



# L'ENERGIE DU SOUS-SOL LA GEOTHERMIE EN ILE-DE-FRANCE

avril 2004 - Bulletin n° 5

## Mot du rédacteur en chef

## Sommaire

### Page 2

" Le réseau de chauffage géothermique de Tremblay-en-France : 20 ans de passé, 20 ans à venir... "

par René DURAND

### Page 5

Production d'électricité à partir de la géothermie en Allemagne

par Dominique BÄCHLER et FAYEZ KASSABJI

### Page 8

Chauffage par pompe à chaleur géothermale

par Christian FELDMANN et Emmanuel MORTIER

### Page 11

Sites géothermiques du Dogger en Ile-de-France. Sécurité - Santé

par Didier LENOIR

### Page 12

Les acteurs de la géothermie  
COFATHEC

### Page 13

Brèves

### Page 14

Manifestations, Sites internet

par Jean LEMALE

Ce bulletin N°5, met l'accent sur les nombreuses possibilités qu'offre le sous-sol pour satisfaire nos besoins en énergie sous ses différentes formes, électricité, chaleur, climatisation, stockage de chaleur.

La géothermie francilienne exploitant le Dogger a été l'objet essentiel de nos colonnes au cours des premiers numéros. Il est vrai que notre expérience sur la géothermie associée aux réseaux de chaleur est intéressante et riche d'enseignements (article sur Tremblay-en-France), mais cela ne doit pas nous faire oublier qu'il existe d'autres formes prometteuses d'exploitations géothermiques du sous-sol.

L'exemple allemand (article de l'ElFER), montre que la " volonté politique " est un moteur essentiel pour le développement de nouvelles technologies utilisant le sous-sol. Les projets engagés consistant à produire de l'électricité à partir de forages profonds, s'ils sont couronnés de succès, ouvrent des horizons très prometteurs, qui nous l'espérons, pourront donner des idées aux décideurs français.

L'utilisation du sous-sol, pour assurer à l'échelon individuel le chauffage et la climatisation, commence à susciter en France un certain intérêt (Join derrière la Suisse, l'Allemagne et les pays scandinaves). Commencerait-on enfin à admettre que les principes de Monsieur CARNOT valent beaucoup mieux que celui de Monsieur JOULE ?

Les résultats de la campagne de mesure sur les pavillons de Vaucresson utilisant la filière " PAC sur sondes verticales " (article du COSTIC) confirment trois principes fondamentaux qui s'inscrivent dans une logique incontestable :

- Il est possible de prélever de la chaleur dans le sous-sol même à des niveaux de température très bas.
- Le rafraîchissement en été peut être assuré avec peu, voire sans dépense d'énergie.
- La chaleur à évacuer l'été peut être restituée au sous-sol et récupérée en grande partie l'hiver.

Il reste encore beaucoup à faire pour convaincre les acteurs de la vie économique qu'il existe des solutions économiques, fiables et protectrices de l'environnement. Les énergies du sous-sol font partie de ces solutions. **Elles sont susceptibles d'apporter une contribution significative à la relève des énergies traditionnelles en voie d'épuisement et génératrices de gaz à effet de serre ;**

à nous de les faire connaître.

## REGARD

par René DURAND \*



### " Le réseau de chauffage géothermique de Tremblay-en-France : 20 ans de passé, 20 ans à venir... "

#### La situation actuelle...

Le réseau de chauffage urbain de Tremblay-en-France, créé il y a plus de vingt ans, autour de l'opération géothermique mise en service en 1984, assure la fourniture de chaleur (46 à 48 000 MWh/an, chauffage et eau chaude sanitaire) pour plus de 4 000 logements<sup>(1)</sup>, essentiellement sociaux.

La production s'organise à partir d'un doublet géothermique dans la couche géologique du Dogger situé entre 1 700 et 1 800 mètres de profondeur qui permet d'atteindre un débit de 275 m<sup>3</sup> par heure d'une eau à 73°C. Deux chaufferies centrales pour l'appoint et le secours fonctionnent au gaz naturel, une troisième, uniquement en ultime secours, au fuel-oil domestique. La partie dite " primaire " du réseau est gérée par le SEAPFA (voir encadré).

C'est au SEAPFA (syndicat d'équipement et d'aménagement des pays de France et de l'Aulnoye) devenu syndicat à la carte en 1992 que, dès le départ, les villes de Blanc-Mesnil, Sevrans et Tremblay-en-France ont délégué leur compétence pour la réalisation puis la gestion des réseaux de chaleur d'origine géothermale.

Le SEAPFA est domicilié 2/4 rue Joliot-Curie - ZA des Beaudottes à Sevrans (93270). Il est présidé par François Asensi député-maire de Tremblay-en-France.

Paul-Emmanuel Benoist ([paul.benoist@seapfa.fr](mailto:paul.benoist@seapfa.fr)), ingénieur responsable des réseaux de chaleur et de la géothermie, et Michèle Borau ([michele.borau@seapfa.fr](mailto:michele.borau@seapfa.fr)) chargée de la communication peuvent être joints par téléphone au 01 43 84 54 24.

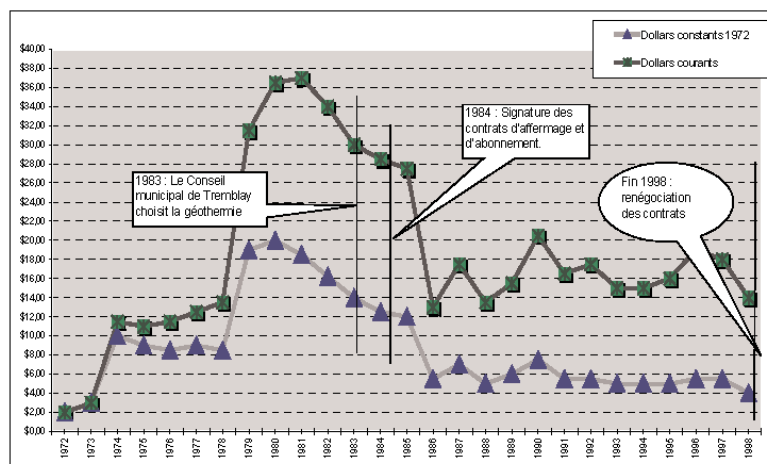
La dimension environnementale de cette source d'énergie renouvelable est évidente. Sa défense est en conformité avec les orientations gouvernementales sur la protection de l'environnement et la qualité de l'air. Actuellement, l'utilisation de cette source de chaleur, au lieu d'un système traditionnel, évite des rejets dans l'atmosphère sous forme de fumées qui représenteraient chaque année environ 20 000 tonnes de CO<sub>2</sub>, 20 tonnes de NO<sub>x</sub>, 5 à 10 tonnes de CO, 1 à 2 tonnes de CH<sub>4</sub> et 1 tonne de NO<sub>2</sub>.

(1) Pour être plus précis 3 700 logement et environ 300 équivalents logements

#### Un peu d'histoire...

##### 1984 : La création...

En vue de réaliser des économies d'énergie et dans le cadre d'une politique nationale où les " idées " compensent le manque de pétrole, un certain nombre de collectivités locales (dont Tremblay-en-France), à la demande de l'Etat et avec le soutien financier de l'AFME, se lancent courageusement dans " l'aventure de la géothermie ". Nous sommes alors à la fin des années 70, le pétrole est au plus haut de son cours (pour mémoire, le prix du baril passe de 14 \$ à 36 \$ entre 1978 et 1979).



Il est promis aux maires des risques limités, des prêts avantageux, une technique maîtrisée, et aux futurs abonnés des économies substantielles. A Tremblay, le bureau municipal du 7 octobre 1982 prend sa décision sur la base d'une étude affirmant que si " dans un premier temps, cette source d'énergie ne sera pas immédiatement rentable, mais à un prix de revient stable (ce qui est déjà positif par rapport au renchérissement continu du pétrole) dès la troisième année, la rentabilité serait de 7,3 %, avec une économie de 44 % au bout de 20 ans ".

Aujourd'hui, ces propos peuvent prêter à sourire parce que nous savons maintenant que dès 1986 le prix du baril est redescendu à 14 \$ alors que l'année d'avant il était encore à 27,5 \$ !

En tout cas, en juin 1984, la ville signe et s'engage pour 15 ans dans l'aventure géothermale.

Fin 1986, on dénombre 68 opérations en fonctionnement, dont 54 dans le Bassin parisien !

##### 1991 : La mission BROSSE...

Dès le démarrage, du fait de difficultés techniques, on est constamment resté dans l'expérimentation. Sur le plan financier, le plafonnement des prix de vente ne permet pas le remboursement des emprunts. L'absence de toute mutualisation des risques rend les villes individuellement responsables, et les conduit tout droit à la ruine, elles qui pensent agir dans l'intérêt public...

En 1991, l'Etat prend partiellement en compte les difficultés rencontrées par ces villes. Dans le cadre d'une mission qu'il confie au Préfet BROSSE, certains puits, à l'abandon depuis plusieurs années, sont définitivement fermés, les dettes des villes renégociées. Un certain nombre de maires reprennent alors espoir. A Tremblay-en-France, la dette est renégociée par le SEAPFA qui souscrit un emprunt à hauteur de 81 millions de francs, garanti par la ville.

### 1990-1993 : L'entretien des puits...

Entre 1990 et 1992, d'importants travaux sont entrepris sur les puits afin d'améliorer leur productivité et les équiper d'un dispositif de protection contre la corrosion. Le taux de couverture s'en trouve amélioré et il passe de 45/50 % à 65 % environ. Depuis cette intervention, **le fonctionnement de la boucle géothermale devenu particulièrement stable ne pose plus de problèmes.**

### 1994-1995 : Les travaux d'optimisation...

Entre 1994 et 1995, une série de travaux sont réalisés pour optimiser l'utilisation de la chaleur en surface.

Le principe de base de ces travaux est d'épuiser au maximum l'énergie géothermale (peu coûteuse) pour réduire le recours à l'énergie d'appoint. Pour atteindre cet objectif, les travaux mis en œuvre consistent à réaliser de façon systématique pour toutes les installations primaires ou secondaires :

1. La mise en série de tous les réseaux, du plus chaud au plus froid pour avoir les retours les plus froids possible, limiter les débits aux besoins stricts, prélever et utiliser le maximum de puissance avec le minimum de moyens.
2. La limitation des puissances fournies aux différents circuits pour préserver l'utilisation de la ressource, étaler dans le temps la fourniture d'énergie des besoins variables (eau chaude sanitaire par exemple) en utilisant des capacités de stockage formant tampon entre la consommation et la production, libérer de la puissance pour alimenter les installations plus longtemps dans la saison de chauffe et utiliser ainsi davantage la géothermie.

Parallèlement, une gestion technique centralisée est mise en place.

Ces travaux, en faisant passer le taux de couverture géothermale du chauffage de 65 à 85 voire 90 %, (suivant les conditions climatiques), permettent de baisser les charges de chauffage de 10 %.

L'augmentation, par l'Etat, du taux de TVA de 5,5 à 18,6 puis 20,6 % sur les abonnements, annule les effets obtenus dans le cadre de ces travaux.

### 1999 : Le renouvellement du contrat...

Le 30 juin 1999, les échéances du contrat d'affermage et des polices d'abonnement interviennent. Le SEAPFA opte alors pour une reprise de l'opération en gestion directe, confiant la conduite du réseau à un exploitant et reprenant en direct les abonnements.

L'opération retrouve son équilibre économique tout en permettant un abaissement des charges de chauffage de l'ordre de 20 % pour les abonnés.

## Quel avenir pour ce réseau ?

### Un bilan énergétique largement positif...

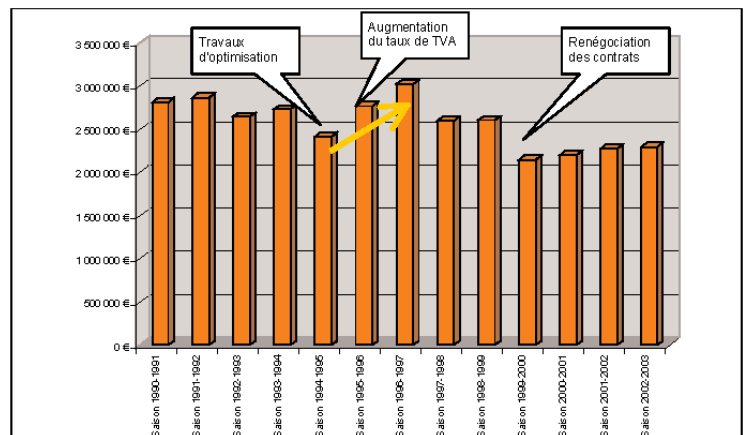
Sur le plan énergétique, **le taux de couverture** des six dernières saisons de chauffe (productions exprimées en MWh/an) **se maintient entre 85 et 90 %**. Le fonctionnement de la boucle et l'exploitation des réseaux sont maintenant parfaitement maîtrisés.

Saison de chauffe	Production énergétique	Géothermie	Energie d'appoint	Taux de couverture
1997-1998	52 260	44 345	7 715	85,2 %
1998-1999	52 325	46 200	6 125	88,3 %
1999-2000	50 100	44 730	5 370	89,3 %
2000-2001	48 730	45 175	3 555	92,7 %
2001-2002	49 280	44 250	5 030	89,8 %
2002-2003	47 255	40 500	6 755	85,7 %

*Fluctuation du bilan énergétique: taux de couverture*

### Sur le plan économique il en est de même...

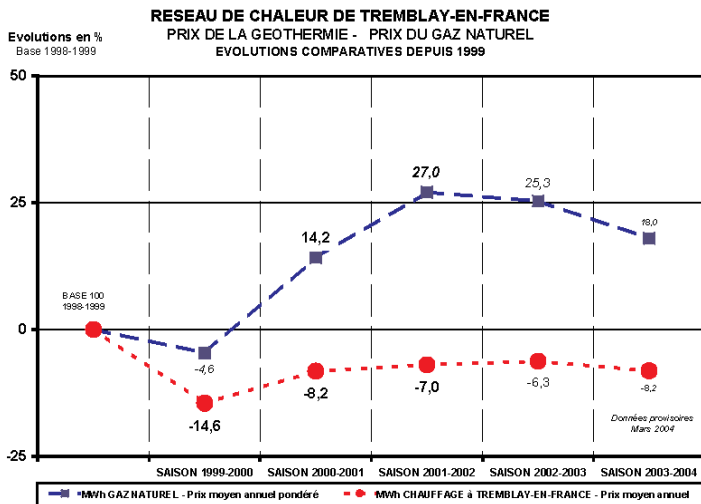
Comme le montre le graphique ci-dessous, **les dépenses de chauffage géothermal baissent environ de 20 % entre 1991 et aujourd'hui !**



*Variation des dépenses énergétiques et leurs causes*

Un débat récurrent demeure sur la question de la comparaison du coût du chauffage pour les abonnés, suivant qu'il est assuré à partir de l'énergie géothermale ou bien en totalité à partir d'une énergie classique fossile.

Le graphique ci-dessous montre l'évolution des coûts entre le gaz naturel et la géothermie, la base 100 étant la saison de chauffe 1998/1999. Son examen montre que d'une manière générale, et dans les conditions actuelles, **l'usager de la géothermie a une dépense plus basse et relativement peu dépendante des fluctuations du prix des énergies fossiles.**



En tout cas, depuis l'adoption de la nouvelle tarification en 1999, les abonnés du réseau bénéficient globalement **d'une économie sur les charges de chauffage de l'ordre de 15 %.**

### Une extension du réseau ?

Afin de pérenniser le service public et tendre à abaisser encore les charges de chauffage des abonnés, il faut maintenant rechercher des extensions au réseau existant en développant, si nécessaire, les moyens de production de chaleur privilégiant les énergies renouvelables propres.

1. Le raccordement récent, en 2001, de l'extension du foyer de la SONACOTRA, et celui en cours du foyer pour personnes handicapées de l'Association ARIMC, sont déjà deux exemples de cette action.
2. Au début de 2004, va être réalisée une étude de la faisabilité technico-économique pour le raccordement d'une dizaine d'équipements communaux, (crèches, écoles, gymnases), en vue d'en définir une planification.
3. A moyen terme, doivent être examinées les possibilités d'intégration de l'important centre de consommation énergétique du secteur de l'Avenue Gilbert Berger (lycée, collège, piscine et gymnase).

### Elaboration d'un plan local de développement.

Le plan local de maîtrise de l'énergie et de développement des énergies renouvelables pour la réduction des émissions à effet de serre a pour objet d'identifier et de planifier les programmes d'extension et de développement du réseau de Tremblay-en-France.

Entrant dans le cadre de la politique énergétique de l'Etat et de la région Ile de France, il doit conduire à la mise au point d'un cadre contractuel définissant toutes les actions qui pourront bénéficier des aides financières conjointes de l'ADEME et de la Région.

### Conclusion.

De toutes les énergies renouvelables, la géothermie est l'une des moins connues. Pourtant aujourd'hui, une quarantaine de communes exploitent en région Ile-de-France un réseau de chaleur géothermique qui alimente près de 150 000 logements et 400 000 personnes. Vingt ans après des débuts difficiles, **la géothermie a fait ses preuves et l'avenir est devant elle.**

A l'Assemblée nationale, lors de la séance du jeudi 21 janvier 1999 ayant pour objet la " Déclaration du gouvernement sur l'énergie et le débat sur cette déclaration ", François ASENSI, député-maire de Tremblay-en-France déclarait : " Le 27 novembre dernier, le Premier ministre a rappelé, devant la mission interministérielle sur l'effet de serre, que " la France ne devait pas avoir dépassé en moyenne, sur la période 2008-2012, le niveau des émissions de carbone de 1990 ". Sachant que les énergies renouvelables ne représentent que 1,8 %<sup>(2)</sup> de la consommation nationale, comment le Gouvernement tiendra-t-il ses engagements ? ". C'est bien toujours l'enjeu, même si la part des énergies renouvelables a faiblement évolué.

Comment améliorer cette situation ? François ASENSI apportait ce jour là quelques éléments de réponse : **" Il faut que cesse la concurrence à armes inégales avec EDF-GDF "**. Le ministère des finances doit, par ailleurs, agir auprès des organismes financiers, en particulier la Caisse des dépôts et consignations qui n'attend que des directives du Trésor **pour que les annuités d'emprunts soient les plus basses possible. Cela passe par une baisse des taux d'intérêt.** Un geste en ce sens a été fait par le ministre des finances. Il faut maintenant son feu vert pour l'étalement des dettes sur la durée des contrats. Il faut également appliquer rapidement **une taxe européenne pénalisant les énergies fossiles, productrices de gaz à effet de serre.** Il faut enfin **classer les réseaux de chaleur géothermique et tirer les conséquences de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie.** Les réseaux de chaleur alimentés par la géothermie doivent constituer la cible privilégiée de ces dispositifs. Si cela n'était pas possible, il faut que l'Etat et les régions supportent une partie des dettes des maîtres d'ouvrage, afin de retrouver une juste mutualisation des risques "

Cinq ans plus tard rien n'a fondamentalement changé...

\* René DURAND - Ville de Tremblay-en-France  
 Directeur du développement durable  
 et de l'action territoriale  
 Tél : 01 49 63 70 83  
 e-mail : [rene.durand@ville-tremblay-en-france.fr](mailto:rene.durand@ville-tremblay-en-france.fr)

(2) Hors biomasse et grande hydraulique (NDLR)

## Production d'électricité à partir de la géothermie en Allemagne

par Dominique BÄCHLER et FAYEZ KASSABJI \*

Le 12 novembre 2003, la ville de Neustadt-Glewe en Mecklembourg-Poméranie a assisté, à la mise en service de la première centrale géothermique de production électrique allemande. **Cet événement représente en Allemagne un pas important en direction de la commercialisation de procédés géothermiques produisant de l'électricité** à partir de ressource géothermique basse énergie. C'est l'aboutissement d'un effort politique de soutien au développement des énergies renouvelables.

### La politique allemande dans le domaine des énergies renouvelables

Les évolutions positives reposent en premier lieu sur trois décisions politiques :

- 1) Conformément à une directive européenne, l'Allemagne, qui a libéralisé et ouvert son marché à tous les producteurs d'électricité, est tenue d'augmenter à 12,5 % la part des sources d'énergies renouvelables utilisées dans la production d'électricité d'ici 2010.
- 2) En ratifiant le protocole de Kyoto (1997), l'Allemagne s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 21 % d'ici 2012. L'année de référence est 1990.
- 3) En 2001, l'Allemagne a décidé de sortir du nucléaire. En 32 ans, toutes les centrales nucléaires devront être démantelées.

Pour atteindre ces objectifs ambitieux, le gouvernement fédéral a donc défini des mesures d'encouragement.

- La Loi sur les Energies Renouvelables (Erneuerbare Energie Gesetz EEG) est entrée en vigueur en 2000 en Allemagne. Elle contraint les opérateurs à acquérir toute électricité de source renouvelable au tarif fixé par cette loi. Le Conseil des Ministres a donné son aval à l'élaboration d'une nouvelle EEG en décembre 2003. Le tarif de rachat de l'électricité issue de la géothermie était jusqu'alors fixé à 8,95 centimes d'euro/kWh jusqu'à 20 MW et 7,16 centimes d'euro/kWh au-delà de 20 MW. Selon la nouvelle EEG, les tarifs suivants seraient introduits : 15 centimes d'euro/kWh jusqu'à 5 MW et 14 centimes d'euro/kWh jusqu'à 10 MW. Les débats parlementaires en cours devraient permettre une entrée en vigueur de la loi à partir du deuxième semestre 2004.
- Le ministère de l'environnement, de la protection de la nature et de la sécurité nucléaire contribue financièrement à l'encouragement de la recherche et du développement dans le secteur des énergies renouvelables.
- Différentes banques et institutions proposent des prêts avantageux spécialement destinés à la promotion de nouvelles évolutions technologiques liées aux énergies renouvelables.
- C'est dans cet esprit que le Programme d'Investissement Futur 2001-2003 ('Zukunfts-Investitions-Programm' ZIP) a été mis en place pour la géothermie, dotant le secteur d'environ 15 millions d'euros.

En matière de développement de la géothermie, et en particulier en ce qui concerne la production d'électricité, la politique allemande est donc particulièrement stimulante pour les organismes qui veulent entreprendre des réalisations géothermiques.

### Neustadt-Glewe : de l'électricité grâce à l'extension d'une centrale de production de chaleur

La première centrale électrique géothermique allemande a été mise en service le 12 novembre à Neustadt-Glewe, une petite agglomération du Land de Mecklembourg-Poméranie. Depuis 1995 déjà, plus de 1 100 ménages et de nombreuses entreprises étaient alimentées en chaleur par cette centrale géothermique. Le redéploiement du site grâce à la construction d'une centrale électrique géothermique était motivé par des raisons économiques.

En effet, la totalité de l'eau géothermale à 97°C extraite de l'aquifère du Trias, situé à une profondeur de 2 200 m, servait au chauffage en période hivernale, tandis que la demande disparaissait en période estivale. Ce problème est dorénavant résolu puisque la chaleur qui ne peut être redistribuée est transformée en électricité alimentant ainsi plus de 500 logements.

La centrale électrique géothermique est en effet alimentée par de l'eau géothermale dont l'énergie est transmise à une turbine par le biais d'un échangeur de chaleur.

On désigne ce système par " Cycle de Rankine ". La figure 1 montre le principe du cycle de Rankine.

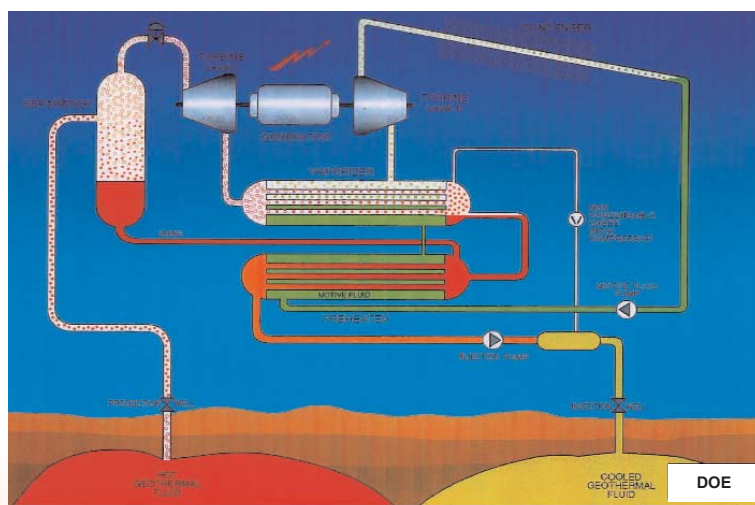


Figure 1 - Schéma de principe du cycle de Rankine.

Le cycle de Rankine repose sur la mise en oeuvre d'un fluide organique, qui a pour propriété de se vaporiser à une température inférieure à celle de l'eau.

Cette centrale demeure une petite centrale avec ses 210 kW de puissance électrique (et 3 000 kW thermique) mais représente une percée importante vers la mise sur le marché d'électricité produite par la géothermie de faible enthalpie. La puissance électrique réelle et le comportement technique ne seront observables qu'en période estivale car en hiver la centrale fournit uniquement de la chaleur en raison de la demande importante en cette saison. Des analyses concrètes sur la rentabilité effective de l'ensemble du procédé pourront alors être conduites.

## Autres projets de production d'électricité par la géothermie

En Allemagne, les conditions favorables ont, outre la mise en service de la centrale de Neustadt-Glewe, soutenu le développement d'autres projets.

Plusieurs catégories de projet sont engagées : **les systèmes de roches chaudes fracturées** (Hot Fractured Rock HFR), **les réservoirs géothermiques profonds** et **les systèmes type échangeurs de chaleur profond**. Nous traiterons dans la suite de cet article les deux premières catégories. La figure 2 montre la localisation des sites où ces procédés sont mis en oeuvre. Des informations détaillées sont compilées dans le Tableau 1. D'autres projets sont par ailleurs en phase de planification ou de préparation.

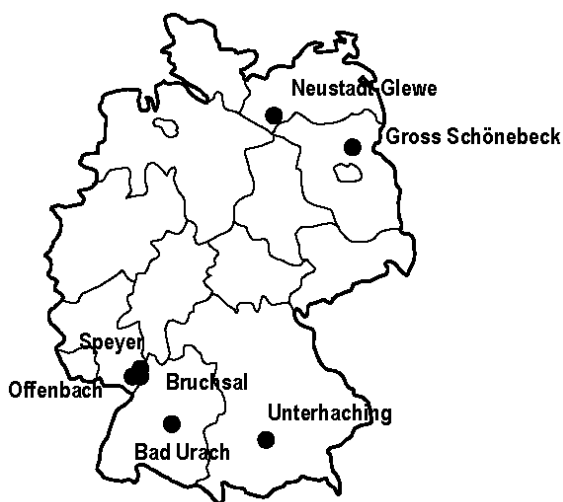


Figure 2 - Localisation des projets de production d'électricité par la géothermie en Allemagne.

### 1. Systèmes de roches chaudes fracturées (Hot Fractured Rock) HFR

#### Bad Urach

L'objectif du projet est le développement d'une centrale HFR de démonstration indépendante pour la production d'électricité et de chaleur par la géothermie. Les aspects géologiques, hydrauliques, techniques et économiques sont pris en compte. Déjà dans les années 70 et 80, et comme conséquence de la crise pétrolière, un forage à 4 450 m est entrepris à Urach et des températures de 170°C furent relevées.

Avec la chute du prix du pétrole les années suivantes, l'intérêt pour Urach s'étiola. Seule l'introduction de la EEG, relança le projet.

Au printemps 2002, des stimulations hydrauliques sont entreprises sur le forage existant en vue de l'installation d'un échangeur de chaleur souterrain. De nombreux tests suivirent et en décembre 2003 un deuxième forage fut réalisé. Le forage atteint actuellement la formation de Muschelkalk à une profondeur de 2 350 m. La fin des travaux de forage est prévue pour la fin mars 2004. D'autres simulations et tests de circulation seront ensuite entrepris pour la détermination des paramètres techniques et la conception de la centrale. La réalisation de la première tranche de travaux devrait permettre à la centrale de produire 1 MWe d'ici fin 2004.

#### Gross Schönebeck: laboratoire de géothermie in situ et projet HFR

En 1980, des recherches de gaz naturel à Gross Schönebeck dans le bassin sédimentaire nord allemand, sont effectuées en vain. Le forage à 4 200 m de profondeur, à travers des couches de grès et de vulcanites, permet cependant de découvrir une eau géothermale à 150°C. En 2000, le forage est ainsi transformé en laboratoire de géothermie sur site dans lequel sont menés des tests visant à déterminer des techniques de stimulation permettant d'accroître le débit dans le grès et les vulcanites. Les techniques acquises pourront ensuite être appliquées à d'autres sites présentant la même structure.

Début 2003, on procède aux premiers tests d'injection dans le grès pour créer des voies artificielles supplémentaires, ce qui permet d'accroître considérablement le débit. De plus, un test de pompage plus long fournit des données hydrauliques et est suivi d'une stimulation dans la section ouverte. Suite à l'occlusion de cette zone, ces importants travaux sont suspendus le temps de prendre les mesures nécessaires, puis relancés. L'étape suivante comprend la conduite d'un test de pompage plus long pour la collecte de données hydrauliques et une stimulation des vulcanites. Une fois les taux d'exploitation requis atteints, un deuxième forage et la construction d'une centrale électrique géothermique transformeront ce laboratoire en site de production géothermique.

	Bad Urach	Bruchsal	Neustadt Glewe	Offenbach	Gross Schönebeck	Speyer	Unterhaching
Profondeur (m)	4 450	2 542, 1 932	2 200	2 500	4 300	2 871	3 400
Temp. (°C)	170	115	98	150*	140*	147	120*
Grad. Geoth.(°Ckm <sup>-1</sup> )	38.9	54	44.5	62.5	32.6	55	38.7
Débit (ls <sup>-1</sup> )	75*	13*	35	100*	20*	27* pro Bohrloch	150*
Horizon	Gneiss	Buntsandstein	Keuper	Muschelkalk	Grès	Buntsandstein	Karst du Jurassique
Salinité (gl <sup>-1</sup> )	60-80*	130	220	70-110*	265	<100*	K.I.
Centrale	ORC	orc	orc	Kalina	K.I.	ORC	Kalina
Puits de forage	2	2	2	2	2	9	2
Puissance (MW <sub>e</sub> )	3*	0.2*	0.2*	4.8*	0.8*	5.4*	3.1*
Chaleur (MW <sub>th</sub> )	K.I.	K.I.	13	-	K.I.	25-30*	16*

K.I. = pas d'information \* = valeurs anticipées

Tableau 1 - Caractéristiques géologiques et techniques des différents projets.

## 2. Réservoirs géothermiques profonds

### Bruchsal : production couplée d'électricité et de chaleur

Suite à la crise pétrolière, un premier forage à 1 932 m est effectué en 1983 dans un aquifère. La température enregistrée atteignait 112°C. Le fluide exploité présente une salinité importante (~130 g/l) ainsi qu'une concentration importante de métaux lourds. A 1,4 km du premier forage, un deuxième forage à 2 542 m est réalisé dans le même aquifère et les températures relevées atteignent 130°C. Une conduite en plastique renforcée par de la fibre de verre est posée à 2-3 m de profondeur pour relier les deux sites. En 1986-1987 un test de circulation est mené pendant six semaines et les taux de production relevés atteignent 54 m<sup>3</sup>/h pour 115°C. De nombreux dépôts (fer, manganèse, sulfate, aragonite, silices, etc.) ont précipité dans l'installation. L'utilisation d'inhibiteurs permet la suppression de ces dépôts. Mais le cours très bas du pétrole a eu raison du projet jusqu'à l'introduction de l'EEG.

Grâce à des soutiens financiers, les forages reprennent et des tests de production, d'injection et de circulation sont menés. Ils révèlent des températures étonnamment basses et une baisse constante de pression qui fait alors l'objet d'un test de circulation. Lors de ce test, la conduite de liaison vieille de 15 ans subit des dommages irréparables. La conduite d'autres tests dépend du financement de ces dépenses supplémentaires pour lesquelles une demande de subvention complémentaire est déposée.

### Offenbach/Palatinat : production d'électricité

Le projet consiste en des recherches préalables à un forage test dans le Muschelkalk à Offenbach sur la Queich près de Landau (Palatinat). L'objectif du forage est de définir si cet horizon géologique est favorable à la production d'électricité par la géothermie. Si le forage s'avère concluant, une centrale électrique produisant 4,8 MWe sera construite. La modélisation du sous-sol du site, l'évaluation de la sismicité et les expériences de mécanique géologique ont déjà été achevées. L'épaisseur, la profondeur de l'horizon géologique d'exploitation et la localisation de zones de perturbation peuvent d'ores et déjà être estimées. Grâce aux méthodes adéquates, le forage test est adapté pour l'optimisation des volumes d'extraction et de réinjection. Les préparations précédant le premier forage, qui devrait être effectué en juin 2004, vont bon train.

### Speyer (Spire) : production couplée d'électricité et de chaleur

Le projet prévu à Speyer devrait à terme générer une puissance électrique d'environ 5,4 MWe et une puissance thermique de 24 MWth. Contrairement à tous les autres projets mentionnés, **celui-ci est financé sans soutien public**. Le premier forage sera réalisé grâce à une opération capital-risque. Si le premier forage est concluant et que les températures et les débits requis sont suffisants, la construction de la centrale sera financée par des fonds conventionnels. Le premier forage (2 871 m) fut effectué début décembre 2003. Il a atteint l'horizon géologique visé, le Buntsandstein, qui présente ici une épaisseur de plus de cent mètres. Des températures de 145°C ont été relevées. Le débit fait actuellement l'objet d'une évaluation grâce à des tests de pompage.

Les travaux de forage furent menés, pour la première fois, avec un nouveau type d'appareil de forage. Il s'agit d'une tour de forage qui dispose d'une force de traction et de poussée de 350 tonnes et qui est donc parfaitement adaptée aux forages très profonds exigés par la géothermie. L'appareil est largement automatisé ce qui permet d'optimiser les phases de travail et de raccourcir les temps de forage. Des coûts conséquents peuvent ainsi être économisés. De plus, pour le transport de site à site, seuls deux containers maritimes suffisent pour la structure en acier de la tour de forage.

### Unterhaching: production couplée d'électricité et de chaleur par un système hydrothermal

La commune de Unterhaching lance un projet de production d'électricité et de chaleur par la géothermie dans le bassin molassique du sud de l'Allemagne. Le doublet géothermique a pour objectif l'aquifère karstique du Jurassique supérieur à 3 400 m. Ces données ont été extrapolées grâce aux recherches sismiques, aux forages pétroliers et aux modèles de température qui font l'objet de mesures permanentes dans la région de Munich. On s'attend à relever, sur le site choisi, des températures de 115°C et un débit de 540 m<sup>3</sup>/h et l'on peut estimer la puissance utile à 3 MWe. Le forage a débuté à la mi-janvier 2004.

La gestion économique, technique et juridico-fiscale a été confiée à une société de conseil économique. C'est sous sa houlette qu'a été signé **le premier marché européen d'assurance d'exploitation privée pour le forage d'Unterhaching**. Jusqu'alors, c'était l'investisseur qui supportait le risque géologique portant sur l'existence, la température et, le cas échéant, sur la quantité d'eau géothermale découverte. Cette assurance est un projet-pilote. Le développement de l'opération d'Unterhaching montrera dans quelle mesure cette solution est transférable à d'autres sites.

## Conclusion

En conclusion, on peut dire qu'en matière de développement de la géothermie, et en particulier en ce qui concerne la production d'électricité, la politique allemande est particulièrement stimulante. Les mesures d'encouragement ciblées suscitent de nombreux projets concrets. Les investigations préliminaires, les travaux préparatoires de tests et de forages, ont d'ores et déjà permis d'accumuler de nombreuses expériences et d'enrichir le champ des connaissances. Ce n'est que plus tard, cependant, que l'on saura dans quelle mesure tous les projets auront répondu favorablement aux attentes. Des considérations techniques, économiques, voire politiques pourraient interdire la poursuite de certains d'entre eux. On espère toutefois que l'échec possible de l'un ou de l'autre des projets ne jette pas d'ombre sur la géothermie dans son ensemble. Il est évident que plus la fréquence et le champ d'application des nouvelles technologies seront élevés, plus les progrès technologiques et financiers seront rapides.

\* Chercheurs à l'European Institute for Energy Research Eifer  
Université de Karlsruhe, EDF-R&D, Allemagne.  
e-mail : [dominique-baechler@eifer.org](mailto:dominique-baechler@eifer.org)

# CHAUFFAGE PAR POMPE A CHALEUR GEOTHERMALE

Bilan d'une réalisation en région ILE DE FRANCE

par Christian FELDMANN et Emmanuel MORTIER \*

## 15 villas équipées de PAC géothermales à Vaucresson

Les systèmes de chauffage thermodynamique géothermiques se développent en France de façon significative depuis plusieurs années, soit à partir de capteurs thermiques horizontaux à faible profondeur d'enfouissement, soit en ayant recours à des capteurs verticaux, encore appelés " sondes géothermiques ".

C'est une installation de ce second type qui a fait l'objet d'un suivi instrumenté de longue durée, à l'initiative de la délégation régionale de l'ADEME Ile-de-France et de l'ARENE Ile-de-France, en collaboration avec la division Recherche et Développement d'EDF.



Figure 1 - Le site étudié :  
15 maisons individuelles de standing au label VIVRELEC.

## Le site étudié

Deux pavillons d'un ensemble immobilier de grand standing à Vaucresson ont fait l'objet d'une instrumentation poussée. Les mesures couvrent la période de juillet 2001 (date de livraison des bâtiments et mise en service de l'installation) à la fin de l'été 2003.

Les 2 maisons étudiées ont une surface unitaire de 188 m<sup>2</sup> et des déperditions de 8 kW environ. Elles comportent 3 niveaux d'habitation : le rez-de-chaussée et le premier étage sont équipés de planchers chauffant-rafraîchissants, le second étage est équipé uniquement de convecteurs électriques. Les bâtiments sont conformes au label VIVRELEC.

La génération de chaleur, et de froid en été, est assurée par une pompe à chaleur réversible de marque SOLTERM d'une puissance thermique de 8 900 W.



Figure 2 - La PAC SOLTERM avec son module hydraulique.

La source froide de la pompe à chaleur est constituée de deux capteurs verticaux enterrés de 67 m de profondeur (sondes thermiques " en double U ") qui représentent une longueur totale de tuyauteries de 536 m.

1. Température extérieure
2. Température ambiante chambre principale
3. Température ambiante séjour
4. Consommation électrique PAC
5. Consommation électrique appoint-secours
6. Consommation élec. convecteurs 2ème ét. + bains
7. Consommation électrique pour l'ECS
8. Consommation électrique générale
9. Volume d'eau capteurs sol
10. Température aller capteurs sol
11. Température retour capteurs sol
12. Température de départ en plancher
13. Temps de fonctionnement circulateur

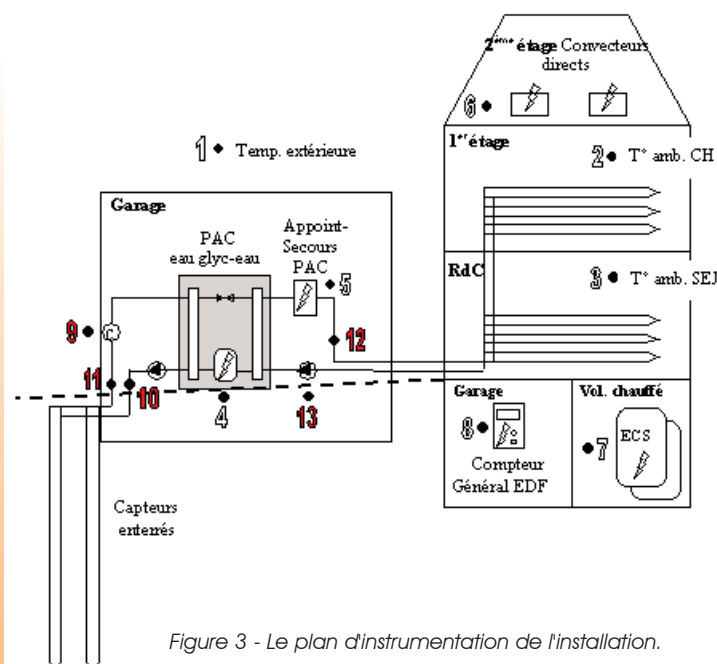


Figure 3 - Le plan d'instrumentation de l'installation.

## Le suivi : méthodologie, instrumentation

Deux maisons présentant les mêmes caractéristiques ont fait l'objet de mesures en continu durant deux années couvrant deux périodes d'hiver et d'été, la seconde comprenant l'épisode caniculaire de 2003.

Le détail de l'instrumentation est donné en figure 3. La ligne méthodologique retenue a été de pouvoir, de façon continue, évaluer le confort thermique obtenu d'une part et mesurer les performances énergétiques exprimées en terme de consommations et de coefficient de performance, d'autre part.

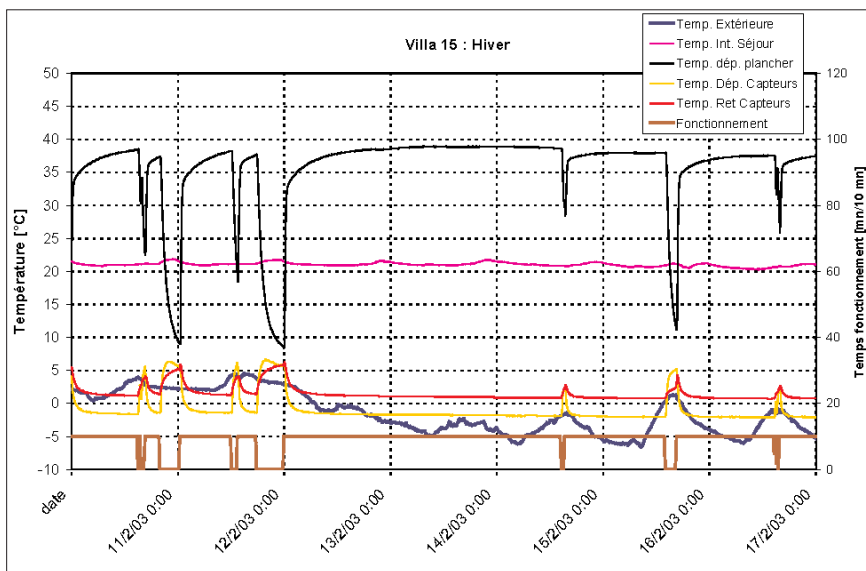
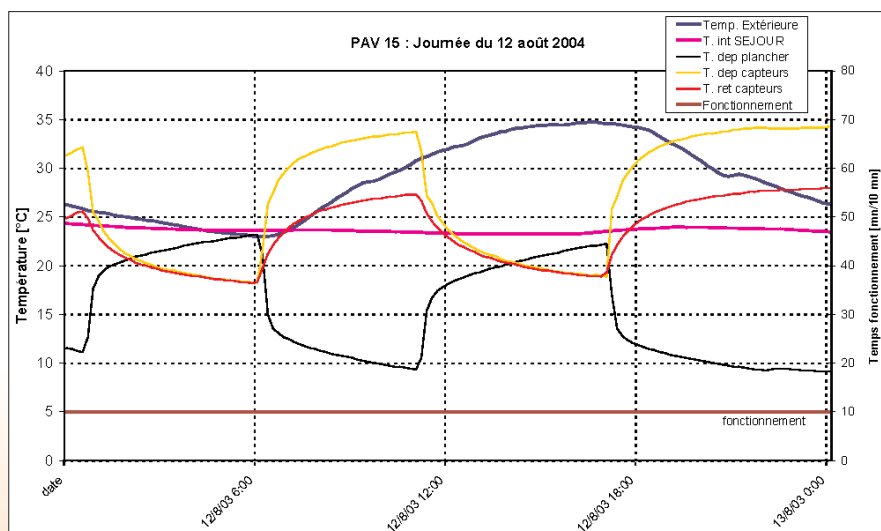


Figure 4 - Journée caractéristique (froide) d'hiver :

- La température intérieure est maintenue autour de 21°C.
- L'eau de retour des capteurs est à 1°C, sa température est abaissée à -2°C environ après son passage dans la PAC.
- En régime établi la température de départ plancher est aux environs de 38°C.

Figure 5 - Journée très chaude d'été (période caniculaire du mois d'août 2003)

- La température est maintenue entre 23 et 24°C (pour 35°C de température extérieure).
- L'eau de retour des capteurs atteint 28°C et ressort de la PAC à 34°C environ.
- Bien que la température de départ dans les planchers soit inférieure à 15°C une grande partie du temps, aucune condensation de surface n'a été déclarée par les occupants.



## Le bilan énergétique d'été

Les résultats de l'été 2003 montrent que les installations ont assuré le confort thermique même durant la sévère période caniculaire que l'on a connue.

On note une différence notable des consommations du compresseur : 1 000 kWh pour le pavillon 15 et 1 470 kWh pour le pavillon 2. La température plus basse en moyenne maintenue dans ce pavillon explique probablement ce résultat.

La consommation d'électricité pour le rafraîchissement représente entre 5 et 8 % de la consommation annuelle.

## Les résultats : bilan période d'été et d'hiver

Les figures 4 et 5 représentent deux journées caractéristiques du comportement hiver et été des installations. On observe que le confort est maintenu tout au long de l'année par le système, avec un recours faible au chauffage d'appoint par effet Joule.

Les enregistrements de la seconde saison hivernale montrent même que les occupants ont su éviter par leur comportement le recours au chauffage d'appoint, les consommations observées étant nulles pour ce poste.

La consommation d'électricité pour le rafraîchissement représente entre 5 et 8 % de la consommation annuelle.

On notera que la disponibilité d'une eau à 15°C en moyenne en retour de sonde thermique permettrait, une grande partie de la saison d'été, d'utiliser directement cette ressource pour refroidir le plancher, sans utiliser la production de froid. La consommation énergétique, pour le rafraîchissement s'en trouverait sensiblement réduite. C'est une option à prendre en considération lors des futures réalisations.

## Le bilan énergétique d'hiver

L'observation des deux périodes hivernales montre que les répartitions entre postes diffèrent peu d'une année à l'autre. L'énergie absorbée par le compresseur tourne autour de 36 %. On note par contre un effet d'apprentissage des occupants se traduisant par une réduction du chauffage d'appoint et du chauffage direct.

En effet, pour le pavillon n° 2 l'appoint qui représente 4,68 % la première année s'annule au cours du 2<sup>ème</sup> hiver, le chauffage direct (convecteur du 2<sup>ème</sup> étage passant de 4,97 % à 1,22 %). Le transfert se fait au bénéfice du chauffage thermodynamique dont la part relative s'accroît significativement en passant de 38 à 43 %.

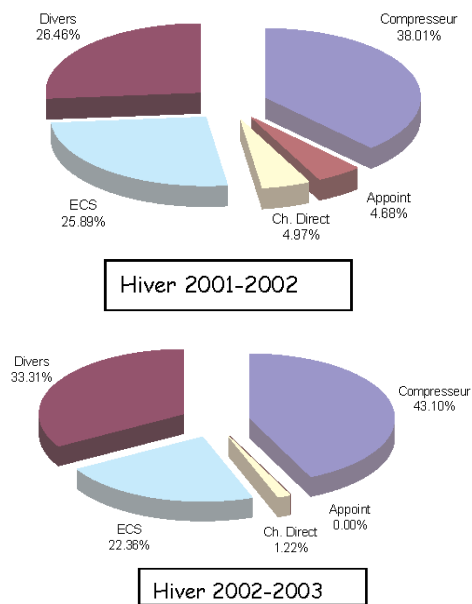


Figure 6 - Répartition des consommations au cours de l'hiver 2001/2002 et l'hiver 2002/2003.

Effet de l'apprentissage des occupants : la consommation d'appoint est nulle au cours du 2<sup>ème</sup> hiver, la consommation du chauffage direct a été divisée par 4.

## Performances énergétiques

Le tableau 1 présente la synthèse des consommations observées au cours des deux années de suivi.

Consommations d'électricité :

1 <sup>ère</sup> année : Consommations d'électricité de Septembre 2001 à Août 2002					
	Chauffage	Climatisation	ECS	Divers	Total
KWh/an	7 835	434	4 847	5 523	18 639
(kWh/an)/m <sup>2</sup>	41,6	2,3	25,8	29,3	99,0

2 <sup>ème</sup> année : Consommations d'électricité de Septembre 2002 à Août 2003					
	Chauffage	Climatisation	ECS	Divers	Total
KWh/an	6 430	1 469	3 968	5 723	17 589
(kWh/an)/m <sup>2</sup>	34,2	7,8	21,1	30,4	93,6
%	36,5	8,4	22,6	32,5	100

Coûts de l'électricité :

1 <sup>ère</sup> année : Coût de l'électricité de Septembre 2001 à Août 2002						
	Chauffage	Climatis.	ECS	Divers	Taxes+Abo	Total
€/an	522,16	29,71	233,70	409,63	634,02	1 829,24
(€/an)/m	2,77	0,16	1,24	2,18	3,37	9,72

2 <sup>ème</sup> année : Coût de l'électricité de Septembre 2001 à Août 2002						
	Chauffage	Climatis.	ECS	Divers	Taxes+Abo	Total
€/an	447,09	114,32	212,13	356,21	590,38	1 720,13
(€/an)/m	2,38	0,61	1,13	1,89	3,14	9,15
%	26,0	6,7	12,3	20,7	34,3	100

Tableau 1 - Synthèse des consommations et des coûts pour le chauffage, l'ECS, la climatisation et les autres usages.

Rappel des caractéristiques du pavillon :  
 Surface : 188 m<sup>2</sup> / GV = 280,78 [W/K] / Lieu : Vaucresson  
 Les locaux sont chauffés à 21°C en moyenne  
 Occupation : 2 personnes en permanence + occupants occasionnels  
 ECS = 2 ballons de 200 litres  
 DJU 2001-2002 = 2 293 / DJU 2002-2003 = 2 316

On notera que les usages chauffage, climatisation et ECS représentent 63 kWh/m<sup>2</sup>/an (soit 163 kWh énergie primaire) ce qui est une performance très honorable et que le coût du rafraîchissement est de l'ordre de 0,6 €/m<sup>2</sup>/an.

Les valeurs des indicateurs moyens de performances, mesurées sur les deux années exprimés en Coefficient de performance (COP) pour le fonctionnement en pompe à chaleur et en Efficacité frigorifique (EER) pour le fonctionnement en climatiseur, de la machine sont données ci-après :

	Villa A	Villa B
COP	2,7	2,8
EER	2,1	2,01

Tableau 2 - Indicateurs de la performance annuelle de l'installation pour les 2 villas étudiées

## Conclusion

Ces deux années de suivi ont montré l'intérêt que présente le chauffage par PAC géothermale, le coefficient de performance moyen sur l'ensemble de l'année est satisfaisant et l'installation a permis d'assurer le confort thermique en été même pendant la séquence caniculaire de l'été 2003.

On notera que l'instrumentation mise en place dès la fin du chantier a constitué une aide précieuse pour la mise au point de l'installation (commissionnement).

Une instrumentation même légère, intégrée à l'installation, permettrait certainement de résoudre bien des problèmes de réglage à la mise en service ou en cours d'exploitation.

Elle permettrait de plus de contrôler la performance de l'installation et de réagir en cas de dérive éventuelle.

Le suivi des performances par une métrologie légère est obligatoire dans certains autres pays européens, en Suisse notamment.

\* Christian FELDMANN et Emmanuel MORTIER, COSTIC  
 Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques  
 Département " Energie dans le bâtiment "  
 e-mail : [contact@costic.com](mailto:contact@costic.com)

## SITES GEOTHERMIQUES DU DOGGER EN ILE-DE-FRANCE SECURITE - SANTE

par Didier LENOIR \*

### RECOMMANDATIONS RELATIVES A L'APPLICATION DU CODE MINIER ET DU CODE DU TRAVAIL

La production de chaleur au moyen de forages géothermiques est une activité minière soumise aux dispositions du Code Minier (permis de recherche, autorisation d'exploiter, application à l'exploitation des règles du Code Minier).

*La DRIRE, chargée de la police des mines et donc des exploitations géothermiques au Dogger du bassin parisien, a organisé, courant mai 2002, une réunion d'information des maîtres d'ouvrages et de leurs partenaires pour les sensibiliser à la réglementation existante pour la santé et la sécurité du personnel. Constat étant fait que, si heureusement nous relevons peu d'incident ou d'accident sur les sites géothermiques de la région Ile-de-France, l'organisation et les pratiques actuelles en matière de sécurité ne répondent pas pleinement aux exigences de la réglementation. L'Agémo a pris l'initiative d'animer un groupe de travail pour faire des propositions visant à améliorer l'organisation de la sécurité et à clarifier les responsabilités. Didier LENOIR fait une synthèse du travail accompli. Il s'agit d'un pas en avant qui pourra aider chaque maître d'ouvrage à mettre en place sur son ou ses exploitations une meilleure organisation de la sécurité dans le respect de la réglementation, qui renforcera aussi une bonne image de la géothermie en Ile-de-France. La DRIRE sera attentive aux améliorations attendues sur ce sujet courant 2004.*

Thierry GARNIER \*\*

La distribution de cette même chaleur relève quant à elle du Code du Travail pour toutes les dispositions relatives à la santé et à la sécurité.

Au cours de la dernière décennie, les règles du Code Minier ont évolué conformément aux dispositions des directives européennes. Tout particulièrement, en matière de sécurité, ces règles ont été précisées et la DRIRE Ile-de-France a rappelé, lors d'une réunion qu'elle a organisée à Paris le mercredi 15 mai 2002, qu'il convenait de les appliquer aux sites géothermiques d'Ile-de-France.

Cependant, les sites géothermiques du Dogger présentent des caractéristiques particulières par rapport aux exploitations minières habituelles : montage juridique, nombre d'entreprises intervenantes, faible emprise au sol de l'exploitation minière, ...

Il convenait donc d'étudier avec tous les intervenants (DRIRE, maîtres d'ouvrages, entreprises) des modalités d'application du Code Minier qui tiennent compte de ces caractéristiques. Enfin, il était souhaitable de coordonner les dispositions relatives au Code Minier et au Code du Travail compte tenu de l'imbrication des activités relevant de ces deux codes.

Nous remercions Messieurs Rémi GALIN, adjoint au chef de la division sol/sous-sol, et Thierry GARNIER, responsable de la géothermie, de leur appui efficace qui nous a permis de franchir des

\*\* Thierry Garnier DRIRE/IDF

e-mail : [thierry.garnier@industrie.gouv.fr](mailto:thierry.garnier@industrie.gouv.fr)

étapes parfois délicates. Nous remercions également Monsieur Christian BEAU qui, succédant à Monsieur Rémi GALIN, a bien voulu reprendre en considération le travail effectué.

Enfin, nous remercions tous les participants au groupe de travail et particulièrement Messieurs Patrick LESAGE du Syndicat de la Courneuve et Joël TAILLARDAS d'Elyo Ile-de-France pour leurs actives contributions.

Les recommandations du Groupe de Travail n'ont évidemment aucun caractère réglementaire ni aucune valeur contraignante. Elles sont adressées par l'AGÉMO à l'ensemble des maîtres d'ouvrages ainsi qu'aux principales entreprises actives sur les sites géothermiques d'Ile-de-France (maîtres d'œuvres sous-sol et surface, entreprises de services, entreprises de forage).

Les propositions qu'elles contiennent ont pour but d'aider les intervenants des sites géothermiques d'Ile-de-France à assumer pleinement et clairement leurs responsabilités.

Le point de départ de ce travail est en effet le constat de l'entière responsabilité de l'Exploitant Minier (titulaire du permis d'exploiter) quelles que soient les missions confiées aux diverses entreprises qui interviennent sur le site. Or, dans la majeure partie des cas l'Exploitant Minier (Maire, Président de Syndicat, Président de l'OPAC? ne dispose pas d'une présence permanente sur le site et ne possède pas de services aptes à maîtriser les problèmes très spécifiques relatifs à l'exploitation géothermale.

En revanche, la permanence sur le site est assurée par l'entreprise qui fait fonctionner les installations mais le Code Minier la considère comme une " entreprise extérieure ".

Enfin, du point de vue de la sécurité, il faut distinguer deux types de situations :

1. en exploitation normale les problèmes éventuels de sécurité ne diffèrent pas de ceux des installations industrielles classiques (matériels électriques, matériels fonctionnant à températures élevées,...). L'entreprise chargée du fonctionnement connaît ce type de problèmes et peut être chargée de la sécurité du site, jusqu'aux têtes de puits comprises.
2. au cours de travaux dans un forage, les risques sont de toute autre nature (mat de forage, risques d'éruption, risques liés à la présence d'H<sub>2</sub>S, ...) et généralement l'entreprise de surface ne possède pas les qualifications lui permettant de les maîtriser ; cela exige de faire intervenir d'autres entreprises, toujours considérées par le Code Minier comme " entreprises extérieures ".

L'énoncé de cette situation montre que l'organisation de la sécurité sur un site géothermique ne saurait aller de soi puisqu'il faut à la fois prendre des dispositions pratiques permettant à chaque entreprise de remplir ses missions et coordonner ces dispositions en impliquant tous les intervenants, depuis " l'Exploitant Minier " (Maire, Président, ...) jusqu'à toutes les " entreprises extérieures ", en précisant clairement les responsabilités de chacun.

La démarche ne peut donc être que collective et organisée sous l'autorité de l'Exploitant Minier (Maire, Président, ... titulaire d'un permis d'exploiter).

En matière de sécurité, le Code Minier pose deux exigences essentielles :

1. que la mine, ici le site géothermique, possède un Directeur Technique de la Sécurité qui soit l'interlocuteur unique de l'Administration pour les questions de Sécurité.
2. que les règles à observer sur le site par tous les intervenants fassent l'objet de prescriptions portées à leur connaissance et tenues à jour en tant que de besoin.

Le dispositif conçu par le Groupe de Travail Sécurité animé par l'AGÉMO est le suivant :

1. Rappel de la responsabilité du titulaire du permis d'exploiter, " Exploitant Minier " quel que soit le dispositif contractuel d'un site géothermique. Recommandation faite à chaque titulaire de lancer une démarche de mise en conformité de son site avec les exigences du Code Minier, dès l'automne 2003, avec pour objectif d'aboutir au premier semestre 2004.
2. Création du Comité Sécurité Santé (C2S) chargé de mettre au point et de suivre le respect des dispositions relatives à la Sécurité et à la Santé.
3. Désignation par le C2S et notification à la DRIRE du Directeur Technique de la Sécurité et de la Santé (DT2S), interlocuteur unique de la DRIRE pour les questions de sécurité et de santé. Pour les périodes d'exploitation le DT2S sera généralement choisi au sein de l'entreprise exploitant les installations de surface. Pour les périodes de travaux à l'intérieur d'un forage, le DT2S pourra être choisi dans une autre entreprise (intendant de forage, coordinateur de sécurité,...) suivant les caractéristiques du chantier. En cas de changement du DT2S, la notification à la DRIRE devra être immédiate (fax ou courriel).
4. Rédaction du Plan de Prévention et de Secours (PPS) précisant les dispositions de sécurité et de santé particulières au site géothermique qui doivent être respectées par toutes les entreprises intervenantes. Adoption du PPS par le Comité Sécurité Santé.
5. Signature d'un avenant à chaque contrat relatif à l'exploitation du site afin d'intégrer le dispositif mis en place dans le cadre contractuel de chaque entreprise :
  - Comité de Sécurité Santé (C2S)
  - Directeur Technique de la Sécurité et de la Santé (DT2S)
  - Plan prévention et de secours (PPS).
6. Fonctionnement du C2S, changement éventuel du DT2S en cas de travaux, mise à jour du PPS, vie de l'exploitation.

Afin de préciser ces recommandations, le Groupe de Travail a mis au point un document-cadre qui peut servir de guide pour le travail à effectuer dans chaque site géothermique.

Il ne s'agit, ici encore, que d'une illustration des propositions du groupe et chaque site saura l'utiliser, l'adapter ou élaborer un plan tout différent suivant les caractéristiques locales.

\* Didier Lenoir - 06 14 61 07 23  
 e-mail : [lenoir.didier@wanadoo.fr](mailto:lenoir.didier@wanadoo.fr)  
 Dossier chargeable sur le site : [www.cler.org](http://www.cler.org)

## LES ACTEURS DE LA GEOTHERMIE

### COFATHEC

Principale filiale services de GDF en Europe sur les marchés résidentiel, tertiaire, collectivités locales et industrie, COFATHEC est spécialiste des prestations multi-énergies et multi-services et développe une gamme d'activités étendue :

COFATHEC-Coriance sa filiale spécialiste dans le domaine, assure la gestion d'un ensemble de 17 réseaux de chaleur et de froid :

- 7 doublets géothermiques,
- 11 centrales de cogénération, 110 MW électriques, dont 1 turbine à gaz de 30 MW électriques,
- 400 MW de puissance thermique totale installée,
- 120 km de réseaux,

ce qui représente environ 55 000 équivalents-logements chauffés.

Au total, ce sont 1 000 GWh de chaleur, 350 GWh de froid et 380 GWh d'électricité qui sont produits et vendus sur l'ensemble des réseaux.

Les 7 doublets géothermiques gérés par COFATHEC-Coriance se situent en Ile-de-France à Chelles, Meaux, Ris-Orangis et au Blanc-Mesnil.

Réseau	Ventes chaleur		Ventes électricité	Spécificités
1994 Chelles	45 GWh	38 sous-stations 9,5 km de réseau d'eau surchauffée	28 GWh (moteur)	1 doublet géothermique 1 cogé moteur 8 MWe 1 pile à combustible
1998 Meaux	220 GWh	134 sous-stations 33 km de réseau d'eau surchauffée	100 GWh (turbine) 29 GWh (moteur)	4 doublets géothermiques 1 cogé turbine à gaz 30 MWe cogé moteur 8 MWe
2001 Ris-Orangis	29 GWh	2 km de réseau d'eau surchauffée	19 GWh (moteur)	1 doublet géothermique 1 cogé moteur 5,2 MWe
2002 Blanc-Mesnil	45 GWh	3 km de réseau d'eau surchauffée	28 GWh (moteur)	1 doublet géothermique 1 cogé moteur 8 MWe

Site internet [www.cofathec.fr](http://www.cofathec.fr)

Marcel MOYA  
[marcel.moya@cofathec-coriance.fr](mailto:marcel.moya@cofathec-coriance.fr)  
 Tél : 01.49.14.79.66

## BREVES

### Communiqué de presse Chevilly-Larue et L'Haÿ-Les-Roses du 21 janvier 2004

*"Les maires de Chevilly-Larue et L'Haÿ-Les-Roses lancent une pétition pour une TVA à 5,5% sur la géothermie"*

Christian HERVY, maire de Chevilly-Larue et Patrick SÈVE, maire de L'Haÿ-les-Roses viennent d'envoyer un courrier à 5 000 foyers de leurs communes, alimentés en chauffage et en eau chaude sanitaire par la Semhach, plus grand site de géothermie d'Europe. Si cette lettre ouverte souligne une réduction rétroactive sur les tarifs de 2003 pouvant atteindre de 5 à 10 % et l'annonce d'une baisse tarifaire pour la saison de chauffe 2004-2005, elle stigmatise avant tout le taux de TVA dont la géothermie relève.

À travers ce courrier, Christian HERVY et Patrick SÈVE souhaitent mobiliser l'opinion sur le traitement injuste dont souffre actuellement la géothermie. En effet, si des énergies polluantes comme le gaz et l'électricité bénéficient d'un taux de TVA à 5,5 %, la géothermie est assujettie à un taux de 19,6 %. Ainsi, les consommateurs qui utilisent une énergie « propre » sont pénalisés fiscalement.

En demandant à chaque citoyen concerné de se prononcer à travers une pétition qui sera adressée directement au Ministre de l'Économie et des Finances, Christian HERVY et Patrick SÈVE relancent le débat sur la place des énergies renouvelables dans notre société et surtout l'existence d'une volonté politique réelle.

Cette action sera relayée prochainement par une vaste campagne d'information nationale regroupant les principaux acteurs de la géothermie en France et des réseaux de chaleur."

#### À propos de la Semhach :

La Semhach est une société d'économie mixte qui associe collectivités locales et utilisateurs pour une gestion mutualiste du plus grand réseau de chauffage géothermique d'Europe à Chevilly-Larue et L'Haÿ-les-Roses. La Semhach, par son mode d'exploitation, permet de réduire chaque année de 40 000 tonnes le rejet de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

**SEMACH** : Michel ANDRÈS • Tél. : 01 46 87 66 22 • <http://www.semhach.fr>

Contacts presse :

**Un Coin de Paradis** : Marie-Laure LEFEVRE

[ml.lefevre@ucp.fr](mailto:ml.lefevre@ucp.fr)

assistée par Virginie CELERY

[virginie.celery@ucp.fr](mailto:virginie.celery@ucp.fr)

Tél. : 01 42 50 42 30

### Fin du forage GPK 4 à Soultz-sous-Forêts :

Ce week end de Pâques, le forage GPK4 de Soultz vient d'atteindre la profondeur finale de 5 260 m. Ce dernier forage complète ainsi le dispositif prévu qui doit permettre d'engager prochainement des tests de stimulation hydrauliques à partir des deux forages de production GPK2 et GPK4 et du forage d'injection GPK3. L'EHDRA<sup>(3)</sup> avait organisé le Comité scientifique semestriel du projet les 7 et 8 avril à Soultz. Une cinquantaine de participants a pu échanger les résultats des travaux scientifiques qui accompagnent la réalisation des ouvrages, ainsi que les programmes des futures études et expérimentations, en particulier ceux concernant les prochains tests de stimulation hydrauliques entre GPK4 et GPK3.

*Dans un prochain numéro, nous ferons un point précis de ce programme européen stratégique pour le développement de la Géothermie à moyen terme.*

<sup>(3)</sup> EHDRA : Association des partenaires scientifiques du projet

### L'université de Bochum pourrait bientôt exploiter la chaleur de la terre

Il est fort probable que l'université de la Ruhr - Bochum (RUB) sera dans le futur alimentée par la chaleur venant de l'intérieur de la terre. Les géoscientifiques et les ingénieurs de la RUB viennent de conclure avec succès une étude de faisabilité. Le projet, intitulé PROMETHEUS, a pour objectif d'utiliser la chaleur géothermique du site de Bochum sur la base du procédé des roches chaudes sèches (HDR - Hot Dry Rocks). Elle permettra d'alimenter un réseau de chauffage urbain existant, et contribuera à l'approvisionnement de charge de base de la RUB, mais aussi de l'école supérieure spécialisée de Bochum (FH) ainsi que des universités des villes avoisinantes. A partir de l'automne 2004 -lorsque le financement sera assuré- commencera probablement la phase d'exploration, avec le premier forage sur le terrain de l'ancienne mine de charbon de Klosterbusch. Cette phase devrait durer deux années. Si les résultats correspondent aux attentes, on pourra compter sur une alimentation en électricité par géothermie à partir de 2009.

*Source : BE Allemagne (183 du 25/03/04) - Ambassade de France à Berlin / Agence pour la Diffusion de l'Information Technologique*

### Nouvelles du PLOE (Projet de loi d'orientation de l'énergie)

Le 15 avril dernier a eu lieu à l'Assemblée Nationale la déclaration du gouvernement relative à l'énergie, suivie d'un débat parlementaire sur cette déclaration. Le compte-rendu est disponible sur le site de l'Assemblée Nationale : [www.assemblee-nat.fr/12/cra/provisoire](http://www.assemblee-nat.fr/12/cra/provisoire).

*Nous reviendrons dans le prochain numéro sur ce projet de loi et ses implications sur la géothermie.*

# Manifestations

## Eastern Caribbean Geothermal Development Project (Geo Caraïbes) Launch Workshop

Institut de Coopération Franco Caraïbe  
27-29 avril 2004  
Creole Beach Hotel, Gosier (Guadeloupe)  
contact : [icfc@wanadoo.fr](mailto:icfc@wanadoo.fr)

## Colloque annuel du Syndicat des Energies Renouvelables :

*Energies Renouvelables : La France à l'heure du choix*

Syndicat des Energies Renouvelables (SER)  
9 juin 2004  
Palais des Congrès, Paris  
Contact : <http://www.ser-fra.com/>

## Geothermal Resources Council Annual Meeting

Geothermal Resources Council  
1<sup>er</sup> septembre 2004  
Indian Wells, Californie  
Contact : [www.geothermal.org](http://www.geothermal.org)

## International Geothermal Days " Poland 2004 "

13-17 septembre 2004  
Zakopane  
Contact : [isskiril@sonet.com.mk](mailto:isskiril@sonet.com.mk)

## World Geothermal Council 2005

24-29 avril 2005  
Antalya, Turquie  
Contact : [www.wgc2005.org](http://www.wgc2005.org)

### Je souhaite recevoir régulièrement ce bulletin

Nom :

Prénom :

Organisme, Entreprise :

Fonction :

Adresse : Ville : Code postal :

Tél : /Fax :

e-mail :

N'hésitez pas à nous envoyer vos articles ou à nous faire part d'informations intéressantes que vous possédez sur la géothermie.

L'énergie du sous-sol : La Géothermie en Ile-de-France, bulletin n° 5- avril 2004

# Sites internet

## Société Suisse pour la Géothermie

<http://www.geothermal-energy.ch/>

Ce site comporte plusieurs niveaux de lecture : le professionnel bénéficiera de l'accès que le site fournit aux différentes revues éditées par la Société Suisse pour la Géothermie, au calendrier des manifestations ou bien encore à la nombreuse documentation technique téléchargeable. Le particulier pourra s'initier à la géothermie, choisir son type d'installation et contacter les professionnels en conséquence.

## Geothermal Education Office :

<http://geothermal.marin.org/>

Ce site a pour objectif de sensibiliser le grand public, les scolaires et les étudiants à la géothermie. Le Geothermal Education Office produit et distribue du matériel pédagogique, l'objectif étant de s'assurer que la géothermie fait partie des programmes de l'éducation américaine.

## Geothermal Energy Association:

<http://www.geo-energy.org>

L'intérêt du site réside dans la base de données sur les centrales géothermales existantes et celles en développement aux Etats Unis. Chaque opération fait l'objet d'une fiche individualisée qui regroupe les informations de production et de capacité installée.

### Directeur de la publication et Rédacteur en chef :

J. LEMALE - ADEME/IdF

### Comité de rédaction :

M.L. FALQUE-MASSET / ARENE  
P. LAPLAIGE / ADEME  
J. DEMANGE / BRGM  
A. DESPLAN / BRGM  
T. GARNIER / DRIRE  
D. LENOIR / AGÉMO

### Edition, Réalisation : BRGM/CDG/CITEG

### Pour toute information contacter :

BRGM/CDG/CITEG  
BP 6009—45060 ORLEANS Cedex 2  
e-mail : [géothermie.idf@brgm.fr](mailto:géothermie.idf@brgm.fr)

A D E M E



Géosciences pour une Terre durable  
**brgm**

A R E N E



Ile-de-France