



ILS L'ONT FAIT

CHAUFFER ET RAFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE

GÉOTHERMIE TRÈS BASSE ÉNERGIE



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique : Astrid Cardona Maestro et Philippe Laplaige, service réseaux et énergies renouvelables, ADEME.

Rédacteurs : L'agence Mars - Conseil en communication et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)

Crédits photo : Illustration en couverture et illustrations techniques réalisées par L'agence Mars - Conseil en communication
Photos : Fotolia

Création graphique : www.agencemars.com

Brochure réf. 010136

ISBN : 979 1029 70720 9 - Mars 2017

Dépôt légal : © ADEME Éditions, mars 2017

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

SOMMAIRE



1 / LA GÉOTHERMIE QU'EST-CE QUE C'EST ?	4
2 / MAIS... CONCRÈTEMENT	6
La géothermie sur nappe	6
La géothermie sur sondes verticales	7
La géothermie sur pieux	8
3 / LES SECTEURS DE LA GÉOTHERMIE TRÈS BASSE ÉNERGIE	10
1 / LA GÉOTHERMIE DANS LES LOGEMENTS COLLECTIFS	11
2 / LA GÉOTHERMIE DANS LES SECTEURS CULTUREL ET TOURISTIQUE	19
3 / LA GÉOTHERMIE DANS LES MAISONS DE RETRAITE ET ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ	33
4 / LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE ET LES BUREAUX	43
5 / LA GÉOTHERMIE DANS LES PISCINES ET CENTRES AQUALUDIQUES	55
6 / LA GÉOTHERMIE DANS LES ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES ET PÉRISCOLAIRES	61
7 / LA GÉOTHERMIE DANS LES SURFACES DE DISTRIBUTION	69
8 / LA GÉOTHERMIE DANS LES SERRES HORTICOLES ET BÂTIMENTS D'ÉLEVAGE	75
9 / LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR VITICOLE	83
10 / LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL	91
4 / LES ÉTAPES : MÉTHODE ET RIGUEUR !	98
Faisabilité et mise en œuvre	98
La garantie AQUAPAC	99
Des aides à la décision et à l'investissement	100
Quelques définitions "standard"	101





LA GÉOTHERMIE QU'EST-CE QUE C'EST ?

Une énergie disponible localement, 24h sur 24, 365 jours par an, pas ou peu dépendante des variations climatiques journalières ou saisonnières, avec très peu d'émissions de gaz à effet de serre (GES), discrète visuellement... La géothermie ! Cette énergie renouvelable pleine d'atouts est cependant encore trop méconnue, voire victime d'idées reçues. Trop compliquée, trop coûteuse ? Certainement pas ! Objet d'une attention politique favorable, la filière a été structurée, un soutien et un accompagnement mis en place, des outils financiers, techniques et d'aides à la décision élaborés, des assurances et des démarches qualité initiées... Et les projets déjà réalisés montrent souvent un retour sur investissement plus rapide que prévu. Bienvenue dans l'univers de cette belle énergie !

UN PRINCIPE SIMPLE

Récupérer l'énergie disponible sous la surface de la terre et s'en servir ! Plus on s'enfonce dans le sous-sol, plus la température augmente. Selon la profondeur et donc la température, les usages sont différents. Dans des réservoirs très profonds ou dans des zones volcaniques, là où les températures dépassent 150°C, on peut exploiter la vapeur contenue dans les réservoirs pour produire de l'électricité : c'est la géothermie haute énergie. Dans les bassins sédimentaires profonds, il existe des aquifères qui contiennent de l'eau à plus de 50°C. La géothermie basse énergie repose sur l'utilisation directe de la chaleur de l'eau extraite de ces aquifères profonds.

Plus près de la surface, à des profondeurs entre 10 et 200 mètres, la température est généralement inférieure à 30°C, **c'est la géothermie très basse énergie** ; elle peut être exploitée pour assurer des besoins de chaleur et/ou de rafraîchissement. À ces profondeurs, la température est trop basse pour exploiter directement la chaleur, il faut donc avoir recours à une pompe à chaleur (PAC), une véritable machine à extraire les calories et les amener à une température suffisante pour chauffer un bâtiment... Mais pas seulement.



À SAVOIR

Un aquifère est une formation géologique, suffisamment poreuse et/ou fissurée pour contenir de l'eau et perméable pour permettre sa circulation. Il est important d'en connaître la porosité, la perméabilité, la pression et la température : autant de paramètres qui auront une incidence sur le choix technique d'exploitation.



En fonctionnement, l'économie peut atteindre 50 % par rapport à une solution au gaz. C'est un allié de poids pour répondre aux enjeux nationaux dans le domaine énergétique. La loi sur la transition énergétique et la croissance verte fixe à 23 % en 2020 puis à 32 % en 2030 la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie en France.



PRODUIRE DU CHAUD ET/OU DU FROID

Le chauffage n'est en effet pas la seule application possible. La dizaine de degrés qui existe dans les premiers mètres du sous-sol peut également faire office de source de froid pendant l'été et permettre de rafraîchir des bâtiments. Inutile de mettre la pompe à chaleur en marche, le refroidissement peut se faire directement lorsque le besoin n'est pas trop élevé : il s'agit du **géocooling** (appelé également rafraîchissement passif).

DIFFUSER CE CHAUD ET/OU CE FROID

La pompe à chaleur peut enfin être associée à différents types d'émetteurs de chaleur ou de fraîcheur : des ventilo-convecteurs, des centrales de traitement d'air, des radiateurs basse température, des planchers chauffant rafraîchissant, des poutres froides, etc...

DES USAGES MULTIPLES

La géothermie très basse énergie peut être utilisée pour chauffer et/ou rafraîchir des logements collectifs aussi bien que des bureaux, des écoles, des magasins, des piscines... dans des bâtiments neufs mais aussi rénovés. Elle peut également produire de l'eau chaude sanitaire ou être utilisée dans une exploitation agricole ou sur un site industriel.

LE SAVIEZ-VOUS

La France recèle un potentiel géothermique très important dont seule une infime partie est aujourd'hui exploitée. Soucieux de ne pas passer à côté de cette opportunité, les pouvoirs publics, dans le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie, ont proposé de multiplier par 4 la production de chaleur géothermique d'ici à 2023 par rapport au niveau de 2014.



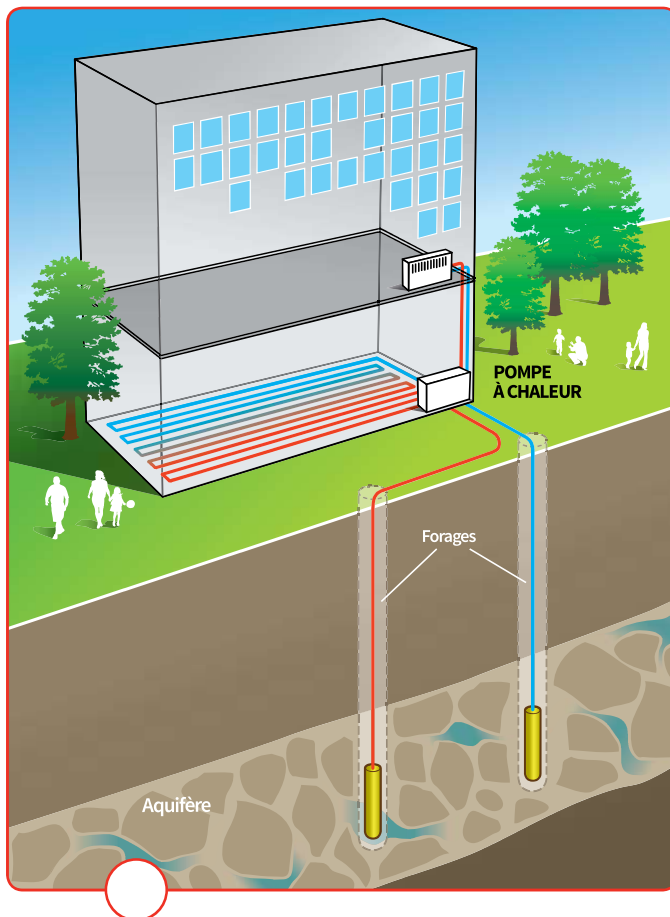
À noter : selon les projets, la géothermie peut avantageusement être combinée à d'autres énergies renouvelables pour peu qu'elles soient, elles aussi, vouées à produire de la chaleur.





MAIS... CONCRÈTEMENT ?

L'énergie du sous-sol peut-être prélevée dans les terrains le constituant, au moyen de **capteurs** horizontaux ou **verticaux**, de **pieux de fondations**, ou dans **l'eau d'aquifères peu profonds** au moyen de forages. Associées à une pompe à chaleur réversible, les techniques de captage mises en œuvre permettent ainsi de chauffer et/ou de refroidir tout type de bâtiments.



À SAVOIR

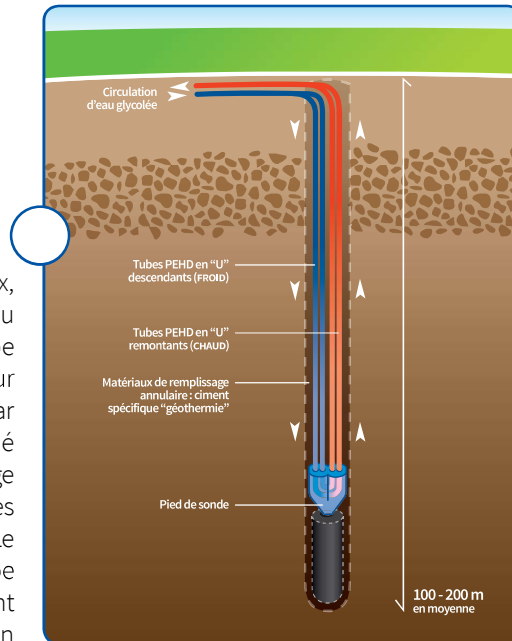
Le principe de la pompe à chaleur repose sur la thermodynamique dont les bases ont été formulées en... 1824 par le physicien Sadi Carnot. Il consiste à transférer les calories d'un milieu vers un autre afin d'augmenter la température en jouant sur le changement d'état d'un fluide, dit caloporteur, soumis à compression ou à absorption : les deux grandes familles de pompe à chaleur. Finalement, une pompe à chaleur n'est rien d'autre qu'un réfrigérateur inversé : la source froide est alors l'intérieur d'où sont extraites les calories, la source chaude est à l'arrière où est évacuée la chaleur au travers d'une sorte de radiateur.

LA GÉOTHERMIE SUR NAPPE

Elle consiste à pomper l'eau d'une nappe souterraine peu profonde par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs forages pour l'acheminer (via un échangeur) jusqu'à la pompe à chaleur afin d'en prélever les calories, avant de la réinjecter dans l'aquifère d'origine par l'intermédiaire d'un second ou de plusieurs forages.

LA GÉOTHERMIE SUR SONDES VERTICALES

Les capteurs géothermiques verticaux, appelés **sondes géothermiques** ou géosondes, sont composés d'un tube dans lequel circule un fluide caloporteur (qui prélève la chaleur du sous-sol par conduction thermique et qui est raccordé à la PAC) positionné dans un forage vertical de plusieurs dizaines, à quelques centaines de mètres de profondeur. Le fluide circule en circuit fermé dans le tube et le forage est rempli avec un ciment spécial pour maintenir l'échangeur en place, faciliter les échanges thermiques avec le sous-sol et protéger le sous-sol.

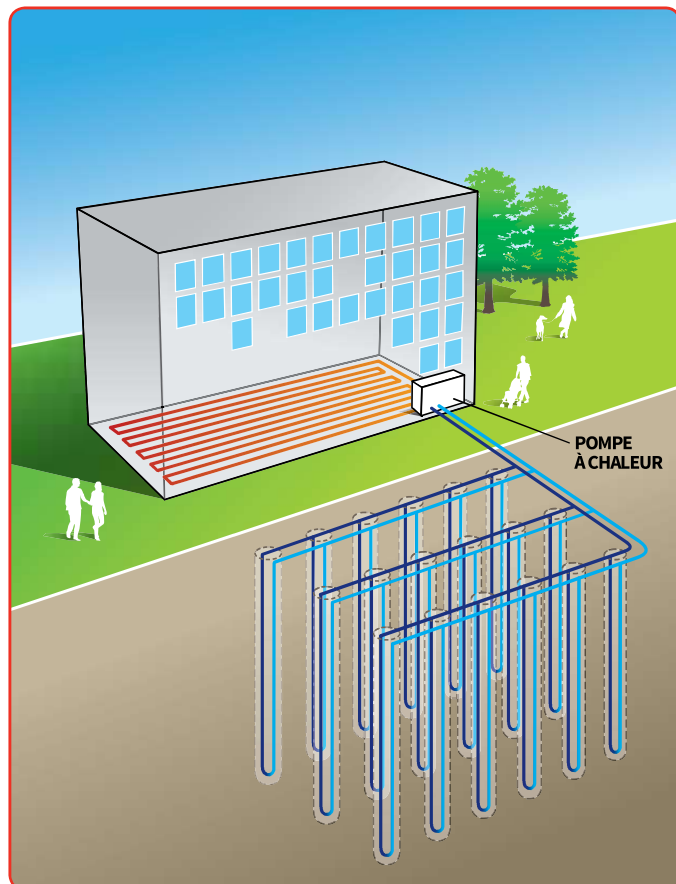


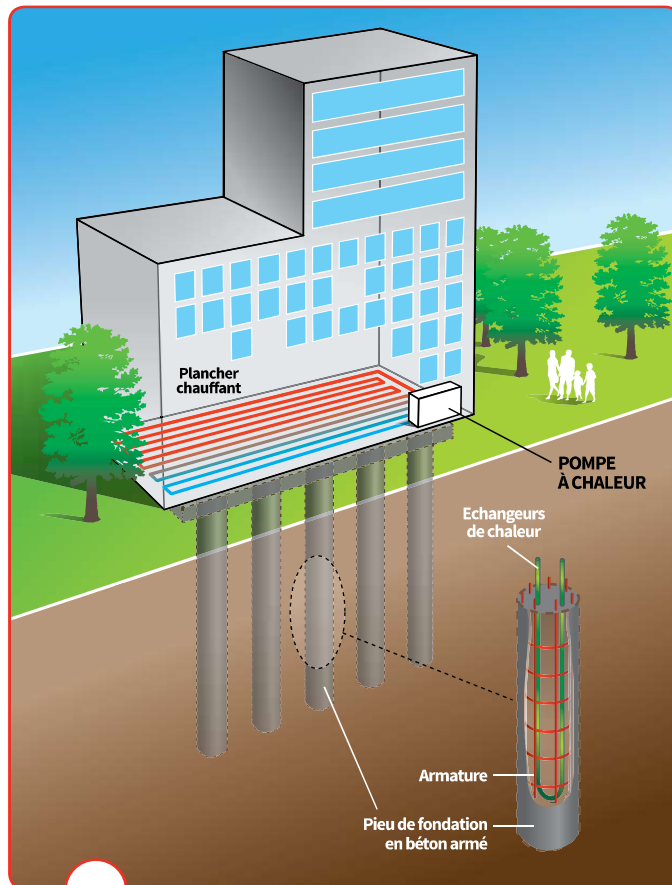
CHAMPS DE SONDES

Le nombre de sondes est fonction de la puissance nécessaire à l'installation. Un champ de sondes peut être constitué de plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de sondes. Le nombre et la longueur totale des sondes géothermiques dépendent essentiellement de 2 facteurs:

1. La puissance de la PAC installée (calculée en fonction des déperditions du bâtiment).
2. La capacité énergétique du terrain (en fonction des conditions géologiques du terrain).

Selon le type d'exploitation (mode chauffage et/ou rafraîchissement), il faudra également prendre en compte l'écartement entre les sondes.





LA GÉOTHERMIE SUR PIEUX

Certains bâtiments doivent être construits, pour des raisons de portance, sur des fondations, généralement des pieux en béton destinés à assurer la stabilité statique du bâtiment en reportant son poids dans les profondeurs du sol.

Le principe des **fondations thermoactives** (encore appelées **pieux énergétiques** ou **géostrucures**) consiste à y intégrer lors de leur fabrication un système de captage de l'énergie constitué d'un réseau de tubes en polyéthylène noyé dans le pieu. Le système de captage de l'énergie est connecté à une pompe à chaleur de la même manière que pour une sonde géothermique.

AUTRES DISPOSITIFS

Pour le logement individuel, il existe des alternatives aux dispositifs présentés précédemment pour prélever l'énergie du sous-sol.

Les corbeilles géothermiques

Un fluide caloporteur récupère l'énergie du sol via un tube spiralé disposé dans le sous-sol, à généralement moins de 5 mètres de profondeur. Cette énergie est ensuite restituée par la PAC pour chauffer ou rafraîchir la maison. On peut noter la faible empreinte au sol de ces capteurs et leur faible coût du fait de leur mise en place par simple excavation. Les besoins d'une maison individuelle peuvent nécessiter la mise en place de 5 à 10 corbeilles.

Les capteurs horizontaux

Ils sont constitués principalement de tubes enterrés sur un plan horizontal jusqu'à une profondeur maximale de 1,5 m dans le sol. On parle alors plutôt d'énergie géosolaire. La surface nécessaire à la réalisation d'un tel système de captage est de 1,5 à 2 fois la surface à chauffer. Par conséquent ce système ne peut quasiment être appliqué qu'en maison individuelle neuve.



POURQUOI L'UN PLUTÔT QUE L'AUTRE ?

Cela va dépendre évidemment de la ressource géothermique en sous-sol (son potentiel énergétique, sa disponibilité et son accessibilité) du contexte et de l'environnement du projet mais aussi du budget disponible, et des contraintes réglementaires. Parmi les trois technologies décrites précédemment, il n'y a pas de solution meilleure qu'une autre... Les sondes verticales peuvent être une solution idéale en l'absence d'aquifère, le système sur nappe est performant en termes de puissance et de besoins à couvrir, la géothermie sur pieux est intéressante à considérer sur des constructions neuves nécessitant des pieux de fondations ... À chaque projet, sa technique ! D'où l'importance de bien préparer son projet pour trouver la réponse technique adaptée et le bon dimensionnement en regard des besoins thermiques à satisfaire. Globalement, plus de 90 % du territoire permettent l'installation d'une pompe à chaleur géothermique, qui utilisera l'une ou l'autre des technologies.





LES SECTEURS DE LA GÉOTHERMIE TRÈS BASSE ÉNERGIE

1 / LA GÉOTHERMIE DANS LES LOGEMENTS COLLECTIFS	11
2 / LA GÉOTHERMIE DANS LES SECTEURS CULTUREL ET TOURISTIQUE	19
3 / LA GÉOTHERMIE DANS LES MAISONS DE RETRAITE ET ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ	33
4 / LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE ET LES BUREAUX	43
5 / LA GÉOTHERMIE DANS LES PISCINES ET CENTRES AQUALUDIQUES	55
6 / LA GÉOTHERMIE DANS LES ÉTABLISSEMENT SCOLAIRES ET PÉRISCOLAIRES	61
7 / LA GÉOTHERMIE DANS LES SURFACES DE DISTRIBUTION	69
8 / LA GÉOTHERMIE DANS LES SERRES HORTICOLES ET LES BÂTIMENTS D'ÉLEVAGE	75
9 / LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR VITICOLE	83
10 / LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL	91

LA GÉOTHERMIE DANS LES LOGEMENTS COLLECTIFS

1

La réflexion sur la consommation énergétique est bien avancée dans le secteur du logement social comme en témoignent les engagements pris dans ACTE - agir pour le climat et la transition énergétique - qui permettent, de plus, de réduire les charges des locataires, élément essentiel pour lutter contre la précarité énergétique. Que ce soit dans les constructions ou les rénovations, dans les grands ensembles ou les petites unités, le travail sur l'efficacité thermique d'un bâtiment se conjugue avec l'intégration d'énergies renouvelables. Et parmi le panel d'énergies renouvelables envisageable, des bailleurs ont d'ores et déjà compris que la géothermie permettait d'obtenir un niveau de charges très intéressant.



Lotissement du Pré de la Cour à Sennecé-lès-Mâcon,
RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

12

Résidence Rouget de Lisle à Pantin,
RÉGION ÎLE-DE-FRANCE

14

Résidence Velotte à Besançon,
RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

16



LOTISSEMENT LE PRÉ DE LA COUR, SENNECÉ-LÈS-MÂCON (71)

RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE COMTÉ

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFRAÎCHISSEMENT

1

Des logements sociaux à basse consommation d'énergie

Trouver des solutions innovantes assurant un grand confort thermique et permettant aux familles d'économiser sur leur facture énergétique : telle était l'ambition de Mâcon Habitat quand elle opte en 2004 pour les sondes géothermiques.



DONNÉES TECHNIQUES

- Les huit T4 possèdent chacun une sonde de 80 mètres de profondeur, les deux T5 étant, eux, équipés de sondes de 100 mètres de profondeur.
- Dix pompes à chaleur individuelles réversibles ERSET.
- La distribution de chaleur ou de froid est assurée par des planchers chauffants à basse température, aussi bien au rez-de-chaussée qu'à l'étage.
- Les salles de bains sont équipées d'un appoint électrique indépendant.
- Chaque pavillon est équipé d'un indicateur de consommation des pompes à chaleur et des circulateurs.

> SURFACE DES LOCAUX :

810 m² de bâtiments neufs répartis selon huit T4 de 78 m² et deux T5 de 93 m², totalement chauffés et rafraîchis par géothermie.

CHIFFRES

- Un investissement pour la géothermie de 133 420 € TTC soit 12,5 % du coût total de l'opération (1 071 000 € TTC).

> ÉCONOMIE :

- Le coût de fonctionnement annuel du chauffage est divisé par deux en regard d'un système par convecteur électrique : il est de 3,69 € TTC/m² contre 6,68 € TTC/m².

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

4,86 kg/m²/an de CO₂ évité, soit 15 fois moins qu'avec le gaz naturel.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Ville de Mâcon

MAÎTRISE D'ŒUVRE :

Cabinet Chambaud et Chanal
(architecte)

BUREAUX D'ÉTUDES :

Certec Sarl (fluides),
Bet Elithis (suivi énergétique)

APPUIS TECHNIQUE ET FINANCIER :

CCAS, ADEME, EDF, Conseil régional
de Bourgogne

Le Pré de la Cour est un lotissement construit en 2004 au nord de Mâcon. Composé de dix pavillons mitoyens deux à deux disposant chacun d'un jardinet et d'un garage, il comprend huit T4 et deux T5 sur une surface totale de 810 m². Pour prendre en compte la dimension sociale des futurs logements, quatre types de chauffage ont été envisagés. Cette étude préliminaire a montré que la géothermie était la solution qui permettait aux familles les moins aisées d'avoir le taux d'effort à fournir pour le chauffage le plus bas possible.

Chaque pavillon a été équipé d'une pompe à chaleur individuelle réversible sur sonde verticale. En hiver, la distribution de chaleur se fait par des planchers chauffants à basse température, un appoint électrique étant installé dans les salles de bain. En été, ce plancher se fait rafraîchissant grâce à une inversion du cycle des PAC. Ainsi, la chaleur extraite des pavillons est injectée dans les sondes. Un soin particulier a été mis dans l'isolation et la ventilation pour réduire au maximum les pertes d'énergie. Chaque pavillon est également équipé d'un indicateur de consommation des PAC.

Pour les locataires, le Pré de la Cour propose une température en hiver proche de 22°C pour une facture qui n'a pas dépassé les 200 € annuels. Confort, économie... L'enquête de satisfaction menée au bout d'un an d'utilisation a montré des usagers satisfaits à... 100 % ! Après deux années de fonctionnement, la complète satisfaction des locataires a conduit le maître d'ouvrage à reconduire l'expérience en réalisant d'autres logements sociaux à basse consommation d'énergie, notamment un immeuble collectif chauffé par sondes géothermiques et dont l'eau chaude sanitaire est produite par capteurs solaires.

ENSEIGNEMENT

Ces solutions n'ont pas imposé de contraintes importantes dans la conception des logements au niveau du chantier. Seule l'intégration du plancher chauffant basse température à l'étage a modifié le concept traditionnel de la construction. De plus, l'encombrement limité de la PAC réversible installée dans le garage n'a même pas nécessité de modification dans la surface de ce local annexe.



À SAVOIR

Dans le budget, les postes de dépenses consacrés à la ventilation (équipement VMC) ou à la production d'eau chaude (équipement de production E.C.S.) sont identiques quelles que soient les options choisies. Les investissements sont en revanche plus importants sur les postes consacrés à l'équipement de chauffage, l'isolation thermique et la maîtrise d'œuvre. Le choix de la géothermie a donc impliqué un coût d'investissement de 188,44 € au m² quand une solution électrique aurait été de 26,53 €, alors que les coûts de fonctionnement pour la solution géothermie sont divisés par 2 au regard d'une solution tout électrique.

Mais c'est sans compter les aides publiques destinées à valoriser cette production d'énergie propre et peu coûteuse pour le locataire. Pour le Pré de la Cour, ces aides ont été de 8 % par l'État, 5,5 % par la Ville de Mâcon, 3,5 % par EDF et 3 % par le Conseil régional et l'ADEME.



RÉSIDENCE ROUGET DE L'ISLE, PANTIN (93)

RÉGION ÎLE-DE-FRANCE

GÉOTHERMIE SUR NAPPE
POUR LE CHAUFFAGE

1

La première installation de géothermie d'Immobilier 3 F

En 2007, dans le cadre de sa politique de développement durable, le groupe 3F décide de lancer des opérations pilotes pour vérifier l'efficacité des énergies renouvelables en termes d'économie sur les charges des locataires et sur les émissions de CO₂, et disposer d'un retour d'expérience sur la mise en œuvre et l'entretien de ces équipements. Parmi les 11 opérations, deux concernent la géothermie dont celle de la résidence Rouget de l'Isle à Pantin mise en service en 2011. Les résultats sont à la hauteur de ceux annoncés dans les études.



DONNÉES TECHNIQUES

- Deux forages dans le calcaire du Lutétien, l'un pour le prélèvement et l'autre pour la réinjection. Les puits font 68 mètres de profondeur et sont espacés de 280 mètres. Le système assure un débit de 35 m³/h à une température de 12 °C.
- Une pompe à chaleur TRANE de type eau/eau d'une puissance de 270 kW et d'un coefficient de performance (COP) de 3,7.
- Appoint gaz.
- La distribution du chauffage est assurée par des planchers chauffants.

> SURFACE DES LOCAUX :

10 055 m² pour 151 logements.
Bâtiment réhabilité.

CHIFFRES

- Le coût de la géothermie a été de 227 k€ TTC pour les forages et 75 k€ TTC pour les pompes à chaleur sur un investissement total de 759 k€ HT.
- Subventions de l'ADEME et de la Région Ile-de-France : 210 k€ HT.
- Temps de retour sur investissement : 6 ans.

> ÉCONOMIE :

- 7,34€/m²/an en moins sur les charges, soit 58 % d'économie en regard des factures antérieures.

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

- 230 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Immobilier 3F

BUREAUX D'ÉTUDE :
Anteagroup, Sermet

ENTREPRISE :
Cofely GDF Suez

FOREUR :
Sanfor

APPUIS TECHNIQUE ET FINANCIER :
ADEME, Région Île-de-France

Située dans un petit parc arboré, la résidence Rouget de l'Isle est composée de 151 logements sociaux répartis dans 4 bâtiments de différentes hauteurs. Les besoins énergétiques annuels de 1 080 MWh de ce parc, construit en 1966 et racheté en 1990 par Immobilière 3F, sont assurés depuis 2011 à 82 % par une pompe à chaleur géothermique et à 18 % par deux chaudières à gaz. Ce mix énergétique a été inscrit dans le contrat de maintenance afin de garantir les tarifs quel que soit le fonctionnement du système. Une précaution prise par le maître d'ouvrage qui a également pris soin d'organiser un marché global. Dans ce projet pilote, où les résultats liés au potentiel géothermique n'étaient pas garantis à l'avance, son souci a été de n'avoir qu'un seul interlocuteur, assurant l'installation comme la maintenance, afin de se prémunir de toute difficulté ultérieure. Au final, les résultats sont à la hauteur des chiffres présentés dans les études de faisabilité et les économies annoncées aux locataires sont au rendez-vous. Ce nouveau système affiche ainsi 70 000 euros en moins par an, soit une baisse de 58 % des charges par logement pour une période complète de chauffe. Une baisse substantielle qui est due à la géothermie et à la renégociation du très ancien contrat de chauffage qui en a découlé. Côté émission de CO₂, qui constituait la 2^e motivation importante du groupe 3F, les résultats sont également là, avec le rejet de 230 tonnes de CO₂ évité chaque année. Les locataires bénéficient du même niveau de confort qu'avec le système antérieur : leur logement est toujours chauffé à 19°C via le même principe de planchers chauffants. Ces derniers existant déjà, il n'a pas été nécessaire d'intervenir dans des appartements occupés pour mettre en place ce système géothermique. Les travaux se sont en effet concentrés dans le parc afin de creuser les puits, limitant la gêne causée aux habitants.

CONSEILS

Jérôme Philippe, référent énergies renouvelables à la direction technique du groupe Immobilière 3F

“J'aurais trois conseils à donner à un maître d'ouvrage se lançant dans la géothermie.

Le premier est de confier à la même entreprise les travaux et l'exploitation afin de se prémunir de tous renvois de balle en cas de problème. A minima, car l'idéal est même d'y ajouter la conception et d'élaborer un appel d'offre de type CREM : conception, réalisation, entretien et maintenance. Le deuxième est de s'assurer que la maîtrise d'œuvre possède la double compétence nécessaire : en fluide thermique mais également en hydrogéologie. Le dernier est de ne pas hésiter à faire des études de faisabilité les plus précises possible afin de prendre la meilleure décision”.



RÉSIDENCE VELOTTE, BESANÇON (25)

RÉGION BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET LE
RAFFRAÎCHISSEMENT

1

L'alliance de la géothermie et du solaire : une première en France

Allier confort maximum et charges minimum : pour y parvenir Habitat 25 se lance en 2001 dans une expérience novatrice, la combinaison de deux énergies renouvelables : la géothermie et le solaire. Une première en France. Livrée en 2003, l'opération reste encore en tête du hit parade des charges du bailleur social.



DONNÉES TECHNIQUES

- Dix sondes verticales de 100 mètres de profondeur.
- Deux pompes à chaleur VIESSMANN d'une puissance en chaud de 32,5 kW avec un coefficient de performance (COP) de 3,9.
- Un échangeur à plaque pour le géocooling.
- Le chauffage et le rafraîchissement des logements sont assurés par planchers réversibles à eau basse température.
- Chaque appartement est équipé d'un thermostat d'ambiance.

> SURFACE DES LOCAUX :

1 979 m² pour 28 logements de bâtiment neuf

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Habitat 25

ARCHITECTE :

Michel Courtois et Pascal Rambaud

BUREAU D'ÉTUDE THERMIQUE :

Image et Calcul

BUREAU D'ÉTUDES STRUCTURE

ET FLUIDES :

Betic

APPUIS TECHNIQUE ET FINANCIER :

État, ADEME, Conseil départemental, EDF, CAF, CAGB, Logissim et CDL, CDC

CHIFFRES

- Coût total de construction de la résidence : 3 262 055 € TTC.
- Coût lié à la géothermie et au préchauffage solaire de l'eau chaude sanitaire : 284 273 € TTC, soit 8,7 % du coût de l'opération financé à 50 % par les partenaires.

> ÉCONOMIE :

- Le coût annuel de chauffage est de 4,80 €/m² contre 11,80 € de moyenne sur l'ensemble du parc.
- Gain pour les locataires : 305 €/an.

Pour le chauffage, c'est la géothermie ; pour la production d'eau chaude, c'est le solaire. La Velotte est une résidence sociale rassemblant 28 logements, du T1 au T5, dans une zone verte à proximité d'un quartier résidentiel. D'emblée, le projet se veut exemplaire et est inscrit dans une démarche Haute Qualité Environnementale. Le chauffage est assuré par des planchers-chauffants alimentés par la géothermie. En été, la PAC réversible assure le rafraîchissement des logements. La production d'eau chaude sanitaire est fournie à 50 % par des capteurs solaires intégrés en toiture, le complément étant produit par des ballons électriques collectifs fonctionnant en heures creuses.

Tout ceci est complété par des équipements qui concourent aux économies d'énergie - ampoules basse consommation, réducteur de pression d'eau, filtration des eaux de pluie... - mais aussi par une conception générale qui permet de minimiser les consommations électriques des parties communes en profitant d'un éclairage naturel maximum. Cet ensemble permet à l'opération de rester, 10 ans après, parmi les opérations où les charges sont les moins importantes pour les locataires.

Dans la foulée, une opération similaire a été menée à Valdahon pour 13 logements individuels locatifs.

CONVAINCRE LES PARTENAIRES

Laurent Breyer, responsable d'opérations de développement, Habitat 25

Quel retour faites-vous sur cette opération novatrice ?

“Ce type de démarche nécessite un bureau d'étude compétent. Il faut la technicité mais aussi être capable de convaincre les partenaires dans des dossiers où le montage et les financements sont complexes. Il est aussi important de veiller à ce qu'une entreprise de maintenance puisse assurer le suivi et les réglages pour maintenir la capacité de l'installation”.

Une bonne connaissance du sol est aussi nécessaire ?

“Oui, car nous avons été confrontés à des problèmes lors du forage, l'alternance de poches de terre, de limons et d'éboulis rocheux, de très mou et de très dur, a provoqué beaucoup de casse dans les têtes de foreuses et un forage a même dû être abandonné. Nous avons donc dû procéder à un avenant et convaincre les différents partenaires financiers”.

EN BREF !

- Un suivi énergétique réalisé par un bureau d'étude indépendant a permis de valider les performances énergétiques, le confort et les consommations.
- Un travail d'accompagnement des locataires a été mis en place avec remise de plaquette d'information lors de l'entrée dans les logements et réunion d'information collective organisée par Habitat 25 et EDF.
- Le personnel de terrain a été formé par EDF.





LA GÉOTHERMIE DANS LES SECTEURS CULTUREL ET TOURISTIQUE

2

Le recours à la géothermie se révèle pertinent à plus d'un titre pour les équipements culturels et touristiques. La géothermie assure tout d'abord le confort thermique nécessaire à l'accueil du public. Associée à un système de gestion performant, elle permet de travailler au plus près des besoins fluctuants en fonction des usages qui ne sont pas linéaires. Autant d'éléments qui garantissent, outre un comportement environnemental vertueux, des économies rapides dans les budgets de fonctionnement et qui permettent de dégager des marges de manœuvre... pour le "contenu" culturel. Enfin, la discrétion de l'installation est un argument non négligeable quand il s'agit de monuments historiques ou de créations architecturales contemporaines.



Abbaye Saint-Joseph de Clairval, RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ	20
Centre social de Revel, RÉGION OCCITANIE	22
Halle aux Grains à Blois, RÉGION CENTRE-VAL-DE-LOIRE	24
Silex à Auxerre, RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ	26
Domaine de Riva Bella, RÉGION CORSE	28
La Grande Passerelle à Saint Malo, RÉGION BRETAGNE	30



CHAUFFER ET RAFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE
LA GÉOTHERMIE DANS LES SECTEURS CULTUREL ET TOURISTIQUE

ABBAYE SAINT-JOSEPH DE CLAIRVAL, FLAVIGNY-SUR-OZERAIN (21)

RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE

2

Une option économe, discrète et silencieuse

Dans ce bâtiment du XVIII^e siècle, installé dans un village médiéval de Bourgogne, vit une communauté de moines suivant la règle de Saint-Benoît. Au milieu des années 2000, ils entament une réflexion sur leur consommation énergétique pour baisser les coûts dans le cadre d'une démarche de développement durable. Si la biomasse est un temps envisagée, c'est finalement la géothermie qui sera la solution retenue, car la plus adaptée.



DONNÉES TECHNIQUES

- Vingt-cinq sondes de 100 mètres de profondeur.
- Deux pompes à chaleur pour une puissance de 2x100 kW.
- La chaleur est distribuée par radiateurs statiques en fonte à eau chaude pré-existants.
- Appoint chaufferie fioul.

> SURFACE DES LOCAUX :

5 450 m² chauffés à plus de 80 %
par la géothermie.
Bâtiment ancien.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Abbaye Saint-Joseph

ETUDES ET RÉALISATION :
Ecotral, Xeotherm

CHIFFRES

- Coût de la géothermie : 315 000 €.

> ÉCONOMIE :

- 23 800 €/an.

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

97 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

Chauffer un bâtiment vaste, peu isolé tout en respectant la qualité architecturale et l'occupation particulière d'un site où le silence est de mise et en prenant en compte la nécessité de maîtriser les investissements. Réfléchir à une consommation énergétique plus vertueuse dans cet ancien séminaire diocésain a supposé d'intégrer ces nombreuses contraintes.

Recourir à la géothermie a permis de réutiliser le réseau de chauffage, en l'occurrence des radiateurs statiques en fonte à eau chaude ainsi que la PAC air/eau déjà utilisée en relève des chaudières au fioul. Les sondes verticales ont été insérées dans le sous-sol de la cour et la seule empreinte visible est le local dédié aux pompes à chaleur, petit et facilement isolé à l'aide de boîtes d'œufs collées au mur pour supprimer la seule nuisance sonore du dispositif.

Pour réduire l'investissement initial, Ecotral a procédé à un test de réponse thermique de terrain pour déterminer le nombre de sondes nécessaires pour couvrir tous les besoins en jouant sur le complément assuré par les anciennes chaudières au fioul les jours de grand froid. Si les projections théoriques prévoient des besoins couverts à 67 % par la géothermie de novembre à mars, dans les faits, l'hiver 2010/2011 a montré que les systèmes mis en place permettaient de prendre en charge 81 % de ces besoins. Au final, les économies sont au rendez-vous, du point de vue financier comme écologique.

BIEN DIMENSIONNER ET... ISOLER

Lilian Geney, chargé de mission énergie ADEME

Pourquoi la géothermie s'est-elle révélée plus intéressante que la biomasse ?

“L'option biomasse a été envisagée en 2004/2005, cependant il était impossible pour l'ADEME de financer des congrégations religieuses (cf. : la loi de 1905 sur la séparation de l'église et de l'État). Sans cette aide, le projet devenait trop lourd financièrement, d'où la recherche d'une alternative. Par ailleurs, il y avait d'importantes contraintes en terme d'implantation. Or, la biomasse suppose un silo à bois pour les plaquettes et une chaufferie. Ce qui n'est pas le cas de la géothermie qui est une option “non visible”.



En quoi un bon dimensionnement de l'installation est-il important ?

“La géothermie, comme l'ensemble des énergies renouvelables, suppose des investissements conséquents. Il est donc plus intéressant financièrement de compter sur un appoint pour assurer les 10 ou 20 % nécessaires quand il y a un appel de puissance supplémentaire, autrement dit quand la température baisse fortement. Ceci dit, un travail complémentaire sur l'isolation peut aussi permettre aux PAC d'assurer 100 % des besoins et de cantonner les systèmes complémentaires au secours et non à l'appoint”.



CENTRE SOCIAL DE REVEL (31)

RÉGION OCCITANIE

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFRAÎCHISSEMENT

2

Géothermie : l'option toujours possible

La création d'un centre social répond à une demande formulée par l'adjointe en charge des affaires sociales dans la continuité du développement de l'accueil de la jeunesse après l'extension de la crèche. La volonté est d'utiliser les énergies renouvelables mais la localisation interdit nombre d'options... sauf la géothermie.



DONNÉES TECHNIQUES

- Six sondes de 90 mètres espacées de 8 mètres.
- Une pompe à chaleur WATERKOTTE de 40 kW couvrant 100 % des besoins en chaud.
- Coefficient de performance (COP) de 5,5 pour la PAC seule et COP de 4,6 pour la PAC et les circulateurs.
Environ 850 h/an de fonctionnement de la PAC en chauffage et environ 775 h/an de fonctionnement en géocooling (sans la PAC).

> SURFACE DES LOCAUX :

500 m² de bâtiment neuf de plain pied.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Mairie de Revel

MAÎTRISE D'ŒUVRE :

Jean-Paul SOUAL Architecte honoraire

BUREAU D'ÉTUDES :

BE GT Ingénierie

FOREUR :

Seric Forage

INSTALLATEUR :

JMP Chauffage

APPUIS TECHNIQUE ET FINANCIER :

ADEME, Conseil général, CAF

CHIFFRES

- Coût de la géothermie : 95 831 € soit 8,4 % du coût total de l'opération (PAC : 29 807 €, sondes : 39 358 €, plancher chauffant : 26 666 €).
- Coût de la climatisation - ventilation : 48 508 € soit 4,3 % du coût total de l'opération.
- Aide Fonds Chaleur : 20 829 €.

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

4,85 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

Quand la mairie de Revel décide de créer un centre social, la politique est d'être dans une logique de développement durable. Le bâtiment, de plain-pied sur une superficie de 500 m² répond aux exigences de la Réglementation Thermique 2005 et a été conçu pour atteindre le niveau de performance HQE avec une consommation de 24 kWh/m²/an.

C'est le choix énergétique qui pose un problème. Le terrain sur lequel est envisagé le centre social est localisé dans le périmètre classé du Beffroi : l'option panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques est donc interdite. L'éloignement des autres bâtiments communaux exclut une chaufferie centralisée. Pour éviter une solution fioul ou gaz, ne reste que... la géothermie. Une option que suggère l'ADEME. Certes, il s'agit de la plus élevée en termes d'investissement. Mais les subventions promises par la CAF, attendues de la part du Conseil général et possibles auprès de l'ADEME permettent à la municipalité de tenir sa volonté d'utiliser des énergies renouvelables.

La solution retenue est une géothermie sur sondes. Elle permet d'assurer 100 % des besoins de chauffage. En été, une PAC réversible a permis d'éviter d'investir dans une climatisation classique, très gourmande en énergie, qui est réservée à de l'appoint. Utilisant les circuits du plancher chauffant-rafraîchissant, le géocooling garantit le confort optimal des usagers dans les pièces principales du bâtiment. Également appelé "rafraîchissement passif", ce système utilise la fraîcheur naturelle du sol sans fonctionnement de la PAC. Ainsi, si les heures de fonctionnement en géocooling atteignent 775 h/par an - soit quasiment autant que le temps en fonctionnement en chauffage qui est de 850 h/an - la facture est bien différente puisque la PAC n'est pas utilisée. En effet, la consommation électrique pour le géocooling est de 95 €/an : dix fois moins que celle du chauffage qui est de 950 €/an.

Livrée en 2008, la structure se révèle très positive pour les usagers et pour le budget de fonctionnement de la mairie. Moins d'un an après cette mise en service, la géothermie est également retenue pour l'espace Jeunes sur une surface identique.



CHOIX POLITIQUE : VOIR LOIN

Quand, fin 2004, la mairie fait le choix de la géothermie, difficile de justifier le retour d'investissement par l'évolution des prix des combustibles. Le prix du baril de pétrole est non seulement stable depuis quelques années mais également assez "bas", autour de 30 € le baril. Le choix se révèle cependant plus qu'opportun puisque, en 2009, date de l'ouverture au public, ce prix du baril a doublé et a même atteint les 80 € quand la mairie décide de dupliquer le système pour l'espace Jeunes. Mais, là encore, la versatilité des prix semble se jouer des choix publics puisque le baril rechute à 30 € en un an. Pourtant, à l'ouverture au public en 2011, ce baril a doublé, suivant alors une pente ascendante qui a rendu l'option géothermique plus que rentable dans son budget de fonctionnement.



HALLE AUX GRAINS DE BLOIS (41)

RÉGION CENTRE-VAL-DE-LOIRE

GÉOTHERMIE SUR NAPPE POUR LE
CHAUFFAGE ET LE RAFFRAÎCHISSEMENT

2

Allier beauté architecturale et fonctionnalité

Quand en 1985, la municipalité de Blois décide de rénover la Halle aux grains et de la transformer en salle de spectacle et de congrès, elle souhaite une solution thermique discrète, sans cheminée sur ce bâtiment classé aux monuments historiques. Dans le cadre plus global d'une politique d'économie d'énergie dans les bâtiments publics, la géothermie s'impose. Un choix toujours judicieux, 30 ans plus tard.



DONNÉES TECHNIQUES

- Deux forages, un de pompage et l'autre de réinjection, de 70 et 90 mètres de profondeur.
- Nappe phréatique à 13°C.
- Une pompe à chaleur TRANE de type eau/eau d'une puissance en chaud de 440 kW et de 340 kW en froid.
- La distribution de la chaleur et du froid est assurée par planchers chauffants-raffraîchissants, ventilo-convecteurs et centrales de traitement de l'air.

> **TYPE DE PRODUCTION :** chaud, climatisation et rafraîchissement par géocoooling.

> **SURFACE DES LOCAUX :** 4 880 m².
Bâtiment historique.

CHIFFRES

- Le coût de la géothermie était de 1 215 kFF (191 k€) en 1985 puis 101 k€ en 2011 pour le renouvellement anticipé de la PAC après 26 ans de fonctionnement.
- > **ÉCONOMIE :**
 - Les consommations sont divisées par 2,5 par rapport à un système tout électrique qui était l'option de référence au moment de la décision.
- > **GAIN ENVIRONNEMENTAL :**
 - 186 tonnes équivalent CO₂ évitées par an en regard d'une solution au gaz.
 - Consommation annuelle de 295 MWh soit 32 000 €.
- > **CERTIFICAT D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE :**
 - 2 130 660 kWh cumac pour la Ville de Blois.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Ville de Blois

INSTALLATEUR :
Entreprise Dahuron

Construite au milieu du XIX^e siècle par l'architecte Jean de la Morandière afin de remplacer une ancienne halle au blé datant du XIII^e siècle, la Halle aux grains de Blois est un bâtiment désormais reconnu, classé aux monuments historiques depuis 1982.

En destinant le lieu à un usage public en le transformant en palais des Congrès, la municipalité de Blois est confrontée à un sacré défi : chauffer et rafraîchir "discrètement" quelques 4 880 m². Pour accueillir des spectacles, des manifestations, des expositions, des conférences... le lieu a en effet été rénové et agrandi et propose désormais une grande halle de 800 m², un hémicycle de 630 places, une cafétéria et des salles de réunion capables d'accueillir 300 personnes.

Sur une proposition du bureau d'études thermiques, une solution de chauffage et climatisation par pompe à chaleur sur nappe est envisagée. Un important travail est réalisé en amont pour vérifier la présence de la ressource et sa température et positionner au plus juste les deux forages et le sens de pompage. Le forage lui-même est réalisé en deux phases pour ne pas mettre en communication la nappe de calcaire de la Beauce et celle de la Craie où est prélevée l'eau. Une PAC est installée pour une production de chaleur et de froid qui sera complétée ensuite par un bypass pour rafraîchir via le géocooling.

Une chaudière de secours électrique de 420 kW est également prévue mais elle ne servira... qu'une seule fois, lors d'une opération de maintenance.

Car le système inauguré en 1985 fonctionne très bien et, 30 ans après, confirme que le choix était le bon. Pour les usagers, le confort thermique est au rendez-vous. Pour les caisses de la municipalité, la facture a été divisée par 2,5 par rapport à un chauffage et une climatisation électriques. Pour l'environnement, c'est l'émission de 186 tonnes CO₂ qui est évitée chaque année.

Ce travail sur la durée suppose un entretien méthodique des équipements.

Une maintenance hebdomadaire a permis de conserver la PAC initiale pendant 26 ans qui a ensuite été remplacée par un équipement plus performant consommant 16 % de moins. Les forages datent de 1985 et si des éléments ont été ponctuellement changés sur les pompes, cela représente des dépenses très faibles au regard de la durée de vie de l'installation.

UN PLUS : DISCRÉTION GARANTIE

Le système de captage est enfoui dans le sol et passe totalement inaperçu, la diffusion de la chaleur ou de frais se fait par les planchers et est donc invisible. La géothermie est une vraie discrète. C'est donc un système énergétique particulièrement intéressant pour les bâtiments historiques.



UN CONSEIL : PRÉVOIR !

Franck Coquelle, responsable énergie de la Ville de Blois

"Il est important de prévoir un bypass, autrement dit, un circuit d'évitement de la PAC, pour passer au géocooling, une technique utilisant directement la température du sous-sol pour assurer le rafraîchissement. "Cela permet d'arrêter la PAC la plupart du temps en été. Durant l'été 2013, elle n'a même jamais été mise en service" précise le responsable du service énergie à la Ville de Blois. Autre principe à prévoir dès la conception : le renouvellement. Il s'agit donc d'intégrer "un chemin d'accès aux installations". Ou encore la ventilation : "elle est importante dans la chambre de forage sous peine de voir ce qui s'y trouve se dégrader sous l'effet de la condensation".



SILEX D'AUXERRE (89)

RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

GÉOTHERMIE SUR NAPPE ET PIEUX
ÉNERGÉTIQUES POUR LE CHAUFFAGE
ET LE RAFRAÎCHISSEMENT

2

Transformer une contrainte en avantage

Proposer le lieu qui manque en Haute Bourgogne en termes de salle de concert pensée pour tous et le réaliser en respectant la démarche de développement durable dans laquelle s'engage la municipalité via son agenda 21 et son plan climat énergie territorial : avec l'aide de l'ADEME et de EDF R&D, la Ville d'Auxerre se lance dans une opération alors inédite en France : chauffer un équipement public grâce à la géothermie sur pieux.



DONNÉES TECHNIQUES

- *Vingt-quatre pieux de fondation, en béton armé, de 7 mètres de profondeur équipés avec deux boucles en U de 32 mm de diamètre dans chaque pieu. Douze pieux ont un diamètre de 600 mm, les douze autres de 700 mm.*
- *Un puits de captage et un de réinjection sur nappe pour le complément.*
- *Une pompe à chaleur d'une puissance en chaud de 240 kW et d'une puissance en froid de 196 kW.*

> SURFACE DES LOCAUX :

2 500 m² sur deux niveaux avec deux salles de concert respectivement de 500 et 200 places. Construction neuve.

CHIFFRES

- *Le coût d'investissement de la solution géothermique est de 108 000 € sur un budget total de 5,15 M€ HT.*
 - *Subventions : ADEME : 41 218 € (études et travaux), EDF : 15 000 € (instrumentation et travaux).*
 - *Un contrat de maintenance préventive a été recommandé par le bureau d'étude avec une intervention annuelle pendant trois ans, auprès d'un foreur compétent afin d'éviter la dégradation des ouvrages sous l'effet du fer de la nappe.*
- #### > ÉCONOMIE :
- *5 400 € HT/an par rapport à un système classique de production de chaud et de froid.*
 - *Consommation : 175 MWh pour le chaud, 56 MWh pour le froid.*
- #### > GAIN ENVIRONNEMENTAL :
- 34 tonnes équivalent CO₂ évitées en 2010 : 80 % de rejet en moins par rapport à un système classique.*

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Ville d'Auxerre

BET FLUIDES :

Louis Choulet

GROS OEUVRE PIEUX GÉOTHERMIQUES :

Gebat et Duval (89)

INSTALLATEUR PLOMBERIE/SANITAIRE/ CHAUFFAGE :

Duval

APPUIS TECHNIQUE ET FINANCIER :

ADEME, EDF R&D

Le Silex est une salle de concert pour les musiques actuelles installée dans le centre-ville, inaugurée en octobre 2009. Son enveloppe de béton rythmée par des éléments triangulaires équipés de diodes lumineuses qui s’animent au son de la musique tout en protégeant le voisinage des décibels est déjà remarquable.

Mais c’est dans le sous-sol que se trouve l’élément le plus notable : des pieux géothermiques pour alimenter le chauffage. À la base se trouve la volonté de transformer une contrainte en avantage. Le bâtiment est situé sur les bords de l’Yonne, zone alluvionnaire où il faut aller chercher à 6 ou 7 mètres de profondeur le “marnocalcaire” dur sur lequel installer la structure. D’où l’idée de se servir de ces pieux de fondation pour installer un système géothermique. La proposition vient de l’ADEME et est développée grâce au soutien de EDF R&D. Car les défis sont nombreux. Il faut en effet ne pas prendre trop de calories dans le sous-sol pour éviter que les pieux ne gèlent, que le temps de régénération ne soit trop long, que la ressource ne s’épuise...

EDF recrute un bureau d’étude qui dispose du logiciel adéquat pour faire des simulations, des prévisions sur papier qui vont se révéler justes à l’usage. EDF va suivre la première année de fonctionnement afin de vérifier les performances de l’équipement à l’usage.

Le système peut fonctionner jusqu’à une température extérieure de 2 ou 3°C ; au-delà, c’est une pompe à chaleur géothermique sur nappe, installée en parallèle qui prend le relais, le tout étant piloté par un outil de supervision.

Si la Ville a joué les pionnières, elle ne le regrette pas. Le confort est là, les factures d’électricité sont en deçà des projections et l’émission de CO₂ évitée se chiffre en dizaines de tonnes par an.

UN COÛT GLOBAL TRÈS INTÉRESSANT

Philippe Sogny, directeur des services techniques de la Ville d’Auxerre, à l’époque de la conception du Silex

“Le Silex est une délégation de service public. Notre objectif était d’atteindre le coût de fonctionnement le plus bas possible afin de ne pas grever le budget général et notamment celui affecté à la production de spectacles puisqu’il y a aussi un enjeu culturel. Bien sûr, cela a généré un léger surcoût, mais si on raisonne en coût global sur la durée de vie du bâtiment, c’est très intéressant.

De plus, le retour sur investissement est estimé à 8 ans. Dans ce qui a été une véritable aventure, car nous n’avions pas de références similaires ailleurs en France, nous sommes convaincus d’avoir fait le bon choix. Le meilleur des indicateurs sont les factures d’électricité : elles sont même en deçà des prévisions”.



DOMAINE DE RIVA BELLA, LINGUIZZETTA (2B)

RÉGION CORSE

GÉOTHERMIE SUR SONDES
IMMERGÉES POUR LE CHAUFFAGE
ET L'EAU CHAUDE SANITAIRE

2

Première installation sur étang au niveau national

À l'origine... Réduire les charges énergétiques tout en ayant recours à des énergies renouvelables, moins émettrices de gaz à effet de serre et créatrices d'emplois locaux : la volonté de la directrice du centre de thalassothérapie. Une étude de faisabilité montre la pertinence d'un projet géothermique sur l'étang voisin et permet d'abandonner le chauffage au gaz propane.



DONNÉES TECHNIQUES

- *Vingt sondes géothermiques de 200 mètres fixées au fond de l'étang à une profondeur d'environ 2 mètres.*
- *Deux pompes à chaleur eau/eau de 100 kW, coefficient de performance (COP) de 3,6.*
- *La distribution de la chaleur est faite par centrale de traitement d'air et plancher chauffant.*

> **SURFACE DES LOCAUX :** 500 m².

CHIFFRES

- *165 287 € HT d'investissement.*
- *Aides de l'ADEME : 28 % des travaux.*

> ÉCONOMIE :

- *11 400 € par an sur les coûts d'exploitation, soit une division par 5.*
- *Temps de retour sur investissement : 6 ans.*

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

3,37 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

Situé entre Bastia et Porto-Vecchio, le Domaine de Riva Bella s'étend sur 70 hectares de nature sauvage en bordure d'un étang d'eau de mer... classé par le conservatoire du littoral, proposant un tourisme durable avec camping, restaurant, bar et bungalows mais aussi un centre de thalassothérapie. Ce qui, concrètement, signifie une eau à 35°C pour les soins d'hydrothérapie, à 33°C pour le SPA en piscine, à 60°C pour les douches et le

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Domaine de Riva Bella

MAÎTRISE D'ŒUVRE :
Waterkotte géothermie

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :
ADEME

restaurant, sans oublier les 44°C du hammam ou la ventilation, la déshumidification, la climatisation et le chauffage à 45°C du centre de thalasso. Autant dire que les besoins sont aussi importants que multiples. Le maître d'œuvre ne s'est pas contenté d'aller puiser l'énergie au fond d'un étang mais a également dissocié les besoins pour dimensionner le système au plus juste et garantir la meilleure performance. Les 20 sondes ont été déposées en surface par bateau puis progressivement coulées quand le circuit a été rempli en eau glycolée. Elles ont ensuite été raccordées aux deux PAC installées dans la chaufferie distante d'environ 80 mètres. La première alimente la centrale de traitement d'air et le hammam via un ballon tampon à 50°C. La deuxième se charge des planchers chauffants et de la piscine qui tournent autour de 30-35°C mais également de l'eau chaude sanitaire qui peut aller chercher le complément nécessaire pour monter à 60°C dans l'ancienne chaudière à gaz maintenue en place.

Un ensemble qui s'est révélé payant puisque, après la rénovation livrée en mai 2013, les coûts d'exploitation ont été divisés par 5. Entre cette performance et les subventions de l'ADEME à l'investissement, le maître d'ouvrage peut espérer un retour sur investissement en 6 ans.

À SAVOIR

Le recours à la géothermie a permis d'éviter le rejet de 3,37 Tonnes équivalentes de CO₂ par an. Soit 5 % en moins par rapport à la solution gaz. Un bilan modeste qui s'explique par le fait qu'en Corse, zone non interconnectée, l'énergie électrique est plus carbonée que sur le continent car essentiellement fournie par des centrales thermiques. D'où l'importance d'installer une PAC performante dans un système bien pensé.

UNE FACTURE ÉNERGÉTIQUE EN FORTE BAISSÉ

Marie-Claire Gaddoni, co-directrice du centre Riva Bella

Pourquoi avoir eu recours à la géothermie ?

“C'est mon père qui m'en avait parlé.

Il l'avait découvert dans un centre thermal en Allemagne où c'est très courant, y compris la géothermie en étang dont nous sommes à peu près le seul exemple en France. Cela rentrait dans la démarche qui est la nôtre, une démarche de développement durable proposant un tourisme respectueux de l'environnement.

Après 3 ans d'exploitation, vos conclusions à l'usage ?

Nos factures énergétiques étaient de 30 000 € par an quand nous étions au gaz. Aujourd'hui, elles ont diminué de 75 %.

Et comme nous sommes ouverts toute l'année, nous avons à disposition une énergie peu chère en permanence.

Il est cependant très important de bien choisir le technicien.

La géothermie est simple mais demande une bonne technicité. Nous sommes suivis à distance par internet et, une fois par an, une révision est effectuée.”

Jean-Marc Percebois, Waterkotte, fabricant de PAC également maître d'œuvre sur le projet.

La solution est passée par la dissociation des usages. En quoi cela permet un meilleur rendement des PAC ?

“Généralement, on voit la géothermie comme une chaudière à laquelle on associe un ballon sur lequel on raccorde tous les usages. Sauf que si un plancher chauffant ou un ventilo-convecteur fonctionne à 35°C, il y a également des radiateurs où l'on monte à 65°C. Quand le ballon général doit tout assurer, il fonctionne à 65°C car si on peut faire du 35°C avec du 65°C, l'inverse n'est pas possible. Or, plus la température est haute, moins le rendement est favorable. Plus que les usages, on a dissocié les températures. Soit le système s'occupe de la piscine et de ses 33°C, soit du hammam et de ses 44°C, soit de l'eau chaude à 65°C. Bref, avec le chauffage, cela fait quatre usages, donc quatre températures et quatre rendements différents pour les machines.”



LA GRANDE PASSERELLE, SAINT-MALO (35)

RÉGION BRETAGNE

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFRAÎCHISSEMENT

2

Audace architecturale et... énergétique

Les origines... Proposer un pôle culturel bien inséré dans le nouveau quartier de la Gare émergeant dans le cœur de la cité, sans nuisance, économe et dans une démarche de durabilité : la volonté de la municipalité pour la Grande Passerelle. Cette construction surprenante et audacieuse constitue le barycentre de la culture malouine, lieu fédérateur de toutes les activités culturelles de Saint-Malo, et propose une performance énergétique qui garantit l'avenir.



DONNÉES TECHNIQUES

- Vingt-quatre sondes géothermiques verticales de 196 mètres de profondeur.
- Une pompe à chaleur eau/eau réversible fonctionnant en production de chaleur l'hiver et en climatisation (pour les cinémas) l'été.
- Puissance de la PAC : 212 kW chaud et 165 kW froid.
- 790 m² de panneaux photovoltaïques en toiture du bâtiment (sous forme de ruban), permettant de couvrir 75 % des consommations de la PAC.
- La distribution est assurée par plancher chauffant, CTA, radiateurs conventionnels et panneaux rayonnants à eau chaude.

> SURFACE DES LOCAUX :

6 500 m² de bâtiment neuf.

CHIFFRES

- Le coût global de l'opération est de 23 millions € HT.
- Les coûts d'investissement de la géothermie sont de 550 k€ HT (études + sondes + PAC) et de 980 k€ HT en intégrant l'installation complète (solution géothermie + appoint gaz + GTB).
- La subvention de l'ADEME apportée à la combinaison des solutions géothermie / photovoltaïque est de 200 k€.
- La PAC assure 100 % des besoins en rafraîchissement et 65 % des besoins en chaud.
- La consommation électrique de la PAC est compensée par la production électrique solaire.

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

Les émissions de gaz à effet de serre sont divisées par trois par rapport à une solution gaz/climatisation.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Ville de Saint-Malo

MAÎTRISE D'ŒUVRE :

Architecture Studio (architecte),
Arcoba (ingénierie)

BUREAUX D'ÉTUDE TECHNIQUE :

Burgeap

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :

ADEME

À la base du projet de la Grande Passerelle, une volonté politique forte de la municipalité de travailler sur le développement durable en s'appuyant sur un service ad-hoc et en engageant un bilan carbone et un plan climat où l'angle des énergies renouvelables est affirmé. À l'origine également, une opportunité d'appliquer ces principes : le nouveau quartier émergeant de terre en lieu et place de l'ancienne gare. C'est là que le nouveau pôle culturel doit être installé, d'emblée lancé dans une démarche HQE et associé à une labellisation THPE/EnR aux exigences fortes tant en matière d'enveloppe que de consommation énergétique. Dans le panel d'énergies renouvelables possibles, la chaufferie au bois est écartée pour éviter les nuisances pour les logements voisins, l'éolien considéré comme trop complexe en regard du site. Restent la géothermie et/ou le photovoltaïque qui, avec une aide à la maîtrise d'ouvrage HQE, sont inscrits dans le programme. Le projet présenté par Architecture Studio, combinant la géothermie à un ruban photovoltaïque est sélectionné. L'étude de faisabilité tranche entre les trois options de géothermie sur pieux, sur nappe et sur sondes en faveur de la dernière. Suit enfin un test grandeur nature pour caler le dimensionnement qui est réfléchi en fonction du rafraîchissement afin de couvrir 100 % des besoins, ceux en chaud étant trop importants sont couverts en complément par une chaudière au gaz. Le test montre également que les 48 sondes envisagées de 100 mètres de profondeur sont trop rapprochées. L'option sera donc d'en diviser le nombre par deux pour "tenir" dans la surface impartie. D'où la nécessité d'allonger les sondes à 196 mètres... (à noter, la réglementation applicable avant 2015 nécessitait une procédure d'autorisation et non une simple déclaration). Mais qui dit pompe à chaleur dit généralement consommation d'électricité. Or, la Bretagne est confrontée à un réseau fragile. D'où l'idée d'associer du photovoltaïque positionné sur un long ruban protégeant les cheminements piétons. Sur le papier, les

790 m² de panneaux devaient assurer 75 % des besoins électriques de la PAC. Dans les faits, la production est de 180 %. Autant dire que intelligent, audacieux, efficace et durable ne sont pas des qualificatifs usurpés !

UN CONSEIL POUR UN MAÎTRE D'OUVRAGE TENTÉ PAR L'ENTREPRISE ?

Éric Le Dù, ingénieur, Ville de Saint-Malo
"Travailler l'enveloppe pour être efficace énergétiquement : il est fondamental d'avoir un bâtiment performant. Il est également nécessaire d'être bien accompagné en prenant soin de choisir un bureau d'étude compétent en géothermie et CVC. En exploitation, il faut assurer un suivi rigoureux de l'installation via une gestion technique du bâtiment (GTB), permettant une régulation et un suivi performants pour une efficacité maximale. Enfin, et surtout, il faut une volonté politique forte, dès le départ."

Claire Espalieu, chargée de mission Grands projets et développement durable, Ville de Saint-Malo

Quel commentaire à l'usage ?

"L'élément le plus important est que l'on a divisé par trois les émissions de gaz à effet de serre par rapport à une solution gaz/climatisation. Il est difficile d'en avoir conscience car, pour l'usager, le confort est là mais le système est quasiment invisible. Nous avons donc beaucoup communiqué sur les enjeux énergétiques au moment du chantier et continué ensuite via un film grand public (<http://www.ville-saint-malo.fr/culture/pole-culturel-la-grande-passerelle/>). Nous avons construit un pôle culturel où la culture de l'énergie est importante."





LA GÉOTHERMIE DANS LES MAISONS DE RETRAITE ET ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ

3

Dans ces établissements, les besoins de chauffage et d'eau chaude mais également de rafraîchissement sont importants, notamment dans les maisons de retraite désormais soumises à de nouvelles exigences anti-caniculaires. Le recours au géocooling améliore le confort des usagers dans de bonnes conditions sanitaires, à un coût de fonctionnement des plus compétitif. Si la technologie est simple et rationnelle, elle suppose une bonne estimation des besoins énergétiques pour une configuration optimale du système. Des aides permettent de faire face au surcoût d'investissement, surcoût qui doit être également apprécié à l'aune des économies immédiates dans les factures de consommation.



Centre d'hébergement et de soins gériatriques à Rochefort, RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE	34
Centre hospitalier de Navarre à Evreux, RÉGION NORMANDIE	36
EHPAD Le Chabanou à la Courtine, RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE	38
Pôle de Santé d'Aiglemont, RÉGION GRAND EST	40



CHAUFFER ET RAFFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE
LA GÉOTHERMIE DANS LES MAISONS DE RETRAITE ET ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ

CENTRE D'HÉBERGEMENT ET DE SOINS GÉRIATRIQUES DE ROCHEFORT-SUR-MER (17)

RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE

**GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFFRAÎCHISSEMENT**

3

Une démarche volontariste pour des performances énergétiques au top !

La construction d'un nouveau centre d'hébergement et de gériatrie dans le cadre traditionnel du Plan Hôpital 2012.

À l'arrivée : la livraison d'un bâtiment d'avant-garde qui fait désormais référence dans le domaine public. Le surcoût a été possible car le maître d'ouvrage était conscient de l'impossibilité de construire un établissement prévu pour fonctionner au moins pendant 50 ans sans penser à son impact environnemental.



DONNÉES TECHNIQUES

- Trente-huit sondes verticales de 100 mètres de profondeur, espacées de 5 à 7 mètres.
- Une pompe à chaleur de type eau/eau d'une puissance de 300 kW.
- La distribution dans les bâtiments est assurée par plancher chauffant-raffraîchissant.
- Appoint prévu : chaudière à gaz.
- La géothermie assure 718 MWh/an de besoins en chaud avec la PAC et 156 MWh/an en froid avec le géocooling.
- 60 % de l'ECS est produite par des panneaux solaires.

> SURFACE DES LOCAUX :

12 000 m² de bâtiment neuf.

CHIFFRES

- Le coût de la géothermie a été de 1,3 M€ pour un investissement total de 18,3 M€.
- Subvention de l'ADEME et du FREE : 67 % de la part géothermie.
- Dépenses mensuelles énergétiques (2013) : 1 000 € en hiver, moins de 300 € en été pour maintenir une température de 23°C.
- Temps de retour sur investissement inférieur à 6 ans.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Centre Hospitalier de Rochefort

ARCHITECTE :

Chabannes & Partenaires

BUREAUX D'ÉTUDES :

Icade, Dominguez Energie

APPUIS TECHNIQUE ET FINANCIER :

FREE (Fonds Régional d'Excellence Environnementale Poitou Charentes), ADEME

Situé à proximité du centre-ville, le centre d'hébergement et de soins gériatriques mis en service en 2013 abrite un pôle médico-social et un pôle sanitaire comprenant notamment une unité Alzheimer, un secteur de consultations externes et un espace de kinésithérapie. Sa particularité réside dans ses performances énergétiques permises par une conception architecturale répondant aux exigences de la Réglementation Thermique (RT) 2012 et l'utilisation de ressources renouvelables. Pourtant, le budget initial prévu dans le cadre du Plan Hôpital 2012 ne permettait pas de prétendre à de la Haute Qualité Environnementale. Mais le recours au solaire thermique envisagé pour l'eau chaude et à la géothermie pour le chauffage et le rafraîchissement ne pouvait pas atteindre les économies escomptées sans une isolation correcte des bâtiments. Même si les dépenses liées à ces postes sont très importantes dans un établissement hospitalier, le surcoût immédiat d'une telle opération HQE est compensé à moyen terme par la réduction de la facture énergétique. L'inertie du bâtiment a donc été travaillée, un plancher chauffant intégré ainsi qu'une ventilation double flux et des pare-soleil : autant d'éléments qui contribuent à la maîtrise des températures et assurent un confort thermique régulé toute l'année. Si la présence d'une station thermale à proximité laissait augurer une géothermie par pompage sur nappe, les tests ont montré que le débit d'eau ne permettrait de couvrir que 30 % des besoins. La mise en place d'un champ de sondes offrait évidemment une alternative mais aussi... un surcoût supplémentaire pour lequel il a fallu, de nouveau, convaincre le conseil d'administration. Ce dernier a compris que cela permettrait de diviser la facture énergétique par deux. Et le souci écologique a également pesé dans la balance. À l'usage, les résultats sont à la hauteur des prévisions.

Et l'hôpital exploitant directement toute l'installation génie climatique, chauffage et eau sanitaire, est devenu une référence pour les projets de construction de bâtiments publics.

DEUX RÉCOMPENSES !

En 2010, le projet a reçu un prix bâtiment de la part des ministères de la Santé et du Développement durable pour avoir proposé une alternative pérenne aux énergies fossiles. Ce qui a conduit le Conseil régional à augmenter ses subventions. En 2014, il a remporté le trophée Hôpital durable pour ses performances énergétiques mais aussi pour avoir répondu aux exigences de la RT 2012... sans y être obligé.

Frédéric Wintzer, ingénieur hospitalier, chef de projet

“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 nécessaires pour chauffer des bâtiments à 23-24°C. En tenant compte des différentes aides, le surcoût peut être amorti au bout de 5 ou 6 ans”.



CENTRE HOSPITALIER DE NAVARRE, EVREUX (27)

RÉGION NORMANDIE

GÉOTHERMIE SUR NAPPE
POUR LE CHAUFFAGE

3

Architecte et entreprise, associés dès la phase de conception

La rénovation-reconstruction du centre hospitalier spécialisé de Navarre construit en 1870 devait répondre à de nombreuses contraintes liées à la spécificité du public accueilli et à l'importance de l'architecture dans la mémoire collective tout en intégrant le recours à une énergie renouvelable. Un appel d'offre en conception-réalisation a permis d'associer d'emblée architecte et entreprise qui ont relevé le défi en proposant un projet adapté au contexte où la géothermie assure 90 % des besoins énergétiques.



DONNÉES TECHNIQUES

- Deux forages sur nappe dont un de pompage profond de 40 mètres et un d'injection à 45 mètres réalisé à une centaine de mètres du premier.
 - Débit d'exploitation de l'eau de nappe : 120 m³/heure.
 - Travaux de forage ayant bénéficié de la garantie AQUAPAC.
 - Deux pompes à chaleur CARRIER d'une puissance totale de 880 kW (sans les travaux d'isolation, cette puissance aurait dû être de 1 MW).
 - La distribution de la chaleur est assurée par plancher chauffant basse température pour les chambres, et par ventilation par double flux hygiénique traversant tous les locaux.
 - Le préchauffage de l'ECS est assuré par la géothermie ; un appoint électrique par cumulus étant situé dans chaque pavillon.
- > SURFACE DES LOCAUX :
23 000 m² en neuf et 11 000 m² en rénovation.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Centre Hospitalier spécialisé de Navarre

MAÎTRISE D'ŒUVRE : Atelier d'architecture Carpentier Decrette

BUREAUX D'ÉTUDES TECHNIQUE :

EGIS bâtiment Centre Ouest
G2H Conseils - Géothermie

INGENIERIE ÉCONOMIQUE : Reber

ENTREPRISE GÉNÉRALE : Léon Grosse

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :

ADEME

CHIFFRES

- Coût global de l'opération : 60 M€
- Le lot chauffage géothermie a coûté environ 1 100 k€ aidé à hauteur de 330 k€ (30 %) par le Fonds Chaleur de l'ADEME.

Garder l'imposante façade donnant sur la route départementale ou faire en sorte qu'aucune tuyauterie ne soit apparente et qu'aucun radiateur ne soit installé dans les chambres pour prendre en compte le fait que les lieux accueillent des malades psychiatriques ne sont finalement que les plus simples contraintes auxquelles le projet de rénovation du centre hospitalier spécialisé de Navarre a dû satisfaire.

Associés d'emblée pour répondre à un appel d'offre portant sur la conception réalisation, l'entreprise Léon Grosse et le cabinet d'architecture Carpentier Decrette ont travaillé très en amont la solution géothermique mais également l'isolation du bâtiment où ils ont appliqué pour la première fois à grande échelle un procédé novateur : "isovoile". Proposant un mur "sandwich" alternant béton et isolant, cette technique supprime l'ensemble des ponts thermiques et permet d'obtenir une continuité thermique très performante. Réalisée sur site sans préfabrication, cette méthode de production favorise également une production locale en filière courte.

La pré-étude en géothermie a attesté d'un potentiel favorable. Les études concernant les besoins énergétiques de l'installation et son dimensionnement ont pu commencer, suivies par un travail sur le positionnement des forages, la profondeur, la puissance des pompes etc. Sans oublier les procédures liées à l'autorisation. Une démarche longue, d'un an environ, mais qui menée consciencieusement n'a pas posé de problème particulier.

Livrées en juillet 2013, les techniques se révèlent, à l'usage, très positives et les performances thermiques sont mêmes meilleures que prévu !

TÉMOIGNAGES

Olivier Grière, bureau d'études géothermie G2H conseils

"Il était nécessaire de prendre des garanties. Nous avons donc soumis notre dossier à la garantie AQUAPAC

qui permet de couvrir les risques géologiques qui pourraient faire que les objectifs nécessaires au projet ne sont pas atteints. Notre dossier a été jugé recevable et nous avons donc pu bénéficier de cette assurance".



Yann Bessière, directeur des travaux chez Léon Grosse

"Malgré son coût initial important, la mise en place de la géothermie est facilitée par les subventions. Par ailleurs, la géothermie permet un temps de retour sur investissement relativement court en raison des économies qu'elle entraîne en phase d'exploitation. C'est toutefois conditionné par le fait d'avoir un bâtiment avec une forte inertie thermique qui permet de limiter les variations brusques de température".

Étienne Le Brun, ingénieur énergies renouvelables, ADEME

"Par le biais du Fonds Chaleur, l'ADEME a subventionné ce dossier à hauteur de 30 %. Nous sommes à l'écoute de tous les projets de chauffage de bâtiments via des énergies renouvelables pour fournir aux maîtres d'ouvrage une expertise technique sur leur dossier, analyser la rentabilité de leur proposition et les soutenir grâce au Fonds Chaleur qui bénéficie de nouveaux moyens pérennisant notre démarche".



EHPAD LE CHABANOU, LA COURTINE (23)

RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFRAÎCHISSEMENT

3

Un solide travail en amont qui se révèle payant

À l'origine... Dans le cadre d'une démarche durable du maître d'ouvrage comme de l'exploitant, la géothermie est rapidement envisagée pour le nouvel Ehpad de la Courtine. Avec des tests en amont qui révèlent des capacités encore meilleures qu'espérées.



DONNÉES TECHNIQUES

- *Vingt-six sondes de 100 mètres de profondeur.*
- *Trois pompes à chaleur réversibles de type eau glycolée-eau STIEBEL ELTRON de 69 et 55,8 kW de puissance thermique.*
- *Le réseau de chauffage de l'EHPAD est constitué d'un plancher chauffant basse température et de radiateurs, qui peuvent également servir pour rafraîchir les bâtiments en été.*
- *Le système couvre l'ensemble des besoins calorifiques du bâtiment.*

> SURFACE DES LOCAUX :

2 585 m² de bâtiment construit en 2012.

CHIFFRES

- *Coût total de la construction : 4 000 000 € HT dont environ 200 000 € HT pour la géothermie (forages et sondes : 128 400 € HT; PAC : 70 000 € HT).*
- *Aides : ADEME (10 800 €), plan local de redynamisation, Conseil départemental.*
- *Temps de retour sur investissement : 9 ans.*

> ÉCONOMIE PAR RAPPORT À SOLUTION FIOUL :

21 000 € / an.

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

70 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

Inscrit dans le schéma départemental en faveur des personnes en perte d'autonomie, l'établissement hospitalier pour personnes âgées dépendantes (Ehpad) le Chabanou est une construction neuve rattachée et exploitée par l'hôpital d'Aubusson.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Communauté de communes des sources de la Creuse

CONDUITE D'OPÉRATIONS ET MAÎTRISE D'OUVRAGE DÉLÉGUÉE : SEAU

ARCHITECTE :

Cabinet Monique Barge

BUREAU D'ÉTUDES :

LARBRE Ingénierie (fluides),
Antea group (sous-sol)

ENTREPRISE : CMT Forage

APPUIS TECHNIQUE ET FINANCIER :

ADEME, Région Limousin,
Conseil départemental de la Creuse

Livrée à l'automne 2012, elle propose 27 lits pour personnes dépendantes et 13 lits pour une unité Alzheimer. D'emblée, la question de l'énergie s'est posée car le site n'était pas desservi par le réseau de gaz naturel et parce que la Communauté de communes comme l'hôpital d'Aubusson mènent une politique de développement durable. Une étude comparative multi énergies a donc été réalisée par un bureau d'étude à la lecture de laquelle les élus ont pu choisir. L'option géothermique permettant chauffage et rafraîchissement leur semble intéressante car elle assure le confort des usagers mais aussi des conditions sanitaires optimales ne passant pas par la ventilation qui peut favoriser le transport des bactéries. Ils demandent à la société Antea une étude de pré-faisabilité pour l'utilisation de la nappe phréatique. Celle-ci conclut à la nécessité de recourir à des sondes. C'est alors un test de réponse thermique qui est effectué par la société Bio Energies Diffusion. Ces nombreuses étapes sont nécessaires pour trouver la meilleure solution et configurer au mieux un système qui sera extrêmement performant. Dans le cas de l'Ehpad du Chabanou, ce test permet de voir que le sous-sol offre des performances largement supérieures à la moyenne française et de dimensionner l'installation, en l'occurrence avec 26 sondes verticales seulement. Soit 30 % de budget forage en moins par rapport aux premières estimations, assurant un retour sur investissement en moins de 10 ans et permettant de convaincre encore plus facilement le maître d'ouvrage. Les 260 MWh de besoins annuels en chauffage sont donc assurés par la géothermie qui dessert trois pompes à chaleur réversibles, rafraîchissant les locaux en été, garantissant le confort des usagers installés dans de charmantes unités aux façades blanches et aux toits gris ardoise.

LE COÛT POUR LES SONDES A PU BAISSER DE 30 %

Gérard Péan, directeur technique de LARBRE Ingénierie

Pourquoi les performances du sol se sont-elles révélées très intéressantes et qu'est-ce que cela a permis ?

“La présence d'un socle granito-gneissique et celle d'eau dans les couches de surface permettent une très bonne conductivité thermique. L'énergie récupérable est ainsi de 70 Watts par mètre linéaire quand la moyenne nationale se situe autour de 40. Plus l'énergie récupérable est importante moins on a besoin de sondes pour la récupérer. Sur ce chantier, les coûts de forage initialement prévus ont ainsi pu baisser de 30 %.”

Cela s'est vu grâce au test de réponse thermique ?

“Oui, c'est ce test qui permet d'obtenir la conductivité réelle du sol et ainsi de dimensionner au plus juste le nombre et l'implantation des sondes géothermiques.”

Un test qui s'ajoute à d'autres études en amont ?

“Une première étude a eu pour objet de comparer différentes solutions énergétiques potentiellement envisageables sur le site : des énergies fossiles, bois, aérothermie, géothermie... Elle permet de regarder les coûts d'investissement en rapport des dépenses énergétiques et de calculer ainsi les temps de retour sur investissement pour chaque solution. C'est ainsi que l'on a vu qu'une option biomasse supposait des investissements supplémentaires en termes de chaufferie et de silo car se posait un problème d'accessibilité du site pour la livraison.”



PÔLE DE SANTÉ D'AIGLEMONT (08)

RÉGION GRAND EST

3

Petit mais ... exemplaire !

Regrouper dans un même lieu les cabinets des différents praticiens médicaux, la pharmacie mais aussi un logement de fonction pour développer l'accès aux soins dans une zone de désert médical tout en ayant une démarche environnementale exemplaire : telle était l'ambition de la petite commune d'Aiglemont, adhérente de l'association des maires pour l'environnement et le développement durable.

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFRAÎCHISSEMENT



DONNÉES TECHNIQUES

- Onze sondes verticales de 80 mètres de profondeur, espacées de 10 mètres et disposées en L.
- Une pompe à chaleur réversible de 74 kW en chaud et 40 kW en froid.
- Une chaudière à gaz de 45 kW pour l'appoint.
- La distribution est assurée par plancher chauffant-rafraîchissant et radiateurs basse température pour le chauffage et le rafraîchissement par géocooling.

> **SURFACE DES LOCAUX :**
750 m² de bâtiment neuf.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Commune d'Aiglemont

BUREAU D'ÉTUDE :
Saunier et Associés

ENTREPRISE :
Cha.S.A.C Perrin

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :
ADEME, Région Champagne-Ardenne

CHIFFRES

- Coût du poste chauffage et géothermie : 175 k€.
- Ingénierie : 20 k€.
- Subventions : 62 k€ par l'ADEME et la Région Champagne-Ardenne.

> **ÉCONOMIE :**
• 2 300 € par an.
• Temps de retour sur investissement : 11 ans.

> **GAIN ENVIRONNEMENTAL :**
21 tonnes équivalent CO₂ évitées par an, soit 70 % d'émissions de gaz à effet de serre en moins par rapport à une chaudière gaz.

Médecins, dentistes, kinésithérapeutes, infirmières... regroupés dans un bâtiment neuf : le pôle de santé d'Aiglemont a été livré en octobre 2007. Les caractéristiques du site et le besoin de produire, avec un seul système du chaud et du froid, ont rapidement orienté les choix vers la géothermie, d'autant que la présence proche d'un site de captage d'eau potable laissait espérer la présence d'une nappe. Mais un test grandeur nature révèle un débit d'eau insuffisant pour répondre aux besoins énergétiques. Une étude de faisabilité explore alors la possibilité de la géothermie sur champs de sondes verticales. Un test de réponse thermique est réalisé sur une sonde test afin de vérifier la capacité du sol à échanger de la chaleur avec les sondes. Les résultats de ce test permettent ensuite de simuler le comportement thermique du sous-sol sur une période de 25 ans.

Le dimensionnement du champ de sondes en regard des besoins et du comportement du sous-sol est évidemment fondamental. Cependant, le mieux peut être l'ennemi du bien. Le maître d'ouvrage s'est en effet "contenté" de couvrir 90 % des besoins de chaleur par la géothermie, complétant avec un appoint gaz. Viser le 100 % aurait en effet demandé l'installation d'une pompe à chaleur plus puissante et un nombre de sondes plus important. Autant d'éléments pouvant nuire à la rentabilité économique de l'opération. Pour le froid, le système de géocooling a permis de s'affranchir d'une climatisation en captant directement la fraîcheur du sous-sol sans utiliser la PAC.

Neuf ans plus tard, le système donne entière satisfaction et des résultats supérieurs à ceux estimés dans les simulations. Moins de pollution, moins de dépenses énergétiques.

NAPPE OU SONDES

Philippe Decobert, maire d'Aiglemont
Comment avez-vous pensé à cette option géothermique ?

"Depuis que nous avons arrêté notre Plan local d'urbanisme en 2005, nous veillons à ce que chaque permis de construire porte une source d'économie énergétique. Le village tirant son nom de la présence de nombreuses nappes souterraines, la géothermie nous est vite apparue comme une option intéressante pour ce bâtiment de 700 m². Certes, la localisation du centre de santé s'est avérée être un des rares endroits où l'eau n'était pas en quantité suffisante mais nous avons pu basculer sur un système de sondes."

Le coût n'a pas été un problème pour une petite commune comme la vôtre ?

"Non car l'ADEME et le Conseil régional nous ont accordé des subventions qui ont permis d'assurer le surcoût de cette solution performante. Une performance qui, à l'usage, permet d'avoir des factures énergétiques acceptables. Ce qui nous a servi d'argument pour demander un loyer "normal" sachant que, dans le contexte des déserts médicaux, la tendance est de négocier les loyers à la baisse."

Un conseil ?

"S'entourer d'un bureau d'études spécialisé car la géothermie ne s'improvise pas et veiller à avoir une entreprise compétente à proximité en capacité de réagir vite si nécessaire. Quand nous avons lancé le projet, la géothermie en était à ses balbutiements dans les Ardennes, il nous a donc fallu aller chercher des compétences à l'extérieur du département. Mais nous avons veillé à ce qu'il y ait un transfert de compétences auprès de l'entreprise Perrin, installée sur Aiglemont, qui a réalisé le chantier à l'exclusion des forages et assure le suivi."





LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE ET LES BUREAUX

4

Les bureaux d'une entreprise, ceux d'une administration, un espace voué à l'exploitation ou à l'accueil du public... Le tertiaire recouvre une multitude de fonctions. Mais en point commun se trouvent des charges internes importantes liées aux équipements bureautiques et informatiques ou à l'éclairage et qui supposent des besoins en chaud et en refroidissement élevés et parfois simultanés.

D'où l'intérêt de la géothermie, du recours à une pompe à chaleur et à un système adapté de gestion technique du bâtiment qui permettent de transférer des calories d'une zone chaude à une zone froide et... vice-versa. Efficace et confortable : un ticket gagnant !



Centre de maintenance du Tram Tours, RÉGION CENTRE-VAL-DE-LOIRE	44
CPAM de Bayonne, RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE	46
Data Center Eolas à Grenoble, RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES	48
Hôtel de ville de Beaumont, RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES	50
Siège social de Bénéteau, RÉGION PAYS DE LA LOIRE	52



CHAUFFER ET RAFFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE
LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE ET LES BUREAUX

CENTRE DE MAINTENANCE DES TRAMWAYS, TOURS (37)

RÉGION CENTRE-VAL-DE-LOIRE

GÉOTHERMIE SUR PIEUX POUR LE
CHAUFFAGE ET LE RAFFRAÎCHISSEMENT

4

Se servir de la structure du bâtiment pour faire de la géothermie

À l'origine... Chargé d'organiser les transports en commun à l'échelle des 25 communes de l'agglomération de Tours, le SITCAT lance un projet de construction de tramway dont la première ligne est inaugurée en 2013 et une seconde prévue à horizon 2020. Le poste de commande centralisé ainsi que le centre de maintenance sont installés au nord de la 1^{re} ligne : un espace conçu dans une démarche BBC où le système de chauffage et de rafraîchissement des bâtiments se fait par la géothermie.



DONNÉES TECHNIQUES

- Cinquante-quatre pieux géothermiques de 15 mètres de profondeur, installés sous la zone des bureaux.
- Une pompe à chaleur et chaudière gaz à condensation pour l'appoint et l'ECS.
- La distribution du chaud et du rafraîchissement par géocooling est assurée par des panneaux rayonnants fixés au plafond et des ventilo-convecteurs.

> **SURFACE DES LOCAUX :**
7 870 m² de bâtiment neuf.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
SITCAT

MAÎTRE D'OUVRAGE DÉLÉGUÉ :
Cité tram

MAÎTRISE D'ŒUVRE : EGIS

BUREAU D'ÉTUDE : ECOME ingénierie

APPUIS TECHNIQUE ET FINANCIER :
Région Centre, Communauté
d'agglomération Tour(s) Plus, État,
Europe (FEDER)

CHIFFRES

- Le coût total de l'opération est de 15 M€ dont 145 k€ HT pour la solution géothermique avec 75 k€ HT pour l'équipement thermoactif des pieux et 50 k€ pour la PAC.

> **ÉCONOMIE :**
1,10 € HT/m² par rapport à une chaudière à gaz.

> **GAIN ENVIRONNEMENTAL :**
5,75 kg équivalent CO₂/m² évitées chaque année.

© Cyril Chigot



Une construction élégante tout de blanc et de verre où se concentrent le poste de commande centralisé qui supervise l'ensemble des bus et tramway de l'agglomération tourangelle mais également des bureaux et le centre d'entretien et de remisage des 21 rames actuellement en service : le centre de maintenance de Tours a été inauguré en 2012.

Cette construction s'est faite selon une démarche Bâtiment Basse Consommation (BBC) avec un soin particulier apporté à l'orientation et l'isolation des bâtiments, la mise en place d'un système de récupération des eaux de pluie pour le lavage des rames avec des eaux sales ensuite recyclées, mais également un travail approfondi sur les systèmes énergétiques.

1 500 m² de panneaux photovoltaïques ont été installés et le chauffage et le rafraîchissement sont assurés par la géothermie.

Pour ce faire, le maître d'ouvrage a opté pour un système totalement innovant dans la région Centre : des fondations thermoactives. 10 % des 500 pieux qui constituent les fondations de la structure ont été équipés de tubes en PEHD (polyéthylène haute densité) dans lesquels circule un fluide caloporteur (eau ou eau glycolée). Ce fluide permet les échanges de calories avec le sol et les apporte à la pompe à chaleur qui assure les 48 MWh nécessaires au chauffage et les 14 MWh en froid.

Les économies sont au rendez-vous : tant sur le plan des émissions de CO₂ avec 5,75 kg par m² évités chaque année, que financier : les charges d'exploitation étant réduites à 1,10 € HT / m². Ce qui, conjugué aux faibles investissements de départ liés au système de pieux, permet d'afficher un temps de retour sur investissement de seulement 8 ans.

“NE PAS AVOIR À INVESTIR DANS LES FORAGES”

Jean-Baptiste Bernard, gérant de géothermie professionnelle - ECOMÉ
“Le principe des fondations géothermiques est d'utiliser directement les structures des bâtiments, qu'il s'agisse des pieux de fondation, des radiers ou des parois moulées, pour capter l'énergie du sol, en hiver pour chauffer ou, à l'inverse, réinjecter des calories afin de rafraîchir en été. L'intérêt de ce système est de capitaliser sur les structures du bâtiment et donc de ne pas avoir à investir dans les forages pour mettre les tubes. On peut ainsi avoir une économie assez substantielle à la mise en œuvre.”

À NOTER

En tant que système innovant, ce dispositif sur pieux énergétiques a bénéficié d'une appréciation technique d'expérimentation (ATEX) du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. L'objectif est d'évaluer le procédé en suivant et analysant tous les paramètres de pression, température ou débit. Suite à la réalisation de plusieurs opérations similaires, le CSTB a émis un avis technique qui intègre la conception et la mise en œuvre de ces systèmes.

À SAVOIR

Les structures thermoactives sont utilisées en Autriche depuis près de trente ans et en Allemagne, en Suisse et en Angleterre depuis une quinzaine d'années avec de nombreuses références telles que l'aéroport de Zurich, le centre Columbus à Vienne, la banque Norddeutsche à Hanovre.



CPAM DE BAYONNE (64)

RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE

GÉOTHERMIE SUR NAPPE POUR LE
CHAUFFAGE ET LE RAFRAÎCHISSEMENT

4

La ressource en eau : un élément indispensable à prendre en compte

En septembre 2004, un des plus gros cumulus de ce grand bâtiment construit en 1985 sur les bords du fleuve Adour explose dans l'aile ouest, entraînant une rénovation totale des lieux. Dans le cadre de la déclinaison du plan climat au niveau départemental, une réflexion est menée sur le système de chauffage à adopter. Jusque là, le chauffage se faisait au fioul.



DONNÉES TECHNIQUES

- Quatre forages produisant 30 m³/h pour parvenir aux 120 m³/h requis ; deux forages supplémentaires pour limiter les risques de rabattement de la nappe et limiter les effets de la forte teneur en fer.
En fonctionnement depuis 2008.
- Eau de la nappe prélevée à 12°C en hiver et à environ 20°C en été.
- Deux thermo-frigo pompes de type eau/eau qui alimentent un système de distribution 4 tubes desservant plus de 300 ventilo-convecteurs.

> SURFACE DES LOCAUX :

7 455 m² chauffé et refroidi.
Bâtiment rénové.

CHIFFRES

- Un contrat de maintenance préventive a été mis en place afin d'éviter la dégradation des ouvrages sous l'effet du fer de la nappe.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

CPAM

BUREAU D'ÉTUDE SOUS-SOL :

Antea Group

FOREUR :

Roquebert

La CPAM de Bayonne est située sur les bords du fleuve Adour, dans un bâtiment complexe comportant trois façades vitrées orientées à la fois vers le nord et vers le sud. Cette orientation mixte a nécessité l'installation d'un chauffage et d'une climatisation devant parfois fonctionner simultanément.

Après l'explosion d'un des cumulus en 2004, le choix se porte sur la géothermie afin de tirer parti du potentiel de l'Adour d'autant qu'une étude datant de la construction du bâtiment en 1985, révélait la présence d'un aquifère sableux. Mais une nouvelle étude menée en 2005 montre que cet aquifère est peu épais et peu productif et préconise une prise d'eau directe dans l'Adour, au droit du site. Celle-ci est réalisée mais c'est un échec : envasement et découverte du terrain à marée basse empêchent le système de fonctionner correctement. Après deux nouveaux forages infructueux, les obstacles liés à ce sous-sol sableux, peu productif et avec une eau riche en fer, sont surmontés avec l'intervention d'un bureau d'étude hydrogéologique spécialisé.

La ressource trouvée, c'est désormais sur les ouvrages qu'il faut se pencher, avec des matériaux adaptés à la forte minéralisation (fer et chlorures) des eaux (inox 316L et PVC) et dotés d'un équipement de captage performant (crépines à fil enroulé).

La mise en service est effectuée en juillet 2008. Cet important travail en amont a payé puisque le système donne entière satisfaction et les premières opérations de maintenance ont montré un parfait état des forages.

PLUS FACILE DE CAPTER UNE NAPPE SUPERFICIELLE ?

Pas forcément. Il est parfois plus facile de capter à 300 mètres de profondeur qu'à 30 mètres. À faible profondeur, se posent fréquemment des problèmes de débit, de rabattement de la nappe, de teneur en fer et d'arrivées de particules fines. Les ouvrages captant des nappes superficielles requièrent donc souvent davantage de réflexion et d'attention dans leur mise en œuvre. Il est indispensable d'étudier la disponibilité de la ressource et d'adapter les ouvrages aux enjeux en faisant appel à des bureaux d'études spécialisés dès les phases d'avant-projet.



ENSEIGNEMENT

Le choix de la géothermie a connu une *"histoire mouvementée"* pour reprendre la formule d'**Isabelle Senoble**, directrice adjointe de la CPAM qui souligne a posteriori *"la nécessité de recourir dès l'origine du projet à un bureau d'études expert du domaine ou de s'assurer que le maître d'œuvre s'entoure de compétences"* afin de *"disposer de conseils avisés pour la solution à retenir, le choix du foreur, la coordination des travaux et la maintenance des installations"*.



CHAUFFER ET RAFFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE
LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE ET LES BUREAUX

DATA CENTER EOLAS, GRENOBLE (38)

RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

GÉOTHERMIE SUR NAPPE POUR
LE RAFFRAÎCHISSEMENT

4

Le premier green datacenter à haute performance

Construire un data center qui consomme le moins possible pour son refroidissement qui, derrière l'informatique, est le plus gros poste de consommation énergétique de ce type de structure : telle était l'ambition de Eolas, filiale de Business & Decisions à Grenoble. L'option géothermie se révèle pertinente dans un projet pensé très en amont et de manière globale pour optimiser toutes les étapes, de l'enveloppe jusqu'au process.



DONNÉES TECHNIQUES

- Deux puits de 30 mètres de profondeur, l'un pour le pompage, l'autre pour la réinjection
- Température de la nappe : de 13°C à 14°C selon les saisons.
- La température à la réinjection est de 2 à 10°C supérieure à la température de prélèvement.

> TYPE DE PRODUCTION :

Production d'air refroidi à partir d'un simple échangeur à plaques ; pas de PAC.

> SURFACE DES LOCAUX :

800 m².

> ÉCONOMIE EN FONCTIONNEMENT :

Consommation électrique divisée par 10 par rapport à une solution de groupe frigorifique classique.

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

10 fois moins de tonnes de CO₂ émises qu'avec une solution classique sur groupe frigorifique.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Schneider Electric

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :

Intel, Engie, Caisse de dépôt et consignation

Un bâtiment connecté au monde entier, qui héberge des serveurs informatiques administrés en direct ou proposés à des clients : le data center Eolas à Grenoble, une des trois infrastructures d'hébergement du groupe Business & Décision en Europe. D'emblée, le partenaire Intel démontre que les green data center qui se développent aux Etats-Unis sont une bonne option pour la France. Le projet est alors travaillé de manière globale.

Les locaux tout d'abord : une ancienne friche aux murs de 2 mètres d'épaisseur complétés par des brise-soleil photovoltaïques pour offrir une bonne inertie thermique. Les process ensuite, optimisés avec les partenaires, comme des transformateurs à huile végétale ou des onduleurs à haut rendement pour consommer le moins possible. La philosophie également, avec une acceptation d'une température d'air dans les salles informatiques à 25°C et non 18°C comme cela se pratiquait habituellement, ce que supportent les serveurs et permet de consommer moins. Le dimensionnement enfin, en gardant en tête que l'informatique évolue constamment et que les tendances sont à la baisse de consommation mais à l'augmentation de la densité. C'est dans ce cadre général que s'insère la géothermie. Ici, le principe est celui de la simplicité : pas de PAC, mais un échangeur à plaques derrière lequel est installé un système en boucle fermée où l'eau circule à destination des climatisations équipées de ventilateurs qui font circuler un air refroidi.

Dans cette logique "globale", Eolas a déjà imaginé pouvoir utiliser la chaleur avant la réinjection dans la nappe en la proposant à des voisins, pour des process industriels. Autant d'idées qui ont été envisagées sans jamais voir le jour mais qui, pour autant, restent dans les tiroirs en attendant la bonne opportunité.

TRÈS SIMPLE DANS L'UTILISATION ET LA MAINTENANCE

Bruno Touzain, Responsable Datacenters Eolas

Votre appréciation, après usage, de la géothermie ?

"Nous sommes très contents de ce système, très simple dans l'utilisation et la maintenance. Bien sûr, il faut surveiller les puits, les niveaux d'eau et leur qualité, conserver l'historique des températures et des pressions ou encore les tuyauteries. Mais rien de bien compliqué en regard de la maintenance de systèmes plus traditionnels. Il est également très économe. Comparée au système de secours, sa consommation en électricité est dans un rapport de 1 à 10. Certes, il y a l'investissement initial. Mais, mis à part les deux puits, il ne s'agit que de tuyauterie et de pompe puisque nous avons opté pour un système passif, sans PAC. Rien d'excessif donc."

À SAVOIR

Dans un data center, tout est doublé pour assurer la continuité de service. Il y a donc deux pompes, un groupe frigorifique au cas où et même un groupe électrogène en cas de rupture de la fourniture électrique. Ces équipements ne fonctionnent que durant les périodes de tests ; seul moment où l'entreprise émet du carbone. Pour contrebalancer cette émission, une centrale solaire a été installée sur le toit ; sachant que, de plus, Eolas exige une électricité verte (hydroélectricité, photovoltaïque) de la part de son distributeur.



HÔTEL DE VILLE, BEAUMONT (63)

RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFRAÎCHISSEMENT

4

Une rénovation en toute discrétion, une extension en toute efficacité... énergétique

Conserver le bâtiment historique, créer une extension qui s'intègre naturellement à son environnement et dont l'ensemble soit exemplaire du point de vue du développement durable et cohérent avec l'éco-quartier environnant : telle était la démarche de la commune de Beaumont lors de la rénovation de sa mairie. La géothermie s'est imposée, appropriée à l'extension neuve comme à la rénovation, en toute discrétion, de la partie historique.



DONNÉES TECHNIQUES

- Onze sondes de 100 mètres de profondeur.
- Une pompe à chaleur réversible de type eau/eau d'une puissance thermique de 80 kW et d'une puissance frigorifique de 59 kW.
- Coefficient de performance (COP) de 3,85 (en mode chauffage).
- La distribution est faite par plancher-chauffant dans le bâtiment neuf, radiateurs à eau conservés dans le bâtiment rénové et ventilation double flux.

> SURFACE DES LOCAUX :

715 m² en rénovation et 1 107 m² en neuf, chauffés par la PAC géothermique et rafraîchis par géocooling en été.

CHIFFRES

- Le coût de la géothermie a été de 102 000 € sur un investissement total de 5 385 174 € TTC.
 - Subventions : 30 622 € de ADEME et FEDER.
 - Temps de retour sur investissement estimé à 14 ans.
- > GAIN ENVIRONNEMENTAL :
- 6 tonnes équivalent CO₂ évitées par an (par rapport à une solution combinée chaudière gaz naturel et climatiseurs).

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Ville de Beaumont

ARCHITECTE :
Bruhat & Bouchaudy

FOREUR :
Clément Gourbière

BUREAU D'ÉTUDES FLUIDES :
I.T.F.

APPUIS TECHNIQUE ET FINANCIER :
ADEME, FEDER

Un bâtiment magnifique – une maison de maître de 1884 – mais inaccessible aux personnes à mobilité réduite, trop étroit pour accueillir l'ensemble des services municipaux ou des administrés, mal isolé, énergivore et donc incompatible avec les exigences d'un éco-quartier... La mairie de Beaumont a fait l'objet d'un vaste chantier d'extension rénovation.

1 107 m² ont été ajoutés dans une construction BBC principalement composée de verre et de bois avec une toiture végétalisée afin d'atteindre les performances énergétiques escomptées. Dans le bâtiment existant, l'essentiel des investissements a porté sur une amélioration de l'isolation permettant de conserver les émetteurs de chaleur existants.

La géothermie a été retenue pour le chauffage et le rafraîchissement de l'ensemble des locaux. La production de chaleur est assurée par une PAC sur champ de sondes et diffusée par plancher-chauffant dans le bâtiment neuf et par les radiateurs à eau dans l'ancien. En été, cette PAC bipassée bascule pour un échange direct en géocooling tandis qu'une batterie à eau installée sur le soufflage de la ventilation rafraîchit la partie existante. Cependant, elle peut également assurer une production de froid en cas de forte chaleur estivale. Seul le local serveur est équipé d'un climatiseur.

Ces enjeux énergétiques et écologiques ont été conjugués avec de grandes ambitions sociales, culturelles et participatives : gestion des déchets de chantier, clauses d'insertion professionnelle dans les contrats, animation d'un chantier-école avec l'AFPA, animations culturelles... Sans oublier le choix volontaire d'éco-matériaux dans une logique de circuits courts avec une charpente lamellé-collé réalisée en épicea, fabriquée dans le Limousin, l'habillage bois intérieur arrivant de la Loire voisine ou la pierre de dallage du parvis provenant de la carrière de Chambois dans le Puy-de-Dôme...

Une opération en tous points exemplaire et qui, depuis sa livraison en automne 2013, donne entière satisfaction.

UNE INSTALLATION VIABLE

François Saint-André, maire de Beaumont et vice-président de Clermont-Communauté (jusqu'en mars 2014)

“Nous avons fait le choix de la géothermie car le bâtiment se devait d'être exemplaire par la qualité de son enveloppe thermique et l'opportunité d'avoir de la chaleur et du rafraîchissement en anticipation de changements climatiques prévisibles. Notre volonté était de rechercher une énergie renouvelable et une empreinte carbone et environnementale la plus faible possible. Enfin, le retour sur investissement pour ce bâtiment étant inférieur à la durée de vie probable d'un bâtiment public, ce type d'installation était viable”

IDÉES REÇUES IL FAUT TOUT CHANGER...

Non. La géothermie peut aisément être adaptée dans des bâtiments existants où un remplacement des émetteurs n'est pas nécessaire. Ici, grâce à l'amélioration de l'isolation, les radiateurs à eau existants dans l'ancienne mairie ont pu être conservés pour le chauffage.



CHAUFFER ET RAFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE
LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR TERTIAIRE ET LES BUREAUX

SIÈGE SOCIAL DE BÉNÉTEAU, SAINT-GILLES CROIX DE VIE (85)

RÉGION PAYS DE LA LOIRE

4

Beau, efficace et confortable

Trouver un équipement de chauffage et de ventilation qui soit réellement écologique, qui propose une ambiance de travail de bon niveau avec un fonctionnement simple et garanti sur le long terme : pour son siège social réalisé en 2013, Bénéteau a choisi la géothermie.

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFRAÎCHISSEMENT



DONNÉES TECHNIQUES

- *Vingt-trois sondes de 100 mètres de profondeur espacées de 10 mètres.*
- *Une pompe à chaleur CEME MOREAU d'une puissance de 127 kW pour le chaud (76 % des besoins), et 119 kW pour le froid (100 % des besoins).*
- *La distribution de la chaleur et du rafraîchissement est assurée par poutres froides.*
- *Appoint au gaz naturel pour le chauffage.*

> **SURFACE DES LOCAUX :**
3 000 m² de bâtiment neuf.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Bénéteau, constructeur naval

MAÎTRE D'OUVRAGE DÉLÉGUÉ :
Beri 21

FOREUR :
TRAFORDYN

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :
ADEME

CHIFFRES

- *Investissements : 250 000 € HT (géothermie).*
- *Subventions : ADEME : 59 200 €.*
- *Temps de retour sur investissement : 15 ans.*

Bénéteau est l'un des plus anciens constructeurs de bateau au monde à majorité familiale. Depuis ses premiers pas en 1884, l'entreprise a su s'adapter, innover, oser, s'agrandir... au point d'être désormais un véritable groupe. Mais quand en 2003 la nécessité de construire un siège social à la hauteur des nouveaux enjeux se fait jour, c'est à l'entrée du port de Saint-Gilles Croix de Vie que la décision est prise de l'installer. Là où les anciens ont traité leurs premières affaires, où les parents ont initié les enfants au goût de la construction navale.

Au bout de la jetée, 10 ans plus tard, un magnifique siège social est inauguré, bâtiment moderne et innovant, où il fait bon... travailler. Pour produire du chaud en hiver et du frais en été, l'option a été la géothermie. 23 sondes géothermiques verticales vont permettre d'assurer totalement le rafraîchissement et partiellement le chauffage qui est complété par un appoint au gaz naturel.

23 sondes espacées de 10 mètres, cela représente un champ de 2 000 m². Le champ a été placé côté route, devant le bâtiment, et est totalement végétalisé. Au final, nulle trace de la présence des sondes et "l'occupation" du système géothermique se résume au local technique où se trouvent la PAC et tous les éléments de plomberie qui vont permettre de renvoyer le chaud ou le froid vers chaque espace en fonction des besoins via des poutres de distribution.

RÉALISER LES SONDES

Dominique Guilloré, directeur de TRAFORDYN, entreprise de forage

Combien de temps le chantier a-t-il duré ?

"Les 23 sondes ont été réalisées en trois semaines de travail. Il a ensuite fallu trois nouvelles semaines pour assurer les connexions et amener l'ensemble des réseaux à l'intérieur des bâtiments."

Pourquoi les sondes sont-elles espacées de 10 mètres ?

"Pour limiter la "co-activité" entre elles. Une étude de réponse thermique du terrain a été réalisée en préalable. C'est cette étude qui a déterminé le nombre de sondes, leur profondeur et leur espacement les unes par rapport aux autres."

Une cimentation rigoureuse !

"Les forages sont remplis sur toute leur hauteur d'un ciment spécifique avec une conductivité thermique importante pour n'opposer aucun frein au transfert des calories."





LA GÉOTHERMIE DANS LES PISCINES ET CENTRES AQUALUDIQUES

5

La majorité des piscines publiques a été construite à un rythme effréné dans les années 1960 avec l'ambition d'équiper le plus rapidement possible le territoire pour permettre le développement des pratiques sportives. Aujourd'hui, le patrimoine est donc vieillissant et l'heure est à la rénovation ou à la reconstruction. Une opportunité pour les maîtres d'ouvrage de s'inscrire dans une démarche de développement durable et de faire preuve d'ingéniosité pour chauffer l'eau des bassins et déshumidifier l'air, d'autant que l'offre s'est diversifiée : les bassins sportifs côtoient des espaces ludiques et des espaces extérieurs. Autant de propositions qui supposent des besoins énergétiques importants et variés auxquels la géothermie peut répondre efficacement et économiquement.



Centre aqualudique de Moulins,
RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

56

Centre aquatique intercommunal de Saint-Amand-Les-Eaux,
RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

58



CENTRE AQUALUDIQUE, MOULINS (03)

RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

5

L'Ovive, un précurseur

GÉOTHERMIE SUR NAPPE
POUR LE CHAUFFAGE,
LE RAFFRAÎCHISSEMENT ET
L'EAU CHAUDE SANITAIRE

La communauté d'agglomération de Moulins voulait se doter d'un espace majeur pour dynamiser la pratique nautique sous toutes ses formes. Pour alimenter ce projet ambitieux proposant de nombreux équipements en intérieur comme en extérieur, l'option a été d'utiliser le formidable potentiel énergétique que représente la proximité de la rivière Allier et de retenir un procédé de traitement de l'eau, de l'air et de chauffage à partir des ressources géothermiques. Inaugurée en février 2007, l'Ovive est un précurseur.



DONNÉES TECHNIQUES

- Quatre forages d'une profondeur de 12 mètres dont deux de pompage et deux de réinjection. Les forages de pompage sont équipés d'une pompe (2x30 m³/h) à vitesse variable.
 - Une pompe à chaleur CARRIER d'une puissance de 911 kW pour le chaud, 717 kW pour le froid et montée en thermo frigo pompe.
 - Le système a été équipé de deux filtres de nettoyage - 1 automatique et 1 manuel de secours - et d'un échangeur à plaques en inox 316 L.
 - L'exploitation est assurée par une gestion technique centralisée de marque Siemens.
 - Le régime de fonctionnement en chaud est de 35 à 45°C pour assurer le chauffage des bassins, de l'air neuf et le préchauffage de l'ECS.
 - Le régime de fonctionnement en eau glacée est de 6 à 11°C pour la déshumidification.
- > **SURFACE DES LOCAUX :**
15 000 m² dont 1 400 m² de bassins.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Communauté de l'Agglomération de Moulins

CONSEIL :

EDF-R&D- ENERBAT-Groupe Tertiaire et collectivités locales

ENTREPRISE :

Sibeo Ingenierie (structure, fluide économie, géothermie, acoustique, VRD et SSI)

ARCHITECTES :

MBA, Stéphane Pichon

CHIFFRES

- Le coût total de l'opération est de 12 517 k€ TTC dont 79 % pour la construction du centre.
- Sur les 9 982 k€ TTC consacrés à la construction, 10 % ont financé le poste chauffage, climatisation, PAC, forages dont 250 k€ TTC pour la PAC et 204 k€ HT pour les 4 forages, hors pompes.
- Temps de retour sur investissement : inférieur à 3 ans.

- *Le coût moyen du MWh chaud produit par la PAC est de 22,40 € TTC. Avec une chaufferie à gaz, il serait de 52,30 € TTC.*

> ÉCONOMIE MOYENNE ANNUELLE :
de 107 k€ TTC/an

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :
70 tonnes équivalent CO₂ évitées chaque mois soient 80 % d'émissions de GES de moins par rapport à une solution au gaz.

Un grand bassin homologué pour des compétitions officielles de natation, un autre plus petit pour s'initier ou pratiquer des activités, un troisième consacré aux loisirs, une pataugeoire pour les plus petits et un espace détente avec saunas, hammam et jacuzzi. En été, le public a également accès à un bassin de plein air, des plages extérieures aménagées et une aire de jeux aquatiques. Autant dire que le centre aquatique de Moulins n'a pas usurpé son nom, remplaçant depuis février 2007 la piscine traditionnelle. Ici, on s'entraîne, on apprend, on se détend ou on s'amuse. Autant de fonctions qui supposent des besoins énergétiques multiples. Il faut chauffer l'eau des 1 400 m² de bassins et ce avec une précision d'horloger : 28°C pour le bassin sportif, 28,5°C pour celui d'initiation, 25°C pour l'extérieur, 29°C pour la pataugeoire et le bassin de loisirs, 34°C dans le spa... Mais il faut également alimenter les centrales de traitement d'air pour déshumidifier l'air, sans oublier l'eau chaude des sanitaires et l'alimentation des ventilo-convecteurs dans les bureaux, la salle de réunion ou l'accueil. Les besoins de chaud et de froid sont élevés : 3 409 MWh de chaud par an et 1 077 MWh de froid, mais largement assurés par la pompe à chaleur.

Si les piscines sont réputées pour être des équipements énergivores, l'Ovive prouve que ce n'est pas une fatalité. La qualité de la PAC et le soin porté à la ventilation ont même permis de faire mieux que prévu sur le papier. Résultat, le retour sur investissement n'a pas été de 5 ans mais de 3 ans.

DES PERFORMANCES EXCELLENTES !

L'Ovive affiche des performances excellentes avec une consommation énergétique moyenne de 2 569 kWh/m², un rejet de CO₂ de 216 kg CO₂/m² et un coût d'exploitation de 205 € TTC par m² de bassin.



L'OVIVE EST AUSSI PRODUCTEUR D'ÉNERGIE

L'installation d'une centrale photovoltaïque, constituée de 459 m² de capteurs, produit annuellement 30 000 kWh, dont le prix de vente permet de couvrir le coût d'un mois de consommation à l'Ovive.



CENTRE AQUATIQUE INTERCOMMUNAL, SAINT-AMAND-LES-EAUX (59)

RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

Un équipement du XXI^e siècle

GÉOTHERMIE SUR NAPPE
POUR LE CHAUFFAGE

5

C'est avec beaucoup d'ambition que la Communauté d'agglomération de la Porte du Hainaut décide de remplacer une piscine Tournesol des années 1970 par un équipement moderne destiné aux habitants des 17 communes de l'Amandinois. Les objectifs sont multiples : doubler les bassins, tripler l'accueil en s'adressant aux écoliers comme aux sportifs ou à toute la famille mais aussi créer un établissement exemplaire en matière d'environnement... Conscient que les piscines sont les équipements les plus consommateurs d'énergie dans le patrimoine des communes, le maître d'ouvrage a souhaité, d'emblée, étudier la solution géothermique afin de pallier au moindre coût l'absence de réseau gaz et couvrir la totalité des besoins de chauffage avec une énergie renouvelable.



DONNÉES TECHNIQUES

- Trois forages dont deux de pompage et un de réinjection.
- Une pompe à chaleur de type eau/eau.
- Coefficient de performance (COP) de 4,25 dans les conditions de fonctionnement.

> SURFACE DES LOCAUX :

3 462 m² dont 975 m² d'eau (2 bassins).
Équipement neuf, construit en 2013.

CHIFFRES

- Investissements : 275 000 € d'investissement pour la solution géothermique dans un budget global de 17,328 M€.
- Coût de fonctionnement annuel : 60 995 € HT dont 11 700 € d'entretien et 45 200 € de coût électrique pour alimenter la PAC.
- > ÉCONOMIE ANNUELLE :
70 000 € HT par rapport à une solution gaz.
- > GAIN ENVIRONNEMENTAL :
744 tonnes équivalent CO₂ évitées par an, soit 4 650 000 km en voiture standard évités chaque année.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Communauté d'agglomération La porte du Hainaut

AMO : EDF Collectivités

MAÎTRE D'ŒUVRE :

Octant Architecture

BUREAU D'ÉTUDES FLUIDES :

Soja Ingénierie

BUREAU D'ÉTUDES GÉOTHERMIE :

EGEE Développement

FOREUR : Pontignac

Un équipement bioclimatique du XXI^e siècle : telle était l'ambition de la Communauté d'agglomération de la Porte du Hainaut quand elle lance en 2006 le projet de construction du nouveau centre aquatique de Saint-Amand-les-Eaux. D'emblée, la solution géothermique est envisagée, comparée dans le dossier de préparation à une solution de référence : le gaz. Les résultats sont très clairs. La géothermie affiche un coût de fonctionnement annuel de 60 995 € HT contre 131 065 € HT pour l'option chaufferie gaz. Quant aux émissions annuelles de CO₂, elles sont de 56 tonnes par an pour une PAC et de 800 tonnes par an avec un chauffage au gaz. La solution géothermique était donc très intéressante sur le plan économique comme sur celui du respect de l'environnement. Certes, ce choix implique un surcoût d'investissement (de 275 000 € sur un total de 17,328 M€ TTC) mais l'efficacité énergétique permet d'espérer un retour sur investissement en cinq ans et demi.

D'autant que ce choix pour le chauffage a été complété par l'installation de grandes verrières et d'une isolation thermique naturelle sur le toit végétalisé, proposant un cadre lumineux et moderne et concourant également à réduire la facture énergétique.

Ouvert au public en février 2014, le centre n'a attendu que 9 mois pour célébrer son 100 000^e baigneur payant, en plus des scolaires et des clubs qui portent à 120 000 entrées la fréquentation. Le succès est tel que ce sont 520 000 € qui sont entrés dans les caisses de la Société publique locale (SPL) qui gère le lieu, quand le prévisionnel ne tablait que sur... 500 000 €.

TÉMOIGNAGE

Pierre Debailleux, chargé d'opérations de construction à la Communauté d'agglomération de La Porte du Hainaut *“S'agissant d'investissements très lourds et de techniques nouvelles, la Communauté d'Agglomération de La Porte du Hainaut avait confié à EDF Collectivités une mission de conseil et d'assistance afin de s'entourer de spécialistes et de vérifier la validité des choix retenus.”*





LA GÉOTHERMIE DANS LES ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES ET PÉRISCOLAIRES

6

Entre les vacances scolaires, la fermeture en fin d'après midi et le week-end ou la concentration d'effectifs dans des locaux sur des temps réduits, les établissements scolaires et périscolaires présentent des caractéristiques très particulières quant aux besoins énergétiques. Les relevés de consommations mettant le chauffage en premier poste (33 %), le recours à la géothermie est particulièrement pertinent. Non seulement, il permet des économies substantielles en fonctionnement mais il fait singulièrement baisser les émissions de CO₂. Or, ces établissements n'ont pas le choix car ils se doivent d'être exemplaires. La loi impose d'ailleurs des objectifs stricts de réduction des émissions de CO₂ en cas de constructions neuves mais aussi de rénovations.



Collège des Bernardins à Paris, 62
RÉGION ÎLE-DE-FRANCE

Crèche de Valcroze à Mende, 64
RÉGION OCCITANIE

Lycée des Métiers Hélène Duc à Bergerac, 66
RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE



COLLÈGE DES BERNARDINS, PARIS (75)

RÉGION ÎLE-DE-FRANCE

GÉOTHERMIE SUR NAPPE POUR LE
CHAUFFAGE ET LE RAFFRAÎCHISSEMENT

6

L'intégration architecturale : point fort de la géothermie

À l'origine... Fondé au XIII^e, le Collège des Bernardins a d'abord été un lieu voué aux études avant d'être transformé en prison, en caserne, en internat pour école de police avant d'être abandonné. Menacé d'affaissement, il a été sauvé d'une ruine certaine quand le diocèse de Paris le rachète et entame une longue rénovation qui fait la part belle à la géothermie pour le consacrer à nouveau à sa mission première en 2008.



DONNÉES TECHNIQUES

- Deux forages de 28 mètres de profondeur à 30 mètres d'écart pour prélèvement et réinjection.
- Débit d'exploitation de l'eau de la nappe : 60 m³/h.
- Température de l'eau de la nappe : 16,4°C.
- Deux pompes à chaleur réversibles CARRIER de 232 kW de puissance en froid et 325 kW de puissance en chaud.
- Échangeurs à plaques.
- Le chauffage est assuré par une circulation d'eau dans les étages. En période d'été, le même circuit assure le refroidissement des locaux directement depuis l'échangeur.

> SURFACE DES LOCAUX :

5 000 m² pour le chauffage, 3 000 m² pour le rafraîchissement. Bâtiment rénové.

CHIFFRES

- Investissement : 1,1 M€ pour les travaux de chauffage, 216 000 € pour le forage et les équipements.
 - Montant global de l'opération : 45 M€. La PAC sur nappe a généré un surcoût de 115 000 € par rapport à une solution classique de chauffage. Ce surcoût représente 9,2 % du montant des travaux CVC et forages et 0,8 % du montant global des travaux.
- > GAIN ENVIRONNEMENTAL :
63 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Association Diocésaine de Paris

MAÎTRE D'OUVRAGE DÉLÉGUÉ -

PROMOTEUR :

SEFRI-CIME

ARCHITECTE - MAÎTRE D'ŒUVRE :

Agence Wilmotte & Associés,
Monuments Historiques

BUREAU D'ÉTUDE :

ALTO Ingénierie

Un trait d'union entre l'église et la société contemporaine, proposant une démarche pluridisciplinaire où se croisent toutes les sciences de l'homme et la théologie : le Collège des Bernardins, dans le 5^e arrondissement de Paris, ré-ouvert en 2008 a retrouvé sa fonction première destinée au savoir.

Cette belle ambition est le fruit d'un travail de rénovation titanesque sur ce bâtiment classé monument historique mais qui menaçait de s'affaïsser. Les 32 piliers servant de fondation se sont en effet tassés avec le temps sous la charge de ce bâtiment de 70 mètres de long sur 14 de large et sous l'effet d'un sol calcaire et marécageux. Pour lui rendre son lustre d'antan, le premier travail a consisté à alléger la structure et à reprendre les fondations via 322 nouveaux micro-pieux. Cette reprise a permis également d'effectuer les forages géothermiques qui alimentent une PAC assurant les besoins de chauffage du bâtiment. En été, l'eau, via un échangeur, alimente directement le circuit de rafraîchissement, sans mise en service de la PAC, c'est le principe du géocooling. Cette modernisation assure une température constante sur les quatre niveaux qui rythment désormais le bâtiment, décliné en bureaux et salles de cours. Un lieu ouvert au public où, en 2012, s'est tenu un colloque organisé par la Fondation écologie d'avenir, intitulé "géothermie : l'énergie de la terre".

MÊME LES PLUS GRANDS ARCHITECTES S'Y METTENT !

Cette restauration exemplaire a été menée conjointement par l'architecte en chef des Bâtiments historiques, Hervé Baptiste et l'architecte Jean-Michel Wilmotte et a reçu le prix du patrimoine culturel de l'Union européenne dans la catégorie "conservation".

AUCUNE PROTUBÉRANCE QUI PUISSE DÉNATURER LE LIEU

Daniel Gourmez, Directeur de l'agence ALTO Ingénierie à Lyon

En quoi la géothermie est-elle adaptée à ces opérations de rénovation sur du patrimoine architectural ?

"Dans les monuments historiques, il y a une problématique forte d'intégration architecturale qui est un point fort de la géothermie. Nous avons des puits reliés par des tuyaux à des locaux techniques qui sont enfermés et non visibles. Ce qui est différent pour les autres solutions comme le gaz qui nécessite une cheminée ou un groupe froid avec sa tour de refroidissement. Il n'y a donc aucune "protubérance" qui puisse dénaturer le lieu."

Une solution également adaptée aux besoins thermiques ?

"L'inertie importante de ce type de bâtiment pourrait permettre de se passer de rafraîchissement mais l'occupation des locaux, comme le cas particulier de la salle de conférence, fait que l'on a besoin de refroidissement. Le système de thermofrigopompe permet de produire simultanément du chaud et du froid, d'assurer des transferts thermiques d'une zone à l'autre, rendant l'installation encore plus rentable."

Concernant le volet financier, la dimension patrimoniale rend l'investissement lié à la géothermie plus marginal : cela ne représente que 0,8 % du montant global des travaux ?

"Si on prend en compte toutes les incidences sur le génie civil comme les reprises de structures, les suggestions dans les toitures... que pourrait avoir le recours à une autre énergie, si on regarde le montant des travaux sur la partie bâtiment classique mais aussi le lot technique, le surcoût lié à la géothermie n'est effectivement plus très significatif. C'est ce qui fait que le Collège des Bernardins soit une opération atypique."



CRÈCHE DE VALCROZE, MENDE (48)

RÉGION OCCITANIE

6

Le bien-être des enfants

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE

Dans cette région du sud-ouest, le département de la Lozère est celui qui doit faire face aux hivers les plus rigoureux. Quand la Communauté de communes Cœur de Lozère s'est lancée en 2010 dans un projet d'équipement dédié à la petite enfance, elle s'est attachée à concevoir un bâtiment économe en énergie en engageant une démarche très volontaire privilégiant les énergies renouvelables dont la géothermie.



DONNÉES TECHNIQUES

- Huit sondes verticales de 80 à 100 mètres de profondeur espacées de 10 mètres.
- Une pompe à chaleur DIMPLEX de type eau glycolée/eau, d'une puissance de 39 kW (assurant 90 % des besoins annuels).
- Coefficient de performance (COP) de 4 dans les conditions de l'installation.
- Appoint électrique d'une puissance de 24 kW.
- La distribution du chauffage est assurée par des planchers chauffants dans les espaces principaux et des radiateurs basse température dans les locaux de service.
- 52 MWh/an de chaleur consommée par le bâtiment.

> SURFACE DES LOCAUX :

Bâtiment neuf de 872 m² ayant bénéficié du label Effinergie.

CHIFFRES

- Le coût de la géothermie a été de 66 170 € sur un investissement total de 1,35 M€.
- Subventions : ADEME : 16 290 €
Région : 16 228 €.

> ÉCONOMIE :

- 3 400 €/an (par rapport à une solution propane).

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

12 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Communauté de communes
Cœur de Lozère

FOREUR : Contant Entreprises

BUREAU(X) D'ÉTUDE :

IN.SE et SNECC Chaze

ARCHITECTE :

Anne Delmas Jarrousse

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :

ADEME, Région Languedoc-
Roussillon, Europe (FEDER),
Conseil général de Lozère, CAF

Un bâtiment très coloré installé sur un promontoire qui domine la vallée : la crèche de Valcroze inaugurée en 2012. Lauréat du label Effinergie, cette construction est exemplaire en termes de performances énergétiques et environnementales. En effet, la structure est orientée plein sud avec des brise-soleil pour réduire l'apport de chaleur en été, son isolation est très performante et des compteurs ont été installés pour vérifier les consommations. Si l'eau chaude sanitaire est assurée par 6 m² de panneaux solaires, c'est la géothermie qui a été choisie pour couvrir les besoins de chauffage.

Disposées sous le parking, les huit sondes pouvoient à 90 % aux 52 MWh de besoins en chaleur annuels. Le travail d'étude de simulation thermique dynamique mené en amont a montré que viser une couverture de 100 % des besoins avec la PAC n'était pas intéressant. Cela impliquait un dimensionnement pour une puissance qui n'aurait été nécessaire que durant quelques heures en hiver. En période de grand froid, un réchauffeur de boucle électrique apporte donc le soutien nécessaire à la PAC et a permis d'optimiser l'investissement initial pour la PAC et le nombre de sondes correspondant.

Efficace, économe, confortable : la géothermie a séduit la Communauté de communes qui a ainsi élargi sa "palette" d'énergies renouvelables auxquelles elle était déjà très réceptive.

GRÂCE AUX SUBVENTIONS, LA RENTABILITÉ DEVENAIT TOUT À FAIT ACCEPTABLE

Nathalie Fraisse, directrice générale des services de la Communauté de communes Cœur de Lozère

" Nous sommes très sensibilisés à la chaleur renouvelable notamment grâce à l'usine de co-génération présente sur le territoire. Le chauffage renouvelable est d'ailleurs devenu le fil conducteur de notre Communauté de communes, entre réseaux de chaleur et chaudière bois. Aussi, lorsque la proposition d'une PAC géothermique nous a été faite pour la crèche, nous avons été très réceptifs. Une fois le surcoût identifié, nous avons pris la décision de lancer le projet, largement soutenus par l'ADEME et la Région. Grâce aux subventions, la rentabilité de l'opération devenait tout à fait acceptable. Nous sommes aujourd'hui à un bon niveau de satisfaction de la part des utilisateurs. La PAC géothermique fonctionne très bien et la crèche est agréable à vivre, offrant une grande qualité de vie aux bébés "



À NOTER

La crèche Valcroze a été inscrite à GEOPIED, un réseau franco-espagnol visant à promouvoir la géothermie dans le cadre d'un projet européen. Ce réseau auquel participe l'Agence locale de l'énergie de Montpellier vise à présenter des expériences, former et informer les techniciens et les décideurs autant que le grand public.



LYCÉE DES MÉTIERS HÉLÈNE DUC, BERGERAC (24)

RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
L'EAU CHAUDE SANITAIRE

6

Beaucoup de contraintes initiales et un résultat encore meilleur que prévu à l'arrivée

À l'origine... Construire un nouvel établissement susceptible d'accueillir 360 élèves dont 104 internes, selon une approche environnementale globale afin de répondre au mieux aux objectifs fixés nationalement pour 2050, c'est l'ambition réussie du lycée professionnel Hélène Duc.



DONNÉES TECHNIQUES

- Trente-trois sondes géothermiques verticales de 99 mètres de profondeur.
- Une pompe à chaleur de 190 kW de puissance en chaud.

> **SURFACE DES LOCAUX :**
13 422 m² de bâtiment neuf.

CHIFFRES

- Coût total de l'opération : 37 millions € (bâtiments et équipements)
- 7 600 € d'économie par an pour le fonctionnement par rapport à une solution au gaz.
- Temps retour sur investissement avec subvention : 19 ans.

> **GAIN ENVIRONNEMENTAL :**
79 % d'émissions de gaz à effet de serre en moins.

Une parcelle étroite prise sur le terrain d'une ancienne caserne, un important dénivelé mais aussi une eau à aller chercher à plus de 100 mètres... Le projet de nouveau lycée des métiers a dû faire face à de nombreuses contraintes. Des contraintes relevées avec brio et dans les temps, permettant une mise en service du bâtiment à la rentrée 2015, comme prévu !

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Conseil régional d'Aquitaine

MAÎTRISE D'ŒUVRE :
TLR Architecture & associés (mandataire)

ARCHITECTES :
Archi Studio et ADG Architecture,
Jacques Segui (architecte paysagiste),
EuGée (conseil environnemental)

BUREAUX D'ÉTUDE :
Losis BET TCE et CSSI, AEC ingénierie
(économie de la construction),
Sepibat (OPC)

Les architectes vont tout d'abord travailler à la simplicité et à la compacité des volumes des sept bâtiments qui composent l'ensemble, avoir recours à des matériaux recyclables et faciles à entretenir et enfin soigner isolation et résistance thermique pour atteindre un niveau élevé de performance énergétique et décrocher une certification HQE et BEPOS.

Côté source énergétique, le choix se fait d'emblée sur la géothermie, les services du Conseil régional étant convaincus de son efficacité comme du potentiel de la région Nouvelle-Aquitaine. Mais l'option sur nappe se révèle plus compliquée que prévue car, au-delà de 100 mètres de profondeur, une telle installation nécessite une autorisation dans le cadre du respect du code minier. Ce qui suppose un délai... dont le maître d'ouvrage ne dispose pas, tenant à ouvrir l'établissement au public en septembre 2015. Le choix s'oriente donc sur une géothermie sur sondes verticales. Un test de réponse thermique est effectué pour définir le maillage nécessaire : le minimum est de 25 sondes mais 35 permettraient de couvrir au mieux les besoins. Le Conseil régional opte pour la seconde option mais les contraintes de construction imposent finalement 33 sondes effectives de 99 mètres de profondeur et éloignées de 11 mètres et non de 10 pour permettre une meilleure évacuation des calories. Après une année d'utilisation, les résultats sont au rendez-vous.

Ouvert en septembre 2015, le lycée Hélène Duc a en effet couvert 93 % de ses besoins en chauffage et eau chaude durant la saison hivernale grâce à la géothermie. Une couverture très importante, supérieure aux 85 % prévus sur le papier. Et les 1 450 m² de panneaux photovoltaïques installés sur les toits lui permettent de produire plus d'énergie qu'il n'en consomme et d'obtenir le label "énergie positive", le 2^e de la région après le lycée Vaclav Havel, à Bègles, en 2013.

LA SOLUTION LA PLUS EFFICACE EN REGARD DE L'EURO INVESTI

Xavier Pujos, chargé de mission Service performance environnementale et durable du Conseil régional Nouvelle-Aquitaine

L'émission de CO₂ est réduite de 79 % : vous êtes satisfait du résultat ?

"Ce chiffre n'est pas très parlant. C'est en kilo de CO₂ par m² et par an qu'il faut s'exprimer. La moyenne des lycées est à 20 kg de CO₂ par m² et par an. Dans le cadre de la transition énergétique, si on veut respecter la trajectoire que l'on s'est fixée pour 2050, les constructions neuves doivent émettre moins de 6 kg par m² et par an, les rénovations entre 8 et 9 kg. Et ce lycée émet... 1,62 kg de CO₂ par m² et par an. C'est donc extrêmement satisfaisant."

Et d'un point de vue financier ?

"Il faut raisonner en coût global, changer de logiciel et d'habitude pour être à la hauteur des enjeux. Concrètement, accepter que les temps de retour sur investissement soient plus élevés que ce dont on a l'habitude. Ceci posé, 20 ans de retour sur investissement est tout à fait supportable quand il s'agit d'une collectivité et les élus l'acceptent d'ailleurs facilement. De plus, la géothermie s'impose réellement comme la solution la plus efficace pour répondre aux exigences de la transition énergétique en regard de l'euro investi. Il n'y a pas mieux en termes de réduction des émissions de CO₂."

Quid du potentiel en Aquitaine ?

"Il est très important. Huit fois sur dix, il y a la possibilité d'aller chercher un doublet à moins de 100 mètres, sans contrainte de demande d'autorisation. À mon arrivée en 2007, j'ai demandé au BRGM une cartographie du potentiel géothermique que nous avons pu mettre en regard de la localisation de nos lycées existants ou voulue pour nos constructions."





LA GÉOTHERMIE DANS LES SURFACES DE DISTRIBUTION

7

Chauffer ou climatiser, en alternance, des volumes simples à des températures peu élevées et sans amplitude importante. Les besoins énergétiques dans le domaine de la distribution sont tels qu'ils appellent des solutions techniques simples et permettent des rendements très efficaces des pompes à chaleur avec des coefficients de performance souvent supérieurs à 4. Même si les coûts d'investissement d'une installation géothermique sont plus élevés que ceux d'une chaudière complétée par un groupe d'eau glacée, ses coûts d'exploitation sont plus compétitifs. Or, une énergie stable, disponible en permanence, mettant à l'abri des aléas des cours des matières premières... a des arguments extrêmement convaincants.



IKEA à Tourville-la-Rivière,
RÉGION NORMANDIE

70

Hall d'exposition automobile Vodiff à Entzeim,
RÉGION GRAND EST

72



IKEA, TOURVILLE-LA-RIVIÈRE (76)

RÉGION NORMANDIE

GÉOTHERMIE SUR NAPPE
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFRAÎCHISSEMENT

7

Agir sur le volume et la nature de l'énergie consommée

À l'origine... Depuis de nombreuses années, le groupe IKEA lutte contre le changement climatique en agissant à la fois sur le volume et la nature de l'énergie consommée. Il a pour ambition de devenir indépendant en énergie et en ressources d'ici à 2020. Dans les magasins existants et futurs bâtiments, des aménagements sont réalisés pour améliorer les performances énergétiques et développer la production d'énergies renouvelables. Le site de Tourville-la-Rivière est intégré à cette démarche grâce notamment à la géothermie.



DONNÉES TECHNIQUES

- Deux pompes à chaleur eau/eau d'une puissance thermique totale de 1 260 kW pour le chaud et 700 kW pour le rafraîchissement.
- 190 m³/h de débit maximal d'exploitation de l'eau de nappe de la Craie avec 2 puits de pompage.
- 5°C de variation de température au maximum entre pompage et rejet.
- La distribution est assurée par des radiateurs basse température, des centrales de traitement d'air et des aérothermes.

> SURFACE DES LOCAUX :

30 267 m² soient 196 380 m³ chauffés et rafraîchis à 100 % par la géothermie.

CHIFFRES

- Coût d'investissements de la solution géothermique : 334 k€ pour les forages et les études ; 354 k€ pour les PAC.
 - Coût de la maintenance : 21 €/MWh.
 - Temps de retour sur investissement : 8 ans.
- > ÉCONOMIE :
900 MWh d'énergie économisée par an par rapport à une chaufferie traditionnelle au gaz.
- > GAIN ENVIRONNEMENTAL :
630 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
IKEA

MAÎTRE D'ŒUVRE :
SNC Lavalin

ARCHITECTE :
Bodreau Architecture

BUREAUX D'ÉTUDES :
Boplan Ingénierie SAS (fluides),
ANTEA (sous-sol)

© IKEA



Optimiser le potentiel énergétique de l'environnement local : telle est la philosophie d'IKEA pour tous ses magasins mais aussi ses dépôts et centres de distribution. À Tourville-la-Rivière, près de Rouen, le potentiel est indéniablement dans la nappe souterraine située à 35 mètres sous terre. Deux puits de pompage vont chercher une eau à 12°C et sont raccordés à deux PAC connectées à deux réseaux différents, l'un étant voué à une utilisation de secours. Le système assure 100 % des besoins en chaud comme en rafraîchissement des... 196 380 m³ de bâtiment ! L'eau est ensuite rejetée en milieu naturel, la Seine, via le réseau des eaux pluviales, avec une variation de température entre pompage et rejet de 5°C maximum. Mais l'entreprise ne s'est pas contentée de réfléchir à sa source énergétique, elle a également soigné la conception du bâtiment pour en faire une structure économe, l'énergie la moins chère et la plus propre étant celle que l'on ne consomme pas. L'isolation par l'extérieur de la toiture et des façades ainsi qu'une ventilation double flux permettent une consommation énergétique de seulement 80 à 100 kWh/m²/an. Par ailleurs, des panneaux solaires assurent une partie du chauffage de l'eau sanitaire nécessaire à la consommation du site. Sans oublier le système de récupération des eaux pluviales pour les toilettes... Une démarche vraiment environnementale !

TÉMOIGNAGES

Carole Brozyna-Diagne, directrice du développement durable et

Philippe Grimaux, facility manager pour IKEA France

Pourquoi avoir engagé ce plan de lutte contre le réchauffement climatique ?

“Parce que nous sommes convaincus qu'il est possible de mettre en place un monde plus durable et nous apportons donc notre pierre à l'édifice.

Le groupe IKEA a notamment choisi d'investir 2,5 milliards depuis 2010 dans les énergies renouvelables afin d'atteindre son indépendance à horizon 2020.”

Comment cela se concrétise en France ?

“Nous avons travaillé, d'une part, à améliorer notre performance énergétique avec un objectif de réduction de 30 % de nos consommations énergétiques entre 2010 et 2020.

En 2016, nous sommes déjà en très bonne voie avec une diminution de 27 %.

D'autre part, nous sommes notamment équipés de 20 000 panneaux photovoltaïques et de 29 éoliennes afin de couvrir l'ensemble des besoins énergétiques de nos 33 magasins, bureaux et 4 centres de distribution.

Et sur des sites comme celui de Tourville-la-Rivière ou ceux de Reims et Avignon nous allons même plus loin avec des magasins qui sont en partie en autoconsommation, couvrant grâce à leur production de 10 à 20 % de leurs besoins énergétiques.”

Que pensez-vous de la géothermie, est-ce une bonne réponse à vos besoins énergétiques ?

“Oui, si la ressource est disponible à faible profondeur, car les coûts de forage représentent une part significative du coût global de la solution. L'investissement initial est assez lourd et la maintenance plus coûteuse qu'une installation classique. Une étude économique doit donc être faite en prenant en compte tous les coûts d'exploitation et de renouvellement de matériel sur une longue période mais aussi l'ensemble des installations chauffage, ventilation, climatisation et pas uniquement la partie “production d'énergie”. Sans oublier d'intégrer la durée de vie, très variable, des équipements selon les solutions techniques retenues.”



CHAUFFER ET RAFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE
LA GÉOTHERMIE DANS LES SURFACES DE DISTRIBUTION

HALL D'EXPOSITION AUTOMOBILE VODIFF, ENTZHEIM (67)

RÉGION GRAND EST

GÉOTHERMIE SUR NAPPE
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFRAÎCHISSEMENT

7

Efficacité et élégance

Un concessionnaire auto qui se développe, se développe... Spécialisée dans la vente de belles voitures neuves ou d'occasion, la petite entreprise créée il y a 20 ans et installée dans un local de Strasbourg a fait du chemin. Après avoir déménagé à l'aéroparc d'Entzheim en 2003, elle doit encore s'agrandir. Dans le nouveau bâtiment inauguré en 2012, la géothermie couvre 100 % des besoins en chaud et en froid.



DONNÉES TECHNIQUES

- Doublet géothermique sur nappe phréatique d'une profondeur de 15 mètres avec deux puits distants de 70 mètres.
- Débit d'eau souterraine de 35 m³/h à 12°C.
- Une pompe à chaleur CIAT réversible de type eau/eau qui délivre 340 kW en chaleur, 245 kW en froid, avec un coefficient de performance (COP) de 3,56.
- La distribution est assurée par centrale de traitement d'air, cassettes plafonniers et plancher chauffant.

> SURFACE DES LOCAUX :

3 760 m² de bâtiments neufs chauffés et refroidis à 100 % par la géothermie (hall et bureaux).

CHIFFRES

Coût de la géothermie :

- Forage : 70 000 € HT.
- PAC : 53 400 € HT.
- Émetteurs : 170 000 € HT.

> ÉCONOMIE :

23 800 €/an.

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

97 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Vodiff Automobiles SA

MAÎTRE D'ŒUVRE :

Jacques Molho architecte

BUREAU D'ÉTUDE :

BET Ruble-Nicli

FOREUR :

Speyser Forage

© Vodiff



Lancée en 1998, l'entreprise VODIFF a commencé avec un show room permettant de présenter deux voitures. 20 ans plus tard, elle joue dans une toute autre catégorie et l'enveloppe est à la hauteur. Le bâtiment inauguré en 2012 présente des lignes contemporaines et raffinées donnant sur la nature environnante. Le vaste hall de 3 760 m² accueille de magnifiques voitures de sport qui attendent de séduire leurs futurs propriétaires.

Ce hall est intégralement chauffé et rafraîchi par la géothermie, tout comme les bureaux situés en mezzanine. L'eau de nappe étant disponible à faible profondeur - 15 mètres - l'énergie géothermique s'est révélée la meilleure option pour chauffer et rafraîchir un espace de cette superficie. Elle permet en effet de couvrir 100 % des besoins énergétiques du bâtiment sans qu'aucun appoint ne soit nécessaire.

UN PRODUIT CONFORTABLE À TRAVAILLER

Jacques Molho, architecte

“La géothermie s'intègre facilement à un bâtiment, prend peu de place, pas de grand local technique, pas de conduit de fumée, pas d'odeur, pas de gaz... C'est une solution parfaitement adaptée, efficace en termes d'économie de consommation. C'est même la plus efficace quand on dispose des budgets nécessaires pour se permettre un amortissement qui prend un peu de temps. Au final, c'est un produit très confortable à travailler et nous ne faisons d'ailleurs quasiment plus que cela.”

UNE OPTION QUI ÉVITE D'INVESTIR DANS UNE CHAUDIÈRE PUIS UN GROUPE D'EAU GLACÉE

Georges Bollard, CIAT, fabricant des échangeurs et de la PAC

“Dans ce projet, le recours à la géothermie a été relativement simple, d'autant que derrière, nous sommes sur du chauffage traditionnel avec centrales d'air pour alimenter le hall d'exposition et cassettes pour ce qui concerne les bureaux. C'est une option impeccable quand on veut faire du chauffage et du froid, qui évite d'investir dans une chaudière traditionnelle puis dans un groupe d'eau glacée et permet, à l'usage, des économies d'énergie et financières intéressantes.”





LA GÉOTHERMIE DANS LES SERRES HORTICOLES ET BÂTIMENTS D'ÉLEVAGE

8

Élever des animaux nécessite une régulation thermique des plus précises. Il en va de même lorsque l'on fait pousser des plantes, car la température impacte directement l'élevage comme la pousse. Mais quand cette régulation thermique dépend d'énergies fossiles et de leurs prix volatils, les factures peuvent s'envoler et grever le chiffre d'affaire et parfois même remettre en cause la survie de l'entreprise. La géothermie propose une alternative avec une énergie locale, garantie toute l'année, à coût stable, avec un impact positif sur l'environnement en réduisant considérablement les émissions de CO₂. Autant d'arguments qui séduisent les exploitants, d'autant que le système permet toute la précision de température nécessaire à la production sous serre ou à la croissance des animaux dans les bâtiments d'élevage.



SCEA élevage avicole de l'Hôtel d'Air, RÉGION BRETAGNE	76
Serres Coup'Flor de Cheverny, RÉGION CENTRE-VAL-DE-LOIRE	78
Serres Mitton à Baron, RÉGION HAUTS-DE-FRANCE	80



SCEA ÉLEVAGE AVICOLE DE L'HÔTEL D'AIR (22)

RÉGION BRETAGNE

GÉOTHERMIE SUR NAPPE
POUR LE CHAUFFAGE

8

Chauffer un poulailler, proprement, en douceur et économiquement

Avec des besoins énergétiques supérieurs à 100 MWh par an, s'affranchir des fluctuations du prix du gaz était une nécessité économique aussi bien qu'écologique. Le choix de la géothermie dans un premier projet lancé en 2009 a donné une telle satisfaction au maître d'ouvrage qu'il a équipé à l'identique un deuxième site de production sur les sept que recense l'entreprise.



DONNÉES TECHNIQUES

- Un puits de forage de prélèvement de 40 mètres de profondeur.
- Pas de puits de réinjection car, en fin de circuit, l'eau est réutilisée pour le lavage des camions de transport de volailles ou des caisses.
- Deux pompes à chaleur LEMASSON de type eau/eau de 35 kW, qui assurent 100 % des besoins de chauffage.
- La chaleur est distribuée par des ventilo-convecteurs de type hélicoïdal.
- Un ballon tampon de 1 000 litres.
- Une chaudière à gaz de secours.

> SURFACE DES LOCAUX :
1 500 m².

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
SCEA Élevage avicole de l'Hôtel d'Air

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :
ADEME

CHIFFRES

- Investissements : 112 000 €.
- Subventions : 14 520 € de l'ADEME.
- Coûts d'exploitation : 8 000 €/an.

> ÉCONOMIE :

- 25 tonnes de gaz propane par an et 30 % de baisse sur les dépenses de chauffage.
- Temps de retour sur investissement : 8 ans.

En élevage de volailles, le “démarrage” est cette période délicate entre la naissance du poussin et le moment où, plus résistant, on pourra commencer à le faire grossir. La SCEA élevage avicole de l’Hôtel d’Air est spécialisée dans la production et la commercialisation de volailles démarrées et l’élevage de poussins jusqu’à 4-6 semaines. Une activité qui demande un soin particulier à accorder à la température du site et, en conséquence, des besoins importants de chauffage.

Pour limiter ces factures, la SCEA a investi pour améliorer l’isolation et l’étanchéité des bâtiments sur l’un de ses sept sites de production, celui de Saint-Denoual. En 2009, le gérant poursuit la modernisation en remplaçant le système de chauffage alimenté au gaz propane par un nouveau système utilisant la géothermie, qui dans un premier temps, se limite au chauffage d’une salle d’élevage de 300 m². Après une période d’essai de deux ans et différents ajustements, le procédé est étendu à l’ensemble des six salles d’élevage du site. Ce qui représente une surface totale de 1 500 m² à chauffer, soit un volume de 3 000 m³. Les calories captées par deux pompes à chaleur sont diffusées dans les salles d’élevage par des ventilo-convecteurs. Aucun appoint n’est nécessaire, le chauffage étant assuré à 100 % par la géothermie. Cependant, pour des raisons de sécurité, une installation de secours - chaudière au gaz - est disponible.

UN CHAUFFAGE PLUS SAIN ET PLUS SÉCURISÉ POUR LES ANIMAUX

Patrick Roullier, gérant de la SCEA élevage avicole de l’Hôtel d’Air

“Avec le nouveau système, les animaux semblent plus à l’aise, en meilleure forme car l’air est plus sec. Un chauffage sans gaz nous permet d’éviter le processus de combustion et donc les rejets de monoxyde de carbone et d’eau.

De plus, le risque d’incendie est limité”

LE PLUS !

Réduire les coûts d’exploitation des éleveurs. La géothermie constitue une solution énergétique bien adaptée aux exploitations agricoles et facilement reconductible notamment pour le chauffage des élevages d’animaux. Bon pour la planète, le système l’est également pour les comptes de l’entreprise car il permet de réduire singulièrement les factures énergétiques qui constituent un poste important dans le bilan financier.



SERRES COUP'FLOR, CHEVERNY (41)

RÉGION CENTRE-VAL-DE-LOIRE

GÉOTHERMIE SUR NAPPE
POUR LE CHAUFFAGE

8

Une question de "survie" de l'entreprise

Fortement impactée par sa facture de fioul en 2008, l'entreprise française de production de fleurs coupées Coup'Flor doit changer d'énergie ou... fermer. À l'époque, la géothermie est une "option" totalement méconnue dans le secteur horticole. Mais Jean-Marc Dillon, le directeur de l'entreprise y croit, cherche, s'informe, se fait aider et se lance. Un an après, la facture a été divisée par trois et Coup'Flor est sortie d'affaire.



DONNÉES TECHNIQUES

- Deux forages de 47 mètres, un pour le prélèvement, l'autre pour la réinjection, espacés de 70 mètres.
- Débit de 50 m³/h.
- Une chaudière au fioul de secours.
- Une pompe à chaleur CARRIER de type eau/eau d'une puissance de 305 kW.
- La distribution de la chaleur est assurée par des tubes acier au niveau du sol.

> SURFACE DES LOCAUX :
20 000 m² de serre.

CHIFFRES

- Investissements : 106 000 € HT.
- Subventions : 22 000 € de l'ADEME et de la Région, 19 000 € du Plan Végétal Environnement.
- Coûts d'exploitation : 12 000 à 15 000 €/an + 1 250 €/an de maintenance.

> ÉCONOMIE :

- La facture annuelle est passée de 50 000 € pour le fioul à 14 000 € pour l'électricité consommée par l'installation géothermique.
- Temps de retour sur investissement : 5 ans.

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

150 à 200 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
EARL Coup'Flor

BUREAU D'ÉTUDES :
GEOTHER

FOREUR :
AQUAFOR

INSTALLATEUR :
CLIMATELEC

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :
ADEME, Région Centre-Val-de-Loire

Des lys, des tulipes ou des orchidées cultivés sous des serres de verre ou de plastique : Coup'Flor produit des fleurs coupées qui feront le bonheur des fleuristes. Mais en 2008, les coûts d'exploitation de la chaudière fioul utilisée pour chauffer ces serres mettent à mal la viabilité économique de l'entreprise.

L'exploitation est située dans une zone à fort potentiel géothermique du fait de la présence de la nappe de la Beauce. De plus, un premier forage destiné à l'arrosage et utilisable comme puits d'injection, avait été réalisé dans les années 1990. L'entreprise opte donc pour ce choix énergétique. Ce faisant, elle joue un rôle de pionnier et va chercher la solution la plus efficace possible. Classiquement, l'option consiste à souffler de l'air chaud dans les serres, ce qui suppose une température élevée. Dans les serres de Coup'Flor, l'option consiste à amener l'émission de chaleur au plus près des plantes via des tubes en acier. Ceci permet de fonctionner à température moins élevée, ce qui améliore le coefficient de performance de la PAC. Les résultats sont immédiats et dès l'année suivante la facture énergétique - deuxième poste de dépense après celui du personnel - "fond" littéralement. Le directeur de l'entreprise parvient même à "récupérer" le salaire qu'il avait dû un temps abandonner pour faire face à la crise.

UN BON SYSTÈME QUE JE CONSEILLE SANS PROBLÈME

Jean-Marc Dillon, directeur de Coup'Flor
"À l'usage, la géothermie est vraiment très bien et je ne reviendrais pas en arrière. Elle s'adapte à toutes nos serres même si le système de tuyaux utilisés suppose qu'on les déplace et "réaménage" souvent puisque l'on travaille en plein sol et donc avec une rotation rapide. C'est un "petit" inconvénient, mais rien d'insurmontable. Surtout en regard du gain financier qui est extraordinaire. Même si depuis le prix du pétrole a baissé... et remonté, même si l'électricité a augmenté, les gains

restent très importants. Si la réduction des émissions de CO2 n'était pas la réflexion principale puisqu'il s'agissait surtout de sauver l'entreprise, le fait que l'électricité pollue moins est un "plus" très appréciable. C'est donc un système que je conseille sans problème, surtout avec une PAC eau/eau qui me semble bien plus efficace et plus fiable qu'une PAC air/eau dans nos régions où le thermomètre peut descendre assez bas".

Xavier Moch, animateur géothermie en région Centre-Val-de-Loire

Quelle est votre mission ?

"J'assure un travail de conseil et d'émergence des projets. J'identifie les lieux où la géothermie est intéressante, je travaille avec les personnes concernées afin de mener les études préalables pour voir si un projet est viable, puis je les incite à se tourner vers les professionnels compétents. La demande peut venir directement d'une entreprise ou d'un secteur concerné mais nous essayons également d'être force de proposition".



Que représente la géothermie pour ces secteurs horticoles ?

"Elle se révèle très intéressante dans les activités ayant un important besoin en chauffage comme l'horticulture ou le maraîchage. Les charges liées à ce chauffage peuvent effectivement atteindre 50 % des coûts d'exploitation. Les réduire peut donc relever de la survie de l'entreprise d'autant que le temps de retour sur investissement est extrêmement rapide".



SERRES MITTON, BARON (60)

RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

GÉOTHERMIE SUR NAPPE
POUR LE CHAUFFAGE ET
L'EAU CHAUDE

8

Changer de chauffage : une urgence pour l'entreprise

Les origines... Entre Paris et Compiègne, les serres Mitton acclimatent des bonsaïs venus d'Asie. Pour couvrir ces arbustes parfois centenaires, le chauffage est capital. Mais quand le coût des énergies fossiles explose, passer à du renouvelable relève de la survie économique autant qu'écologique. Un challenge que ces horticulteurs ont relevé via la géothermie.



PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Entreprise Mitton

FOREUR :
Société Ruckebusch

DONNÉES TECHNIQUES

- Deux forages (un puits de prélèvement et un de rejet) de 50 mètres de profondeur dans la nappe de la Craie.
- Débit du pompage : 42 m³/h avec une eau prélevée à 11°C et rejetée à 2°C.
- Deux pompes à chaleur CIAT LGP 600 en cascade non réversibles d'une puissance de 205 kW chacune.
- Coefficient de performance (COP) de 4,25 pour le chauffage et de 7,5 pour l'arrosage.
- Une chaudière au fioul de 2 MW en secours.
- La distribution est assurée par deux circuits de canalisation, l'un destiné au chauffage, l'autre à l'arrosage.

> **SURFACE DES LOCAUX :**
6 500 m² de serres.

CHIFFRES

- Coût des études, équipements et installation : 190 000 € complétés de 25 000 € pour les forages.
- Temps de retour sur investissement : 3 ans.

> ÉCONOMIE :

La facture de chauffage est descendue à 40 000 €/an quand les hivers sont rudes et 30 000 €/an quand ils sont doux, contre 120 000 €/an avec le système antérieur.

En 2005, Guy et son fils Arnaud Vanlerberghe reprennent l'entreprise Mitton spécialisée dans l'acclimatation de bonsaïs. Un travail d'orfèvre qui permet à environ 70 000 petits arbres arrivant de Chine, Corée, Japon... de reprendre vie chaque année dans les serres après avoir passé trois semaines dans des containers à 10°C. Pour relancer la croissance des plants, l'eau d'arrosage et les racines doivent être chauffées à 20-25°C pendant six mois.

Autant dire que les besoins en chaleur sont fondamentaux mais aussi... très coûteux. Le poste représente 90 000 € par an et varie en fonction des variations du coût du propane : + 40 % entre 2000 et 2005, jusqu'à + 80 % en 2008. Des éléments qui finissent par se répercuter sur le prix de vente, avec le risque de perdre des clients.

Cet argument financier et économique n'est cependant pas la seule motivation de la famille Vanlerberghe quand elle étudie un nouveau système de chauffage. Certifiée Iso 14 001, utilisant des cartons recyclés pour le transport des plants, l'entreprise est inscrite dans une démarche environnementale. Dans un premier temps, les options de méthanisation puis de chaufferie au bois sont envisagées mais la complexité de la réglementation décourage le gérant de la serre qui se tourne vers la géothermie. D'autant que la présence voisine de trois puits laisse augurer la présence d'une nappe.

Une présence confirmée par les forages de l'entreprise Ruckebusch qui va également prendre en charge le dimensionnement technique de l'installation et toutes les démarches administratives, sachant que, demande de prélèvement pour arrosage oblige, une autorisation dans le cadre de la loi sur l'eau s'ajoute aux exigences liées au code minier spécifiques à la géothermie.

Des réglages sont nécessaires pour s'adapter aux besoins d'une eau avec une température comprise entre 50°C et 60°C

pour le chauffage et 25°C pour l'arrosage, alors que l'eau de nappe est autour d'une dizaine de degrés. Des kilomètres de canalisation permettent de chauffer les serres à la manière d'un plancher-chauffant ou, dans un second circuit, d'arroser les plants.

Lancés à l'hiver 2007, les travaux sont terminés en novembre 2008. Cette rapidité explique la raison pour laquelle le gérant n'a pas sollicité les aides publiques mises en place par l'ADEME ou la Région. Mais les évolutions du prix du baril et un mégawatt électrique à coût bloqué pendant trois ans via un contrat spécifique EDF, laissent espérer un retour sur investissement rapide. Effectivement... en trois ans, toute l'installation était amortie.

UNE FACTURE ÉNERGÉTIQUE DIVISÉE PAR 3 VOIRE 4 SELON LES HIVERS

Guy Vanlerberghe, horticulteur

“Nous dépensions 130 000 € par an en gaz pour chauffer nos serres. Quand on a commencé à voir s'enflammer les cours du pétrole et du gaz, on a foncé, sans attendre de subventions. Aujourd'hui, ce coût est ramené à une facture d'électricité de 40 000 € par an quand les hivers sont rudes comme en 2008 où on a vu le thermomètre descendre à -15°C plusieurs fois ; une facture qui peut encore baisser de 10 000 € quand ils sont particulièrement doux”.





LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR VITICOLE

9

Les viticulteurs sont depuis longtemps conscients que les modifications climatiques auront des impacts importants sur leur filière. Respectueux du terroir et soucieux de leur avenir, ils sont de plus en plus nombreux à travailler à réduire leurs impacts. Travailler en biodynamie (sans intrants), soin apporté à l'architecture... sont autant de leviers d'intervention opportunément complétés par un recours à la géothermie. Cette technique est en effet une option particulièrement adaptée aux besoins en chaud et en froid qui sont ceux d'une cave et des procédés de vinification. Pas d'improvisation cependant. Pour garantir la qualité et respecter les normes en vigueur, rien ne vaut un bon diagnostic et des solutions techniques spécialement adaptées.



Cave Les Faïtières d'Orschwiller-Kintzheim, RÉGION GRAND EST	84
Cave Hôtel Restaurant Riberach à Bélesta, RÉGION OCCITANIE	86
Château Pontet-Canet, RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE	88



**CHAUFFER ET RAFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE
LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR VITICOLE**

CAVE LES FAÏTIÈRES, ORSCHWILLER-KINTZHEIM (67)

RÉGION GRAND EST

**GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUD
ET LE FROID**

9

Une vinification 100 % géothermique

À l'origine... Fondée en 1957, la cave viticole les Faïtières est une coopérative regroupant 80 adhérents. Travaillant en agriculture raisonnée et vinifiant de manière traditionnelle, cette cave, comme toutes les autres, est confrontée à un schéma énergétique peu économe. Aussi, est-ce avec intérêt qu'elle regarde le potentiel de la géothermie lors de son agrandissement en 2013... considération qui lui a valu de remporter les Trophées de la géothermie en 2014.



DONNÉES TECHNIQUES

- *Vingt-trois sondes géothermiques verticales profondes de 100 mètres implantées sous la cuverie.*
- *Deux pompes à chaleur réversibles pour un fonctionnement avec une source froide entre 15°C et 25°C et capables de délivrer 110 kW de puissance en chaud et 90 kW en froid avec un coefficient de performance (COP) compris entre 7 et 10 à 45°C.*
- *Un ensemble hydraulique breveté (B.R.O.T.S) et une gestion du Process permettant la production en chaud et/ou froid direct et simultané en système thermo-frigo-pompe.*

> SURFACE DES LOCAUX :

170 000 m³, cuverie, hall de stockage et dégustation.

CHIFFRES

- *Coût de la solution géothermique et du système BROTS : 360 000 € soit 6 % du coût global de la construction des locaux.*
- *Temps de retour sur investissement : 6 ans.*

> ÉCONOMIE :

15 000 € de fioul et 23 000 € d'électricité en moyenne par an.

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

194 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Coopérative viticole
d'Orschwiller-Kintzheim

BUREAU D'ÉTUDE : Weyh SAS

INFORMATIQUE INDUSTRIELLE :

CDRAM ingénierie

FORAGE : Mannfor

© Site internet cave d'Orschwiller



Située sur la route des vins entre Strasbourg et Colmar, la cave des Faïtières propose des Riesling et autres Crémants qui ont fait la renommée des cépages alsaciens. Mais ce n'est pas que dans les concours de vins d'Alsace ou de grands vins de France qu'elle multiplie les médailles. En effet, elle a remporté les trophées de la géothermie en 2014. Et pour cause. À l'occasion de la construction d'une nouvelle cuverie avec hall de stockage et salle de dégustation, les coopérateurs viticoles ont fait le choix de l'innovation.

Les pompes à chaleur vont produire du chaud et du froid selon les besoins des bâtiments et du processus de vinification, l'énergie étant stockée ou prélevée dans le sous-sol, par l'intermédiaire d'un champ de sondes. Stocker les calories dans le sous-sol, une idée qui peut sembler simple mais qui nécessite une technique de pointe. Trois entreprises se sont associées pour fournir les sondes adaptées mais aussi le système hydraulique spécifique qui va les raccorder aux pompes à chaleur sans oublier le système de pilotage informatique et de supervision par internet.

Très efficace, le système peut produire du chaud et du froid, réduit de manière très importante les rejets de CO, CO₂ et SO₂ et fait littéralement fondre les factures énergétiques assurant un retour sur investissement de très courte durée : 5 à 6 ans.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Les caves viticoles ont un schéma énergétique très peu économe. Elles consomment beaucoup d'électricité durant les vendanges pour refroidir les jus et pour thermoréguler les fermentations. En hiver, elles se transforment en grande consommatrice d'énergie pour chauffer les bâtiments. Au final, la facture, en euros comme en émissions de CO₂, est pour le moins... salée. Ou plus précisément était. Avec la géothermie, des centaines de tonnes

de CO₂ sont évitées et des dizaines de milliers d'euros sont économisés chaque année.

TÉMOIGNAGES

Arnaud Weyh, Weyh SAS

En circuit fermé

"Habituellement, une cave viticole utilise beaucoup de groupes de froid, un froid évacué dans l'air. Avec le système hydraulique que nous avons breveté, nous travaillons en circuit fermé, en réutilisant ou stockant ces calories, en simultanément ou en différé selon les besoins."

Marc Bohn, Mannfor

Le rapprochement

des trois compétences nécessaires

Pourquoi avoir organisé la collaboration de trois entreprises ?

"Car une est spécialisée dans le forage - Mannfor - l'autre dans l'hydraulique - Weyh - et la troisième dans l'informatique industrielle. Il s'agit des trois compétences nécessaires pour répondre aux demandes du monde agro-alimentaire dont beaucoup d'unités - viticulture, charcuteries ou pâtisseries industrielles... - ont des besoins importants en chaud et en froid."

Quels conseils donneriez-vous à un maître d'ouvrage tenté par la géothermie ?

"De regarder le rapport coût/ investissement, le temps de retour étant très court, sachant que les coûts d'exploitation sont les plus faibles sur le marché. De considérer qu'il s'agit d'une énergie naturelle inépuisable. De ce fait, il n'y a pas de répercussions des fluctuations des prix du pétrole, du bois ou du gaz puisque la source énergétique se trouve dans leur espace. De percevoir le respect de l'environnement que cela implique puisqu'il n'y a aucun rejet de CO, CO₂ ou SO₂."



CHAUFFER ET RAFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE
LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR VITICOLE

CAVE HÔTEL RESTAURANT RIBERACH, BÉLESTA (66)

RÉGION OCCITANIE

GÉOTHERMIE SUR SONDES
VERTICALES ET ÉCHANGEUR
HORIZONTAL POUR LE
CHAUFFAGE ET LE
RAFRAÎCHISSEMENT

9

Des bâtiments en cohérence avec une démarche écologique

Un petit domaine agricole créé en 2006 vite à l'étroit dans la cave familiale. La cave coopérative du village, fermée depuis 15 ans est à vendre. Luc Richard et sa femme l'achètent et se lancent dans un projet d'accueil touristique. Pour le couple d'architectes, l'aventure commence. Tirer partie de chaque élément et caractéristique technique du bâtiment dont des énormes cuves qui deviendront, soit des chambres, soit des stockages de l'énergie puisée dans la terre, tel est le fil conducteur d'un projet qui leur apporte depuis toute satisfaction.



DONNÉES TECHNIQUES

- Six sondes verticales d'une profondeur de 92 mètres, un échangeur horizontal de 480 m² sous le bassin de baignade.
- Deux pompes à chaleur dont une réversible et une 3^e en secours.
- Deux anciennes cuves affectées au stockage de l'énergie en chaud et en froid.
- Également 500 m² de photovoltaïque.
- La distribution de chaud et de froid dans le bâtiment est assurée par un plancher chauffant/rafraîchissant, des ventilo-convecteurs et un rideau d'air.

> SURFACE DES LOCAUX :

4 800 m² de bâtiments reconfigurés.

CHIFFRES

- Investissements pour la géothermie : 177 100 € sur un budget total de 4,5 M€.
- Subventions : 45 055 € de l'ADEME et 45 055 € de la Région Occitanie.
- Consommation : 12 000 € de facture d'électricité annuelle.
- > ÉCONOMIE : 5 000 €/an (par rapport à une solution fioul).
- > GAIN ENVIRONNEMENTAL : 13 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Riberach

ENTREPRISE :

Dominguez Energie

ARCHITECTE :

ARCH & COOP Architectes

APPUIS TECHNIQUE ET FINANCIER :

ADEME et Région Occitanie

© Hôtel Ribérach, ARCH & COOP



Au vu de l'ampleur des toitures des deux vastes bâtiments qui composent l'ancienne cave coopérative, c'est d'abord la solution solaire thermique qui est envisagée. Mais les études montrent une option trop coûteuse et assez théorique en terme de performance. Un cabinet d'installateur et ingénieur aiguille alors les propriétaires vers la géothermie. Ensemble, ils vont évaluer les besoins - nombreux et divers puisqu'il s'agit d'alimenter une cave mais aussi un hôtel restaurant - et trouver des solutions intelligentes. La meilleure énergie étant celle que l'on ne consomme pas, un travail soigné est mené sur l'isolation, tirant partie de l'importante inertie des bâtiments : par l'extérieur pour les cuves et l'intérieur pour l'hôtel afin de préserver la belle façade de pierre.

L'idée est ensuite de tirer partie des grandes et nombreuses cuves - 65 de 500 hectolitres chacune - où les 25 cm de béton s'ajoutent au 65 cm de mur, assurant une importante inertie thermique. Les cuves inexploitées en chambre vont devenir des espaces de stockage de l'énergie - le froid rejeté lorsque l'on produit du chaud et vice-versa - où l'on vient puiser en fonction des besoins. La cave travaille ainsi avec les résidus énergétiques de l'hôtel.

Enfin, un logiciel - le thermozyklus - permet une gestion au plus près des besoins. Non seulement, les chambres ne sont chauffées - ou rafraîchies - que lorsqu'elles sont occupées, mais ce logiciel mémorise les cycles. Pour exemple, le passage de la femme de ménage qui aère la chambre n'impulsera pas une réaction énergétique. Inutile puisqu'avec les planchers chauffants, ce sont les sols et les murs que l'on chauffe, pas l'air. Et une fois la fenêtre fermée, la température initiale est récupérée en un quart d'heure.

Lancé en 2008, le projet a été inauguré en 2011. Pour les propriétaires - des architectes ayant travaillé en Allemagne et en Autriche, pays avec quelques longueurs d'avance en matière de constructions économes

en énergie - l'option géothermie a été intéressante à travailler et leur a permis d'avoir un complexe œno-touristique en cohérence avec la démarche qui était la leur quand ils se sont lancés dans la production d'un vin bio.

TROUVER LE BON INTERLOCUTEUR !

Luc Richard, architecte

L'ingénieur vous a été d'un grand soutien ?

"C'est même fondamental d'avoir en face un ingénieur thermicien qui connaisse bien les problématiques du bâtiment. Car il ne s'agit pas que de calculs empiriques, il faut aussi de l'expérience, une connaissance concrète des matériaux, des réactions d'une construction. C'est ce qui permet de réfléchir différemment, de sortir des réflexions classiques, de trouver les bonnes solutions pour ne pas avoir une usine à gaz à laquelle, au final, personne ne comprend plus rien. Quand il y a une action, il y a une réaction. Choisir la géothermie, c'est travailler sur les équilibres, sur les limites."

Côté confort, quels sont vos retours ?

"Le plus difficile a été d'éduquer nos clients, leur expliquer comment cela fonctionne. Avec le système que nous avons choisi, reposant sur l'inertie des bâtiments, on ne change pas la température d'une chambre en 2 minutes. Par ailleurs, ils ont dû comprendre que demander 24°C en hiver et 18°C en été... C'est idiot. Que c'est l'inverse qu'il faut faire."



CHAUFFER ET RAFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE
LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR VITICOLE

CHÂTEAU PONTET-CANET (64)

RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE,
LE RAFRAÎCHISSEMENT ET
L'EAU CHAUDE SANITAIRE

9

Miser sur la mutualisation

Le Château Pontet Canet produit parmi les meilleurs vins de Bordeaux. Conjuguant une histoire vieille de trois siècles et une démarche tournée vers l'avenir, le domaine est le premier grand cru classé à travailler en biodynamie. Ici, les travaux se font à cheval, les bâtiments construits le sont de la manière la plus traditionnelle qui soit... Et, dans cette démarche de recherche d'authenticité et d'autarcie, de proximité avec le terroir, aller chercher l'énergie dans les profondeurs de la terre a fait sens. La géothermie s'est imposée comme une solution parfaite. Un vaste chantier en cours de réalisation.



DONNÉES TECHNIQUES

- Un champ de sondes de 67 sondes de 100 mètres de profondeur et six de 60 mètres de profondeur.
- Trois groupes TRANE d'une puissance unitaire de 158 kW en froid et 221 kW en chaud.
- Raccordement des bâtiments vers un local technique unique et commun.
- Production simultanée de chauffage et de refroidissement (61 cuves traitées en chauffage et refroidissement) et d'eau chaude sanitaire.
- La distribution se fait via 3 centrales de traitement d'air, des radiateurs à eau chaude et des ventilo-convecteurs.
- Consommation estimée : 841,6 MWh/an pour le chaud, 292,3 MWh/an pour le refroidissement, 94 MWh/an pour l'ECS.

> SURFACE DES LOCAUX :

5 850 m² de bâtiments neufs et anciens avec une mixité d'usages : logements, château, bureaux, salle de réception, cuvier, chais, stockage...

CHIFFRES

- Investissements : environ 1,144 M€.
- Subventions de 429 000 € de l'ADEME.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Château Pontet-Canet

ARCHITECTE :
Christophe Massie

BUREAU D'ÉTUDES FLUIDES :
Enerbat

FOREUR :
Oléron Forages

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :
ADEME

Alimenter des bâtiments agricoles, des constructions neuves mais aussi anciennes, un cuvier, des logements, des bureaux ou une écurie, utiliser les émetteurs des bâtiments existants et proposer un système "simple" : telles étaient les contraintes de départ du projet de géothermie à Château Pontet-Canet. Deux séries de sondes ont été réalisées, 67 d'une part et 6 de l'autre, ces dernières étant destinées à alimenter des habitations à l'écart.

L'originalité du premier champ de 67 sondes, installé au cœur des vignes et plus précisément dans les voies d'accès, est d'être raccordé à un local technique unique et commun où tous les besoins sont assurés de manière mutualisée : chauffage et rafraîchissement du château, des hébergements, des locaux du personnel, de la salle de réception, des bureaux, du chai à barriques, du stockage des bouteilles,... et bien évidemment des cuves.

Le lieu de la vinification a évidemment été soigné. L'exploitant a imposé ici une gestion humaine, quasiment artisanale : pas de thermostat au niveau du cuvier. Plusieurs personnes, présentes 24h/24 contrôlent en permanence et interviennent en fonction des besoins de chaud ou de froid des cuves, pour maintenir la température optimale.

La simplicité du système se niche également dans le fait que les postes de production ne sont pas les habituelles pompes à chaleur réversibles mais des groupes d'eau glacée, fonctionnant en alternance (deux en simultané plus un de secours) pour garantir un service total quelles que soient les conditions. Ce choix permet d'agir par un simple jeu de vannes, qu'un ouvrier formé ouvre ou ferme en fonction des besoins en eau chaude ou froide. Cette intervention manuelle permet de réduire au maximum le système électronique et, ce faisant, les risques de panne. La seule régulation automatisée concerne les départs chauffage ou refroidissement pour chaque local où la température reste cependant au choix des utilisateurs.

LE PLUS DUR : CHOISIR L'ENTREPRISE

Christophe Massie, architecte

"La principale difficulté réside dans le choix de l'entreprise : en trouver une qui accepte de se plier au jeu des tests, sachant que beaucoup d'éléments peuvent ensuite changer. De plus, les entreprises disposant de foreurs qualifiés, attestés par l'appellation Qualiforage, sont encore peu nombreuses".



SE MONTRER CURIEUX

Laurent Pradier, Enerbat, bureau d'études thermiques et fluides

"Un conseil ? Se montrer curieux de géothermie ! C'est un système méconnu auquel on pense rarement. Pire, les gens croient, à tort, qu'il est récent, peu maîtrisé, coûteux... C'est totalement faux ! Il existe depuis longtemps et ne présente que des avantages. C'est un système qui fonctionne toute l'année, indépendamment des aléas climatiques. Quand on estime les besoins, il n'y a pas ensuite de mauvaises surprises : les budgets de fonctionnement sont stables tout au long de l'année. Il n'y a pas besoin de beaucoup de place, la présence d'une nappe n'est pas obligatoire, les contraintes sont minimales, le coût des machines très correct à l'achat... Certes, il y a l'investissement initial mais on s'y retrouve facilement avec le coût de la consommation qui baisse et le retour sur investissement est relativement rapide".





LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL

10

Longtemps, l'industrie a configuré son parc en regard des problématiques de main d'œuvre et de production sans se préoccuper des ressources énergétiques. Avec la crise de l'énergie et les défis de lutte contre le réchauffement climatique, c'est un paramètre qui doit désormais être pris en compte. Ici, la géothermie peut se révéler une option intéressante, Elle concerne les opérations thermiques élémentaires de chauffage et rafraîchissement des locaux mais peut également contribuer à l'amélioration énergétique des process eux-mêmes. Et les secteurs y ayant recours sont nombreux - agro-alimentaire, cuirs et textiles, de la mécanique, du papier carton, de la chimie... - avec à la clé des économies financières et moins d'émissions de CO₂ !



Placo Sefalog à Dadonville,
RÉGION CENTRE-VAL-DE-LOIRE

92

Mapaero à Pamiers,
RÉGION OCCITANIE

94

Institut des huiles essentielles Les Condamines à Mane,
RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

96



PLACO SEFALOG, DADONVILLE (45)

RÉGION CENTRE-VAL-DE-LOIRE

GÉOTHERMIE SUR NAPPE
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFRAÎCHISSEMENT

10

Une facture énergétique réduite du tiers

La maîtrise des dépenses énergétiques est l'une des principales préoccupations du secteur industriel. Avec la géothermie, la nouvelle plateforme du groupe Coflec installée en 2010, est à la fois économe, durable, confortable pour les salariés et esthétique : une belle réussite !



DONNÉES TECHNIQUES

- Deux forages de 40 mètres de profondeur, un de prélèvement, l'autre de réinjection sur la nappe de la Beauce.
- Débit de 70 m³/h.
- Température de prélèvement dans la nappe : 12°C, réinjectée à 10°C en période de chauffage.
- Deux pompes à chaleur CIAT de type eau/eau d'une puissance totale de 418 kW.
- Coefficient de performance (COP) de 4.
- Chaleur et rafraîchissement distribués par des aérothermes.

> **SURFACE DES LOCAUX :** 7 800 m² de bâtiment neuf chauffés à 100 % par les PAC géothermiques et rafraîchis par géocooling.

CHIFFRES

- Investissements : 785 846 €.
- Subvention : 315 846 € de l'ADEME.

> ÉCONOMIE :

- Le coût du chauffage est ramené à 20 000 € par an alors qu'il était de 32 000 € avec une chaudière au gaz naturel et pour une surface moitié moindre.
- Temps de retour sur investissement : 5 ans.

> GAIN ENVIRONNEMENTAL :

103 tonnes équivalent CO₂ évitées par an.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Placo Sefalog

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :

ADEME, Conseil départemental du Loiret, Commune de Dadonville

À gauche d'un beau bâtiment de bois, FARE, fabricant de détecteurs incendie et sa tour R&D symbolisant l'esprit d'ouverture des chercheurs. À droite, SEFI, fabricant de centrales. Au milieu, SEFALOG, la plateforme logistique de ces deux entités.

Pour faire face à la progression d'activité, le leader national en système de sécurité incendie décide de regrouper sur la commune de Dadonville, deux usines existantes devenues trop petites. Le groupe souhaite un bâtiment à la fois esthétique et durable, apportant confort aux salariés et prenant en compte la question des coûts de l'énergie. Le site étant situé au-dessus de la nappe de la Beauce, la géothermie s'est révélée être le chauffage par énergie renouvelable le moins onéreux à mettre en place.

Dans ce bâtiment, où l'isolation a été bien travaillée, deux PAC d'une puissance totale de 418 kW permettent de chauffer l'intégralité du bâtiment. En été, elles se mettent en "stand by" pour laisser simplement circuler l'eau à 12°C afin de maintenir une température agréable par géocooling. Le confort thermique apprécié par les 110 salariés est également un confort économique pour les finances de l'entreprise. Le coût de chauffage ne dépasse pas 20 000 € par an pour des locaux faisant désormais 7 800 m² alors qu'il était de 32 000 € annuel dans les anciennes usines de 3 700 m².

Équipé de membranes souples photovoltaïques sur le toit, le bâtiment est quasiment autonome, produisant 80 % de l'électricité qu'il consomme.

LE TEMPS DE RETOUR SUR INVESTISSEMENT EST TRÈS RAPIDE

Philippe Bidolet, directeur de Sefalog

"Nous sommes très satisfaits des choix que nous avons faits en concevant ce bâtiment : outre le confort apporté à nos salariés, le temps de retour sur investissement est très rapide, environ 5 ans, si nous prenons en compte l'ensemble du bâti. De plus, les PAC ont un impact très limité sur la ressource : l'intégralité de l'eau pompée est réinjectée, seulement elle est à 10°C au lieu de 12°C avant pompage."



LE SAVIEZ-VOUS ?

- Forte d'un réseau important d'aquifères superficiels, la région Centre Val de Loire mise sur la géothermie pour son mix énergétique des 30 prochaines années. Dès 2020, elle est appelée à devenir la 3^e énergie renouvelable après l'éolien et le bois-énergie.
- Le secteur industriel est le 3^e plus gros consommateur d'énergie en France derrière le résidentiel tertiaire et les transports. C'est donc une cible prioritaire pour le développement des énergies renouvelables. L'ADEME accompagne les industriels via des conseils et des aides pour assurer la rentabilité d'un projet et répondre à des enjeux environnementaux aussi bien qu'économiques.



MAPAÉRO, PAMIERS (09)

RÉGION OCCITANIE

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFFRAÎCHISSEMENT

10

Produire vert dans un local vert : une industrie cohérente

Produisant de la peinture - verte ! - pour l'aéronautique, Mapaéro est une entreprise en pleine expansion. Pour anticiper les besoins à venir, elle lance un programme d'agrandissement en 2010 pour construire un local de stockage et de conditionnement. Comme la production, le bâtiment associe performance et respect de l'environnement. L'entreprise est tellement satisfaite de la géothermie, qu'elle applique ensuite le même système à des bureaux et des laboratoires anciens et c'est désormais toute l'usine qui est alimentée par la géothermie.



DONNÉES TECHNIQUES

- *Vingt-quatre sondes de 100 mètres de profondeur dans un premier temps (dont un a fait l'objet d'un test de réponse thermique), réalisés sous l'enrobé des parkings donc non visibles.*
- *Quarante-huit sondes de 100 mètres de profondeur dans un deuxième temps.*
- *Trois chaufferies mises en place assurant 420 kW de besoins en chaud, 230 kW en froid. La première chaufferie avec trois pompes à chaleur de 50 kW montées en thermofrigopompe (chaud et froid industriel simultané), la deuxième avec une pompe à chaleur de 130 kW réversible, la 3^e avec quatre pompes à chaleur de 50 kW pour du chauffage seul sur aérothermes.*
- *Le coefficient de performance (COP) de la chaufferie mesuré est supérieur à 5.*
- *La distribution dans les bâtiments est assurée par planchers chauffants, radiateurs et aérothermes pour le chaud et échangeurs intégrés aux machines-outils pour le froid industriel.*

> **SURFACE DES LOCAUX :**
7 800 m² de bâtiments neufs.

CHIFFRES

- *Coût global des trois tranches d'opérations géothermiques : 932 000 € dont 422 376 € de coûts de forages.*

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :

Mapaéro

INSTALLATEUR :

Bio Énergies Diffusion

FOREURS :

Pro'forage, Géodrill

APPUI TECHNIQUE ET FINANCIER :

ADEME

Depuis 1992, Mapaéro produit de la peinture pour l'aéronautique. Une peinture à l'eau, respectueuse de l'environnement, à destination des plus grands constructeurs d'avion mais également des compagnies pour l'entretien. Une activité florissante où la croissance souvent à deux chiffres demande à ce que l'on prépare l'avenir. En 2010, l'entreprise se lance donc dans la construction d'un bâtiment de 3 500 m². Dans ce milieu industriel, les contraintes sont nombreuses. Il y a tout d'abord la hauteur du hangar, 10 mètres, soit 30 000 m³ à chauffer... tout en assurant, simultanément le refroidissement des machines outils : broyeuses, compresseurs ou distilleuses. Chauffage, rafraîchissement passif et/ou actif, thermofrigopompe. La géothermie apparaît tout à fait adaptée à ces besoins multifonctionnels. Des réponses spécifiques sont imaginées. Le plancher chauffant de 3 000 m² est ainsi réalisé en pleine dalle de compression permettant de supporter des charges lourdes, supérieures à 10 t/m², assurant une forte inertie thermique et, cerise sur le gâteau, moins cher à la réalisation qu'un plancher chauffant traditionnel. Un système de ballons tampons de 950 et 1 000 litres est aussi mis en place où les PAC peuvent aller prélever du chaud ou du froid en fonction des besoins : autant d'énergie récupérée et que les sondes n'ont donc pas à aller chercher. Le dimensionnement peut ainsi se limiter à 150 kW, une puissance qui a pourtant permis de passer la vague de froid de l'hiver 2012 sans encombre. Ce dimensionnement a été réalisé par la société "Bio-énergie diffusion" dont le contrat stipulait également l'accompagnement des dossiers de subvention, la réalisation et le suivi de l'installation. Du cousu-main pour Mapaéro qui n'a eu qu'à constater l'efficacité du système. Grâce à une combinaison avec du photovoltaïque, le bâtiment livré en octobre 2011 est à énergie positive. Performant, demandant un faible entretien, ne présentant pas de nuisances sonores ou visuelles majeures : la satisfaction est telle que le maître d'ouvrage

décide de poursuivre l'aventure et impulse deux nouveaux chantiers géothermiques afin d'alimenter des bureaux et des laboratoires. Au final, ce sont 7 800 m² de SHON entièrement chauffés et refroidis par l'énergie venue de la terre.

LA GÉOTHERMIE : UNE SOLUTION TRÈS PERFORMANTE DÈS LORS QU'ELLE EST BIEN PENSÉE

Bruno Lazard, gérant de Bio Énergies Diffusion
Votre analyse sur la géothermie ?

"Je travaille avec cette technique depuis 11 ans et... j'ai du mal à vendre autre chose ! Ses performances sont impressionnantes à partir du moment où elle a été techniquement bien pensée et installée. La consommation est moins importante, la maintenance moins lourde, c'est quasiment inusable... Et elle remporte haut la main la comparaison avec n'importe quelle autre solution de référence. Ce n'est pas pour rien que d'autres pays comme la Suède ou la Suisse y recourent presque exclusivement dans leurs constructions neuves".

Mais on lui reproche d'être chère à l'investissement ?

"Pas si on considère le bâtiment dans son ensemble et que l'on prend en compte les aides apportées par l'ADEME. Quand le système est bien pensé, que l'on prend en compte ce que cela coûterait de répondre aux besoins en chaud comme en froid, et encore une fois que l'on intègre les subventions : le résultat n'est pas plus cher".

Vous assurez un travail de conception et de suivi : la simplicité pour le donneur d'ordre ?

"La géothermie demande effectivement de bonnes compétences techniques que tous les donneurs d'ordre n'ont pas forcément. Nous proposons désormais d'aller plus loin en assurant également le financement. Nous facturons un contrat qui intègre l'amortissement, la consommation, la maintenance, la garantie... et au bout de 10 ou 15 ans, le client devient propriétaire de l'installation".



CHAUFFER ET RAFFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE
LA GÉOTHERMIE DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL

INSTITUT DES HUILES ESSENTIELLES LES CONDAMINES, MANE (04)

RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

GÉOTHERMIE SUR SONDES
POUR LE CHAUFFAGE ET
LE RAFFRAÎCHISSEMENT

10

Une option parfaite quand le climat est rude

À l'origine... Proposer un complexe touristique inédit associant laboratoire, atelier de distillation mais aussi centre de soins tout en respectant l'environnement comme le patrimoine architectural et paysager : la volonté de la Communauté de Haute-Provence associée au laboratoire Florame qui trouvent en la géothermie l'opportunité de répondre à toutes ces ambitions.



DONNÉES TECHNIQUES

- Quatre sondes verticales de 100 mètres de profondeur, espacées de 10 mètres.
- Une pompe à chaleur réversible CIAT de type eau/eau d'une puissance de 23 kW en mode chaud et de 24,9 kW en froid.
- 100 % des besoins couverts.
- Coefficient de performance (COP) de 4,1.
- La distribution du chaud et du froid est assurée par planchers chauffant-rafraîchissant et ventilo-convecteurs encastrés.

> SURFACE DES LOCAUX :

380 m² de locaux réhabilités.

PARTENAIRES

MAÎTRE D'OUVRAGE :
Communauté de Haute-Provence

MAÎTRE D'ŒUVRE :
Bureau d'étude Ecowatt

INSTALLATEUR :
Cap Clim

FOREUR :
Luroforage

CHIFFRES

- Le coût d'investissements de la géothermie s'élève à 110 000 € HT pour un coût total de l'opération de 1 150 000 € HT.

Une ferme du XVIII^e siècle entièrement vouée à la découverte et à la connaissance des trésors naturels que sont les huiles essentielles : Les Condamines. Dans cet institut créé en 2014, ces huiles obtenues par distillation à la vapeur d'eau sont au centre de recherches scientifiques et d'activités ludiques ou de bien-être. Laboratoire et atelier côtoient ainsi centre de massage et boutique.

La rigueur du climat et les importantes variations de température font de la géothermie une option intéressante. Elle garantit en effet une source d'énergie à température constante permettant des rendements intéressants des machines. C'est donc en toute logique que la Communauté de Haute-Provence, qui a élaboré un plan d'action en faveur de l'énergie durable et qui cherchait la solution la plus opportune pour la création de cet institut, s'est tournée vers la géothermie.

La mise en œuvre s'est révélée simple puisque l'atelier de distillation ou le laboratoire comme le centre de soins ou la boutique demandaient des températures dites de confort classique, ne nécessitant que quelques degrés d'écart, autour de 20-25°C. Des éléments qui assurent un bon rendement de la pompe à chaleur et plaident aussi pour le choix géothermique. Sans oublier, enfin, le respect de ce patrimoine provençal, là encore permis par ce choix énergétique. Une fois les sondes réalisées, elles ont été recouvertes par le jardin botanique et nulle pollution visuelle ou perte de foncier n'est à regretter dans ce projet qui se veut également un atout touristique pour la région.



LOCALEMENT, TOUS LES PARTENAIRES NÉCESSAIRES

Salvador Caparros, dirigeant de l'entreprise Cap Clim

Dans ce projet, le volontarisme de la Communauté de Haute-Provence a été un atout ?

“Elle va de l'avant et c'est effectivement un atout. Mais la promotion de la géothermie est ici une volonté générale et il y a localement tous les partenaires nécessaires - bureau d'étude, installateur, foreur... - qui ont tous compris que pour répondre à nos besoins de chauffage conséquents, la géothermie était une réponse solide, proposant un système rustique et fiable.”

Vous avez été le premier artisan de la région à obtenir la certification “qualipac”. Quelles ont été vos motivations ?

“Je me suis intéressé à la géothermie dans les années 2000, quand j'ai créé mon entreprise, par philosophie écologique car je voulais travailler localement. Or, dans nos climats rudes, la géothermie est le seul système qui garantisse l'énergie quelles que soient les conditions extérieures.

En 2001, j'ai réalisé ma première installation de sondes verticales, et aujourd'hui j'en compte plus d'une centaine. Cela permet de maîtriser les dépenses et d'avoir un système extrêmement fiable. Au début, il a fallu “puiser” des informations partout, notamment dans les pays du nord qui pratiquent depuis longtemps la géothermie. Mais depuis 2005, nous avons également toute une littérature technique, des certifications, du matériel performant. On est dans une boucle vertueuse.”



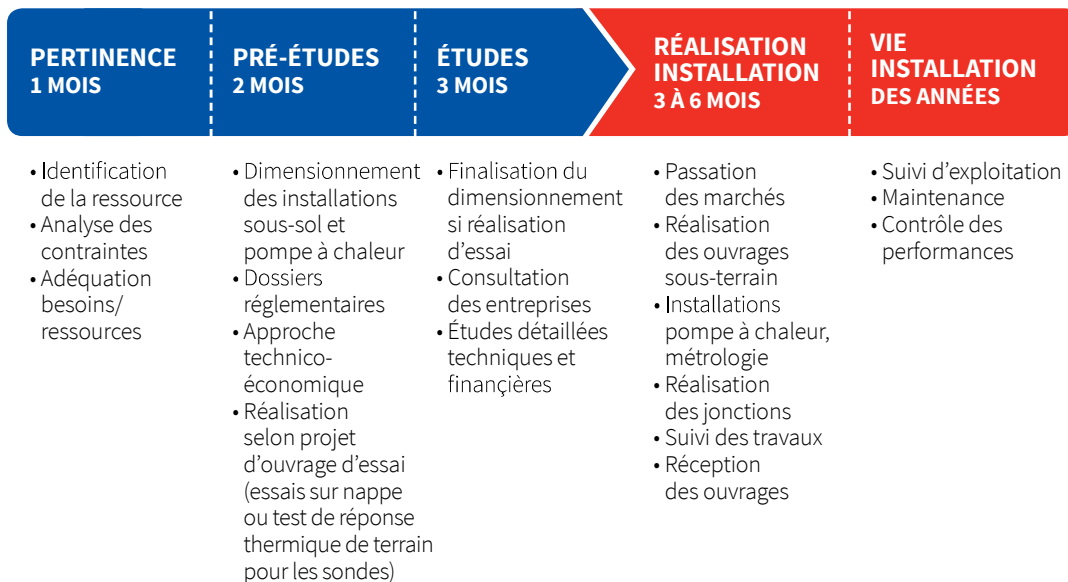


LES ÉTAPES : MÉTHODE ET RIGUEUR !

Pour le maître d'ouvrage, le recours à la géothermie reste une démarche de projet classique avec quelques phases et acteurs supplémentaires. Ces particularités concernent l'utilisation d'une ressource souterraine, la coordination indispensable entre les bureaux d'études surface et sous-sol, un volet administratif et réglementaire spécifique à la géothermie ainsi que la possibilité de souscrire à un système assurantiel original : Aquapac dédié aux pompes à chaleur sur nappe.

Les études menées par les bureaux d'études surface et sous-sol ainsi que différents outils disponibles vont permettre de conforter le maître d'ouvrage dans l'opportunité et la pertinence technique, économique et environnementale de son opération de géothermie. Que ce soit depuis les premières réflexions sur le projet jusqu'à la réalisation puis l'exploitation de l'installation, les étapes suivantes sont indispensables à une mise en œuvre professionnelle et pérenne de la solution géothermie.

FAISABILITÉ ET MISE EN ŒUVRE



Les durées des étapes varient selon les projets et sont données à titre indicatif. Pour plus de détails, vous pouvez télécharger la boîte à outils géothermie depuis le site de l'AFPG.
<http://www.afpg.asso.fr/telechargements/>

LA GARANTIE AQUAPAC

Pour éviter les mauvaises surprises : la garantie Aquapac. La crainte de financer un forage qui conclut à une ressource en eau insuffisante ne doit plus être un obstacle. Aquapac est un dispositif d'assurance qui couvre les risques géologiques liés à l'exploitation énergétique d'une ressource aquifère située en général à moins de 100 mètres de profondeur, puis au maintien de ses capacités dans le temps (pendant 10 ans). Elle comporte donc deux volets : la garantie recherche et la garantie de pérennité.

Elle est applicable à tous les secteurs économiques : habitat collectif, tertiaire, industriel ou agricole, qu'il s'agisse de bâtiments neufs ou existants, et dès que la puissance de l'installation thermique est supérieure à 30 kW. Elle peut être sollicitée auprès de la SAF Environnement par les maîtres d'ouvrage ou leurs mandataires (bureaux d'études, entreprises, prestataires de services, exploitants), après la réalisation de l'étude de faisabilité.

www.geothermie-perspectives.fr/article/garantie-aquapac

À SAVOIR

Pour vos projets de géothermie, vous n'êtes pas seul. L'ADEME conseille et oriente les porteurs de projets dans leurs choix grâce à son expertise technique, sa connaissance des réseaux de professionnels compétents ainsi qu'à ses outils sous forme de fiches, de guides et de cahiers des charges disponibles sous www.diagademe.fr.

LE SAVIEZ-VOUS

Depuis juillet 2015 les opérations de géothermie d'une puissance d'extraction inférieure à 500 kW et exploitant le sous-sol à moins de 200 mètres de profondeur peuvent bénéficier d'un régime déclaratif simplifié, en fonction du zonage réglementaire existant.



À noter :

- Il existe des cartes et documents utilisables pour une première approche de votre projet :*
- *Les cartographies régionales des ressources géothermiques apportent des informations sur les caractéristiques locales du sous-sol*
 - *La carte des zonages réglementaires qui vous permet de savoir si votre projet sera soumis à un régime de simple déclaration ou d'autorisation.*

Aujourd'hui les cartes nationales de zonage réglementaire existent pour les sondes comme pour l'eau souterraine (consultables sur le site www.geothermie-perspectives.fr). Des cartographies régionales, à une échelle plus détaillée, seront progressivement réalisées. Pour les sondes, comme pour l'eau souterraine, ces cartes détailleront trois niveaux de profondeur : 10-50 mètres, 10-100 mètres et 10-200 mètres.



DES AIDES À LA DÉCISION ET À L'INVESTISSEMENT

Le Fonds Chaleur est un dispositif proposé par l'État depuis 2009 pour financer des projets de production de chaleur à partir d'énergies renouvelables parmi lesquelles figure la géothermie. Doté de 1 202 milliards d'euros sur la période 2009-2014, il a permis de subventionner 3 266 réalisations dont 342 en géothermie. Fort de ce succès, la dotation de l'État est progressivement montée en puissance.

Ces aides financent aussi bien les projets en construction neuve qu'en rénovation et interviennent dans les étapes d'étude comme de réalisation. Elles sont cependant soumises à une condition à partir de 2017 : avoir recours à des professionnels qualifiés, reconnaissables aux signes de qualité RGE¹.

Une analyse détaillée des aides Fonds Chaleur attribuées montre que le taux d'aide moyen est de 30 % des investissements pour les opérations sur sondes verticales et de 20 % pour les opérations sur nappe. Les études d'accompagnement de projet quant à elles bénéficient de taux d'aide variant de 50 à 70 % du coût selon la nature du bénéficiaire. Elles incluent les études de faisabilité, les tests de réponse thermique de terrain et la géomodélisation pour la mise en place de sondes géothermiques verticales, les forages d'essais sur nappe, ...

La sélection des projets bénéficiant des aides du Fonds Chaleur est gérée par l'ADEME au niveau régional et se fait essentiellement par des appels à projets régionaux.



À noter :

En complément du Fonds Chaleur, d'autres aides peuvent être allouées à la géothermie (Conseil régional, FEDER, ...).

Se renseigner auprès des antennes régionales de l'ADEME : <http://www.ademe.fr/regions>.

Pour savoir si votre opération est éligible au Fonds Chaleur : <http://www.fonds-chaleur.ademe.fr>.

¹ RGE : Reconnu Garant de l'Environnement

QUELQUES DÉFINITIONS “STANDARD”

Géothermie

Exploitation de l'énergie thermique emmagasinée dans le sous-sol. Plus globalement ce terme peut concerner la ressource et ses caractéristiques, les méthodes de mise en œuvre de cette ressource et son exploitation.

Géothermie très basse énergie ou assistée par pompe à chaleur

Exploitation, au moyen de pompes à chaleur, de l'énergie thermique contenue dans le sous-sol ou dans les aquifères.

Pompe à chaleur (PAC)

Dispositif thermodynamique qui prélève l'énergie présente dans un milieu (le sous-sol) pour la transférer vers un autre milieu (exemple : un logement à chauffer).

- Une pompe à chaleur réversible peut indifféremment fonctionner en récupérant des calories dans un sens ou dans l'autre. C'est à dire qu'elle peut produire du chauffage en hiver et de la climatisation ou du rafraîchissement en été.
- Lorsque la PAC permet simultanément de chauffer et de refroidir, le système est alors appelé thermo-frigo-pompe.
- Le COP ou coefficient de performance de la PAC peut se définir comme étant le rapport de la quantité de chaleur (ou de froid) produite par la PAC à sa consommation d'énergie (généralement électrique).

Nappe et aquifère

- Une nappe d'eau souterraine est définie comme “ensemble de l'eau présente dans la zone saturée d'un aquifère, dont toutes les parties sont en liaison hydraulique”.
- Un aquifère peut être défini comme “une couche de roches perméables à l'eau, comportant une zone saturée et conduisant suffisamment l'eau pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables”.

La relation aquifère/nappe souterraine est celle du contenant et du contenu : à chaque type d'aquifère correspond donc une espèce particulière de nappe d'eau souterraine .

Sonde géothermique verticale (SGV)

C'est un échangeur de chaleur constitué de tubes de polyéthylène insérés verticalement dans un forage de plusieurs dizaines de mètres de profondeur et dans lesquels circule un fluide caloporteur (en général de l'eau glycolée) qui échange la chaleur avec le terrain environnant. Le forage est rempli de ciment géothermique (à forte conductivité thermique) assurant la stabilité de l'ensemble et la protection du milieu naturel.

POUR ALLER PLUS LOIN

www.geothermie-perspectives.fr : le site institutionnel exclusivement dédié à la géothermie réalisé conjointement par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières et l'ADEME. En ligne, des infos et articles sur les différentes formes de géothermie, les technologies, les usages et applications, la réglementation, les aides possibles, les cartes régionales des ressources géothermiques et des zonages réglementaires, ... mais également des services comme la télédéclaration d'opérations géothermiques dites de minime importance.

www.afpg.asso.fr : le site de l'association française des professionnels de la géothermie avec des informations sur la filière, le marché, les acteurs, des fiches exemples, la boîte à outils “géothermie très basse énergie”.





L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale.

L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



ILS L'ONT FAIT

CHAUFFER ET RAFRAÎCHIR AVEC UNE ÉNERGIE RENOUVELABLE : LA GÉOTHERMIE TRÈS BASSE ÉNERGIE

Une énergie disponible localement, 24h sur 24, 365 jours par an, pas ou peu dépendante des variations climatiques journalières ou saisonnières, avec très peu d'émissions de gaz à effet de serre (GES), discrète visuellement...

La géothermie !

Cette énergie pleine d'atouts est cependant encore trop méconnue, voire victime d'idées reçues. Trop compliquée, trop coûteuse ? Certainement pas !

Objet d'une attention politique favorable, la filière a été structurée, un soutien et un accompagnement mis en place, des outils financiers, techniques et d'aides à la décision élaborés, des assurances et des démarches qualité initiées...

Et les projets déjà réalisés montrent souvent un retour sur investissement plus rapide que prévu.



www.ademe.fr



010136

ISBN 979-1-02970-720-9



9 791029 1707209