FICHE D'INFORMATION

SYSTÈME DE CHAUFFAGE À EAU CHAUDE BIÉNERGIE **POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GES**

La présente fiche d'information porte sur la gestion de la charge électrique dans les bâtiments commerciaux et institutionnels équipés d'un système de chauffage à eau chaude biénergie. On y explique le principe de fonctionnement de ce type de système, les possibilités de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) qu'il offre ainsi que des lignes directrices opérationnelles pouvant aider les propriétaires, les gestionnaires et les exploitants de bâtiments intéressés par cette approche. Enfin, on y présente les résultats d'une étude de cas réalisée dans un bâtiment institutionnel situé à proximité de Montréal.

Points à retenir

- Le fonctionnement des systèmes de chauffage à eau chaude biénergies pourrait être amélioré pour accroître l'utilisation de la chaudière électrique dans le but de réduire les émissions de GES et/ou la facture énergétique.
- Il est possible d'obtenir de telles améliorations en veillant à ce que la chaudière électrique fournisse la puissance prévue, en élaborant une stratégie de délestage en période de pointe et en renforçant les contrôles locaux du système biénergie.
- L'étude de cas révèle des réductions d'émissions de GES de 60 % et des économies d'énergie de 14 % sur une période de 11 semaines durant l'hiver 2021-2022.

Exigences à respecter pour une application réussie des lignes directrices

Les lignes directrices proposées visant les systèmes de chauffage à eau chaude biénergies s'appliquent aux bâtiments qui satisfont aux critères suivants :

- le facteur d'émission de GES de l'électricité doit être inférieur au facteur d'émission de GES du gaz naturel;
- la tarification de l'électricité doit comprendre un coût pour la puissance; les lignes directrices peuvent s'appliquer à la tarification en fonction de l'heure de consommation;
- le tarif d'électricité en dehors des périodes de pointe doit être égal ou inférieur au coût du gaz naturel.

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada
Canada

Système de chauffage à eau chaude biénergie

Les systèmes de chauffage biénergies sont avantageux pour les grands immeubles puisqu'ils alternent entre deux sources d'énergie et optimisent la consommation d'énergie électrique. Dans les systèmes de chauffage à eau chaude biénergies décrits dans la présente fiche, les chaudières électriques et à gaz chauffent l'eau qui circule dans un réseau de tuyauterie. Ce réseau alimente en eau chaude les équipements de chauffage du bâtiment par des serpentins de chauffage contenus dans des unités de traitement d'air, par des serpentins contenus dans des boîtes de réchauffage terminales à débit d'air variable (DAV) et par des plinthes chauffantes installées dans les zones périphériques. L'eau refroidie revient vers les chaudières pour recommencer le cycle de chauffage. La figure 1 illustre un schéma simplifié du système de chauffage en question. Les bâtiments peuvent comprendre différentes configurations du système. Les chaudières électriques et à gaz pourraient fonctionner individuellement ou en parallèle; il suffirait alors d'utiliser des vannes modulantes pour ajuster le débit d'eau dans chaque chaudière, en conservant le débit minimum requis à chacune des chaudières. Il est également possible d'utiliser une chaudière électrique pour préchauffer l'eau à l'entrée des chaudières au gaz qui ne sont pas à condensation puisque leur efficacité n'est que très peu affectée par la température de l'eau de retour.

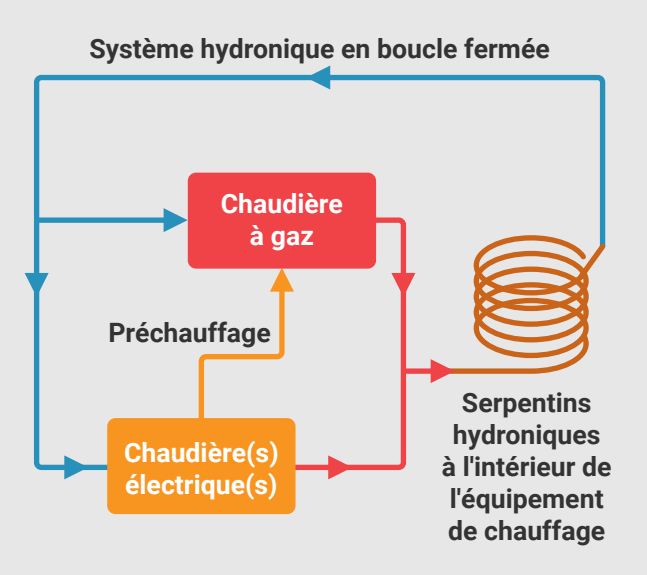

Figure 1. Schéma simplifié d'un système de chauffage à eau biénergie

Avantages économiques et possibilités offertes par les systèmes biénergies pour réduire les émissions de GES

L'un des plus grands avantages des systèmes biénergies, c'est qu'ils permettent une stratégie efficace de gestion de la charge, en aidant à sélectionner la source d'énergie la plus appropriée à utiliser au moment propice, en fonction des structures tarifaires pour l'électricité dans les bâtiments commerciaux et institutionnels. Par exemple, le tarif d'électricité peut être établi selon la consommation d'énergie mais aussi selon la pointe de la demande de puissance mensuelle. Le tarif d'électricité peut également être établi en fonction de la consommation d'énergie, mais à des tarifs différents selon l'heure de la journée ou la période de l'année, et il est généralement plus élevé durant les périodes de pointe sur le réseau électrique du service public.

Cela soulève la question des possibilités d'économies sur la facture énergétique grâce à l'utilisation des systèmes biénergies. Selon la méthode de facturation de l'électricité utilisée par le service public de la région, une entreprise peut décider de maintenir sa consommation inférieure à une limite préétablie à certaines périodes afin d'éviter les tarifs d'électricité plus élevés. Dans les situations où une plus grande quantité d'électricité serait nécessaire, les chaudières à gaz pourraient prendre le relais pour répondre aux besoins de chauffage. Inversement, si l'objectif visé est de réduire les émissions de GES d'un bâtiment, le système peut passer du chauffage au gaz à l'électricité au besoin pour respecter sa limite d'émissions. Grâce à une stratégie établie pour le système biénergie, il est possible de combiner ces deux objectifs et de réaliser des économies de coût tout en réduisant les émissions de GES.

Par ailleurs, les systèmes biénergies offrent la capacité d'ajuster l'utilisation de l'énergie électrique pour respecter les exigences des programmes de gestion de la demande de puissance du fournisseur de service public. Par exemple, durant les matins d'hiver, lorsque la demande de chauffage atteint son sommet annuel, il peut être difficile pour le service public de répondre aux fortes demandes d'énergie dans les régions où l'on a recours le plus souvent au chauffage électrique. Dans de telles circonstances, le fournisseur de service public pourrait devoir importer de l'électricité ou dépendre de centrales électriques produisant davantage d'émissions de GES que celles sollicitées habituellement. Pour contribuer à atténuer la pression exercée sur le réseau lors de ces situations d'exception, les systèmes de chauffage biénergies peuvent passer au gaz naturel durant ces périodes de pointe.

Lignes directrices

Considérant que la réduction des émissions de GES constitue une priorité actuelle du gouvernement canadien, l'intention de cette section est de donner un aperçu général des mesures visant à accroître l'utilisation de la chaudière électrique pour réduire, de manière rentable, les émissions de GES.

Ces mesures nécessitent d'avoir accès au système de contrôle automatique du bâtiment (SCAB) pour étudier les tendances et les séquences de contrôle, et les ajuster en conséquence. L'analyse des données opérationnelles sous-horaires pourrait faciliter la mise en œuvre de mesures, c'est pourquoi elle est recommandée (sans être obligatoire). Les lignes directrices proposées comprennent les trois mesures suivantes :

1. S'assurer que la chaudière électrique fournit l'énergie demandée. Il suffit de comparer les puissances générées et demandées, ce qui révèlera un problème si la puissance générée est inférieure à la puissance demandée. Une telle approche pourrait aider à déceler des problèmes de fonctionnement ou des éléments chauffants défectueux. On peut estimer la puissance demandée (exprimée en watts) à partir de la modulation de la chaudière électrique. Il est possible d'établir la puissance réelle fournie par la chaudière électrique (en watts) à l'aide de wattmètres, de lectures d'ampères ou de l'état de marche des différents niveaux de fonctionnement de la chaudière.
2. Élaborer une stratégie de délestage en période de pointe pour moduler la puissance de la chaudière électrique en temps réel en fonction de la demande électrique totale du bâtiment et de la limite contractuelle de la demande de pointe. Lorsque l'énergie électrique du bâtiment approche de la limite établie, le SCAB se met à réduire la contribution de la chaudière électrique afin d'éviter d'excéder cette limite.
3. S'assurer du contrôle approprié des chaudières électriques et à gaz naturel afin d'utiliser la chaudière électrique à son plein potentiel. Plus précisément, déterminer les variables importantes, qui pourraient faire en sorte que les chaudières à gaz ne soient pas mises en marche trop tôt afin que la chaudière électrique puisse contribuer davantage à la demande de chauffage, puis les ajuster en conséquence. À titre d'exemple :
   - dans une configuration en cascade, la température de consigne de l'eau à la sortie de la chaudière électrique pourrait être augmentée pour aider à atteindre la température de consigne de l'alimentation du réseau de chauffage et ainsi réduire la nécessité d'utiliser les chaudières à gaz;
   - le délai de démarrage des chaudières à gaz, souvent très court dès que la température de l'eau n'atteint pas son point de consigne, ainsi que la courbe d'augmentation de puissance pourraient être prolongés pour laisser davantage de temps à la chaudière électrique de rencontrer la charge de chauffage;
   - si les chaudières électriques et à gaz fonctionnent en parallèle, la modulation des vannes de régulation du débit d'eau des chaudières à gaz pourrait être diminuée pour laisser circuler davantage d'eau vers la chaudière électrique.

Étude de cas

Une étude de cas a été menée dans un immeuble à bureaux d'une superficie d'environ 33 000 mètres carrés, situé dans le sud du Québec. L'immeuble peut accueillir confortablement environ 800 occupants dans ses salles de conférence, ses laboratoires et ses bureaux. Son horaire d'occupation correspond à celui des immeubles à bureaux : il est le plus occupé durant la journée, les jours ouvrables, et demeure pratiquement vide durant la nuit et les fins de semaine.

Le système de chauffage de l'immeuble comprend une chaudière électrique d'une capacité de 800 kW (avec une efficacité supposée de 100 %) et deux chaudières à gaz conventionnelles d'une capacité de 1 965 kW chacune (avec une efficacité supposée de 80 %). La chaudière électrique préchauffe l'eau avant son entrée dans les chaudières à gaz; l'eau circule ensuite dans le réseau de chauffage de l'immeuble. Les chaudières à gaz sont utilisées de la mi-novembre jusqu'à la fin de l'hiver pour assurer le chauffage des locaux. La chaudière électrique fonctionne à l'année; cependant, afin d'éviter les périodes de pointe où l'électricité est vendue à plein tarif, elle est en opération selon un horaire strict durant la nuit et les fins de semaine seulement (c.àd., jamais durant la journée et les jours ouvrables). Ce mode de fonctionnement est appelé « RÉF » (pour mode de référence) dans le reste du document.

Améliorations et résultats

Les trois mesures mentionnées à la section « Lignes directrices » ont été mises en œuvre comme suit. Ce mode de fonctionnement est appelé « NOUVEAU » dans le reste du document.

1. La figure 2 illustre la puissance demandée (selon la commande de la modulation) et la puissance réelle (lectures d'ampérage) de la chaudière électrique; les données ont été enregistrées par le SCAB au cours d'une semaine type de l'hiver 2021-2022. Les résultats indiquent que la chaudière électrique a fourni constamment moins de puissance que celle demandée. L'équipe technique de l'immeuble a examiné la situation et découvert que certains éléments chauffants étaient défectueux et devaient être remplacés.

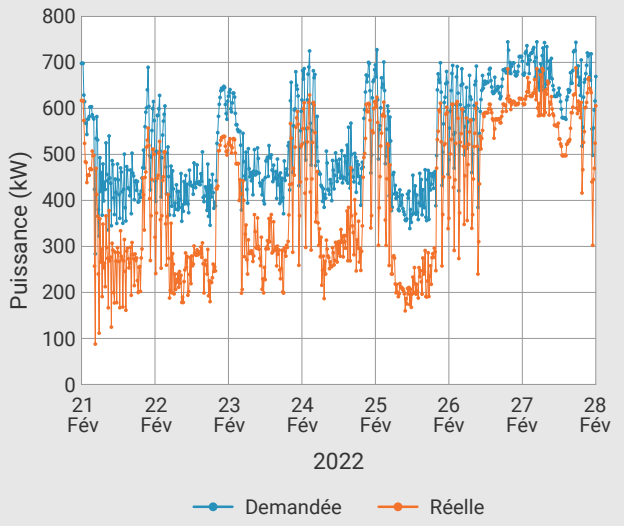

Figure 2. Puissance demandée et puissance réelle de la chaudière électrique au cours d'une semaine type de l'hiver 2021-2022

2. Une stratégie de délestage en période de pointe avait déjà été élaborée dans le SCAB. Cependant, pour exploiter pleinement le potentiel de la chaudière électrique, l'horaire de fonctionnement strict durant la nuit et les fins de semaine seulement a été modifié afin qu'elle puisse se mettre en marche à tout moment au besoin.

3. Des modifications ont été apportées aux séquences de contrôle locales des chaudières. Comme la chaudière électrique sert à préchauffer l'eau à l'entrée des chaudières à gaz, la modification principale consistait à augmenter la température de consigne de l'eau à la sortie de la chaudière électrique. Cela avait pour but d'aider à atteindre la température de consigne de l'eau d'alimentation du réseau de chauffage et de réduire le recours aux chaudières à gaz.

Le calendrier des opérations est décrit comme suit. Les mesures n°s 2 et 3 ont été mises en œuvre durant 11 semaines, au cours de la deuxième partie de l'hiver (de février à mai) 2022. Elles ont été évaluées en comparant le rendement mesuré par rapport à celui d'un scénario de référence. Ce scénario de référence (modèle de base) a été construit en s'appuyant sur les données opérationnelles enregistrées au cours des 12 semaines de la première partie de l'hiver (de novembre 2021 à février 2022) alors que l'immeuble était chauffé selon le mode de RÉF.

L'évaluation du rendement a été effectuée quotidiennement en estimant la consommation d'énergie thermique de la chaudière en tenant compte de la contribution de chaque chaudière. Les coûts totaux de l'énergie et les émissions totales de GES associés au fonctionnement de ces chaudières ont également été évalués. Le tableau 1 illustre le rendement global des mesures mises en œuvre et présente les économies réalisées pour ce système de chauffage à plusieurs chaudières. Le modèle de base a servi à estimer quel aurait été le rendement si l'immeuble avait été chauffé en mode RÉF. Le rendement obtenu en appliquant les nouvelles séquences de contrôle a été directement extrait des données opérationnelles. Les résultats présentés dans le tableau 1 indiquent que la chaudière électrique a contribué davantage à la charge de chauffage, réduisant ainsi la consommation de gaz, tel que prévu. Par conséquent, pour une charge de chauffage similaire (998 MWh), on obtient une réduction de 60 % des émissions de GES et de 14 % de la facture énergétique. La demande de pointe d'électricité est demeurée inchangée (1 575 kW).

Tableau 1. Rendement au cours de la période de mise en œuvre

Variable	RÉF	NOUVEAU	Écart
Demande de pointe d'électricité (kW)	1 575	1 575	-
Énergie thermique de la chaudière (MWh)	998	998	-
Contribution de la chaudière électrique (MWh)	287	717	**+ 150 %**
Contribution des chaudières à gaz (MWh)	711	281	**- 60 %**
Coût total de l'énergie des chaudières ($)	56 229	48 446	**- 14 %**
Émissions totales de GES des chaudières (t. d'éq. CO_2)	163	65	**- 60 %**

No. cat. : M154-156/2024F-PDF | ISBN : 978-0-660-48261-3
© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre de l'Énergie et des Ressources naturelles, 2024.