FICHE D'INFORMATION

RÉDUIRE LES COÛTS DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE **GRÂCE AUX PLANCHERS RADIANTS**

Cette fiche d'information porte sur l'utilisation des systèmes de planchers radiants pour contribuer à la gestion de la charge électrique dans les bâtiments commerciaux et institutionnels de petite à moyenne taille. On y explique comment un plancher radiant, une technologie conçue pour le chauffage des locaux, peut aussi servir à emmagasiner l'énergie pour réduire les charges de pointe d'électricité. On y présente également des lignes directrices opérationnelles pour aider les propriétaires et les exploitants de bâtiments intéressés par cette technologie, ainsi que les résultats d'une étude de cas réalisée dans un établissement scolaire situé à proximité de Montréal.

Points à retenir

- Comme il peut servir également d'accumulateur thermique, le plancher radiant peut devenir un moyen efficace pour réduire la demande d'électricité à des périodes critiques. Cette mesure assure des économies d'énergie soit en réduisant le coût associé à la puissance ou en tirant parti de la tarification horaire de l'électricité.
- En créant un modèle mathématique de la pièce et du plancher, il est possible de mettre au point, d'évaluer et de comparer des profils de température de consigne pour tirer parti de la capacité d'accumulation thermique du plancher sans nuire au confort.
- La capacité de déplacement de la charge du plancher radiant devrait faire partie d'une stratégie globale de gestion de la demande de pointe qui tient compte du profil de la charge électrique du bâtiment, incluant d'autres possibilités de délestage en période de pointe.
- Les lignes directrices proposées pour les systèmes de chauffage par plancher radiant conduisent à des économies sur les coûts des services publics lorsque la tarification de l'électricité inclut des frais de « demande de pointe » ou des tarifs en fonction de l'heure d'utilisation.

Chauffage par planchers radiants

Dans les bâtiments commerciaux et institutionnels, les planchers radiants (figure 1) constituent un système de chauffage efficace pour les grands espaces, comme les gymnases et les entrepôts. Parmi ses principaux avantages figurent la répartition homogène de la chaleur, de faibles pertes de chaleur dans les espaces ayant un plafond haut et un bon confort au niveau du sol. De plus, la chaleur emmagasinée dans les planchers de béton peut réduire la demande d'électricité du bâtiment en période de pointe et permettre des économies de coûts substantielles. Le présent document propose une stratégie de gestion conçue pour procurer ces avantages.

Deux types de systèmes de planchers radiants sont communément utilisés : électrique ou hydronique. Dans les planchers radiants électriques, des câbles de résistance électrique chauffent le plancher sous le revêtement de sol qui, à son tour, diffuse l'énergie thermique dans la pièce par

rayonnement. Dans les systèmes hydroniques, le même principe est utilisé mais le plancher est réchauffé par de l'eau chaude (ou un mélange glycol-eau) circulant dans une série de tuyaux de petit diamètre sous le plancher. Les systèmes à eau doivent être installés avec d'autres composants requis pour le chauffage de l'eau (comme une thermopompe ou une chaudière) et la distribution de l'eau (p. ex., des pompes pour assurer la circulation). La figure 1 illustre un système de plancher radiant hydronique.

Figure 1 : Système de plancher radiant à l'eau chaude

Chauffage électrique et charges de pointe

Le chauffage électrique peut être assuré par des dispositifs comme des plinthes, des chaudières électriques, des planchers radiants et des thermopompes (qui sont considérées comme une technologie à très haut rendement énergétique). Par conséquent, ces systèmes de chauffage peuvent entraîner, à des périodes précises, une augmentation importante de l'appel de puissance, par exemple, au moment de passer de la température de consigne de nuit à celle de jour (de 18 à 23 °C par exemple). Comme la puissance appelée pèse lourdement sur le réseau électrique en période de pointe, certains services publics ont établi des structures tarifaires d'électricité qui comprennent un coût pour l'appel de puissance (coût de la puissance) ou des coûts d'électricité plus élevés durant certaines périodes en vertu d'une tarification horaire.

Bien qu'une solution toute simple pour éviter les pointes associées aux changements soudains de température consisterait à conserver une température de consigne constante, une telle mesure entraînerait un gaspillage d'énergie durant les périodes d'inoccupation du bâtiment. À titre d'exemple, la température à l'intérieur du bâtiment serait conservée inutilement élevée durant la nuit et durant d'autres périodes d'inoccupation.

Planchers radiants pour le stockage d'énergie

La capacité d'accumulation d'énergie d'un plancher radiant peut s'avérer plutôt utile dans la gestion des charges de pointe. Lorsqu'elle est utilisée de concert avec un système de plancher radiant dont la source d'énergie est électrique (incluant un système hydronique avec une chaudière électrique), la température de consigne variable permet d'accorder un « délai » entre l'utilisation de l'énergie électrique du réseau et le dégagement de l'énergie thermique dans une pièce.

Une stratégie de gestion appropriée pourrait consister à utiliser l'électricité pendant les périodes creuses pour réchauffer graduellement le plancher *avant* que la chaleur soit requise dans la pièce. Au début de la période d'occupation, qui correspond souvent aux charges de pointe, la demande d'électricité requise pour le système de chauffage peut soit être réduite ou complètement arrêtée. Avec cette approche, la chaleur est diffusée graduellement dans le local sans augmenter la demande d'électricité du bâtiment, évitant ainsi les coûts additionnels liés à la consommation d'électricité en période de pointe, ou durant les périodes de tarifs d'électricité élevés, notamment ceux qui s'appliquent à la tarification horaire.

Stratégie de contrôle pour les planchers radiants

La première étape consiste à comprendre a) les profils de demande de chauffage et d'électricité pour l'ensemble du bâtiment et b) la structure tarifaire pour l'électricité. La stratégie de gestion d'un dispositif d'accumulation d'énergie ne doit pas être envisagée isolément. Il convient plutôt de tenir compte du profil global de charge d'électricité du bâtiment; sans une telle perspective globale, les résultats de la stratégie pourraient être improductifs.

Dans le cadre de l'élaboration de la stratégie de gestion, il convient de tenir compte de ce qui suit : 1) la demande d'électricité de base du bâtiment (les charges non associées au chauffage, comme l'éclairage, les équipements, etc.); 2) le système de chauffage en place (chauffage central, réparti, pompes pour la circulation, etc.); 3) la structure tarifaire d'électricité appliquée; 4) l'ampleur (kW) et la durée de la demande de pointe dans le bâtiment ; 5) le moment de la journée auquel survient la demande de pointe. À partir de ces renseignements, l'exploitant du bâtiment peut établir un horaire de fonctionnement optimal des planchers radiants.

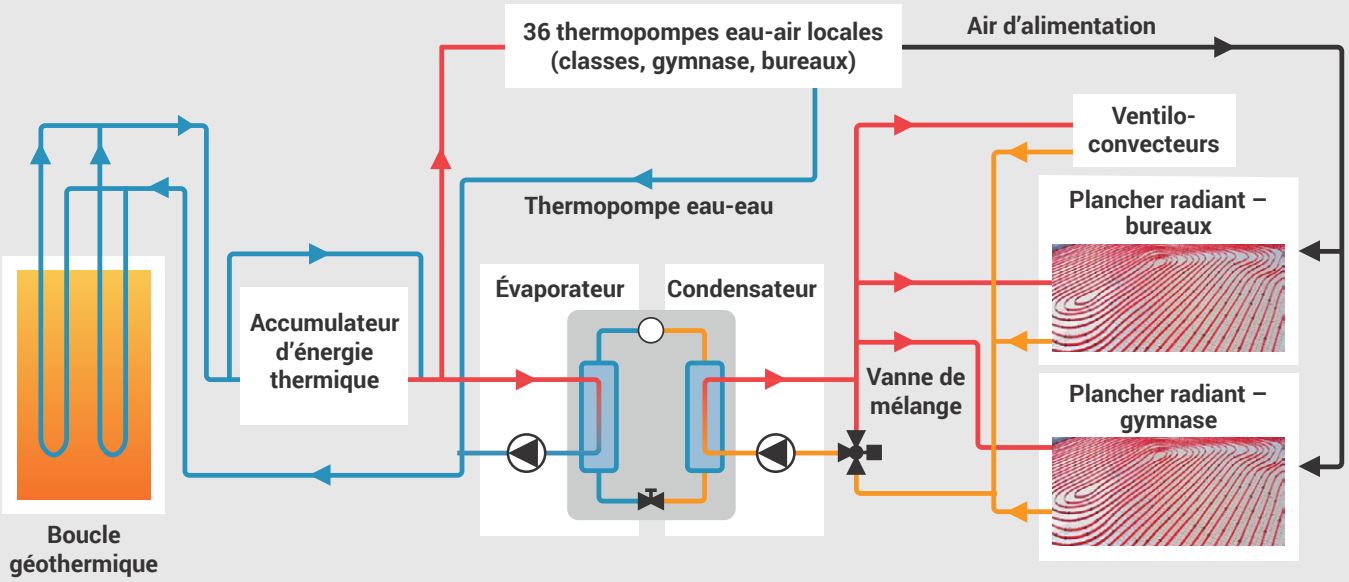

Figure 2 : Schéma du système de chauffage présenté dans l'étude de cas

Étude de cas

Une étude de cas a été menée dans une école primaire d'une superficie de 5 200 m^2 située au Québec; les planchers radiants à eau chaude constituent un élément essentiel du système de chauffage utilisé pour une surface de 500 m^2 qui correspond aux bureaux administratifs et au gymnase. Une thermopompe d'environ 105kW (30 tonnes) fournit l'énergie thermique utilisée dans le système hydronique. La source d'énergie thermique de la thermopompe est une boucle géothermique. De plus, des thermopompes locales installées au plafond et utilisant également la boucle géothermique comme source d'énergie, complètent le système de chauffage de cette école. Tout l'équipement de cette école, qui n'a recours à aucun combustible fossile, est alimenté à l'électricité. La figure 2 illustre un schéma du système de chauffage.

En vertu de la tarification actuelle du service public appliquée à cette école, la demande de pointe d'électricité en hiver a des répercussions sur les coûts même durant les mois d'été puisqu'au moins 65 % de la demande de pointe en hiver est facturée chaque mois. Afin d'éviter les charges de pointe associées aux changements soudains de la température de consigne, la température de consigne du plancher radiant a toujours été conservée à une valeur basse constante. Cependant, cette stratégie de gestion fait en sorte que les thermopompes auxiliaires supportent la majorité de la charge de chauffage.

À la lumière de ces constats, un nouveau profil de température de consigne pour les planchers radiants de cette école a été établi. Pour ce faire, un modèle tenant compte du plancher radiant et des locaux (c.-à-d., le gymnase et les bureaux) a été utilisé pour réaliser une étude sur d'autres profils de température de consigne et leur incidence sur le confort thermique et la charge électrique de la thermopompe.

Le nouveau profil (figure 3) remplace la valeur antérieure constante maintenue à 22 °C. La température de l'air et du plancher qui en résulte (figure 4) confirme que la température opérative (celle perçue par les occupants) demeure confortable.

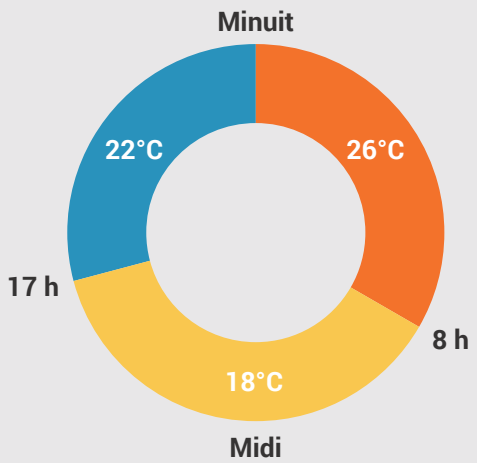

Figure 3 : Profil de température de consigne ajusté pour le plancher radiant

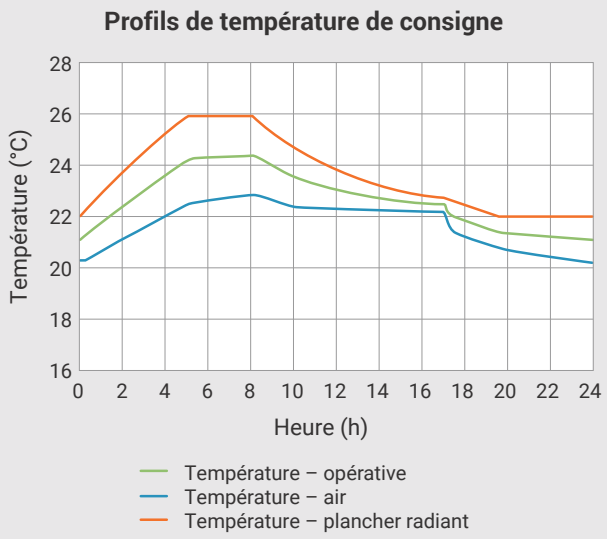

Figure 4 : Profils de température obtenus

En résumé, ce nouveau profil permet au plancher d'agir comme un accumulateur d'énergie thermique. Le plancher est préchauffé à 26 °C de minuit à 8 h. Passé 8 h, il continue à diffuser de la chaleur dans les locaux durant la journée, même après que la température de consigne est abaissée à 18 °C et que le système de chauffage est arrêté. La température de consigne remonte à 17 h pour commencer graduellement à « charger » le plancher, et le cycle se répète le jour suivant.

Il était attendu que la nouvelle température de consigne entraîne une réduction appréciable de la charge de pointe d'électricité associée au chauffage requis pour les bureaux et le gymnase. Bien qu'il soit difficile de chiffrer avec exactitude les résultats, on estime que l'utilisation du plancher comme accumulateur de chaleur a permis de réduire de 11 kW la charge de pointe d'électricité du bâtiment dans la matinée – ce qui représente 6,8 % de la charge d'électricité totale de l'école (160 kW).

La figure 5 illustre la demande d'énergie associée au chauffage des bureaux, qui sont desservis par des thermopompes air-air locales et le plancher radiant : on remarque non seulement la réduction de la demande de pointe, mais aussi que cette réduction survient durant la nuit, hors de la période de demande de pointe du service public.

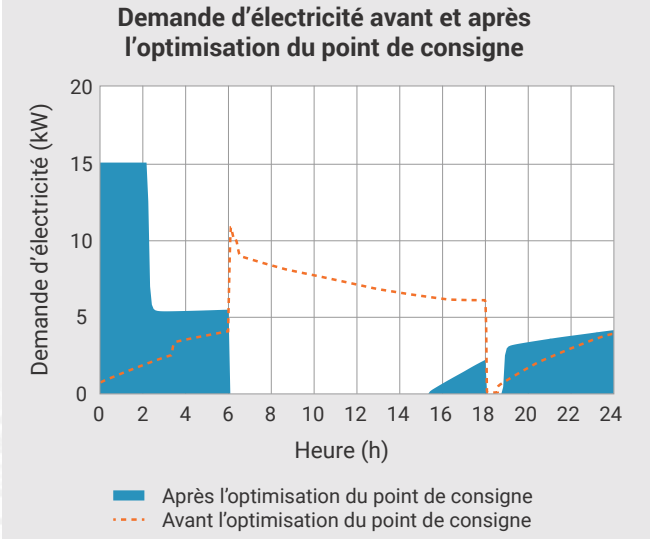

Figure 5 : Effet de l'optimisation de la température de consigne du plancher radiant

No. cat. : M154-170/2024F-PDF | ISBN : 978-0-660-71008-2
© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre de l'Énergie et des Ressources naturelles, 2024.