



Bureau de l'efficacité et de l'innovation  
énergétiques

## **GÉOTHERMIE**

FICHE DÉTAILLÉE

Cette fiche détaillée fait partie d'une série de 16 fiches présentant des mesures et pratiques en efficacité énergétique applicables au secteur agricole.

Le contenu de cette fiche détaillée est tiré intégralement du document intitulé *Étude de faisabilité technico-économique pour la mise en place d'une ferme modèle écoénergétique au Saguenay–Lac-Saint-Jean, Rapport final*. Cette étude résulte d'un projet réalisé par le Collège d'Alma.

#### **ANALYSE ET RÉDACTION**

Sylvain Pigeon, ing., M. Sc., BPR Infrastructure inc.  
Charles Fortier, ing., agr., BPR Infrastructure inc.  
François Coderre, ing. jr., BPR Infrastructure inc.  
Jean-Yves Drolet, agr., M. Sc., BPR Infrastructure inc.

#### **COLLABORATEURS**

Diane Gilbert, agroéconomiste, Groupe Ageco  
Simon Dostie, analyste, Groupe Ageco  
David Crowley, ing., Agrinova, centre collégial de transfert technologique (CCTT) du Collège d'Alma

#### **COMITÉ DE SUIVI**

Agrinova, CCTT du Collège d'Alma  
Direction générale du Collège d'Alma  
Ferme Métro  
Ferme Gagné  
Agence de l'efficacité énergétique

Cette étude a été réalisée en 2009 et 2010 grâce au soutien financier de l'Agence de l'efficacité énergétique, de la Conférence régionale des élus du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de la Ville d'Alma, du Collège d'Alma et de la Coop fédérée.

Au moment de sa rédaction, le contenu de l'étude reflétait au mieux les connaissances des différents rédacteurs et collaborateurs. Certaines conditions peuvent avoir évolué et ne plus correspondre à la situation actuelle. La mise en application des mesures et pratiques énoncées et la rentabilité qui en résultera demeurent sous l'entière responsabilité du lecteur.

#### **MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES**

Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques  
5700, 4<sup>e</sup> avenue Ouest, B 406  
Québec (Québec) G1H 6R1

Téléphone : 418 627-6379 ou 1 877 727-6655  
Télécopieur : 418 643-5828  
Site Internet : <http://www.efficaciteenergetique.mrn.gouv.qc.ca/>  
Courriel : [efficaciteenergetique@mrn.gouv.qc.ca](mailto:efficaciteenergetique@mrn.gouv.qc.ca)

Photos : Éric Labonté et Marc Lajoie, MAPAQ

Décembre 2012  
© Gouvernement du Québec

## 1 DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE

Les systèmes géothermiques sont des technologies utilisant le principe de transfert de chaleur d'un milieu à un autre. Le transfert d'énergie se réalise par l'intermédiaire d'une thermopompe (ou pompe à chaleur). La thermopompe permet d'extraire de l'énergie d'un fluide caloporteur pour la transférer à un autre fluide. La source d'énergie utilisée pour réchauffer le liquide caloporteur est habituellement le sol.

Au Québec, la température moyenne du sous-sol est d'environ 8 °C. À une profondeur supérieure à 2 m, cette température demeure constante tout au long de l'année. Il est donc question de géothermie à très basse température (SPSQ, 2007).

Les principales composantes d'un système géothermiques sont les suivantes (Hydro-Québec, 2009a) :

- Le **circuit souterrain** constitue la source de chaleur – ou de fraîcheur – du système géothermique. Il est composé d'un réseau de conduites souterraines dans lesquelles circule généralement un mélange d'eau et d'antigel servant au transfert de chaleur. Il existe deux types de circuits. Le premier est dit fermé et est constitué de conduites mises en boucles verticales ou horizontales ou connectées à un lac ou à un étang. Le second type est dit ouvert, c'est-à-dire que l'énergie est tirée de façon continue de l'eau d'un puits classique à l'aide d'un échangeur thermique.
- La **thermopompe** assure le transfert de chaleur entre le circuit souterrain et le bâtiment. Cet appareil permet en été d'évacuer la chaleur du bâtiment dans le sol pour le climatiser, et à l'inverse, en hiver, il tire la chaleur du sol pour en améliorer le chauffage.
- Le **réseau de distribution** est le système qui permet de distribuer la chaleur (ou la fraîcheur) dans tout le bâtiment à partir de la thermopompe. Ce système est composé de conduites, de radiateurs ou de plinthes adaptés aux appareils de géothermie.

## 2 DOMAINE D'APPLICATION

En agriculture, la géothermie peut servir à maints usages, et elle constitue une option principalement pour les exploitations très énergivores. Entre autres, elle peut être intéressante pour les productions en serres et le chauffage/climatisation de bâtiments d'élevage avicole ou porcin.

Il est toutefois nécessaire de posséder suffisamment de terrain pour pouvoir installer un système de capacité suffisante pour répondre aux besoins de l'entreprise. À titre d'exemple, pour un système fermé avec boucles souterraines verticales, il faut une superficie d'environ 10 m<sup>2</sup> par 2,9 kW de capacité de production. Dans le cas d'une installation horizontale, il faut considérer une superficie de 100 à 150 m<sup>2</sup> pour produire la même puissance de 2,9 kW

### **3 POTENTIEL D'ÉCONOMIE ET/OU DE PRODUCTION D'ÉNERGIE**

Plusieurs facteurs influent sur le niveau de performance énergétique des systèmes géothermiques ainsi que les économies pouvant être réalisées. Entre autres, il est question de paramètres tels que la capacité de la thermopompe, la source de chaleur, le rendement saisonnier en chauffage ou le coefficient de performance saisonnier en refroidissement, le type de sol, etc. (RNC, 2009).

En général, il est admis que les thermopompes peuvent entraîner une réduction des coûts de chauffage d'environ 60 % (Hydro-Québec, 2009b). Le rendement moyen se situe à environ 3 à 4 kW produits pour 1 kW consommé par la thermopompe (Hébert, 2004). La durée de vie du circuit souterrain est d'environ 50 ans et celle de la thermopompe, de 20 ans, ce qui offre une longue période pour rentabiliser l'investissement initial (Hydro-Québec, 2009b). Peu d'études existent sur la rentabilisation d'un système installé sur une ferme.

Le choix d'installer un système géothermique sur une entreprise agricole doit s'étudier au cas par cas et prendre en considération de nombreux facteurs qui peuvent influencer le coût d'installation et la performance du système.

## 4 DISPONIBILITÉ DE LA TECHNIQUE

La géothermie étant un procédé qui a fait ses preuves et qui est de plus en plus utilisé au Québec dans divers secteurs, le nombre de compagnies qui offrent des services de conception et d'installation de systèmes géothermiques est relativement élevé. Juste pour le Québec, la Coalition canadienne de l'énergie géothermique regroupait 82 membres en 2009. La liste des membres et leurs coordonnées sont présentées sur le site internet de la Coalition à l'adresse suivante :

[http://www.geo-exchange.ca/fr/cgc\\_membres\\_mbc4.php?province=1](http://www.geo-exchange.ca/fr/cgc_membres_mbc4.php?province=1)

Les coûts liés à l'installation et à l'exploitation d'un système géothermique sont approximativement les suivants (IREF, 2008) :

- Installation du système : de 3 000 \$ à 5 000 \$ par 2,9 kW de puissance de chauffage installée;
- Exploitation du système : de 1,77 ¢ à 2,36 ¢ du kWh produit selon le coefficient de performance du système.

Afin de réduire la période de retour sur l'investissement, il existe quelques programmes de subventions pour l'installation de systèmes géothermiques. Il s'agit de :

- *Rénoclimat* du Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques (MRNF);
- *écoÉnergie Rénovation* de Ressources naturelles Canada.

## 5 ESTIMATION DE LA RENTABILITÉ

Tel qu'il a été mentionné précédemment, la rentabilité d'un système géothermique doit être étudiée au cas par cas car plusieurs facteurs influent sur les coûts d'installation et les performances.

Pour les besoins de l'étude, un cas type est présenté. Il s'agit d'une ferme avicole possédant 35 000 poulets à griller en inventaire. La puissance de chauffage installée doit être d'environ 246 kW pour répondre à la demande de pointe hivernale. Dans un premier temps, il est considéré que l'entreprise désire pouvoir répondre à l'ensemble de la demande en chauffage en période de pointe par l'entremise du système géothermique. La superficie de terrain nécessaire pour l'installation de puits verticaux varie de 800 à 1200 m<sup>2</sup> ou de 8 500 à 12 500 m<sup>2</sup> pour des boucles horizontales. Le coût d'achat et d'installation d'un tel système sera d'environ 380 000 \$ pour un système vertical et de 300 000 \$ pour un système horizontal. Le coût d'exploitation pour produire 100 % des besoins de chauffage serait de 8 243 \$ en considérant un coefficient de performance de 3,5 pour 1 et le coût de l'électricité de 0,0708 \$/kWh. L'économie annuelle de l'utilisation de la géothermie en calculant uniquement les coûts d'opération serait de 27 750 \$ sur la base d'utilisation de propane détaxé à 64 ¢/l. Le retour sur l'investissement pour l'installation géothermique nécessitera donc environ de 11 à 14 ans si seuls les coûts directs reliés au chauffage sont considérés.

Dans plusieurs cas, l'option de mettre en place un système géothermique qui permet de répondre à la demande de pointe de chauffage n'est pas la solution la plus avantageuse. Il est normalement plus rentable d'installer un système géothermique qui permet de couvrir environ 75 % de la demande maximale et d'installer un autre système de chauffage traditionnel pour couvrir la portion résiduelle de 25 %. Le retour sur l'investissement pourrait alors survenir en 8 à 11 ans.

Par ailleurs, le système géothermique permet de climatiser les bâtiments en été. Par conséquent, il réduit les besoins en ventilation qui sont autrement régis par le contrôle de la température. Ces économies sont difficiles à quantifier; elles proviennent, d'une part, de la réduction des coûts d'investissements reliés à l'installation de ventilateurs de moindre capacité et, d'autre part, de la réduction de la consommation énergétique de ces ventilateurs, compte tenu des besoins remplis par la thermopompe. De plus, lors de périodes de canicule, la mortalité due à la chaleur excessive dans le bâtiment peut être éliminée.

### **5.1 Sensibilité au coût de l'énergie (électricité et/ou hydrocarbure)**

L'utilisation de la géothermie comme système de chauffage est la solution qui permet le plus de s'affranchir des fluctuations du coût de l'énergie, car environ 70 % de l'énergie produite ne coûte rien. La portion de 30 % manquante sert à payer l'électricité nécessaire au fonctionnement du système. Le prix de l'électricité étant également assez stable, il en résulte un système global très stable.

### **5.2 Type d'élevage et taille de la ferme**

La géothermie ne se destine pas à un type d'élevage et à une taille de ferme en particulier, mais plutôt à toutes les entreprises qui consomment de grandes quantités d'énergie pour le chauffage.

### **5.3 Bâtiment neuf ou bâtiment existant**

La géothermie s'applique autant dans le cas d'un bâtiment neuf que d'un bâtiment usagé. Le coût d'installation dans les deux situations sera pratiquement équivalent. L'important est de posséder le terrain nécessaire au forage des puits. Dans le cas d'une construction neuve, il est tout de même nécessaire d'installer une autre source de chauffage d'appoint tandis que pour le bâtiment usagé, cette source est déjà en place.

## **6 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS**

Les systèmes géothermiques offrent de nombreux avantages (CAEG, 2009):

- Les économies de chauffage peuvent atteindre 70 %;
- Ils constituent une source d'énergie propre et renouvelable ne nécessitant pas de combustion;
- Ils se rentabilisent généralement plus rapidement que les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) traditionnels;
- Ils occupent moins de place que les systèmes de CVC traditionnels;
- Le système géothermique peut servir à climatiser le bâtiment en période estivale, ce qui permet d'augmenter le confort des animaux et leur performances;
- En période de canicule, la géothermie peut permettre de sauver des animaux qui auraient suffoqué par la chaleur;
- Il s'agit du système de chauffage/climatisation dont les coûts d'opérations sont les plus faibles et les plus stables dans le temps.

L'inconvénient principal à l'installation des pompes géothermiques réside dans le coût initial élevé des systèmes, principalement à cause de l'échangeur de chaleur souterrain. En effet, l'installation de boucles souterraines nécessite des travaux d'envergure, ce qui se traduit par un investissement important à l'achat qui peut être très long à rentabiliser si l'on tient compte de la valeur temporelle de l'argent.

## **7 RECOMMANDATIONS**

Dans une optique d'efficacité énergétique, la géothermie constitue une option à envisager pour la réduction des coûts de chauffage et de climatisation des bâtiments agricoles. À long terme, elle permet de faire des économies grâce à une source d'énergie qui est constante sur une base annuelle. Toutefois, compte tenu des investissements requis, une étude de rentabilité doit être faite au cas par cas.

## 8 RÉFÉRENCES

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS (ASABE), 2006. *Greenhouse heating with geothermal heat pump systems*, American society of agricultural and biological engineers, Portland, Oregon, 9 p.

COALITION CANADIENNE DE L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE (CAEG), 2009. *Qu'est-ce que la géothermie ?*, [En ligne] [[http://www.geo-exchange.ca/fr/geothermie\\_p10.php](http://www.geo-exchange.ca/fr/geothermie_p10.php)].

HÉBERT, Bruno, 2004. *La géothermie, une solution logique au problème de la disponibilité électrique envisagée à moyen terme*. Rapport d'expertise présenté devant la Régie de l'énergie du Québec dans le cadre de la demande d'avis du ministre des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs relativement à la sécurité énergétique des Québécois à l'égard des approvisionnements électriques et de la contribution du projet du Suroît, *Corporation des entreprises en traitement de l'air et du froid (CETAF)*, 24 p.

HYDRO-QUÉBEC, 2009a. *Géothermie; composants* [En ligne]. [<http://www.hydroquebec.com/residentiel/geothermie/composantes.html>].

HYDRO-QUÉBEC, 2009b. *Géothermie; avantages* [En ligne]. [<http://www.hydroquebec.com/residentiel/geothermie/index.html>]

INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES À LA FERME (IREF), 2008. *Énergie de la terre* (En un clin d'oeil), [En ligne] [<http://www.ferme-energie.ca/iref/index.php?page=earth-energy-ataglance>].

PELLECUER, Bernard, 2007. *Énergies renouvelables et agriculture: Perspectives et solutions pratiques*, Éditions France Agricole, Paris, 196 p.

RESSOURCES NATURELLES CANADA, 2009. [En ligne] [[http://www.retscreen.net/fr/g\\_ground.php](http://www.retscreen.net/fr/g_ground.php)].

SYNDICAT DES PRODUCTEURS EN SERRE DU QUÉBEC (SPSQ), 2007. *Démarche pour évaluer l'utilisation de la géothermie pour le chauffage des serres au Québec*, Syndicat des producteurs en serre du Québec, vol. 1, n° 4, 2 p.