des énergies renouvelables
 13-15, rue de la Baume
 75008 Paris
 Tél. : +33 1 48 78 05 60
 Fax : +33 1 48 78 09 07
 www.enr.fr

© BLEBINEANTONY / FOTOLIA



La géothermie en France (1/2)



La France dispose d'un gisement géothermique très favorable. Les acteurs de la filière française ont joué un rôle pionnier dans le développement de cette énergie. Aujourd'hui, elle connaît un regain d'intérêt avec des applications multiples. Pour encadrer le développement de la géothermie en France, les professionnels ont engagé des démarches structurantes de qualité et de garantie.

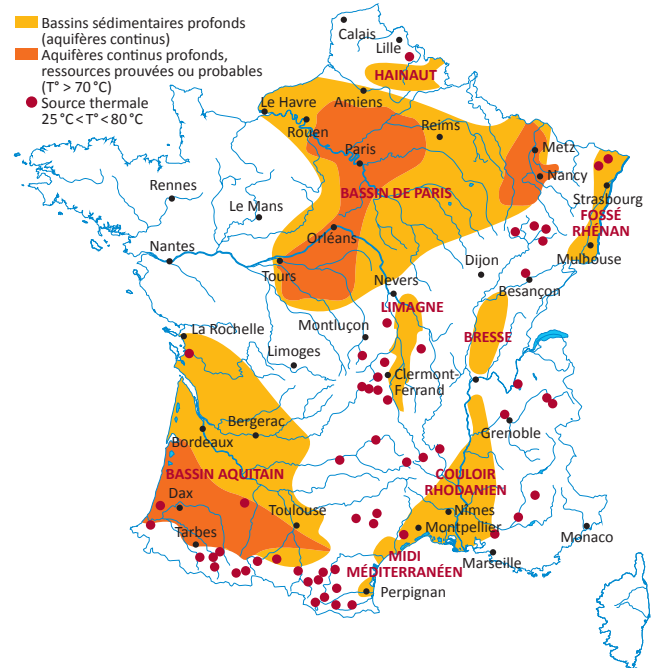
Un gisement favorable en France

La France a joué un rôle pionnier dans le développement de la géothermie avec la valorisation du Bassin parisien (aquifère du Dogger) qui présente, aujourd'hui encore, la plus grande densité au monde d'opérations de géothermie basse énergie en fonctionnement. Sur l'ensemble de son sous-sol, notre pays recèle un potentiel géothermique très important, dont seule une infime partie est aujourd'hui exploitée, que ce soit par la géothermie basse et moyenne énergie ou par les pompes à chaleur (géothermie très basse énergie).

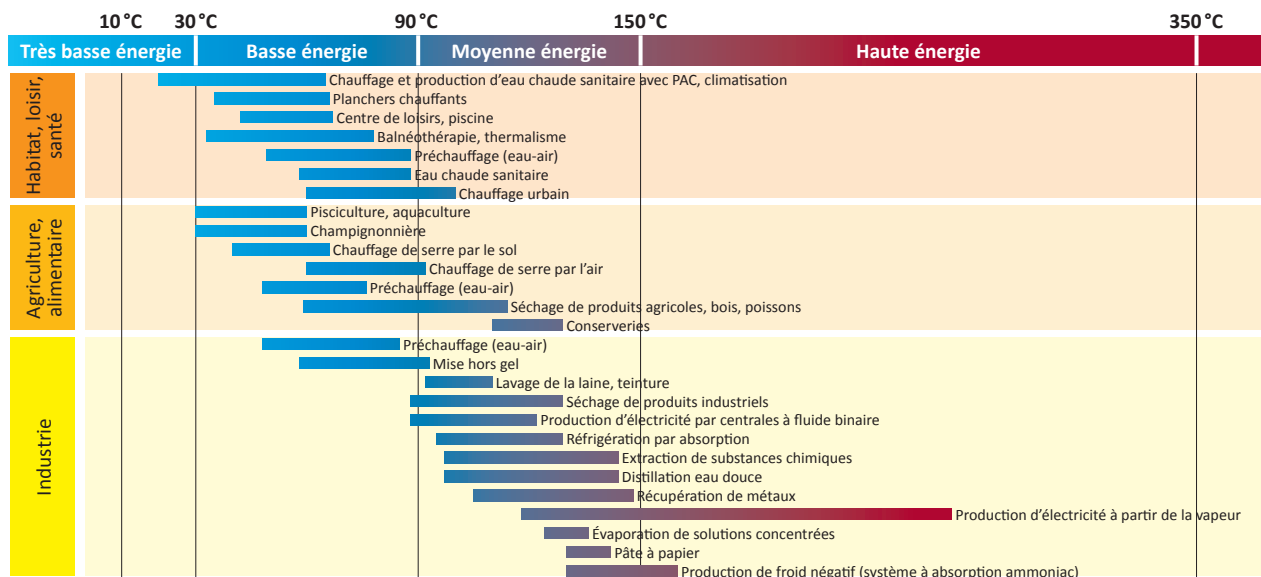
En Ile-de-France, la géothermie peut être considérée comme la première énergie renouvelable exploitée : la région compte à ce jour 36 doublets géothermiques en fonctionnement, dont 16 dans le seul département du Val-de-Marne.

Le gisement géothermique français

source : BRGM



Des applications multiples



■ Une filière qui se structure

Afin d'encadrer le développement des opérations géothermiques et des PAC et de valoriser les bonnes pratiques, les professionnels ont lancé plusieurs démarches qualité, pour les produits, les installations et des forages aux cotés des dispositifs de garantie.

Au 15 juin 2012, les dispositifs existants sont notamment :

Démarche qualité des produits



La **marque NF PAC** de l'AFAQ-AFNOR Certification est délivrée par CERTITA. Elle est attribuée sur démarche volontaire des fabricants. Elle indique la conformité des pompes à chaleur aux différentes normes en vigueur, françaises, européennes et internationales, ainsi que le respect des performances minimales fixées dans le référentiel n° 414 d'AFNOR Certification (le COP, la puissance thermique et le niveau de puissance acoustique).

Dispositifs de garantie



AQUAPAC est une assurance qui couvre les risques géologiques liés à l'exploitation énergétique d'une ressource aquifère (située en général à moins de 100 m de profondeur) puis au maintien de ses capacités dans le temps. Cette assurance s'applique en faveur des installations utilisant des pompes à chaleur d'une puissance thermique supérieure à 30 kW. Il s'agit d'une double garantie :

- la garantie de recherche couvre le risque d'échec consécutif à la découverte d'une ressource en eau souterraine insuffisante pour le fonctionnement des installations tel qu'il avait été prévu ;
- la garantie de pérennité couvre le risque de diminution ou de détérioration de la ressource, en cours d'exploitation.



La **garantie géothermie** (pour les aquifères profonds) est un dispositif de garantie, géré par SAF Environnement, qui couvre les risques géologiques et miniers liés au forage et à l'exploitation des aquifères profonds. La garantie couvre le risque « court terme » (lors du forage) de ne pas obtenir une ressource géothermale (débit et/ou température) suffisante pour assurer la rentabilité de l'opération projetée. Elle couvre également le risque « long terme » (lors de l'exploitation) de voir diminuer ou disparaître la ressource, ainsi que le risque de sinistre affectant les puits, les matériels et équipements de la boucle géothermale.

Démarche qualité des installations



La **charte qualité des puits et forages d'eau et géothermie**, est une charte qualité, initiée par le syndicat des foreurs d'eau et de géothermie, qui engage les signataires à construire des forages de qualité et fiables, dans le respect de l'environnement et des normes en vigueur.



Créée en 2007 par l'AFPAC avec le soutien de l'ADEME et transférée à l'association Qualit'EnR en 2010, la **marque QualiPAC** est une appellation qui rassemble des professionnels engagés dans une démarche de qualité pour l'installation de PAC dans l'habitat individuel. Elle est accordée à des entreprises d'installation de PAC selon des critères précis, fixés dans un référentiel. L'entreprise s'engage à respecter les dix points de la Charte de Qualité QualiPAC et doit assister à une formation obligatoire de cinq jours, validée par un examen en fin de session. Annuellement, une de ses installations de PAC est contrôlée dans le strict respect du référentiel.



La **démarche QualiForage** vise à encadrer le marché des pompes à chaleur sur sondes géothermiques verticales, réalisées pour être reliées par des pompes à chaleur. Ce label reconnaît le savoir-faire des foreurs et leur engagement à respecter la norme en vigueur (NF-X10-970). Il vise la promotion d'une image de marque optimale de la sonde géothermique verticale.



Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr



La France se situe au 3^{ème} rang européen en termes de capacité géothermique installée pour la production de chaleur. Le Grenelle de l'environnement prévoit que la géothermie contribuera en 2020 au mix énergétique français à hauteur de plus de 1,3 million de tonnes équivalent pétrole (tep). La géothermie constituera également une source d'énergie indispensable pour atteindre l'autonomie énergétique dans les DOM à l'horizon 2030 (article 49 de la loi Grenelle 1).

■ Les pompes à chaleur (PAC)

Les pompes à chaleur individuelles

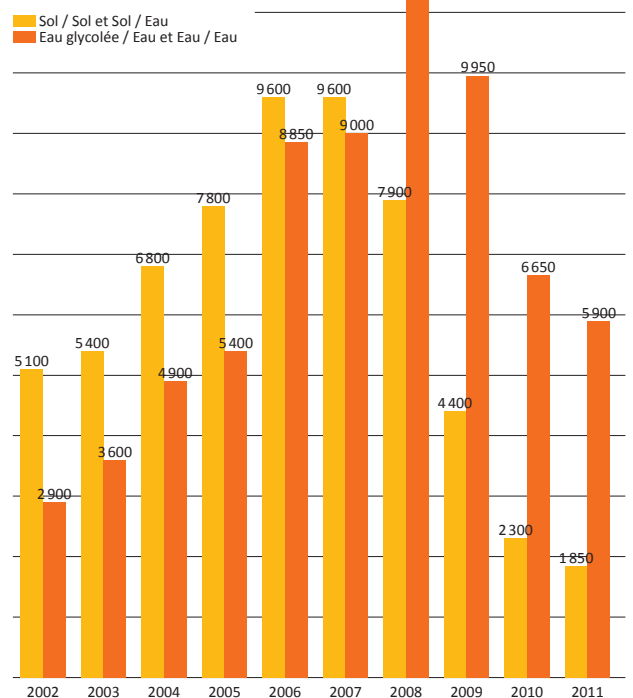
Les pompes à chaleur géothermiques connaissent un regain d'intérêt depuis quelques années pour le chauffage et le refroidissement des logements individuels. En France, un des plus important marché d'Europe, environ 7 800 pompes à chaleur ont été installées en 2011. Le crédit d'impôt accordé pour l'acquisition de pompes à chaleur a joué un rôle important dans la croissance de ce marché. Depuis 2010, le coût de la main d'œuvre pour la réalisation des travaux de forage est également couvert par le crédit d'impôt. Malgré ces points positifs, la filière souffre actuellement des conditions économiques peu favorables et du marché restreint de la construction neuve.

Les pompes à chaleur pour le collectif et le tertiaire

Dans le domaine du tertiaire et du résidentiel collectif, le marché des opérations sur aquifères est en augmentation constante depuis quelques d'années ; celui des opérations sur champs de sondes est en émergence avec plusieurs dizaines d'opérations par an. Certains de nos voisins européens (Autriche, Suisse, Suède) utilisent déjà très largement ces solutions.

Le marché des pompes à chaleur géothermiques de 2002 à 2011 en France

source : AFPAC



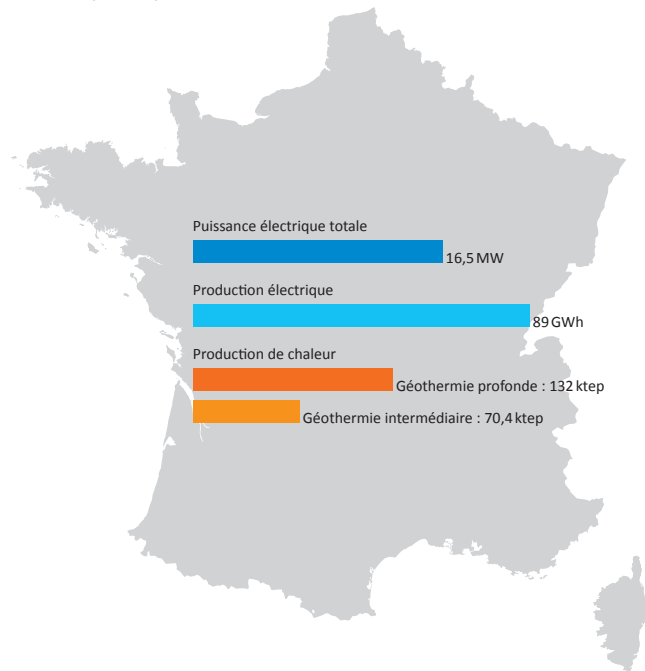
■ Les réseaux de chaleur

La France dispose de 65 installations dédiées au chauffage urbain, réalisées pour l'essentiel dans les années 1980. Elles assurent la couverture des besoins de près de 200 000 équivalent-logements, dont 150 000 en région parisienne. Après une quinzaine d'années de pause (notamment liée aux cours relativement bas des énergies fossiles), la géothermie connaît un regain et de nouvelles opérations voient le jour. La région francilienne a relancé la géothermie en investissant 22 millions d'euros, sur la période 2008-2013, dans la création de six puits et la remise en état de six autres. Cette opération permettra, d'ici 2013, de chauffer 30 000 équivalent-logements supplémentaires.

■ La production d'électricité

La France est forte d'une expérience de production d'électricité à partir de la géothermie au travers notamment de la centrale de Bouillante en Guadeloupe en service depuis plus de 20 ans. C'est d'ailleurs dans les départements d'outre-mer que les perspectives de production d'électricité sont les plus prometteuses. Des compléments d'exploration sont actuellement en cours de réalisation en Martinique et bientôt à La Réunion pour évaluer les potentiels géothermiques de ces îles. En métropole, la production d'électricité a commencé avec le projet pilote de Soultz-sous-Forêts qui utilise la technologie dite technologie Enhanced Geothermal Systems (EGS).

Puissance et production d'électricité et de chaleur en 2010 en France
source : SER / ADEME / Observ'ER

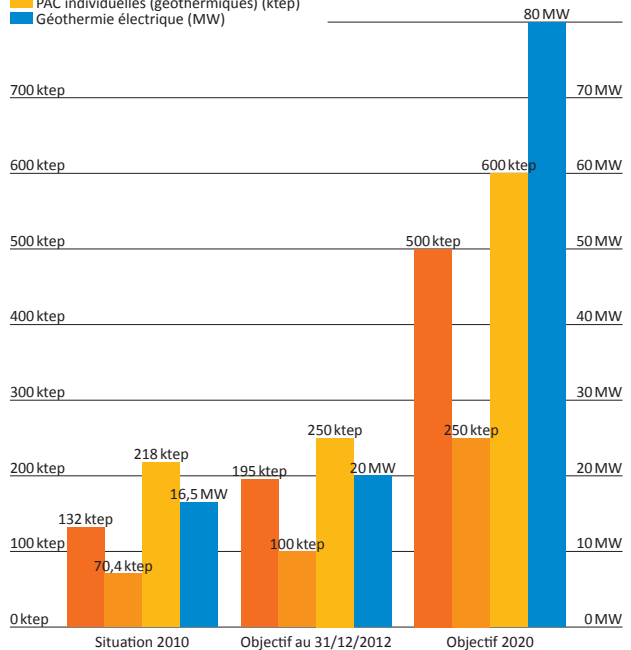


■ Les objectifs du Grenelle

Objectifs du Grenelle de l'Environnement pour 2012 et 2020 et situation 2010

source : SER / ADEME / Observ'ER

- Géothermie profonde (ktep)
- Géothermie intermédiaire (ktep)
- PAC individuelles (géothermiques) (ktep)
- Géothermie électrique (MW)



© EDF-MEDIANETHEQUE / MORCEAU MARC

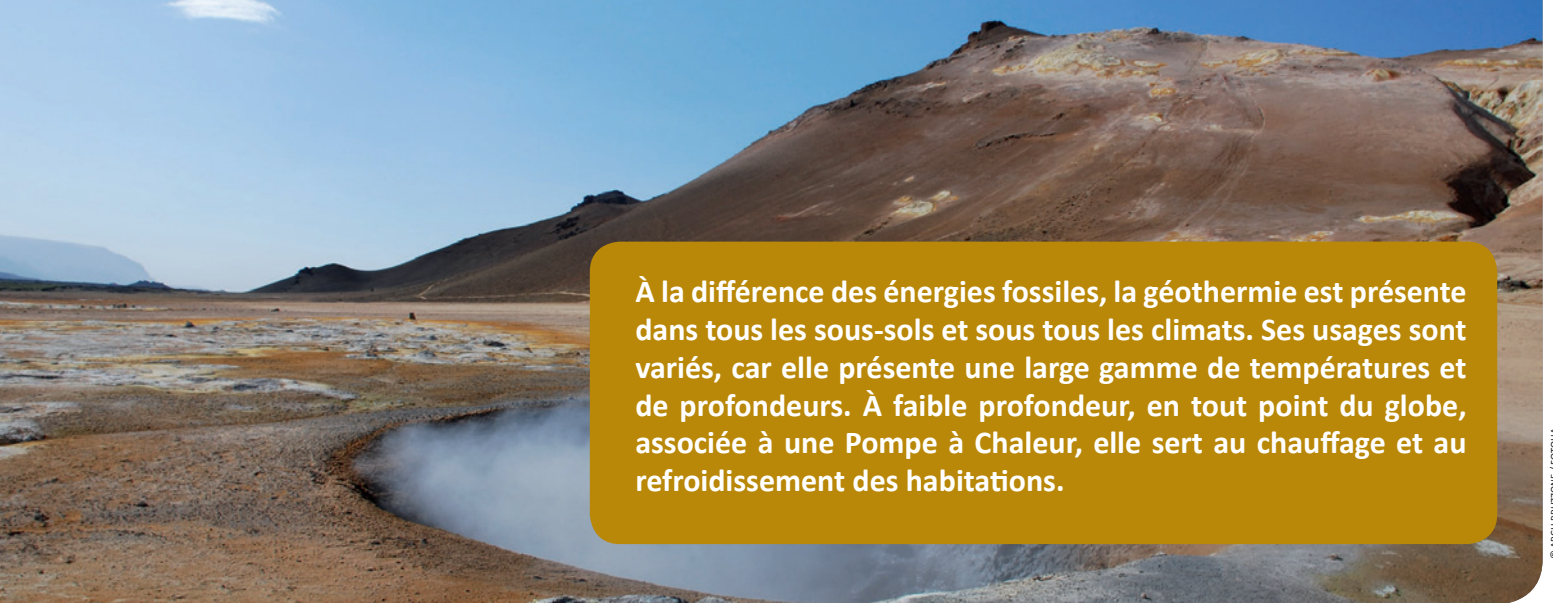


Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr

© DELEPNEANTONY / FOTOLIA



■ La géothermie, une source d'énergie renouvelable et respectueuse de l'environnement



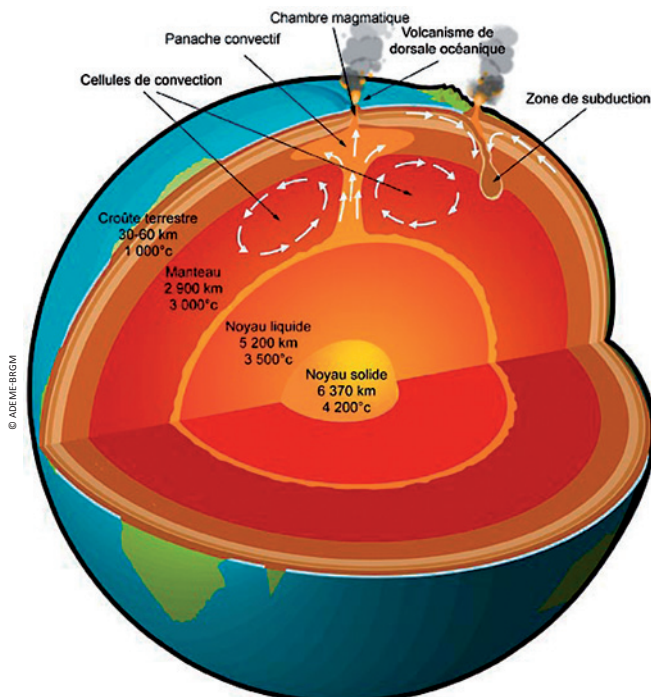
À la différence des énergies fossiles, la géothermie est présente dans tous les sous-sols et sous tous les climats. Ses usages sont variés, car elle présente une large gamme de températures et de profondeurs. À faible profondeur, en tout point du globe, associée à une Pompe à Chaleur, elle sert au chauffage et au refroidissement des habitations.

© ARCHIBRUZZONE / FOTOLIA

■ La géothermie : une énergie propre et durable

La géothermie produit peu de rejets, c'est une énergie propre qui ne participe pas à la dégradation du climat et qui ne nécessite ni transport ni stockage de substances polluantes ou dangereuses. En profondeur, la planète dispose d'un stock de chaleur illimité à l'échelle humaine et, à sa surface, le sol est réchauffé par le rayonnement solaire et la migration des eaux de pluie.

La chaleur de la Terre
source : www.geothermie-perspectives.fr



■ Une énergie renouvelable

La quantité d'énergie disponible dans les masses d'eau souterraines et dans les sols est considérable. L'exploitation des ressources géothermales doit se faire dans le plus grand respect de l'équilibre entre prélèvements et recharge naturelle. La réinjection de la totalité des fluides après échange thermique doit être la règle, le bilan quantitatif de l'exploitation doit être neutre. Sur le plan qualitatif, à l'échelle des grandes structures géologiques, les prélèvements de calories sont infinitésimaux et les flux de chaleur en provenance des profondeurs de notre planète renouvellent lentement mais sûrement le stock d'énergie disponible.

Notre planète est constituée de quatre couches internes concentriques :

- au centre, le noyau solide, situé à 6 370 km en-dessous de la surface, abrite des températures qui s'élèvent jusqu'à 4 200 °C ;
- autour du noyau solide, le noyau liquide avoisine les 3 500 °C et se situe à 5 200 km sous nos pieds ;
- le manteau constitue la troisième couche, à 2 900 km sous le sol, à une température de 3 000 °C ;
- la croûte terrestre constitue la couche extérieure à 1 000 °C et se situe à 30-60 km de profondeur.
- La géothermie permet de valoriser cet exceptionnel gisement de chaleur renouvelable.



Le rayonnement solaire et les conditions climatiques ont une influence sur la température terrestre des premiers mètres du sous-sol. Au-delà, l'énergie géothermale provient de la chaleur stockée depuis des millions d'années dans l'écorce terrestre. La quantité moyenne d'énergie des roches de la croûte terrestre par km³ représente environ 15 millions de tep.

© VLADIMIR PESKOV / ISTOCKPHOTO

■ Une énergie peu émettrice de CO₂

Les centrales géothermiques émettent en moyenne 55 g de CO₂ par kWh, soit environ 10 fois moins qu'une centrale thermique fonctionnant au gaz naturel. Ces émissions peuvent être réduites à néant lorsque l'installation réinjecte les liquides géothermaux dans leurs réserves souterraines, ce qui est souvent le cas pour les installations modernes.

■ Une disponibilité planétaire

La chaleur présente dans les profondeurs vient du centre même de la Terre, et est ainsi répartie également sur l'ensemble de sa surface. Ainsi, il n'existe pas de bon ou mauvais site géothermique, la chaleur naturelle étant tout simplement disponible partout sous nos pieds. Les variables déterminant le choix d'un site sont : la pertinence technico-économique d'accès à cette ressource (géologie, maîtrise foncière, etc.) et la capacité à valoriser cette énergie une fois qu'elle est disponible en surface.

Design graphique: THINK UP communication éco-responsable - +33 9 65 14 46 37



Syndicat des énergies renouvelables
13-15, rue de la Baume
75008 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr

© DELEPINEANTONY / FOTOLIA

