

**SOMMAIRE**

**Le centre d'hébergement et de gériatrie de Rochefort-sur-Mer**

>> p.2, 3 et 4

**Le Pôle de Santé d'Aiglemont**

>> p.5, 6 et 7

**Le Pôle culturel d'Alfortville**

>> p.8 et 9

**Maisons-Alfort :**

**Les bâtiments de SANOFI raccordés au réseau de chaleur, un choix local et compétitif**

>> p.10 et 11

**La salle de concert d'Auxerre**

>> p.12, 13 et 14

**Le fonds chaleur**

>> p.15

**En bref**

>> p.16

**Agenda, publications, formation**

>> p.16

**>> ÉDITO**

>> Par Christian Oeser, Chargé de mission pour les Filières Vertes, Captage & Stockage du CO<sub>2</sub> et Géothermie, Direction générale de l'Énergie et du Climat, Ministère du Développement Durable



## Une nouvelle dynamique et des objectifs ambitieux pour développer de façon pérenne toutes les formes de géothermie

La loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement du 3 août 2009, dite loi « Grenelle 1 », définit un cadre ambitieux pour le développement de la géothermie, en prévoyant une multiplication par un facteur 6 de la production de chaleur géothermique entre 2006 et 2020. Ces objectifs ambitieux traduisent la volonté des Pouvoirs Publics de développer de façon pérenne toutes les formes de géothermie.

Un plan d'action de développement industriel de cette « Filière Verte » est mis en place, en étroite coopération avec l'ensemble des parties prenantes et s'appuyant sur une mobilisation importante des acteurs de la filière. La création de l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG) en juin 2010 en témoigne de cette nouvelle dynamique au sein de la filière de la géothermie, tout comme la réussite de l'évènement « Géothermie : les clés pour réussir son projet » du 7 décembre 2010.

Plus de 300 personnes ont participé à la première de cet évènement organisé par l'ADEME et le BRGM, deux acteurs incontournables du paysage géothermique. Le maître mot de cette manifestation était de donner les recettes pour que chaque projet soit un succès, en faisant le pari du partage d'expériences, de la présentation des outils existants (Fonds Chaleur, atlas du potentiel géothermique, garantie Aquapac®) et des échanges entre tous les participants de cette journée avec de nombreux enseignements à la clé.

Le choix de professionnels qualifiés et reconnus qui anticipent, proposent des solutions originales et garantissent des ouvrages de qualité, est gage de satisfaction et de sérénité, comme le montre l'expérience du Pôle de santé d'Aiglemont dans les Ardennes. Parions aussi que tous ces projets de bâtiments tertiaires, d'habitat collectif, mais aussi de réseaux de chaleur géothermiques, améliorent la visibilité de la géothermie auprès de tous les publics : ainsi réussira-t-on aussi la diffusion massive de la géothermie auprès du particulier, qui faute de pouvoir faire appel à des études comparatives poussées doit choisir sur des critères plus subjectifs.

Les objectifs fixés à la géothermie passent par le développement de toutes ces formes de géothermie. C'est pourquoi je vous invite à découvrir ou redécouvrir, par la lecture de ce bulletin d'information, la variété des solutions déployées et présentées lors de la journée du 7 décembre 2010, complétée en fin de document par un bilan 2009/2010 du Fonds Chaleur.

# Le centre d'hébergement de Rochefort-sur-Mer



© Centre hospitalier de Rochefort

La construction du nouveau centre d'hébergement et de gériatrie de Rochefort-sur-Mer (Charente-Maritime) avait démarré en 2008 de manière traditionnelle. Programmés dans le cadre du Plan Hôpital 2012, les budgets alloués ne permettaient pas *a priori* de faire de la Haute Qualité Environnementale (HQE). Afin de convaincre la direction d'investir dans la HQE et de réaliser des bâtiments à basse consommation énergétique, le maître d'ouvrage s'est appuyé sur l'argument des économies d'énergie et sur l'usage d'énergie non fossile pour investir vraiment sur le long terme.

## Pour les besoins de chauffage et de rafraîchissement, une solution qui privilégie le long terme a été adoptée

Les dépenses liées à l'eau chaude et au chauffage étant très importantes dans un établissement hospitalier, l'argument était de poids et les objectifs fixés à la hauteur ! Il s'agissait de répondre en effet à la RT 2005 et au label THPE (Très Haute Performance Énergétique). Un pari sur le futur qui ne s'est pas fait en un jour. Les études préliminaires ont duré deux ans, et il s'est écoulé deux ans et demi entre le lancement du projet et le début des travaux, en septembre 2010 – l'inauguration étant prévue pour la fin 2012.

## Un projet de Bâtiment Basse Consommation

Pour appuyer sa démarche, le maître d'ouvrage en titre s'est adjoint l'assistance d'un maître d'ouvrage HQE. Celui-ci a d'abord démontré qu'il serait très difficile d'atteindre les objectifs fixés d'économie d'énergie en utilisant des moyens traditionnels. Puis il a calculé que le surcoût immédiat d'une opération HQE serait compensé à moyen terme par la réduction de la facture énergétique du bâtiment. Après des

échanges soutenus, le maître d'ouvrage a réussi à fédérer l'équipe et les différentes parties prenantes autour de cette démarche innovante, et les premières études de faisabilité ont pu commencer. Un bâtiment neuf, pour être classé BBC (Bâtiment Basse Consommation), doit consommer moins de 50 kWh par mètre carré et par an, avec une pondération en fonction de la région et du type de bâtiment. Le niveau du label BBC est atteint ici, notamment grâce à la conception de l'enveloppe architecturale (inertie) et à l'intégra-



© Centre hospitalier de Rochefort



© Centre hospitalier de Rochefort

CHANTIER DE RÉALISATIONS DES SONDES GÉOTHERMIQUES.

# et de gériatrie

>> Par F. Wintzer Ingénieur  
et E. Huriaux chargé exploitation,  
Direction des Services Techniques,  
Centre hospitalier de Rochefort  
[www.ch-rochefort.fr/](http://www.ch-rochefort.fr/)

tion d'un plancher chauffant, d'une ventilation double flux, de pare-soleil qui contribuent à la maîtrise des températures et assurent un confort thermique régulé toute l'année. Pour l'alimentation en énergie, le choix s'est porté sur une solution combinant le solaire et la géothermie traditionnelle. Le solaire thermique (100 m<sup>2</sup> de capteurs) a été privilégié pour la production de l'eau chaude sanitaire, la géothermie assurant de manière pérenne les besoins en chauffage et rafraîchissement des 12 000 m<sup>2</sup> du centre d'hébergement et de gériatrie.

Initialement, la présence de cures thermales à proximité de Rochefort conduisait naturellement à s'orienter vers une solution géothermique par pompage de la nappe. Un sondage devait permettre de vérifier cette hypothèse en déterminant la constitution exacte du sous-sol. Mais il s'est avéré que dès 30 mètres de profondeur, le sous-sol étant constitué de marne humide, le débit de l'eau serait insuffisant et ne pourrait couvrir que 30% des besoins identifiés. Dans le même temps, un test de réponse thermique effectué sur 100 mètres de profondeur a montré, quant à lui, que le sous-sol présentait une température moyenne de 17 °C, pouvant fournir environ 70 Watt par mètre linéaire de sonde. Une solution alternative a donc été envisagée, avec la mise en place d'un champ de sondes. Cette technologie simple et rationnelle n'impose pas de surcoûts excessifs mais nécessite son intégration dès le début du projet.



VUES DES BÂTIMENTS DU CENTRE D'HÉBERGEMENT ET DE GÉRIATRIE.

© Centre hospitalier de Rochefort

## La géothermie est adaptée aux besoins spécifiques des établissements de santé

Le futur bâtiment devant être implanté sur une zone sismique, cette singularité implique des contraintes spécifiques qui ont nécessité la mise en place de fondations spéciales. Dès lors, il aurait été possible d'étudier la possibilité d'en profiter pour y adjoindre des pieux énergétiques. Mais au moment du lancement du projet, la solution technique n'était pas encore opérationnelle, le choix a été fait de séparer les sondes des pieux de fondation. Restait à trouver leur nombre et leur implantation. Sachant que

la puissance calorifique d'une pompe à chaleur détermine la quantité de chaleur qui peut être extraite du sol et, donc, le dimensionnement du champ de sondes, il fallait éviter un sous-dimensionnement qui épuiserait les réserves calorifiques du sous-sol et aurait un retentissement sur les performances. Par ailleurs, l'implantation des sondes peut également avoir un impact sur le nombre de sondes à mettre en place : il faut éviter de trop les regrouper, car elles risquent d'interférer thermiquement. Il était donc nécessaire de bien estimer les besoins énergétiques des bâtiments et d'optimiser le positionnement des sondes au vu du foncier disponible – l'objectif étant aussi de maximiser l'utilisation de chaque sonde pour en installer le moins possible. Puisque ce projet disposait d'une superficie suffisante, les sondes ont été disposées en L pour drainer au maximum l'énergie géothermique du sous-sol, le maître mot restant l'adaptabilité aux conditions topologiques et géologiques du terrain.

À partir de tous ces paramètres, les études ont permis d'établir qu'il faudrait, pour répondre aux besoins du futur centre hospitalier, un total de trente-huit sondes en comptant la sonde test, chacune plongeant dans le sous-sol à 100 mètres de profondeur. La puissance de chacune a été estimée entre 40 et 70 W thermiques du mètre linéaire, soit entre 4 000 et 7 000 W par forage. Au total, la puissance maximale produite par le champ de sondes sera de l'ordre de 260 kW.



© Centre hospitalier de Rochefort



© Centre hospitalier de Rochefort

## « Un amortissement d'ici cinq ou six ans »

Mais tous ces travaux avaient évidemment un coût ! À l'origine, sans mise en œuvre HQE, l'enveloppe prévisionnelle de la construction du complexe hospitalier s'élevait à 17 millions d'euros hors taxes. Les premières estimations effectuées par le bureau d'architecte et le bureau d'études ont évalué un surcoût de 540 000 euros pour le champ de sondes, et de 120 000 à 150 000 euros pour la pompe à chaleur (PAC).

Différents facteurs entraînent également en ligne de compte : le choix des matériaux, la ventilation double flux, le plancher chauffant, l'exposition par rapport au soleil. En fin de compte, le surcoût global a été estimé à 800 000 euros.

La volonté de construire durablement permettait d'obtenir des aides de l'ADEME, de la Région Poitou-Charentes, du Fonds Régional d'Excellence Environnementale (FREE) – l'ADEME subventionnant par exemple les études, les matériels utilisés, ainsi que le champ de sondes à concurrence de 60 %. Malgré ces aides, le surcoût important qui venait se greffer au budget prévisionnel a dans un premier temps interpellé le Conseil d'administration, qu'il fallut une nouvelle fois convaincre du bien fondé de ce choix.

Avec des bâtiments à basse consommation, les économies d'énergie sont immédiatement intéressantes, et l'utilisation de la géothermie permet de réduire encore de 50 % le coût des énergies



© Centre hospitalier de Rochefort

nécessaires pour chauffer les bâtiments à 23-24 °C. En tenant compte des différentes aides, le surcoût pourra donc être amorti au bout de cinq à six ans. La puissance thermique apportée couvre 80 % des besoins en chauffage par an. Cette énergie puisée ne coûte que le fonctionnement de la PAC et des pompes de circulation.

### Le Prix Bâtiment

Les objectifs devraient être donc largement atteints : une réduction significative (division par deux) des factures d'électricité et de gaz, pour un confort d'ambiance constant toute l'année et répondant aux besoins d'une population âgée. Mais l'argument économique n'est pas le seul à avoir pesé dans la balance, le souci écologique a également joué et c'est lui qui a emporté l'adhésion au projet. Le fait de combiner le solaire thermique et la géothermie a convaincu le Conseil d'administration, conscient de l'impossibilité de construire un nouveau bâtiment prévu pour fonc-

tionner pendant au moins cinquante ans sans penser à son impact environnemental. Avec l'utilisation de sondes géothermiques, l'énergie prélevée n'est pas seulement « gratuite », elle est renouvelable et n'émet pas de gaz à effet de serre et respecte l'équilibre du sous-sol.

Ce projet, qui apporte dès à présent une alternative pérenne aux énergies fossiles, a été reconnu pour cette qualité. En 2010, il a reçu un Prix Bâtiment de la part du ministère de la Santé et du ministère du Développement durable pour son caractère innovant. Ce fut une bonne nouvelle, puisque suite à l'obtention de ce Prix, le Conseil régional, partie prenante dans cette opération, a augmenté ses subventions. L'hôpital sera son propre exploitant sur l'ensemble du site pour toute l'installation génie climatique, chauffage et eau chaude sanitaire. Aucune délégation n'est envisagée et il compte bien devenir une référence pour les autres projets de construction de bâtiments publics à venir.



© Centre hospitalier de Rochefort

>> Par Philippe Decobert, maire d'Aiglemont ;  
Nicolas Frechin, Saunier & Associés ;  
François Perrin, entreprise Chasac ;  
Sylvain Maes, ADEME Champagne-Ardenne.

# Le Pôle de Santé d'Aiglemont

Un établissement de santé  
chauffé et rafraîchi par  
une pompe à chaleur gérée  
par des professionnels.

Les 1 649 habitants d'Aiglemont (Ardennes) se trouvaient confrontés depuis plusieurs années à un manque de professionnels de santé sur leur commune. En 2006, pour combler ce vide, des praticiens ont fait le choix de s'installer dans ce grand village, mais ils se sont rapidement heurtés à une pénurie d'immeuble disponible. Le Conseil municipal, désireux de combler le désert médical, a alors décidé de les aider en construisant un bâtiment neuf de 700 m<sup>2</sup> et un logement de fonction de 100 m<sup>2</sup>, dédiés uniquement à l'hébergement de divers praticiens et de leurs officines : une pharmacie, trois cabinets médicaux, un cabinet d'infirmières, un cabinet de kinésithérapeutes et un cabinet d'orthophoniste. L'architecte recruté par appel d'offres pour la construction proposait pour chauffer ce Pôle de santé une solution de chauffage traditionnelle au gaz. Mais ce combustible fossile a été rapidement écarté comme source unique d'énergie, la municipalité d'Aiglemont ayant également l'intention de travailler sur un projet qui valorise la qualité environnementale, notamment en faisant appel aux énergies renouvelables pour le chauffage de l'édifice. Ce faisant, elle respectait scrupuleusement les orientations décrites dans les documents d'urbanisme constituant le Plan local d'urbanisme (PLU), et particulièrement le Projet d'aménagement et de développement durable (PADD). Le volet chauffage alternatif aux énergies fossiles n'a donc pas été confié à l'architecte.

Mais pour concevoir un chauffage écologique, de nouvelles compétences devenaient néces-



© Ville d'Aiglemont

saies. La municipalité, en tant que maître d'ouvrage du projet, a donc fait appel dans un premier temps aux services de l'ADEME. On oublie souvent que l'action de cette agence se décline à deux niveaux : le financement mais aussi le conseil. Au-delà de son rôle de financeur de projets, connu de tous, l'ADEME peut également apporter de précieux conseils aux maîtres d'ouvrage dès la phase de réflexion. Cet aspect important de son activité permet aux élus d'être conseillés, orientés et de recevoir toutes les informations dont peuvent avoir besoin les municipalités, tant sur le plan technique que financier, pour monter un projet solide. Suivant l'avis des conseillers de l'ADEME, le choix de la géothermie comme énergie alternative s'est rapidement imposé à Aiglemont. La commune avait compté autrefois jusqu'à sept lavoirs – un signe de la présence d'eau dans le sous-sol –, et il avait fallu rapidement écarter les autres formes de « chauffage renouvelable » (biomasse, solaire) en raison de la taille peu

adaptée de l'installation et de sa localisation géographique.

L'ADEME a alors conseillé de confier l'étude de faisabilité à des bureaux d'études qui disposent d'une réelle expertise dans le domaine de la géothermie. Un appel d'offres a donc été lancé auprès des professionnels de ce secteur, aboutissant au choix du cabinet Saunier & Associés pour concevoir l'installation. L'entreprise a effectué un premier sondage de reconnaissance à une centaine de mètres de profondeur pour essayer de trouver la nappe phréatique. La nappe existait effectivement, mais son débit n'est que de 1,5 m<sup>3</sup> par heure alors qu'il fallait atteindre les 10 m<sup>3</sup> par heure pour chauffer le futur bâtiment. Sur les conseils de la société Saunier & Associés, la commune a persisté et réorienté son choix technique, optant pour la mise en place de production de chaleur par pompe à chaleur géothermique sur un champ de sondes verticales, l'implantation de sondes géothermiques



© Ville d'Aiglemont

OPERATION DE FORAGE DE SONDES.

étant apparue comme la meilleure alternative possible.

### Une réalisation « clés en main »

Dès le début, la commune d'Aiglemont a fait le choix d'une réalisation « clé en mains » de l'installation. Elle a inclus dans le contrat avec Saunier & Associés une garantie de temps de rétablissement (GTR) en cas de dysfonctionnement

de quatre heures. Pour répondre à l'appel d'offres, le bureau d'études a été obligé de s'associer à des entreprises locales pour assurer le suivi et la maintenance. Il se trouvait confronté à deux contraintes sur ce projet : d'une part, la nécessité de faire intervenir au maximum des entreprises locales compte tenu de la GTR, d'autre part, une forte contrainte de temps puisque le marché a été notifié en juin 2007 pour une livraison avant octobre 2007. Dans cette perspective, la possibilité de s'appuyer sur la société Chasac, un chauffagiste dont les bâtiments jouxtent ceux du pôle de santé, a grandement facilité le travail. Après avoir sélectionné les entreprises, la principale difficulté qui se posait à Saunier & Associés concernait la réalisation des forages, puisqu'il avait été prévu un champ de sondes de 100 mètres de profondeur alors que la machine présente sur place ne permettait pas de forer à plus de 80 mètres. Il a donc été nécessaire de revoir toute la conception du champ de sondes. L'entreprise a assumé le passage des neuf sondes initialement prévues à onze sondes sans répercuter le surcoût sur le budget final.

de suivi à distance et transmet si nécessaire des préconisations d'intervention. Le système de télégestion permet, via le site Internet, de contrôler l'installation à distance et de disposer de la totalité des informations en temps réel. Le site internet de télégestion permet une gestion tripartite entre l'entreprise Chasac, l'entreprise Saunier et la municipalité, mais le public n'y a pas accès.

La fiabilité du dispositif semble au rendez-vous puisque la principale opération de maintenance, après trois années de fonctionnement, a consisté à changer un filtre. Dans ce genre d'installation, deux défauts de performances sont toujours à surveiller. Le premier est l'incapacité à fournir ou à maintenir la chaleur prévue dans le bâtiment. Dans le cas de l'installation du pôle santé, ce scénario ne s'est jamais produit, du fait de l'appoint du système géothermique par la chaudière à gaz. Il peut aussi se produire que la contribution géothermique ne compense pas suffisamment la consommation électrique du système de climatisation-chauffage. Si la performance du système devait se retrouver en deçà du niveau convenu, ou si les consommations électriques s'avéraient supérieures aux prévisions, la responsabilité de l'entreprise qui a réalisé le « clés en main », Saunier et Associés, se trouverait engagée. Cet accord permet à la municipalité d'Aiglemont de se sécuriser sur cette opération nouvelle pour elle. L'appel



SONDES GEOTHERMIQUES AVANT MISE EN PLACE.

© Ville d'Aiglemont

Au sein de ce portage bicéphale du projet, réparti entre Saunier et Chasac, les responsabilités ont été bien partagées. D'un côté, l'entreprise Chasac s'occupe des opérations de l'exploitation, de l'entretien et de la maintenance. De l'autre, Saunier et Associés effectue une analyse semestrielle des données recueillies par le système

d'offres assez contraignant prévoit ainsi une obligation de résultat et un certain nombre de garanties, de la GTR au suivi de l'activité à distance.

Malgré le nombre d'acteurs parties prenantes de l'opération, la municipalité n'a signé qu'un seul contrat avec l'entreprise Saunier & Associés, qui reste le seul interlocuteur officiel, l'entreprise se chargeant de signer ensuite des contrats avec les différents sous-traitants. Cette formule clés en main a permis à la commune de maîtriser les coûts de la réalisation et les délais. Le projet a été initié au début de l'année 2006 et le bâtiment a été livré le 1<sup>er</sup> octobre 2007. Les études et la réalisation ont duré à peine plus d'un an. La formule clés en main offre également l'avantage de supprimer les interlocuteurs multiples. Un seul responsable se charge du fonctionnement total, ce qui réduit également les frais administratifs.

### Chauffer et rafraîchir avec une seule installation

Ce dispositif chauffage et rafraîchissement des bâtiments par une pompe à chaleur sur champ de sondes offre une puissance de 74 kilowatts de chaud et 40 kilowatts de froid. Le système est composé d'une pompe à chaleur de 37 kilowatts et d'une chaudière à gaz venant en appoint. Pendant la période de chauffe, de septembre à début

juin, les besoins calorifiques des bâtiments ont été couverts à 86 % par la pompe à chaleur. Les émissions de gaz à effet de serre ont été réduites de 69 % par rapport à ce qu'aurait donné une solution classique avec chaudière à gaz seule. Ce qui représente, pour cette seule saison de chauffe un gain environnemental de 21 tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>.

En été, la technique du « Géocooling » permet d'assurer une climatisation du bâtiment tout en se dispensant des filtres, très sensibles dans un établissement de santé.

Le geocooling, appelé également freecooling, est une technique qui utilise la capacité de refroidissement du fluide sans utiliser la pompe à chaleur. À partir de mai, cette dernière est arrêtée et le système de circulation est inversé. La manœuvre consiste alors à transférer la chaleur interne du bâtiment pour la réinjecter dans le sol permettant ainsi un allongement de la durée de vie des puits calorifiques. En extrapolant, on peut considérer qu'il s'agit d'une forme de recharge solaire du sous-sol. Cette technique permet de rafraîchir le bâtiment avec une excellente efficacité énergétique et d'augmenter les performances pour la saison de chauffe.

### Aspects économiques

En matière de budget, le prix global de l'opéra-

tion a été évalué à 1,7 million d'euros. La municipalité n'a pas hésité à solliciter des subventions auprès de l'État et de la Région Champagne-Ardenne, qui a passé un accord spécifique avec l'ADEME. La partie chauffage représentait 170 000 euros. La municipalité a bénéficié d'un accompagnement conjoint de la Région et de l'ADEME à hauteur de 50 % et d'une dotation globale d'équipement de 10 % de la part de l'État. De plus, compte tenu de la dimension durable du projet, la banque avec laquelle elle a travaillé l'a aidée par le biais d'un fonds particulier. Au total, le projet a été subventionné à 76 %.

Grâce à ces aides, l'investissement consenti pour le pôle santé sera amorti en huit ans. Cette réalisation, qui correspondait à une forte attente des habitants, aura également permis la création de quinze emplois sur la commune. Depuis son entrée en fonctionnement, en octobre 2007, le pôle santé a soulevé énormément de curiosité chez beaucoup d'élus de collectivités territoriales, intéressés non seulement par son aspect d'équipement médical local, mais aussi par l'utilisation de la géothermie qui y a été faite. La municipalité a reçu la visite de services techniques et de nombreux élus, notamment ceux des Conseils généraux limitrophes. Elle est maintenant associée au circuit régional des énergies renouvelables.



FONDACTIONS DU PÔLE DE SANTÉ.

# Le Pôle culturel d'Alfortville

En choisissant il y a presque trente ans la géothermie pour le chauffage de ses bâtiments, la commune d'Alfortville montre aujourd'hui sa capacité à utiliser d'autres formes de cette énergie renouvelable.

## La géothermie, une énergie utilisée depuis plus de 30 ans à Alfortville

La commune d'Alfortville, située dans la banlieue parisienne, avait mis en œuvre les principes du développement durable bien avant que le concept soit popularisé. À partir d'un doublet produisant 300 m<sup>3</sup> par heure à une température de 74 °C, un réseau de chauffage alimenté par la nappe du « Dogger », à 1 700 mètres de profondeur, apporte en effet la chaleur à plus de 5 000 logements. Un tiers de la ville (logements sociaux et privés, équipements publics) utilise en effet, depuis longtemps, une énergie renouvelable qui ne dépend pas des conditions climatiques et n'émet pas de gaz à effet de serre. Grâce à la volonté politique des différents élus qui se sont succédé à la Mairie, tous soucieux de s'orienter vers le développement durable et les énergies renouvelables, cet engagement ne s'est jamais démenti et n'a fait que se renforcer au fil des années. Malgré les difficultés rencontrées, la municipalité a toujours su convaincre les différents opérateurs d'adhérer au concept. La persévérance a forgé des habitudes : tous les dossiers d'Alfortville sont traités à travers le prisme du développement durable et la géothermie y tient une place particulière.

## Le choix du développement durable en exploitant un aquifère superficiel

Dans la période 2006-2010, l'évolution de la ville et des besoins de ses 42 000 habitants a



© Ville d'Alfortville

entraîné une demande de nouveaux équipements : un pôle culturel, une maison des jeunes et un centre aquatique ont ainsi été projetés. Naturellement, la municipalité a fait appel à la géothermie pour le chauffage et le rafraîchissement des bâtiments. Pour ces nouvelles réalisations, elle a sollicité les services de son partenaire habituel, la société Antea Group. Cette entreprise a aidé à définir la ressource et les indications de pérennité pour les trois réalisations.

Pour des raisons d'éloignement géographique, ces équipements publics n'ont pas pu avoir accès au réseau géothermal du sud de la ville. Mais localement, et heureusement, un forage de reconnaissance a permis de confirmer les débits attendus dans une autre nappe, l'aquifère superficiel de l'Yprésien, située à 50 m de profondeur. Trois pompes à chaleur eau/eau ont alors été prévues pour extraire son énergie et alimenter en chaleur et climatisation les trois nouveaux complexes de la ville.

## Des réticences malgré tout

Ouvert en 2006, le Pôle culturel d'Alfortville fut le projet le plus difficile à mettre en œuvre. Cet équipement est composé d'une salle de spectacle de 450 places, d'une salle de convivialité de 300 m<sup>2</sup>, et d'une médiathèque de 2 200 m<sup>2</sup>. Il s'agit donc d'une très grande surface qui est

entièrement chauffée et climatisée par un système géothermique de pompe à chaleur. Malgré l'expérience acquise, la mise au point du projet fut laborieuse. La municipalité parle d'un travail titanesque pour vaincre les réticences des différents acteurs : les services de la ville, mais aussi la communauté d'agglomération et les architectes. Comme c'est souvent le cas, et contrairement aux idées reçues, le projet écologique n'a pas été freiné par son coût. Le budget a été



© Ville d'Alfortville



© Ville d'Alfortville

évalué à 14,67 millions d'euros HT : 11,9 millions d'euros pour les travaux, 2,5 millions d'euros pour l'ingénierie et les honoraires des différents intervenants, 140 000 euros pour les forages et 130 000 euros en supplément pour la pompe à chaleur.

Ainsi, en tenant compte des 20 % de subventions, l'incidence de la géothermie sur le coût du projet n'est que de 1,5 % et le retour sur investissement est prévu sur une période assez courte, allant de huit à dix ans. Ce point s'avérait donc plutôt positif. Cependant, les administrations des collectivités et la maîtrise d'œuvre hésitaient à se lancer dans l'aventure pour d'autres raisons : le pilotage du dossier s'avérait particulièrement compliqué à mettre en œuvre parce qu'il nécessitait la coordination de plusieurs maîtres d'ouvrage sur un même équipement, la médiathèque étant pilotée par la communauté d'agglomération alors que la salle de convivialité est un équipement strictement municipal. Cette gestion double conduisait à une com-

plexité administrative du projet, obligeant les deux collectivités concernées à voter simultanément et dans les mêmes termes les décisions liées à la réalisation du Pôle culturel.

Un autre point de difficulté se cachait dans l'obligation, pour des raisons économiques, de n'avoir qu'une seule pompe à chaleur pour les trois salles du Pôle, avec trois systèmes de traitement d'air différents. La PAC commune, d'une puissance de 450 kW, peut être alimentée au maximum par 35 m<sup>3</sup> d'eau à 15 °C. Cette installation doit permettre de réfrigérer une salle, par exemple la salle de concert, tout en continuant à en chauffer une autre, par exemple la médiathèque. Outre la difficulté purement technique, la contrainte réside aussi dans la pérennisation du dispositif de chauffage et de climatisation, et en particulier de la ressource (puits). Le puits doit fonctionner de manière satisfaisante toute l'année, d'autant que la municipalité a fait le pari audacieux de se passer d'une chaudière de secours fonctionnant



© Ville d'Alfortville



© Ville d'Alfortville

### CHANTIER DE CONSTRUCTION DU PÔLE CULTUREL.

au gaz ou au fuel. La surveillance de la ressource devenait donc primordiale et l'assistance de la société Antea Group prenait là toute son importance. Sur ses conseils, la ville a embauché un ingénieur pour le suivi de ses nouvelles réalisations et elle a confié à la société Cofely l'exploitation et la maintenance.

### Vers une meilleure formation des professionnels

Après plus de quatre ans de fonctionnement de ces équipements, la municipalité semble avoir gagné son pari. Les premières conclusions d'exploitation du Pôle culturel sont globalement satisfaisantes : le service a été assuré, même si des difficultés sont apparues ponctuellement avec un chauffage parfois excessif ou insuffisant. Les interventions nécessaires ont été de courte durée et ne concernaient pas le cœur du dispositif. Elles ont été principalement liées à une mise en service trop rapide et à des problèmes de mise au point des automatismes, malgré le choix d'entreprises réputées dans leur domaine. Le problème des automatismes n'est lié ni la technique ni à l'équipement, mais à la difficulté de trouver des personnes formées à l'utilisation des installations géothermiques. En effet, des installations de cette nature et de cette ampleur s'apparentent à des installations industrielles et nécessitent une compétence spéciale. Ce constat devrait conduire à augmenter l'effort de formation à ces technologies, le choix d'équipements de qualité et d'entreprises sachant les mettre en œuvre étant plus que jamais nécessaire pour assurer un développement durable de la géothermie.



© Ville d'Alfortville

### SALLE DE SPECTACLE DU PÔLE CULTUREL.



© Sanofi-Aventis

>> Par Thierry Marin,  
Sanofi-Aventis  
[www.sanofi-aventis.fr](http://www.sanofi-aventis.fr)

## Maisons-Alfort : Les bâtiments de SANOFI raccordés au réseau de chaleur, un choix local et compétitif

Dans la région parisienne, Maisons-Alfort fait partie des villes pionnières en matière de géothermie. Depuis plus de 25 ans, cette commune de 54 000 habitants dispose d'un nombre conséquent d'immeubles et d'équipements publics qui se chauffent grâce à la chaleur de la Terre, une énergie puisée dans la nappe du Dogger à 1 700 m de profondeur. 40 % de la ville, soit l'équivalent de 11 000 équivalents-logements, bénéficient de cette énergie peu chère et écologique puisqu'elle permet d'économiser environ 22 000 tonnes de rejets de CO<sub>2</sub> par an.

**S**i aujourd'hui une opération géothermique sur le Dogger coûte entre 9 et 10 millions d'euros, son prix représentait déjà par le passé un investissement important qui finit d'être amorti. Dans les années 1980, un budget de 17 à 18 millions de francs était nécessaire pour l'installation d'un doublet géothermique au Dogger. Pour financer l'opération, la ville avait dû faire appel à des emprunts auprès de la Caisse des Dépôts. Elle avait aussi obtenu des subventions de la Région Ile-de-France et de l'AFME (l'Agence Française de la Maîtrise de l'Énergie, l'une des ancêtres de l'ADEME). Dès le début, Maisons-Alfort a choisi de gérer le réseau en régie directe pour réduire les coûts et offrir le meilleur tarif aux usagers. Un syndicat mixte a été créé entre la Ville et l'Office HLM pour porter les coûts de l'opération, auquel on a adjoint par la suite une société d'économie mixte (SEM) afin d'améliorer la gestion du réseau. Depuis plusieurs années, une gestion à distance par ordinateurs permet également la vérification permanente des installations.

Au moment de la réalisation de l'opération, dans les années 1980, la municipalité avait naturellement proposé les services de son chauffage géothermique aux entreprises privées installées sur la commune. C'est dans ce contexte que SANOFI avait été démarchée. Son site de production pharmaceutique de Maisons-Alfort existe depuis 1948. Afin de chauffer ses locaux et ses bureaux, la société bénéficiait à l'époque d'un tarif gaz de type industriel extrêmement bas. Pour accep-

ter la proposition de la municipalité, le raccordement au réseau géothermique aurait dû être réalisé au même prix. La Mairie n'ayant pu accéder à cette demande – car elle devait éviter une distorsion du prix de vente de la chaleur entre SANOFI et d'autres utilisateurs –, l'option écologique fut donc abandonnée pour de longues

années par SANOFI.

Mais, en 2008, la donne a changé. L'entreprise a décidé d'entrer dans la danse. En premier lieu parce que la politique du groupe en matière de consommation d'énergie a évolué. Depuis 2006, l'entreprise a fait sienne la notion de développement durable. Elle a décidé de s'investir dans des



CENTRALE DE PRODUCTION.

© Sanofi-Aventis



VUE EXTÉRIEURE DE LA CHAUFFERIE.

© Sanofi-Aventis

plus concurrentielle. D'un côté le prix du gaz ne cesse d'augmenter et de plus, l'achat d'une nouvelle chaudière pour l'entreprise lui aurait coûté 400 000 euros. De l'autre côté, l'entreprise n'avait qu'à déboursier 50 000 euros pour pouvoir bénéficier du raccordement au réseau de chaleur. D'autant plus que ce prix de ce raccordement peut être considéré comme gratuit, puisque son amortissement est inclus dans le prix de vente de la chaleur. Le calcul était vite fait !

### Sécurité de l'approvisionnement et tarif concurrentiel

Évidemment, il était également nécessaire de garantir la pérennité de l'approvisionnement en chaleur de l'installation, la problématique de la sécurité se trouvant au cœur du raccordement de tout industriel à un réseau collectif. Forte de son savoir-faire, la ville a facilement été en mesure de garantir sa capacité à fournir la chaleur nécessaire au bon fonctionnement de l'usine quels que soient les aléas – d'autant plus que le réseau de Maisons-Alfort est sécurisé. Il fonctionne sur une installation géothermique mais dispose également, en complément, de deux installations de cogénération à base de turbines. Ces obstacles levés, la réalisation n'a pas traîné. Neuf mois ont suffi en 2008 pour concrétiser l'affaire. Aujourd'hui, dans les locaux techniques de Sanofi, les deux anciennes chaudières au gaz sont uniquement réservées au process de fabrication. Elles côtoient l'installation géothermique qui chauffe les 25 000 m<sup>2</sup> de bureaux et ateliers. La chaleur de la terre subvient ainsi à 75 % des besoins. L'entreprise, qui utilisait avant le raccordement au réseau géothermique 5 650 MWh d'énergie en gaz, a réduit sa consommation et

va ainsi éviter de rejeter 412 t de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère chaque année. Malgré cette réussite écologique et économique, SANOFI-AVENTIS ne prévoit pas d'autres usages de la géothermie en France mais un projet est en cours d'étude en Hongrie.

Le raccordement de l'entreprise au réseau géothermique de Maisons-Alfort a cependant fait des émules dans la ville. En 2011, l'École nationale vétérinaire et la Gendarmerie ont également décidé de passer à la géothermie pour le chauffage de leurs locaux et logements. Dans tous les cas, le syndicat mixte reste le propriétaire et l'investisseur du réseau mais les projets ont toujours besoin pour être réalisés des subventions de l'ADEME et de la région Ile de France. Dans ce domaine, l'ADEME joue un rôle important. Elle travaille avec le gestionnaire du réseau pour l'accompagner dans ses démarches d'extension du réseau géothermique. Bien que son récent Fonds Chaleur ne soit pas exclusivement dédié aux projets de géothermie, l'aide financière de l'ADEME permet de proposer aux entreprises et organismes intéressés une batterie de mesures nouvelles très incitatives. L'idéal serait évidemment de travailler sur un schéma régional des réseaux de chaleur qui coordonnerait les disponibilités en chaleur renouvelable et les clients potentiels non encore raccordés. D'ores et déjà, l'ADEME s'y emploie en incitant les maîtres d'ouvrage et les gestionnaires des réseaux de chaleur à se lancer dans leurs propres schémas directeurs. Les études leur permettent d'évaluer les possibilités d'intégrer des énergies renouvelables dans les réseaux de chaleur ou les possibilités d'extension, ce qui permet de concevoir une perspective d'évolution de leur réseau sur 5 à 10 ans.

actions répondant à ces critères, notamment sur le volet écologique. Le groupe SANOFI-AVENTIS ne privilégie aucune énergie renouvelable par rapport aux autres. Les projets sont justes menés en fonction des opportunités qui lui permettent de réduire son empreinte écologique. Dans ce contexte, le réseau géothermique déjà existant, qui apporte une énergie locale et non émettrice de gaz à effet de serre, se trouvait naturellement approprié pour chauffer ses bâtiments.

### Des besoins en chaleur qui augmentent

Mais pour franchir le pas, il fallait une occasion. Elle s'est manifestée sous la forme d'une augmentation des capacités de production du site. Les nouveaux process industriels nécessitant davantage de chaleur, l'entreprise se trouvait face à une alternative : acheter une nouvelle chaudière ou se raccorder au réseau de la ville. Elle a opté pour la seconde solution, le critère économique ayant cette fois joué en faveur de la géothermie, qui devient aujourd'hui une énergie de plus en



CHAUFFERIE.

© Sanofi-Aventis



CHAUFFERIE.

© Sanofi-Aventis

# La salle de concert d'Au

Un choix technique novateur par l'utilisation de pieux de fondations géothermiques couplés à un système sur nappe.

**D**epuis le début de ce siècle, la municipalité d'Auxerre (Yonne) menait une réflexion sur un projet de construction d'une salle de concert dédiée aux musiques actuelles (SMAC), ceci, afin de combler le manque de scène de musique au nord de la Bourgogne. Le projet était prévu dans le Plan de mandat 2001-2007 et la municipalité avait obtenu une participation financière de l'État, de la Région et du Département. Mais du temps va s'écouler entre l'idée et sa réalisation. Après des années d'études, de réunions et de réflexion le rêve ne se concrétisera en effet qu'en janvier 2010 avec l'ouverture au public du complexe musical baptisé « Silex ». La réussite s'avère cependant être à la mesure de l'attente. Le bâtiment tout neuf, qui ressemble à un silex par sa couleur grise et ses aspérités, possède une surface de 1 250 m<sup>2</sup> répartis sur deux niveaux en quatre espaces distincts : un hall d'entrée, un studio d'enregistrement et deux espaces dédiés au public, dont une grande salle qui permet d'accueillir 500 personnes et un espace-club de 200 places. Au-delà de ses qualités acoustiques, le Silex est aussi un bâtiment écologique et novateur. C'est l'un des rares lieux en France à utiliser un système de sondes géothermiques sur pieux de fondations pour son chauffage et son rafraîchissement.

## La solution géothermique, une évidence

L'enjeu du projet était avant tout culturel et technique, avec la nécessité de réaliser un bâtiment doté d'une excellente qualité acoustique pour accueillir les concerts. Mais le lieu se devait d'être aussi économique – l'une des principales préoccupations de la municipalité étant dès l'origine, de trouver une solution qui permette d'obtenir les coûts d'exploitation les plus bas possibles pour chauffer et rafraîchir les lieux. La ville a en outre



© Ville d'Auxerre



© Ville d'Auxerre

CENTRALES D'AIR.

# xerre

imposé, dès le concours de maîtrise d'œuvre, l'utilisation des énergies renouvelables pour le chauffage, le rafraîchissement et le renouvellement d'air du Silex. La solution géothermique s'est immédiatement imposée. Elle a été envisagée comme une évidence puisque le site est situé sur une nappe phréatique superficielle d'accompagnement de rivière. Le cahier des charges initial prévoyait donc a minima l'utilisation d'une pompe à chaleur sur nappe. La présence de cette nappe d'accompagnement de rivière a naturellement amené la solution PAC Eau/Eau (en pompage d'eau de nappe avec réinjection), d'autant plus que l'étude énergétique prévisionnelle du bâtiment en activité laissait entrevoir deux besoins différents en dehors de la période hivernale : le hall a régulièrement besoin d'être chauffé alors que la salle de concert et le studio d'enregistrement doivent principalement être rafraîchis. À partir de ce choix énergétique, la Ville a rencontré l'ADEME Bourgogne dans le cadre du PRE-MED 2000-2006. L'agence lui a octroyé une subvention initiale au projet PAC Eau/Eau dans la mesure où il présentait un COP supérieur à 3,5. Les services EDF R&D ont également été contactés parce qu'ils accompagnent par convention la ville d'Auxerre sur les projets de développement durable.

## Combiner la puissance du sol et celui de la nappe

Un groupe de travail s'est alors formé, et l'idée est née (sous l'impulsion de l'ADEME) d'une solution alternative de géothermie sur pieux, consistant à utiliser les fondations du bâtiment comme échangeurs thermiques, dans la mesure où les études géotechniques préalables étaient venues démontrer la nécessité d'asseoir le bâtiment sur 24 pieux de fondation en béton armé de 7 mètres de profondeur. La possibilité d'utiliser les pieux de fondations est donc apparue ultérieurement dans le cadre des rencontres de définition des systèmes.

La technique est utilisée depuis de nombreuses années en Suisse et dans les pays anglo-saxons mais elle est très peu développée dans l'Hexagone. D'une manière générale, les bureaux de contrôle français sont assez circonspects, ce qui explique en partie le retard pris en France par rapport à nos voisins européens. Pour éviter

d'essuyer un refus, la municipalité avait donc tout intérêt à prendre contact avec le contrôleur technique dès la genèse du projet. La pratique de pieux de fondations géothermiques est considérée comme non courante. Cela signifie que ses techniques de conception et de réalisation ne sont réglementées par aucune norme ni aucun DTU. Il est donc primordial d'avertir le maître d'ouvrage sur cet aspect puisque ce dernier éprouvera les plus grandes peines à trouver une assurance pour la garantie dommage ouvrage. Dans le meilleur des cas, la prime sera surévaluée. La ville d'Auxerre a ainsi dû demander à son assurance de faire un contrat spécifique pour ce chantier et la prime s'est élevée de 3 000 euros. Pour limiter le montant de cette prime, l'utilisation d'une technique non courante a dû faire l'objet d'une demande d'ATEX (Appréciation technique d'Expérimentation) auprès du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). Cette démarche aurait pu avoir un impact négatif pour respecter le planning du chantier puisqu'il faut au moins deux mois pour constituer un dossier, et que l'inspection dure entre deux et huit mois.

Le fait d'utiliser une technologie innovante a cependant aussi de bons côtés. La nouveauté du procédé a provoqué un engagement fort de la part d'EDF R&D et de l'ADEME. Ainsi, l'étude de faisabilité des sondes géothermiques sur pieux a été réalisée grâce à un financement d'EDF R&D et à une subvention supplémentaire d'équipement de 30 000 euros venue de l'ADEME. Du côté technique, EDF R&D a apporté son soutien au niveau de l'étude hydrogéologique. L'entreprise a, de plus, été très présente au cours de toute la réalisation du projet. Elle a gracieusement mis tous ses appareils de suivi à disposition et a également fait profiter de son expertise dans le cadre d'un accompagnement permanent du changement. Aucun détail n'a été omis dans cette réalisation pilote. Le système permet de recharger le sol en transférant de la chaleur dans les pieux par le biais de la boucle d'eau glycolée. La réversibilité du dispositif permet un travail affiné sur la notion de cycles. Il contribue également à une régénération naturelle du sous-sol. Le caractère innovant de cette opération a été utile à EDF R&D. Le suivi sur chantier lui a donné la possibilité



RACCORDEMENT DES PIEUX EN VIDE SANITAIRE.

d'effectuer un travail de recherche, de gestion et d'analyse fonctionnelle qui lui a permis d'enregistrer de l'expérience.

Grâce à l'assistance du logiciel TILSI, mis au point par l'École polytechnique de Lausanne, il a été possible de calculer le dimensionnement des pieux. Soit 24 pieux (12 pieux de diamètre 600 mm et 12 pieux de 700 mm) plongés à 7 mètres de profondeur avec deux boucles en U dans chaque pieu. Le choix d'intégrer les sondes géothermiques dans les pieux de construction n'a pas eu d'incidence sur le diamètre du ferrailage ou sur la méthode de coulage. La finalité première des pieux de fondations est d'asseoir le bâtiment. Il n'y a donc eu aucune modification dans leur structure. Le dimensionnement des pieux respecte le calcul initial du bureau d'étude, une entreprise qui a été avertie, dès le début, de l'intention de disposer des sondes géothermiques dans les pieux. L'installation d'un système de cage amovible permet d'équiper une bonne partie des pieux de fondations ce qui limite le surcoût afférent à l'installation des sondes et il suffit d'attacher les sondes à la périphérie de l'armature métallique pour qu'elles soient bien positionnées. L'aspect le plus délicat a concerné la protection des sondes. Compte tenu du fait que le béton était projeté, des risques de perforation étaient à craindre. Il a donc été nécessaire, pendant la construction des fondations, de créer une coque de protection solide et démontable pour préserver les sondes lors du coulage. Une fois le béton sec, il a suffi de casser le sommet du pieu, puis d'enlever la bride et le bouchon pour accéder aux sondes. Pour s'assurer de leur étanchéité, chaque pieu a été mis sous pression avec une pompe d'épreuve. La réussite a été de 100 % et l'étanchéité est toujours parfaite après plus de deux ans de fonctionnement.

## Régénérer naturellement la ressource

Comme aucun retour d'expérience de sondes sur pieux de fondation n'était disponible en France au moment des travaux, la municipalité a préféré opter pour la prudence. Pour garantir la pérennité du chauffage et de la climatisation du lieu, elle a choisi la mise en place d'une installation mixte : le système de sondes sur pieux est ainsi couplé avec un système de pompage sur nappe classique. Les besoins en chauffage, ventilation et rafraîchissement du SILEX sont donc assurés par une unique pompe à chaleur (PAC Eau/Eau) à double échangeur, alimentée d'une part par la boucle d'eau circulant dans les fondations, et d'autre part par un pompage d'eau de nappe intervenant en secours et avec rejet dans l'aquifère. Ce système double offre une solution de secours en cas d'avarie – la bascule de l'un à l'autre s'effectuant automatiquement par le biais



LOCAL POMPE A CHALEUR.

© Ville d'Auxerre

d'un échangeur. Les deux systèmes ne fonctionnent jamais en simultané. La géothermie sur pieux est toujours utilisée en priorité. Dès qu'il y a une saturation thermique des pieux de fondations, l'automate lance un cycle de pompage sur le forage, ce qui laisse le temps au sous-sol de se régénérer thermiquement. La mise au point du paramétrage de cet automate s'est avérée très délicate. Il est complété par un système de gestion de l'installation à distance qui permet de vérifier le bon fonctionnement par le biais d'une connexion Internet sécurisée. Compte tenu de l'usage du bâtiment, les besoins de climatisation sont prépondérants. Le free-cooling pour la régulation de la température de la salle de concert est très souvent sollicité. Un autre intérêt majeur du dispositif est aussi de permettre un renouvellement de l'air automatisé.

Dans la pratique, le système fonctionne ainsi :

- En hiver (mode chauffage), la boucle « pieux » puise la chaleur du sol pour la transmettre à la PAC, refroidissant ainsi le sous-sol.
- En mode rafraîchissement (été ou périodes de concerts en demi-saison), la chaleur est réinjectée par les pieux dans le sol qui présente une température initiale d'environ 12 °C pratiquement constante, ce qui facilite l'évacuation de chaleur.

Finalement, l'idée de mettre à profit l'obligation de couler des pieux de fondations pour installer des sondes géothermiques s'est avérée payante. Mise en service le 15 janvier 2009 avant l'ouverture au public, l'installation est encore aujourd'hui en test. Le système de sonde sur pieux couvre 68 % des besoins en chaleur et 83 % pour la fraîcheur. Le système de pompage sur nappe classique couvre la différence. Les réglages se poursuivent grâce aux enregistreurs installés

sur l'équipement. Ils permettent d'effectuer un suivi énergétique précis, en fonction de la température extérieure, dans le but de constituer un référentiel français pour la géothermie sur pieux. Si les conditions hydrologiques s'y prêtent, cette technique semble convenir à tous les types de bâtiments. Le seul inconvénient de la technique est qu'elle peut occasionner des frais supplémentaires du fait de son caractère innovant. Le surcoût s'est ainsi élevé à 50 000 euros pour la réalisation de la salle de concert d'Auxerre. Néanmoins, la généralisation progressive de ce procédé, plein de bon sens, devrait conduire à une baisse des prix.

>> Par Astrid Cardona-Maestro,  
Ingénieur Fonds Chaleur et Géothermie, ADEME  
[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

# Le fonds chaleur

Parmi les différents outils mis à disposition des porteurs de projets, le Fonds Chaleur est un dispositif d'aides financier réellement incitatif pour le développement de la production de chaleur renouvelable.

thermique du terrain (mise en place de sondes géothermiques) ou de forages d'essais puis ensuite pour financer les investissements. Les montants d'aides Fonds Chaleur varient selon la nature des opérations de 25% à 60% des coûts éligibles et sont présentés à titre indicatif dans le tableau suivant.

Nature de l'opération	Montant de l'aide FC (€/Tep Enr produite)	Montant de l'aide FC (% dépenses éligibles)
Géothermie profonde	1 000 à 3 500 €/Tep	~ 25 %
PAC sur eau de nappe ou sur eau de mer	1 000 à 2 500 €/Tep	~ 40%
PAC sur champ de sondes ou eaux usées	3 500 à 8 500 €/Tep	~ 60%

Pour mémoire, le Fonds Chaleur est l'une des mesures issues du Grenelle de l'Environnement. Doté d'un budget conséquent d'un milliard d'euros pour la période 2009-2013, il permet de financer les projets utilisant la chaleur renouvelable dans les secteurs de l'habitat collectif, du tertiaire et de l'industrie, ceux-ci devant contribuer à hauteur d'environ 25 % (5,5 Mtep) à l'objectif 2020 de développement des Energies Renouvelables et de Récupération (EnR&R). Ce dispositif ne s'adresse donc pas aux particuliers qui bénéficient eux par ailleurs d'autres systèmes d'aides (crédit d'impôt développement durable...). Les EnR&R concernent principalement les filières biomasse y compris le biogaz, l'énergie solaire thermique, la géothermie valorisée directement ou par l'intermédiaire de pompes à chaleur mais aussi la chaleur « fatale » issue des UIOM et de process industriels. L'objectif de ce fonds est de permettre aux installations produisant de la chaleur à partir d'énergies renouvelables d'être économiquement compétitives par rapport aux installations utilisant une énergie conventionnelle. Sa gestion a été confiée à l'ADEME qui, depuis 2009, a renforcé son réseau régional d'instructeurs afin d'accompagner et évaluer les projets d'EnR&R thermiques

Pour la filière géothermie, les opérations éligibles au Fonds Chaleur sont les installations de géothermie profonde avec ou sans réseau de chaleur, les pompes à chaleur sur aquifères superficiels ou sur champ de sondes mais également la récupération d'énergie sur eaux usées ou eau de mer. Le Fonds chaleur peut être sollicité dès les phases amont du projet pour la réalisation d'études de faisabilité, de test de réponse

Les premiers résultats Fonds Chaleur 2009 et 2010 pour la géothermie sont très encourageants et ce, quelles que soient les technologies employées. En effet, le nombre d'opérations subventionnées par ce dispositif a quintuplé au cours des deux dernières années portant à une centaine le nombre d'installations de géothermie financées et la production supplémentaire de tonnes équivalent-pétrole (Tep) EnR&R à plus de 16 000 Tep/an.

Bilan 2009 par nature d'opération	Nombre d'installations financées	Production EnR Tep/an	Aide ADEME k€
Géothermie profonde	1	3 095	2 819
PAC sur eau de nappe	4	104	278
PAC sur champ de sondes	10	78	638
PAC sur eaux usées	1	55	540
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>3 432</b>	<b>4 275</b>

Bilan 2010 par nature d'opération	Nombre d'installations financées	Production EnR Tep/an	Aide ADEME k€
Géothermie profonde	4	10 044	11 966
PAC sur eau de nappe	32	2 066	3 424
PAC sur champ de sondes	35	325	2 544
PAC sur eaux usées/eau de mer/RC	6	448	2 983
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>12 883</b>	<b>20 921</b>

La poursuite de l'atteinte des objectifs 2020 devrait se confirmer avec la décision des pouvoirs publics de reconduire le Fonds Chaleur sur la période 2011-2013 afin d'améliorer encore la

sélection des opérations et leur évaluation technico-économique, des appels à projets devraient être lancés en région dès 2011.

## >> INPAC : un nouveau réseau de recherche sur les pompes à chaleur



Sept acteurs français majeurs de la recherche sur les pompes à chaleur (CEA, CETIAT, COSTIC, CSTB, EDF, GDF SUEZ, MINES ParisTech) viennent de constituer

un réseau, baptisé « Institut National des Pompes à Chaleur » (INPAC). INPAC va permettre des échanges d'informations, une concertation sur les programmes de recherche, des contacts avec d'autres partenaires au niveau français ou international, une diffusion d'informations scientifiques et techniques sur les pompes à chaleur vers la filière professionnelle. INPAC organisera chaque année un Congrès Français des Pompes à Chaleur, permettant de mieux diffuser des résultats de projets de recherche et de développement, ainsi que des résultats des travaux de veille technologique des membres de INPAC et de leurs partenaires.

Le 1<sup>er</sup> Congrès Français des Pompes à Chaleur aura lieu le 20 septembre 2011 à Paris, voir la rubrique « Agenda ».

## >> Potentiel géothermique en régions, la mise à disposition des données se poursuit

Les données du Gard, Charente-Maritime, Hérault, Franche-Comté sont désormais accessibles dans l'espace « La géothermie en régions » du site internet geothermie-perspectives.fr. Dans cet espace, outre le potentiel géothermique sur une commune donnée, vous trouverez également des informations sur les acteurs locaux, des exemples d'opérations remarquables mais également les mécanismes d'aides financières propres à chaque région et département.

Ces informations viennent compléter les données déjà disponibles pour les régions Centre, Ile-de-France, Lorraine et Midi-Pyrénées. Prochainement, les espaces dédiés aux régions Aquitaine, Provence Alpes Côte-d'Azur, Rhône-Alpes, Nord-Pas-de-Calais et Champagne-Ardenne seront ouverts.

# agenda

## 1<sup>ER</sup> CONGRÈS FRANÇAIS DES POMPES À CHALEUR

> 20 septembre 2011, Centre de Conférences Paris Victoire,  
52 rue de la Victoire, Paris 9<sup>ème</sup>

Organisé par l'Institut National des Pompes à Chaleur (INPAC), ce premier congrès constituera une occasion unique d'informations et d'échanges sur les travaux de recherche menés en France pour améliorer les performances des pompes à chaleur, pour des applications dans le bâtiment ou dans l'industrie. **Programme et inscriptions :** <http://www.cetiat.fr>

## JOURNÉE DE SENSIBILISATION EN BOURGOGNE

> 29 septembre, Novotel, Dijon.

Organisée par l'ADEME, l'AFPG et le BRGM, cette journée sera marquée par une vision d'ensemble de la géothermie, ses applications et de ses réalisations en Bourgogne. Seront évoqués également, le potentiel de la géothermie superficielle ainsi que les rôles et l'importance des différents intervenants au cours d'un projet.

**Renseignements et inscriptions :** [contact@afpg.asso.fr](mailto:contact@afpg.asso.fr)

## LES JOURNÉES DE LA GÉOTHERMIE 2011

> 14-15 décembre 2011, Parc Floral, Paris

Soutenue par l'Association Française des Professionnels de la Géothermie (AFPG), ces deux journées ont pour objectif de permettre à tous les acteurs du domaine de se retrouver pour échanger, à tous les utilisateurs potentiels et aux investisseurs de comprendre que la géothermie utilise des technologies matures et éprouvées, applicables sur la totalité du territoire français. **Plus d'information sur l'AFPG :** <http://www.afpg.asso.fr>  
**Plus d'informations sur ces journées :** <http://www.journeesgeothermie.com/>



# formations

## INTRODUCTION ET SENSIBILISATION À LA GÉOTHERMIE ADEME /BRGM FORMATION

Pour tout public, cette formation a pour objectifs :

- d'acquérir un vocabulaire et des connaissances sur les différentes formes d'exploitation énergétique du sol et du sous-sol,
- de connaître les acteurs et les métiers impliqués dans la réalisation de projets,
- de découvrir le cadre réglementaire et administratif,
- d'envisager d'utiliser la géothermie comme source d'énergie renouvelable lorsque les conditions sont favorables.

> 19 - 20 septembre, 28 - 29 novembre, à Orléans.

**Contact :** [brgmformation@brgm.fr](mailto:brgmformation@brgm.fr)

## POMPES À CHALEUR GÉOTHERMIQUES EN COLLECTIF ET TERTIAIRE : MONTAGE DE PROJET - ADEME /BRGM FORMATION

S'adressant à tous les acteurs de la filière des pompes à chaleur géothermiques, cette formation vise à :

- acquérir les compétences nécessaires pour assurer le montage d'un projet de mise en œuvre de pompes à chaleur (PAC) géothermiques en collectif et tertiaire,
- mieux appréhender toutes les solutions notamment les PAC géothermiques,
- utiliser les outils et intégrer le développement durable dans tous les aspects du montage de projet.

> 17-19 octobre 2011, à Orléans

**Renseignements et inscriptions :** <http://formation.brgm.fr>,  
rubrique « Info pratiques »

**Contact :** [brgmformation@brgm.fr](mailto:brgmformation@brgm.fr)

### VIENT DE PARAÎTRE



## La géothermie et les réseaux de chaleur, Guide du Maître d'Ouvrage

Un ouvrage destiné à identifier les caractéristiques et les étapes des projets de réalisation de réseaux de chaleur d'origine géothermique. Le montage juridique et les différentes phases d'un projet sont ainsi présentés, en soulignant le rôle de l'ensemble des acteurs (collectivités, bureaux d'études, entreprises de forage, exploitants, etc.)

**Coédition BRGM/ADEME, Collections scientifique et technique, Décembre 2010, 65 p. Plus d'informations :**  
[www.brgm.fr](http://www.brgm.fr), [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)



**Vous souhaitez réagir à nos articles, vous voulez annoncer des événements en rapport avec la géothermie, vous avez des informations ou vous souhaitez écrire un article, contactez Cécile Chery, e-mail : [c.chery@brgm.fr](mailto:c.chery@brgm.fr)**

**DIRECTEUR DE PUBLICATION :** P. Laplaige/ADEME

**RÉDACTEURS EN CHEF :** A. Desplan / BRGM

**COMITÉ DE RÉDACTION :** C. Mayot / DRIRE Ile-de-France, C. Brun / Conseil Régional

Ile-de-France, J.-L. Nicaise / AGÉMO, A. Cardona-Maestro et N. Bommensatt / ADEME

**SECRÉTAIRE DE RÉDACTION :** C. Chery

**ÉDITION / RÉALISATION :** CONNEXTÉS 02 38 55 32 70

**DIFFUSION :** BRGM/DÉPARTEMENT GÉOTHERMIE - BP 36009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2