

Source : <https://www.sortirdunucleaire.org/Le-formidable-potentiel-de-la>

Réseau Sortir du nucléaire > Informez

vous > Revue "Sortir du nucléaire" > Sortir du nucléaire n°41 > **Le formidable potentiel de la géothermie L'exemple de Soultz-sous-Forêts**

1er février 2009

Le formidable potentiel de la géothermie L'exemple de Soultz-sous-Forêts

L'intérieur de la Terre contient d'immenses quantités de matière en fusion, qui font augmenter la température avec la profondeur ; on gagne en moyenne 3°C tous les 100 m. A 40 km, la température des roches est de 1000°C ! Selon les zones géographiques, cette chaleur affleure parfois à la surface de l'écorce terrestre. C'est le cas des zones volcaniques comme l'Islande où on trouve de nombreuses sources d'eau chaude. Ces zones constituent un gisement d'énergie quasiment inépuisable, et à ce titre, elles intéressent les scientifiques depuis des années.

Il existe différents types d'applications géothermiques pour ce phénomène. La basse énergie (température < 80°C) est utilisée directement pour le chauffage des piscines, serres, bassins, et alimentation de réseaux de chaleur. Pour la géothermie domestique, c'est-à-dire celle mettant en œuvre les pompes à chaleur pour l'habitat individuel, on parle de géothermie très basse énergie. La haute énergie est, quant à elle, utilisée pour produire de l'électricité (7 GW installés, le potentiel étant estimé à 25 GW dans le monde) en valorisant la vapeur ou l'eau chaude, issues d'aquifères (nappes d'eau chaude dans des roches perméables). On utilise aussi ces sources pour alimenter directement des réseaux de chaleur (8 GW installés). La France exploite un site de géothermie haute énergie en Guadeloupe en produisant 15MW d'électricité, tout comme une vingtaine d'autres pays. Malheureusement, ces aquifères sont bien souvent éloignés des lieux de consommation, rendant difficile l'exploitation directe de la chaleur.

La géothermie profonde ou EGS (Enhanced Geothermal Systems) est la troisième voie. Elle utilise la température de l'eau contenue dans des roches chaudes fracturées à grandes profondeurs. Tout comme la géothermie haute température, elle permet de produire de la vapeur ou de l'eau chaude pour l'alimentation des centrales électriques. C'est le principe appliqué par le projet de recherche européen de Soultz-sous-Forêts.

Ces zones de fractures sont généralement situées à la frontière des plaques tectoniques, en zones volcaniques ou dans des zones tectoniquement actives. C'est le cas de la plaine d'Alsace, à la frontière franco-allemande, où la température augmente d'environ 10°C tous les 100 m sur le premier kilomètre de profondeur. À 5000 m de profondeur, la température est à 200°C, une énergie presque

inépuisable qui intéresse les scientifiques depuis 1984. L'expérience de Soultz représente aujourd'hui le projet EGS le plus avancé du monde pour la production d'électricité.

Comment ça marche ?

Le principe est de pomper de l'eau chaude (200°C), naturellement contenue dans les fissures des roches profondes (granit). En surface, elle transmet ses calories à un second fluide caloporteur à travers un échangeur de chaleur, puis cette eau est réinjectée dans le milieu, une fois refroidie, de façon à ce qu'elle se recharge en chaleur en circulant au contact des roches chaudes fracturées, et filtrée (pour éviter de colmater les failles). Ce circuit primaire est un circuit fermé, c'est-à-dire que l'eau produite est complètement réinjectée. Dans le circuit secondaire (le circuit de production électrique), l'isobutane (fluide organique caloporteur) est chauffé et monté en pression dans l'échangeur de chaleur, grâce aux calories qu'il puise à l'eau géothermale. Il se détend à l'entrée de la turbine à vapeur. Cette énergie mécanique, transmise à la turbine, permet la rotation de celle-ci (13 000 tour/min), qui, elle-même entraîne un alternateur (1500 tour/min) produisant de l'électricité. L'isobutane est ensuite refroidi dans des aérocondenseurs (9 ventilateurs), puis recompressé, avant de retourner, sous forme de liquide, dans l'échangeur. Ce procédé est appelé cycle de Rankine organique (ORC). L'électricité produite est ensuite redressée de 11 000 à 20 000 volts pour rejoindre le réseau de distribution public, en l'occurrence celui de Electricité de Strasbourg.

Si le principe est simple, les difficultés techniques ne sont pas négligeables, notamment du fait que ce travail se fasse à l'aveugle : il n'y a pas de caméra capable de descendre à des profondeurs de 5000 m et de donner une image des failles à grandes profondeurs. Il faut donc des outils spéciaux pour effectuer les mesures nécessaires dans les puits. De plus, les failles se sont colmatées par des dépôts naturels depuis des millénaires, il faut donc être capable de les ouvrir à nouveau pour pouvoir faire circuler l'eau chaude et donc mettre en place le circuit primaire.

Ces réouvertures sont faites en injectant de l'eau à fort débit, de sorte à faire augmenter la pression dans le sous-sol. Cette méthode s'appelle "stimulation hydraulique". L'augmentation de pression permet de faire légèrement coulisser les fissures afin de les rouvrir et créer un chemin perméable par lequel l'eau va pouvoir circuler. Ce "détartrage" a été effectué dans chacun des puits, après qu'ils aient été forés.

Deux expériences concluantes

En 1997, deux forages avaient été réalisés, éloignés de 450 m et affichant respectivement 3600 et 380m de profondeur. Durant 4 mois, la circulation de l'eau a été testée avec succès à un débit de 90 m³/h. La température de l'eau récupérée en surface a augmenté régulièrement, jusqu'à dépasser les 142°C, et la puissance de pompage requise a été globalement décroissante sur la période (inférieure à 250 kWe*). Ce test a permis de montrer qu'il n'y avait pas d'impacts négatifs sur l'environnement, ni aucun problème de dépôts ou de corrosion.

Ces résultats satisfaisants ont décidé la prolongation du projet pilote européen. Un Groupement Européen d'Intérêt Economique, dénommé "Exploitation Minière de la Chaleur" a été créé pour diriger le projet, dont le financement est assuré par l'Union Européenne, l'Ademe et le Ministère Allemand de l'Environnement, ainsi que par les membres industriels du GEIE (EDF, Electricité de Strasbourg, Pflanzwerke, EnBW et Evonik). Un réservoir géothermique à 5000 m de profondeur est développé entre 2000 et 2006. Trois puits profonds ont été forés jusqu'à 5000 m de profondeur, l'un pour l'injection et deux pour la production d'eau géothermale. Ils ont été stimulés, puis une boucle de circulation a été testée entre ces 3 puits en 2005 pendant 6 mois. Entre 2006 et 2008, les recherches ont porté sur les installations de surface et sur la conception de la centrale électrique proprement dite. Celle-ci devait gérer l'eau remontée, extrêmement corrosive avec une salinité trois fois supérieure à celle de l'eau de mer et une température proche de 200°C.

Le site a été inauguré le 13 juin 2008 avec une production nette honorable de 1,5 MWe.

Le potentiel total est estimé à 50 MW thermiques, soit 6 MW électriques. "En exploitant 10% des 4000 km², il serait possible de couvrir pendant 20 ans la totalité des besoins actuels en électricité de la région, sans aucun risque, explique Nicolas Cuenot, Ingénieur Géophysicien. Après 20 ans, de nouvelles zones seront mises en service et les zones exploitées seront laissées intactes pour que le flux thermique planétaire les recharge, la température des roches ayant été réduite de 20°C seulement."

3e étape, le prototype industriel

L'expérience de Soultz va permettre la mise au point d'un prototype industriel, comprenant 3 puits d'injection et 6 puits de production qui pourra être reproduit ailleurs dans le monde. En surface, l'installation se résume à un petit hangar, ce qui facilite la multiplication des projets.

Ce type de centrale géothermique sera à même de produire 25 MWe, soit les besoins d'une ville de 25000 habitants. Et des opportunités dans le monde, il y en a plein ! En Europe, la Hongrie, la France, la Serbie, l'Italie, la Croatie, la Turquie, l'Allemagne sont en tête de la liste des pays présentant un fort potentiel géothermique. Un projet géothermique vient d'être initié à Landau dans la vallée du Rhin (Palatinat, Allemagne), avec production électrique et fourniture de chaleur à un réseau, dont le développement s'appuie en grande partie sur les expériences tirées de Soultz. On estime le potentiel d'extraction à 15 000 GWh d'énergie thermique par km³ de roche à 200°C, soit l'équivalent de 1 275 000 tonnes de pétrole, ou de 10 MWe pendant 20 ans.

"Au départ, c'était une vraie aventure, raconte Fernand Kieffer, un ancien technicien de Géothermie Soultz. Je me souviens que l'on ne nous prenait pas très au sérieux, le pétrole était encore bon marché et les questions d'écologie n'étaient censées intéresser que quelques babas nostalgiques ! Le projet a connu des moments difficiles, nous avons eu des doutes, il a fallu inventer le matériel adapté à nos recherches. Nous avons même trouvé du pétrole, quelle ironie ! Mais nous ne nous sommes jamais découragés et aujourd'hui, le résultat est là."

Et Jean-Jacques Graff, cogérant français de Géothermie Soultz de conclure : "Ce n'est peut être pas la panacée universelle pour résoudre les problèmes énergétiques, mais la géothermie profonde est une énergie renouvelable très prometteuse, locale, génératrice d'emplois et sans émissions de CO₂."

Chaleur ou électricité ?

L'utilisation directe de la chaleur extraite du sous-sol est d'une grande efficacité parce que la quasi totalité des calories produites peuvent être récupérées. En revanche, il faut pouvoir l'utiliser dans un rayon géographique de quelques kilomètres, de préférence pour une activité qui demande de la chaleur en continu, tout au long de l'année.

En transformant la chaleur en électricité, on gagne en souplesse d'utilisation et en facilité de transport grâce au réseau électrique existant. Mais ce passage du watt thermique au watt électrique se fait au prix de pertes importantes : le rendement net se situe aujourd'hui entre 10 et 14%. (C'est pourquoi le chauffage électrique a un si mauvais rendement !)

Une solution d'avenir est donc de coupler des centrales électriques à des réseaux de chaleur et de faire de la cogénération. Le séchage de bois, le chauffage des serres ou d'installations touristiques, la pisciculture, les séchages agricoles, mais aussi l'industrie (lavage de la laine, distillation, réfrigération...), il existe mille possibilités d'exploitation de cette énergie thermique.

Gwenola Doaré

Photos : Géothermie Soultz

Publié dans Habitat Naturel 23 - Nov-déc 2008

* Kilowatt électrique.