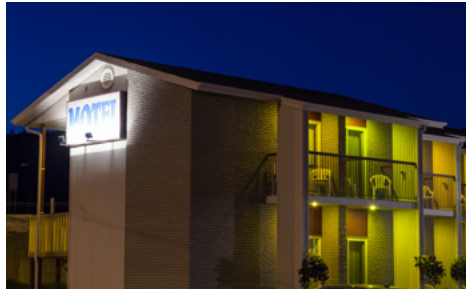




Directives sur les réaménagements énergétiques majeurs

Bâtiments commerciaux et institutionnels



HÔTELS
ET MOTELS



Directives sur les réaménagements énergétiques majeurs

**Bâtiments commerciaux
et institutionnels**

HÔTELS ET MOTELS

Also available in English under the title: Major Energy Retrofit Guidelines – Hotels and Motels

Pour obtenir des renseignements sur les droits de reproduction, veuillez communiquer avec Ressources naturelles Canada à nrcan.copyrightdroitdauteur.nrcan@canada.ca

Ce rapport est disponible en ligne à l'adresse suivante :

nrcan.gc.ca/energie/efficacite/batiments/eebe/renovation/4112

N° de cat. M144-268/1-2018F-PDF

ISSN 978-0-660-24750-2

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada,
représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018

REMERCIEMENTS

Ces directives sont une adaptation du document *ENERGY STAR Building Upgrade Manual* de l'Environmental Protection Agency des États-Unis. Ressources naturelles Canada remercie sincèrement tous ceux et celles qui ont contribué à l'élaboration de ces documents.

AVERTISSEMENT

Sa Majesté n'est pas responsable de l'exactitude et de l'intégrité des renseignements contenus dans le matériel reproduit. Sa Majesté doit en tout temps être indemnisée et tenue exempte du paiement de toute réclamation qui découle de la négligence ou d'un autre manquement dans l'utilisation des renseignements contenus dans cette publication ou dans ce produit.

TABLE DES MATIÈRES

POSSIBILITÉS DE RÉAMÉNAGEMENTS ÉNERGÉTIQUES DANS LES HÔTELS ET LES MOTELS	1
Aperçu des hôtels et des motels	2
Appel à l'action	2
Possibilités et défis	3
Profil de la consommation d'énergie	5
Organisation des mesures du projet	6
Commissioning des bâtiments existants	7
Améliorations de l'éclairage	13
Réaménagement par remplacement direct en comparaison des réaménagements par nouvelle conception	13
Intérieur	14
Extérieur/stationnement	20
Réduction des charges supplémentaires	22
Charges électriques et équipements standards	22
Cuisine commerciale	24
Chambres de réfrigération et de congélation	26
Buanderie commerciale	29
Enveloppe	30
Améliorations des systèmes de distribution de l'air	40
Redimensionnement et remplacement des systèmes de chauffage et de refroidissement	45
Systèmes de chauffage central	45
Unités de toit	52
Équipement des chambres	58
Eau chaude domestique	61
Piscines et spas	64
HÔTEL FOUR SEASONS, VANCOUVER : UNE ÉTUDE DE CAS	69
LIGNES DIRECTRICES POUR L'ANALYSE DE RENTABILITÉ	74
Méthodologie de l'analyse de rentabilité	74
Exemples de mesures	75
Améliorations de l'éclairage	75
Réduction des charges supplémentaires	77
Redimensionnement et remplacement des systèmes de chauffage et de refroidissement	78
MON INSTALLATION	82

Figures

Figure 1. Consommation d'énergie commerciale et institutionnelle par sous-secteur	2
Figure 2. Consommation d'énergie par source d'énergie	5
Figure 3. Consommation d'énergie par source d'énergie	5
Figure 4. Isolation des conduits du système de CVCA	11
Figure 5. Éclairage intérieur - Hall d'hôtel	15
Figure 6. Puits de lumière scellé en forme de dôme	18
Figure 7. Puits de lumière tubulaire	18
Figure 8. Éclairage de garage d'hôtel	21
Figure 9. Éclairage à lampes DEL d'une aire de stationnement	21
Figure 10. Cuisine d'hôtel	24
Figure 11. Ventilation selon la demande dans une cuisine commerciale	26
Figure 12. Buanderie d'hôtel	29
Figure 13. Transfert thermique par l'enveloppe du bâtiment	31
Figure 14. Imagerie infrarouge montrant une fuite autour d'une fenêtre	33
Figure 15. Caractéristiques d'une fenêtre écoénergétique	37
Figure 16. Rendement thermique des gaz de remplissage	38
Figure 17. Entraînements à vitesse variable	43
Figure 18. Chaudières	45
Figure 19. Température de l'eau de retour et incidence sur l'efficacité de la chaudière	50
Figure 20. Configuration type d'une unité de toit	53
Figure 21. Capteurs plats	63
Figure 22. Capteurs à tube sous vide	63
Figure 23. Piscine d'hôtel	65

Tableaux

Tableau 1. Recommandations en matière d'éclairage lumineux dans les hôtels et les motels	14
Tableau 2. DPE moyenne maximale pour le bâtiment	15
Tableau 3. Exemples de produits de remplacement pour les appareils courants ..	19
Tableau 4. Exemples de remplacement de luminaires de garage	22
Tableau 5. Équipement de cuisine et économies d'énergie	25
Tableau 6. Cotes d'efficacité de chaudières à gaz	47
Tableau 7. Épaisseur de l'isolant par diamètre de conduit pour un système de chauffage à eau chaude type	49
Tableau 8. Évolution des normes d'efficacité des unités de toit	53
Tableau 9. Exemple de programmation des points de consigne de la température d'une chambre d'hôtel	60
Tableau 10 : Épaisseur minimale d'isolant pour les conduits d'eau chaude domestique (CNÉB 2011 et 2015)	62

POSSIBILITÉS DE RÉAMÉNAGEMENTS ÉNERGÉTIQUES DANS LES HÔTELS ET LES MOTELS

1 PARTIE

Le Module sur les hôtels et les motels complète l'approche de réaménagements énergétiques éprouvée décrite dans le Module sur les principes. Dans ce module, qui devrait être considéré comme un document d'accompagnement du Module sur les principes, il est question des stratégies, des priorités et des possibilités propres aux hôtels et aux motels.

Le Module sur les hôtels et les motels comprend quatre parties :

1. **Possibilités de réaménagements énergétiques dans les hôtels et les motels :** Cette partie fournit un aperçu des hôtels et des motels canadiens. Les sous-sections présentent de l'information de base sur chaque phase de réaménagement et sur les principales mesures de réaménagement, surtout dans les petits et les moyens hôtels et motels. Dans l'ensemble, ces mesures ciblent les installations hôteliers; cependant, certaines de ces mesures, voire toutes, s'appliquent également aux motels selon les commodités offertes et la nature des systèmes en place dans le bâtiment.
2. **Étude de cas :** L'étude de cas présente un projet de réaménagement énergétique majeur réussi.
3. **Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité :** Cette partie présente des renseignements au sujet des coûts et des avantages des mesures écoénergétiques particulières associées à des exemples de travaux de réaménagement.
4. **Mon installation :** Cette partie comporte un questionnaire sur les possibilités d'efficacité énergétique pour vous aider à définir les possibilités qui s'appliquent à votre installation.

DIRECTIVES SUR LES
RÉAMÉNAGEMENTS
ÉNERGÉTIQUES
MAJEURS : PRINCIPES

HÔTELS ET MOTELS

Les hôtels et les motels comprennent toute propriété qui fournit un hébergement temporaire, comme une suite ou une chambre, moyennant des frais facturés par nuit ou pour une période à court terme. Ces propriétés mettent généralement des services à la disposition de leurs clients sur une base quotidienne, notamment des services d'entretien ménager, de buanderie ainsi qu'un personnel à la réception ou un concierge. La superficie comprend tous les espaces intérieurs, y compris les chambres, les halls, les atriiums, les aires de restauration et de préparation des aliments, les salles de conférences et de banquets, les clubs de santé ou les spas, les piscines intérieures et les installations de buanderie. Elle comprend en outre les locaux ayant une fonction de soutien, comme les salles mécaniques, les aires d'entreposage, les salles de pause du personnel et les bureaux administratifs.

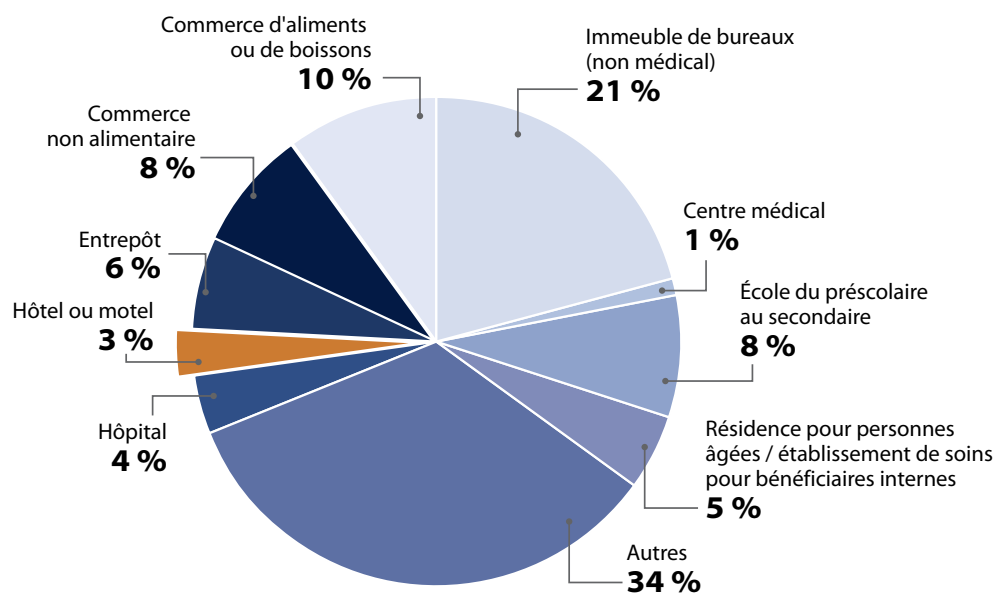
1 PARTIE

Aperçu des hôtels et des motels

Appel à l'action

Les bâtiments commerciaux et institutionnels représentent environ un huitième de la consommation d'énergie au Canada¹. Au cours des 20 prochaines années, le parc de bâtiments commerciaux devrait connaître une expansion de plus de 60 %, et on s'attend à ce que 40 % des bâtiments existants soient réaménagés².

Figure 1. Consommation d'énergie commerciale et institutionnelle par sous-secteur



Source des données : Ressources naturelles Canada. 2012. Enquête sur l'utilisation commerciale et institutionnelle d'énergie – Bâtiments 2009 : Rapport statistique détaillé.

La figure 1 illustre que, dans le sous-secteur des bâtiments commerciaux et institutionnels, les hôtels et les motels représentent 3 % de la consommation d'énergie totale.

Les propriétaires d'hôtels et de motels savent que l'expérience des clients est primordiale. Au cours des dernières années, les propriétaires d'hôtels ont également reconnu l'importance de la durabilité et ont commencé à assurer la promotion auprès de leurs clients des initiatives vertes entreprises dans leurs hôtels.

Heureusement, il existe de nombreuses façons d'améliorer l'expérience des clients lorsqu'ils entrent dans votre établissement tout en optimisant l'efficacité énergétique. Par exemple, puisque les clients ressentent souvent leur première

¹ Ressources naturelles Canada. 2013. *Guide de données sur la consommation d'énergie, 1990 à 2010*.

² Commission de coopération environnementale. 2008. *Scénarios énergétiques liés au bâtiment écologique d'ici 2030*.

1 PARTIE

impression lorsqu'ils arrivent à la réception, l'éclairage de cet espace et des environs sert tout autant à créer une ambiance qu'à remplir une fonction technique. Comme nous l'indiquons plus loin dans ce module, les progrès récemment réalisés en matière de technologie d'éclairage ont joué un rôle déterminant dans la mise en œuvre de conditions lumineuses de haute qualité, tout en réduisant la consommation d'énergie.

Les conditionneurs d'air intégrés locaux (CALL) qui servent à réchauffer et à climatiser l'air dans les chambres constituent un autre exemple de système qui peut être mis à niveau en vue d'améliorer l'expérience des clients tout en réduisant l'utilisation (ou la consommation) d'énergie. Ce module présente plusieurs options pour optimiser le rendement de ces systèmes tout en améliorant le confort des clients.

La nature variée des installations physiques et des commodités des hôtels et des motels rend ce secteur unique. Par exemple, les hôtels sont composés de locaux occupés 24 heures par jour, sept jours par semaine, ainsi que de pièces occupées conformément à un horaire, comme des bureaux et des salles de réunion. Parmi la vaste gamme d'hôtels et de motels, on retrouve aussi fréquemment des installations de buanderie sur place, des cuisines commerciales, des centres d'entraînement, des salles de réunion ou de conférence et des piscines. Au chapitre des éléments positifs, cette variété et la nécessité d'opérer les grands systèmes en perpétuité font en sorte qu'il y a d'abondantes occasions de réaliser des économies d'énergie³.

Par la mise en œuvre d'une stratégie éprouvée de réaménagements énergétiques majeurs, qui commence par l'analyse comparative à l'aide d'ENERGY STAR® Portfolio Manager®, vous pouvez avoir un effet positif sur les résultats liés à vos bâtiments.

Possibilités et défis

Les avantages financiers découlant de bâtiments plus écoénergétiques sont très bien connus. L'énergie est une dépense contrôlable et une des rares dépenses pouvant être diminuées sans avoir d'incidence négative sur vos activités. Bon nombre d'organisations ont investi dans l'efficacité énergétique pour améliorer l'environnement pour leurs clients et leurs employés, réduire les coûts énergétiques, améliorer le rendement du bâtiment et le rendement financier, et démontrer leur engagement envers la durabilité.

De nombreuses raisons peuvent vous inciter à vouloir effectuer des réaménagements énergétiques majeurs à votre installation. Vous pouvez être au prises avec des plaintes de vos clients concernant la température à cause de problèmes liés au contrôle de l'équipement, ou avec un équipement défectueux en conséquence d'un entretien reporté. Des biens d'équipement majeurs ou l'infrastructure de votre bâtiment, tel que votre toiture, peuvent nécessiter d'être remplacés. Des changements importants apportés quant à l'utilisation des espaces ou des mises à niveau réalisées en vue de moderniser la marque peuvent également entraîner des réaménagements énergétiques.

Vous devez définir les éléments déclencheurs des réaménagements majeurs uniques à votre installation afin d'optimiser le calendrier de vos projets et d'incorporer l'efficacité énergétique dans votre plan d'immobilisations. Pour en savoir plus, consultez la section 2 du Module sur les principes.

Vous devriez aussi envisager de satisfaire, ou idéalement de surpasser, les exigences de rendement minimales énoncées dans la plus récente version du *Code national de l'énergie pour les bâtiments* (CNÉB).

³ Environmental Protection Agency des États-Unis. 2008. *ENERGY STAR® Building Upgrade Manual*.

1 PARTIE

Possibilités

Les économies d'énergie figurent parmi les principaux avantages d'un projet de réaménagement énergétique majeur. Les économies associées à une exploitation plus efficace entraînent une augmentation des revenus sans avoir d'incidence sur les activités commerciales. En outre, la diminution des coûts d'exploitation peut permettre d'allouer des fonds à l'amélioration des commodités offertes ou à l'enjolivement de l'apparence de l'intérieur ou de l'extérieur de votre hôtel ou de votre motel. Une consommation d'énergie diminuée a également pour effet de limiter votre vulnérabilité aux fluctuations des prix de l'énergie, en plus de réduire vos émissions de gaz à effet de serre.

Au-delà des économies en énergie, les réaménagements énergétiques majeurs améliorent l'image de l'entreprise. Offrir un meilleur confort à vos clients et accroître leur sensibilisation à vos efforts écoénergétiques peut contribuer à améliorer votre réputation et à faire augmenter vos taux d'occupation dans une industrie où la concurrence est féroce.

Défis

Les réaménagements énergétiques majeurs dans les hôtels et motels peuvent poser divers défis :

- **Contraintes de planification :** Les hôtels et les motels sont habituellement ouverts de manière continue, 365 jours par an. Cela signifie que les propriétaires et les gestionnaires de propriétés doivent tenir compte de la perturbation des clients et des répercussions potentielles sur l'occupation de l'hôtel lors de l'exécution d'un projet de réaménagement majeur. Selon les réaménagements prévus et les aires impliquées, des sections de l'hôtel peuvent être fermées pour une période de temps⁴.
- **Accès au financement :** Un autre obstacle à l'efficacité énergétique dans les hôtels et les motels est l'obtention du capital pour la mise en œuvre d'un projet. Au sein de l'industrie, les mises à niveau cosmétiques ont tendance à être favorisées aux mises à niveau mécaniques. Aussi, chez les hôtels franchisés, les décisions liées à l'équipement et à l'infrastructure sont prises à l'échelle du siège social de l'entreprise, où le financement des améliorations des bâtiments doit livrer concurrence aux fonds alloués à la construction de nouveaux bâtiments. Par exemple, les décideurs du siège social de l'entreprise recherchent souvent des périodes de récupération des coûts de deux ans ou moins pour des projets réalisés dans des bâtiments existants, en grande partie parce que les fonds nécessaires à ces projets livrent concurrence au capital requis pour l'ouverture de nouveaux hôtels⁵.
- **Plans de gestion des actifs incomplets :** De nombreux hôtels et motels détenus par des propriétaires indépendants n'ont pas de plan de gestion des actifs complet. Puisque l'équipement et l'infrastructure du bâtiment sont généralement remplacés ou renouvelés lorsqu'on constate un fonctionnement défectueux,

⁴ Environmental Protection Agency des États-Unis. 2008. *ENERGY STAR® Building Upgrade Manual*.

⁵ Idem.

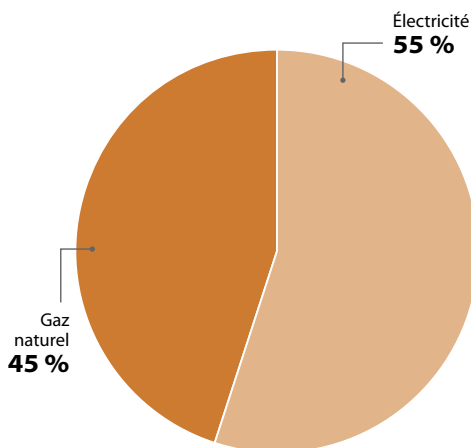
1 PARTIE

Il est important pour les propriétaires de bâtiments de déterminer quelles composantes doivent être remplacées, et à quel moment les remplacements devraient être effectués afin d'élaborer leur stratégie d'économie d'énergie. Pour de plus amples renseignements au sujet de la planification de la gestion des actifs, consultez la section 2 du Module sur les principes.

Profil de la consommation d'énergie

Lorsque vous planifiez un projet de réaménagement majeur, vous devez considérer le profil de consommation d'énergie d'un hôtel ou motel canadien type. Même si les profils de consommation d'énergie particuliers varieront en fonction des services et commodités offerts sur place, l'exemple ci-dessous peut servir à donner une indication générale de votre consommation d'énergie.

Figure 2. Consommation d'énergie par source d'énergie

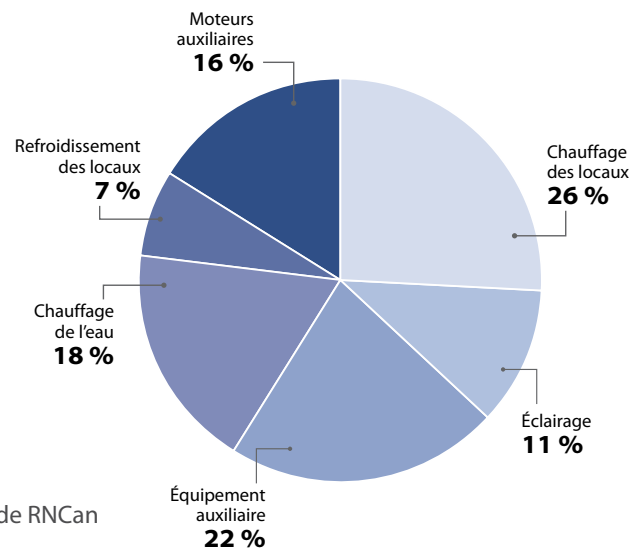


Source des données : Initiative des bâtiments existants et écoÉnergie de RNCAN

La figure 2 montre la répartition de la consommation d'énergie par source d'énergie. Le gaz naturel et l'électricité se partagent sensiblement des parts égales relativement aux besoins d'énergie d'un hôtel ou d'un motel type. La figure 3 montre la répartition de la consommation par utilisation finale. Le chauffage des locaux est la plus importante utilisation finale, suivie par l'équipement auxiliaire (p. ex. les téléviseurs, les sèche-cheveux, les ordinateurs et autres appareils électroniques, la buanderie et l'équipement de préparation des aliments) et le chauffage de l'eau.

Sur le plan de l'intensité énergétique du site pour les hôtels et motels, la médiane nationale est de 1,37 GJ par mètre carré⁶. C'est-à-dire que la moitié des hôtels et motels canadiens consomment plus de 1,37 GJ par mètre carré, et l'autre moitié en consomme moins. Alors que la médiane de l'intensité énergétique du

Figure 3. Consommation d'énergie par source d'énergie



⁶ ENERGY STAR Portfolio Manager, 2018. Référence technique : *Intensité énergétique par type de propriété au Canada*.

1 PARTIE

Remarque : 1 gigajoule (GJ) équivaut à 278 kilowattheures équivalents (kWh éq.), ou le contenu énergétique d'environ 27 mètres cubes (m³) de gaz naturel.

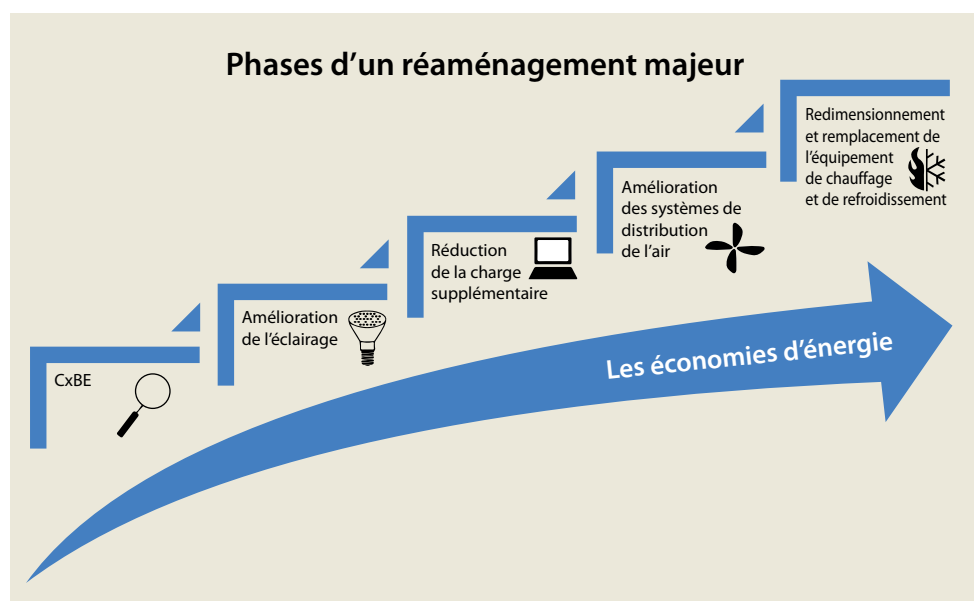
site peut s'avérer un indicateur utile à des fins de comparaison, il faut noter que l'intensité énergétique peut varier énormément d'un hôtel ou motel à un autre. Cette variation dépend des conditions météorologiques, des caractéristiques propres à l'installation et à ses activités (notamment, le nombre de chambres, le nombre d'employés, la préparation de nourriture sur place, le nombre d'unités de réfrigération commerciales, et le pourcentage de la superficie de l'installation qui est refroidi ou chauffé).

Les gestionnaires des hôtels et motels sont encouragés à effectuer l'analyse comparative de leur rendement énergétique ainsi que leur suivi à l'aide d'ENERGY STAR Portfolio Manager, l'outil d'analyse comparative de l'énergie le plus complet et le seul outil normalisé au Canada. L'analyse comparative vous permet de comparer votre consommation d'énergie courante par rapport au rendement passé ainsi que par rapport à des bâtiments similaires. Les résultats fournissent une excellente base pour mesurer l'incidence des réaménagements en matière de consommation d'énergie et d'eau et sont un puissant facteur de motivation pour prendre des mesures afin d'améliorer le rendement énergétique de votre bâtiment.

Organisation des mesures du projet

Comme il en a été question dans le Module sur les principes, la réalisation de réaménagements majeurs selon une approche par phases est la manière la plus efficace d'améliorer le rendement énergétique de votre installation.

Chaque phase comprend des améliorations qui influenceront sur le choix des mesures effectuées aux phases suivantes. Cette approche assurera les plus importantes économies d'énergie et de coûts possibles.



Adapté du système d'évaluation du rendement énergétique de l'EPA des États-Unis.

Commissioning des bâtiments existants

Le commissioning est une activité de premier ordre pour améliorer le rendement énergétique d'un bâtiment existant. Les résultats sur le terrain ont démontré que le commissioning d'un bâtiment existant (CxBE) peut permettre de réaliser des économies d'énergie de 5 % à 20 %, moyennant une période de récupération des coûts type de deux ans ou moins⁷.

Les économies issues d'un processus de commissioning sont réalisées en améliorant le fonctionnement des bâtiments et en restructurant les procédures d'entretien. Le *Guide de recommissioning pour les propriétaires et les gestionnaires de bâtiments*⁸ de Ressources naturelles Canada (RNC) vous montre comment réduire vos dépenses d'exploitation et accroître vos revenus grâce à un fonctionnement amélioré du bâtiment.

À la section 1 du Module sur les principes, nous avons expliqué les quatre phases d'un programme de CxBE : évaluation, examen, mise en œuvre et transfert.

Durant les phases d'évaluation et d'examen, une étude détaillée des systèmes existants est effectuée, y compris la documentation de la configuration et de la séquence des opérations. Il en résulte une meilleure connaissance des opérations ainsi qu'une liste de mesures permettant de corriger les défaillances.

Durant la phase de mise en œuvre, les défaillances sont corrigées et les possibilités d'économies définies lors des phases d'évaluation et d'examen peuvent être mises en œuvre. La philosophie générale du travail réalisé à cette étape consiste à s'assurer que tous les systèmes, équipements et contrôles du bâtiment sont adéquatement configurés et pleinement opérationnels.

Les mesures énumérées ci-après représentent quelques améliorations types apportées grâce à un processus de CxBE. Il est important que toute mesure soit effectuée avec son propre processus de commissioning afin d'assurer l'optimisation des réaménagements effectués aux systèmes⁹.

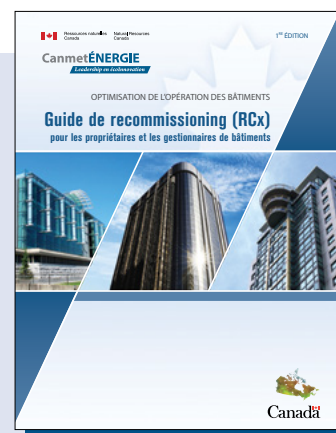
Les hôtels sont composés de locaux occupés 24 heures par jour, sept jours par semaine, ainsi que de pièces occupées conformément à un horaire, comme des bureaux et des salles de réunion. La liste des mesures de CxBE ci-dessous qui aborde les horaires et les remises des points de consigne de la température s'appliquent uniquement aux pièces du bâtiment où il est possible d'éteindre l'équipement et les lumières pendant les périodes d'inoccupation.

⁷ Thorne, J., et Nadel, S. 2007. *Retrocommissioning: Program Strategies to Capture Energy Savings in Existing Buildings*. Préparé pour l'American Council for an Energy Efficiency Economy.

⁸ *Optimisation de l'opération des bâtiments : Guide de recommissioning pour les propriétaires et les gestionnaires de bâtiments*. rncan.gc.ca/energie/efficacite/batiments/recherche/optimisation/recommissioning/3796.

⁹ La norme Z320-F11 de l'Association canadienne de normalisation fournit des lignes directrices concernant le commissioning des bâtiments et de tous les systèmes connexes. Elle a été élaboré pour traiter les bâtiments et leurs systèmes majeurs comme un tout, plutôt que comme des composants individuels ou indépendants. Elle peut être appliquée à une nouvelle construction ainsi qu'aux rénovations effectuées à des installations ou des bâtiments existants. shop.csa.ca/fr/canada/building-systems/z320-11-/inv/27032582011.

1 PARTIE



Pour en savoir plus sur le commissioning des bâtiments existants, consultez le *Guide de recommissioning pour les propriétaires et les gestionnaires de bâtiments* de RNC. Vous y apprendrez comment réduire vos dépenses et augmenter votre revenu grâce à un fonctionnement amélioré des bâtiments.

1 PARTIE

Liste des mesures de CxBE

- ✓ Confirmer la correspondance de l'horaire de contrôle de l'éclairage
- ✓ Confirmer que l'horaire d'exploitation du système de traitement de l'air correspond à l'occupation du bâtiment
- ✓ Employer une remise du point de consigne de la température durant les heures d'inoccupation
- ✓ Vérifier le fonctionnement du système de refroidissement naturel (côté air)
- ✓ Élargir la plage morte de températures de la zone
- ✓ Réinitialiser le point de consigne de l'air d'alimentation
- ✓ Corriger le fonctionnement des registres d'air
- ✓ Corriger la surventilation
- ✓ Corriger les déséquilibres entre l'air d'alimentation et l'air évacué
- ✓ Vérifier le point de consigne de l'humidification
- ✓ Abaisser les points de consigne minimaux des boîtes de débit d'air variable
- ✓ Réparer l'isolation endommagée des conduits d'air ou remplacer celle qui est manquante
- ✓ Examiner l'étanchéité autour des conditionneurs d'air intégré locaux et corriger les failles
- ✓ Réparer l'isolation endommagée des conduits ou remplacer celle qui est manquante
- ✓ Sceller les joints des conduits d'air afin de prévenir les fuites
- ✓ Inspecter les courroies et les poulies des ventilateurs pour vérifier la tension et détecter les signes d'usure
- ✓ Réinitialiser le point de consigne de l'eau des chaudières
- ✓ Calibrer les capteurs du système de contrôle automatique de bâtiment
- ✓ Nettoyer les serpentins des conditionneurs d'air intégrés locaux

■ Confirmer la correspondance de l'horaire de contrôle de l'éclairage :

Confirmer que l'horaire de contrôle de l'éclairage correspond avec l'occupation réelle et explorer les possibilités de réduction des heures de fonctionnement en diminuant ou en éliminant les activités après les heures normales d'occupation, (p. ex. nettoyage) en les déplaçant durant les heures d'occupation existantes. Les contrôles devraient généralement être configurés de façon à éteindre l'éclairage intérieur à un moment défini, mais pas à l'allumer automatiquement; le personnel doit allumer les lumières lorsqu'il arrive le matin.



1 PARTIE

- **Confirmer que l'horaire d'exploitation du système de traitement de l'air correspond à l'occupation du bâtiment :** Lorsque de l'équipement fonctionne plus longtemps que nécessaire, des pertes d'énergie s'ensuivent. Bien souvent, les horaires d'exploitation des équipements sont temporairement étendus, pour être ensuite oubliés. Vérifiez les horaires d'exploitation des équipements relativement aux contrôles des bâtiments, aux minuteriers mécaniques ou aux réglages des thermostats pour vous assurer qu'ils correspondent le plus possible à l'occupation.
- **Employer une remise du point de consigne de la température durant les heures d'inoccupation :** Un des moyens les plus rentables de réduire la consommation d'énergie est de changer le point de consigne pour la température d'une pièce lorsqu'elle est inoccupée, c'est-à-dire, en laissant le thermostat descendre plus bas que le point de consigne pour la période d'occupation durant la saison de chauffage, et monter plus haut que celui-ci durant la saison de refroidissement. Une remise des points de consigne de température se situe généralement de 2 à 5 °C; cependant, les niveaux réellement appropriés de ces températures dépendent du temps de rétablissement de l'équipement de CVCA de votre installation, c'est-à-dire le temps qu'il faut pour rétablir la température à un niveau confortable avant l'arrivée de vos clients ou employés. Vérifiez le point de consigne du chauffage et celui du refroidissement durant les heures d'inoccupation et assurez qu'elles soient activées.
- **Vérifier le fonctionnement du système de refroidissement naturel (côté air) :** En mode de refroidissement naturel, l'économiseur et les registres d'air extérieur d'un bâtiment sont complètement ouverts pour faire entrer une quantité maximale d'air extérieur plus sec et plus frais. Les stratégies pour contrôler le refroidissement naturel comprennent, entre autres, l'enthalpie fixe, l'enthalpie différentielle, et le thermomètre sec différentiel.

L'entretien des économiseurs est fréquemment négligé et même oublié dans les centrales de traitement de l'air (CTA). Une étude préparée par le New Buildings Institute en 2004 a révélé que 64 % des économiseurs cessaient de fonctionner en raison de registres et d'actionneurs brisés ou grippés, de capteurs défectueux ou de contrôles incorrects¹⁰.

Un économiseur qui n'est pas contrôlé correctement peut passer inaperçu, parce que le refroidissement mécanique compensera pour maintenir la température de sortie au point de consigne. Cela peut comprendre des périodes de temps au cours desquelles une quantité insuffisante ou excessive d'air extérieur est introduite par une CTA. Le fait de ne pas corriger ou du moins atténuer cette situation provoquera vraisemblablement une consommation d'énergie accrue, attribuable au fonctionnement du ventilateur, au refroidissement et au chauffage.

¹⁰ New Buildings Institute, *Review of Recent Commercial Roof Top Unit Field Studies in the Pacific Northwest and California*, October 8, 2004. newbuildings.org/sites/default/files/NWPCC_SmallHVAC_Report_R3_.pdf.

1 PARTIE

L'incidence d'un économiseur défectueux est importante. Par exemple, toutes zones climatiques canadiennes confondues, une étude récente a révélé que les économies d'énergie annuelles moyennes pouvant être réalisées au moyen de refroidissement naturel dans un bâtiment de 5 000 m² correspondent à environ 19 000 kWh¹¹.

- **Élargir la plage morte de températures de la zone :** La plage morte de températures de la zone (l'éventail des températures où la zone n'est ni chauffée, ni refroidie) peut être élargie pour prévenir la « lutte » inutile entre les systèmes de chauffage et de refroidissement, minimisant ainsi la consommation d'énergie. Cela permet aussi d'atténuer l'instabilité des systèmes de chauffage et de refroidissement, causée par le cycle à court terme entre les modes de chauffage et de refroidissement.
- **Réinitialiser le point de consigne de l'air d'alimentation :** Les conditions météorologiques modérées, généralement à l'automne et au printemps, permettent un point de consigne plus élevé de l'air d'alimentation pour le refroidissement et un point de consigne réduit pour le chauffage. La diminution de la demande en matière de chauffage et de refroidissement entraînera des économies.
- **Corriger le fonctionnement des registres d'air :** En ce qui concerne les systèmes dotés de registres de zone (débit d'air variable [DAV]), vous devez périodiquement inspecter les registres, les raccords et les actionneurs pour vous assurer qu'ils fonctionnent adéquatement. Dans les bâtiments plus vieux où l'entretien n'a pas été rigoureux, certains registres de zones peuvent être bloqués dans une position fixe, ce qui les empêche de régulariser le confort.
- **Corriger la surventilation :** Mesurez les flux d'air en fonction des calculs prescrits par la norme ASHRAE 62¹² pour vous assurer que le système répond aux taux de renouvellement d'air minimaux, mais n'entraînent pas de consommation d'énergie accrue en raison de la surventilation. Pour assurer la correspondance des taux de renouvellement d'air avec les divers taux d'occupation, un régime de contrôle de la demande peut être mis en place, selon lequel des capteurs de CO₂ fournissent une rétroaction au contrôle du registre d'air extérieur du système de CVCA pour moduler la position du registre d'air extérieur en fonction de la charge d'occupants dans l'espace conditionné par le système. Cette méthode s'avère particulièrement utile pour les pièces où le taux d'occupation est très variable (p. ex. les salles de réunion ou d'assemblée) parce qu'il permet au registre d'air extérieur d'être fermé durant les périodes d'inoccupation, économisant la portion d'énergie nécessaire pour conditionner l'air extérieur.

¹¹ Taylor, S. et Cheng, C. « Why Enthalpy Economizers Don't Work ». *ASHRAE Journal*. Novembre 2010. nxtbook.com/nxtbooks/ashrae/ashraejournal_201011/index.php?startid=79#/14 (en anglais seulement).

¹² ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2013 — *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. ASHRAE, 2013. ashrae.org/resources--publications/bookstore/standards-62-1--62-2 (en anglais seulement).

1 PARTIE

- **Corriger les déséquilibres entre l'air d'alimentation et l'air évacué :**
La pression des bâtiments devrait être neutre ou légèrement positive en comparaison des conditions extérieures. Effectuez un balancement de l'air lors du processus de commissioning pour mesurer la pression et faciliter la mise en place de mesures correctives afin de rétablir l'équilibre approprié.
- **Vérifier le point de consigne de l'humidification :** Assurez-vous que le point de consigne de l'humidification satisfait aux exigences minimales concernant l'humidité relative de la norme ASHRAE 55, sans toutefois les dépasser.
- **Abaisser les points de consigne minimaux des boîtes de débit d'air variable :**
Les fabricants de boîtes à DAV recommandent généralement un point de consigne de débit d'air minimal selon la taille de la boîte et l'option de contrôle standard. Cependant, lorsque l'on utilise un système à commande numérique directe (CND), le point de consigne minimal contrôlable réel dépendra des exigences propres à l'espace concerné et est habituellement beaucoup plus bas que le minimum programmé par le fabricant. La réduction du point de consigne minimal permettra de réduire l'alimentation du ventilateur.
- **Réparer l'isolation endommagée des conduits d'air ou remplacer celle qui est manquante :** Les inspections de routine de l'isolation des conduits d'air peuvent aider à déterminer les réparations nécessaires. Sans isolation, l'air conditionné qui circule dans les conduits pourrait réchauffer ou refroidir des aires non climatisées, comme des plénums des plafonds, avant d'atteindre la zone cible.
- **Examiner l'étanchéité autour des conditionneurs d'air intégrés locaux (CAIL) et corriger les failles :** Les CAIL sont posés à travers des murs extérieurs, donc il faut s'assurer qu'ils sont étanches aux fuites d'air et aux fissures laissant pénétrer l'eau. Une installation inadéquate ou la détérioration du produit d'étanchéité utilisé peuvent entraîner des ouvertures. Il est essentiel de sceller les ouvertures pour veiller au confort des occupants, protéger les autres éléments du bâtiment et réduire les répercussions des infiltrations sur la consommation d'énergie.
- **Réparer l'isolation endommagée des conduits ou remplacer celle qui est manquante :** Les inspections de routine de l'isolation des conduits de chauffage et de refroidissement peuvent aider à déterminer les réparations nécessaires. Sans isolation, l'énergie se perd sous forme de pertes à vide et de pertes cycliques (p. ex. perte de chaleur dans les espaces inoccupés lorsque l'eau chaude circule dans les conduits). L'isolation des conduits des systèmes de CVCA dans les nouveaux bâtiments est décrite au tableau 5.2.5.3 du CNÉB et l'isolation des conduits d'eau chaude domestique est décrite au tableau 6.2.3.1. Le CNÉB peut servir de guide afin de déterminer les possibilités d'amélioration de l'isolation. Pour obtenir plus de détails, consulter les sections portant sur les [systèmes de chauffage centraux](#) et [l'eau chaude domestique](#) de la phase de Redimensionnement et remplacement des systèmes de chauffage et de refroidissement.

Figure 4. Isolation des conduits du système de CVCA



Photo fournie par Claudette Poirier, Vancouver Island Health Authority

1 PARTIE

- **Sceller les joints des conduits d'air afin de prévenir les fuites :** Des conduits bien scellés font en sorte que l'air d'alimentation voulu est acheminé au diffuseur et distribué dans la zone occupée. Des conduits d'air présentant des fuites entraînent des pertes énergétiques reliées au chauffage et au refroidissement; le ventilateur d'alimentation consomme aussi plus d'énergie pour acheminer la quantité d'air conditionné nécessaire à la zone occupée.
- **Inspecter les courroies et les poulies des ventilateurs pour vérifier la tension et détecter les signes d'usure :** Les pertes associées aux ventilateurs à entraînement par courroie peuvent atteindre 2 % à 6 %¹³. Ces pertes sont attribuables à la tension des courroies, au nombre de courroies et au type de courroie employé. La tension des courroies peut être vérifiée et corrigée dans le cadre d'un programme d'entretien préventif ou en installant un socle-moteur autorégulé. Vous pouvez réduire les autres pertes associées aux courroies et aux poulies en choisissant les composantes appropriées à votre système et en installant des courroies trapézoïdales.
- **Réinitialiser le point de consigne de l'eau des chaudières :** Durant les saisons intermédiaires, la charge de chauffage des installations peuvent souvent être atteintes à l'aide de températures d'eau de chauffage plus basses. La réinitialisation du point de consigne de l'eau en fonction de la température de l'air extérieur aide à faire correspondre le rendement de la chaudière à la charge réelle, ce qui se traduit par des économies d'énergie.
- **Calibrer les capteurs du système de contrôle automatique de bâtiment :** Les systèmes de contrôle automatique de bâtiment utilisent l'information qui leur est acheminée par les divers capteurs installés dans le bâtiment. Les capteurs de température, de dioxyde de carbone et d'enthalpie (contenu énergétique total de l'air) ne sont que quelques exemples. Si les capteurs critiques installés dans un bâtiment ne sont pas précis (mal calibrés), les systèmes ne fonctionneront pas efficacement, les coûts augmenteront et des problèmes de confort pourront survenir.
- **Nettoyer les serpentins des conditionneurs d'air intégrés locaux :** Au fil du temps, les serpentins accumulent de la poussière, des débris et, dans certains cas, des bactéries ou de la moisissure. La saleté nuit à l'efficacité des serpentins et des odeurs nauséabondes pourraient émaner de l'air d'alimentation, ce qui donnerait lieu à une expérience désagréable pour les clients. Les serpentins devraient être nettoyés tous les trois ans afin de prévenir la détérioration du rendement et de la qualité de l'air.

1 PARTIE

Améliorations de l'éclairage

L'éclairage représente environ 11 % de la consommation d'énergie dans les hôtels et motels canadiens, et il a une incidence sur d'autres systèmes de bâtiment, parce qu'il exige de l'électricité et qu'il produit de la chaleur sensible. L'amélioration des systèmes d'éclairage en ayant recours à des sources lumineuses, des luminaires et des contrôles plus efficaces permet de réduire la consommation d'énergie liée à l'éclairage et d'améliorer l'environnement visuel; cette mesure peut même avoir une incidence sur la taille des systèmes de CVCA et électriques.

Les améliorations apportées aux systèmes d'éclairage sont souvent des investissements attrayants, en raison de leurs coûts d'investissements relativement faibles et de la courte période de récupération. Même de simples améliorations peuvent permettre de réduire la consommation d'énergie liée à l'éclairage selon un éventail situé entre 10 et 85 %¹⁴, en plus de pouvoir améliorer l'expérience des clients ainsi que la santé et la satisfaction des employés. Si on considère que les densités de puissance d'éclairage des anciens codes sont au moins le double de celles des codes courants, il est possible de faire des économies de l'ordre de 50 %, même sans contrôles additionnels.

Les progrès réalisés en matière de technologie d'éclairage à DEL ont joué un rôle déterminant dans la conception des nouveaux hôtels, qui jouissent de conditions lumineuses de haute qualité, tout en réduisant la consommation et la demande électriques.

Réaménagement par remplacement direct en comparaison des réaménagements par nouvelle conception

Les réaménagements par remplacement direct nécessitent un travail d'analyse mineur et, comme le terme l'indique, consistent à remplacer directement les sources d'éclairage ou les systèmes de contrôle en place. Par exemple, de nouvelles lampes à DEL de 11 W peuvent remplacer des lampes à incandescence halogènes MR16 de 50 W.

Contrairement aux réaménagements par remplacement direct, les réaménagements par nouvelle conception exigent la réalisation d'analyses et d'exercices de conception pour s'assurer que le système d'éclairage et la stratégie de contrôle résultants répondront aux besoins des occupants et produiront une expérience agréable pour les clients. La conception d'un système d'éclairage doit tenir compte d'éléments importants, comme les rapports de luminance, l'effet d'éblouissement et la qualité de couleur ainsi que la quantité de lumière. Le CNÉB devrait aussi être consulté pour s'assurer que les densités de puissance d'éclairage (DPE) maximales ne sont pas dépassées.

Incidence des réaménagements des systèmes d'éclairage intérieur sur le système de CVCA

Les systèmes d'éclairage ne convertissent qu'une fraction de leur rendement électrique en rendement lumineux utile; le reste est en grande partie libéré directement sous forme de chaleur. Toute amélioration du système d'éclairage qui réduit la puissance d'entrée réduit aussi la quantité de chaleur qui doit être éliminée par le système de climatisation de l'air.

Bien que cela diminue le besoin de climatisation de l'air en été, cela réduit aussi la chaleur disponible issue de l'éclairage durant les mois d'hiver. L'effet précis sur un bâtiment donné peut être déterminé par simulation informatique.

Dans l'ensemble, l'installation d'un système d'éclairage écoénergétique est une mesure très efficace pour diminuer la demande électrique de pointe, réduire la consommation d'énergie et diminuer les coûts des services publics.

¹⁴ Consortium for Building Energy Innovation. *Best Practices for Lighting Retrofits, Picking the Low Hanging Fruit*. Révisé le 29 août 2013. research.cbei.psu.edu/research-digest-reports/best-practices-for-lighting-retrofits (en anglais seulement).

1 PARTIE

Principaux termes liés à l'éclairage

Indice de rendu des couleurs (IRC) :

Mesure de 1 à 100 de la capacité d'une source lumineuse à révéler les couleurs des divers objets correctement en comparaison avec une source de lumière naturelle ou idéale. Un IRC de 100 est idéal.

Efficacité des luminaires :

Ratio de lumens émis par un luminaire par rapport aux lumens émis par la ou les lampe(s) installée(s) sur ce luminaire.

Efficacité de l'éclairage :

Mesure de la puissance lumineuse de sortie par unité d'alimentation. Elle est exprimée en lumens par watt (lm/W).

Densité de puissance d'éclairage (DPE) :

Mesure de la charge d'éclairage connectée par unité de superficie. Elle est exprimée en watts par mètre carré (W/m^2).

Lumen : Unité mesurant la puissance lumineuse totale émise par une source de lumière (lm).

Luminaire : Unité d'éclairage complète (lampe, boîtier, lentilles, ballast, câblage, etc.).

Lux : Unité de mesure de l'éclairage qui équivaut à un lumen par mètre carré (lx). L'unité impériale est le pied-bougie (en anglais, *foot-candle* ou fc), qui équivaut à un lumen par pied carré.

Tableau 1. Recommandations en matière d'éclairage lumineux dans les hôtels et les motels

Application et tâches	Cibles d'éclairage (lux) ¹⁵
Hall d'entrée et réception	150 ¹⁶
Corridors	100
Salle à manger	100
Cuisine	500
Salle de conférence	300
Piscine (et abords)	300

Source : Illuminating Engineering Society of North America (IESNA).
The Lighting Handbook, 10^e éd.

Au moment de concevoir les modifications qui seront apportées aux systèmes d'éclairage, les principes suivants s'appliquent :

- Concevoir l'aménagement du système d'éclairage en respectant les principes énoncés dans les normes de l'Illuminating Engineering Society of North America (IESNA).
- S'assurer que la DPE est égale ou inférieure à celle prescrite par le CNÉB.
- Utiliser la source lumineuse la plus efficace pour l'application. L'efficacité et la qualité de la couleur des luminaires DEL évoluent rapidement et sont en voie de devenir la meilleure option de remplacement pour les luminaires à incandescence, les tubes fluorescents et les lampes à décharge à haute intensité.
- Utiliser la lumière naturelle dans la mesure du possible, mais éviter la lumière solaire directe, car elle entraîne des problèmes d'éblouissement. Installer des contrôles pour réduire l'utilisation de lumières électriques en réponse à la lumière naturelle.
- Utiliser des contrôles automatiques pour éteindre l'éclairage ou réduire l'intensité, s'il y a lieu.
- Planifier et exécuter le commissioning de tous les systèmes d'éclairage pour vous assurer qu'ils fonctionnent bien et répondent aux besoins. Préparer un calendrier de recommissioning périodique des systèmes.

Les caractéristiques de l'éclairage des hôtels sont abordées plus en détail en fonction de l'environnement intérieur et extérieur.

Intérieur

L'aire de réception d'un hôtel donne la première impression de l'établissement. C'est l'endroit où les clients viennent chercher de l'information et ils s'attendent à y trouver un personnel accueillant et un sentiment de sécurité. Pour les clients, une

¹⁵ Niveaux d'éclairage horizontal recommandés mesurés à 76 cm au-dessus du plancher, où au moins la moitié des observateurs sont âgés de 25 à 65 ans.

¹⁶ Le niveau d'éclairage général recommandé varie en fonction de l'intensité de l'éclairage localisé.

chambre d'hôtel est un logis provisoire et ils veulent être bien accueillis et pouvoir se détendre. Par conséquent, l'éclairage sert tout autant à créer une ambiance qu'à remplir une fonction technique.

Réflectance des surfaces intérieures

Le rendement de l'éclairage est grandement influencé par la réflectance des surfaces de l'installation, par exemple les murs, les plafonds, les planchers, les meubles et le décor. La réflectance d'un mur ou d'un plafond noir ou de couleur foncée ne sera pas aussi élevée que celle d'un mur blanc. Par exemple, dans un espace possédant deux murs bruns et deux murs blancs, il faudra peut-être installer six luminaires pour fournir les niveaux d'éclairage requis. Dans le même espace possédant quatre murs blancs, seulement quatre luminaires seront nécessaires. Gardez à l'esprit que les surfaces métalliques brillantes seront plus éblouissantes que les finis mats (que la couleur soit pâle ou foncée) et qu'elles refléteront la lumière, tandis que les meubles et le décor sombres l'absorberont.

L'éclairage et le *Code national de l'énergie pour les bâtiments – Canada*

Les densités de puissance d'éclairage (DPE) ont diminué en raison des percées effectuées sur le plan des systèmes d'éclairage écoénergétiques. En ce qui a trait aux hôtels, le *Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments* de 1997 (CMNÉB) stipulait des DPE en fonction du type d'espace. Le CNÉB 2011 prescrit une DPE moyenne maximale pour les hôtels de 10,8 W/m², et des DPE suivants selon l'espace :

Tableau 2. DPE moyenne maximale pour le bâtiment

Type d'espace	DPE du CMNÉB (W/m ²)	DPE du CNÉB 2011 (W/m ²)
Hall d'entrée	20,4	11,4
Salle à manger	26,9	8,8
Chambres	15,1	11,9

Guide de calcul de la DPE

1. Définir les limites de la zone d'étude, mesurer et calculer la superficie en mètres carrés.
2. Recueillir la puissance d'entrée ou l'ampérage pour chaque type d'appareil d'éclairage de la zone. Ce renseignement devrait figurer sur l'étiquette des données électriques apposée sur les appareils. Ne pas utiliser la puissance des lampes. Lorsque la puissance d'entrée est indiquée en watts, utiliser cette valeur. Lorsque la puissance d'entrée est indiquée en ampères, multiplier l'ampérage par la tension (120 V, 208 V ou 347 V) pour obtenir la puissance.
3. Calculer la somme des puissances d'entrée des appareils et diviser en fonction de la superficie pour déterminer la DPE en watts par mètre carré.

1 PARTIE

Figure 5. Éclairage intérieur - Hall d'hôtel



1 PARTIE

Technologies pour l'éclairage en hauteur et en faible hauteur

Traditionnellement, l'éclairage en hauteur dans les hôtels se présentait sous forme de lampes aux halogénures métalliques (HM) à décharge à haute intensité (DHI). Cependant, ces dernières années, l'éclairage à DHI standard a été remplacé par les lampes fluorescentes ou les nouvelles lampes HM à brûleur céramique; plus récemment, les luminaires DEL en hauteur et en faible hauteur ont aussi fait leur entrée sur le marché. Plusieurs facteurs sont à considérer lors de l'évaluation du choix des appareils d'éclairage :

- **Puissance lumineuse** : La puissance en lumens des lampes est exprimée en valeurs initiale et moyenne, la moyenne représentant la puissance lumineuse à 40 % de sa durée de vie nominale. Les luminaires HM n'émettent que 65 % à 80 % de leur puissance initiale en lumens à la durée de vie moyenne de la lampe, et aussi peu que 40 % de leur puissance initiale en lumens à la fin de vie de la lampe. Les lampes fluorescentes maintiennent de 90 % à 94 % de leur puissance initiale en lumens à la fin de vie de la lampe (9 000 heures). Les lampes à DEL, quant à elles, conservent plus de 90 % de leur puissance après 60 000 heures¹⁷.
- **Efficacité des luminaires** : Il s'agit d'une fonction associée à la conception des luminaires et à leur capacité d'émettre la puissance en lumens des lampes. La majorité des luminaires à DHI existants ont une efficacité générale variant entre 60 % et 70 %. Les luminaires fluorescents en hauteur ont une efficacité supérieure à 90 %, principalement en raison de la qualité de réflectance élevée des réflecteurs et de l'absence de diffuseurs. Il n'y a pas beaucoup de données disponibles sur l'efficacité des luminaires à DEL, car de nombreuses conceptions emploient des lampes DEL à puissance directe sans réflecteur ou diffuseur. Dans bien des cas, l'efficacité du luminaire est la même que celle du panneau DEL.
- **Cycle marche-arrêt** : La durée de vie d'une lampe dépend du nombre de cycles marche-arrêt et de la durée de chacun d'entre eux. La durée de vie d'une lampe est étendue lorsque l'on diminue la fréquence des cycles marche-arrêt et que l'on espace les laps de temps entre chacun d'entre eux (c'est-à-dire allumer et éteindre les lumières moins souvent au cours d'une journée). Ce n'est pas un facteur pour la technologie DEL.
- **Couleur** : L'indice de rendu des couleurs (IRC) est une mesure de la capacité d'une source lumineuse à révéler les couleurs des divers objets correctement en comparaison avec une source de lumière naturelle ou idéale; plus le nombre est élevé, meilleur est l'IRC. L'IRC d'une lampe HM est de 65, tandis que celui d'une lampe fluorescente à haute puissance varie de 80 à 85. L'IRC peut dépasser 90 pour les lampes DEL, ce qui en fait un éclairage de choix pour la précision des couleurs. Comme nous l'avons vu précédemment, l'industrie de l'éclairage à DEL évolue rapidement et de plus en plus d'options avec un IRC élevé sont en cours de développement.
- **Période de réchauffement et utilisation des interrupteurs** : Les lampes fluorescentes ont une période de réchauffement typique de moins de 1,5 seconde, tandis que celle des lampes HM approche les 3 minutes.

¹⁷ IESNA TM-21-11 : température de la jonction de diode de 55 °C.

1 PARTIE

Similairement, les lampes fluorescentes se rallumeront (reviendront à la position marche après avoir été éteintes) en moins de 1,5 seconde, tandis que les lampes HM prendront environ 17 minutes. Il s'agit d'un facteur important si la lumière naturelle et d'autres stratégies de contrôle de l'éclairage sont mises en œuvre. Par exemple, les jours où l'éclairage naturel est hautement variable, la réponse retardée des luminaires HM peut produire des conditions d'éclairage non souhaitées. Les lampes DEL s'allument instantanément et ne nécessitent aucune période de réchauffement.

Diodes électroluminescentes (DEL)

Lorsque les luminaires à DEL ont pénétré le marché pour la première fois, ils étaient dispendieux et offraient un choix limité de couleur et de brillance. Grâce aux percées en matière de technologie et de fabrication de lampes DEL, cependant, on a réussi à produire des luminaires à faible coût proposant des éventails de couleur et un rendement lumineux (lumens) adéquats. En outre, on estime que la durée de vie des lampes DEL se situe entre 50 000 et 100 000 heures, en comparaison de 24 000 à 36 000 heures pour les lampes fluorescentes et 18 000 heures pour les lampes à DHI en hauteur. Les coûts de remplacement des lampes sont une considération importante au moment d'évaluer l'utilisation des luminaires DEL en tant qu'option de réaménagement. Les luminaires DEL sont désormais des options acceptables pour remplacer les luminaires et les lampes à incandescence, l'éclairage extérieur et, dans un nombre croissant de cas, les lampes fluorescentes.

Tirer profit de la lumière naturelle

L'utilisation de la lumière naturelle consiste à utiliser l'éclairage naturel en tant que source d'éclairage. Dans les bâtiments où la lumière naturelle est utilisée (et où on peut donc éteindre ou diminuer l'éclairage électrique) il est possible de réduire la consommation d'énergie et la demande de pointe, d'une part, et de créer un environnement intérieur plus invitant, d'autre part. Cependant, il faut effectuer une planification rigoureuse pour profiter de tous les avantages potentiels offerts par un système d'éclairage naturel; cette tâche peut s'avérer complexe dans les bâtiments existants possédant déjà des fenêtres et d'autres ouvertures.

Un éclairage naturel réussi offre des avantages importants en ce qui a trait au confort et à la satisfaction des occupants et aux économies d'énergie. Une mauvaise conception de l'éclairage naturel, cependant, entraîne de l'éblouissement et une luminance irrégulière et, en fin de compte, l'insatisfaction des occupants. Au moment de revoir la conception du système d'éclairage, le concept de l'éclairage naturel devrait être la première étape du processus. La conception de l'éclairage électrique devrait ensuite s'employer à compléter la lumière naturelle durant le jour et à fournir un éclairage adéquat la nuit. Les contrôles d'éclairage qui réagissent aux différents niveaux de lumière naturelle en diminuant d'intensité ou en s'éteignant devraient rajuster graduellement les niveaux d'éclairage des luminaires électriques pour fournir un environnement favorable aux occupants.

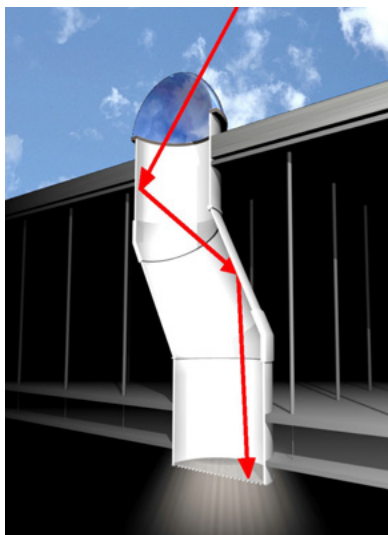
1 PARTIE

Figure 6. Puits de lumière scellé en forme de dôme



Source : Wikimedia Commons

Figure 7. Puits de lumière tubulaire



Source : P. Ellis, R. Strand et K. Baumgartner, Simulation of Tubular Daylighting Devices and Daylighting Shelves in EnergyPlus

Économies d'énergie grâce à l'éclairage naturel

Lorsqu'un système d'éclairage naturel est bien conçu et qu'il est combiné à un système de contrôle de l'éclairage en fonction de la lumière naturelle, il est possible de réaliser des économies d'énergie. Lorsque la lumière naturelle fournit à elle seule un éclairage ambiant adéquat, ce système peut réduire la puissance de l'éclairage électrique. Voici quelques-uns des autres avantages :

- *Charge de refroidissement réduite* : Comparativement à l'éclairage électrique, la lumière naturelle offre plus d'énergie sous forme de lumière visible et moins sous forme de chaleur. Par conséquent, la lumière naturelle peut réduire les charges de refroidissement lorsqu'elle remplace l'éclairage électrique. Cependant, l'avantage de l'éclairage naturel est plus complexe, car les pertes thermiques et les gains de chaleur solaire par le vitrage sont aussi des facteurs à considérer. Les contrôles de l'ombrage peuvent réduire les gains de chaleur, et il importe de choisir un vitrage de fenêtre approprié pour réduire la perte thermique. Dans l'ensemble, une bonne conception du système d'éclairage naturel permettra de réduire les charges de refroidissement.
- *Demande d'électricité de pointe réduite* : Lorsque la disponibilité de la lumière naturelle et les températures extérieures estivales sont élevées, l'éclairage naturel peut considérablement réduire les charges électriques de pointe en raison de la réduction du refroidissement mécanique et des demandes d'éclairage électrique. Même l'hiver, les économies sur le plan de l'éclairage électrique peuvent réduire la demande électrique de pointe. Cela entraînera des économies mensuelles en ce qui a trait aux charges de la demande.

Contrôles de l'éclairage naturel

Les contrôles de l'éclairage se présentent sous deux formes : interrupteurs et gradateurs. Les deux stratégies nécessitent des capteurs pour fournir de la rétroaction aux contrôles.

- Les interrupteurs permettent d'éteindre les lumières lorsqu'une quantité adéquate de lumière naturelle est disponible. Le câblage des circuits d'éclairage existants peut être refait pour obtenir des ballasts à circuits séparés dans chaque luminaire ou des luminaires à circuits séparés.
- Les gradateurs permettent d'apporter des changements graduels au rendement lumineux selon la plage du ballast, permettant ainsi une vaste portée de rendement lumineux. Le contrôle par gradateur est généralement plus acceptable dans les installations qui ont des hauteurs de plafonds standards. Il est moins utile dans les applications d'éclairage en hauteur, parce que les occupants sont moins sensibles aux changements des niveaux d'éclairage, ce qui fait des interrupteurs une meilleure option.

1 PARTIE

Avant d'effectuer tous les réaménagements d'éclairage désirés, il peut s'avérer une bonne idée de commencer par faire les réaménagements sur un seul étage ou dans une zone désignée pour vérifier leur incidence sur le confort des occupants.

Liste des mesures relatives à l'éclairage (intérieur)

- ✓ Remplacer les lampes ou les luminaires existants par des lampes DEL
- ✓ Remplacer les panneaux Sortie à éclairage incandescent par des panneaux à éclairage DEL
- ✓ Remplacer les interrupteurs muraux installés dans les pièces cloisonnées par des capteurs d'occupation ou d'inoccupation
- ✓ Installer des sources de lumière naturelle et des contrôles de l'éclairage
- ✓ Installer des capteurs d'occupation dans les chambres

- **Remplacer les lampes ou les luminaires existants par des lampes DEL :** Il existe une grande variété de lampes et de luminaires DEL pouvant être installés pour remplacer l'équipement existant. Le tableau 3 fournit des exemples de produits de remplacement pour les luminaires fréquemment installés dans les hôtels et les motels.

Tableau 3. Exemples de produits de remplacement pour les appareils courants

Luminaires existants			Remplacement DEL		Économies de la demande
Type	Puissance du luminaire	Lumens	Puissance du luminaire	Lumens	%
MR16	50 W	600	9 W	620	82 %
Fluorescente compacte	13 W	500	5 W	500	62 %
T8	61 W ¹⁸	4 658 ¹⁹	34 W	4 000	44 %
HM	85 W (lampe de 70 W)	4 400	50 W	4 100	41 %

Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.

En 2007, l'hôtel The Fairmont Winnipeg a remplacé tout l'éclairage de l'hôtel par des produits écoénergétiques, réduisant ainsi sa consommation énergétique de plus de 880 000 kWh par an et économisant environ 44 000 \$ par an.

Source : Fairmont Resorts & Hotels, fairmont.fr/corporate-responsibility/environment/energy/hotel-initiatives

¹⁸ Deux lampes de 32 W avec un facteur de ballast de 0,95.

¹⁹ Moyenne des lumens pour les appareils T8 et HM.

1 PARTIE

- **Remplacer les panneaux Sortie à éclairage incandescent par des panneaux à éclairage DEL :** Les panneaux Sortie peuvent être remplacés complètement ou convertis à l'éclairage DEL au moyen d'une trousse de réaménagement. Les économies sont importantes étant donné que ces panneaux fonctionnent 24 heures par jour, sept jours sur sept. Les panneaux Sortie à éclairage DEL consomment environ 1 W d'énergie par rapport à une lampe fluorescente compacte (LFC) de 11 W, ce qui représente une économie de 90 %. Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.
- **Remplacer les interrupteurs muraux installés dans les pièces cloisonnées par des capteurs d'occupation ou d'inoccupation :** Les capteurs d'occupation et d'inoccupation éteignent les lumières lorsque les espaces sont inoccupés. Les capteurs d'occupation allument automatiquement les lumières lorsqu'ils détectent des occupants; les capteurs d'inoccupation nécessitent une activation manuelle de l'interrupteur mural pour l'allumage des lumières. Les capteurs d'inoccupation offrent les meilleures économies, puisque les lumières ne s'allumeront jamais automatiquement. Un temps d'arrêt de 15 minutes est typique pour éviter les courts cycles et la diminution de la durée de vie de la lampe. L'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis estime que les économies potentielles d'énergie consacrée à l'éclairage dans des conditions optimales se situent entre 25 % et 75 %, selon le type d'espace²⁰.
- **Installer des sources de lumière naturelle et des contrôles de l'éclairage :** Une stratégie d'éclairage naturel bien pensée avec contrôles de l'éclairage au moyen de photorécepteurs qui diminuent ou éteignent les luminaires lorsque la quantité de lumière naturelle disponible est adéquate peut permettre de faire d'importantes économies d'énergie, en plus d'économiser sur les coûts d'entretien.
- **Installer des capteurs d'occupation dans les chambres :** Les capteurs d'occupation dans les chambres sont devenus un réaménagement courant dans les hôtels et motels. Pour contrôler l'éclairage, les prises et le système de CVCA, la détection d'occupation est basée sur des capteurs infrarouges et acoustiques ou des interrupteurs à carte. Les lumières restent souvent allumées lorsque les chambres sont inoccupées, alors la détection de l'occupation permet d'éviter ce gaspillage d'énergie. Voir la section [Équipements des chambres](#) pour plus d'information sur la gestion d'énergie dans les chambres.

Extérieur/stationnement

L'éclairage extérieur est conçu pour assurer la sécurité et n'a rien à voir avec les qualités associées au rendu des couleurs ou aux tâches visuelles détaillées. Ainsi, l'éclairage à lampes DEL est bien adapté aux applications d'éclairage extérieurs depuis de nombreuses années.

²⁰ U.S. Environmental Protection Agency. *Putting Energy into Profits : ENERGY STAR® Guide for Small Business*. energystar.gov/ia/business/small_business/sb_guidebook/smallbizguide.pdf (en anglais seulement).

La technologie d'éclairage DEL a évolué considérablement, tant dans le domaine des nouvelles conceptions que dans celui des réaménagements. Grâce à l'arrivée récente sur le marché de plusieurs fabricants de systèmes d'éclairage DEL, il est maintenant possible de choisir parmi un vaste éventail d'options de réaménagement, notamment des trousse de réaménagement qui permettent de convertir les luminaires existants pour qu'ils puissent fonctionner avec des lampes DEL.

Liste des mesures relatives à l'éclairage (extérieur/stationnement)

- ✓ Remplacer l'éclairage extérieur et des stationnements par un éclairage à lampes DEL
- ✓ Ajouter des capteurs d'occupation au système d'éclairage du garage
- ✓ Remplacer l'éclairage du garage avec un éclairage à lampes DEL

- **Remplacer l'éclairage extérieur et des stationnements par un éclairage à lampes DEL :** Les luminaires à l'extérieur d'un édifice sont allumés en général à peu près 12 heures par jour, soit environ 4 300 heures par an. Les luminaires DEL offrent des économies supérieures à 40 % par rapport aux lampes à DHI traditionnelles. Les lampes ou les luminaires peuvent être remplacés un pour un, un travail qui exige une analyse de conception minimale. Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.
- **Ajouter des capteurs d'occupation au système d'éclairage du garage :** Normalement, l'éclairage dans des garages fermés demeure fonctionnel 24 heures par jour, sept jours sur sept. Cependant, puisque ces espaces sont souvent inoccupés, l'installation de contrôles à deux niveaux en fonction de l'occupation peut permettre d'économiser beaucoup d'énergie. En utilisant cette stratégie, les lampes sont allumées à leur puissance maximale lorsque les capteurs détectent de l'activité et demeurent à un niveau réduit pendant les périodes d'inactivité. Les économies d'énergies dépendent des profils d'utilisation des piétons et des véhicules, mais se chiffrent normalement de 20 % à 80 %²¹.
- **Remplacer l'éclairage du garage avec un éclairage à lampes DEL :** Les réaménagements de systèmes d'éclairage dans les garages avec des lampes DEL sont devenus une solution très populaire pour économiser de l'énergie avec un facteur de rentabilité très intéressant, grâce à la faible densité de puissance malgré le fonctionnement perpétuel du système. Par exemple, le remplacement de luminaires HM de 175 W par des lampes DEL se traduira par des économies de près de 50 %, comme l'illustre le tableau 4.

1 PARTIE

Figure 8. Éclairage de garage d'hôtel



Figure 9. Éclairage à lampes DEL d'une aire de stationnement



²¹ e3tnw.org/ItemDetail.aspx?id=63 (en anglais seulement)

1 PARTIE

Tableau 4. Exemples de remplacement de luminaires de garage

Luminaires existants			Remplacement DEL		Économies de la demande
Type	Puissance du luminaire	Lumens	Puissance du luminaire	Lumens	%
HM de 175 W	208 W	7 539	107 W	7 141	49 %

Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.

Réduction des charges supplémentaires

Les sources des charges supplémentaires sont des facteurs de contribution secondaires à la consommation d'énergie dans les bâtiments (les occupants, les ordinateurs et l'équipement, le bâtiment en soi, etc.). Ces charges peuvent avoir un effet négatif sur les charges de chauffage, de refroidissement et électriques. Cependant, leur effet peut être contrôlé et réduit au moyen d'une planification stratégique, de l'engagement des occupants et d'améliorations écoénergétiques. Grâce à une analyse rigoureuse de ces sources et de leurs interactions avec les systèmes de CVCA, la taille de l'équipement de chauffage et de refroidissement et les coûts des améliorations peuvent être réduits. Ces améliorations peuvent diminuer directement la perte d'énergie et permettre de faire des économies d'énergie additionnelles à partir du système de CVCA.

Les charges supplémentaires peuvent être diminuées en réduisant la consommation d'énergie de l'équipement et en améliorant l'enveloppe du bâtiment afin de lui conférer une résistance thermique accrue.

Charges électriques et équipements standards

Cette section traite des équipements et des dispositifs utilisés dans les hôtels, ainsi que des transformateurs de distribution électrique.

Liste des mesures relatives aux charges supplémentaires (charges électriques et équipements standards)

- ✓ Éteindre l'équipement lorsqu'il n'est pas utilisé
- ✓ Installer des contrôles de distributeurs automatiques
- ✓ Choisir un équipement ENERGY STAR
- ✓ Installer des capteurs d'occupation dans les chambres
- ✓ Mettre en œuvre un programme de sensibilisation des employés à la consommation d'énergie
- ✓ Installer des transformateurs à haute efficacité

1 PARTIE

- **Éteindre l'équipement lorsqu'il n'est pas utilisé :** La première étape pour réaliser des économies d'énergie consiste à éteindre l'équipement et les appareils lorsqu'ils ne sont pas utilisés. En ce qui a trait aux ordinateurs, aux écrans et aux terminaux des points de vente, les réglages de la gestion de la consommation d'énergie peuvent être effectués de façon à provoquer la fermeture automatique.
- **Installer des contrôles de distributeurs automatiques :** Les distributeurs automatiques sont un autre exemple d'équipement pouvant être éteint pour économiser l'énergie. Les produits de réaménagement existent qui utilisent des capteurs de mouvement pour éteindre les distributeurs lorsque les espaces sont inoccupés. Ces distributeurs se rallument lorsque les espaces redeviennent occupés et à des intervalles réguliers pour que leur contenu reste froid. Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.
- **Choisir un équipement ENERGY STAR :** Les produits recommandés par ENERGY STAR consomment de 25 % à 50 % moins d'énergie que leurs homologues traditionnels. Les ordinateurs et autres équipements connexes homologués ENERGY STAR permettent d'économiser énergie et argent en entrant en mode « sommeil » ou en s'éteignant lorsqu'ils ne sont pas utilisés, et en fonctionnant plus efficacement lorsqu'ils sont utilisés. La mise en vigueur d'une politique peut être aussi simple que de demander au personnel d'approvisionnement de spécifier les produits homologués ENERGY STAR, par exemple les ordinateurs, l'équipement de bureau, les luminaires et les lampes, l'équipement de cuisine et les appareils électroniques. La section [Cuisines commerciales](#) ci-après fournit de plus amples renseignements sur les équipements de cuisines commerciales, y compris les équipements qualifiés ENERGY STAR qui sont disponibles à l'heure actuelle.
- **Installer des capteurs d'occupation dans les chambres :** La détection d'occupation et le contrôle de la charge des prises sont devenus la plus récente innovation technologique comme solution de réaménagement énergétique. Voir la section [Équipements des chambres](#) pour plus d'information sur la gestion d'énergie dans les chambres.
- **Mettre en œuvre un programme de sensibilisation des employés à la consommation d'énergie :** RNCAN a produit le document *Mise en œuvre d'un programme de sensibilisation à l'efficacité énergétique*²², qui peut aider les propriétaires et les gestionnaires à élaborer des programmes efficaces de sensibilisation à la consommation d'énergie à l'intention du personnel. Les *ENERGY STAR Guidelines for Energy Management* (en anglais seulement) sont une autre ressource utile²³. Ces lignes directrices expliquent comment créer un plan de communication et donnent des idées, des exemples et des modèles personnalisables pour aider à communiquer le message au personnel, aux clients et aux intéressés.

Pour de plus amples renseignements sur les produits ENERGY STAR, visitez le site ENERGY STAR au Canada de RNCAN : rncan.gc.ca/energie/produits/energystar/12520

²² publications.gc.ca/collections/collection_2013/rncan-nrcan/M144-244-2012-fra.pdf

²³ energystar.gov/buildings/about-us/how-can-we-help-you/build-energy-program/guidelines (en anglais seulement).

1 PARTIE

Les programmes axés sur la sensibilisation des clients sur l'énergie et la durabilité sont courants dans le domaine de l'hôtellerie et comportent souvent des notes laissées aux clients dans les chambres pour les inviter à conserver les ressources, comme l'énergie et l'eau. Green Key Global, un système d'évaluation conçu pour reconnaître les hôtels et les motels employant des pratiques écologiques, fournit une liste de conseils que les clients peuvent adopter pendant leur séjour chez vous²⁴.

- **Installer des transformateurs à haute efficacité :** Remplacez les transformateurs existants à la fin de leur vie utile par des transformateurs à haute efficacité. Au cours des dernières années, les normes d'efficacité énergétique applicables aux transformateurs en Amérique du Nord ont évolué rapidement. Par conséquent, les fabricants offrent plus de transformateurs écoénergétiques qui ont moins de pertes que les anciens modèles. La nouvelle norme d'efficacité énergétique de la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) pour les transformateurs, la CSA C802, prescrit 30 % moins de pertes que la norme précédente.

Les avantages découlant du remplacement des transformateurs standards par des modèles écoénergétiques comprennent la diminution des pertes lors du processus de transformation électrique et la réduction des charges de refroidissement dans les pièces où les transformateurs sont installés.

Le remplacement d'un seul transformateur de 75 kVA (efficacité de 98 %) par un transformateur écoénergétique de la NEMA (efficacité de 98,6 %) permet de réduire les pertes annuelles d'environ 30 %, selon une utilisation de 260 jours/année, une charge de 15 % sur 16 heures/jour et une charge de 100 % sur 8 heures/jour²⁵.

Cuisine commerciale

Un vaste éventail d'équipements, de luminaires et d'appareils ménagers contribuent à la consommation d'énergie dans les cuisines des hôtels et motels, c'est donc dire qu'il existe aussi un grand nombre de possibilités de réduire cette consommation.

Seulement 35 % de l'énergie consommée dans une cuisine commerciale type sert à la cuisson et à la préparation des aliments; le reste est perdu dans la pièce sous forme de chaleur. En utilisant de l'équipement écoénergétique, il est possible non seulement de réduire la consommation d'énergie, mais aussi d'améliorer le confort et la qualité de l'air. Le remplacement de l'équipement existant par des solutions de rechange à haute efficacité peut vous permettre d'économiser jusqu'à 70 % sur la consommation d'énergie.

Figure 10. Cuisine d'hôtel



²⁴ greenkeyglobal.com/french/

²⁵ Calculateur d'économies d'énergie de Hammond Power Solutions, hpstoolbox.com/ (en anglais seulement)



Liste des mesures relatives aux charges supplémentaires (cuisines commerciales)

- ✓ Améliorer les équipements de cuisine
- ✓ Employer la ventilation selon la demande pour les hottes d'évacuation

- **Améliorer les équipements de cuisine** : Le tableau 5 illustre les économies types associées aux divers équipements de cuisine écoénergétiques et indique si des produits homologués ENERGY STAR sont offerts :

Tableau 5. Équipement de cuisine et économies d'énergie

Catégorie	Équipement	Économies d'énergie types	Économies d'eau types	Homologué ENERGY STAR
Réfrigération	Réfrigérateurs et congélateurs commerciaux	35 %	-	Oui
	Machines à glace commerciales	15 %	10 %	Oui
Sanitation	Lave-vaisselle commerciaux	25 %	25 %	Oui
	Pulvérisateurs de prérinçage	Variable	55–65 %	Non
	Chauffe-eau	5 %	-	Oui
Préparation des aliments	Friteuses commerciales	30–35 %	-	Oui
	Plaques chauffantes commerciales	10 %	-	Oui
	Armoires de conservation chauffées commerciales	65 %	-	Oui
	Fours commerciaux	20 %	-	Oui
	Cuiseurs à vapeur commerciaux	50 %	90 %	Oui

Source : RNCAN. 2012. *Guide ENERGY STAR pour les cuisines commerciales*

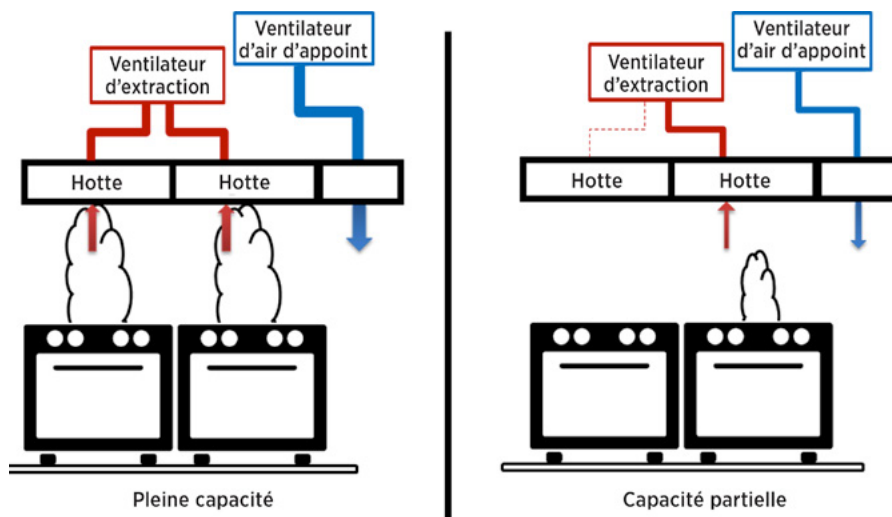
1 PARTIE

■ Employer la ventilation selon la demande pour les hottes d'évacuation :

L'équipement de préparation des aliments et les ventilateurs de cuisine peuvent consommer beaucoup d'énergie dans les cuisines d'hôtels. L'air d'évacuation des hottes est la plus importante source de cette consommation d'énergie. La première étape pour réduire la consommation d'énergie est donc de réduire le débit d'air en utilisant des hottes à haute efficacité qui présentent des taux peu élevés de captage et de retenue du débit d'air. La deuxième étape consiste à utiliser un système de ventilation selon la demande (VSD) pour réduire davantage le débit d'air d'évacuation lorsqu'aucune cuisson n'est effectuée sous la hotte.

Les ventilateurs d'extraction sont contrôlés en fonction de la température ou des capteurs optiques ou infrarouge qui surveillent l'activité de cuisine ou d'une communication directe avec les appareils de cuisson. En présence d'un système de VSD pour la cuisine, la hotte fonctionne selon un régime de débit d'air maximal chaque fois qu'une activité de cuisson est effectuée au maximum de sa capacité, mais ce fonctionnement est réduit lorsque l'activité de cuisson diminue. Le système contrôle à la fois le ventilateur d'air d'appoint et le ventilateur d'extraction afin d'assurer l'équilibre du système de ventilation. Ce genre de système peut engendrer des économies d'énergie de 60 % ou plus par rapport à la ventilation dans les cuisines²⁶.

Figure 11. Ventilation selon la demande dans une cuisine commerciale



Chambres de réfrigération et de congélation

Les hôtels à service complet disposent de services d'alimentation desservant les restaurants, les bars, les services de traiteur et le service aux chambres. Les installations de ces services d'alimentation peuvent comprendre des chambres de réfrigération ou de congélation.

²⁶ energystar.gov/about/2015-emerging-technology-award-demand-control-kitchen-ventilation
(en anglais seulement)

1 PARTIE

Liste des mesures relatives aux charges supplémentaires (chambres de réfrigération et de congélation)

- ✓ Améliorer l'isolation
- ✓ Ajouter un contrôle aux ventilateurs pour les arrêter lorsque les portes sont ouvertes
- ✓ Installer des ventilateurs des évaporateurs à deux vitesses
- ✓ Installer des moteurs à commutation électronique sur les ventilateurs des évaporateurs
- ✓ Employer un dégivreur électrique de pointe dans les congélateurs à basse température
- ✓ Tirer profit du refroidissement naturel
- ✓ Installer des portes à lanières
- ✓ Interrompre le système de refroidissement lorsque les portes sont ouvertes
- ✓ Ajouter des dispositifs de fermeture de porte
- ✓ Utiliser un dégivreur à air dans les réfrigérateurs à moyenne température
- ✓ Utiliser des lampes DEL

- **Améliorer l'isolation** : Une isolation d'au moins RSI 3,5 (R-20) devrait être employée dans les chambres de réfrigération et d'au moins RSI 5,0 (R-28) dans les chambres de congélation. L'isolant doit être résistant à l'humidité, comme les panneaux en styrène à alvéoles fermées ou en uréthane revêtus d'aluminium. Réviser les spécifications du fabricant pour toute chambre de congélation et de réfrigération et déterminer s'il est possible d'apporter des améliorations à l'isolation, lorsque celle-ci ne correspond pas à ces valeurs minimales.
- **Ajouter un contrôle aux ventilateurs pour les arrêter lorsque les portes sont ouvertes** : Les ventilateurs des évaporateurs font circuler l'air à l'intérieur des espaces réfrigérés afin de maintenir des températures constantes. Lorsque les portes sont ouvertes durant les activités de stockage ou de récupération de l'inventaire, la circulation d'air n'est plus nécessaire et elle pourrait d'autant accélérer l'échappement de l'air refroidi de la chambre. L'installation d'interrupteurs aux portes permet d'arrêter les ventilateurs lorsque les portes sont ouvertes.
- **Installer des ventilateurs des évaporateurs à deux vitesses** : Les moteurs à deux vitesses peuvent être employés pour réduire à la fois la consommation d'électricité et les pertes de chaleur en réglant la vitesse des ventilateurs au niveau faible (p. ex. réduction de 80 % de la vitesse) lorsque les compresseurs sont éteints (c.-à-d. lorsqu'il n'y a pas de chaleur évacuée de la chambre). Malgré une faible vitesse, la circulation est suffisante pour assurer la déstratification tout en économisant de l'énergie. Étant donné que la puissance du ventilateur est proportionnelle au cube de sa vitesse, une réduction de la vitesse permet de réduire considérablement la consommation d'énergie.

1 PARTIE

- **Installer des moteurs à commutation électronique sur les ventilateurs des évaporateurs :** En règle générale, les ventilateurs des évaporateurs fonctionnent continuellement pour faire circuler l'air à l'intérieur des espaces réfrigérés. Un moteur à commutation électronique (MCE) est un moteur sans balais à courant continu et à aimants permanents qui peut fonctionner à haute efficacité et à une grande variété de vitesses. L'efficacité à pleine charge d'un MCE dépasse 70 % (et 85 % dans certains cas), comparativement à celle des moteurs standards, dont l'efficacité se chiffre plutôt entre 25 % et 50 %. Par exemple, un MCE de 44 W pourrait remplacer un moteur standard de 1/8 cheval-puissance et de 135 W, ce qui entraînerait une économie d'énergie de 67 %.
- **Employer un dégivreur électrique de pointe dans les congélateurs à basse température :** Les cycles de dégivrage électrique standards sont contrôlés par une minuterie qui amorce et arrête le cycle de dégivrage, peu importe si le serpentin de l'évaporateur doit être dégivré ou non. Il importe d'amorcer le cycle de dégivrage à des intervalles réguliers afin d'éviter le gel des serpentins. Toutefois, le temps nécessaire pour le dégivrage varie selon les conditions de la chambre. Afin d'obtenir un dégivrage adéquat, des commandes d'arrêt du cycle de dégivrage réglées selon la pression ou la température peuvent être ajoutées.
- **Tirer profit du refroidissement naturel :** Le refroidissement naturel constitue une option viable pour les chambres de réfrigération. Un système de refroidissement naturel fournit de l'air extérieur froid à l'espace réfrigéré lorsque les températures extérieures le permettent. L'utilisation directe de l'air extérieur froid permet d'économiser sur le fonctionnement des ventilateurs de compression et d'évaporation dans plusieurs endroits au Canada. Par exemple, Montréal enregistre 3 563 heures par année où la température extérieure est inférieure à 4 °C. Plusieurs entreprises ont conçu des systèmes pour de telles applications.
- **Installer des portes à lanières :** Les portes à lanières sont employées pour réduire la charge de refroidissement associée à l'infiltration d'air non réfrigéré dans des espaces réfrigérés, tel que les chambres de réfrigération ou congélation. Des études techniques démontrent que les portes des chambres froides sont habituellement ouvertes pour un total de deux heures à deux heures et demie par jour. Selon diverses études menées aux É.-U., l'économie d'énergie moyenne associée aux portes à lanières varie entre 420 kWh/porte/année pour les réfrigérateurs et environ 2 900 kWh/porte/année pour les congélateurs²⁷.

1

PARTIE

- **Interrompre le système de refroidissement lorsque les portes sont ouvertes :** Lorsque les portes des chambres de congélation et de réfrigération sont ouvertes, la charge du système de réfrigération augmente pour refroidir l'air plus chaud qui rentre dans l'espace. Il y a un gaspillage d'énergie en forçant le système à traiter cette charge supplémentaire, puisque l'air plus chaud continuera à pénétrer à l'intérieur, et l'air froid à s'échapper, tant que les portes sont ouvertes. Des commandes de compresseur simples qui détectent une porte ouverte pourraient éliminer cette énergie perdue inutilement.
- **Ajouter des dispositifs de fermeture de porte :** Des dispositifs de fermeture de porte peuvent être ajoutés afin d'éliminer les portes laissées ouvertes par accident, et ainsi les charges de refroidissement additionnelles.
- **Utiliser un dégivreur à air dans les réfrigérateurs à moyenne température :** Un dégivreur à air utilise des ventilateurs d'évaporateur pour éliminer la glace formée sur le serpentin lorsque le compresseur est éteint. Les réfrigérateurs à moyenne température sont généralement réglés à 4 °C, température idéale pour le dégivrage. Un dégivreur à air est l'option énergétique la plus efficace pour les températures moyennes, comparativement aux dégivreurs électriques ou employant un gaz chaud, puisque son fonctionnement repose sur les conditions présentes à l'intérieur du réfrigérateur.
- **Utiliser des lampes DEL :** L'éclairage à lampes DEL économise l'énergie et réduit la chaleur créée dans l'espace. Les DEL fonctionnent également bien au froid et durent plus de 50 000 heures dans un réfrigérateur et 100 000 heures dans un congélateur²⁸. À des fins de comparaison, un luminaire fluorescent de 1,2 m consomme 32 W alors que l'équivalent à DEL consomme 15 W, ce qui représente une économie de 52 %.

Buanderie commerciale

Les installations de buanderie sont courantes parmi la vaste gamme d'hôtels et de motels.

Liste des mesures relatives aux charges supplémentaires (buanderie commerciale)

- ✓ Choisir des sècheuses à haute efficacité
- ✓ Choisir des laveuses commerciales à haute efficacité
- ✓ Utiliser un système de récupération de chaleur provenant de l'évent de sècheuse

Figure 12. Buanderie d'hôtel



²⁸ blog.uscooler.com/retrofit-led-lights-c-store/ (en anglais seulement)

1 PARTIE

- **Choisir des sècheuses à haute efficacité :** Des percées ont récemment été réalisées dans le domaine des sècheuses écoénergétiques, notamment la détection de l'humidité, qui permet d'interrompre l'appareil lorsqu'un niveau adéquat d'humidité est atteint, évitant ainsi le gaspillage d'énergie causé par le séchage excessif. En outre, certains grands appareils de séchage génèrent de la chaleur de manière plus efficace en utilisant des brûleurs à étages ou à modulation, plutôt que la méthode conventionnelle d'un brûleur allumé et éteint en alternance en fonction du signal transmis par un thermostat.
- **Choisir des laveuses commerciales à haute efficacité :** Les laveuses à haute efficacité sont caractérisées par une faible consommation d'eau et un essorage à grande vitesse. La consommation d'énergie est réduite de deux façons : la quantité d'eau chaude utilisée pendant le cycle du lavage est réduite et la plus grande vitesse d'essorage améliore l'extraction d'eau, ce qui se traduit par une réduction de la chaleur nécessaire au séchage.
- **Utiliser un système de récupération de chaleur provenant de l'évent de sècheuse :** Les sècheuses à linge évacuent de grandes quantités d'air chaud et humide à l'extérieur. Une sècheuse commerciale standard aspire de l'air de l'extérieur et le chauffe pour sécher le linge. Après avoir circulé à travers le linge, l'air chargé d'humidité et de chaleur est évacué. Dans certaines applications, il pourrait être économiquement intéressant de récupérer la chaleur de l'air évacué en utilisant un échangeur de chaleur air-air pour chauffer l'air entrant. Puisque l'air qui entre est préchauffé, le brûleur à gaz (ou l'élément chauffant) de la sècheuse est moins sollicité, permettant d'économiser de l'énergie.

Enveloppe

La section qui suit décrit les options possibles pour améliorer l'enveloppe du bâtiment (toit, murs, fondation, portes et fenêtres). Les paramètres les plus communs ayant une incidence sur le flux thermique traversant l'enveloppe du bâtiment sont la conduction, le rayonnement solaire et l'infiltration. La conduction a trait à la conductivité des matériaux de l'assemblage de l'enveloppe et à leur capacité de conduire un simple flux thermique de chaud à froid ou d'y résister. Le rendement de la résistance est souvent exprimé en valeurs RSI ou en valeurs R (voir l'encadré). Le rayonnement solaire procure les gains thermiques souhaités au moyen des fenêtres durant la saison de chauffage et les gains de chaleur non souhaités durant la saison de refroidissement. L'infiltration a trait aux fuites d'air par les éléments du bâtiment, par exemple autour des fenêtres, des portes, des intersections de l'enveloppe, des points de pénétration physiques et des ouvertures mécaniques. La figure 13 montre comment la chaleur entre dans un bâtiment et en sort par l'enveloppe.

La valeur RSI (valeur R du système international) pour l'isolation est une mesure de la résistance thermique d'un matériau.

La valeur RSI est calculée en $m^2 \cdot K/W$.

La valeur R est calculée en $pi. ca. \cdot ^\circ F \cdot h/Btu$.

Conversion :

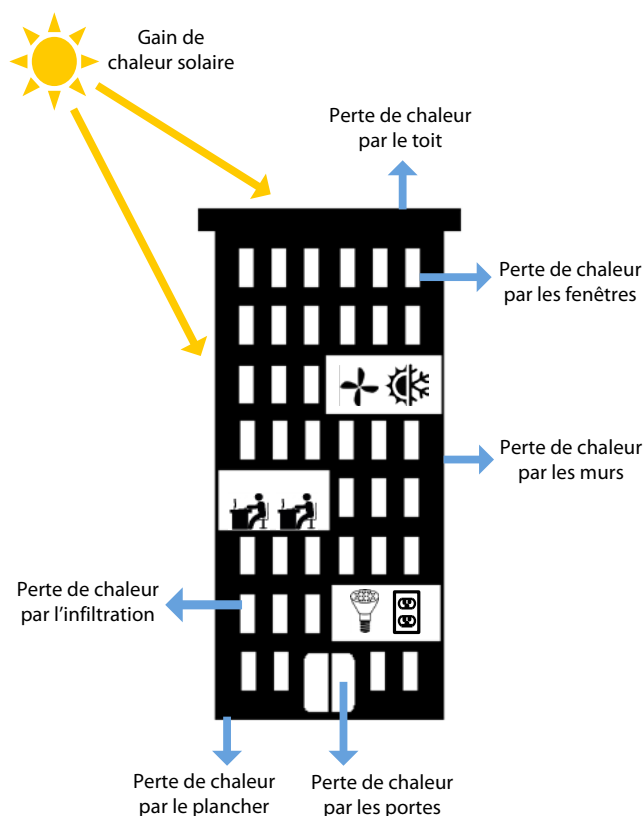
$$RSI = R \div 5,678$$

$$R = RSI \times 5,678$$

$$1 RSI = R-5,678$$

1 PARTIE

Figure 13. Transfert thermique par l'enveloppe du bâtiment



La conduction est largement prise en compte par la quantité et la qualité des matériaux isolants et la réduction des ponts thermiques. Le rayonnement solaire est contrôlé par le coefficient de gain de chaleur solaire des fenêtres ou des éléments tels que les stores, les avant-toits et les auvents. L'infiltration est prise en compte par les pare-air et la qualité des joints d'étanchéité autour des ouvertures de l'enveloppe et la qualité des coupe-froid pour les ouvertures mobiles (portes et fenêtres, registres d'entrée et de sortie lorsque fermés, pénétrations de l'enveloppe [p.ex. balcon], etc.).

Les éléments de l'enveloppe à prendre en compte pour la piscine intérieure (le natatorium) doivent inclure le haut degré d'humidité de cet environnement intérieur. Étant donné que la teneur en humidité varie entre 40 % et 60 % en hiver, il est nécessaire de porter une grande attention aux endroits où la vapeur se condense dans l'enveloppe. Une analyse hygrothermique constitue un élément essentiel pour assurer la conception adéquate de l'enveloppe, et surtout pour les installations qui incluent une piscine intérieure.

Consulter les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.

1 PARTIE

La norme de l'ASTM*, énoncée dans l'*International Energy Conservation Code* de 2012 (IECC) et l'*International Green Construction Code* (IGCC), prescrit que le taux d'infiltration d'un bâtiment ne doit pas dépasser 2 L/s par mètre carré de surface murale (0,4 pied cube par minute par pied carré de surface murale), à un écart de pression de 75 Pa (colonne d'eau de 0,3 pouces).

*ASTM (anciennement American Society for Testing and Materials) est une organisation qui aide les entreprises à élaborer et mettre en œuvre des normes de consensus volontaires à l'échelle internationale.

Liste des mesures relatives aux charges supplémentaires (enveloppe)

- ✓ Réduire l'infiltration
- ✓ Ajouter un pare-air
- ✓ Ajouter des matériaux isolants
- ✓ Améliorer les portes et fenêtres
- ✓ Considérer l'option d'un toit blanc
- ✓ Ajouter un vestibule

- **Réduire l'infiltration** : L'infiltration, ou les fuites d'air, est le flux d'air incontrôlé qui traverse l'enveloppe (que ce soit l'air extérieur qui entre ou l'air conditionné qui sort). Les concepteurs savent que le problème existe, mais la plupart d'entre eux l'ignorent ou en tiennent compte lors de la conception des systèmes de chauffage et de refroidissement. Il a été démontré que les répercussions de nature énergétique d'une infiltration inattendue sur la consommation d'énergie d'un bâtiment sont importantes. Puisque l'équipement de CVCA et les autres systèmes du bâtiment deviennent de plus en plus écoénergétiques, la perte d'énergie associée aux fuites par l'enveloppe du bâtiment représente un pourcentage encore plus grand de la consommation d'énergie totale du bâtiment.

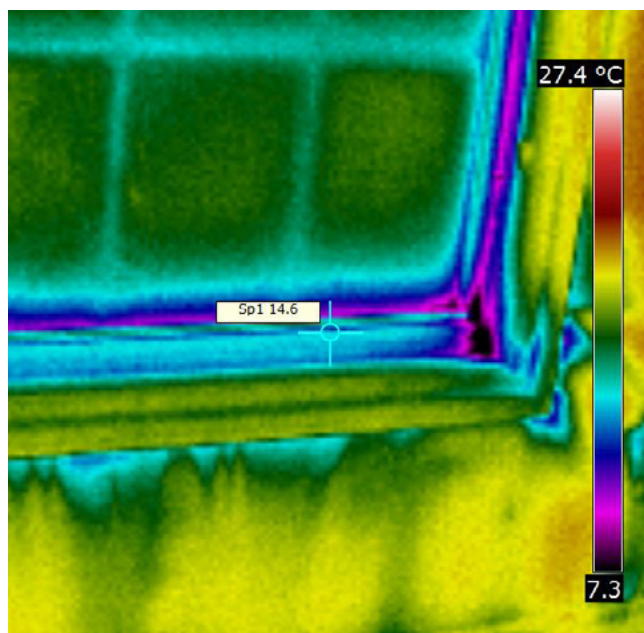
L'infiltration peut aussi être aggravée par un bâtiment pressurisé positivement ou négativement. On peut s'apercevoir des effets de la pressurisation d'un bâtiment lorsqu'on ouvre une porte : un flux d'air distinct sera ressenti soit en entrant dans le bâtiment, soit en sortant. La pression d'un bâtiment devrait être neutre ou très légèrement positive. Cette condition peut se vérifier par la mesure des flux d'air d'alimentation et d'air évacué à l'aide d'un balancement d'air. Les déséquilibres peuvent être corrigés en tenant compte des écarts entre les flux d'air d'alimentation et d'air évacué.

Certains signes d'infiltration sont évidents, tels que la lumière de l'extérieur observable autour d'une porte fermée; pour déterminer les autres signes, il faudra peut-être utiliser l'imagerie thermique, qui permet de visualiser les écarts de température. Figure 14 montre comment l'imagerie infrarouge peut aider à détecter les problèmes d'infiltration ou de faiblesse thermique de l'enveloppe (observez la température de surface basse associée à certaines parties de la fenêtre, du cadre de fenêtre et de la structure de l'encadrement autour et dessous de la fenêtre).

Les poires à fumée sont un autre outil utilisé pour détecter les zones de fuite. Lorsque la poire est tenue près d'une fuite possible, le mouvement de la fumée indiquera s'il y a réellement une fuite ou non. Le bâtiment doit être pressurisé afin que cet outil de détection soit efficace.

1 PARTIE

Figure 14. Imagerie infrarouge montrant une fuite autour d'une fenêtre



L'infiltration peut être aggravée par l'effet de cheminée, qui est causé par de l'air chaud qui monte dans le bâtiment et qui s'échappe par les ouvertures situées au sommet de celui-ci. L'air chaud qui monte crée une pression négative à la base du bâtiment, tirant l'air extérieur dans les ouvertures et les zones de fuite. L'effet de cheminée s'inverse durant la saison de refroidissement, mais l'incidence est minimale en comparaison de la saison de chauffage. La portée de l'effet de cheminée est déterminée par la hauteur du bâtiment, la vitesse du vent et la qualité de l'étanchéité près du sommet du bâtiment. Les gaines d'ascenseur et les cages d'escalier constituent un chemin à faible résistance pour l'air montant; il est donc impératif que les zones de pénétration telles que les trappes de toit et les portes d'accès au toit soient bien étanchées.

La réparation des infiltrations est habituellement une mesure à faible coût, qui nécessite souvent l'ajout ou le remplacement de coupe-froid ou du calfeutrage. L'infiltration d'air peut provoquer de la condensation et de l'accumulation d'humidité et peut aussi être une indication que de l'eau s'infiltré dans l'enveloppe du bâtiment. Ces deux problèmes peuvent entraîner la formation de moisissure et, dans certains cas, des dommages structuraux aux composants de l'enveloppe. Ce risque additionnel accroît l'importance de corriger ces déficiences. Un professionnel en science du bâtiment (ingénieur ou architecte) devrait être embauché pour faire les diagnostics à propos de l'enveloppe, qui sont nécessaires pour réparer correctement toutes les infiltrations d'air et d'eau, quelle que soit leur source.

1 PARTIE

- **Ajouter un pare-air :** Un système de pare-air efficace fournit une protection contre les fuites d'air et la diffusion d'air attribuable au vent, à l'effet de cheminée et aux écarts de pression causées par l'introduction mécanique d'air dans le bâtiment ou l'enlèvement mécanique d'air du bâtiment. Les bâtiments dotés d'un système de pare-air bien installé peuvent fonctionner efficacement avec un plus petit système de CVCA, parce que le système mécanique n'a pas à compenser les fuites. Dans certains cas, la réduction de la taille de l'équipement mécanique et la diminution de son coût peuvent compenser le coût d'un système de pare-air. Les bâtiments qui n'ont pas de pare-air — ou qui en ont, mais qui sont inefficaces — courent le risque de voir la durée de vie utile de leur enveloppe diminuer, ce qui nuit au confort des occupants et augmente les coûts d'énergie.

Les pare-air peuvent être installés à l'extérieur d'un bâtiment à l'aide de plusieurs approches. Les matériaux pour pare-air et pare-eau combinés font partie des approches les plus communes. Les habillages de bâtiment appliqués mécaniquement, les membranes autoadhérentes et les membranes appliquées à l'aide de fluide peuvent aussi être utilisés comme pare-air et pare-eau pour les murs extérieurs.

Les membranes appliquées à l'aide de fluide sont souvent l'approche privilégiée pour les pare-air, en raison de leurs détails simples et de leur relative facilité d'installation en comparaison de l'installation de matériau en feuilles. Les membranes appliquées à l'aide de fluide pour les pare-air et les pare-eau sont utilisées depuis longtemps dans les systèmes d'isolation des façades avec enduit (SIFE) et deviennent de plus en plus communes avec d'autres types de gaines extérieurs.

L'isolation et l'ajout d'un pare-air ou l'amélioration de sa continuité ont une incidence beaucoup plus grande sur les économies d'énergie que le simple ajout d'un élément d'isolation. Par exemple, la modélisation énergétique concernant un bâtiment de 5 000 m² situé à Toronto affichant un taux d'infiltration de référence de 7,9 L/s/m² (1,55 pi. cu./min/pi. ca.) rénové avec une couche isolante de 50 mm (2 po) sans aucune amélioration apportée au pare-air, a donné une amélioration écoénergétique de seulement 2 %. En comparaison, en ajoutant la même couche isolante et en réduisant le taux d'infiltration à 2,0 L/s/m² (0,4 pi. cu./min/pi. ca.), on a obtenu une amélioration écoénergétique de 12,6 %²⁹.

- **Ajouter des matériaux isolants :**

Isolation du toit

Étant donné que le toit d'un bâtiment peut être une source majeure de perte et de gain de chaleur, la meilleure façon de réduire le transfert de chaleur par le toit est d'ajouter des matériaux isolants. L'ajout de matériaux isolants peut s'effectuer sans déranger les occupants du bâtiment et constitue une option qui devrait être examinée lorsque le cycle de vie suggère un remplacement du toit. Une analyse énergétique peut démontrer que les économies d'énergie sont assez

1

PARTIE

importantes pour justifier le remplacement prématuré du toit afin d'ajouter des matériaux isolants.

Isolation des murs

On peut ajouter des matériaux isolants dans les cavités murales ou à l'enveloppe extérieure d'un bâtiment. L'ajout de matériaux isolants à l'enveloppe extérieure est la méthode la plus commune, étant donnée la complexité et la nature interruptive de l'isolation par l'intérieur. De plus, une couche d'isolation continue à l'extérieur de l'ossature des murs comporte un rendement supérieur par rapport à une couche d'isolation non continue dans les cavités murales. L'ajout de matériaux isolants aux murs est souvent combiné au remplacement des fenêtres, étant donné que les baies de fenêtres ont parfois besoin d'être « délogées » pour convenir à l'augmentation de la profondeur de l'assemblage mural.

■ Améliorer les portes et fenêtres :

Fenêtres

Les fenêtres ont une incidence sur les coûts d'exploitation d'un bâtiment et sur le bien-être des employés et des clients. Non seulement elles ont une influence dominante sur l'apparence et l'environnement intérieur d'un bâtiment, mais elles peuvent aussi constituer un des composants les plus importants à avoir une incidence sur la consommation d'énergie et la demande d'électricité de pointe.

Les gains et les pertes de chaleur par les fenêtres peuvent représenter une portion importante de la charge de chauffage et de refroidissement d'un bâtiment. L'utilisation de la lumière naturelle peut réduire les charges d'éclairage électrique et améliorer l'environnement intérieur. Par conséquent, au moment de donner les spécifications ayant trait au remplacement des fenêtres, la qualité de la lumière introduite dans les bâtiments ainsi que le rendement thermique doivent être considérés.

Le taux de perte de chaleur par une fenêtre est exprimé en facteur U. Plus le facteur U est bas, plus la résistance de la fenêtre (valeur RSI) au flux thermique est élevée, et meilleures sont ses propriétés isolantes.

Parmi tous les composants d'une enveloppe de bâtiment, ce sont les fenêtres qui ont le plus faible rendement thermique. Même les meilleures fenêtres possèdent des valeurs RSI inférieures aux pires murs et aux pires toits. En outre, les fenêtres représentent une source commune de fuite d'air, ce qui fait qu'elles sont la plus importante source de perte et de gain de chaleur non souhaités dans les bâtiments.

Portes

Les portes peuvent être considérées de la même façon que les fenêtres mobiles, en ce sens qu'elles se composent généralement de sections opaques isolantes et d'unités de vitrage isolant (UVI), et qu'il y a souvent des zones importantes de fuite d'air entre les éléments fixes et les éléments mobiles. Les portes modernes possèdent des propriétés thermiques supérieures et sont dotées de meilleurs coupe-froid.

Dans la perspective du cycle de vie, le **meilleur moment pour augmenter les niveaux d'isolation du toit** est lors de son remplacement. En procédant ainsi, on a l'avantage d'intégrer le coût d'investissement dans le plan de gestion des actifs du bâtiment et d'isoler le coût différentiel de l'isolation additionnelle pour l'analyse des coûts-avantages des réaménagements énergétiques.

CNÉB de 2011 – Valeurs RSI minimales pour les murs et les toits pour les zones climatiques 5, 6 et 7 :

Zone 5

(p. ex. Kelowna, Toronto)
Mur 3,597 m²·K/W (R-20)
Toit 5,464 m²·K/W (R-31)

Zone 6

(p. ex. Ottawa, Montréal)
Mur 4,049 m²·K/W (R-23)
Toit 5,464 m²·K/W (R-31)

Zone 7A

(p. ex. Edmonton)
Mur 4,762 m²·K/W (R-27)
Toit 6,173 m²·K/W (R-35)

1 PARTIE

Choix de fenêtres

Dans toutes les zones climatiques du Canada, les besoins sont dominés par le chauffage plutôt que le refroidissement. Ainsi, vos fenêtres devraient être choisies en fonction des critères suivants :

- **Minimiser la perte de chaleur** en choisissant la valeur U la plus faible (valeur RSI la plus élevée) pour l'assemblage entier.
- **Minimiser l'émissivité des fenêtres** en choisissant des fenêtres à faible émissivité afin de minimiser le rayonnement thermique.
- **Contrôler les gains de chaleur solaire** – Le coefficient de gain de chaleur solaire (CGCS) peut différer selon l'orientation afin de permettre des gains solaires bénéfiques d'un côté (p. ex. mur orienté au sud avec un CGCS de 0,6), tout en limitant les gains solaires des autres côtés (p. ex. murs orientés à l'est et à l'ouest avec un CGCS de 0,25) pour assurer le confort des occupants au début et à la fin de la journée.
- **Maximiser la transmittance de la lumière visible** (T_{VIS}) de l'éclairage naturel³⁰.

L'encadré à la page 37 présente une discussion plus détaillée sur chacun de ces critères, ainsi que sur les divers assemblages et composants.

- **Considérer l'option d'un toit blanc** : Un « toit blanc » fait dériver la chaleur solaire loin du toit, plutôt que de la transférer à la masse du bâtiment. Les toits blancs augmentent le confort des occupants en gardant le bâtiment plus frais durant l'été; par conséquent, les besoins de climatisation de l'air sont diminués, ce qui permet d'économiser sur les coûts énergétiques associés à la climatisation de l'air. De plus, un toit blanc réfléchissant reçoit une charge solaire moins grande sur la membrane, ce qui pourrait augmenter sa durée de vie utile. Cependant, sous un climat dominé par le chauffage, le pendant des économies d'énergie associées à la climatisation de l'air est la perte de gains de chaleur bénéfiques durant la saison de chauffage. Les résultats dépendent généralement du site, en fonction de facteurs tel que l'inclinaison du toit et la charge de neige. Pour en savoir plus sur les toits blancs, consultez le coolroofs.org (en anglais seulement).
- **Ajouter un vestibule** : Conformément à la voie prescriptive du CNÉB, les bâtiments neufs doivent être conçus avec des vestibules et des dispositifs de fermeture automatique pour toutes les portes d'entrée ordinaires. Étant donné que les avantages liés aux économies d'énergie et au confort s'appliquent aux bâtiments existants, des vestibules devraient être ajoutés lorsque c'est faisable.

³⁰ Le CGCS influencera la T_{VIS} résultante; plus le CGCS est faible, plus la T_{VIS} sera basse. Autrement dit, un ombrage accru pour éviter les gains de chaleur diminue la T_{VIS} .

Fenêtres : Perte de chaleur

Le facteur U d'une fenêtre peut servir de référence pour l'assemblage entier de la fenêtre ou seulement pour l'unité de vitrage isolant (UVI). La méthode d'évaluation reconnue à l'échelle nationale par le National Fenestration Rating Council (NFRC) s'applique à la fenêtre entière, y compris le vitrage, le cadre et les intercalaires. Même si le facteur U du centre du vitrage sert aussi parfois de référence, il ne décrit que le rendement du vitrage sans les effets du cadre. Les facteurs U de l'assemblage sont plus élevés que ceux du centre du vitrage en raison de la transmission à la bordure du vitrage et des propriétés isolantes limitées du cadre. Les fenêtres à double vitrage haute performance peuvent avoir des facteurs U de $1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ($0,30 \text{ Btu/h pi. ca.} \cdot ^\circ\text{F}$) ou inférieurs, tandis que les fenêtres à triple vitrage peuvent avoir des facteurs U aussi bas que $0,85 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ($0,15 \text{ Btu/h pi. ca.} \cdot ^\circ\text{F}$).

Fenêtres – Assemblage

Les fenêtres comprennent deux principaux composants : l'UVI et le cadre.

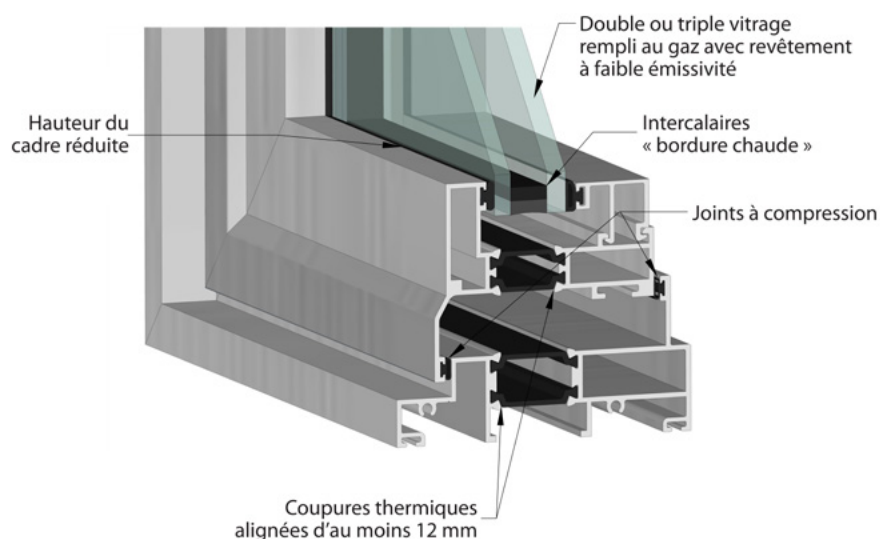
Le rendement de l'UVI est déterminé par :

- le nombre de vitrages (double ou triple)
- la qualité des intercalaires entre les vitrages
- le type de revêtement (p. ex. faible émissivité)
- le type de gaz dans l'UVI scellée
- la profondeur de l'espacement entre les vitrages

Le rendement du cadre est déterminé par :

- le matériau du cadre (conducteur ou non)
- la conductivité thermique de l'intercalaire (rupture thermique ou non).

Figure 15. Caractéristiques d'une fenêtre écoénergétique



Fenêtres – Intercalaires isolants

En ce qui a trait aux UVI, elles utilisent généralement des intercalaires métalliques. Ils sont typiquement faits d'aluminium, un matériau peu isolant, et les intercalaires utilisés dans les systèmes de bordure standards représentent un pont thermique important ou un « court-circuit » à la bordure de l'UVI. Cela réduit les avantages des vitrages améliorés. Les intercalaires de bordure chaude, faits de matériau isolant, sont un élément important des fenêtres écoénergétiques.

Fenêtres – Cadres

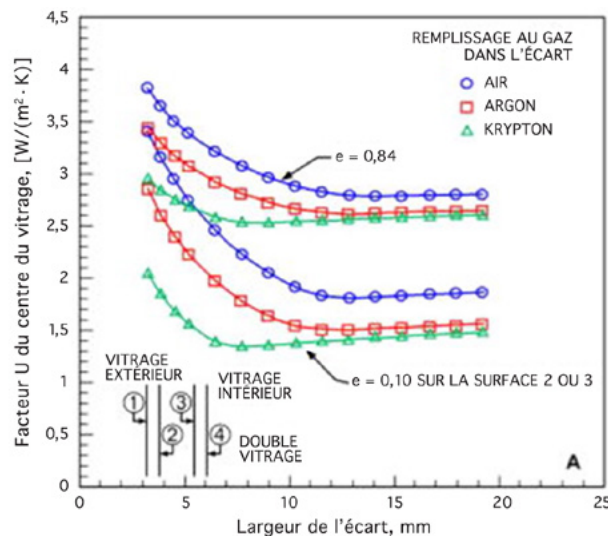
Le facteur U d'une fenêtre incorpore les propriétés thermiques du cadre et du vitrage. Étant donné que le châssis et le cadre représentent environ 10 % à 30 % de la surface totale d'un assemblage de fenêtre, les propriétés du cadre influencent de façon importante le rendement général de la fenêtre.

Au minimum, les cadres doivent être à rupture thermique pour un climat froid. Le facteur U global d'un cadre d'aluminium est amélioré de presque 50 % lorsqu'il est à rupture thermique. Les cadres non métalliques, par exemple en bois, en vinyle ou en fibre de verre, peuvent améliorer le facteur U de 70 % en raison des propriétés non conductrices du matériau et de l'option d'injecter du matériau isolant dans les cavités du cadre.

Fenêtres – Gaz de remplissage

Les fabricants utilisent généralement des gaz de remplissage à l'argon ou au krypton, qui offrent une amélioration mesurable du rendement thermique de l'UVI. Ces deux gaz sont inertes, non toxiques, transparents et inodores. Le krypton a un meilleur rendement thermique que l'argon, mais est plus dispendieux. La figure 16 illustre le rendement relatif des gaz de remplissage à l'air, à l'argon et au krypton.

Figure 16. Rendement thermique des gaz de remplissage



Source : © ASHRAE Handbook – Fundamentals. 2013. ashrae.org (en anglais seulement)

Fenêtres – Revêtements

Les revêtements de fenêtres peuvent avoir une incidence importante sur les charges de chauffage et de refroidissement d'un bâtiment. Le rendement de ces revêtements est généralement exprimé à l'aide de deux paramètres associés : l'émissivité et le coefficient de gain de chaleur solaire.

L'émissivité est la capacité d'un matériau à émettre de l'énergie. Tous les matériaux, y compris ceux des fenêtres, émettent (ou rayonnent) de la chaleur. La réduction de l'émissivité d'une fenêtre peut améliorer considérablement ses propriétés isolantes.

Le verre transparent standard possède une émittance de 0,84, ce qui signifie qu'il émet 84 % de l'énergie possible et en reflète seulement 16 %. En comparaison, les revêtements en verre à faible émissivité peuvent avoir une émittance aussi basse que 0,04, émettant seulement 4 % de l'énergie et reflétant 96 % du rayonnement infrarouge à ondes longues. Une faible émittance réduit les pertes de chaleur l'hiver en reflétant la chaleur pour qu'elle retourne dans le bâtiment et réduit les charges de refroidissement l'été en reflétant la chaleur radiante loin du bâtiment.

Le coefficient de gain de chaleur solaire (CGCS) est un rapport indiquant la quantité de chaleur solaire pouvant passer à travers le produit (gain d'énergie solaire). Plus le nombre est élevé, plus le gain d'énergie solaire est important. Le CGCS est un nombre situé entre 0 et 1. Les produits ayant un CGCS de moins de 0,30 sont considérés comme ayant un faible gain d'énergie solaire, tandis que ceux ayant un CGCS au-dessus de ce seuil sont considérés comme ayant un gain d'énergie solaire élevé.

Sous un climat dominé par le chauffage, les fenêtres ayant un faible CGCS mèneront à une baisse de charges en refroidissement, mais une hausse en besoins de chauffage en raison de la perte de gains de chaleur souhaités l'hiver. Dans certains cas, le CGCS peut varier en fonction de l'orientation du bâtiment. Par exemple, sur la façade ouest d'un bâtiment, le CGCS serait conçu pour être plus faible que sur la façade sud en raison de l'angle bas du soleil et de la charge solaire plus élevée en après-midi et le soir durant les mois d'été. Cela aura une incidence importante sur le confort des occupants travaillant sur la façade ouest. Enfin, le CGCS influencera la transmittance de la lumière visible (T_{VIS}) résultante; plus le CGCS est faible, plus la T_{VIS} sera basse. Autrement dit, un ombrage accru pour éviter les gains de chaleur diminue la T_{VIS} et la possibilité d'éclairage naturel qui en résulte.

Fenêtres – Technologies de pointe émergentes

Des technologies de vitrage émergentes sont désormais offertes, ou le seront sous peu. Les vitrages isolés sous vide améliorent le transfert thermique en abaissant les facteurs U. Les vitrages adaptables, comme ceux dotés de technologies électrochromiques, modifient les propriétés dynamiques pour contrôler les gains de chaleur solaire, la lumière naturelle, l'éblouissement et la vue. Les capteurs solaires à piles photovoltaïques intégrées faisant appel aux systèmes de fenestration qui génèrent de l'énergie peuvent aussi faire partie de l'enveloppe du bâtiment.

Recommandation : Pour déterminer quelles spécifications de fenêtres permettront de faire les meilleures économies d'énergie et procureront le meilleur confort aux occupants, il est recommandé de développer un modèle énergétique à l'échelle du bâtiment. Une fois que la géométrie du bâtiment, les propriétés thermiques et la configuration du système sont entrées dans le modèle, des spécifications de fenêtres différentes peuvent ensuite être mises à l'essai. Vous pouvez communiquer avec un spécialiste de la modélisation énergétique qui vous aidera à effectuer cette analyse.

1 PARTIE

Améliorations des systèmes de distribution de l'air

Le système de CVCA gère la température, l'humidité, la qualité et le mouvement de l'air dans les bâtiments, ce qui en fait un système critique pour le confort et la santé des occupants.

Les conditionneurs d'air intégrés locaux (CAIL) sont le type d'appareils le plus fréquemment utilisé pour conditionner l'air des chambres d'un établissement hôtelier, peu importe la taille des installations. Les hôtels et les motels de petites et moyennes dimensions utilisent des unités de toit pour conditionner l'air des autres pièces, y compris l'air d'appoint des corridors. Les hôtels de plus grandes dimensions emploient généralement une combinaison de systèmes, selon les diverses utilisations des locaux. Des chaudières centrales (et parfois des refroidisseurs) peuvent servir pour traiter l'air lorsque l'établissement comporte de grandes pièces, comme les salles de réunion, les restaurants, les bars, les centres d'entraînement et les spas.

Exemple d'éventail de confort prescrit par la norme ASHRAE 55

Les éventails de températures et d'humidité acceptables dépendent des niveaux d'activité et des vêtements. Les occupants d'hôtels ont des niveaux d'activité métabolique variant entre 1,4 (position debout) et 1,7 (déplacement à la marche). Les vêtements portés sont très variables, dépendamment de la saison. Pour cet exemple, supposons une moyenne de 0,61 clo pour les vêtements (p. ex. pantalon et gilet à manches longues).

À un taux d'humidité relative de 50 % et un taux métabolique de 1,4, l'éventail de températures confortables se situe entre 17,4 et 24,5 °C. À un taux métabolique de 1,7, l'éventail de températures confortables se situe entre 13,5 et 21,5 °C. Étant donné les niveaux d'activité combinés, un éventail de températures raisonnable se situe entre 17,4 et 21,5 °C.

Puisque le confort des occupants est la priorité des propriétaires d'hôtels, ils doivent porter une attention particulière à cet aspect lorsqu'ils sélectionnent les mesures écoénergétiques. En règle générale, étendre les éventails de températures et de taux d'humidité intérieurs au-delà des éventails de confort standards en vue d'économiser de l'énergie ne constitue donc pas une solution acceptable. En outre, les aires communes et les zones de restauration sont opérationnelles 24 heures sur 24, ce qui élimine la possibilité d'employer une remise du point de consigne de la température ou de fermer des systèmes selon un horaire. Par conséquent, il est important de prévoir des systèmes distincts selon l'utilisation de l'espace. Par exemple, le système régulant l'air d'appoint des corridors qui fonctionne en tout temps ne devrait pas être le même que celui utilisé pour les salles de réunion ou de conférence, occupées pendant la journée.

Néanmoins, l'option la moins chère pour réduire la consommation d'énergie du système de CVCA est d'accroître les éventails acceptables pour la température et l'humidité intérieures, c'est-à-dire permettre aux taux de température et d'humidité

1

PARTIE

de grimper durant les mois d'été et de baisser durant les mois d'hiver. En étudiant attentivement les besoins de confort thermique des occupants de chaque type d'espace, vous pouvez déterminer l'éventail acceptable de températures et d'humidité. Ces éventails de confort sont cités dans la norme ASHRAE 55³¹.

Vous devriez aussi considérer la qualité de l'air intérieur et la quantité d'air de ventilation requise par les occupants du bâtiment dans chaque type d'espace. Le conditionnement de l'air extérieur est une des tâches les plus énergivores qu'effectue le système de CVCA, alors votre première étape devrait consister à minimiser la quantité d'air extérieur devant être conditionné. Calculez la quantité d'air d'évacuation et de ventilation requise en fonction de la norme ASHRAE 62.1³² à l'aide des taux d'occupation par défaut précisés dans la norme. Appliquez ensuite le contrôle de la demande en utilisant le CO₂ comme indicateur de l'occupation réelle. Le CO₂ peut être calculé au conduit de retour de la centrale de traitement de l'air à l'aide du système de contrôle qui fournit un signal de réinitialisation au registre d'air extérieur pour s'ouvrir et se fermer en fonction de la quantité de CO₂ dans l'espace.

Liste des mesures relatives aux systèmes de distribution de l'air

- ✓ Commencer par les mesures de premier ordre
- ✓ Utiliser un système de ventilation selon la demande
- ✓ Remplacer les systèmes à débit d'air constant par des systèmes à débit d'air variable dans les installations à zones multiples
- ✓ Redimensionner les ventilateurs
- ✓ Installer des entraînements à vitesse variable
- ✓ Remplacer les humidificateurs à vapeur par des humidificateurs à atomisation
- ✓ Enlever le chauffage dans le vestibule d'entrée principal
- ✓ Ajouter un contrôle de ventilation selon le niveau de CO au stationnement intérieur
- ✓ Remplacer les filtres à air existants par des épurateurs d'air électroniques

■ **Commencer par les mesures de premier ordre** : Les mesures de premier ordre visent à réduire la charge à l'échelle de la zone en vue de diminuer les exigences à l'endroit des systèmes de traitement de l'air et des systèmes connexes de chauffage et de refroidissement. L'optimisation des conditions et du rendement de l'espace à l'échelle de la zone permet d'équilibrer les besoins des occupants et la nécessité de minimiser l'énergie nécessaire pour offrir des conditions confortables. Un programme de commissioning de bâtiment existant (CxBE) est souvent la première étape de ce processus d'optimisation.

³¹ *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. [ashrae.org/resources--publications/bookstore/standard-55](https://www.ashrae.org/resources--publications/bookstore/standard-55) (en anglais seulement).

³² *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. [ashrae.org/resources--publications/bookstore/standards-62-1--62-2](https://www.ashrae.org/resources--publications/bookstore/standards-62-1--62-2) (en anglais seulement).

1 PARTIE

La phase d'évaluation d'un programme de CxBE nécessite la collecte des conditions de configuration et de fonctionnement des systèmes de traitement de l'air d'un bâtiment. Les réglages des thermostats, les calendriers opérationnels et le fonctionnement des registres sont des exemples d'éléments qui seraient confirmés et documentés dans le rapport de commissioning initial accompagnés de toutes les déficiences nécessitant des correctifs durant la phase de mise en œuvre.

Consultez la phase [Commissioning des bâtiments existants](#) pour connaître la liste des mesures opérationnelles potentielles.

- **Utiliser un système de ventilation selon la demande (VSD) :** Un système de VSD permet de s'assurer qu'un bâtiment est bien ventilé tout en minimisant les flux d'air extérieur. En général, des capteurs sont utilisés pour surveiller continuellement les taux de CO₂ dans l'espace conditionné, permettant à la CTA de moduler le taux de renouvellement de l'air extérieur pour qu'il corresponde à la demande établie en fonction des besoins d'occupation de l'espace ou de la zone (le CO₂ est considéré comme un indicateur du niveau d'occupation; plus le taux de CO₂ est élevé, plus il y a de gens dans l'espace et, par conséquent, plus la quantité d'air extérieur requise est élevée).

Historiquement, les systèmes de ventilation des bâtiments étaient conçus pour fonctionner selon des taux de renouvellement d'air constants ou prédéterminés, sans égard au niveau d'occupation. Puisque les taux de renouvellement d'air reposent normalement sur le taux d'occupation maximum, le fonctionnement des ventilateurs et le conditionnement de l'air extérieur excédentaire engendrent un gaspillage d'énergie durant les périodes d'occupation partielle.

Les systèmes de VSD conviennent parfaitement aux zones de l'hôtel où l'occupation varie beaucoup, comme les halls d'entrée, les bureaux, les salles de réunion, les restaurants, les centres d'entraînement, etc. Les contrôles d'économiseur devraient toujours avoir la priorité sur le système de VSD dans les séquences de contrôle.

- **Remplacer les systèmes à débit d'air constant par des systèmes à débit d'air variable dans les installations à zones multiples :** En règle générale, les besoins en flux d'air des systèmes à DAV équivalent à environ 60 % de celle des systèmes à débit d'air constant (DAC). La conversion d'un ancien système à DAC de réchauffage multizone ou à deux conduits en un système à DAV moderne et écoénergétique est une tâche devant être exécutée par un ingénieur spécialisé en systèmes de CVCA.

Afin de déterminer les économies d'énergie potentielles, vous devez modéliser la conversion par rapport au système existant. La détermination du rendement du capital investi dépend essentiellement de l'exactitude des coûts de mise en œuvre. Un modèle schématique du système est l'exigence minimale pour développer une estimation des coûts associées à la mise en œuvre d'une telle conversion.

1 PARTIE

- **Redimensionner les ventilateurs :** Les moteurs de ventilateurs surdimensionnés engendrent un faible facteur de puissance, et puisque la majorité des services publics exigent des frais additionnels en fonction des facteurs de puissance inférieurs à 90 %, des ventilateurs de capacité appropriée peuvent permettre d'économiser sur les coûts d'électricité et les coûts liés à la demande.

Le remplacement des ventilateurs par des unités plus petites et de capacité appropriée comporte un faible coût initial et offre un meilleur confort aux occupants, en plus de prolonger la durée de vie des équipements. Au moment de choisir un moteur de capacité appropriée, considérez de faire une mise à niveau en choisissant un moteur à rendement supérieur, d'installer un entraînement à vitesse variable (EVV) et d'utiliser des courroies écoénergétiques afin de faire les meilleures économies.

- **Installer des entraînements à vitesse variable :** Les EVV sont une option de réaménagement efficace et économique pour tout ventilateur ou toute pompe à charge variable. Les EVV font varier la vitesse du moteur en fonction des conditions de fonctionnement réelles, plutôt que de les faire fonctionner continuellement à plein régime. Lorsqu'on les utilise pour contrôler les ventilateurs et les pompes, une réduction de 20 % de la vitesse de ces derniers peut entraîner une diminution de la consommation d'énergie de près de 50 %.

Les EVV sont un composant important d'un système à DAV écoénergétique. Au fur et à mesure que les charges diminuent et que les terminaux à DAV se ferment, la vitesse du ventilateur peut être réduite conformément. Bon nombre des systèmes à DAV existants sont configurés avec une vitesse de ventilateur constante et un registre de contournement où l'excédent d'air qui n'est pas acheminé aux points d'échange est déchargé dans la chambre de distribution d'air de retour. Voilà un mauvais concept, mais qui a tout de même été adopté, étant donné son coût d'installation plus économique.

- **Remplacer les humidificateurs à vapeur par des humidificateurs à atomisation :** Les humidificateurs à atomisation (aussi connus sous le nom d'humidificateurs « adiabatiques ») réduisent la charge de refroidissement et le gaspillage d'eau et, en présence de conditions chaudes et sèches, sont les systèmes d'humidification les plus écoénergétiques. Une pompe à haute pression propulse de l'eau non chauffée purifiée vers les buses de dispersion qui produisent des gouttelettes d'eau ultrafines. Plutôt que de chauffer l'eau pour produire de la vapeur, le système d'atomisation à haute pression utilise la chaleur déjà présente dans l'air pour faire évaporer ces gouttelettes.
- **Enlever le chauffage dans le vestibule d'entrée principal :** Bon nombre d'hôtels ont un vestibule à l'entrée principale pour minimiser l'infiltration d'air. Bien que les vestibules soient conçus pour être des espaces de passage, bon nombre sont chauffés, ce qui en fait effectivement des espaces conditionnés.

Figure 17. Entraînements à vitesse variable



Photo fournie par Claudette Poirier, Vancouver Island Health Authority

1 PARTIE

Des économies d'énergie peuvent être réalisées en enlevant le chauffage dans les vestibules et en les ramenant à leur but original, soit des transitions entre l'espace extérieur et l'espace intérieur conditionné.

Idéalement, les vestibules devraient être conçus de sorte que les portes intérieures et extérieures n'aient pas besoin d'être ouvertes au même moment pour le passage. Dans les cas où les portes intérieures et extérieures doivent s'ouvrir simultanément, un rideau d'air peut être utilisé comme barrière de protection contre l'air extérieur non conditionné³³.

- **Ajouter un contrôle de ventilation selon le niveau de CO au stationnement intérieur :** Semblables aux systèmes de VSD d'un bâtiment, les ventilateurs d'extraction dans les stationnements intérieurs ou partiellement fermés peuvent être convertis d'un système de ventilation à débit constant à un système selon la demande. La demande est habituellement évaluée en mesurant la concentration de polluants émis par les véhicules, tels que le CO et les NO_x, à titre de gaz représentatifs. Il est important de consulter le Code national du bâtiment du Canada lors de la conception de ces systèmes de ventilation, puisque le monoxyde de carbone est un gaz nocif qui comporte des risques pour la vie.
- **Remplacer les filtres à air existants par des épurateurs d'air électroniques :** Les épurateurs d'air électroniques utilisent deux technologies de filtration : un filtre passif qui dépend de la densité pour capter les contaminants, ainsi qu'une attraction électrostatique pour améliorer la filtration. Ils présentent plusieurs avantages pour des systèmes de CVCA :
 - ▶ *Réduction de la puissance du ventilateur* – La baisse de pression statique entraînée par les épurateurs d'air électroniques correspond généralement à 250 Pa (1 po) de moins que celle des filtres à air conventionnels. Cela diminue la consommation d'énergie par le ventilateur ou permet de choisir de plus petits ventilateurs si la CTA existante doit être remplacée.
 - ▶ *Amélioration de la qualité de l'air intérieur* – Les épurateurs d'air électroniques peuvent filtrer les émissions provenant des autos, les bactéries ainsi que les composés organiques volatils provenant des tapis, des meubles et des produits de nettoyage. En améliorant la qualité de l'air intérieur, les propriétaires de bâtiments peuvent réussir à diminuer les niveaux d'air extérieur grâce à un programme de surveillance afin de faire encore plus d'économies d'énergie.
 - ▶ *Prolongation de la durée de vie utile et diminution de l'entretien* – Les épurateurs d'air électroniques ont des besoins d'entretien moins importants que les filtres à air conventionnels, dont les préfiltres doivent généralement être changés tous les trois mois.

³³ e3tnw.org/ItemDetail.aspx?id=427 (en anglais seulement)

Redimensionnement et remplacement des systèmes de chauffage et de refroidissement

Cette section traite des principaux types de systèmes de chauffage et de refroidissement, y compris les chaudières centrales, les unités de toit, les CAIL pour chauffer et refroidir les chambres, ainsi que les chauffe-eau domestiques. Des mesures particulières aux piscines et aux spas sont aussi abordées.

Dans un souci de respecter l'approche de réaménagement par phases, l'équipement de chauffage et de refroidissement peut tirer profit des réductions de charge effectuées aux phases précédentes. Non seulement les systèmes de chauffage et de refroidissement bénéficieront-ils d'une efficacité améliorée de l'équipement, mais les capacités du système pourront aussi être réduites, permettant ainsi des économies d'énergie encore plus importantes. De plus, nombreux systèmes existants sont surdimensionnés, alors il est possible de justifier le remplacement du système actuel par un système de capacité appropriée, ou de le réaménager pour qu'il soit plus efficace.

Systèmes de chauffage central

Certains hôtels et motels de taille moyenne peuvent avoir des systèmes de chauffage central desservis par des chaudières à eau chaude.

Figure 18. Chaudières



Photo fournie par Claudette Poirier, Vancouver Island Health Authority

Bon nombre de chaudières existantes ont plus de 20 ans et fonctionnent à des efficacités entre 60 % et 70 %, notamment en raison d'une mauvaise conception; d'un contrôle inadéquat; de défauts de la tuyauterie, des pompes ou du rayonnement; ou des cycles d'opération excessivement courts et fréquents. Les chaudières modernes peuvent atteindre une efficacité aussi élevée que 97 % et convertir pratiquement tout le combustible en chaleur utile.

1 PARTIE

Réaménager ou remplacer

Avant de prendre une décision concernant le réaménagement ou le remplacement des chaudières, certains critères précis doivent être évalués. Ces critères ont une incidence sur plusieurs composants du système de chaudières :

- Établissement du coût du cycle de vie du produit : Au moment de choisir, considérez la durée de vie utile et les choix relatifs à l'efficacité et au type (à condensation ou sans condensation).
- Opérations : Besoins courants et à long terme, heures de fonctionnement, incidence du temps d'arrêt, etc.
- Installation physique : Superficie mécanique, accès, alimentation, tuyauterie, procédés, personnel de l'exploitation, etc.
- Considérations budgétaires : Dépenses en immobilisations disponibles, incitatifs des services publics, économies d'énergie.

Avant de décider de réaménager une chaudière, vous devez considérer l'entretien du système existant. Si la chaudière n'a pas été bien entretenue, vous devrez probablement remplacer le système au complet; cependant, si la chaudière a été entretenue sur une base régulière, le réaménagement pourrait être la meilleure option. Pour trancher, demandez à un professionnel de l'inspecter.

Bien que la tendance soit de remplacer les vieux systèmes par un nouvel équipement, ne sous-estimez pas l'importance de l'entretien régulier pour contrôler les coûts énergétiques. Une situation qui semble aussi mineure qu'un flux s'écoulant à travers des filtres à air sales peut provoquer une chaudière à fonctionner inefficacement. Souvent, les employés oublient de vérifier les filtres, ou encore ils attendent qu'ils paraissent sales avant de les changer; à ce moment-là, il est généralement déjà plusieurs mois trop tard.

Bien que le réaménagement d'une vieille chaudière soit initialement une option moins dispendieuse que l'achat d'une chaudière neuve, vous devez aussi déterminer si le réaménagement est l'option la plus rentable à long terme.

Cotes d'efficacité

L'efficacité des chaudières est fréquemment exprimée au moyen du rendement de combustion (E_c), du rendement thermique (E_t) ou du rendement énergétique annuel (AFUE, pour l'anglais, *annual fuel utilization efficiency*). L'efficacité exprimée au moyen de la combustion ou du rendement thermique est une mesure de l'efficacité à l'état stable; l'efficacité exprimée au moyen de l'AFUE est plutôt une mesure de l'efficacité à l'état variable, qui rend compte du rendement d'une chaudière lorsqu'elle fonctionne à charge partielle et qu'elle fonctionne au ralenti entre les demandes de chaleur (une estimation de la pleine efficacité opérationnelle). Voici les cotes minimales des chaudières à gaz pour les nouveaux bâtiments prescrites par le CNÉB :



Tableau 6. Cotes d'efficacité de chaudières à gaz

Version du CNÉB	Capacité de la chaudière	Cote	Efficacité minimale prescrite dans le CNÉB	Meilleure chaudière disponible
2011/2015	<88 kW	AFUE	85 %	97 %
2011	88–733 kW	Rendement de combustion (E_c)	82,5 %	95 %
2011/2015	88–733 kW	Rendement thermique (E_t)	83 %	95 %
2011/2015	>733 kW	Rendement de combustion (E_c)	83,3 %	85–95 %

Liste des mesures relatives au chauffage et au refroidissement (systèmes de chauffage central)

Mesures de réaménagement

- ✓ Commencer par les mesures de premier ordre
- ✓ Remplacer le système de contrôle des chaudières
- ✓ Éliminer les valves d'étranglement du débit
- ✓ Remplacer les pompes d'efficacité standard ou surdimensionnées par des unités à haute efficacité de capacité appropriée pour les charges réduites
- ✓ Contrôler les pompes des chauffe-eau à l'aide d'entraînements à vitesse variable
- ✓ Isoler les conduits de chauffage
- ✓ Remplacer les brûleurs

Mesures de remplacement

- ✓ Remplacer le système par une chaudière à condensation
- ✓ Remplacer le système par un système de chaudières hybride
- ✓ Remplacer le système par un système de thermopompe

Si vous décidez de **réaménager**, considérez ces options :

- **Commencer par les mesures de premier ordre** : Les systèmes de chaudières existants peuvent être optimisés en tenant compte des aspects liés à la combustion, au traitement de l'eau et aux points de consigne. Il est aussi important de s'assurer que les chaudières sont adéquatement séquencées et que les conduits de chauffage sont bien isolés. Consulter la phase **Commissioning des bâtiments existants** pour plus de détails.

1 PARTIE

Le Holiday Inn Select Toronto Airport a complété un programme complet de réaménagements qui comprenait le calfeutrage de l'ensemble du bâtiment, le remplacement des fenêtres, l'amélioration de l'éclairage, le remplacement de cinq chaudières par des unités plus efficaces et le remplacement de quatre condensateurs à eau par des unités refroidies à l'air.

Source : Ontario Restaurant Hotel & Motel Association

- **Remplacer le système de contrôle des chaudières :** Les nouveaux développements en matière de contrôle des chaudières créent des possibilités de gains d'efficacité substantiels, notamment les mesures comme la réinitialisation de la température de l'eau chaude en fonction des températures extérieures, l'optimisation du rapport air-combustible, l'amélioration de la structure étagée des chaudières et l'ajout de contrôles de variation de vitesse des pompes de circulation.
- **Éliminer les valves d'étranglement du débit :** Cette mesure permet de réduire la consommation d'énergie des pompes. Si des valves sont installées pour contrôler le flux en causant une perte de charge, les mesures d'économie d'énergie comprennent l'ouverture complète des valves et la conversion en contrôles de variation de vitesse, l'ajustement de la roue ou un contrôle étagé des pompes.
- **Remplacer les pompes d'efficacité standard ou surdimensionnées par des unités à haute efficacité de capacité appropriée pour les charges réduites :** La plupart des moteurs à induction qui alimentent les pompes atteignent une efficacité de pointe à environ 75 % de la charge et sont moins efficaces lorsqu'ils fonctionnent à pleine charge. Lorsque c'est possible, les pompes devraient être dimensionnées de façon à ce que durant la majeure partie de leur temps de fonctionnement, elles fonctionnent selon le facteur de charge le plus efficace, ou presque. Si une pompe est surdimensionnée, elle fonctionnera vraisemblablement à un facteur de charge inefficace, ce qui aura un effet négatif sur le facteur de puissance du système électrique, aboutissant potentiellement à des charges de demande plus élevées.
- **Contrôler les pompes des chauffe-eau à l'aide d'entraînements à vitesse variable :** Habituellement, pendant une bonne partie de la saison de chauffage, les zones n'ont besoin que de chauffage partiel pour maintenir des conditions de confort. En réduisant la vitesse de la pompe afin de fournir seulement l'intensité de chauffage de l'eau nécessaire pour compenser la perte de chaleur réelle du bâtiment, la consommation d'énergie de la pompe est réduite. Les EVV peuvent permettre de s'assurer que les pompes fonctionnent à leur pleine efficacité dans des conditions de charge partielle. La puissance requise pour faire fonctionner un moteur de pompe est proportionnelle au cube de sa vitesse. Par exemple, dans un système de pompe à EVV, une réduction de charge qui entraîne une réduction de 10 % de la vitesse du moteur réduit la consommation d'énergie de 27 %³⁴. À l'aide de contrôles appropriés, les vitesses plus lentes de la circulation de l'eau de chauffage grâce aux pompes à EVV peuvent aussi être coordonnées avec un calendrier de réinitialisation de la température de l'eau chaude pour répondre aux charges avec plus de précision et efficacité. Par exemple, il sera possible de répondre aux faibles charges de chauffage de l'eau en créant de l'eau de chauffage plus chaude et en ralentissant la circulation de l'eau pour économiser la consommation d'énergie de la pompe.

³⁴ La formule est $1 - (0,9)^3 = 0,27$.

1

PARTIE

- **Isoler les conduits de chauffage** : L'isolation minimale des conduits d'eau chaude des systèmes de CVCA pour les nouveaux bâtiments est énoncée dans le tableau 5.2.5.3 du CNÉB de 2011 et 2015, qui peut servir de guide pour les réaménagements. L'épaisseur de l'isolant est déterminée en fonction du diamètre du conduit et de la température de l'eau, en utilisant une fourchette prescrite de valeurs de conductivité de l'isolation. Par exemple, le tableau 7 donne l'épaisseur de l'isolant par diamètre de conduit pour un système de chauffage à eau chaude type.

Tableau 7. Épaisseur de l'isolant par diamètre de conduit pour un système de chauffage à eau chaude type

CNÉB	Temp.	Valeur U	25 mm	32 à 51 mm	64 à 102 mm	> 127 mm
2011	61 à 93 °C	0,036 à 0,042	25,4 mm	25,4 mm	38,1 mm	38,1 mm
2015	61 à 93 °C	0,036 à 0,042	38,1 mm	50,8 mm	50,8 mm	50,8 mm

- **Remplacer les brûleurs** : De nouveaux brûleurs pour tous les types de chaudières et de combustibles sont offerts sur le marché, et bon nombre de fournisseurs offrent des pièces pour le réaménagement et la modification, question d'éviter le remplacement complet. Bien souvent, on peut ainsi apporter des améliorations importantes qui reviennent moins cher que le remplacement complet.

Le potentiel de gains d'efficacité des nouveaux brûleurs est fonction de la différence entre les anciennes et les nouvelles technologies. Les quantités de combustible et de combustible imbrûlé (provenant d'une combustion incomplète) et la quantité d'air excessif entre les anciens et les nouveaux brûleurs sont garantes du potentiel d'amélioration du rendement. En outre, la taille du brûleur et son débit moyen (c.-à-d. sa capacité de fonctionner efficacement à des charges partielles) auront une incidence sur les pertes associées à des faibles charges inefficaces et la fonction du cycle marche-arrêt.

En ce qui a trait à la capacité et au débit moyen, la plupart des brûleurs présentent un taux de variation de débit (rapport de la capacité à plein régime à la capacité minimale avant la fermeture) de 10:1 ou 12:1 avec une faible perte sur le plan de l'efficacité de combustion, voire aucune. Cependant, certains brûleurs présentent des taux de variation de débit de 20:1. Un taux de variation de débit plus élevé réduit les démarrages et l'usure du brûleur ainsi que la nécessité d'effectuer des purges d'air, en plus de permettre un meilleur contrôle des charges, tous des facteurs qui améliorent l'efficacité globale.

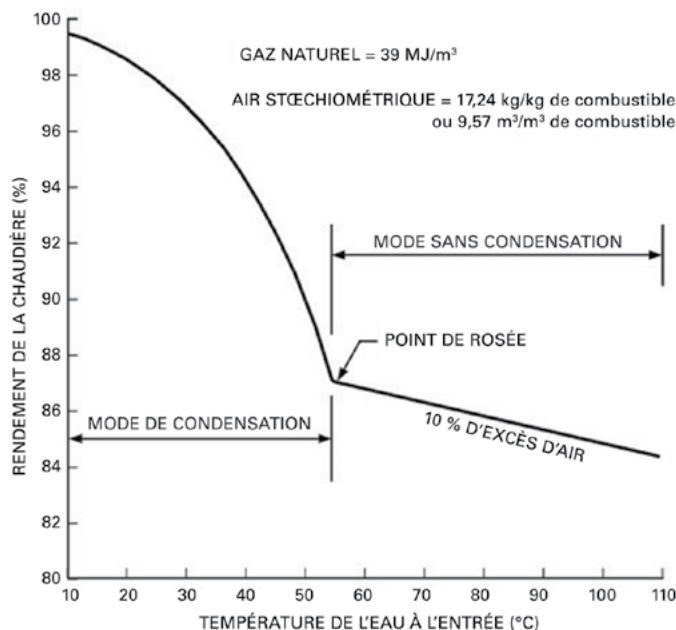
1 PARTIE

Si le **remplacement** est votre meilleure option, trois mesures peuvent être considérées : chaudières à condensation à haut rendement, systèmes hybrides et thermopompes.

■ **Remplacer le système par une chaudière à condensation** : La technologie de condensation récupère l'énergie latente contenue dans les gaz à combustion condensés—une partie de cette énergie est normalement perdue par la cheminée dans d'autres systèmes de chauffage. Grâce à la technologie de condensation, la vapeur d'eau contenue dans les gaz de combustion se condense sur les surfaces relativement froides de l'échangeur de chaleur de la chaudière, transférant ainsi la chaleur dans l'eau de cette dernière. La chaleur produite par la condensation est directement transmise dans l'eau de la chaudière, minimisant les pertes thermiques des gaz de combustion. L'efficacité saisonnière des chaudières à condensation peut atteindre jusqu'à 97 %.

Le coût initial des chaudières à condensation est plus élevé que celui des chaudières traditionnelles sans condensation. Le défi que doit relever le concepteur est de s'assurer que la température de l'eau qui retourne à la chaudière demeure en deçà de 54,4 °C (130 °F); autrement, l'efficacité de la chaudière diminue considérablement, comme l'illustre la figure 19, et la chaudière à condensation fonctionne en mode sans condensation. Dans ces conditions, la prime payée pour l'efficacité élevée du système à condensation est perdue, diminuant ainsi le rendement des investissements.

Figure 19. Température de l'eau de retour et incidence sur l'efficacité de la chaudière



Source : 2012 ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment. © ASHRAE. ashrae.org (en anglais seulement).

1

PARTIE

Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.

- **Remplacer le système par un système de chaudières hybride :** Un système de chaudières hybride consiste en des chaudières à condensation et sans condensation contrôlés de façon à atteindre une efficacité maximale pendant la saison de chauffage. Selon la conception du système et la perte de chaleur du bâtiment, les températures de distribution de l'eau peuvent ne pas convenir à une chaudière à condensation. C'est souvent le cas en présence de conditions de chauffage de pointe. Par conséquent, lorsque les températures extérieures sont à leur plus froid, il est plus économique de faire fonctionner une chaudière sans condensation à modulation, étant donné que les températures élevées de l'eau de retour ne permettront pas le fonctionnement d'une chaudière à condensation. Cependant, durant la plus grande partie de la saison, lorsque les demandes de chauffage sont passablement inférieures à la demande de pointe, les températures de l'eau d'alimentation peuvent être diminuées, et les températures de l'eau de retour peuvent être en deçà du seuil de 54,4 °C (130 °F) pour le fonctionnement d'une chaudière à condensation.

Pour surmonter ces écarts saisonniers de la demande, un système qui utilise une plus petite chaudière à condensation durant les saisons intermédiaires et une plus grande chaudière sans condensation durant l'hiver offrira un meilleur rendement du capital investi. Le système hybride active la chaudière à condensation jusqu'à ce que les températures de l'eau de retour ne permettent plus le fonctionnement de l'appareil à condensation. À ce point, le système active la chaudière sans condensation à modulation et désactive la chaudière à condensation.

- **Remplacer le système par un système de thermopompe :** Les thermopompes transfèrent la chaleur en faisant circuler un réfrigérant par les serpentins d'un échangeur de chaleur, effectuant un cycle d'évaporation et de condensation. Dans un serpentin (l'évaporateur), le réfrigérant est évaporé à basse pression et absorbe la chaleur avoisinante. Le réfrigérant est ensuite comprimé lors du trajet vers l'autre serpentin (le condensateur), où il se condense à haute pression. À ce point, il libère la chaleur absorbée dans l'évaporateur. Le cycle de la thermopompe est réversible, c'est-à-dire que la chaleur peut être absorbée dans l'environnement intérieur et libérée à l'extérieur, ou absorbée dans l'environnement extérieur et libérée à l'intérieur. Les thermopompes peuvent utiliser l'air, le sol ou un plan d'eau comme source d'énergie. Les unités utilisant le sol sont fréquemment appelées thermopompes géothermiques. Une thermopompe géothermique peut fonctionner en boucle ouverte, où l'eau du sol ou de surface circule vers la thermopompe, ou en boucle fermée, où un fluide circule dans une boucle fermée et effectue l'échange de chaleur à travers les parois de la tuyauterie. Les systèmes peuvent être centralisés ou distribués pour un contrôle et une distribution dans des zones multiples.

Une **chaudière à modulation** ajuste son rendement en captant la température de l'air extérieur ou de l'air de retour et en ajustant ensuite le taux d'allumage le plus bas possible pour répondre aux besoins de chauffage.

1 PARTIE

Les thermopompes distribuées utilisées dans les systèmes à débit de réfrigérant variable (DRV) comportent des avantages sur le plan de l'efficacité par rapport aux systèmes centralisés et peuvent être alimentées soit par thermopompe à air, soit par échangeur géothermique, soit par une chaudière centrale. L'avantage de ces systèmes est que la chaleur peut être échangée directement dans la boucle du bâtiment, réduisant ainsi la charge thermique imposée à l'échangeur géothermique ou à la chaudière centrale. Consultez la section [Équipements des chambres](#) pour plus de détails.

Sous un climat dominé par le chauffage, et dans un contexte où les coûts d'électricité sont élevés, et les coûts du gaz naturel sont bas, les réaménagements vers des thermopompes peuvent être moins intéressants sur le plan financier que d'autres options. Les conditions sont plus favorables lorsque l'équipement existant est à la fin de sa durée de vie utile attendue et que son remplacement est nécessaire, sans égard aux gains d'efficacité qui pourraient en découler. Des estimations détaillées des coûts et des économies durant la durée de vie utile attendue du système de thermopompe devraient être effectuées pour évaluer de façon appropriée la faisabilité financière d'un projet donné.

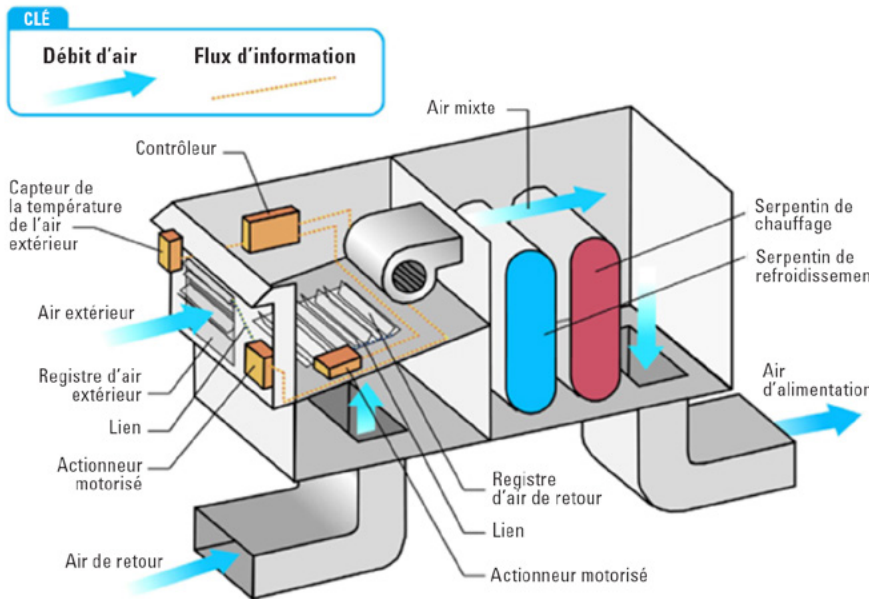
Unités de toit

Plus d'un tiers de la superficie utile des bâtiments commerciaux et institutionnels canadiens est conditionnée par des unités de toit intégrées et autonomes³⁵. Les unités de toit sont habituellement configurées avec un système de combustion au gaz naturel ou des éléments chauffants électriques pour le chauffage et un mode de refroidissement par détente directe (DX). Dans certains cas, elles possèdent aussi des roues ou des noyaux de récupération de chaleur. Elles peuvent aussi être configurées avec une thermopompe ou, dans de rares cas, le chauffage de l'unité peut provenir d'un serpentin d'eau chaude alimenté par un système de chaudières central. De plus, les unités peuvent être à débit constant ou à débit variable. La figure 20 illustre la configuration type d'une unité de toit.

L'efficacité des unités de toit a deux valeurs distinctes : le chauffage et le refroidissement. Puisque l'industrie des unités de toit est plus présente dans les régions dominées par le refroidissement, la promotion des unités de toit est basée sur leur efficacité en refroidissement (c.-à-d. le taux de rendement énergétique intégré). L'industrie de fabrication des unités de toit n'est pas aussi centrée sur l'efficacité quant au chauffage, et l'information sur ce sujet n'est pas publiée aussi souvent. Aussi, plus les unités sont efficaces quant au refroidissement, moins elles le sont pour le chauffage et vice versa.

³⁵ Ressources naturelles Canada. 2000. *Enquête sur la consommation d'énergie dans les bâtiments commerciaux et institutionnels*.

Figure 20. Configuration type d'une unité de toit



Source : EPA des É.-U.

L'efficacité des unités de toit s'est considérablement améliorée au cours des 15 dernières années, et des options de technologies de réaménagement axées sur les contrôles sont maintenant offertes qui peuvent permettre des économies supérieures à 50 %. Selon l'efficacité et l'âge de l'unité de toit, le remplacement complet ou des réaménagements pourraient être rentables. Par exemple, si l'unité a 15 ans (la durée de vie utile attendue) ou plus, le remplacement est alors probablement la meilleure option. Si l'unité n'a que 5 ans, un réaménagement pourrait être une option viable.

L'efficacité de chauffage des anciennes unités de toit peut varier de 60 % à 75 %, tandis que les nouvelles unités peuvent atteindre une efficacité de 80 % dans le cas des unités sans condensation, et jusqu'à 90 % pour les unités à condensation.

Le tableau 8 illustre à quel point les normes d'efficacité d'ASHRAE pour les systèmes de refroidissement ont évolué.

Tableau 8. Évolution des normes d'efficacité des unités de toit

90.1-1999	90.1-2000	90.1-2004	90.1-2010		CEE palier II		Défi pour les unités de toit
EER	EER	EER	EER	IEER	EER	IEER	IEER
8,7	10,1	10,1	11,0	11,2	12,0	13,8	18,0

1 PARTIE

Les paramètres d'efficacité du refroidissement suivants pour les unités de toit sont définis par l'Air Conditioning and Refrigeration Institute (ARI), une association professionnelle représentant les fabricants d'appareils de climatisation :

- Le taux de rendement énergétique (EER, pour l'anglais, *energy efficiency ratio*), défini comme étant le taux de refroidissement en Btu/heure divisé par la puissance en watts à des conditions de pleine charge, est une mesure de l'efficacité à pleine charge. La puissance inclut les puissances des compresseurs, des moteurs des ventilateurs et des contrôles.
- Le taux d'efficacité énergétique intégré (IEER, pour l'anglais, *integrated energy efficiency ratio*), défini comme étant l'efficacité du refroidissement à charge partielle sur la base du fonctionnement pondéré à diverses capacités de charge, s'applique aux unités de toit ayant des capacités de refroidissement égales ou supérieures à 19 kW (5,4 tonnes).
- Le taux de rendement énergétique saisonnier (SEER, pour l'anglais, *seasonal energy efficiency ratio*) exprime l'évaluation saisonnière en fonction des charges résidentielles représentatives, contrairement à l'IEER, qui exprime l'efficacité à un point d'évaluation unique. Le SEER ne s'applique qu'aux unités de toit ayant une capacité de refroidissement de moins de 19 kW. Bien que les unités de moins de 19 kW alimentées par un courant triphasé soient classées comme étant commerciales, elles utilisent toujours le paramètre SEER résidentiel. Cela s'explique du fait que ces petites unités sont comparables aux unités alimentées par un courant monophasé utilisées dans les applications résidentielles, qui ont une large part de marché dans cet éventail de capacité. Les vieilles unités de moins de 19 kW ont souvent un SEER aussi bas que 6, comparativement aux unités modernes qui ont des SEER entre 12 et 16,8.

Le Consortium for Energy Efficiency (CEE), une organisation à but non lucratif qui fait valoir l'adoption de technologies écoénergétiques, a défini la recommandation d'efficacité énergétique minimale de palier 1 de 1993 comme ayant un EER d'au moins 10,3, 9,7 et 9,5, respectivement, pour les catégories petites, grandes et très grandes unités de toit.

Remarque : Une capacité de refroidissement d'une tonne = 3,5 kW ou 12 000 Btu/h.

Sous les auspices de la campagne sur les unités de toit du Department of Energy des États-Unis, qui fait valoir l'adoption d'unités de toit écoénergétiques, les spécifications en matière d'efficacité ont augmenté à un IEER minimal de 18 pour les unités de 35 à 70 kW (10 à 20 tonnes) en tant que défi auprès des fabricants. L'industrie a répondu favorablement à ce défi et plusieurs fabricants offrent déjà des unités qui répondent à ce seuil de rendement agressif, dont bon nombre sont offertes sur le marché canadien.



PARTIE

Liste des mesures relatives au chauffage et au refroidissement (unités de toit)

Mesures de réaménagement

- ✓ Convertir le système à débit constant en système à débit variable avec ventilation selon la demande et un économiseur
- ✓ Ajouter un contrôle au compresseur pour diminuer le temps de fonctionnement
- ✓ Ajouter un registre d'économiseur
- ✓ Modifier les commandes pour effectuer une purge matinale durant la saison de refroidissement
- ✓ Modifier les commandes pour fermer les registres d'air extérieur lors du réchauffement matinal durant la saison de chauffage

Mesures de remplacement

- ✓ Remplacer les unités de toit

Le réaménagement des unités de toit pour faire des économies d'énergie se fait habituellement sous la forme de contrôles, plutôt que par l'ajout d'un équipement conçu pour économiser l'énergie (comme un système de récupération de chaleur) ou par le remplacement du moteur. Cependant, il existe des possibilités d'ajouter un équipement conçu pour économiser l'énergie dans certains cas. Dans la catégorie de **réaménagement**, les mesures suivantes sont applicables :

- **Convertir le système à débit constant en système à débit variable avec ventilation selon la demande et un économiseur** : Dans le marché actuel, il existe deux technologies intégrées qui sont jugées acceptables par les services publics pour les programmes d'incitatifs à la conservation. Pour ce qui est des unités de toit à DAC de plus de 17 kW (5 tonnes), on trouve sur le marché une trousse de réaménagement complètement intégrée du contrôle avancé d'unité de toit qui convertit un système à DAC en système à DAV avec ventilation selon la demande et un économiseur. Une étude sur le terrain menée par le Pacific Northwest National Laboratory (PNNL)³⁶ a fourni une analyse indépendante de cette technologie, dont les résultats ont démontré une réduction de la consommation d'énergie annuelle normalisée des unités de toit variant entre 22 % et 90 %, avec une moyenne de 57 % pour toutes les unités.
- **Ajouter un contrôle au compresseur pour diminuer le temps de fonctionnement** : Pour ce qui est des unités de toit plus petites que 17 kW, des contrôleurs intégrés qui réduisent la consommation d'énergie pour la climatisation de l'air sont disponibles. Ces appareils contrôlent les cycles du compresseur pour diminuer le temps de fonctionnement tout en continuant

³⁶ Advanced Rooftop Control (ARC) Retrofit: Field Test Results.
npl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-22656.pdf (en anglais seulement).

1 PARTIE

Le Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) a créé un calculateur comparatif d'unités de toit (pnnl.gov/uac/costestimator/main.stm [en anglais seulement]), qui permet de comparer l'équipement à haute efficacité avec l'équipement standard relativement au coût du cycle de vie.

Cet outil de calcul en ligne fournit des estimations relatives au coût du cycle de vie, à la période de récupération, au rendement du capital investi et au rapport économies-investissements. Les simulations utilisent des emplacements aux États-Unis pour les conditions météorologiques; cependant, dans le cas des emplacements canadiens ayant les mêmes zones climatiques, l'outil peut fournir une estimation raisonnable de l'analyse coûts-avantages.

à offrir la capacité de refroidissement attendue de l'unité. Les systèmes de climatisation de l'air sont habituellement conçus pour répondre aux conditions de charge de pointe, plus une marge de sécurité, et fonctionnent continuellement jusqu'à ce que le point de consigne de température de la pièce est atteint. Cependant, dans la majorité des conditions opérationnelles, le rendement maximal n'est pas requis, et le système est surdimensionné pour la charge. De simples contrôleurs qui détectent la saturation thermodynamique de l'échangeur de chaleur éteignent le compresseur pour éviter le surrefroidissement. L'expérience de l'industrie a démontré qu'on peut faire des économies d'énergie de refroidissement de 20 % en moyenne.

- **Ajouter un registre d'économiseur :** Certains modèles d'unités de toit peuvent fonctionner avec un registre d'économiseur en tant qu'option du fabricant, afin de permettre de tirer profit du « refroidissement naturel » lorsque les conditions de l'air extérieur le permettent. (Pour de plus amples renseignements, consultez la phase [Commissioning des bâtiments existants](#).) Dans les cas où le registre n'était pas inclus dans le choix du produit original, l'ajout d'un économiseur permettra des économies d'énergie. S'il est impossible de poser un économiseur sur l'unité existante dans le cadre des travaux de réaménagement, il faut considérer un remplacement de l'unité de toit.
- **Modifier les commandes pour effectuer une purge matinale durant la saison de refroidissement :** Durant la saison de refroidissement, refroidissez le bâtiment au préalable avec de l'air extérieur à 100 % (lorsque les conditions le permettent) avant de démarrer le système de refroidissement mécanique. C'est le rôle du contrôleur, qui capte les conditions acceptables de l'air extérieur et achemine un signal prioritaire au registre d'air extérieur ou de l'économiseur pour activer l'ouverture complète. Durant ce mode opérationnel, la récupération de chaleur doit être désactivée pour tirer profit de ce refroidissement naturel.
- **Modifier les commandes pour fermer les registres d'air extérieur lors du réchauffement matinal durant la saison de chauffage :** Pour économiser de l'énergie, l'abaissement du point de consigne de la température des pièces pendant les périodes d'inoccupation au moyen de contrôles constitue une pratique courante. La température reprend le point de consigne pour la période d'occupation avant l'arrivée des occupants. Durant cette période de réchauffement, assurez-vous que les registres d'air extérieur sont complètement fermés. Ce geste permet d'économiser de l'énergie en chauffant l'air recirculé plutôt que l'air extérieur, plus froid.

L'analyse de rentabilisation se présente souvent favorable au **remplacement** des unités de toit existantes par de nouvelles unités à haute efficacité. Compte tenu du potentiel d'économies combinées sur le chauffage et le refroidissement de 50 % ou plus, il peut parfois être rentable de remplacer les unités de toit avant la fin de leur durée de vie attendue.

1 PARTIE

■ **Remplacer les unités de toit** : Le remplacement d'une unité de toit existante procurera de nombreux gains d'efficacité, surtout lorsque les unités à haute efficacité comportent des spécifications concernant les ventilateurs et les compresseurs à vitesse variable, la récupération d'énergie et le chauffage à condensation. Les unités de toit sont dimensionnées selon leur capacité de refroidissement (en kilowatts ou en tonnes), leurs capacités de chauffage nominales étant déterminées en fonction de cette capacité de refroidissement. Il faut apporter une attention particulière aux spécifications des produits afin de déterminer les options de combustion des gaz à haut rendement. Le remplacement des unités de toit existantes par une nouvelle génération d'unités avancées procurera de nombreux gains d'efficacité et un confort accru des occupants grâce à un meilleur contrôle. Des percées importantes sur le plan du rendement des unités de toit ont été effectuées depuis 2011. Lors de la sélection d'équipement d'unité de toit, il est important de comprendre que les gains primaires d'efficacité proviennent de la récupération d'énergie et du contrôle de la demande, puis de l'efficacité du refroidissement, du chauffage et du moteur. De plus, lorsque vous considérez un remplacement de l'équipement, sa capacité devrait être revue pour s'assurer qu'elle sera appropriée. Voici quelques-unes des caractéristiques offertes par les unités de toit avancées de nouvelle génération :

- ▶ boîtiers isolés pour une efficacité énergétique et une acoustique améliorées;
- ▶ contrôle du chauffage multiétage ou à modulation avec taux de variation de débit de 10:1;
- ▶ moteurs de ventilateur à commutation électronique à vitesse variable;
- ▶ compresseurs à vis à vitesse variable offrant une efficacité supérieure à charge partielle;
- ▶ récupération de chaleur et d'énergie provenant de l'air évacué;
- ▶ contrôle de la ventilation selon la demande à l'aide de capteurs de CO₂;
- ▶ option de thermopompe;
- ▶ SEER jusqu'à 16,8; IEER jusqu'à 21;
- ▶ surveillance à distance de la consommation d'énergie et des opérations.

Les unités de toit à condensation avec un AFUE jusqu'à 94 % sont une considération particulière pour les bâtiments dans des zones climatiques très froides. Peu de fabricants offrent ce type d'équipement, lequel n'est pas muni de caractéristiques de refroidissement à haute efficacité, telles qu'un SEER de 16,8 et un IEER de 21. Actuellement, il n'existe pas de fabricant qui fournit une unité de toit à la plus haute efficacité de chauffage et de refroidissement.

Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec deux exemples de telles améliorations.

Les nouvelles unités de toit devraient être dotées d'un système de **récupération d'énergie**. Par exemple, les roues thermiques à récupération d'énergie ou les roues enthalpiques assurent la récupération de la chaleur sensible et latente de l'air évacué, puis son transfert vers l'air plus frais et généralement plus sec arrivant de la ventilation. Les roues thermiques à récupération d'énergie tendent à avoir un bon rendement de récupération de chaleur, grâce à un facteur d'efficacité situé entre 60 % et 72 % pour la chaleur sensible et entre 50 % et 60 % pour la chaleur latente.

1 PARTIE

Équipement des chambres

En moyenne, les dépenses énergétiques des hôtels américains interrogés s'élèvent à 2 196 \$ par chambre par année³⁷. Le pourcentage de la consommation totale d'énergie d'une installation varie en fonction des services offerts par l'hôtel. Dans les hôtels ou les motels offrant des services limités, les conditionneurs d'air intégrés locaux (CAIL) pourraient consommer 50 % ou plus de l'énergie totale. En ce qui concerne les hôtels offrant des services complets, tels un restaurant, des salles de conférence et un spa, l'effet des CAIL se fait moins sentir, mais ils demeurent une occasion de réaliser des économies d'énergie.

L'ampleur des économies d'énergie qu'il est possible de réaliser dépend en grande partie de la durée d'occupation réelle d'une chambre. Il est possible qu'un hôtel ait loué la totalité de ses chambres, mais les clients n'y passent en moyenne que 50 % de leur séjour dans leur chambre³⁸. Pendant les périodes d'inoccupation, il n'est pas nécessaire de maintenir la température des chambres dans l'écart normal pour les périodes d'occupation. Il est ainsi possible de diminuer les charges de chauffage et de refroidissement. En utilisant des capteurs d'occupation et en contrôlant la température en fonction de celle-ci, on peut réaliser des économies d'énergie de 25 % à 44 % par chambre selon des études commanditées par l'industrie³⁹.

Les CAIL constituent les dispositifs de chauffage et de refroidissement les plus courants dans les chambres. Contrairement à ce que leur nom indique, ils sont munis d'un système de chauffage par résistance électrique ou sont configurés pour servir de thermopompes. La plupart des appareils installés au Canada sont dotés d'un système de chauffage par résistance électrique. La grande popularité des CAIL s'explique par leur facilité d'installation, par leur faible coût en capital, par leur utilisation simple et par le fait qu'ils exigent peu d'entretien. Pour économiser de l'énergie, vous pouvez remplacer les modèles plus anciens par des CAIL neufs plus efficaces ou adapter les appareils existants pour ajouter des capteurs d'occupation ou les unités existantes peuvent être munies de points de contrôle et reliées au système de gestion de l'énergie.

Les CAIL devraient également disposer d'un contrôle de l'humidité. Généralement, lorsque la température ambiante correspond aux réglages optimaux, mais que l'humidité relative dépasse 60 %, une commande prioritaire se déclenche afin de permettre la circulation d'air frais déshumidifié par le CAIL.

³⁷ energystar.gov/sites/default/files/buildings/tools/SPP%20Sales%20Flyer%20for%20Hospitality%20and%20Hotels.pdf (en anglais seulement)

³⁸ Selon le *Hotel Guest Room Energy Controls Final Report* publié par San Diego Gas & Electric dans le cadre du *Emerging Technologies Program*, les taux d'occupation réelle moyens du groupe à l'étude variaient de 44 % à 53 %. cltc.ucdavis.edu/sites/default/files/files/publication/2008_sdge_hotel_energy_controls.pdf (en anglais seulement).

³⁹ seedengr.com/documents/IncreasingEnergySavingswithHotel-RoomAutomation.pdf (en anglais seulement)



PARTIE 1

Liste des mesures relatives au chauffage et au refroidissement (équipement des chambres)

- ✓ Commencer avec les mesures de premier ordre
- ✓ Installer des capteurs d'occupation
- ✓ Employer un système de gestion de l'énergie pour contrôler les conditionneurs d'air intégrés locaux
- ✓ Remplacer les conditionneurs d'air intégrés locaux par des modèles à haute efficacité
- ✓ Remplacer les conditionneurs d'air intégrés locaux par des dispositifs reliés à la chaudière centrale

- **Commencer avec les mesures de premier ordre :** Vous pouvez optimiser les CAIL en nettoyant les serpentins régulièrement et en vérifiant qu'il n'existe aucun espace entre les appareils et l'enveloppe du bâtiment. Pour de plus amples renseignements, consulter la phase [Commissioning des bâtiments existants](#).
- **Installer des capteurs d'occupation :** Vous pouvez munir les CAIL de capteurs d'occupation sans fil et d'un panneau de commande afin de programmer un ajustement de la température lorsque la chambre est vide. Une trousse de réaménagement type comprend un dispositif à piles muni d'un capteur d'occupation à lumière infrarouge et d'un thermomètre sensible à la température ambiante. Le panneau de commande se branche dans la prise 120/240 V du CAIL, qu'on connecte également au panneau. Ce dernier dispose d'une antenne qui reçoit les signaux du capteur.

Lorsqu'une chambre est inoccupée, sa température pourra varier hors du point de consigne d'occupation. Au moment où la température ambiante dépasse le point de consigne d'inoccupation, le capteur envoie un signal qui fait démarrer le CAIL, qui fonctionnera jusqu'à l'atteinte de cette valeur.

Lorsque le client est présent, ce dernier peut régler le panneau de commande et désactiver le thermomètre sans fil. Le client peut ainsi déterminer à quel point il veut chauffer ou refroidir la pièce. Le client exerce un contrôle total sur la température de la pièce dans les limites autorisées par le panneau de commande du CAIL. Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.

- **Employer un système de gestion de l'énergie pour contrôler les conditionneurs d'air intégrés locaux :** Pour exercer un contrôle plus grand sur la température des chambres, on relie le thermostat de ces dernières au système de contrôle automatique de bâtiment. Les systèmes de ce genre comportent des capteurs d'occupation et sont reliés au système de réservation des chambres.

1 PARTIE

Ainsi, il est possible de régler la température lorsqu'une chambre n'est pas réservée, puis de modifier le point de consigne une heure avant l'arrivée prévue du client et lorsqu'elle est occupée. Le tableau 9 présente une programmation type des points de consigne qui montre comment configurer les remises des points de consigne de la température de manière à trouver un équilibre entre les économies d'énergie et le confort du client à son arrivée.

Tableau 9. Exemple de programmation des points de consigne de la température d'une chambre d'hôtel

Mode	Point de consigne de chauffage	Point de consigne de refroidissement
Occupée ⁴⁰	20 °C	24 °C
Inoccupée (chambre réservée ou arrivée prévue dans une heure)	19 °C	25 °C
Inoccupée (chambre non réservée)	18 °C	26 °C

Thermopompes intégrées locales (TIL)

Les TIL constituent une autre option envisageable. Portant également le nom de CAIL à thermopompe, elles chauffent l'air grâce à un système de réfrigération à cycle inversé et comportent une source de chaleur d'appoint. À l'heure actuelle, la source d'appoint la plus fréquente pour les CAIL est un système de chauffage par résistance électrique. Cependant, les TIL comportant une source de chaleur d'appoint réduisent la consommation énergétique de chauffage d'environ 30 %⁴¹ comparativement aux CAIL standards. Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.

- **Remplacer les conditionneurs d'air intégrés locaux par des modèles à haute efficacité :** Au cours des dernières années, on a amélioré l'efficacité des CAIL. Il se peut que l'EER de refroidissement de modèles de plus de 10 ans s'établisse à 5,0 ou 6,0. Avec le temps, un appareil peut devenir moins efficace, au point où son EER opérationnel réel soit de 3,0 ou de 4,0. L'efficacité s'est améliorée sur les plans suivants :
 - ▶ remplacement des compresseurs rotatifs par des modèles à vis ou rotatifs à vitesse variable;
 - ▶ échangeurs de chaleur disposant d'une surface plus importante ou dont les caractéristiques permettent des transferts plus efficaces (comportant des microcanaux ou des microrainures) pour une meilleure efficacité de refroidissement et de chauffage;
 - ▶ amélioration du rendement et réduction du niveau sonore des ventilateurs, ce qui permet une meilleure ventilation, diminue la consommation d'énergie et procure un plus grand confort acoustique;
 - ▶ amélioration des isolants et des produits d'étanchéité, ce qui diminue les transferts de chaleur inutiles aux murs environnants;
 - ▶ capteurs d'occupation intégrés et interface de gestion d'énergie facultative.
- **Remplacer les conditionneurs d'air intégrés locaux par des dispositifs reliés à la chaudière centrale :** Le remplacement des CAIL par des dispositifs reliés à la chaudière centrale nécessite une restructuration importante, un espace suffisant sur le toit ou dans la salle mécanique pour loger l'équipement ainsi que

⁴⁰ Réglages par défaut que le client peut modifier.

⁴¹ Les impacts ont été évalués au moyen d'un modèle interne écoénergétique d'Arborus Consulting.



1 PARTIE

des réaménagements intérieurs pour poser les conduits de distribution. Il faut également installer une chaudière centrale de secours pour que le bâtiment puisse rester ouvert lorsqu'on doit effectuer de l'entretien ou des réparations. En fonction du système choisi, la chaudière centrale pourra récupérer de la chaleur si le chauffage et le refroidissement du bâtiment sont simultanés, atteindre un coefficient de rendement plus élevé pendant la saison de chauffage, être raccordée à des unités qui ne percent pas l'enveloppe du bâtiment dans chaque pièce (réduisant ainsi les infiltrations d'air) et être connectée de manière efficace aux sources d'énergie qui seront installées à l'avenir, comme un système géothermique. Deux dispositifs reliés à la chaudière centrale méritent qu'on s'y attarde : les ventilo-convecteurs à quatre tubes et les thermopompes à DRV.

Ventilo-convecteurs à quatre tubes

Généralement, les ventilo-convecteurs à quatre tubes comportent un refroidisseur central, une chaudière et un système de distribution comportant une canalisation quadruple, soit deux conduits d'alimentation en eau refroidie ou chaude et deux de retour. Le ventilo-convecteur de chaque chambre comporte un serpentín de chauffage et de refroidissement pour qu'il soit possible de commander ces fonctions indépendamment au besoin. Lorsque le chauffage et le refroidissement du bâtiment se font simultanément, toute récupération de chaleur se produit dans la salle mécanique où se trouvent le refroidisseur et la chaudière. Puisque les ventilo-convecteurs ne comprennent pas de compresseur, ce type de système est moins bruyant et exige un entretien moins important.

Thermopompes à débit de réfrigérant variable (DRV)

Les systèmes à DRV se composent de thermopompes distribuées qui répondent aux besoins de conditionnement d'air de chaque chambre. Ils peuvent être configurés pour fournir de la chaleur dans certaines chambres et rafraîchir d'autres simultanément, une fonctionnalité requise par plusieurs hôtels durant les saisons intermédiaires. Par exemple, le côté sud d'un bâtiment peut jouir de gains de chaleur, et donc nécessiter un refroidissement, tandis que le côté nord nécessite un chauffage. Grâce à un système à DRV à tuyau triple, le rejet de chaleur est transféré aux zones nécessitant de la chaleur. Les systèmes à DRV sont 25 % plus efficaces que les systèmes de CVCA traditionnels; cependant, étant donné qu'ils dépendent exclusivement de l'électricité, généralement plus dispendieuse que le gaz naturel, une analyse des coûts-avantages devrait être réalisée pour déterminer si un système à DRV s'agit d'une option viable pour votre installation.

Eau chaude domestique

Le chauffage de l'eau chaude domestique représente 20 % de l'énergie utilisée dans les hôtels et motels canadiens, il s'agit donc d'une charge relativement importante. Heureusement, il y a de nombreuses occasions d'économiser l'énergie.

1 PARTIE

Idées brillantes!

Le Listel Hotel à Vancouver comporte 20 capteurs solaires qui sont liés à une pompe géothermique et un système de récupération de chaleur, ainsi qu'à une thermopompe air-eau de 20 tonnes. L'eau chauffée à l'énergie solaire est entreposée dans un réservoir d'une capacité de 4 500 litres et sert principalement à préchauffer l'eau chaude domestique. Ce système permet de réduire d'environ 30 % l'utilisation du gaz naturel. La période de récupération estimée était de moins de six ans, selon une hausse annuelle estimée de 5 % du prix du gaz naturel et tenant compte d'une subvention provenant de l'Initiative écoÉNERGIE pour le chauffage renouvelable.

Source : The Listel Hotel, thelistelhotel.com/about.html (en anglais seulement)

Liste des mesures relatives au chauffage et au refroidissement (eau chaude domestique)

- ✓ Installer des aérateurs et des pommes de douche à débit réduit
- ✓ Isoler les conduits d'eau chaude domestique
- ✓ Préchauffer l'eau domestique à l'aide de la technologie de la thermie solaire
- ✓ Remplacer la chaudière ou le chauffe-eau par une unité plus efficace

■ **Installer des aérateurs et des pommes de douche à débit réduit :** Les robinets et les pommes de douche à débit réduit permettent de réduire la consommation d'eau chaude. L'installation des appareils sanitaires à consommation d'eau réduite est la mesure la moins coûteuse pour réduire la consommation d'énergie, et les remplacements peuvent être effectués facilement par le personnel d'entretien. Parmi les produits offerts, certains ont des débits aussi faibles que 0,95 l/min pour ce qui est des robinets et 4,7 l/min pour ce qui est des pommes de douche. Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.

■ **Isoler les conduits d'eau chaude domestique :** Les niveaux minimums d'isolation pour les conduits d'eau chaude dans des bâtiments neufs sont énoncés dans le CNÉB et peuvent servir de lignes directrices aux projets de réaménagement. L'épaisseur de l'isolant est déterminée en fonction du diamètre du conduit et des conditions ambiantes des lieux, en utilisant une fourchette prescrite de valeurs de conductivité de l'isolation. Par exemple, le tableau 10 indique l'épaisseur de l'isolant pour un conduit d'un diamètre de 25 mm (1 po).

Tableau 10 : Épaisseur minimale d'isolant pour les conduits d'eau chaude domestique (CNÉB 2011 et 2015)

Lieu	Valeur U de l'isolant	Épaisseur minimale
Espace conditionné	0,035–0,040	25,4 mm
Non-conditionné ou extérieur	0,046–0,049	63,5 mm

■ **Préchauffer l'eau domestique à l'aide de la technologie de la thermie solaire :** Pour ce qui est des hôtels et des motels situés dans les régions qui ont une disponibilité d'ensoleillement adéquate, les systèmes de chauffe-eau solaires peuvent être conçus pour répondre à la demande d'eau chaude domestique dans une mesure de 50 % à 60 %. Dans certaines régions, cette réponse peut même atteindre près de 80 %.

1 PARTIE

Les capteurs solaires pour le chauffage de l'eau domestique se présentent sous deux formes : plats et à tube sous vide.

- Les capteurs plats (figure 21) consistent en un absorbeur en métal peint raccordé à des tuyaux de cuivre où s'écoule l'eau ou un liquide de transfert de chaleur. L'absorbeur et les tuyaux sont encastrés dans un cadre de métal, entouré d'une épaisse couche d'isolant pour aider à retenir la chaleur collectée, protégés par un panneau de verre, qui crée un espace d'air isolant.

Figure 21. Capteurs plats

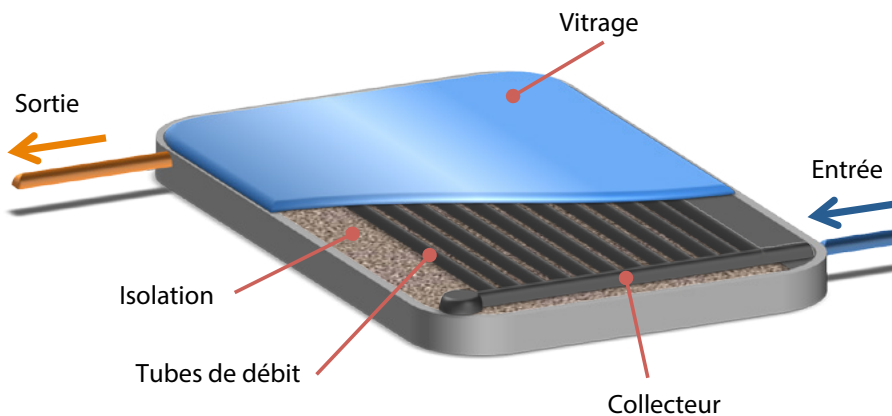


Photo fournie par Claudette Poirier, Vancouver Island Health Authority

- Les capteurs à tube sous vide (figure 22) se composent de caloducs entourés de tubes de verre sous vide. Chaque tube fonctionne comme une bouteille isolante, l'espace d'air évacué entourant le caloduc fournissant un isolant presque parfait et offrant un captage de l'énergie solaire hautement efficace dans des conditions de températures d'air extérieur froid.

Figure 22. Capteurs à tube sous vide

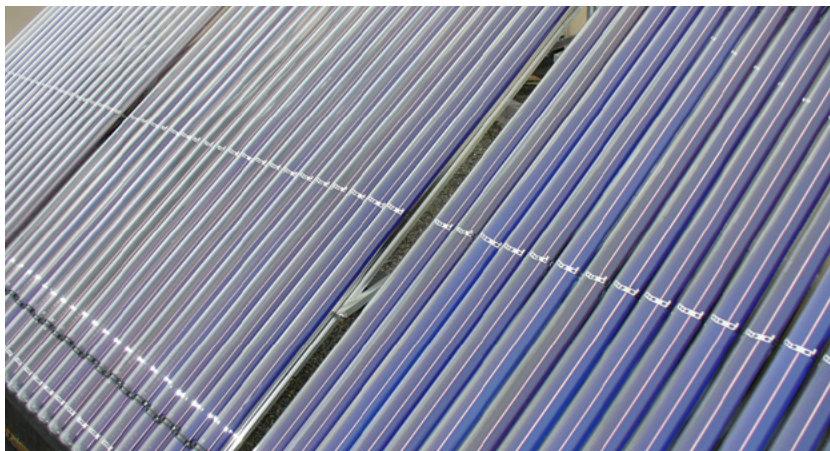


Photo fournie par Claudette Poirier, Vancouver Island Health Authority

En 2011, 57 **capteurs solaires à tube sous vide** ont été installés sur le toit du Travelodge Hotel Saskatoon. L'énergie thermique captée sert à chauffer la piscine de l'hôtel et l'eau chaude domestique pour l'équivalent de 25 % des chambres de l'hôtel.

Source : Green Lodging News, greenlodgingnews.com/travelodge-hotel-saskatoon-installs-57-solar-collectors (en anglais seulement)

1 PARTIE

Les tubes sous vide peuvent coûter autour de 20 % à 40 % plus cher que les capteur plats. Cependant, le prix à lui seul ne devrait pas servir à déterminer quel capteur choisir. Le rendement à l'année des deux options de capteurs peut être comparé au moyen d'une simulation. Sous les climats froids, le coût par gigajoule de chaleur fournie par les capteurs à tube sous vide reviendra en général moins cher.

- **Remplacer la chaudière ou le chauffe-eau par une unité plus efficace :** Les chaudières et les chauffe-eau de plus de 20 ans fonctionnent à des efficacités situées entre 60 % et 80 %. Ils peuvent être remplacés par de nouvelles unités qui atteignent une efficacité aussi élevée que 95 % dans le cas des systèmes à condensation. Consultez les [Lignes directrices pour l'analyse de rentabilité](#) pour obtenir de l'information sur les coûts et les avantages en lien avec un exemple d'une telle amélioration.

IMPORTANT : La gestion de la Legionella dans les systèmes d'eau chaude et d'eau froide

La bactérie Legionella se trouve fréquemment dans l'eau et peut se multiplier là où les substances nutritives sont disponibles et lorsque les températures se situent entre 20 °C et 45 °C. La bactérie reste dormante sous 20 °C et ne survivra pas au-dessus de 60 °C. La maladie du légionnaire est un type de pneumonie potentiellement fatale, contractée en inhalant des gouttelettes d'eau en suspension dans l'air contenant la bactérie Legionella viable.

Le risque de contracter la bactérie peut être contrôlé au moyen de la température de l'eau. Le stockage de l'eau chaude devrait atteindre au moins 60 °C. L'eau chaude devrait être distribuée à 50 °C ou plus (à l'aide de vannes mélangeuses à trois voies thermostatiques pour prévenir l'ébullition). Ces critères de température devraient être respectés au moment de concevoir tout réaménagement à votre système d'eau chaude domestique.

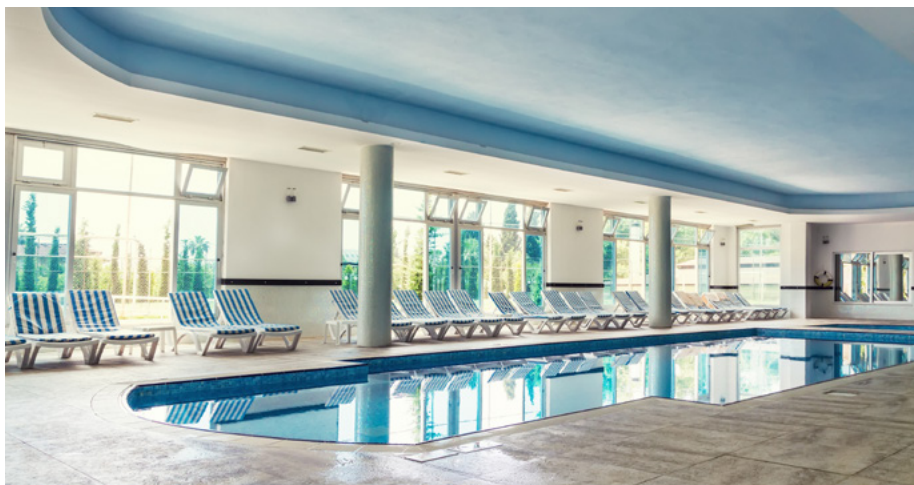
Pour en savoir plus, consultez *American Society of Plumbing Engineers (ASPE) 2005 Data Book - vol.2*, chap. 6 - Domestic Water Heating Systems Fundamentals.

Piscines et spas

Les piscines et les spas intérieurs, parfois appelés des natatoriums, consomment une quantité importante d'énergie. Les études réalisées par le Smart Energy Design Assistance Center⁴² démontrent que la consommation d'énergie dans les natatoriums est principalement attribuable aux systèmes de ventilation, de déshumidification, de pompage et de chauffage de la piscine.

⁴² smartenergy.illinois.edu/fact-sheets-building-type/pools (en anglais seulement)

Figure 23. Piscine d'hôtel



Toutes les piscines intérieures sont munies d'un système de déshumidification qui mise sur la réfrigération pour entraîner la condensation de l'humidité se trouvant dans l'air en circulation. Les systèmes de déshumidification jouent un rôle essentiel dans la protection des éléments du bâtiment et dans la prévention de la formation de moisissures. Il existe des systèmes intégrés qui récupèrent la condensation pour l'eau d'appoint de la piscine et pour réchauffer le flux d'air ou l'eau de la piscine.

Liste des mesures relatives au chauffage et au refroidissement (piscines et spas)

- ✓ Utiliser une bâche de piscine pendant les heures d'inoccupation
- ✓ Minimiser le débit de ventilation
- ✓ Optimiser les niveaux d'humidité
- ✓ Maintenir la température de la piscine à un maximum de 26 °C
- ✓ Déshumidifier en récupérant la chaleur
- ✓ Remplacer les pompes de filtration par des modèles de haute efficacité
- ✓ Remplacer les pompes de filtration par des pompes à vitesse double ou variable
- ✓ Utiliser l'énergie solaire pour chauffer l'eau chaude domestique et la piscine

■ **Utiliser une bâche de piscine pendant les heures d'inoccupation :** Les piscines perdent de l'énergie de trois façons, soit par l'évaporation (70 %), la ventilation (27 %) et diverses pertes du système (3 %). La façon la plus efficace d'économiser de l'énergie est de réduire l'évaporation en recouvrant la piscine d'une bâche pendant les périodes d'inoccupation.

1 PARTIE

Pertes d'énergie causées par l'évaporation⁴³

Prenons comme exemple une installation aquatique comprenant une piscine de 25 mètres par 20 mètres, qui présente une humidité relative de 50 % et dont les températures de l'eau et de l'air intérieur sont de 26 °C (80 °F) et de 28 °C (82 °F), respectivement. Dans ces conditions, environ 98 litres d'eau et 66 kWh d'énergie sont perdus par heure. Le déploiement d'une bâche pour couvrir la piscine pendant les heures d'inoccupation élimine pratiquement toutes les pertes d'énergie dues à l'évaporation, ce qui réduit la charge sur les systèmes de déshumidification et de chauffage d'eau de la piscine.

⁴³ Illinois Smart Energy Design Assistance Center. Mai 2011. *Energy Smart Tips for Swimming Pools*.

1 PARTIE

- **Minimiser le débit de ventilation :** La norme ASHRAE 62.1 recommande un taux minimum à l'extérieur de 2,29 l/s/m² (0,45 cfm/pi. ca.) de superficie de la piscine et de la terrasse autour⁴⁴. La norme exige également une ventilation supplémentaire pour la déshumidification, au niveau recommandé de quatre à six renouvellements d'air par heure. Les piscines intérieures nécessitent une déshumidification constante et les ventilateurs de circulation doivent être utilisés de façon à maintenir un niveau d'humidité acceptable. Cependant, la ventilation de l'air extérieur est requise uniquement pendant les périodes d'occupation. Lors des périodes d'inoccupation, le registre d'air extérieur peut être fermé afin de conserver l'énergie. Il est aussi recommandé de maintenir une pression légèrement négative dans le natatorium afin d'éviter que l'air chaud et humide se rende dans l'ensemble du bâtiment et que les odeurs provenant de la piscine s'infiltrerent dans les espaces adjacents.
- **Optimiser les niveaux d'humidité :** ASHRAE recommande le maintien du taux d'humidité relative (HR) intérieure entre 40 % et 60 %. Un taux de HR inférieur à 50 % augmente le taux d'évaporation de l'eau de la piscine et de l'eau se trouvant sur la peau des occupants. Un taux supérieur à 60 % représente un risque de formation de moisissures et peut mener à la dégradation d'autres matériaux du bâtiment. Plus le besoin en déshumidification est important, plus la consommation d'énergie sera grande. Le taux de HR peut être réglé selon les conditions extérieures afin de minimiser la consommation d'énergie et de protéger l'enveloppe du bâtiment. Le maintien d'un taux de HR de 50 % établit un bon équilibre entre le confort des occupants, la protection de l'enveloppe du bâtiment et la conservation énergétique. Cependant, avec les taux d'humidité ambiante plus élevés pendant la saison estivale, la HR dans le natatorium peut monter jusqu'à 60 % afin de réduire la charge énergétique du système de déshumidification.
- **Maintenir la température de la piscine à un maximum de 26 °C :** ASHRAE recommande une température de l'eau de piscine dans un hôtel entre 26 et 29 °C. En maintenant la température de la piscine à 26 °C, on peut diminuer la consommation d'énergie nécessaire pour la chauffer.
- **Déshumidifier en récupérant la chaleur :** Plusieurs déshumidificateurs intégrés sur le marché permettent de rejeter la chaleur dans le flux d'air ou l'eau d'appoint de la piscine. Les systèmes peuvent être configurés pour servir de thermopompes, permettre une condensation normale ou procéder à une déshumidification par dessicant avec récupération de l'énergie. Si le déshumidificateur existant rejette la chaleur à l'extérieur, il serait judicieux de le modifier ou de le remplacer par un des modèles disposant de fonctions avancées et qui dominant couramment le marché.

⁴⁴ Taux établis en fonction de piscines qui ne comportent pas de gradins pour les spectateurs.



1 PARTIE

- **Remplacer les pompes de filtration par des modèles de haute efficacité** : La salubrité de l'eau des piscines dépend en grande partie du fonctionnement des pompes de filtration. Il faut constamment filtrer l'eau de la piscine d'un hôtel pour qu'elle demeure suffisamment propre. Pour économiser de l'énergie, il faut installer des pompes et des moteurs très efficaces et de capacité appropriée.
- **Remplacer les pompes de filtration par des pompes à vitesse double ou variable** : La fonction première d'une pompe de piscine est de faire circuler l'eau de piscine par un système de filtration. Bien souvent, les pompes installées ne disposent que d'une vitesse et sont surdimensionnées. Les pompes d'une piscine remplissent souvent plusieurs fonctions et en général on en choisit la capacité en fonction de la tâche la plus exigeante, notamment de faire passer l'eau dans le chauffe-piscine, donner leur puissance aux jets ou nettoyer la piscine. Toutefois, la plupart du temps, la pompe ne fait que filtrer l'eau. L'installation d'une pompe à vitesse variable permettra d'économiser de l'énergie, car il sera possible d'en régler la vitesse en fonction de la tâche à accomplir. De plus, une vitesse de pompage plus lente permet une filtration plus efficace.

Les pompes à double vitesse fonctionnent à pleine vitesse ou à vitesse moyenne, ce qui permet d'économiser la moitié de l'énergie d'une pompe à une vitesse. Les pompes à vitesse variable constituent le meilleur choix puisqu'elles entraînent des économies de 80 % comparativement aux pompes à une vitesse. De plus, elles sont moins bruyantes et nécessitent un entretien moins important⁴⁵.

- **Utiliser l'énergie solaire pour chauffer l'eau chaude domestique et la piscine** : Comme il est indiqué à la section portant sur [l'eau chaude domestique](#), les systèmes de technologie de la thermie solaire constituent une option écoénergétique viable dans les endroits où il y a suffisamment d'ensoleillement. Dans le cas où la récupération de chaleur lors de la déshumidification est insuffisante pour chauffer l'air ambiant et l'eau de la piscine, l'énergie solaire pourrait s'avérer la méthode la plus économique pour chauffer l'eau de la piscine pendant certains mois de l'année.

La conception des systèmes de technologie de la thermie solaire pour les piscines est tout à fait différente de celle pour l'eau domestique. Les systèmes pour les piscines sont généralement conçus en vue d'une utilisation saisonnière et ils consistent à faire circuler l'eau de la piscine dans des capteurs. Pour une utilisation durant toute l'année, les systèmes de technologie de la thermie solaire sont munis d'un capteur solaire à circuit à base de glycol qui emploie un échangeur de chaleur pour réchauffer l'eau de la piscine.

⁴⁵ cee1.org/content/cee-dives-swimming-pools (en anglais seulement)

1 PARTIE

Ressources naturelles Canada offre plusieurs ressources et conseils pour vous aider à améliorer l'efficacité énergétique de vos bâtiments.

- *Guide de recommissioning pour les propriétaires et les gestionnaires de bâtiments*
- *Guide des pratiques exemplaires en matière de gestion de l'énergie*
- *Guide sur la formation en gestion de l'énergie*
- *Améliorer le rendement énergétique de votre bâtiment : Introduction à l'analyse comparative énergétique*
- *L'analyse comparative énergétique*

Pour consulter ces documents et d'autres ressources, visitez notre site Web à rncan.gc.ca/energie/efficacite/batiments/13563.

Courriel : info.services@rncan-nrcan.gc.ca

Sans frais : 1 877 360 5500

HÔTEL FOUR SEASONS, VANCOUVER : UNE ÉTUDE DE CAS

PARTIE

L'hôtel Four Seasons de Vancouver a l'une des plus petites empreintes de carbone de tous les hôtels du Canada et il se classe parmi seulement 37 hôtels à l'échelle mondiale ayant reçu la cote la plus élevée (5 clés) dans le cadre du programme Clé verte de Green Key Global⁴⁶. Il s'agit en outre du seul établissement 5 étoiles selon le classement Forbes à avoir cette cote.

« Vous devez vous engager à l'économie d'énergie. Ces mesures font partie intégrante de votre routine quotidienne et de votre vie. Si vous n'êtes pas déterminé, votre objectif sera difficilement atteignable. »

– Priyan Jayetileke, directeur de l'ingénierie

L'hôtel Four Seasons a amorcé sa lancée vers une meilleure efficacité énergétique en 2008, alors qu'il soumettait sa candidature pour accueillir le congrès annuel du Green Meeting Industry Council. Les membres de ce conseil ont discuté avec le personnel avant de visiter l'hôtel.

« Après la visite, un des membres qui venait tout juste de finir une boisson gazeuse a demandé si elle pouvait suivre le chemin parcouru par la canette », a expliqué Priyan Jayetileke, directeur de l'ingénierie. « À cette époque, nous n'avions pas de programme de recyclage formel en place, elle a donc suivi notre employé qui a ramassé la poubelle pour aller la porter jusqu'à la benne à ordures. » Bien que cette situation a suscité de la gêne, le conseil a reconnu les initiatives écologiques que l'hôtel avait déjà entreprises ainsi que la volonté du personnel de faire encore plus d'efforts à l'avenir. La candidature de l'hôtel a été retenue pour accueillir le congrès et depuis, le Four Seasons est devenu un chef de file en matière de développement durable dans l'industrie de l'hébergement.

Chambre de l'hôtel Four Seasons de Vancouver, C.-B.

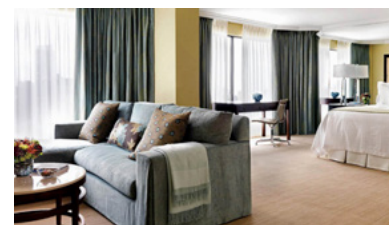


Photo fournie par l'hôtel Four Seasons

⁴⁶ Green Key Global est un organisme d'écocertification dont les programmes et les normes sont précisément conçus pour l'industrie des hôtels et des motels. [greenkeyglobal.com/french/](https://www.greenkeyglobal.com/french/)

PARTIE 2

Principaux avantages

- ✓ Le Four Seasons a économisé plus de 1,1 million de dollars en coûts énergétiques depuis 2012.
- ✓ Depuis cette année-là, il a réduit sa consommation d'électricité de plus de 10 000 MWh.
- ✓ En 2014, l'hôtel a diminué sa consommation de vapeur de 2,5 millions de livres.
- ✓ La même année, elle a également réduit ses émissions de gaz à effets de serre d'environ 195 tonnes, soit l'équivalent de la suppression de 4 100 voitures sur le réseau routier de manière permanente.

Obtenir de l'information

Le Four Seasons est membre du programme « Power Smart » de BC Hydro depuis de nombreuses années et du programme « Continuous Optimization » depuis 2012. Il est également membre du programme de classement écoénergétique Clé verte. Élaboré par l'Hotel Association of Canada, ce dernier offre du soutien à l'industrie en effectuant notamment des vérifications. Grâce à ces programmes, l'hôtel a pu disposer de plusieurs ressources lui permettant d'améliorer son rendement énergétique.

Dans le cadre du programme Power Smart, par exemple, BC Hydro a fourni les fonds nécessaires à l'embauche d'un ingénieur attitré. « Il a analysé les données sur la consommation énergétique amassées pendant trois ans pour dresser un portrait de la situation », a déclaré M. Jayetileke. « Il a interprété les données hivernales et estivales puis calculé la moyenne. »

M. Jayetileke fait également partie d'un groupe d'ingénieurs en chef travaillant pour des hôtels qui ont fait connaissance par l'entremise de la Vancouver Facilities Management Association, laquelle passe régulièrement en revue les données sur la consommation énergétique des hôtels de la ville puis compare leur rendement à ceux d'autres établissements de l'industrie.

Réaménagements

Selon M. Jayetileke, la période de récupération constitue souvent le facteur le plus déterminant lors de la planification de nouveaux projets. Il affirme toutefois que l'hôtel suit un processus semblable à celui que recommande RNCAN (évaluation, planification, mise en œuvre, entretien). Le rapport de vérification produit par BC Hydro en 2012 comprend 42 recommandations; l'hôtel en a mis en œuvre 23.

PARTIE

Le Four Seasons réalisait déjà d'importantes économies grâce à un système de chaudière hybride (au propane/électrique) installé dans son centre de villégiature à Whistler⁴⁷. L'hôtel a effectué un investissement de 250 000 \$ et la période de récupération était d'un an. À ce jour, l'hôtel a économisé plus de 2 M\$ en coûts énergétiques grâce au nouveau système. M. Jayetileke, qui avait supervisé le projet à Whistler, était d'avis qu'un système semblable serait tout aussi utile pour l'hôtel de Vancouver.

« À l'époque, le prix du gaz naturel était exorbitant et celui de l'hydroélectricité était faible », a expliqué M. Jayetileke. En 2009, un système de chaudière hybride (électrique/au gaz) a été installé à l'hôtel. Le défi consistait à trouver l'emplacement idéal pour ce système. « En fin de compte, nous l'avons installé au quatrième étage, près d'un transformateur électrique. Nous pouvons maintenant choisir entre ces deux sources énergétiques à notre gré, selon les prix du gaz et de l'hydroélectricité. Nous économisons ainsi en tout temps sur les coûts énergétiques. »

La majorité des appareils d'éclairage de l'hôtel (dans les chambres, le hall d'entrée, les espaces réservés au personnel, les corridors, les enseignes de sortie, etc.) a été remplacée par des DEL. Des détecteurs de mouvement ont également été installés dans les corridors réservés au service d'entretien et dans les lingerie des chambres.

Plusieurs autres mesures ont été prises, dont l'installation d'accessoires à débit réduit dans les chambres et un entraînement à vitesse variable sur chaque ventilateur de cuisine, ce qui a permis de réduire de plus d'un tiers la consommation énergétique des hottes.

Surveillance

Le Four Seasons mise sur deux programmes distincts pour surveiller la consommation d'énergie. Le premier programme, i-Vu, détermine les points pouvant être améliorés afin d'économiser de l'énergie. Le deuxième, PULSE Energy, surveille la consommation d'énergie au quotidien. À titre de membre des programmes énergétiques de BC Hydro, l'hôtel a accès à un logiciel permettant de faire le suivi de la consommation d'énergie. Ce logiciel fournit des données importantes pour la surveillance du rendement des systèmes en place. Il fournit par ailleurs de précieux renseignements à la haute direction, leur permettant de planifier leurs prochains investissements en matière d'efficacité énergétique.

« Les ingénieurs de quart se connectent à PULSE Energy tous les jours. Nous organisons une compétition quotidienne visant à déterminer quel ingénieur pourra gérer l'hôtel le plus efficacement sans en compromettre la fonction », a déclaré M. Jayetileke.

⁴⁷ Lorsque la chaudière a été installée, Whistler n'était pas encore desservi par une canalisation de gaz naturel.

PARTIE

M. Jayetileke encourage ses ingénieurs à faire appel à leur jugement personnel en matière de gestion énergétique, tant que leurs décisions ne compromettent ni le confort du personnel ni celui des clients. « Par exemple, j'ai commencé à jouer avec les paramètres de climatisation. Selon les paramètres initiaux, le système devait s'activer à 5 h 30, ce qui n'était pas nécessaire. La température de l'hôtel serait suffisamment fraîche pour assurer le confort de nos clients si nous l'activions plus tard. Nous pouvons toujours ajuster les paramètres de nos systèmes. »

Comment sont financés les réaménagements?

La rentabilisation est le facteur le plus important dont tient compte le Four Seasons lors du choix de mesures de réaménagement. La période de récupération moyenne pour la plupart des mesures mises en œuvre à cet hôtel est de trois ans.

« Nous disposons d'un fond d'investissement annuel, mais toute dépense au-delà de ce budget doit être soumise au comité de planification à des fins d'approbation, puis au directeur général, au vice-président et au siège social », a déclaré M. Jayetileke, qui affirme que ce fonds s'élève à environ 2 M\$ par année. « Je choisis des projets et je tente de les mettre en œuvre selon le budget dont je dispose, mais il devient de plus en plus difficile d'obtenir un quelconque financement. La seule façon de les convaincre [les cadres supérieurs] de mettre en œuvre des améliorations écoénergétiques est de leur montrer les bénéfices nets. Si je réussis à les persuader qu'un investissement leur permettrait d'épargner tant par année, j'obtiendrai le financement nécessaire. »

Engagement de la collectivité et des employés

Un comité vert composé d'un employé de chaque service se rencontre de façon régulière afin de discuter de questions énergétiques et de lancer de nouvelles idées, comme le compostage des résidus alimentaires.

« Nous avons des affiches pour rappeler à nos employés de faire certaines choses, comme éteindre les lumières. Par ailleurs, notre excellente équipe de sécurité vérifie toutes les lumières et m'avise par la suite », a affirmé M. Jayetileke. « Nous rappelons surtout aux employés qu'ils devraient faire à l'hôtel tout ce qu'ils font à la maison. »

En 2015, Vancouver a interdit les déchets organiques dans les sites d'enfouissement. « Cela nous a vraiment poussés à l'action », a déclaré M. Jayetileke. « L'un de nos employés a réorganisé la cafétéria afin que les déchets organiques soient dorénavant séparés des autres déchets. »

Chaque client reçoit une brochure qui présente les mesures et les programmes de développement durable de l'hôtel. Par ailleurs, les clients peuvent contribuer aux efforts de l'hôtel en participant au programme Eco-luxury. Des pierres sont ramassées le long de la plage et laissées dans chaque chambre. Lorsqu'un client laisse une pierre sur le lit, les membres des services d'entretien comprennent qu'ils ne doivent pas changer les draps ou les serviettes dans la chambre. L'année dernière, 11 % des clients ont participé au programme, ce qui a permis à l'hôtel de réaliser des économies d'environ 20 000 \$.

Le Four Seasons travaille en collaboration avec des organismes communautaires tels que le Manoir Ronald McDonald, Centraide, le Lion's Club et la Fondation Terry Fox. « Nous tentons de nous impliquer dans la communauté puisque la durabilité ne se résume pas à l'économie d'énergie. »

Conseils

Lorsqu'on lui a demandé ce qu'il aurait fait différemment s'il en avait eu l'occasion, M. Jayetileke a dit qu'il aurait développé des plans pluriannuels de gestion des actifs.

« J'aurais examiné tous les équipements importants et leurs critères d'utilisation, mais je n'ai pas eu le temps de le faire parce que la gestion de l'établissement occupait tout mon temps. » Selon lui, les programmes de services publics sont particulièrement utiles dans ce contexte : « Nous cherchions à établir une relation de conseil et l'apport de BC Hydro a été vital pour nous aider à accroître nos affaires. »

Pour d'autres propriétaires et directeurs d'hôtels, son conseil est très simple : l'engagement. « Vous devez vous engager. Même si vous n'êtes pas membre de la direction, vous devez être une force dirigeante pour assurer que les initiatives se réalisent. »

Il est essentiel que vos employés vous soutiennent et s'engagent dans vos démarches. « Lorsqu'ils voient les chiffres et qu'ils comparent ce qu'ils font au travail à ce qu'ils font à la maison, ils comprennent. Si vous ne vous engagez pas, vous ne pouvez pas demander aux autres de faire de même. »

PARTIE

Priyan Jayetileke, directeur de l'ingénierie, Four Seasons



Photo fournie par l'hôtel Four Seasons

« Lorsqu'un groupe décide de séjourner dans notre établissement, il veut savoir que nos activités sont durables. La durabilité est devenue un argument de vente convaincant. »

– Priyan Jayetileke

PARTIE 3

LIGNES DIRECTRICES POUR L'ANALYSE DE RENTABILITÉ

Tous les bâtiments et les projets de réaménagement sont uniques. Une évaluation des bâtiments devrait être effectuée par un vérificateur de la gestion énergétique professionnel avant de prendre une décision relative à des réaménagements. Consultez la section 2 du Module sur les principes afin d'obtenir des conseils sur la manière d'évaluer de façon indépendante l'analyse de rentabilité pour les mesures de réaménagement de votre installation.

Cette partie présente des renseignements généraux au sujet des coûts et des avantages de mesures de réaménagement données à partir d'exemples de réaménagement.

Méthodologie de l'analyse de rentabilité

L'information sur les coûts et les avantages a été calculée ou modélisée pour chaque mesure de réaménagement en utilisant des hypothèses d'ordre général pour les intrants. Afin d'obtenir une **estimation des économies annuelles**, les mesures de modernisation ont été analysées en fonction des conditions typiques que l'on retrouve dans un hôtel de 5 000 m² vieux de 30 ans. Des modèles énergétiques ont été créés avec l'outil eQUEST (Quick Energy Simulation Tool) v3.65 pour évaluer les répercussions qu'une mesure proposée pourrait entraîner dans l'ensemble du bâtiment au cours d'une année. Par exemple, les modèles de base se fondent sur les critères minimaux (p. ex. les valeurs U) du Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (CMNÉB) pour la conception de l'enveloppe du bâtiment, alors que les mesures pour l'enveloppe du bâtiment sont modélisées en fonction des exigences du Code national de l'énergie pour les bâtiments (CNÉB) 2011. Les modèles utilisent les données climatiques de Vancouver, d'Edmonton et de Montréal afin de refléter les conditions climatiques du Canada.

Pour effectuer l'**estimation des coûts** associés à chaque mesure, les données sur les coûts ont été tirées de guides des prix conformes au secteur et de discussions avec les fabricants. Dans la plupart des cas, les écarts des coûts entre les cas « standards » et « mis à niveau » (coût différentiel) sont présentés et employés dans l'analyse de rentabilité. Le coût complet est quant à lui énuméré afin d'offrir davantage de renseignements. Dans les cas où une option standard ne s'applique pas, seul le coût complet est considéré.



Enfin, pour établir la valeur actualisée nette (**VAN**), le taux de rendement interne (**TRI**) et une estimation de la **période de récupération simple**⁴⁸, des données sur les taux différentiels des services publics dans les trois villes mentionnées ci-dessus ont été recueillies⁴⁹. Aux fins de cette analyse, nous avons utilisé l'hypothèse que l'équipement existant serait remplacé à la fin de sa durée de vie utile. Veuillez noter qu'il pourrait être justifié d'envisager un remplacement précoce pour certaines mesures ayant un taux de rendement interne élevé.

Exemples de mesures

Le prix, les économies et le rendement financier sont présentés sous forme de tableau pour chaque exemple de mesure. Des hypothèses et des notes propres à chaque mesure sont fournies après chaque tableau.

Même si le rendement financier de certaines des mesures apparaissant ci-dessous est plutôt bas pour les cas analysés, cela ne signifie pas pour autant que ces mesures ne doivent pas être envisagées pour des cas précis ou dans le cadre d'un réaménagement complet. Il est utile d'évaluer un projet de réaménagements majeurs complet en effectuant une analyse de rentabilité pour le projet proposé dans son ensemble ou pour un ensemble de mesures interreliées.

Améliorations de l'éclairage

Remplacement des lampes incandescentes par des DEL (par luminaire)

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	0,7	7 \$	18 \$	219 \$	258,0 %	0,4
Edmonton	0,7	7 \$	15 \$	178 \$	210,9 %	0,5
Montréal	0,7	7 \$	11 \$	133 \$	160,5 %	0,6

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Fondé sur le remplacement de lampes MR16 de 50 W par des DEL de 11 W
- 13 heures/jour, 357 jours/année
- Les coûts d'un remplacement complet sont estimés à 12 \$ par luminaire

⁴⁸ Consultez la section 2, sur la planification de la gestion énergétique d'un bâtiment dans le module sur les principes pour obtenir la définition de la VAN, du TRI et de la période de récupération simple.

⁴⁹ Vancouver : 35,60 \$ par GJ d'électricité différentiel et 7,367 \$ par GJ de gaz naturel différentiel.
Edmonton : 29,10 \$ par GJ d'électricité différentiel et 5,296 \$ par GJ de gaz naturel différentiel.
Montréal : 22,10 \$ par GJ d'électricité différentiel et 10,399 \$ par GJ de gaz naturel différentiel.

Remplacement des panneaux Sortie à éclairage fluorescent par des panneaux à DEL (par panneau)

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	0,3	25 \$	9 \$	85 \$	36,4 %	2,9
Edmonton	0,3	25 \$	7 \$	65 \$	29,7 %	3,5
Montréal	0,3	25 \$	5 \$	43 \$	22,1 %	4,6

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Fondé sur le remplacement de lampes fluocompactes de 11 W par des DEL de 1 W
- 24 heures/jour, 365 jours/année
- Les coûts d'un remplacement complet sont estimés à 50 \$ par panneau

Remplacement de l'éclairage extérieur et du stationnement par un éclairage DEL (par luminaire)

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	5,1	165 \$	141 \$	1 621 \$	87,7 %	1,2
Edmonton	5,1	165 \$	115 \$	1 293 \$	71,9 %	1,4
Montréal	5,1	165 \$	88 \$	941 \$	55,0 %	1,9

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Fondé sur le remplacement de lampes à vapeur de sodium haute pression de 400 W par des DEL de 138 W
- 12 heures/jour, 365 jours/année
- Les coûts d'un remplacement complet sont estimés à 850 \$ par luminaire

Remplacement de l'éclairage de garage par un éclairage DEL (par luminaire)

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	2,9	120 \$	81 \$	899 \$	69,2 %	1,5
Edmonton	2,9	120 \$	66 \$	712 \$	56,8 %	1,8
Montréal	2,9	120 \$	50 \$	511 \$	43,4 %	2,4

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Fondé sur le remplacement de luminaires aux halogénures métalliques (HM) de 150 W par des DEL de 107 W
- 24 heures/jour, 365 jours/année
- Les coûts d'un remplacement complet sont estimés à 500 \$ par luminaire

Réduction des charges supplémentaires

Contrôles des distributeurs automatiques

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	2,1	220 \$	57 \$	506 \$	27,2 %	3,8
Edmonton	2,1	220 \$	47 \$	373 \$	21,8 %	4,7
Montréal	2,1	220 \$	36 \$	230 \$	15,7 %	6,2

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Équipement : capteurs d'occupation pour les distributeurs automatiques
- Cas de référence : aucun dispositif de contrôle
- Cas de cette mesure : capteurs d'occupation pour contrôler les lumières et le fonctionnement du compresseur

Isolation des murs, isolation de la bordure de la dalle, réduction des infiltrations

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	258,5	125 092 \$	5 963 \$	6 555 \$	4,4 %	21,0
Edmonton	343,8	129 412 \$	7 000 \$	25 116 \$	5,4 %	18,5
Montréal	309,9	125 332 \$	4 975 \$	-15 503 \$	3,1 %	25,2

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- La valeur de l'isolation des murs pour Vancouver est passée de RSI-1,233 (R-7) à RSI-3,170 (R-18).
- La valeur de l'isolation des murs pour Edmonton est passée de RSI-2,078 (R-11,8) à RSI-4,755 (R-27).
- La valeur de l'isolation des murs pour Montréal est passée de RSI-1,814 (R-10,3) à RSI-4,051 (R-23).
- La valeur de l'isolation de la bordure de la dalle est passée de nulle (aucune isolation) à RSI-1,409 (R-8) sur une épaisseur de 1,2 m.
- La valeur des infiltrations, qui était de 1 l/s par m² de surface de mur (0,2 pi. cu./min par pi. ca. de surface de mur), a été réduite à 0,2975 l/s par m² de surface de mur (0,0595 pi. cu./min par pi. cu. de surface de mur).

Isolation du toit

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	65,9	10 911 \$	1 676 \$	26 099 \$	17,1 %	6,5
Edmonton	62,6	11 089 \$	1 416 \$	20 179 \$	14,4 %	7,8
Montréal	42,8	10 624 \$	723 \$	5 339 \$	7,3 %	14,7

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- La valeur de l'isolation du toit pour Vancouver est passée de RSI-2,113 (R-12) à RSI-3,698 (R-21).
- La valeur de l'isolation du toit pour Edmonton est passée de RSI-3,452 (R-19,6) à RSI-6,173 (R-35).
- La valeur de l'isolation du toit pour Montréal est passée de RSI-3,452 (R-19,6) à RSI-5,464 (R-31).

Fenêtres

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	50,8	53 037 \$	1 235 \$	-25 776 \$	-0,3 %	42,9
Edmonton	96,0	53 525 \$	2 104 \$	-7 073 \$	3,0 %	25,4
Montréal	81,5	51 058 \$	1 357 \$	-21 110 \$	0,4 %	37,6

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- La valeur U des fenêtres est passée de 3,5 W/m²·°K (0,62 Btu/h-pi. ca.°F) à 2,0 W/m²·°K (0,35 Btu/h-pi. ca.°F).

Redimensionnement et remplacement des systèmes de chauffage et de refroidissement

Chaudières

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	62,1	3 437 \$	449 \$	2 237 \$	11,7 %	7,7
Edmonton	119,5	3 437 \$	621 \$	4 412 \$	18,1 %	5,5
Montréal	89,6	3 437 \$	915 \$	8 118 \$	27,7 %	3,8

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Équipement : chaudière (alimentée au gaz)
- Cas de référence : Rendement thermique de 80 %
- Cas de cette mesure : Rendement thermique de 97 %
- Les coûts d'un remplacement complet sont estimés à 13 387 \$

Unité de toit avec chauffage à condensation

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	265,9	45 932 \$	2 964 \$	-8 481 \$	1,3 %	15,5
Edmonton	414,9	45 932 \$	3 218 \$	-5 278 \$	2,4 %	14,3
Montréal	450,7	45 932 \$	4 985 \$	17 048 \$	8,6 %	9,2

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Applicabilité : idéal pour les zones climatiques CNÉB de 7A à 8, ainsi que pour les utilisations avec un apport d'air extérieur élevé
- Équipement : centrale de traitement de l'air de 35 kW (10 tonnes) sur le toit
- Cas de référence : efficacité du chauffage de 80 %, IEER de 12,1
- Cas de cette mesure : efficacité du chauffage de 91 %, IEER de 12,1, roue d'enthalpie, VSD, économiseur d'enthalpie double
- Les coûts d'un remplacement complet sont estimés à 66 410 \$

Unité de toit à haute efficacité

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	271,2	8 320 \$	3 663 \$	37 958 \$	45,8 %	2,3
Edmonton	421,3	8 320 \$	4 054 \$	42 897 \$	50,6 %	2,1
Montréal	444,1	8 320 \$	5 190 \$	57 246 \$	64,3 %	1,6

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Équipement : centrale de traitement de l'air de 35 kW (10 tonnes) sur le toit
- Cas de référence : efficacité du chauffage de 80 %, IEER de 12,1
- Cas de cette mesure : efficacité du chauffage de 81 %, IEER de 19,1, roue d'enthalpie, VSD, économiseur d'enthalpie double
- Les coûts d'un remplacement complet sont estimés à 28 798 \$

CAIL – chauffage électrique, capteurs d’occupation

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d’énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	184,3	32 500 \$	5 068 \$	31 534 \$	15,0 %	6,4
Edmonton	300,0	32 500 \$	6 733 \$	52 571 \$	21,1 %	4,8
Montréal	278,2	32 500 \$	4 737 \$	27 351 \$	13,7 %	6,9

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Équipement : capteurs d’occupation installés sur les CAIL
- Cas de référence : EER de 11,3, chauffage par résistance électrique, à commande manuelle
- Cas de cette mesure : capteurs d’occupation (remises du point de consigne) réglés avec 50 % d’occupation

Remplacement des CAIL par des thermopompes intégrées locales (TIL)

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d’énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	281,7	13 000 \$	7 747 \$	84 875 \$	61,5 %	1,7
Edmonton	261,1	13 000 \$	5 860 \$	61 040 \$	46,9 %	2,2
Montréal	260,9	13 000 \$	4 443 \$	43 129 \$	35,7 %	2,9

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Équipement : thermopompes intégrées locales pour les chambres, 2,6 kW (9 000 Btu/h), 65 unités
- Cas de référence : CAIL, EER de 11,3, chauffage par résistance électrique
- Cas de cette mesure : TIL avec COP de 3,6
- Les coûts d’un remplacement complet sont estimés à 91 000 \$.

Pommes de douche à débit réduit

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	57,2	975 \$	414 \$	4 251 \$	44,2 %	2,4
Edmonton	57,2	975 \$	297 \$	2 782 \$	31,8 %	3,3
Montréal	57,2	975 \$	584 \$	6 402 \$	61,8 %	1,7

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Équipement : pommes de douche à débit réduit installées dans 65 chambres
- Cas de référence : 9,5 litres par minute
- Cas de cette mesure : 4,7 litres par minute
- Les coûts d'un remplacement complet sont estimés à 2 275 \$

Eau chaude domestique

Ville	Économies annuelles estimées (GJ)	Coûts différentiels estimés	Économies annuelles sur les coûts d'énergie	VAN estimée	TRI estimé	Période de récupération simple différentielle (années)
Vancouver	114,3	5 290 \$	827 \$	5 153 \$	15,1 %	6,4
Edmonton	134,7	5 290 \$	700 \$	3 557 \$	12,0 %	7,6
Montréal	124,4	5 290 \$	1 270 \$	10 753 \$	24,8 %	4,2

Hypothèses et notes propres à la mesure :

- Équipement : chauffe-eau domestique (au gaz naturel) d'une capacité de 450 litres
- Cas de référence : rendement thermique de 80 %
- Cas de cette mesure : rendement thermique de 97 %
- Les coûts d'un remplacement complet sont estimés à 14 045 \$

4 PARTIE

MON INSTALLATION

La section qui suit fournit un résumé des mesures de réaménagement applicables aux hôtels et aux motels sous forme de questionnaire. Cet outil vient compléter ENERGY STAR Portfolio Manager en donnant une orientation sur la façon de fixer des objectifs d'amélioration en fonction de l'intensité énergétique (IE) du site; il n'existe pas actuellement de cote ENERGY STAR pour les hôtels et les motels canadiens.

Les prochaines étapes appropriées pour votre installation dépendront de votre IE :

- Si votre **IE se situe au-delà de la médiane nationale**, vous êtes probablement un bon candidat pour **investir** dans des réaménagements majeurs. En effet, des investissements dans des réaménagements majeurs en respectant une approche par phases auront vraisemblablement la plus grande incidence sur vos résultats.
- Si votre **IE se situe autour de la médiane nationale**, vous êtes probablement un bon candidat pour investir dans des **ajustements**. Les possibilités d'ajustement à votre installation peuvent impliquer une combinaison de mesures de réaménagements majeurs, des améliorations écoénergétiques moins complexes et des pratiques améliorées sur le plan de l'exploitation et de l'entretien.
- Si votre **IE se situe largement sous la médiane nationale**, vous devriez investir dans son **entretien**. En plus de maintenir votre rendement en vous concentrant sur l'optimisation continue des bâtiments, vous devriez évaluer périodiquement les possibilités de réaménagement majeur, surtout en ce qui a trait à la gestion de l'actif.

Le **questionnaire** est organisé par :

Phase des réaménagements : Chaque colonne de questions représente une phase précise des réaménagements. Les phases sont présentées de gauche à droite selon l'ordre de l'approche par phases recommandée dans les *Directives sur les réaménagements énergétiques majeurs* de RNCAN : Module sur les principes.

Intensité énergétique du site : Chaque colonne comporte des mesures représentées par des symboles de forme et de couleur uniques :

□ **ENTRETENIR**

○ **AJUSTER**

◇ **INVESTIR**

Les installations qui sont de bons candidats pour les investissements devraient considérer toutes les mesures; les installations qui sont de bons candidats pour les ajustements peuvent choisir de concentrer leurs efforts sur les mesures Ajuster ou Entretien; les installations souhaitant maintenir leur rendement peuvent décider de se concentrer principalement sur les mesures Entretien.

4

PARTIE

Instructions

1. Faites l'analyse comparative de votre installation à l'aide d'ENERGY STAR Portfolio Manager et déterminez votre IE.
2. Évaluez la nature des possibilités pour votre installation en répondant au questionnaire par oui, non ou sans objet. Le résultat devrait être une liste des possibilités pertinentes pour votre installation.
3. Consultez les sections du présent module pour en savoir plus sur les mesures pertinentes et confirmer leur applicabilité. Une fois que vous avez examiné ces détails, il se peut que vous trouviez que certaines possibilités ressorties dans cette liste devraient être marquées comme étant sans objet, ou qu'elles ne présentent aucun intérêt pour votre organisation.

Établissement des coûts rattachés aux mesures

Le rendement du capital investi pour des mesures précises varie considérablement en fonction de nombreux facteurs propres à l'installation et à son emplacement. Vous devriez toujours analyser les coûts et les économies en fonction de votre situation particulière. Cependant, les mesures marquées comme étant :

- ENTRETENIR** comportent en général des mesures à faibles coûts avec des périodes de récupération de moins de trois ans.
- AJUSTER** comportent en général des mesures à faibles ou moyens coûts avec des périodes de récupération pouvant aller jusqu'à cinq ans.
- INVESTIR** comportent souvent des mesures de remplacement à coûts élevés. Les périodes de récupération de ces mesures dépassent généralement cinq ans et, dans certains cas, peuvent devoir être justifiées par des travaux associés au renouvellement (p. ex. une amélioration de l'isolation du toit au moment de son remplacement en fin de vie utile). Ces mesures nécessitent dans l'ensemble des analyses financières détaillées pour assurer une bonne analyse de rentabilisation.

Mon installation – Résultats de l'analyse comparative

INTRANTS DE ENERGY STAR PORTFOLIO MANAGER

EXTRANTS DE ENERGY STAR PORTFOLIO MANAGER

CIBLES

Superficie brute : _____

IE du site : _____

IE du site ciblée : _____

IE à la source : _____

IE médiane de la propriété : _____

Hôtels/motels – Questionnaire sur les possibilités

CxBE	Amélioration de l'éclairage	Réduction des charges supplémentaires	Amélioration des systèmes de distribution de l'air	Redimensionnement et remplacement des systèmes de chauffage et de refroidissement
<input type="checkbox"/>	Les horaires de contrôle de l'éclairage et d'occupation correspondent-ils? [p. 8]	<input type="radio"/> L'équipement est-il éteint lorsqu'il n'est pas requis? [p. 23]	<input type="radio"/> Le chauffage a-t-il été éliminé des vestibules d'entrée? [p. 43]	<input type="radio"/> Les conduits de chauffage ont-ils été isolés? [p. 49]
<input type="checkbox"/>	Le système de traitement de l'air fonctionne-t-il selon un calendrier? [p. 9]	<input type="radio"/> Des contrôles ont-ils été ajoutés aux distributeurs automatiques? [p. 23]	<input type="radio"/> Des dispositifs de contrôle du CO ont-ils été ajoutés au système de ventilation du garage? [p. 44]	<input checked="" type="radio"/> Le système de contrôle des chaudières a-t-il été remplacé? [p. 48]
<input type="checkbox"/>	Les points de consigne de températures de zone sont-ils abaissés ou rehaussés durant les heures d'occupation? [p. 9]	<input type="radio"/> De l'équipement ENERGY STAR est-il utilisé, s'il y a lieu? [p. 23]	<input checked="" type="radio"/> Est-ce qu'il y a un système de VSD? [p. 42]	<input checked="" type="radio"/> Les valves d'étranglement du débit ont-elles été éliminées? [p. 48]
<input type="checkbox"/>	L'équipement de traitement de l'air est-il doté d'un économiseur en bon état pour permettre le refroidissement naturel? [p. 9]	<input type="radio"/> Un programme de sensibilisation des employés à la consommation d'énergie a-t-il été mis en œuvre? [p. 23]	<input checked="" type="radio"/> Le système à DAC de réchauffage multizone ou à deux conduits a-t-il été converti en système à DAV moderne? [p. 42]	<input checked="" type="radio"/> Les pompes ont-elles été remplacées par des unités de capacité appropriée? [p. 48]
<input type="checkbox"/>	La plage morte de températures de la zone est-elle suffisamment étendue? [p. 10]	<input checked="" type="radio"/> Les transformateurs ont-ils été remplacés par des modèles écoénergétiques? [p. 24]	<input checked="" type="radio"/> La capacité des ventilateurs et des moteurs est-elle appropriée? [p. 43]	<input checked="" type="radio"/> Les pompes des chauffe-eau sont-elles contrôlées par EVV? [p. 48]
<input type="checkbox"/>	La température de l'air d'alimentation est-elle réinitialisée en fonction des conditions extérieures? [p. 10]	Cuisine commerciale <input checked="" type="radio"/> De l'équipement ENERGY STAR est-il utilisé, s'il y a lieu? [p. 25]	<input checked="" type="radio"/> Un système de VSD a-t-il été installé? [p. 26]	<input checked="" type="radio"/> De nouveaux brûleurs ont-ils été installés sur les chaudières existantes? [p. 49]
				<input checked="" type="radio"/> Une nouvelle chaudière à condensation a-t-elle été installée? [p. 50]
				<input checked="" type="radio"/> Un nouveau système de chaudières hybride a-t-il été installé? [p. 51]
				<input checked="" type="radio"/> Un nouveau système de thermopompe a-t-il été installé? [p. 51]

Extérieur/ stationnement

- Les registres de zone à DAV fonctionnent-ils adéquatement? [p. 10]
- Les ventilations du système de CVCA ont-elles été corrigées? [p. 10]
- Les déséquilibres entre l'air d'alimentation et l'air évacué ont-ils été corrigés? [p. 11]
- Le point de consigne de l'humidification excède-t-il les exigences minimales? [p. 11]
- Est-il possible de réduire les points de consigne minimaux des flux des boîtes à DAV? [p. 11]
- A-t-on réparé l'isolation endommagée des conduits d'air ou remplacé celle qui est manquante? [p. 11]
- L'étanchéité autour des CAIL a-t-elle été évaluée? [p. 11]
- A-t-on réparé l'isolation endommagée des conduits ou remplacé celle qui est manquante? [p. 11]
- Les joints des conduits ont-ils été scellés afin de prévenir les fuites? [p. 12]
- Les courroies et les poulies des ventilateurs fonctionnent-elles avec une tension appropriée? [p. 12]
- A-t-on mis en place une stratégie de contrôle de la réinitialisation du chauffage de l'eau? [p. 12]
- Les capteurs des systèmes de contrôle automatique de bâtiment ont-ils été calibrés récemment? [p. 12]
- Les serpentins des CAIL ont-ils été nettoyés? [p. 12]

Chambres de réfrigération et de congélation

- Les ventilateurs sont-ils éteints lorsque les portes sont ouvertes? [p. 27]
 - Les contrôles des dégivreurs électriques ont-ils été modifiés pour les congélateurs à basse température? [p. 28]
 - Des portes à lanières sont-elles utilisées? [p. 28]
 - Les compresseurs sont-ils éteints lorsque les portes sont ouvertes? [p. 29]
 - Des dispositifs de fermeture de portes ont-ils été ajoutés? [p. 29]
 - Les dégivreurs à air sont-ils utilisés dans les chambres de réfrigération à moyenne température? [p. 29]
 - Les luminaires ont-ils été remplacés par des appareils à DEL? [p. 29]
 - L'isolation a-t-elle été améliorée? [p. 27]
 - Des ventilateurs à deux vitesses ont-ils été installés sur les évaporateurs? [p. 27]
 - Les moteurs des ventilateurs des évaporateurs ont-ils été remplacés par des moteurs à commutation électronique? [p. 28]
 - Un système de refroidissement naturel a-t-il été installé? [p. 28]
- ### Buanderie
- Des sécheuses à haute efficacité ont-elles été installées? [p. 30]
 - Des laveuses à haute efficacité ont-elles été installées? [p. 30]
 - Un dispositif de récupération de la chaleur d'évacuation des sécheuses a-t-il été ajouté? [p. 30]

Unités de toit

- Une purge matinale est-elle effectuée régulièrement durant la saison de refroidissement? [p. 56]
- Les registres d'air extérieur sont-ils fermés lors du réchauffement matinal durant la saison de chauffage? [p. 56]
- Le système à DAC a-t-il été converti en système à DAV avec contrôle selon la demande et un économiseur? [p. 55]
- Des contrôleurs de compresseurs ont-ils été installés sur les unités de toit pour réduire le temps de fonctionnement? [p. 55]
- Un registre d'économiseur a-t-il été ajouté? [p. 56]
- Les unités de toit âgées ont-elles été remplacées par de nouvelles unités à haute efficacité? [p. 57]

Eau chaude domestique

- Des aérateurs et des pommes de douche à débit réduit ont-ils été installés? [p. 62]
- Les conduits d'eau chaude ont-ils été isolés? [p. 62]
- L'eau est-elle préchauffée au moyen de capteurs solaires à conversion thermique? [p. 62]
- Les chaudières à eau chaude ou les chauffe-eau ont-ils été remplacés par des unités à haut rendement? [p. 64]

CxBE	Amélioration de l'éclairage	Réduction des charges supplémentaires	Amélioration des systèmes de distribution de l'air	Redimensionnement et remplacement des systèmes de chauffage et de refroidissement
		<p>Enveloppe du bâtiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Les problèmes d'infiltration ont-ils été réglés? [p. 32] <input checked="" type="checkbox"/> Un pare-air a-t-il été ajouté ou, s'il y en avait déjà un, amélioré? [p. 34] <input checked="" type="checkbox"/> Les niveaux d'isolation du toit et des murs répondent-ils aux exigences du CNEB? [p. 34] <input checked="" type="checkbox"/> Les portes et les fenêtres ont-elles été améliorées? [p. 35] <input checked="" type="checkbox"/> Le bâtiment a-t-il un « toit blanc »? [p. 36] <input checked="" type="checkbox"/> Un vestibule a-t-il été ajouté à l'entrée principale? [p. 36] 		<p>Piscines et spas</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Les débits de ventilation ont-ils été réduits au minimum? [p. 66] <input checked="" type="checkbox"/> Les niveaux d'humidité ont-ils été optimisés? [p. 66] <input checked="" type="checkbox"/> La température de la piscine est-elle maintenue à 26 °C? [p. 66] <input type="radio"/> Des bâches couvrent-elles les piscines pendant les heures inoccupées? [p. 65] <input checked="" type="checkbox"/> Un système de déshumidification avec récupération de chaleur a-t-il été installé? [p. 66] <input checked="" type="checkbox"/> Les pompes de filtration ont-elles été remplacées par des unités à haute efficacité? [p. 67] <input checked="" type="checkbox"/> Les pompes de filtration ont-elles été remplacées par des pompes à vitesse variable ou à deux vitesses? [p. 67] <input checked="" type="checkbox"/> Un système de capteurs solaires a-t-il été installé pour le chauffage de la piscine? [p. 67]
	<p>Mesures d'amélioration des chambres</p> <p>Les chambres sont le plus grand type d'espace dans les hôtels et les motels et représentent la majorité de leur consommation d'énergie. Les mesures possibles comprennent :</p> <p>Éclairage</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Les lampes ou les luminaires existants ont-ils été remplacés par des lampes DEL? [p. 19] <input type="radio"/> Les panneaux Sortie à lampes incandescentes ont-elles été remplacées par des panneaux à DEL? [p. 20] <input checked="" type="checkbox"/> Les capteurs d'occupation ont-ils été installés dans les chambres pour contrôler l'éclairage? [p. 20] <p>Charges supplémentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Les capteurs d'occupation ont-ils été installés dans les chambres pour contrôler les charges de prises? [p. 23] <p>Chauffage et refroidissement</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Les capteurs d'occupation ont-ils été installés dans les chambres pour contrôler les CAIL? [p. 59] <input checked="" type="checkbox"/> Les panneaux de commande des CAIL ont-ils été intégrés au système de contrôle automatique du bâtiment? [p. 59] <input checked="" type="checkbox"/> Les CAIL ont-ils été remplacés par des modèles écoénergétiques? [p. 60] <input checked="" type="checkbox"/> Les CAIL ont-ils été remplacés par des dispositifs reliés à la chaudière centrale? [p. 60] 			