

LES ÉLÉMENTS DÉTERMINANTS D'UNE INSTALLATION GÉOTHERMIQUE DANS LE SOL

La géothermie constitue une option énergétique intéressante encore méconnue et peu utilisée en habitation. Une des composantes d'un système géothermique se trouve dans le sol et requiert une attention particulière quant aux choix à faire. Voici un rappel des éléments déterminants pour l'extraction efficace de l'énergie géothermique dans le sol.

L'installation d'un système géothermique se compose de trois éléments principaux : un circuit souterrain ou boucle dans lequel circule un fluide caloporteur, un appareil pour pomper la chaleur et un système de distribution de la chaleur dans le bâtiment. La composante mécanique enfouie dans le sol, qui comporte plusieurs variables selon la nature du sol, est sans doute la plus déterminante puisque c'est elle qui permettra d'alimenter le système géothermique du bâtiment.

Le choix du type de circuit

Les systèmes géothermiques sont de deux types : à circuit fermé et à circuit ouvert. Un circuit fermé forme une boucle continue dans laquelle circule un fluide (souvent un mélange d'eau et d'antigel) pour extraire la chaleur du sol ou de l'eau à proximité de la boucle. Dans un circuit ouvert, un tuyau est utilisé pour puiser de l'eau dont la chaleur est destinée à être captée par une pompe à chaleur. Un second tuyau sert à évacuer l'eau, habituellement en aval du tuyau d'extraction.

« La grande majorité des systèmes géothermiques sont à circuit fermé », souligne Yanic Bernier, vice-président de Forages Technic-eau. La raison en est que les systèmes ouverts requièrent un grand débit d'eau (8 à 12 gallons par minute), une eau de bonne qualité, et exigent plus d'entretien.

Selon les spécialistes en géothermie, la profondeur ou la longueur d'une boucle dépend du tonnage requis pour chauffer et climatiser une habitation ainsi que de la conductivité du sol. Plus les charges de chauffage et de refroidissement sont élevées, plus la boucle doit être étendue ou profonde. Plus un sol est dense et humide, plus il favorise l'échange thermique.



Système géothermique à boucle de lac ou d'étang



Système géothermique à boucle fermée verticale



Système géothermique à boucle fermée horizontale



Système géothermique à boucle ouverte

Illustrations : ClimateMaster

Le forage des puits

Lorsqu'un propriétaire désire avoir une installation géothermique sur son terrain, la première étape consiste à forer des puits. Le nombre de puits nécessaires et leur profondeur sont préalablement déterminés par un calcul des charges de chauffage et de climatisation requises par le bâtiment. C'est une étape très importante, car la façon dont est fait le forage déterminera l'efficacité du système, affirme Alain Desmeules, président de Prétech, une entreprise spécialisée dans la construction de fondations, la géothermie et l'implantation de pieux.

« Il y a deux façons de forer : le forage avec eau et le forage avec boue, affirme Yanic Bernier. Le forage avec eau est le plus utilisé, car le forage avec injection de boue génère beaucoup de boue et ce n'est pas adéquat en milieu urbain. Il est aussi plus complexe, bien qu'il permette de forer sans tubage d'acier. »

Dans le cas d'un forage en vue de l'installation d'une boucle verticale, l'option la plus répandue parce qu'elle exige moins d'espace, un seul puits suffit bien souvent pour alimenter une résidence. « La norme CSA C448 exige une profondeur de 550 pieds maximum, indique François Lanthier, président d'Excel Climatisation. Si un forage de 600 pieds est nécessaire, on devra alors forer deux puits de 300 pieds chacun. »

Lorsqu'un puisatier fore, il est important qu'il se rende jusqu'au roc et au-delà afin d'obtenir un système le plus efficace possible. « Plus le roc est dur, plus le système sera efficace », affirme François Lanthier. Il prévient toutefois de faire attention aux entrepreneurs qui forent moins profond pour faire économiser des sous à leurs clients ou pour obtenir le contrat de forage.

Le forage vertical demeure une option plus onéreuse, car elle exige l'emploi d'équipements de creusage spécialisés et la pose d'un chemisage d'acier dans le puits afin d'éviter son colmatage par l'eau et le mort-terrain.

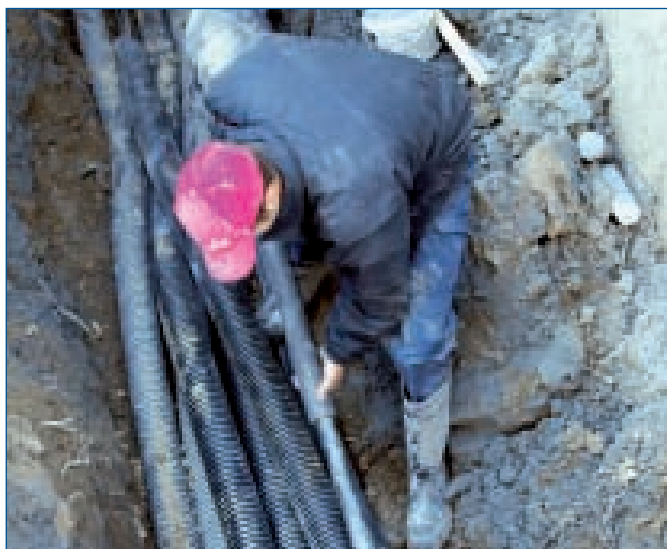
La plupart du temps, le forage se fait à côté du bâtiment. Il arrive cependant que, par manque de terrain, il faille forer directement sous le bâtiment qui sera construit. C'est d'ailleurs ce qui vient d'être fait sous la Maison du développement durable, un projet de 27 millions de dollars en construction dans le centre-ville de Montréal, dans lequel Forages Technic-eau est impliqué.

Dans le cas d'une boucle horizontale, l'installation exige des conditions particulières. Cette option convient davantage aux propriétaires qui disposent d'un grand terrain qu'ils ne prévoient pas utiliser d'autres fins. « Il ne faut pas qu'il y ait trop de mort-terrain, souligne François Lanthier, car il faut pouvoir atteindre le roc sans trop creuser,

CONSEILS TECHNIQUES (suite)

Par Stéphane Gagné et Jean Garon

Photo : Airetechni



Selon les particularités de la boucle et de la conductivité du sol, plus d'un tuyau peut être enfoui dans une même tranchée horizontale pour en diminuer la longueur.

ni trop d'arbres, à cause des racines. Cela prend aussi un sol peu rocailloux afin de ne pas compliquer les opérations d'excavation.»

«L'implantation de boucles horizontales permet de réduire de 50% le coût des infrastructures. Mais cette technique est encore peu répandue, car elle exige deux fois plus de tuyaux que celle d'une boucle verticale », estime Yanic Bernier.

Cette option comporte aussi certains désavantages, dont celui de faire circuler des tuyaux sous une surface importante du terrain qui la rend non propice à d'autres fins ou usages. Autre désavantage: il faut excaver plus profond que six pieds au Québec pour éviter le gel de la tuyauterie.

L'étendue d'une boucle horizontale comportant un tuyau simple est de 500 pieds par tonne de chauffage/climatisation. Selon les particularités de la boucle et de la conductivité du sol, plus d'un tuyau – certains disent jusqu'à six, d'autres jusqu'à neuf – peut être enfoui dans une même tranchée pour en diminuer la longueur. Il est également possible d'installer la tuyauterie en spirale.

La géothermie en expansion directe

Une technique de plus en plus répandue consiste à forer plusieurs trous en angle de 45 degrés. Appelée géothermie en expansion directe (DX), elle permet de forer dans toutes les directions à partir d'un seul point, explique Alain Desmeules, qui a travaillé au sein du Comité CSA au cours de la dernière année afin de normaliser la technique déjà utilisée par quelques entreprises québécoises, dont Lys Air Mecanic.

Avec le système DX, la profondeur des puits est inférieure aux puits forés verticalement. On fore à 100 pieds de profondeur comparativement à 550 pieds maximum pour le forage vertical.

La surface de travail est aussi réduite. La technologie de l'expansion directe utilise un trou d'un diamètre de trois pouces et un espace d'environ 25 pieds carrés est suffisant pour faire les trous nécessaires avec l'appareil. Très répandue en Europe, cette technique utilise de la machinerie européenne. «Le système DX est énergiquement très efficace », assure Alain Desmeules.

Travailleurs du secteur résidentiel :

Le perfectionnement,

Vous êtes un travailleur qui œuvre dans le secteur résidentiel? Le Plan de formation résidentiel vous offre une aide financière qui vous permet de participer à des activités de perfectionnement pour améliorer vos connaissances et faciliter votre «employabilité».

UN OUTIL
DE PLUS DANS
VOTRE COFFRE !

C'est pour vous. INFORMEZ-VOUS !

LIGNE INFO PERFECTIONNEMENT
1 800 902-2222



www.planresidentiel.ca

La géothermie en expansion directe (DX) permet de forer plusieurs trous dans toutes les directions à partir d'un seul point. Ce système utilise des tuyaux de cuivre dans lequel circule un réfrigérant R-407C qui, au contact de la chaleur du sol, réagit immédiatement. Contrairement au circuit fermé avec de l'antigel, les systèmes à détente directe sont sans échangeur de chaleur fluide-frigorigène et sans pompe de circulation. En fait, le sol est utilisé directement comme condenseur ou évaporateur selon le cycle de fonctionnement (climatisation ou chauffage).



Avec la technique de forage DX, la profondeur des puits est inférieure et la surface de travail est réduite.

Photo : Lys Air Mécanic

Tuyauterie et système caloporteur

Une fois le forage terminé, il reste à installer la tuyauterie. Celle-ci est composée le plus souvent de tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD). Ce matériel est parfait pour permettre la circulation du liquide caloporteur composé généralement de méthanol (25 %) et d'eau (75 %). Cependant, puisque le méthanol représente un risque de contamination de la nappe phréatique, certains installateurs utilisent un mélange plus écologique de glycol alimentaire et d'eau, mais qui coûte de six à huit fois plus cher.

Il existe toutefois une exception. Dans le cas de la géothermie en expansion directe, on utilise plutôt un réfrigérant (le R-407C) comme système caloporteur. Ce gaz circule dans des tuyaux de cuivre qui sont plus adéquats pour ce type de gaz. De plus, ces tuyaux sont complètement hermétiques et résistent aux intempéries et à la corrosion.

Coulis de haute conductivité

Une fois la tuyauterie installée, il faut remplir les chemisages en acier des puits verticaux afin d'éviter leur envahissement par du matériel non conducteur comme le mort-terrain. Pour ce faire, on utilise un mélange de bentonite, de silice et d'eau. C'est d'ailleurs ce que la norme CSA C448 exige. Bien préparé, ce coulis gonfle pour occuper tout l'espace dans le puits.

Attention toutefois aux entrepreneurs désireux d'économiser qui n'utilisent que de la silice ou un mélange de sable et de gravier ! Ces matériaux ne sont pas efficaces pour empêcher la pénétration de l'eau dans le puits.

Les techniques sans forage

Il existe aussi au Québec quelques techniques qui n'utilisent aucun forage. Ainsi en est-il des « boucles de lac ». Cette technique consiste à utiliser un bassin de rétention dans lequel on peut extraire la chaleur (l'hiver) et le froid (l'été) pour chauffer ou climatiser la résidence.

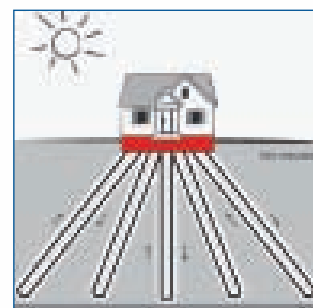
« C'est environ 60 % moins coûteux que le forage vertical, affirme François Lanthier. Mais cela prend évidemment un grand terrain avec un lac privé, ce qui n'est pas à la portée de toutes les bourses ». François Lanthier en sait quelque chose puisqu'il travaille en association avec un entrepreneur qui le propose systématiquement à ses clients qui désirent se faire creuser un lac. « Pour peu de

frais supplémentaires, dit-il, ces gens peuvent alors s'équiper en géothermie. »

L'autre technique n'exigeant pas de forage est la méthode « passe-direct ». Développée et brevetée par Prétech, elle consiste à pousser les capteurs directement dans le sol meuble à l'aide d'une aiguille géante. « Cette technique est intéressante pour les sols dont le roc se trouve à plus de quinze mètres de profondeur, explique Alain Desmeules. Elle est très économique, puisqu'elle n'exige aucun forage. Dans des régions comme Trois-Rivières où le mort-terrain est très important, les gens avaient tendance à délaissé la géothermie à cause des coûts importants associés au forage, car il fallait forer profond avant d'atteindre le roc. Avec cette technique, la géothermie leur devient plus accessible. »

Cette technique rapide et économique permet d'insérer les capteurs en angle de 45 degrés et d'enfoncer toutes les boucles à partir d'un seul endroit. Autres particularités de cette technique : les tuyaux des capteurs sont en contact direct avec le sol, ce qui augmente grandement leur performance. L'installation des capteurs peut se faire directement dans le sous-sol d'un édifice ou sur le terrain extérieur, et ce, même en hiver, puisqu'aucune eau n'est requise. Contrairement au forage vertical, aucun chemisage d'acier n'est nécessaire, ce qui réduirait les coûts d'environ 15 %. Il est également à noter que les équipements utilisés sont plus petits et ne créent aucune boue de forage, ce qui cause moins de dégâts sur le terrain.

Voilà qui complète les différents éléments de la partie sol à prendre en considération dans le choix d'installation d'un système géothermique résidentiel. Pour en savoir plus sur les techniques de forage ou les boucles souterraines ainsi que sur les normes d'installation d'un système géothermique, il est hautement recommandé de consulter la Coalition canadienne de l'énergie géothermique (CCEG) en se rendant sur son site Internet à l'adresse suivante : www.geo-exchange.ca



La méthode « passe-direct » est intéressante pour les sols dont le roc se trouve à plus de quinze mètres de profondeur.

Illustration : Prétech

CONCEPTION ET INSTALLATION

Par **Luc Masson**



ENCORE DES PROBLÈMES DE CONFORMITÉ DANS LES INSTALLATIONS

Dans la jeune industrie géothermique, l'installation des différentes composantes des systèmes résidentiels ne se fait pas encore sans poser de problèmes. Voyons quelles en sont les principales causes et les solutions pour les résoudre afin d'obtenir les meilleures performances possibles d'un système géothermique.

Depuis 2007, la Coalition canadienne de l'énergie géothermique (CCEG) forme et accrédite les professionnels de cette industrie au pays. Malheureusement, certaines entreprises accréditées ne se gênent pas pour réaliser des installations non conformes.

Profondeur de forage insuffisante

Le plus grave problème qui touche actuellement l'industrie de la géothermie résidentielle est que certains installateurs-concepteurs accrédités profitent d'un système de contrôle encore imparfait pour faire des installations à des profondeurs insuffisantes.

En effet, tous les spécialistes consultés sont d'accord sur un point : on doit creuser suffisamment pour que le système conserve son efficacité au fil des ans, car si la profondeur de forage est insuffisante, le sol se refroidira après quelques années et le système deviendra non seulement inefficace, mais il arrêtera carrément de fonctionner lorsque la température du sol deviendra trop froide.

« Avec un système à l'antigel, la profondeur minimale de forage est de 150 pi la tonne dans un sol en granit, ce qui est très rare », mentionne l'ingénieur Kevork Zakarian, de la firme Hydro Géothermie. « Dans le roc friable, on ne doit pas se contenter de moins de 200 pi la tonne et compter 400 pi la tonne dans l'argile et le sable », a-t-il précisé.

« À Montréal, la conductivité du roc peut varier de 300 % entre des quartiers voisins et la qualité du roc est très différente d'un endroit à l'autre », ajoute l'ingénieur Patrick Lambert, de la firme Géo-Énergie et formateur à la CCEG. « Le fabricant GeoSmart, qui compte plus de 200 installateurs au Canada et qui offre un



La géothermie à expansion directe utilise une technique de forage moins invasive qui permet de s'approcher plus près des fondations. Le procédé se fait sans eau et ne produit pas de boue de forage.

Photo : Géothermix

bon contrôle de la qualité sur l'utilisation de ses produits, recommande un minimum de 200 pi la tonne dans le roc », précise-t-il.

Parfaitement au courant du contenu des formations données à la CCEG, Patrick Lambert recommande de ne pas faire affaire avec des entreprises qui font des installations à 135 pi la tonne. « À la CCEG, on leur enseigne de ne pas faire d'installations à 135 pi la tonne et on les prévient qu'ils finiront par tuer l'industrie en procédant de la sorte », a-t-il ajouté.

« Dernièrement, j'ai été témoin d'un client qui s'est fait proposer sept tonnes de géothermie avec seulement 600 pi de forage pour un système à l'antigel par un installateur-concepteur accrédité », mentionne Yvan René, président des Installations Géothermix, considéré comme le pionnier de la technologie à détente directe (DX) au Canada. « Pour les gens sérieux, la règle du pouce à 135 pi la tonne est une aberration et c'est un signe que la transformation des

marchés véhiculée par la CCEG n'est pas encore une réalité. »

Mécanismes de contrôle insuffisants

Actuellement, seules les installations subventionnées par Hydro-Québec (2 800 \$ pour une maison neuve et 2 000 \$ pour une maison existante) et le programme Rénoclimat (1 300 \$ pour une maison existante) de l'Agence de l'efficacité énergétique doivent obligatoirement être certifiées par la CCEG pour être admissibles aux subventions. Pour assurer la qualité des installations, il semble évident que tous les systèmes géothermiques installés au Canada devraient être certifiés, qu'ils soient subventionnés ou non.

Pour sa part, le *Code du bâtiment* renvoie à la norme CSA C448. Dans les municipalités qui appliquent intégralement le *Code du bâtiment*, les installations géothermiques doivent donc répondre aux exigences de la norme C448, mais comme il n'y a aucun



Lorsque le roc est à plus de 50 pi de profondeur, Pretech enfonce les capteurs directement dans le sol meuble au moyen d'une flèche géante, selon une méthode brevetée dite en « passe-direct ».

Photo : Pretech

inspecteur pour vérifier la conformité des installations, il est très facile de s'y soustraire. Ainsi, un coulis de bentonite devrait normalement être utilisé afin d'empêcher l'eau de surface de contaminer l'eau souterraine, mais comme la bentonite est coûteuse, on préfère souvent s'en passer que de réaliser une installation subventionnée, mais qui ne couvre pas le surcoût associé à la bentonite.

Par ailleurs, la norme CSA C448 comprend de nombreuses lacunes et contradictions, de sorte qu'il serait souhaitable de remplacer cette norme par un guide des pratiques exemplaires enseignées par la CCEG.

Le chemisage en acier et le COP

L'un des facteurs qui augmente le coût d'une installation géothermique est la nécessité de recourir à un chemisage en acier dans les sols meubles. «En géothermie, plus vite on atteint le roc dur et plus on est content, explique Kevin Dubeau, ingénieur et gérant de projets chez Chauffage géothermique

Jean-Guy Samson. Dans les sols meubles, le chemisage en acier coûte environ 15\$ le pi. Les sols secs et sablonneux sont les pires conducteurs de chaleur et il faut creuser beaucoup plus pour arriver au même résultat, ce qui augmente d'autant la longueur du chemisage.»

Par ailleurs, le coefficient de performance de l'appareil (COP) a aussi son rôle à jouer. Un appareil avec un plus grand COP aura besoin de capteurs plus longs, mais d'un moins grand tonnage pour produire une quantité de BTU déterminée. Au bout du compte, on peut réduire la profondeur de forage avec un appareil à plus grand COP de plus faible tonnage.

«En bout de ligne, ce qui importe, c'est de combler adéquatement les besoins énergétiques de la résidence et c'est pourquoi la qualité de l'étude énergétique est une étape cruciale», ajoute Kevin Dubeau.

Celle-ci doit notamment tenir compte de l'isolation (murs, toit, sous-sol), de la qualité des portes et fenêtres, du taux d'infiltration d'air, de l'orientation solaire, des propriétés de l'antigel et d'autres paramètres. C'est pourquoi certains fabricants de thermopompes ont développé leur propre logiciel d'analyse énergétique pour s'assurer de profondeurs de forage suffisantes. Cependant, il s'avère que les logiciels de dimensionnement des boucles sont souvent complexes, difficiles à utiliser et qu'ils entraînent un taux élevé d'erreurs.

Des forages mal adaptés au résidentiel

Les systèmes à l'antigel sont les plus répandus, car la technologie est mieux connue et elle convient également aux secteurs commercial et institutionnel, là où il y a le plus d'occasions d'affaires. Il est ainsi plus facile de trouver des foreurs et des installateurs de boucles avec cette technologie, mais le diamètre des forages est souvent trop grand pour rien, ce qui augmente les coûts. En effet, les équipements de forage sont surtout adaptés pour faire des puits artésien et des installations géothermiques dans les grands bâtiments.

«Si on fait des trous de 5 ou 6 po de diamètre, c'est surtout parce que les foreuses ont 6 po», explique l'ingénieur Jonathan Émond, chargé de projet en géothermie chez Pretech. S'il y avait des équipements pour faire des trous de plus faible diamètre, il y aurait moins de sol à extraire, mais surtout, le remplissage avec le coulis géothermique coûterait moins cher.»

C'est pourquoi certaines entreprises ont développé des méthodes de forage différentes et mieux adaptées que les foreuses lourdes, qui produisent une grande quantité de boue de forage sur les petits terrains résidentiels et détruisent ainsi l'aménagement paysager. Par exemple, Pretech propose une méthode en «passe-direct» qui permet d'enfoncer les tuyaux de polyéthylène directement dans le sol meuble lorsque le roc se trouve à plus de 50 pi de la surface. On peut ainsi enfoncer les capteurs à la verticale et en diagonale à partir d'un seul et même point sans recourir au coûteux chemisage en acier.

CONCEPTION ET INSTALLATION (suite)

Par **Luc Masson**

Photo : Lys Air Mécanic



Les gens qui utilisent la géothermie se plaignent surtout de l'inconfort en raison d'une mauvaise distribution des bouches d'aération et des retours d'air, ainsi que d'un mauvais positionnement du thermostat.

Pour sa part, Géothermix propose une technique de forage sans eau mieux adaptée et beaucoup moins invasive que l'offre des puisatiers. À partir d'un seul et même point, on peut effectuer des forages à la verticale et en diagonale d'un diamètre d'aussi peu que 2 ¾ po. Il est ainsi possible d'économiser sur le coût du chemisage en acier et sur le coulis, sans produire de boue de forage.

«On peut alors utiliser un coulis géothermique plus performant comme le SuperGrout, sans grande incidence sur le coût global du projet, explique Yvan René, de Géothermix. Bien que cette technique de forage ait d'abord été développée pour les systèmes à détente directe, elle convient également aux systèmes à l'antigel. On peut aussi utiliser cette technique avec les systèmes à l'antigel, dans des tuyaux de polyéthylène SDR 11 de ¾ po, ajoute-t-il, mais les profondeurs de forage sont limitées à un maximum de 150 pi pour des raisons de turbulence.»

L'eau et l'antigel

À la CCEG, on enseigne d'utiliser de l'eau distillée et déionisée afin de prévenir la formation éventuelle d'une couche d'algues à l'intérieur des tuyaux, mais comme l'eau distillée coûte cher, plusieurs entreprises préféreront utiliser l'eau du robinet. Cela dit, il est plus risqué d'utiliser l'eau d'un puits artésien et si une analyse révèle une eau impropre à la géothermie, l'entrepreneur devra alors transporter de l'eau potable sur le site.

Le choix de l'antigel est un autre facteur pouvant influencer le coût et la performance d'un système géothermique. Le propylène-glycol de grade alimentaire est non toxique et ininflammable, mais il coûte six fois plus cher que le méthanol. Il est aussi plus sensible à la contamination,

si bien qu'on lui préférera souvent le méthanol, dont l'utilisation est pourtant interdite en Ontario en raison de sa toxicité et de son inflammabilité. Enfin, le liquide caloporteur devrait en outre contenir un inhibiteur de corrosion et un biocide afin de prévenir la corrosion de la pompe circulatrice.

Peu d'entretien

En conclusion, à l'exception des installations sous-dimensionnées, la majorité des systèmes géothermiques fonctionnent bien et nécessitent très peu d'entretien. Les compresseurs à volute (Scroll) ont prouvé leur fiabilité et comme ils sont à l'abri des intempéries, on peut s'attendre à une durabilité d'environ 25 ans.

De même, la vanne d'expansion, le ventilateur et la pompe fonctionneront normalement pendant des années sans défaillir. Une inspection visuelle occasionnelle des connexions du réfrigérant et du liquide caloporteur renseignera sur une éventuelle fuite.

Patrick Lambert, qui a été appelé à agir à titre d'expert-conseil dans des réclamations visant des systèmes géothermiques, rapporte que les gens se plaignent surtout de l'inconfort en raison d'une mauvaise distribution des bouches d'aération et des retours d'air, d'un mauvais positionnement du thermostat, et parfois d'une mauvaise manipulation par le propriétaire, car en géothermie, on ne doit pas réduire la température du thermostat durant la nuit, puisque l'auxiliaire se mettra en marche pour atteindre la température demandée au matin. Mais sinon, le seul entretien nécessaire est de remplacer le filtre à chaque mois, car un système géothermique a besoin d'un plus grand débit d'air, et un filtre sale réduira le débit et l'efficacité du système.

Offrez-vous
le service
prestige



Service prestige pour entrepreneurs

ENEZ NOUS RENCONTRER AU
CENTRE DE DESIGN JELD-WEN,
7075, Robert-Joëlle, bureau 141
Saint-Laurent (Québec) H4M 2Z2
Téléphone - 514 856-9856

www.jeld-wen.ca

JELD-WEN
PORTES ET FENÊTRES



LE DÉFI DE RENDRE LA GÉOTHERMIE ACCESSIBLE À TOUTES LES BOURSES

Améliorer les transferts de chaleur pour rendre les systèmes géothermiques plus performants, donc plus petits et moins coûteux, tel est le défi qui est proposé aux chercheurs.



Photo : Jean Garon

Une des façons les plus simples d'améliorer les propriétés du coulis est de mélanger à la bentonite des éléments durs comme le sable.



Photo : Conseil de recherche de la Saskatchewan

Le Conseil national de recherches du Canada met à l'essai un prototype d'appareil de micro-cogénération au gaz naturel qui produit 6 kWe d'électricité, dont une partie est utilisée pour faire fonctionner une thermopompe géothermique.

« Ce qui coûte le plus cher dans un système géothermique est le forage et le puits, soit entre 15 \$ et 25 \$ le pied », indique Michel Bernier, professeur à l'École polytechnique de Montréal et chercheur en géothermie. Ce coût élevé rend actuellement les systèmes géothermiques difficilement accessibles financièrement aux propriétaires d'une maison moyenne. Pour réduire ces coûts, les chercheurs visent à diminuer la profondeur des forages et des puits.

Améliorer la plomberie souterraine

Un des moyens de diminuer la longueur des puits est d'améliorer les échanges thermiques, notamment en doublant la tuyauterie. Normalement, les puits géothermiques au Canada contiennent deux tuyaux, un qui descend et un qui remonte. « On va tester en format réduit un puits géothermique avec quatre tuyaux, révèle Michel Bernier. On s'attend à une meilleure efficacité. »

Il semblerait y avoir un bel avenir en géothermie pour les tuyaux de cuivre, un matériel qui conduit la chaleur beaucoup mieux que le polyéthylène utilisé traditionnellement, selon Yvan René, président de Géothermix à Varennes, un distributeur de systèmes géothermiques. « Il faut 100 pieds de forage avec une tuyauterie en cuivre et 150 pieds avec une tuyauterie traditionnelle », affirme-t-il. Le cuivre, utilisé couramment pour relier les infrastructures d'aqueduc municipales aux résidences, est très durable.

Des coulis de haute performance

La performance d'un puits géothermique dépend aussi, en partie, de la conductivité thermique des coulis à base de bentonite injectés dans les puits pour remplir le vide autour des tuyaux. Une des façons les plus simples d'améliorer les propriétés du coulis est de mélanger à la bentonite des éléments durs comme le sable, mentionne Mark Douglas, ingénieur de recherche pour CanmetÉNERGIE à Ressources Naturelles Canada.

L'utilisation de ces coulis de haute performance comporte deux inconvénients : il est nécessaire d'utiliser une pompe spéciale lorsque du sable est ajouté au mélange, et les coulis de haute performance sont très dispendieux. Géothermix a cependant innové pour pallier cet inconvénient : « Plutôt que d'avoir des puits de six pouces, on fait des puits de deux pouces et demi », explique Yvan René. Cela nécessite une moins grande quantité de coulis.

Géothermie en cogénération

Une autre solution des plus prometteuses pour diminuer la longueur des puits géothermiques est de les intégrer à un système de micro-cogénération d'énergie, comme celui que met à l'essai à Ottawa le Conseil national de recherches du Canada (CNRC). Cet

Photo : Géothermix



De nouvelles foreuses géothermiques ont été développées à partir des équipements utilisés pour creuser des trous de dynamitage dans les travaux de voirie. Elles fonctionnent selon le même principe que les perceuses à percussion.

essai porte sur un prototype de moteur au gaz naturel AISIN de Toyota d'une capacité de 6 kWe qui produit de l'électricité, souligne Mark Douglas. Une partie de cette électricité est utilisée pour faire fonctionner une thermopompe géothermique et la chaleur du moteur sert de source de chauffage additionnelle pour les périodes de grands froids. Cela permet de limiter la dimension du puits géothermique à ce qui est nécessaire pour assurer la climatisation durant l'été.

« Normalement, on aurait besoin de trois puits pour chauffer cette maison, dit Mark Douglas. Dans notre projet, nous nous sommes limités à deux puits. Nous voulons continuer les recherches pour que la maison se suffise avec un seul puits. » C'est une approche qui convient très bien aux propriétés existantes lorsque l'espace est limité autour de la maison pour forer plus d'un puits.

Pompes à détente directe

Au Canada, il se développe de plus en plus de systèmes géothermiques équipés de pompes à détente directe. C'est un progrès considérable, car ces pompes minimisent les pertes de chaleur comparativement aux systèmes géothermiques traditionnels. Dans ces derniers, la chaleur doit être transférée entre deux boucles de tuyaux fermées. La première boucle est dans la pompe et contient un liquide caloporteur. La deuxième boucle est dans le sol et est remplie d'eau additionnée d'une solution d'antigel. Dans les systèmes à détente directe, un liquide caloporteur circule en boucle ouverte à la fois dans le sol et dans la thermopompe.

Amélioration des pompes

Par ailleurs, la recherche et développement continue d'améliorer les pompes à chaleur. Le fabricant canadien Maritime Geothermal a innové en équipant sa pompe Nordic d'un système calibrant la charge de réfrigérant pour chacun des puits en fonction de la chaleur du sol autour de chaque puits, indique Yvan René.

En général, les pompes sur le marché ont de meilleurs compresseurs et une meilleure surface d'échange d'énergie. Bientôt on verra sur le marché des pompes géothermiques à plusieurs vitesses, affirme Michel Bernier. « L'appareil pourra donner un effort continu au lieu d'arrêter et de repartir, dit-il. Cela permettra des économies d'énergie et d'améliorer le confort de la résidence. »

Nouvelle génération de foreuses

De nouvelles foreuses géothermiques ont été développées à partir des équipements utilisés pour creuser des trous de dynamitage dans les travaux de voirie. Elles fonctionnent selon le même principe que les perceuses à percussion, selon Yvan René. « Elles pulvérisent la roche et les débris sont expulsés par un jet d'air puis captés à la surface par une balayeuse », explique-t-il. Ces foreuses sont montées sur des chenilles et causent très peu de dommages aux terrains, ce qui est un avantage très appréciable lorsqu'on veut desservir une maison existante en géothermie.

Ce type de forage prend moins de temps qu'avec une foreuse conventionnelle, ce qui réduit la facture totale du système géothermique. Géothermix, par exemple, offre cette technique de forage pour des puits allant jusqu'à 150 pieds de profondeur.

Nouveaux fluides géothermiques

Les chercheurs testent actuellement de nouveaux fluides à haute performance qui ne sont pas néfastes pour l'environnement. « Dans cinq ans, peut-être, on verra des fluides faits de CO₂ dans les systèmes géothermiques des résidences », selon Mark Douglas. Le mélange d'eau et de propylène glycol utilisé traditionnellement en géothermie est très dur à pomper en fin de saison, lorsqu'on a pompé beaucoup de chaleur dans le sol et que le tuyau est très froid, indique Mark Douglas. Le CO₂ se pompe plus facilement et peut être utilisé dans des tuyaux plus petits. » Cependant, il est utilisé à une pression plus élevée, ce qui requiert une pompe géothermique adaptée.

Une autre piste de recherche est le propane, le réfrigérant idéal pour l'environnement qui est déjà utilisé en Europe, selon Yvan René. Cependant, il a l'inconvénient d'être inflammable, ce qui nécessiterait des normes plus sévères en Amérique du Nord et une main-d'œuvre spécialisée.

La géothermie est sans doute le domaine de la construction où la recherche est la plus en effervescence. Ce n'est qu'une question de quelques années avant qu'on réussisse à développer des systèmes géothermiques accessibles à toutes les bourses.



Photo : Canmet

Il existe aussi des foreuses rotatives qui peuvent forer à des grandes profondeurs jusqu'à six pouces de diamètre pour y insérer un chemisage d'acier dans lequel sera glissé les tuyaux de plastique qui formeront des boucles souterraines verticales.