

GÉOTHERMIE

Chevilly- Larue: un exemple en région Parisienne

Le centre de Chevilly- Larue situé rue du Lt Alain le Coz occupe environ 5.000m².

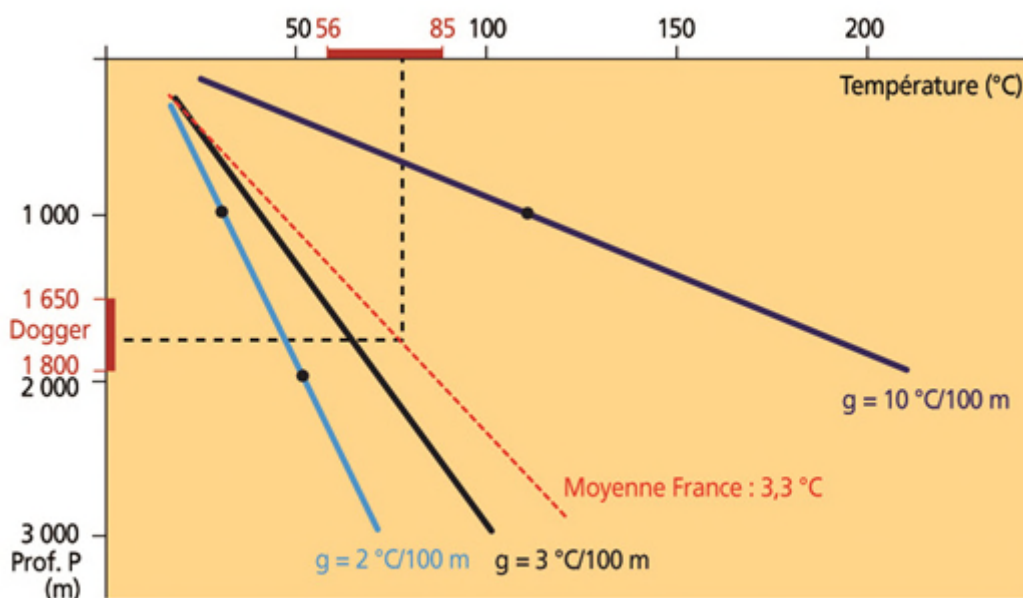
Le présent document a été établi suite à la visite du centre le 06/06/2014 par un groupe de retraités d'AREVA/SGN

Le groupe de visiteurs a été reçu par un cadre technique (Mr Gauvry) de la SEMHACH, Société Publique Locale pour la gestion et l'exploitation du plus grand réseau géothermique européen. Celui-ci alimente en chauffage et eau chaude sanitaire des équipements publics et de santé, logements sociaux, copropriétés et entreprises sur les communes de Chevilly-Larue, l'Haÿ-les-Roses et Villejuif, pour un total actuel de 27500 équivalent-logements.

La SEMHACH, service public local de distribution d'énergie propre, ne dépend d'aucun groupe financier ou industriel. Elle est un outil des collectivités territoriales au service des utilisateurs, qui emploie 15 personnes permanentes pour l'exploitation.

Quelques rappels et généralités (cf. Site uarga.org –géothermie)

La géothermie est la science qui étudie les phénomènes thermiques internes du globe terrestre. C'est aussi l'ensemble des applications techniques qui permettent d'exploiter la source d'énergie géothermique contenue dans les sols pour la transformer en électricité ou en chaleur. Selon les régions, l'augmentation de la température avec la profondeur est plus ou moins élevée. En France le gradient géothermal moyen est de 3,3°C tous les 100 mètres, mais de 10° C sur certains sites, en Alsace par exemple.

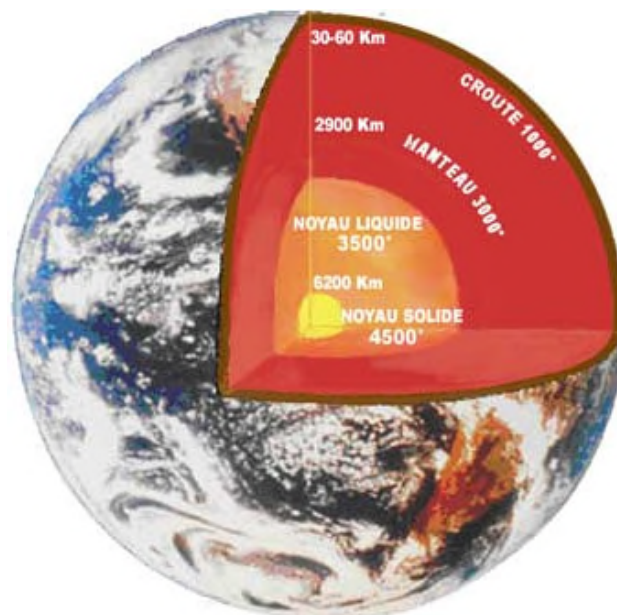


L'essentiel de la chaleur de la Terre provient de la radioactivité naturelle des roches constituant le manteau et contenant de l'uranium, du thorium et du potassium. La structure interne de la terre comprend :

- Le noyau, composé de fer et de nickel avec un rayon d'environ 3500 kilomètres et une température d'environ 4200°C.

- Le manteau riche en silicates de fer et de magnésium avec une épaisseur d'environ 3000 kilomètres et une température de 1000 à 3000°C.

- L'écorce ou **croûte** (ou lithosphère) est l'enveloppe moins dense, solide et cassante dont l'épaisseur varie de quelques kilomètres au niveau des dorsales et des rifts à 20 km sous les océans. Elle atteint 30 à 70 km dans les zones continentales, comme en France, notamment en Auvergne. A cette profondeur, la chaleur de la croûte est de 1 000 °C !



L'exploitation de cette énergie est réalisée, soit par le pompage de l'eau chaude qui s'y trouve, soit, en circuit fermé, par envoi d'eau froide qui remonte chaude.

. Divers type de géothermie

On distingue quatre types de géothermie:

La géothermie haute énergie

La température de l'eau dépasse 150°C, la seule à produire directement de l'électricité. La vapeur créée dans un échangeur de chaleur passe au travers d'une turbine à vapeur. On la trouve essentiellement dans les zones volcaniques ou tectoniques actives comme à la Guadeloupe où se trouve le site de Bouillante (16 MW).

En absence d'aquifère, de l'eau froide sous pression est injectée à grande profondeur dans les roches fracturées (par exemple roches granitiques) comme à Soultz-Sous-Forêts en Alsace du Nord à 5000 mètres de profondeur où l'eau ressort à 200 °C (centrale expérimentale de 5 MW).

La géothermie moyenne énergie

La température de l'eau est entre 90 et 150°C, pour une utilisation généralement industrielle (process, électricité par fluide binaire)

La géothermie basse énergie

La température de l'eau est inférieure à 90°C, les nappes sont à une profondeur d'environ 800 à 2500 mètres. La principale utilisation est les réseaux collectifs de chauffage urbain.

La géothermie très basse énergie

L'énergie est puisée à quelques mètres de profondeur par un fluide et l'installation nécessite une pompe à chaleur (PAC).

Il s'agit dans ce cas des calories provenant de l'énergie solaire et captée dans le sol.

Historique:

L'énergie géothermique était déjà exploitée dans l'antiquité en Chine, chez les Etrusques et dans l'empire romain pour ses vertus thérapeutiques.

A Chaudes Aigues (Cantal) les sources d'eaux chaudes à 80°C étaient utilisées dès 1334 et distribuées dans plusieurs maisons ainsi que pour le lavage des peaux et laines.

En 1904, Larderello (Italie) met en œuvre la première installation de production électrique géothermique haute énergie (Production de 4800GWh/an avec une puissance de 810 MW), puis à Reykjavik (Islande) en 1930.

La maison de la Radio, ce bâtiment circulaire qui fête son demi-siècle est le premier en Ile de France à s'être chauffé grâce à la géothermie. Inauguré en 1963, elle puisait ses calories à 600 mètres de profondeur dans l'aquifère du bassin de l'Albien, une eau souterraine à 27°C.

En 1969 une installation géothermique basse énergie à Melun l'Almont alimente 3 000 foyers. L'eau est puisée à 2000 mètres de profondeur (réservoir du Dogger).

Dans les années de 1980 à 1986 la géothermie basse énergie progresse en France, essentiellement en région parisienne et en Aquitaine.

Depuis 2000, le développement de la géothermie est encouragé et représente environ 170000 tonnes d'équivalent pétrole (tep).

-

Production et perspectives :

La capacité géothermique installée dans le monde en 2002 était 8 500 MW.

La production mondiale d'électricité par géothermie représente environ 70 TWh/an, avec une disponibilité de plus de 80% (ce qui est satisfaisant) soit 0,2 % de la production d'électricité. (En Islande elle produit 20% de l'électricité nationale) .

Les experts prévoient généralement une croissance faible de la production d'électricité par géothermie sur le long terme.

En France il existe environ 70 sites de chauffages géothermiques urbains, en particulier en région parisienne (40 en Ile de France dont Chevilly la Rue, La Hay les Roses, l'aéroport d'Orly et les collectivités environnantes), et dans les régions de l'Aquitaine, les Pyrénées, le Bassin Rhodanien, l'Alsace et aux Antilles.

La production Française d'électricité géothermique représente 0,02 TWh soit 0,03 % de la production nationale (site de Bouillante). L'ensemble de la production géothermique et les pompes à chaleur

géothermique représentaient en France, pour l'année 2001, 2 % des énergies renouvelables soit 0,01 % de l'énergie primaire.

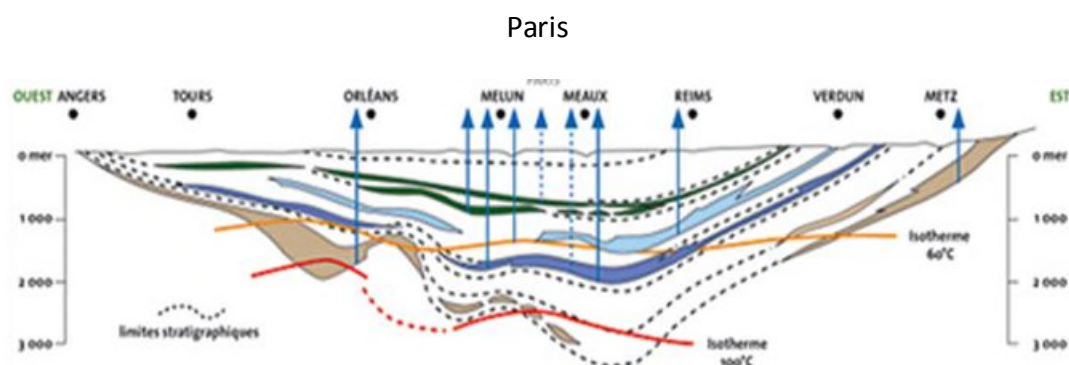
Le BRGM est fortement impliqué dans le développement de la géothermie. Il suit notamment:

- le projet PEGAZE à Coren dans le Cantal près de St Flour et Chaudes Aigues et recherche des ressources supérieures à 150°C à 3000m avec l'objectif à terme de construire une centrale géo-électrique de 5 MWe
- le projet européen ITI dans le but de développer des outils adaptés à l'exploitation de réservoir géothermique à très haute température voire supercritique

Le centre de Chevilly-Larue

La température augmente de 3,3°C tous les 100m. Il faut donc le plus souvent en France descendre très profond pour obtenir des températures intéressantes. Il faut aussi dans le cadre des techniques actuelles exploiter une couche fluide pour récupérer assez facilement la chaleur et réinjecter le produit.

C'est le cas du sous-sol de l'Île de France formé de différentes couches rocheuses, pour certaines, imperméables, piégeant parfois des nappes d'eau. L'une des nappes les plus profondes se trouve à environ 2000m sous le niveau du sol ; il s'agit du Dogger. Cet aquifère s'est formé il y a 170 millions d'années, à l'époque du Jurassique. Emprisonné entre deux couches d'argile, il est constitué de 80% de roches poreuses, et de 20% d'eau salée. La température du Dogger est comprise entre 55 et 80°C selon le lieu, et ses caractéristiques géologiques sont adaptées à une exploitation géothermique de longue durée.



Le centre de Chevilly-Larue construit en 1985, utilise la géothermie basse température à 2000m. Elle consiste à puiser l'eau géothermale, en extraire la chaleur, et la réinjecter dans sa nappe d'origine, afin qu'elle se réchauffe à nouveau : c'est une énergie renouvelable. L'énergie extraite est selon le lieu 5 à 30 fois plus importante que l'énergie nécessaire à l'extraction (A Chevilly-Larue, le coefficient de performance est de 29). Cette chaleur est directement utilisée, notamment sous forme de chauffage : c'est un procédé de géothermie directe.

Ainsi, l'eau géothermale alimente un échangeur à plaques de titane, qui transfère sa chaleur à l'eau du réseau de distribution. Ces deux circuits sont donc physiquement distincts.

Chevilly et les cités environnantes ont la chance de se trouver sur une nappe d'eau de mer située à 2000m de profondeur. Cette nappe à 78°C peut être exploitée près des agglomérations pour le chauffage

de bâtiments publics ou privés. Elle a donné lieu à la réalisation de 36 centres d'exploitation en Île de France. Il existe 2 usines identiques à Chevilly-Larue et L' Hay les Roses et plusieurs sont en projet aux alentours (Cachan, Villejuif). Ces réalisations sont coordonnées par le BRGM

L'eau à 78°C est une saumure (1/2 de la salinité de l'eau de mer). Elle contient des traces d'hydrocarbures, de H₂S, de CO₂ et est maintenue à niveau constant par l'eau de pluie qui pénètre très lentement vers la nappe (100 ans). Elle est extraite par une pompe immergée (450 KW) au débit de 90 à 300m³/h, passe par un échangeur à plaques en titane pour transférer une partie de ses calories à l'eau caloportrice de chaleur vers les immeubles. Elle est aussitôt réinjectée à 35°C dans le dogger à 1.5 km du point de prélèvement à l'aide d'une pompe qui exerce une pression de 35 bars. La pompe d'extraction est placée à 275m de profondeur dans le tube (30mm) même d'extraction. Pour éviter la corrosion des tuyaux en inox 316 on injecte en bas des tuyauteries un produit filmogène (Solamine129) qui protège bien l'acier.

Pour améliorer les performances de l'installation on a choisi la cogénération et installé à côté une unité thermique de génération électrique de 5 MWe (turbine à gaz) qui produit pour EDF. On se sert des gaz d'échappement (540°C) pour chauffer de l'eau par une chaudière de récupération. Cette eau de cogénération va rejoindre l'eau chauffée par géothermie. Sur une année l'énergie thermique produite (11 MW Th) provient en proportions de la géothermie (60 %) de la Cogénération (30%) et de la consommation de chaufferies d'appoint au gaz (10%).

L'eau de cogénération à 85°C rejoint l'eau géothermique à 69°C et le mélange part vers les usagers à 74°C. En hiver (-7°C) on perd 0,02°C par Km de tuyauterie. En été (27°C) l'eau revient à 50°C en Hiver à 35°C.

L'installation est rentable pour une population de plus de 5000 logements. Les 2 installations de L' Hay et Chevilly fournissent une population de 45000 habitants et 27500 équivalent-logements.

Le forage a coûté 12000000 d'€ et utilisé les techniques les plus performantes des pétroliers (technique rotary). On fait encore appel aux techniques pétrolières très sophistiquées pour les réparations des tuyauteries in situ.

Les installations géothermiques du type de celle de Chevilly amènent des économies importantes chez les usagers, les bâtiments publics et les industriels (ex : L'Oréal à Chevilly). Elles ont également un très bon rendement énergétique : A titre de comparaison un chauffage très basse température d'une habitation utilisant la géothermie peu profonde et une pompe à chaleur on gagne 3 à 4 kWh pour 1 kWh électrique consommé. En comparaison avec la géothermie de Chevilly on produit 23KWh par kWh consommé pour faire fonctionner l'installation.