

# Géothermie

## avec découplage des réseaux d'énergie

**Les systèmes géothermiques ont la cote aux yeux des propriétaires et des gestionnaires d'immeubles qui ont comme préoccupation d'obtenir les coûts d'opération les plus bas possible. Lorsque l'intérêt est de concevoir un système géothermique, deux points majeurs sont à considérer, soit l'efficacité du système et les coûts d'investissement requis.**

De nos jours, les systèmes géothermiques sont de plus en plus connus, tant au point de vue des performances énergétiques que de l'installation. Au-delà des concepts de base, il devient possible d'optimiser ceux-ci afin de permettre d'en maximiser la rentabilité. L'optimisation s'effectue tant au point de vue de l'efficacité énergétique que sur le plan financier.

Le type de système géothermique le plus commun est celui utilisant des pompes à chaleur décentralisées. Ce système consiste en ce que chaque zone du bâtiment possède sa pompe à chaleur eau-air (thermopompe) et utilise le caloporteur qui circule dans le bâtiment et dans le champ géothermique pour effectuer le chauffage ou le refroidissement. Ce genre de système a l'avantage de nécessiter un investissement moindre.

Les systèmes avec pompe à chaleur centralisée offrent la possibilité d'optimiser les performances énergétiques du système de chauffage et de climatisation. On considère ici une ou plusieurs pompes à chaleur centrale eau-eau (refroidisseur) qui fournissent de l'eau chaude et de l'eau froide au bâtiment. Chaque zone a son appareil de chauffage terminal (p. ex. ventilo-convecteur) qui utilise le caloporteur chaud ou froid, dépendamment

de la demande. Un tel système centralisé est plus performant notamment grâce à des technologies plus efficaces qui sont disponibles pour ce genre d'équipement (refroidisseurs à vis, échangeurs à tubes...). Les systèmes géothermiques centralisés sont également plus efficaces énergétiquement de par l'utilisation simultanée des compresseurs en production de chaleur et de refroidissement. Les systèmes avec pompe à chaleur centralisée requièrent un investissement initial plus important.

### Limitation des coûts d'investissement

- **Limiter la quantité de puits et diminuer la capacité des équipements**

Il est possible de faire la conception d'un système très efficace tout en limitant les coûts. L'opportunité est à saisir en mettant de l'avant un système centralisé. Une façon d'y parvenir est de dimensionner le système de chauffage géothermique pour une portion de la charge de chauffage et d'utiliser un système d'appoint pour assurer la charge supplémentaire en période de pointe. Un des bénéfices additionnels est la réduction du dimensionnement de la pompe à chaleur ainsi que la quantité de puits géothermiques. Une réduction d'investissement significative est alors possible.

### Optimisation de l'efficacité énergétique du système

- **Maximiser l'utilisation du système géothermique**

Lorsque le système de chauffage est conçu avec une capacité en géothermie à une fraction de la charge globale, on répond à la majorité des besoins de chauffage avec le système géothermique sans appoint. Certaines approches dimensionnées à une fraction de la charge de chauffage globale du bâtiment demandent d'arrêter la pompe à chaleur lorsque l'appoint est en fonction. Dans ce cas,

le fonctionnement du système d'appoint est à une température plus élevée (environ 80 °C) que celle de fonctionnement de la pompe à chaleur (environ 45 °C). Il est cependant possible de faire fonctionner la pompe à chaleur en parallèle avec le système d'appoint dans le cas où le système d'appoint fonctionne avec les mêmes températures que la pompe à chaleur et que les éléments terminaux sont dimensionnés pour fournir la totalité de la demande lorsque la température est de 45 °C. L'utilisation en parallèle du système géothermique et d'appoint permet d'augmenter le facteur d'utilisation (F.U.) de la pompe à chaleur et, par conséquent, de maximiser les économies d'énergie.

- **Profiter de la diversité des charges**

Dans un bâtiment où plusieurs zones différentes sont présentes, telles que des bureaux, il est possible d'avoir, pour la même période, des zones qui sont en demande de chauffage et d'autres qui requièrent du refroidissement. Avec un système centralisé, les réseaux de chauffage et de refroidissement sont parallèles et se rendent aux éléments terminaux de chaque zone pour satisfaire indépendamment toutes les zones.

De plus, il est possible dans ce cas de figure de récupérer l'énergie du refroidissement pour l'utiliser dans le réseau de chauffage. La pompe à chaleur ne compresse ainsi qu'une seule fois et permet à la fois le refroidissement et le chauffage.

- **Découplage hydraulique du système géothermique**

Les pompes à chaleur fonctionnent usuellement à débit constant tant du côté évaporateur que du côté condenseur. Les réseaux d'eau de chauffage et de refroidissement sont aussi conçus pour fonctionner à débit constant.

Un exemple d'optimisation énergétique des systèmes de géothermie est le découplage hydraulique des réseaux caloporteurs afin d'adapter les débits aux équipements primaires ainsi qu'à la demande des éléments terminaux. Cette stratégie permet de bénéficier du pompage à débit variable pour les dispositifs de chauffage et de refroidissement. Lorsque la demande diminue, les valves de contrôle ferment alors l'alimentation d'eau des éléments terminaux et permettent de diminuer le débit fourni au réseau global. Cette diminution de débit se traduit par des économies d'énergie de par la réduction de vitesse des pompes des réseaux de chauffage et de refroidissement du bâtiment.

- **Modulation de l'utilisation des puits**

Avec un système géothermique centralisé découplé des réseaux de chauffage et de refroidissement, les puits géothermiques

sont seulement utilisés lorsque le bâtiment est en demande de chauffage ou en surplus énergétique. De plus, le débit à travers les puits géothermiques est ajusté en fonction du pourcentage de la demande. L'ajustement du débit et de l'utilisation des puits est réalisé en fonction de la demande du bâtiment comparativement à la demande de chaque zone, ce qui permet de réduire considérablement la consommation de pompage à travers les puits géothermiques.

- **Modulation des températures au condenseur et à l'évaporateur**

Lorsque la demande de chauffage et/ou de refroidissement des zones n'est pas maximale, il est possible de faire varier la température de l'eau d'alimentation. Dans le cas de l'eau de chauffage, on diminuera la température de l'eau sortant au condenseur et, pour ce qui est de l'eau de refroidissement, on augmentera

la température à la sortie de l'évaporateur de la pompe à chaleur. La modification de la température d'alimentation d'eau de chauffage et/ou de refroidissement sera faite en fonction de la température extérieure. Cela aura pour effet d'augmenter l'efficacité de la pompe à chaleur (COP) et par conséquent de permettre des économies de compression.

En somme, lorsque le système géothermique est un système centralisé, plusieurs optimisations du système peuvent être effectuées afin d'augmenter les performances énergétiques. Le tableau ci-dessous résume bien les mesures d'optimisation proposées plus haut. ■

Mesures d'optimisation des systèmes géothermiques centralisés	Données technico-économiques	
	Bénéfices	Impacts
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitation de la quantité de puits et de la capacité des équipements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation du système géothermique pour la plus grande période de temps en limitant l'investissement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ de l'investissement: <ul style="list-style-type: none"> <li>– ↓ nombre de puits;</li> <li>– ↓ capacité nécessaire de la pompe à chaleur.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximisation de l'utilisation du système géothermique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation de la pompe à chaleur en même temps que l'appoint de chauffage due au fait que le chauffage est à basse température;</li> <li>• ↑ du F.U. de la pompe à chaleur;</li> <li>• ↓ de la capacité nécessaire de l'appoint de chauffage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ de l'investissement à l'achat de l'appoint de chauffage;</li> <li>• ↑ des économies due à l'utilisation de la pompe à chaleur en continu.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profiter de la diversification des charges du bâtiment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Récupération de l'énergie évacuée de refroidissement pour effectuer le chauffage;</li> <li>• ↓ de l'utilisation des puits;</li> <li>• Une seule compression pour effectuer le refroidissement et le chauffage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ de compression;</li> <li>• ↓ de pompage.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulation de l'utilisation des puits géothermiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ du pompage vers les puits géothermiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économies d'énergie de pompage.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulation de la température au condenseur et à l'évaporateur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation de l'efficacité de compression (COP).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ des économies d'énergie en réduisant l'énergie de compression.</li> </ul>