

■ Mars 2003

Initiative des Innovateurs énergétiques Étude de cas sur l'efficacité énergétique



L'HÔPITAL CHARLES-LEMOYNE ÉCONOMISE 360 000 \$ PAR AN GRÂCE À DES AMÉLIORATIONS DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

M. Pierre-Klébert Charles, ing.
Responsable du fonctionnement des installations
L'Hôpital Charles-LeMoyne

Introduction

Inauguré en 1966, l'Hôpital Charles-LeMoyne (HCLM) est le centre hospitalier universitaire affilié de la Montérégie. Comptant 571 lits au permis, 2 270 employés, 281 médecins actifs, associés ou conseils (dont 215 spécialistes), et possédant un budget annuel de plus de 120 millions de dollars, cet établissement est l'un des dix plus grands centres hospitaliers au Québec. Situé à proximité des grandes voies de communication aériennes et terrestres de la rive sud de Montréal, le HCLM offre des soins généraux à une population de 400 000 habitants et des soins spécialisés et très spécialisés à près de 1,4 million de personnes.

Pourquoi un programme d'efficacité énergétique?

Conformément à la demande lancée par le Conseil canadien d'agrément des services de santé (CCASS) d'élaborer une planification stratégique, le HCLM travaille actuelle-

ment à la mise en place d'un processus de planification avec, comme objectif, le développement d'un plan d'organisation triennal des soins et services de santé qui intègre l'ensemble des activités de l'établissement. Orienté vers l'avenir, ce plan d'organisation des soins et services de santé hospitaliers se définit comme un processus de planification structuré, continu et participatif qui sert à déterminer :

- les actions à apporter;
- les façons de les réaliser;
- le moment opportun pour les appliquer;
- la manière d'évaluer l'atteinte des résultats.

Ce plan s'inscrit dans l'approche de gestion proposée par la Commission Clair qui vise la prévention, la guérison et la prestation des soins et services de santé dans une logique d'amélioration continue de la qualité et de la performance de l'établissement.

Le programme d'amélioration de l'efficacité énergétique s'insère dans cette démarche globale de gestion et donne des résultats concrets. On estime que l'économie annuelle en énergie est actuellement de l'ordre de 360 000 \$.

Contexte

Le programme d'économie d'énergie du HCLM a été instauré au début des années 90. La mise en œuvre d'un programme de gestion de l'énergie du bâtiment et l'appui à un tel programme s'intégraient parfaitement dans la



Agrandissement de l'Hôpital



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada



démarche de la planification stratégique de l'hôpital, spécialement à une période où il fallait composer avec une augmentation incessante des coûts de l'énergie. L'utilisation plus judicieuse de l'énergie est un des moyens mis de l'avant pour atteindre les objectifs du plan stratégique. Dans le cadre de son programme et grâce à une série de mesures concrètes, l'établissement voulait maintenir sa consommation énergétique à un niveau inférieur à celui de l'année financière 1992-1993, et ceci malgré les divers projets de modernisation et d'agrandissement déjà planifiés.

Consommation énergétique au HCLM

L'électricité et le gaz naturel constituent les deux principales sources d'énergie du HCLM. Par ailleurs, afin de profiter du tarif interruptible qu'offre la société Gaz Métropolitain, le HCLM a dû se pourvoir d'une source d'énergie d'appoint, soit le mazout léger n° 2.

La consommation énergétique de l'hôpital est répartie principalement dans les six services suivants :

- La buanderie : la consommation d'eau chaude et de vapeur pour le lavage, la consommation de vapeur pour le séchage et la consommation d'électricité et de vapeur pour le formage.
- Les services alimentaires : la consommation surtout d'électricité pour la cuisson et la consommation de vapeur pour certaines utilisations ayant trait aux services alimentaires.
- La centrale de stérilisation : la consommation surtout de vapeur.
- Les systèmes de chauffage, de ventilation, et de climatisation : la consommation de gaz pour le chauffage et d'électricité pour les moteurs, la climatisation et la ventilation.
- L'éclairage : la consommation exclusive d'électricité.
- L'eau chaude : la consommation d'eau chaude pour les bains thérapeutiques et principalement pour les besoins domestiques; l'eau chaude est préchauffée par récupération de l'énergie des chaudières et au besoin, chauffée par la vapeur.

Programme d'amélioration de l'efficacité énergétique du HCLM

Dans le cadre du Plan d'économie d'énergie du HCLM, une année typique a servi de référence pour évaluer l'efficacité énergétique de l'établissement. L'année financière

1992-1993 a donc servi à cet effet pour la comparaison, et par le fait même, pour l'analyse des résultats amenés par les mesures appliquées en matière d'efficacité énergétique. En raison des changements continus que connaît le centre hospitalier, l'analyse des données brutes devra être affinée pour tenir compte des modifications qui, au fil des ans, ont été apportées aux installations du HCLM. L'augmentation de la consommation énergétique attribuable aux ajouts n'a pas été estimée, mais les coûts ont été évalués au mètre carré (m²).

Une étude réalisée à l'hiver 1992 sur l'efficacité énergétique est à la source du programme d'amélioration de l'efficacité énergétique. Selon cette étude, on suggérait le remplacement de deux des trois chaudières d'une puissance évaporatrice (BHP) de 550 par deux nouvelles chaudières de 600 BHP. Ce projet a été complété par l'ajout d'un récupérateur à contact direct pour récupérer la chaleur résiduelle contenue dans les gaz d'échappement des chaudières et par la modernisation du système de contrôle automatisé du bâtiment. Les améliorations qui ont été apportées sont décrites ci-dessous.

1. Remplacement des chaudières

Cette première intervention devait procurer les deux principaux avantages suivants :

- l'augmentation de l'efficacité de la combustion des chaudières;
- l'optimisation des ressources humaines, c'est-à-dire les mécaniciens de machines fixes, ainsi que la diminution des coûts d'entretien liés à ces machines.

On a pu profiter d'autres avantages en raison du remplacement des chaudières, notamment :

- Du point de vue énergétique, le remplacement des anciennes chaudières de type traditionnel par des chaudières à serpentins a permis d'augmenter l'efficacité énergétique d'environ 5 p. 100. Cette amélioration de l'efficacité est attribuable avant tout à l'augmentation nominale de l'efficacité du brûleur fonctionnant à pleine charge. Par ailleurs, l'utilisation des chaudières à des charges partielles, soit des charges inférieures à 50 p. 100 de la capacité nominale, est lourdement assujettie à une efficacité médiocre. Durant les mi-saisons, les nouveaux brûleurs permettent une modulation dans une plage de fonctionnement (de 7 à 1) afin de pouvoir répondre à la demande de vapeur en évitant toute forme de cyclage.
- Les modifications apportées à la chaufferie ont également permis un contrôle moins rigoureux des nouveaux équipements. En effet, les changements effectués au système permettent à l'employé responsable du

Tableau 1. Réduction de la consommation de gaz naturel et de ses émissions

| | Gaz naturel (m ³) | CO ₂ (tonne) | NO _x (tonne) | CH ₄ (tonne) |
|-----------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1996-1997 | 514 731 | 952 | 3,68 | 0,44 |
| 1997-1998 | 463 053 | 856 | 3,31 | 0,40 |
| 1998-1999 | 494 174 | 914 | 3,53 | 0,42 |
| 1999-2000 | 407 023 | 753 | 2,91 | 0,35 |
| 2000-2001 | 107 215 | 198 | 0,77 | 0,09 |
| Moyenne | 397 239 | 735 | 2,84 | 0,34 |

contrôle des équipements de passer d'une surveillance continue à une surveillance périodique des équipements. Selon le mode de surveillance continue, le mécanicien de machines fixes ne peut s'absenter pour plus d'une heure par période de deux heures. Pour ce qui est du mode de surveillance périodique, les équipements doivent faire l'objet d'une vérification de fonctionnement à toutes les 24 heures. Cette modification importante des besoins de contrôle des équipements a permis au HCLM de réduire ses besoins en ressources humaines ou de libérer des employés pour les affecter à d'autres fonctions, de diversifier les compétences et les fonctions des employés en leur offrant de la formation dans des domaines connexes (par ex., contrôle, réfrigération et entretien préventif) et de diminuer ainsi substantiellement le coût des contrats de services d'entretien conclus avec des firmes externes. Des économies annuelles d'environ 130 000 \$ sont réalisées grâce à cette approche.

Le remplacement des chaudières a également eu des conséquences importantes sur la qualité de l'air extérieur étant donné le taux moins élevé des émissions libérées dans l'atmosphère. De plus, il est possible d'accroître cet effet positif sur la qualité de l'air en installant des brûleurs à faible teneur en oxydes d'azote (NO_x). Cette technique de combustion a été utilisée au HCLM. Elle s'effectue par la récupération d'une partie des gaz de combustion et leur retour au brûleur, ce qui permet l'amélioration de l'efficacité de combustion, et par le fait même une réduction des émissions de type NO_x. En associant l'augmentation de l'efficacité des brûleurs et l'installation d'un récupérateur des gaz de combustion, on obtient une diminution de la consommation de gaz naturel qui correspond à plus de 515 000 m³ pour l'année 1996-1997. Cette baisse de consommation entraînera une diminution importante des émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants qui se retrouvent dans l'atmosphère.

Grâce à ces nouvelles chaudières, on estime qu'en 1996-1997, les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) ont été réduites de 952 tonnes, celles de NO_x, de 3,68 tonnes et celles de méthane (CH₄), de 0,44 tonne (voir le tableau 1).

2. Installation d'un récupérateur à contact direct

Le récupérateur à contact direct est un appareil permettant de récupérer l'énergie latente et sensible contenue dans les gaz de combustion des chaudières. Il permet d'augmenter le rendement de ces dernières à près de 100 p. 100 en abaissant la température des gaz chauds de 200 °C à 21 °C. Pour ce faire, de l'eau froide (10 °C) est pulvérisée à l'intérieur d'un cylindre muni d'un médium de transfert de chaleur. L'eau pulvérisée entre alors en contact direct avec les gaz chauds d'échappement. L'énergie que dégagent ces gaz est transférée à l'eau qui peut être préchauffée jusqu'à 60 °C. L'utilisation et l'efficacité du récupérateur à



Récupérateur à contact direct



Modulateur de fréquence

contact direct reposent sur une demande suffisante en eau chaude et une température de l'eau suffisamment basse. Les besoins en eau chaude d'une buanderie génèrent une demande équivalente en eau froide du réseau de la municipalité. Pour assurer une bonne performance du récupérateur à contact direct, cet apport en eau froide peut être modifié en fonction des fluctuations de la température de l'eau. Dans le cas du HCLM, les besoins en eau propre pour la buanderie, en eau d'appoint pour les chaudières et en eau chaude domestique constituaient une demande suffisante en eau pour justifier l'implantation d'un tel équipement.

Le récupérateur de chaleur à contact direct permet une augmentation de plus de 20 p. 100 de l'efficacité nominale des chaudières à vapeur. Bien qu'il s'agisse de nouvelles chaudières, ces dernières ont une efficacité maximale de 80 p. 100. Dans des conditions de fonctionnement optimal, le récupérateur permet d'atteindre une efficacité de combustion de près de 100 p. 100 et contribue à une diminution de la consommation de gaz naturel de plus de 15 p. 100.

3. Système de contrôle automatisé du bâtiment

Les économies d'énergie attribuables au système de contrôle centralisé sont directement liées à sa capacité de moduler l'apport d'air frais. Ce système doit pouvoir adapter l'apport d'air frais en fonction des polluants présents, des températures ambiantes et extérieures et de la concentration de CO₂. Le système de contrôle automatisé du HCLM de type multiplexage à relais électromécanique datait des années 60. Divers projets d'agrandissement du HCLM nécessitaient des travaux majeurs de perfectionnement de ce système. En raison de l'exploitation inadéquate du potentiel de gestion de l'énergie de cet équipement en fonction des besoins réels de ventilation, il a été décidé de le remplacer.

Les séquences optimisées d'arrêt et de démarrage et de modulation des volets servant à l'apport d'air frais ont



Correcteur de facteur de puissance

permis de générer des économies d'environ 5 p. 100 pour la consommation de gaz naturel, et d'environ 3 p. 100 pour la consommation d'électricité. La possibilité de limiter l'utilisation de la ventilation a également un impact direct sur la durée de vie utile des moteurs.

Dans le cadre de tous les nouveaux projets d'agrandissement, des variateurs de fréquence ont également été installés pour contrôler la vitesse de rotation des moteurs.

4. Amélioration des moteurs électriques

Les moteurs électriques dont dispose le HCLM correspondent à 11 p. 100 de la consommation annuelle d'énergie, soit plus de 34 p. 100 de la consommation d'électricité. La dépense énergétique pour cette activité s'établit à plus de 210 000 \$ pour l'année de référence. La mise en œuvre du programme de remplacement d'anciens moteurs par des moteurs à haute efficacité a donc constitué une étape essentielle dans la réalisation du programme d'amélioration de l'efficacité énergétique. Profitant du programme d'aide financière de la société Hydro-Québec pour l'installation de moteurs électriques à haut rendement, le HCLM a procédé au remplacement de 20 p. 100 de l'ensemble des moteurs électriques. Cette mesure a permis de diminuer de 25 p. 100 la puissance électrique associée à la force motrice, et l'efficacité des moteurs a augmenté en moyenne de 5 p. 100. Afin de pouvoir relier les moteurs aux variateurs de fréquence dont il est question au paragraphe précédent, les moteurs traditionnels ont été remplacés par des moteurs à haut rendement pour certains systèmes à vitesse variable.

5. Éclairage efficace

En raison du fonctionnement continu des indicateurs de sortie, leur consommation cumulée d'électricité est appréciable. Le remplacement de tous les indicateurs de sortie d'une puissance de 30 watts par des indicateurs munis de lampes à diode électroluminescente (DEL) de 2,5 watts a entraîné une diminution de 91,7 p. 100 de la puissance et de la consommation d'élec-

tricité liée aux indicateurs de sortie. Étant donné qu'il y a plus de 250 indicateurs de sortie répartis dans l'établissement, cette simple mesure aura permis de générer des économies récurrentes de 60 000 kWh par année, soit 0,5 p. 100 de la consommation totale d'électricité du HCLM.

Au même titre que pour les indicateurs de sortie, le remplacement des luminaires inefficaces de type incandescent ou fluorescent par des appareils plus efficaces a permis de générer des économies intéressantes en matière d'éclairage. Un programme de remplacement progressif des systèmes d'éclairage a donc été mis en place. À ce jour, plus de 35 p. 100 des systèmes ont été remplacés.

L'amélioration des systèmes d'éclairage a entraîné des économies additionnelles de plus de 0,5 p. 100 de la consommation totale d'électricité. Cette mesure de remplacement a permis de prolonger la durée de vie utile des équipements et, par le fait même, de réduire les besoins en ressources humaines et ainsi d'affecter à d'autres tâches les employés désignés au remplacement des ampoules.

6. Initiatives de sensibilisation

Préconisée par l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada et par d'autres organismes affectés à l'économie d'énergie, la sensibilisation auprès des employés constitue un autre moyen pour atteindre les objectifs d'économie d'énergie. Les améliorations d'efficacité énergétique permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre qui contribuent aux changements

climatiques. Le HCLM est devenu un Innovateur énergétique en 2002 afin de profiter des services, des renseignements et des incitatifs offerts par le programme. Le programme de sensibilisation mis en œuvre par le HCLM comprend des activités s'adressant non seulement à ses employés, mais également aux occupants du HCLM. Pour tirer profit de cette approche peu coûteuse, un comité interne de gestion énergétique a été mis sur pied. En permettant aux employés et aux occupants d'exercer un certain contrôle sur la consommation énergétique et en les sensibilisant aux objectifs en matière d'efficacité énergétique, on peut les encourager à participer à l'atteinte de résultats. Bien que cette démarche soit difficilement quantifiable, elle permet de réduire d'environ 2 p. 100 la facture énergétique.

7. Programme d'entretien énergétique

Afin d'optimiser le facteur de puissance, on a installé une banque de condensateurs. Ainsi, il est possible de limiter les pénalités imposées par les fournisseurs résultant d'une mauvaise utilisation de la puissance des installations électriques. Le suivi mensuel de cet équipement ainsi que son entretien assurent une utilisation optimale du facteur de puissance.

En raison de l'inefficacité des équipements de production de vapeur, dont la consommation atteignait près de 25 p. 100 de la consommation totale de gaz naturel avant la mise en œuvre du programme d'économie d'énergie,



Brûleur à haute efficacité

ceux-ci ont été les premiers éléments à faire l'objet d'améliorations. Afin d'assurer l'application continue de pareilles mesures correctives et de maintenir l'efficacité des installations, un programme d'entretien préventif et un suivi des performances ont été mis en place.

Dans ce même ordre d'idée, les prises d'air de combustion des chaudières ont été modifiées afin d'augmenter l'efficacité de combustion des brûleurs. L'alimentation en air de combustion provient de l'air chaud accumulé au plafond de la centrale thermique. La mise en fonction du système de gestion des bâtiments permet au HCLM de générer des économies d'énergie, autant pour les moteurs électriques que pour le chauffage de l'air frais. L'emploi de sonde de température et de détecteur de CO₂ permet d'optimiser l'admission d'air frais et le fonctionnement des ventilateurs.

Les pertes d'énergie provoquées par un purgeur à vapeur défectueux peuvent représenter des milliers de dollars annuellement. Un rigoureux programme d'entretien des purgeurs à vapeur a été mis sur pied. Sur une base annuelle, on procède à l'entretien ou au remplacement systématique de tous les purgeurs défectueux du réseau de distribution de vapeur.

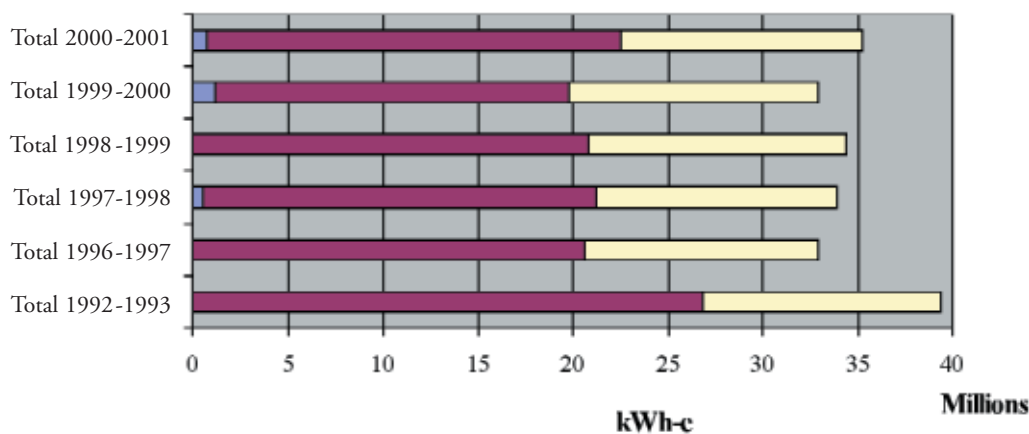
8. Optimisation de la tarification énergétique

Afin de profiter du meilleur tarif possible qu'offre la société Hydro-Québec, un programme de suivi mensuel du facteur de puissance et de la facturation a été mis en place. Comme le règlement tarifaire permet de modifier dans le temps la puissance souscrite, des modifications périodiques de la puissance appelée ont été réalisées en raison du suivi effectué. Non seulement cette mesure permet au HCLM de tirer profit de la structure tarifaire d'Hydro-Québec, mais elle donne surtout la possibilité de prendre conscience des répercussions liées à l'appel de puissance et de chercher à l'optimiser. L'installation d'un compteur électronique permet une lecture instantanée de la puissance appelée et assure une meilleure gestion du fonctionnement des équipements de climatisation.

En ce qui a trait à la société Gaz Métropolitain, l'option « contrat de service interruptible » permet de réduire de 20 p. 100 par année la facture liée à la consommation de gaz. Cependant, afin de pouvoir profiter de cette clause contractuelle, l'établissement doit être en mesure de s'approvisionner d'une source de combustible de remplacement. Comme les brûleurs des nouvelles chaudières permettaient de consommer du gaz naturel ou du mazout léger n° 2, on a procédé à l'installation de réservoirs pour ce combustible de remplacement.

Figure 1. Impact énergétique

Comparaison de la consommation d'énergie en kWh-e pondéré en fonction de la superficie



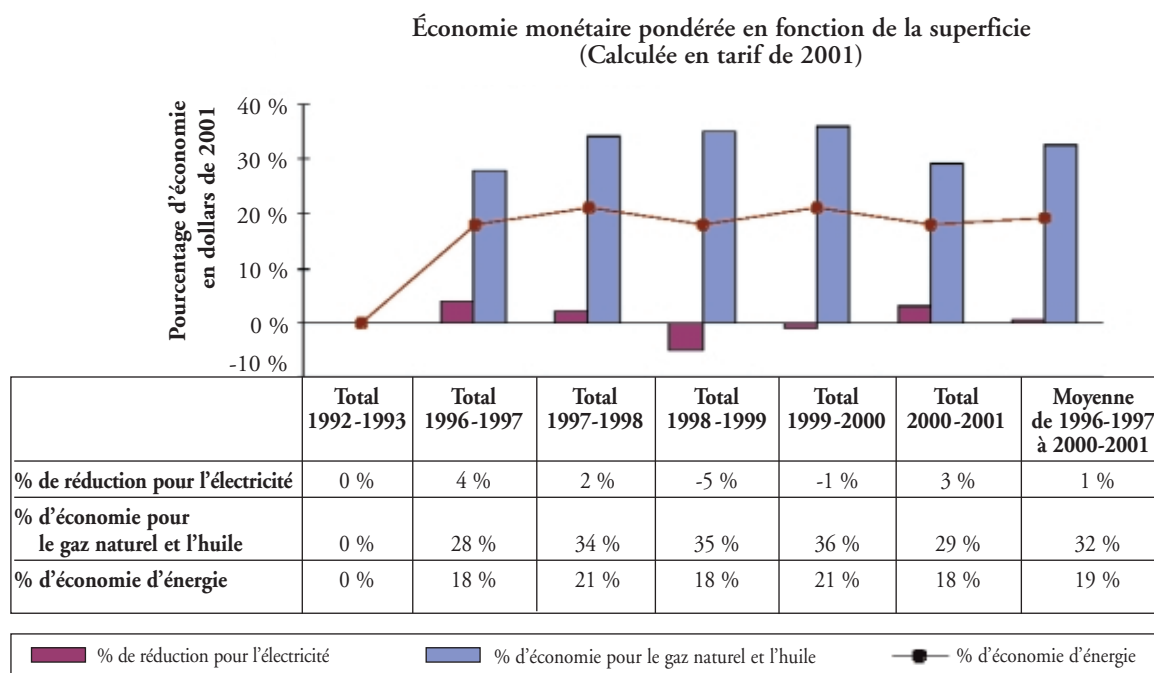
| | Total 1992-1993 | Total 1996-1997 | Total 1997-1998 | Total 1998-1999 | Total 1999-2000 | Total 2000-2001 |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Électricité | 12 556 631 | 12 314 672 | 12 581 879 | 13 539 196 | 13 107 847 | 12 657 600 |
| Gaz naturel | 26 806 283 | 20 573 071 | 20 702 402 | 20 822 009 | 18 629 146 | 21 822 459 |
| Mazout léger n° 2 | 0 | 0 | 526 072 | 0 | 1 129 586 | 719 960 |

■ Mazout léger n° 2

■ Gaz naturel

■ Électricité

Figure 2. Impact financier



Les résultats

Même s'il avait été beaucoup plus facile de quantifier les économies d'énergie découlant d'une intervention ponctuelle en raison du caractère évolutif du programme d'économie d'énergie, l'analyse des résultats obtenus devrait tenir compte de l'interaction de l'ensemble des mesures adoptées sur la consommation globale. Il faut savoir que la séquence de réalisation des interventions a également un impact sur le résultat.

Ainsi, à la lumière de ce qui précède, l'analyse des résultats est basée sur l'impact global d'un projet évolutif d'amélioration de l'efficacité énergétique. Cette analyse tient compte de l'ensemble des mesures apportées, de l'évolution des coûts de l'énergie dans le temps et, facteur non négligeable, du changement de la superficie du bâtiment et de l'augmentation de ses services. À ce titre, rappelons que le centre hospitalier est passé d'une superficie initiale de 43 124 m² en 1992 à 47 748 m² en 1999, et finalement à 50 407 m² en 2000.

Impact énergétique – méthodologie

Afin de mesurer l'impact des différentes interventions réalisées tout au long de ce projet évolutif sur la consommation d'énergie, nous avons pondéré la consommation mensuelle d'énergie pour chacune des sources d'énergie en fonction de la superficie actuelle de l'établissement. Au cours des cinq dernières années, la consommation globale

d'énergie du HCLM, laquelle a été pondérée en fonction de la superficie, a atteint 92 p. 100 des niveaux de consommation de la période de 1992-1993 (voir la figure 1).

En éliminant la pondération et en tenant compte d'une superficie accrue de 16,8 p. 100, nous constatons que le HCLM a été en mesure de maintenir sa consommation d'énergie à un niveau inférieur à celui de la période de 1992-1993, et ce, jusqu'au début du nouveau millénaire. Cependant, à la suite de l'augmentation suivante de la superficie, la consommation énergétique pour la période 2000-2001 a dépassé de plus de 13 p. 100 celle de l'année de référence.

Impact monétaire

Lorsque nous mesurons l'impact financier des économies d'énergie résultant du programme d'amélioration de l'efficacité énergétique, nous remarquons que les résultats sont encore plus concluants. En pondérant la consommation pour la période 1992-1993 en fonction du ratio de la superficie, et en transposant les factures énergétiques aux tarifs actuels, nous constatons que l'absence de mesures d'amélioration aurait fait augmenter la facture énergétique annuelle de plus de 360 000 \$.

Si nous nous basons uniquement sur les données de facturation, le programme d'efficacité énergétique du HCLM a permis, depuis sa création en 1992-1993, d'économiser plus d'un million de dollars en valeur non actualisée, et ce, sans compter les économies liées aux contrats d'entretien.

En termes de pourcentage, le HCLM a réalisé une économie monétaire moyenne de 33 p. 100 pour les cinq dernières années (voir la figure 2).

Reconnaissance

Ce programme d'efficacité énergétique a été mis en œuvre et géré par M. Pierre-Klébert Charles. Cet ingénieur a été nommé lauréat dans la catégorie « Bâtiments institutionnels » lors du concours Énergia de l'Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie (AQME). M. Charles est responsable du fonctionnement des installations au HCLM et conseiller aux établissements à la Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Montérégie où il est chargé d'adapter des projets similaires aux besoins des autres établissements du réseau pour que ces derniers puissent profiter d'économies importantes sur les dépenses énergétiques courantes.

Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec

Initiative des Innovateurs énergétiques

Office de l'efficacité énergétique
 Ressources naturelles Canada
 580, rue Booth, 18^e étage
 Ottawa (Ontario) K1A 0E4
 Tél. : (613) 992-3245
 Téléc. : (613) 947-4121
 Courriel : info.services@rncan.gc.ca
 Site Web : oee.rncan.gc.ca/iie

ou

Hôpital Charles-LeMoine

Monsieur Pierre-Klébert Charles, ing.
 Responsable du fonctionnement des installations
 3120, boulevard Taschereau
 Greenfield Park (Québec) J4V 2H1
 Tél. : (450) 466-5000, poste 2984
 Téléc. : (450) 466-5752
 Courriel : Pierre-klebert.charles@rrsss16.gouv.qc.ca

Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada renforce et élargit l'engagement du Canada envers l'efficacité énergétique afin d'aider à relever les défis posés par les changements climatiques.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2003

N° de catalogue : M92-256/2002F

ISBN : 0-662-88010-2

(Also available in English under the title: Energy Efficiency Upgrades at Charles LeMoine Hospital Save \$360,000 Per Year)



Papier recyclé