



// Principe général

A partir de 15 mètres de profondeur, la température du sous-sol ne dépend plus des variations saisonnières ou du cycle jour/nuit. De 15 à 100 mètres, elle est comprise, suivant le type de terrain entre 9 et 15 C° puis augmente ensuite d'environ 3C° chaque 100 mètres. Cette énergie est exploitable par le biais de pompes à chaleur à partir d'échangeurs enterrés.

La mise en place de sondes géothermales verticales permet de récupérer la chaleur du sous-sol afin de chauffer des bâtiments et/ou produire de l'eau chaude sanitaire.

// Pompe à chaleur sur champs de sonde : fonctionnement

La géothermie sur champ de sondes consiste à faire circuler, en circuit fermé, un liquide caloporteur dans plusieurs sondes verticales afin de capter l'énergie du sous-sol et de l'acheminer jusqu'à une ou plusieurs pompes à chaleur (PAC), situées en surface, qui transféreront à leur tour ces calories vers le bâtiment à chauffer.

- Les sondes géothermales

Pour chauffer des grands bâtiments ou un groupe de logements, il est possible d'installer plusieurs sondes géothermiques sur le même site afin d'obtenir un plus grand potentiel de chaleur disponible.

Elles sont constituées d'échangeurs de chaleurs installés verticalement, à intervalles réguliers, chacune dans un forage variant de 30 m à plusieurs centaines de mètres (généralement jusqu'à 200 mètres de profondeur). Un fluide caloporteur (généralement de l'eau glycolée) circulant en circuit fermé récupère la chaleur du sous-sol pour la transmettre à une pompe à chaleur.

- Les pompes à chaleur

La chaleur du sous-sol étant insuffisante (en moyenne 12 C°) pour être envoyée directement dans les émetteurs de chaleurs (plancher chauffant, radiateurs), elle nécessite la mise en œuvre de pompes à chaleur (PAC) qui prélèvent cette énergie à basse température pour l'augmenter à une température suffisante pour le chauffage.

Le principe de fonctionnement de la pompe à chaleur est basé sur un principe physique de changement d'état et plus précisément de l'évaporation et de la condensation. Quand un liquide s'évapore pour devenir un gaz, il absorbe de l'énergie et quand il se condense pour redevenir à l'état liquide, il la restitue.

Dans la pompe à chaleur, un fluide frigorigène ayant pour propriété de s'évaporer à des températures très basse entre en contact (par le biais d'un échangeur) avec le liquide caloporteur de la sonde géothermale ce qui occasionne l'évaporation du fluide (absorption d'éner-

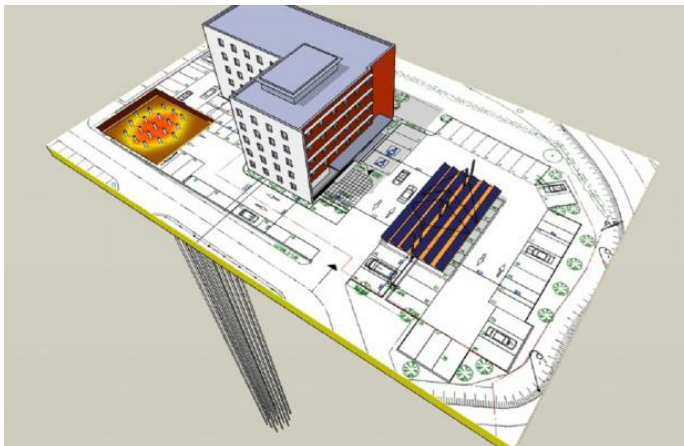


Schéma 3D d'implantation des champs de sondes, Hôtel Ibis Budget-Blagnac ©Ventilone

gie). Le transfert de chaleur sera possible grâce au compresseur de la PAC (fonctionnant à l'électricité) qui va aspirer, comprimer et porter à haute température le gaz puis l'envoyer vers un condenseur où il cédera son énergie à l'eau du plancher chauffant ou des radiateurs. Enfin, un détendeur permettra de revenir à la pression initiale.

// Application : les grandes étapes pour mettre en oeuvre un projet de géothermie

Le chauffage par géothermie verticale peut fournir chauffage et eau chaude avec une emprise au sol limitée. Il est plus particulièrement adapté au chauffage basse température, comme les planchers chauffants. Il peut cependant s'adapter à la rénovation mais en prenant un certain nombre de précautions.

Pour une installation performante et optimisée à long terme, il conviendra d'être particulièrement vigilant sur :

- Le type d'émetteurs de chaleur ;
- Le type de sous-sol ;
- Les besoins énergétiques du bâtiment à chauffer.

Voici quelques recommandations :

1/ Etudes et conception

- *Limiter les besoins énergétiques en chauffage :*

Avant d'entreprendre un changement d'énergie pour son bâtiment, il est nécessaire de réduire au préalable ses déperditions de chaleur. Améliorer les performances de son bâtiment passe notamment par l'isolation de ses parois, opaques et vitrées. Une étude en amont de l'ensemble du bâtiment et de son fonctionnement est nécessaire. Se référer aux fiches concernées.

Il est fort probable que la sollicitation du champ de sondes pour le chauffage ne puisse être permanente. Une période de relaxation, à définir par les études préalables, peut être indispensable pour reconstituer le capital énergétique du sous-sol.

- *Réaliser des études :*

- de « surface » comprenant l'étude thermique des besoins par un Bureau d'Etudes spécialisé (estimations puissance et besoins de chaleur), les dimensionnements des pompes à chaleur et des circuits de distribution, ainsi que les évaluations des coûts d'investissement, d'exploitation et d'entretien, ou encore le calcul de rendement et de rentabilité ;

- de « sous-sol » regroupant les études de pré-faisabilité géothermique, de reconnaissance par forages, mais aussi les études de qualité de la ressource et les dimensionnements des puits de pompage et d'injection ;

- Les bureaux d'études « sous-sol » doivent se coordonner avec les bureaux d'études « surface » ;

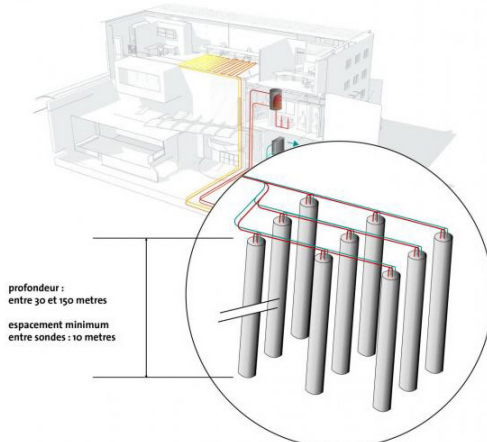


Schéma général d'un champs de sondes ©ADEME-BRGM

- Monter les dossiers réglementaires. Au-delà de 10 m de profondeur, tout système enterré doit faire l'objet d'une déclaration au titre du code minier. Au-delà de 200 m de profondeur ou lorsque la puissance thermique maximale prélevée du sous-sol est supérieure à 500 kW, une demande d'autorisation doit être faite auprès de l'autorité régionale compétente (DREAL généralement) ;

- Solliciter une aide financière : des aides financières directes ou indirectes existent pour encourager et soutenir l'installation de systèmes géothermiques.

2/ Mise en oeuvre

Faire réaliser les travaux par des professionnels qualifiés (entreprises labellisées RGE, QualiForage, etc.). Opter pour des matériels de qualité et adaptés. Poser des compteurs de calories et des compteurs d'énergie électrique consommée par la PAC afin de mesurer les performances de l'installation.

3/ Exploitation et maintenance

Confier l'entretien, l'exploitation et la maintenance de l'installation à des professionnels spécialisés compétents : visites d'entretien, contrat de maintenance, vérification des performances et optimisation du fonctionnement de l'ensemble de l'installation, etc.

// Avantages

Correctement dimensionné, un système géothermique sur champ de sondes :

- a un rendement énergétique stable ;
- est bien plus performant qu'un système aérothermique, du fait des variations moindres de la température de la source d'énergie utilisée (température du sol vs température de l'air) ;
- a des pertes thermiques limitées au niveau de son réseau hydraulique du fait de l'uti-

lisation de la basse température ;

- a un aspect écologique permettant de valoriser une énergie renouvelable.

// Points de vigilance

Le renforcement de la puissance électrique souscrite est dans la majorité des cas nécessaire, l'appel de puissance étant important au démarrage du compresseur. Le passage à un échelon de puissance plus important peut engendrer une augmentation importante du coût de l'abonnement électrique.

L'homologation du matériel : la marque « NF PAC » est une marque délivrée par l'AFAQ-AFNOR Certification, qui permet de vérifier la conformité des pompes à chaleur aux différentes normes en vigueur en France et au niveau européen, ainsi que le respect de performances minimales.

La fin de vie de l'installation : les fluides doivent être traités de manière appropriée (récupérés par un spécialiste, puis recyclés ou détruits).

// Coûts d'installation et de fonctionnement

Le coût d'une installation va dépendre, d'une part de la nature des besoins du bâtiment mais également du niveau hydrogéologique du site. Ainsi, le coût d'études préalables à la faisabilité du projet doit intégrer ce dernier point.

Le coût de mise en oeuvre peut lui varier de manière importante en fonction :

- des contraintes d'intervention pour les forages : encombrement des machines de forages, difficultés d'accès, faible concurrence d'entreprises spécialisées ayant une expérience sur de gros projets ;
- du dimensionnement et des caractéristiques des matériels sélectionnés : PAC, capteurs, pompes de circulation, systèmes de régulation etc.

