

# Centre de maintenance et d'exploitation des bus et tramways Dijon ( 21 ) PAC sur Champ de Sondes



Crédit : Renaud Araud photographe

Maître d'Ouvrage :



Maître d'œuvre:



Acteurs du projet :

Ferrand Sigal  
(architectes )  
TECHNIP TPS

## Description du projet

Construit en 2010/2011 , le bâtiment administratif du Centre de maintenance des bus et tramways du Grand Dijon a été conçu pour atteindre la basse consommation avec 62,7 kWh/mètres carrés/an pour l'ensemble des usages conventionnels . Lors de l'étude de faisabilité , un Test de Réponse thermique a permis de valider le bon dimensionnement des sondes et le non refroidissement du sol dans le temps . Pendant la saison estivale , le champ de sondes permet au bâtiment d'être refroidi en renvoyant directement le surplus de chaleur dans le sol , sans avoir recours à la pompe à chaleur ( géocooling ) Il est à noter enfin qu'une chaudière à gaz à condensation de 65 kW sert d'appoint .Le chauffage des ateliers est assuré par la récupération d'énergie sur le réseau d'eaux usées . C'est un bâtiment basse consommation





Crédit : SPIE

## FORAGES

Il y a 15 sondes géothermiques constituées de tuyaux en polyéthylène de 40 mm de diamètre, noyés dans du béton sur une profondeur de 100 mètres

## ECHANGEURS

Il y a une pompe à chaleur d'une puissance thermique de 92 kW. Elle est équipée de 2 compresseurs indépendants permettant un fonctionnement à 50 % et 100 % de la puissance nominale. Elle est raccordée via un circuit d'eau glycolée aux 15 sondes géothermiques .

## ASPECTS ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

- 100 % des besoins de froid et 75 % des besoins de chaleur du bâtiment sont couverts par la pompe à chaleur
- 30 ans de retour sur investissement avec un surcoût de 127 000 euros par rapport à une installation traditionnelle
- 60 % de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> , par rapport à une installation gaz traditionnelle

afpg

ASSOCIATION FRANÇAISE  
DES PROFESSIONNELS DE LA



Crédit : EODD

Entreprise de forage:



*Récupération  
d'énergie sur le  
réseau des eaux  
usées*



Avril 2015



# Pôle Habitat

## BESANCON (25)



Association Française des Professionnels de la Géothermie

### Rénovation d'une ancienne école en bureaux BBC



© HDL

#### Maître d'Ouvrage:

HDL  
(Habitat et Développement Local)

#### Maître d'Œuvre:

BE Image et Calcul

#### Acteurs du projet:

L'Est Energie



### Description du projet

La société Habitat Développement Local propose une aide administrative, technique et financière aux porteurs de projets tels que réhabilitation, création de logements collectifs, amélioration de bâtiments ou logements communaux, maîtrise d'œuvre... Soucieuse des questions de développement durable, elle a souhaité montrer l'exemple à ses clients avec l'installation de ses nouveaux bureaux dans une école rénovée dont la consommation énergétique ne dépasserait pas 50 kWh d'énergie primaire par m<sup>2</sup> et par an pour le poste CVC (chauffage, ventilation, climatisation).

Depuis l'achèvement des travaux en 2007, les consommations énergétiques des 2000m<sup>2</sup> de SHON sont suivies par EDF R&D, et les très bonnes performances de ce bâtiment certifié BBC (Bâtiment Basse Consommation) sont confirmées. Le bâtiment accueille désormais les locaux de HDL, mais aussi l'Association Départementale d'Aide au Logement, ainsi qu'un centre médico-social.



## FORAGES

- 10 sondes géothermiques verticales en polyéthylène PE 100 sont installées
- La profondeur des forages est de 100 mètres
- L'installation géothermique permet le fonctionnement en free cooling pour rafraîchissement du bâtiment en été

### Entreprise de forage

MANNFOR



66 rue du Maréchal Foch  
67123 Molsheim cedex

## ECHANGEURS

- L'échange de chaleur se fait par des poutres froides
- 2 Pompes à chaleur eau glycolée/eau modèles Vitocal 300G, COP de 4,5
- Chaque PAC a une puissance de 32,6 kW de chaud et 25,4 kW de froid
- Un appoint électrique de 9 kW est prévu

### Fabricant PAC

VISSMANN



Avenue André Gouy  
57380 Faulquemont

## ASPECT ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

- L'installation géothermique permet de réduire les rejets de CO<sub>2</sub> de 70% par-rapport à une solution classique (chaudière à condensation avec groupe froid)
- Le poste CVC consomme seulement 45 kWhEp
- € Dépenses de fonctionnement pour le chauffage: 28€/MWh HT (contre 45€/MWh avec une chaudière gaz)
- € Economies réalisées chaque année pour le poste CVC: 19 000€
- € Coût total de l'opération: 2117 €/m<sup>2</sup> TTC
- € Coût des travaux: 1823 €/m<sup>2</sup> TTC
- € Coût du forage et de la pose des sondes: 55 000€ HT



# Groupe scolaire Denis Arnoux Chemaudin (25) Chauffage par géothermie sur champ de sondes



Crédit photo: Commune de Chemaudin

## Maître d'Ouvrage :



## Maître d'œuvre:

IMAGE & CALCUL

## Acteurs du projet :



## Description du projet

Ce groupe scolaire construit à Chemaudin, village de 1500 habitants en 1989 et dont l'extension remonte à l'année 1999 avait des factures très élevées en chauffage, plus de deux fois la moyenne nationale (17 euros / Mètres carrés) et rencontrait des problèmes de confort en été tout comme en Hiver. Souhaitant remédier à cette situation, elle réalise en 2008 un diagnostic énergétique du groupe scolaire et commande en 2010 une étude complémentaire pour une rénovation basse consommation. Les travaux commencent en 2011 et s'achèvent en 2013. Pour chauffer l'ensemble, la collectivité a décidé de recourir à la géothermie en installant une pompe à chaleur sur champ de sondes. En faisant ce choix, la commune a pris le parti pris d'une énergie renouvelable, non polluante et indépendante des fluctuations des prix des énergies fossiles.





Crédit photo : MANNFOR

## FORAGES

Cette installation a nécessité le forage de puits dans les espaces verts situés à proximité du groupe scolaire. 21 sondes verticales composées de tubes en matériaux synthétiques ont été positionné à 100 mètres de profondeur .Ces sondes puisent les calories du sous-sol et les transmettent à une pompe à chaleur qui produit de l'eau à 45 degrés

### Entreprise de forage:



## ECHANGEURS

La puissance installée est de 130kW

Le coefficient de performance est supérieur à 6 .

### Fabricant PAC



## ASPECTS ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

Les consommations d'électricité liées au chauffage sont passées de **146 MWH** par an à **15 MWH** .

Economie financière en divisant par **10** ses consommations

**24** tonnes de tonnes de CO2 évitées par an

**70** MWh d'énergie renouvelable produits par an



# Espace des Mondes Polaires Production de Chaud et de Froid Bâtiments neufs et rénovés

## Prémanon (39)

### Champ de sondes géothermiques



#### Maître d'Ouvrage :



#### Maître d'œuvre:



#### Bureau d'étude :



#### Architectes:



### Description du projet

L'espace des Mondes Polaires a vocation à devenir le premier « Centre Culturel » de référence sur les problématiques liées aux mondes polaires. Destiné à un public familial, scolaire mais également aux amoureux des mondes polaires, ce bâtiment n'est pas seulement un musée, il comprend également une patinoire, un auditorium, un restaurant et une salle polyvalente.

L'espace des Mondes Polaires a une superficie d'environ 5000m<sup>2</sup>, le champ de sondes géothermiques permet de coupler du froid (patinoire réhabilitée) comme du chaud (musée, auditorium, restaurant neufs).

Lorsque les quantités de chaud dégagées lors de la production de froid par les PAC sont trop importantes pour le chauffage des bâtiments, ce surplus est stocké dans des ballons tampons pour une utilisation ultérieure (durée journalière) ou stocké dans le sous-sol grâce aux 16 forages géothermiques de 100m de profondeur (durée inter-saisonnière).

Le tout est relié un système informatique adapté permettant d'orienter et d'optimiser l'ensemble des fluides en circulation via des compteurs calorimétriques installés sur le réseau.





## FORAGES

- 16 Sondes Géothermiques Verticales en PEHD 100 RC, Double U DN 32 mm
- de 100 m de profondeur,
- 10 m d'espacement entre les forages géothermiques
- SGV implantées dans le futur jardin paysagé.

Entreprise de forage:

MANNFOR  
INGÉNIERIE ET FORAGE GÉOTHERMIQUE

## ECHANGEURS

- PAC travaillant en Chaud (33,7%) et Froid (29%)
- Production d'ECS (0,5%)
- 2 PAC ERSET de 45kW, COP 4.6 EHPA.
- Raccordés aux SGV et à des ballons tampons
- Débits classiques des fluides 10 m<sup>3</sup>/h
- Température départ chaud 45°C
- Gestion par un système informatique adapté



## ASPECTS ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

- Retour Sur Investissement 6 ans.
- Système éligible aux Subventions ADEME (Fonds Chaleur)
- Coût total du projet: 9 062 205€ HT
- Coût Travaux Géothermiques et local PAC: 255 000€ soit 2,8% du CT



# Lotissement le Pré de la Cour

## SENNECE LES MACON (71)

### construction neuve de pavillons chauffés par PAC sur capteurs verticaux

Fiche réalisée à partir de données ADEME



Association Française des Professionnels de la Géothermie



© Mâcon Habitat

#### Maître d'Ouvrage:

Mâcon Habitat

#### Maître d'Œuvre:

Cabinet  
CHAMBAUD ET  
CHANAL

#### Acteurs du projet:



CERTEC SARL



## Description du projet

Le lotissement « le Pré de la Cour », au nord de Macon, a mis en location en juin 2004 dix pavillons locatifs neufs, qui permettent de loger des familles aux revenus très différents. Ces pavillons mitoyens deux à deux d'une surface totale de 810 m<sup>2</sup> comprend huit T4 de 78 m<sup>2</sup> et deux T5 de 93 m<sup>2</sup>.

Pour prendre en compte la dimension sociale des futurs logements, quatre types de chauffage différents ont été envisagés. Il est ressorti de cette étude que la géothermie est une solution innovante qui permet aux familles les moins aisées d'avoir un taux d'effort (calculé avec les revenus et les charges en chauffage) à fournir le plus bas possible.

Après deux années de fonctionnement, la satisfaction des locataires a conduit le maître d'ouvrage à réaliser d'autres logement sociaux à basse consommation d'énergie, notamment un immeuble collectif chauffé par sondes géothermiques verticales et eau chaude solaire.



## FORAGES

- Chaque T4 possède une sonde de **80 mètres** de profondeur
- Les T5 sont quant à eux équipés avec une sonde de **100 mètres** de profondeur

## Entreprise de forage

Non connue

## ECHANGEURS

- La diffusion de la chaleur se fait par les planchers chauffants/rafraichissants
- Un appoint électrique est installé pour les salles de bain
- Chaque pavillon est équipé avec une Pompe à Chaleur réversible de marque ERSET, dont le COP moyen annuel est de 3,5

## Fabricant PAC

ERSET



67 Rue de Morat  
68000 Colmar

## ASPECT ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

- Emissions de CO<sub>2</sub> liées au chauffage: 4,86 kg/m<sup>2</sup>/an soit une **diminution de près de 60%** des émissions de CO<sub>2</sub> par-rapport aux valeurs de référence, et 15 fois moins qu'avec le gaz naturel
- € Coût total de l'opération : 1 071 000 € TTC
- € Coût du lot chauffage et VMC : 133 420 € TTC soit 11,5% du coût total de l'opération
- € Le coût total du chauffage en 2004-2005 pour les utilisateurs s'est élevé à **200€ TTC** en moyenne
- € Subventions reçues (en % du coût total de l'opération):
  - Etat : 8% ; Ville de Mâcon : 5,5%
  - EDF : 3,5% ; Conseil régional et ADEME : 3%



# SILEX

## AUXERRE (89)

### Salle de concert avec pieux sur fondations



© EDF

Maître d'Ouvrage:  
Ville d'Auxerre

Acteurs du projet:



### Description du projet

Le complexe musical d'Auxerre, ouvert en janvier 2010 et baptisé « SILEX » (en référence à la couleur et aux aspérités du bâtiment), est l'un des rares lieux avec des pieux géothermiques dans ses fondations. Avec une surface de 1250 m<sup>2</sup>, une salle avec une capacité d'accueil de 500 personnes et deux studios d'enregistrement, le complexe a des besoins simultanés en chaud et en froid, estimés à 175 MWh pour le chaud et 56MWh pour le froid.

Sa particularité réside également dans sa double alimentation par des systèmes géothermiques: en effet, 68% des besoins en chaud et 80% de besoins en froid sont couverts par un système de sondes sur pieux, le reste des besoins est assuré par le système classique de pompage sur nappe, qui sert également de système de secours.



## FORAGES

- L'installation comporte **24 pieux** en béton armé de **7 mètres de profondeur**, dans les fondations du bâtiment, avec 2 boucles en U de 32mm de diamètre dans chaque pieu
- 12 pieux ont un diamètre de 600mm, les 12 autres font 700mm de diamètre

## fabricants pieux

**RYB terra**



19, allée du Lac St André  
Immeuble le Fennec  
73370 Le Bourget du Lac

## ECHANGEURS

- Une PAC eau/eau de **240 kW** chaud et **196 kW** froid, COP chaud de 3,7. Elle fonctionne soit avec le pompage sur nappe, soit avec la boucle d'eau qui circule dans les fondations du bâtiment. Le fonctionnement simultané est impossible
- Température du sol: environ 12°C
- Un puits de captage et un de réinjection sur nappe constitue un dispositif de secours

## installateur PAC

**SAUNIER DUVAL**



Le Technipole  
8 Avenue Pablo Picasso  
94132 Fontenay-sous-Bois

## ASPECT ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

- **80%** de rejets de CO<sub>2</sub> en moins par-rapport à un système classique
- **34t** de rejets de CO<sub>2</sub> évitées en 2010
- € Economies estimées en 2010 à **5400€ HT** selon le SER par-rapport à un système classique de production de chaud et de froid
- € Coût du chaud: 32€/MWh HT
- € Coût des installations géothermiques: **146 000€**
- € Aides financières
  - ADEME : 41 218€ (études : 8833€ / travaux 32385€)
  - EDF : 15 000€ (instrumentation et travaux)
  - État/Région/Département : 2 000 000€ (études et travaux)



# Pôle culturel social et sportif Giromagny(90) Sondes géothermiques verticales



Maître d'Ouvrage :



Maître d'œuvre:



## Description du projet

Afin de remplacer l'ancien centre socioculturel ne répondant plus aux normes de sécurité et offrir aux utilisateurs un bâtiment permettant le développement des activités animées par l'équipe de l'association du centre, la Communauté de Communes a décidé en 2008 de créer ce nouveau bâtiment destiné à regrouper le centre socioculturel et les diverses activités menées par les associations. Pour répondre aux enjeux environnementaux, le parti pris a été d'intégrer la géothermie et également de permettre au bâtiment de répondre aux normes HQE ( Haute Qualité environnementale) et d'être classé BBC(bâtiment basse consommation). Le système de géothermie est amorti en 7 ans sur ce projet.



## FORAGES

22 forages de 99 mètres avec la mise en place de travaux de raccordement et de collecteurs.

Entreprise de forage:



## ECHANGEURS

Modèle de sondes : ryb Terra PE-HD 32.2.9

## ASPECTS ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

Coût global : 6 487 000 euros

Subvention : 2 466 00 euros  
(Drac;FNADT;DETR, jeunesse et sport,ministère de l'intérieur, Conseil Général du Territoire de Belfort, Conseil général de Franche Comté, Ademe, Caisse d'allocations Familiales, sénateur Jean-Pierre Chevènement)

