

# Énergie & atmosphère

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>VUE D'ENSEMBLE</b>					

L'énergie consommée pour le chauffage, l'éclairage et le refroidissement des bâtiments est le facteur qui contribue le plus à l'impact des bâtiments sur l'environnement, environ 85 % si l'on considère le cycle de vie total de l'Immeuble à bureaux canadien typique [Cole et Kernan, 1996; Winistorfer et Chen, 2004; Trusty et Meil, 2000; CORRIM, 2004]. En plus des conséquences directes de la consommation d'énergie, il y a aussi les effets de l'énergie «primaire» produite à la source pour permettre l'utilisation du bâtiment. Les bâtiments commerciaux et institutionnels canadiens consomment environ 73% de l'énergie primaire du pays. Au Canada, les bâtiments consomment environ 37 % de l'énergie primaire.

Lorsque l'électricité est produite à partir de combustibles fossiles tels que le pétrole et le charbon, il doit y avoir extraction, transport et raffinage de ces combustibles avant la production proprement dite de l'électricité et sa distribution. Les processus entrant en jeu ont une multitude d'effets néfastes majeurs sur l'environnement. Par exemple, la production d'électricité d'origine fossile dégage du dioxyde de carbone, qui contribue au changement du climat mondial. Les conséquences du changement climatique (élévation du niveau des mers causant des inondations côtières, graves sécheresses, vagues de chaleur, migration de maladies) affectent les populations à travers le monde.

Les centrales thermiques au charbon émettent près du tiers de l'oxyde nitrique anthropogène au pays, or c'est la principale cause du smog, et deux tiers du dioxyde de soufre, une

cause importante des pluies acides. L'exploitation minière et l'extraction du charbon bouleversent l'habitat et peuvent dévaster les paysages. Les ruissellements d'eaux acides (drainages miniers acides) résultant de l'exploitation minière du charbon détériorent encore plus les écosystèmes régionaux. Le charbon est rincé avec de l'eau, ce qui produit des milliards de gallons de boue qui s'accumulent dans des bassins. Il y a eu des incidents au cours desquels des centaines de millions de gallons de boues toxiques provenant de tels bassins se sont répandus, semant la dévastation dans des communautés et mettant en danger les sources d'eau potable.

Les centrales thermiques au charbon émettent plus de particules fines que toute autre activité aux États-Unis. Comme le corps humain est incapable de les éliminer des poumons, ces particules pénètrent profondément dans les poumons et sont l'une des causes de dizaines de milliers de décès annuels attribués aux maladies respiratoires et au cancer. En outre, l'exploitation du charbon est un métier dangereux car les accidents et les effets à long terme de l'exposition à la poussière de charbon réduisent l'espérance de vie des mineurs.

D'autres technologies de production d'énergie utilisent le gaz naturel, la fission nucléaire et l'hydroélectricité. Le gaz naturel, dont les émissions ne sont pas aussi dangereuses que celles du charbon et du pétrole, n'en est pas moins une source importante d'oxyde d'azote et de gaz à effet de serre. Le nucléaire augmente les risques d'accidents catastrophiques et soulève

## Synthèse des conditions préalables et des crédits de LEED® Canada-NC 1.0

### ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

### ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

### ÉA Préalable 3

Réduction des CFC dans les équipements de CVCA et de réfrigération et élimination des halons

### ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

### ÉA Crédit 2

Énergies renouvelables

### ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

### ÉA Crédit 4

Protection de la couche d'ozone

### ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

### ÉA Crédit 6

Électricité "verte"

Il y a un potentiel de 17 points dans la catégorie Énergie & atmosphère.

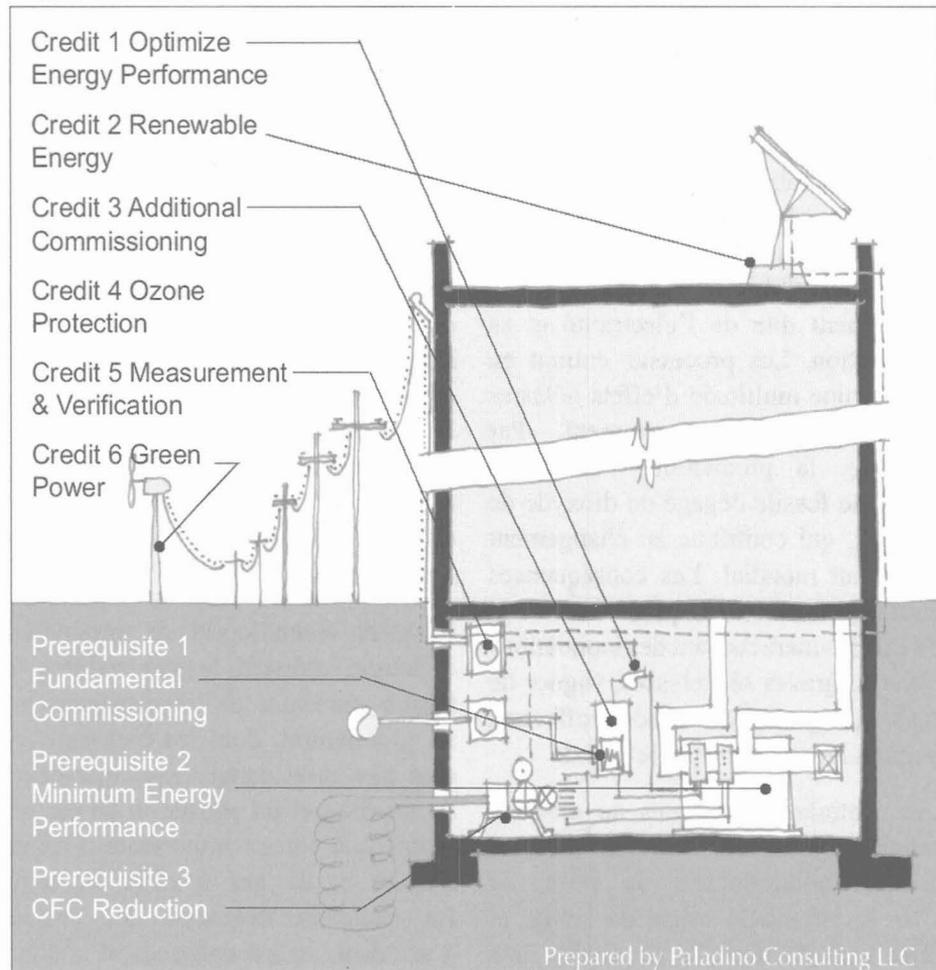
des questions graves concernant le transport et l'élimination des déchets. Les centrales hydroélectriques interrompent l'écoulement naturel des eaux et donc dérangent l'habitat et provoquent une diminution des populations de poissons.

La consommation d'énergie peut être beaucoup réduite par des pratiques à la fois économiques et facilement réalisables. L'accroissement de la performance énergétique des bâtiments réduit les coûts d'exploitation ainsi que la pollution produite par les centrales et les équipements producteurs d'électricité, permet d'améliorer le confort. La plupart des méthodes visant à améliorer la performance énergétique

ont un excellent taux d'amortissement.

Il est essentiel d'envisager la charge énergétique d'un bâtiment dans son ensemble et d'intégrer des méthodes synergistiques d'efficacité énergétique afin de maximiser les économies. Par exemple, grâce à l'installation de vitrages efficaces, d'isolant, et à l'utilisation de l'éclairage naturel et de dispositifs solaires passifs, l'équipe de conception peut réduire la taille des systèmes mécaniques de CVCA ou même les éliminer, car il en résulte une réduction des charges énergétiques. LEED reconnaît l'importance des stratégies énergétiques intégrées. Par conséquent, la plupart des conditions préalables et des crédits entrant dans cette catégorie,

**Figure 1:** Généralités sur les conditions préalables et les crédits LEED



plutôt que d'être prescriptifs, portent sur les performances.

Le but de la catégorie Énergie et atmosphère de LEED est de ralentir l'appauvrissement des ressources énergétiques non renouvelables, de réduire les impacts environnementaux, tout particulièrement les émissions de polluants atmosphériques à l'échelle locale, régionale et mondiale, et d'encourager l'utilisation de sources énergétiques renouvelables qui ont un impact réduit sur l'environnement.

Un processus de conception intégrée et des équipes de conception améliorée, avec des cibles de performance établies conjointement avec les propriétaires, sont essentiels à la réalisation de constructions écologiques et énergétiques.

## Changements par rapport au LEED-2.1 de l'USGBC

Les différences principales entre LEED-Canada-NC 1.0 et le LEED-NC 2.1 de l'USGBC concernent le traitement des quatre crédits concernant l'énergie : condition préalable 2, crédit 1, crédit 2 et crédit 6 :

- *Pour la condition préalable 2*: Performance énergétique minimale, le niveau minimal d'efficacité énergétique des nouveaux bâtiments a été augmenté afin que la cible d'efficacité énergétique corresponde à une réduction de 25 % de la consommation d'énergie annuelle par rapport au CMNÉB/PEBC. Autrement, les demandeurs peuvent concevoir le bâtiment afin d'obtenir une réduction de 18 % des coûts énergétiques annuels par rapport à la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1999.
- *Pour le crédit 1*: Optimiser la performance énergétique, il existe deux méthodes de conformité. La méthode A

est fondée sur les économies de coûts d'énergie par rapport au CMNÉB, établies à l'aide des documents de simulation énergétique remplis conformément aux exigences du PEBC. La méthode B est identique à LEED-NC 2.1 de l'USGBC et renvoie aux normes ASHRAE 90.1.

- *Pour le crédit 6*: Électricité «verte», la performance est établie en conformité aux exigences relatives à l'énergie verte de la certification Éco-Logo du programme Choix environnemental d'Environnement Canada plutôt que selon la norme américaine Green-E citée dans LEED-NC 2.1 de l'USGBC.

## Documents et programmes canadiens concernant l'énergie

Il existe plusieurs documents et programmes importants ayant rapport à la catégorie Énergie et atmosphère de LEED-Canada-NC 1.0 :

- *Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (CMNÉB)*: Le Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (CMNÉB) est un code modèle d'efficacité énergétique publié par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) en septembre 1997. Il établit les normes minimales d'efficacité énergétique pour la construction de bâtiments commerciaux au Canada. Les normes du PEBC sont fondées pour l'essentiel sur le CMNÉB. Pour être admissibles au Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) de Ressources naturelles Canada, la conception proposée doit respecter les critères obligatoires mis de l'avant dans le CMNÉB et prévoir des caractéristiques au moins 25 % plus éconergétiques que celles de la

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
VUE D'ENSEMBLE					

conception qui ne fait que satisfaire aux normes du CMNÉB et à d'autres exigences supplémentaires. Le CMNÉB a été conçu pour être adopté par les gouvernements provinciaux et territoriaux ainsi que par les administrations municipales. Entre-temps, le code peut être utilisé comme guide de conception éconergétique. Pour vous procurer le CMNÉB, appelez le CNRC au 1-800-672-7990.

- *Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC):* Le Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) de Ressources naturelles Canada offre des incitatifs financiers pour l'intégration de caractéristiques éconergétiques dans la conception de nouveaux bâtiments commerciaux et institutionnels. Ces incitatifs ont pour but d'encourager les pratiques éconergétiques dans la conception de bâtiments et d'apporter des changements durables dans le secteur canadien de la conception et de la construction de bâtiments. Les propriétaires dont les bâtiments respectent les normes du PEBC recevront un incitatif financier pouvant atteindre 60 000 \$. Les critères du PEBC ont été établis à partir de deux documents : le Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments et le Guide technique du PEBC. La conception des bâtiments admissibles doit permettre de réaliser une réduction démontrée d'au moins 25 % de la consommation d'énergie comparativement à l'adaptation du PEBC aux normes du CMNÉB. Le programme est offert du 1er avril 1998 au 31 mars 2007.
- *EE4 PEBC:* Ressources naturelles Canada a créé l'outil de simulation EE4 PEBC basé sur DOE 2.1e. Il

contient les exigences relatives à la conception de « référence » selon le CMNÉB et le PEBC, qui établissent une base de conformité minimale pour les calculs d'économies. EE4 est le logiciel de vérification qui est utilisé pour démontrer le respect des critères du PEBC lors de la sélection de la méthode de performance du CMNÉB. Au Canada, dans presque toutes les demandes d'encouragement en vertu du PEBC, des simulations éconergétiques informatisées ont été faites pour estimer les économies d'énergie et les encouragements. Les concepteurs utiliseront cet outil pour évaluer si la performance éconergétique de leur bâtiment est admissible à un encouragement du PEBC.

- *Guide technique du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux:* TCe guide doit être utilisé avec le CMNÉB et explique comment profiter du PEBC. Il existe deux méthodes pour démontrer le respect des critères du programme:
  - La méthode prescriptive consiste à fournir des méthodes normatives qui s'appliquent aux bâtiments de moins de 4 650 m<sup>2</sup> (50 000 pi<sup>2</sup>) de surface climatisée.
  - La méthode de la performance consiste à préparer un modèle de performance éconergétique de la conception proposée au moyen de EE4 (Voir ci-dessus). Cette méthode s'applique à tous les bâtiments.

Il est possible de se procurer les guides du PEBC pour les immeubles de bureaux, les hôtels/motels, les bâtiments destinés aux commerces de détail, les écoles, les établissements de soins de santé et les immeubles résidentiels en appelant RNCAN au 1-877-360-5500 ou en les téléchargeant à partir du site du PEBC.

Site: <http://oee.nrcan.gc.ca/newbuildings/cbip.cfm?Text=N&PrintView=N>

- *Procédures de modélisation des bâtiments en fonction du CMNÉB et du PEBC*: Ce manuel décrit les règles de modélisation de la performance énergétique des bâtiments conformes au PEBC. Il fournit des renseignements sur le zonage du bâtiment, la sélection des systèmes de CVCA et les méthodes d'économie d'énergie admissibles. Toutes les simulations effectuées pour LEED Canada-NC 1.0 doivent être conformes au manuel. La version 3.0 de ce document sera diffusée au cours de l'été 2004. Le manuel peut être téléchargé à partir de : <http://www.buildingsgroupnrcan.gc.ca/ee4/english/manual/index.php>. Ressources naturelles Canada fournit des mises à jour et des règles sur les procédures de modélisation dans son site Web.

Site: [www.ee4.com](http://www.ee4.com)

- *Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables (PENSER)*: Ce programme est entré en vigueur le 1er avril 1998. Doté d'un budget de 24 millions de dollars et d'une durée de six ans, il a pour objectif de stimuler la demande de systèmes d'énergies renouvelables pour le chauffage et le refroidissement de l'eau et des locaux. Il s'agit notamment de chauffe-eau solaires mécanisés, de systèmes mécanisés de chauffage à air à l'énergie solaire, et de systèmes de combustion de la biomasse à haute efficacité et faible taux d'émissions. Ressources naturelles Canada a créé un outil, RETScreen, pour effectuer des évaluations initiales de convertisseurs photovoltaïques de chauffage solaire de l'eau et de l'air, de microcentrales hydroélectriques, de pompes à

chaleur géothermique et de systèmes éconergétiques de combustion à la biomasse dans des applications commerciales. Le PENSER offre des encouragements se montant à 25 % du coût des investissements, jusqu'à un maximum de 80 000 \$, pour des technologies de chauffage solaire et à la biomasse, afin d'aider à compenser leur coût qui est actuellement élevé.

Site: <http://www2.nrcan.gc.ca/es/erb/erb/english/View.asp?x=455>

- *Athena*: Institut canadien sans but lucratif qui effectue des analyses de cycle de vie des attributs environnementaux des matériaux de construction. Les bases de données de l'Institut tiennent compte des caractéristiques régionales, de la technologie de fabrication, des différences relatives au réseau de distribution d'électricité et au transport, ainsi que du contenu recyclé des produits fabriqués dans les diverses régions. Les bases de données sont créées de toutes pièces à l'aide de modèles de processus techniques ou de fabrication réelle et ne dépendent pas des sources de données commerciales ou gouvernementales. Le modèle Athena est un outil logiciel qui fournit le profil environnemental d'un bâtiment, notamment de la structure, de l'enveloppe et des finis intérieurs.

Site: <http://www.athenasmi.ca/index.html>

## Aspects environnementaux connexes

Les aspects environnementaux suivants ne sont pas spécifiquement traités par LEED Canada NC 1.0, mais peuvent être importants en ce qui concerne la conception:

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
VUE D'ENSEMBLE					

- *Énergie intrinsèque:* Si la consommation d'énergie d'exploitation est réduite, l'énergie nécessaire pour produire les matériaux de construction et construire les bâtiments, c'est-à-dire l'énergie intrinsèque, représente une proportion de plus en plus élevée de l'énergie consommée au cours du cycle de vie. Le modèle Athena permet d'identifier les implications des divers choix de matériaux sur l'énergie intrinsèque générale et d'autres facteurs environnementaux.
- *Émissions de gaz à effet de serre:* LEED fonde l'évaluation des performances sur la réduction de l'énergie, car des crédits sont donnés pour l'utilisation sur place de sources d'énergies renouvelables et la spécification d'électricité verte. Une préoccupation majeure actuelle est la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Selon la façon dont l'électricité est produite dans une région, la réduction du coût de l'énergie totale consommée par le bâtiment peut être ou non un bon indicateur de la réduction des gaz à effet de serre.
- *Émissions de gaz causant l'acidification:* Comme ci-dessus, de nombreux polluants atmosphériques comme les oxydes d'azote et de soufre (NO<sub>x</sub> et SO<sub>x</sub>), les hydrocarbures imbrûlés (méthane, etc.) et les particules émises durant la combustion de combustibles fossiles et la production de matériaux de construction nuisent à l'environnement local et régional : smog urbain et précipitations acides. Il y a là des risques pour la santé des personnes, les espèces animales et végétales et les organismes marins.
- *Adaptabilité aux changements de type d'approvisionnement énergétique:* Le degré d'adaptabilité d'un bâtiment à une nouvelle source énergétique

ou à des technologies d'énergies renouvelables est important lorsque l'on évalue la performance à long terme de ce bâtiment. Une construction à l'épreuve du temps devrait intégrer la possibilité de passer d'un type de combustible principal à un autre pour tirer parti d'avantages en matière de prix, de sécurité d'approvisionnement ou d'autres facteurs pouvant constituer une considération importante dans certaines régions. À cause de la baisse rapide du coût des technologies des énergies renouvelables, notamment le photovoltaïque, il ne fait pas de doute que la conversion à ces technologies va être un élément de modernisation dans de nombreux bâtiments.

## Mise en service de base des systèmes du bâtiment

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 1</b>					

### But

Vérifier et s'assurer que les systèmes et éléments de base du bâtiment sont conçus, installés et étalonnés de façon à fonctionner tel que prévu.

Exigée

### Exigences

Appliquer ou conclure un marché en vue de la mise en application de toutes les procédures de mise en service de base suivantes, qui correspondent aux meilleures pratiques.

- Engager une équipe de mise en service qui ne comprend pas d'individus directement responsables de la conception du projet ou de la gestion de la construction.
- Revoir l'esprit de la conception et la base des documents de conception.
- Incorporer des exigences de mise en service aux documents de construction.
- Élaborer et utiliser un plan de mise en service.
- Vérifier l'installation, la performance opérationnelle, la formation et les documents d'exploitation et d'entretien.
- Préparer un rapport complet de mise en service.

### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par le propriétaire ou par le ou les agents de la mise en service, confirmant que les exigences de mise en service de base ont été mises en application avec succès ou le seront en vertu du ou des marchés existants.

*Si une étude est demandée pendant le processus de certification, il faut fournir les documents suivants pour démontrer le rendement par rapport à cette condition préalable:*

- un tableau organisationnel de l'équipe de mise en service ,
- les exigences du propriétaire (ou le but recherché dans la conception),
- la base de la conception,
- le plan de mise en service,
- la table des matières des manuels d'exploitation et d'entretien, et
- le rapport de mise en service.

### Interprétation des exigences préalables

- L'idéal est qu'une personne à l'emploi du propriétaire soit l'expert responsable de la mise en service. Si ce n'est pas possible, il est préférable de faire appel à une firme, mais aux fins de cette condition préalable LEED, l'expert de mise en service peut être une personne de la même firme ou un membre de l'équipe de conception, dans la mesure où cette personne n'a pas de responsabilité directe dans la conception du projet, la gestion du projet ou la supervision (Remarquez qu'une autorité indépendante de mise en service est exigée par ÉAc3-Mise en service améliorée).

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 1</b>					

## Exigée

- Le plan de mise en service qui est exigé si cette condition préalable fait l'objet d'une étude doit s'appliquer à tout le bâtiment, y compris les modificatifs et les améliorations apportés par les locataires. Si ces modificatifs ne sont pas terminés au moment de la demande de certification LEED, un contrat doit être signé entre le propriétaire et les locataires pour compléter la mise en service pour toutes les améliorations ultérieures effectuées par les locataires.

### Sommaire des normes de référence

Aucune norme n'est donnée en référence pour ce crédit.

### Exigences relatives à la mise en service

Dès la mise en route du projet, il faut former une équipe de mise en service dirigée par un expert de la mise en service. Cet expert doit être une personne qui ne participe pas à la conception ou à la construction du bâtiment. Il doit exécuter sept tâches :

- préparer ou réunir les exigences du propriétaire (but de la conception);
- regrouper et examiner les principes de la conception pour s'assurer qu'ils correspondent aux exigences du propriétaire;
- préparer un plan de mise en service comprenant des listes de contrôle de la construction;
- incorporer le plan dans les documents de construction;
- effectuer des inspections de chantier, vérifier les performances fonctionnelles, assister aux essais et former le personnel;
- s'assurer qu'un manuel d'exploitation et d'entretien est produit, qu'il convient et est complet;
- préparer un rapport de mise en service récapitulant les travaux entrepris et les résultats de tous les essais.

La section *Stratégies* donne de plus ample détails afin de bien effectuer ces tâches ainsi que des exigences par rapport à l'impartialité de l'équipe de mise en service et de son indépendance de l'équipe de conception et de construction.

## Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Le processus de mise en service est une méthode d'assurance de la qualité, qui est adoptée par un propriétaire pour mener à bien de façon cohérente des projets de construction. Il ne s'agit pas d'un ajout à la gestion de projet ou de construction, mais plutôt du moyen dont le propriétaire dispose pour s'assurer que les processus de planification, de conception, de construction et d'exploitation sont conformes au but recherché, que le bâtiment a de bonnes performances, est de grande qualité et a une bonne valeur. La mise en service du bâtiment permet d'optimiser l'efficacité énergétique, la qualité de l'air intérieur et le confort des occupants, et de réduire au minimum les coûts d'exploitation et d'entretien.

Les activités du processus de mise en service commencent dès la mise en route du projet (début de la phase de l'avant-projet) et consistent à documenter les exigences du propriétaire. Les activités du processus de mise en service se poursuivent tout au long des phases de conception et de construction, notamment durant les essais de performance, et se terminent après un an d'occupation avec un contrôle final et une réunion à propos des leçons retenues. Une activité importante du processus de mise en service est l'élaboration et la vérification d'un plan cohérent de formation du personnel du bâtiment, afin que celui-ci puisse convenablement exploiter et entretenir le bâtiment à long terme afin que les objectifs de réduction des coûts d'exploitation du propriétaire soient atteints.

### Aspects environnementaux

Le processus de mise en service

assure que les principes de haute performance soient maintenues et ce du début de la conception jusqu'à l'exploitation du bâtiment. Le but est d'optimiser les systèmes mécaniques, électriques et architecturaux, afin de maximiser l'efficacité énergétique et donc de minimiser les impacts environnementaux associés à la production et à la consommation d'énergie. Avec l'efficacité énergétique, le besoin d'extraire des ressources naturelles sera réduit, la qualité de l'air améliorée, et les émissions de gaz à effet de serre réduites.

### Aspects économiques

Un plan de mise en service convenablement conçu et exécuté permet de réaliser des économies importantes sur les coûts d'exploitation. Un processus de mise en service bien mené se traduit souvent par un accroissement de l'efficacité énergétique compris entre 5 % et 10 %. L'Office of Energy de l'État d'Oregon a mené une étude sur les économies d'énergie directes de deux bâtiments après l'exécution d'un plan de mise en service. Dans un immeuble à bureaux de 10 219 m<sup>2</sup> (110 000 pi<sup>2</sup>), les économies d'énergie se sont élevées à 12 276 \$ par an, soit 0,011 \$/m<sup>2</sup> (0.12 \$/pi<sup>2</sup>) par la mise en œuvre des activités du processus de mise en service. Dans un immeuble à bureaux de 2 044 m<sup>2</sup> (22 000 pi<sup>2</sup>), les économies d'énergie ont été de 7 630 \$ par an, soit 0,033 \$/m<sup>2</sup> (0,35 \$/pi<sup>2</sup>).

En plus de la performance énergétique, la productivité des occupants constitue un autre coût d'exploitation qui est d'autant plus élevé que les performances du bâtiment sont médiocres. L'étude de l'Oregon a estimé les coûts indirects associés à la perte de productivité due aux plaintes des occupants au sujet de l'environnement intérieur. Selon cette

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 1</b>					

#### Synergie du crédit

##### AÉS Crédit 4

Moyens de transport de remplacement

##### AÉS Crédit 8

Réduction de la pollution lumineuse

##### GEE Crédit 1

Aménagement paysager économe en eau

##### GEE Crédit 2

Technologies innovatrices de traitement des eaux usées

##### GEE Crédit 3

Réduction de la consommation d'eau

##### ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

##### ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

##### ÉA Crédit 2

Énergies renouvelables

##### ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

##### ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

##### MR Crédit 8

Bâtiment durable

##### QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

##### QEI Préalable 2

Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)

##### QEI Crédit 1

Contrôle du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)

(Suite à la page 186)

**Préalable 1**

**Synergie du crédit  
(Suite)**

**QEI Crédit 5**

Contrôle des sources intérieures d'émissions chimiques et des polluants

**QEI Crédit 6**

Contrôle des systèmes par les occupants

**QEI Crédit 7**

Confort thermique

**QEI Crédit 8**

Lumière naturelle et vues

étude, si 20 % des occupants du bâtiment consacrent 30 minutes par mois à se plaindre des conditions d'éclairage ou de température, l'employeur perd 0,01 \$/m<sup>2</sup> (0.10 \$/pi<sup>2</sup>) en productivité annuelle. Dans le cas d'un immeuble de 9 290 m<sup>2</sup> (100 000 pi<sup>2</sup>), cela correspond à 10 000 \$ par an. Cette perte ne tient pas compte des diminutions de productivité réelles résultant des conditions médiocres, mais seulement du temps consacré aux plaintes.

D'autres coûts potentiels d'une performance médiocre d'un bâtiment cités par l'Office of Energy de l'Oregon incluent les maladies des employés, la rotation des locataires et les locaux à bureaux vides, la responsabilité découlant de la qualité de l'air intérieur et le remplacement prématuré des équipements.

Le coût des services de l'expert de mise en service dépend de l'importance du projet. Le *tableau 1* indique des estimations de coût de mise en service par des sociétés indépendantes, établies à partir de données historiques. (Le coût de la seule mise en service LEED est habituellement inférieur à ces valeurs car la mise en service complète inclut des systèmes qui ne sont pas pris en

compte par LEED comme la sécurité des personnes et les communications de données et phoniques).

L'évaluation des projets correspondant aux données du *tableau 1* indique que les coûts des activités du processus de mise en service sont récupérés dès la fin de la conception ou au début de la construction et que la rentabilité à la fin de la construction et durant la première année d'exploitation est au moins égal à trois fois ces coûts.

Les économies réalisées grâce à la mise en œuvre du processus de mise en service résultent de l'amélioration des documents de construction (moins de demandes de renseignements et d'ordres de modification), de l'identification et de la résolution des problèmes sur papier, d'un examen permanent complet de la construction permettant de rester concentré sur les exigences du propriétaire et de la réduction au minimum des rappels de l'entrepreneur durant la première année d'exploitation.

Lors des premiers projets au cours desquels le propriétaire met en œuvre le processus de mise en service, les architectes et les ingénieurs demanderont peut-être des honoraires

**Tableau 1 : Coût estimatif de la mise en service par un tiers indépendant**

Coût de la construction	Coût total de la mise en service	Activités fondamentales	Activités de meilleure pratique
< 5 million \$	1,5 % - 3,0 %	1,2 % - 2,5 %	0,3 % - 0,5 %
< 10 million \$	0,7 % - 2,0 %	0,5 % - 1,7 %	0,2 % - 0,3 %
< 50 million \$	0,6 % - 1,5 %	0,5 % - 1,3 %	0,1 % - 0,2 %
> 50 million \$	0,4 % - 1,5 %	0,4 % - 1,3 %	0,2 %
Projets complexes	Ajouter 0,2 % - 0,8 %	0,2 % - 0,7 %	0,1 %

Source: Cox, Dorgan and Dorgan. "The Value of the Commissioning: Costs and Benefits." The Austin Papers: The Best of the 2002 USGBC International Green Building Conference. BuildingGreen, Inc, 2002.

Remarques:  
Ces coûts comprennent des frais de déplacement modérés. La complexité, le temps (nombre de visites sur place) et la coopération des équipes influent beaucoup sur les coûts. Certaines estimations horaires par tâche sont destinées à comprendre le rôle et l'action de l'expert de la mise en service. Ces coûts concernent l'acquisition de services d'un expert indépendant. Si le propriétaire fait appel à des ressources internes possédant la formation et les compétences voulues, le coût est souvent inférieur de 20 à 50 %.

un peu plus élevés que la normale pour la prise en charge du processus. Cette augmentation sert à couvrir les dépenses supplémentaires d'intégration des activités de mise en service dans le devis du projet fourni par l'expert de la mise en service et la documentation de la conception de base selon un format convenant au propriétaire. Certains professionnels de la conception seront peut-être capables d'obtenir des tarifs d'assurance de responsabilité professionnelle moins élevés grâce à leur participation au processus de mise en service.

La mise en œuvre d'un processus de mise en service peut permettre au propriétaire de bénéficier de subventions du gouvernement et de rabais ou de tarifs réduits pour les services publics.

### Aspects communautaires

Le processus de mise en service constitue un moyen pour le propriétaire de se procurer un bâtiment de grande qualité conforme à ses exigences et répondant aux besoins des occupants. Finalement, l'équipe de projet et les occupants sont tous gagnants lorsque les plaintes des occupants sont moins nombreuses et que les utilisateurs et les occupants bénéficient d'un environnement intérieur plus salubre et plus productif.

### Conception

Le processus de mise en service commence dès la mise en route du projet lorsque le propriétaire choisit de l'adopter comme moyen interne pour s'assurer que les professionnels de la conception, les entrepreneurs et le personnel d'exploitation et d'entretien respectent ses exigences depuis la planification jusqu'à l'exploitation. Le but du processus de mise en service est

de réduire le nombre de modifications coûteuses en identifiant les problèmes potentiels avant qu'ils surviennent et en se concentrant continuellement sur la concrétisation des exigences du propriétaire.

Le processus de mise en service d'un projet LEED met l'accent sur les systèmes et les ensembles qui touchent aux performances opérationnelles, en particulier celles qui portent sur les conditions préalables et les crédits LEED. Il s'agit plus particulièrement des systèmes, commandes, gaines et conduits de CVCA, des technologies de l'enveloppe, des technologies d'énergie renouvelable, des commandes d'éclairage et des systèmes d'éclairage naturel, des technologies d'efficacité en matière d'eau potable, des systèmes de captage des eaux pluviales, des systèmes de traitement de l'eau et d'autres technologies de pointe. La vérification du respect des exigences du propriétaire par l'entrepreneur comprend des essais traditionnels, les travaux de réglage et d'équilibrage avec l'examen du rapport de ERÉ.

### Stratégies

Le processus de mise en service est un processus planifié, systématique d'assurance de la qualité, auquel participent le propriétaire, les usagers, les occupants, le personnel d'exploitation et d'entretien, les professionnels de la conception et les entrepreneurs. Ce dernier débutant au tout début du projet comprend une vérification continue du respect des exigences du propriétaire ainsi que l'intégration dans les documents de construction des activités qui en feront partie et qui seront exécutées par l'entrepreneur. Il facilite aussi la coordination des essais statiques et dynamiques sur lesquels l'acceptation est fondée, sert à

vérifier la formation du personnel et se termine par la vérification des diverses garanties et la documentation et la mise en application des leçons apprises lors du processus de mise en service. Une explication des étapes à exécuter pour satisfaire à ces conditions préalables de LEED est présentée dans les sections suivantes :

- *Retenir les services d'un expert de la mise en service.* Désigner un expert de la mise en service aussitôt que possible, de préférence dès la mise en route du projet. Cet expert sert de mandataire en ce qui concerne les objectifs du propriétaire, dirige le processus de mise en service et présente les recommandations finales au propriétaire concernant la performance des systèmes et des ensembles mis en service. Il introduit des normes et des stratégies tôt dans le processus de planification puis vérifie la mise en œuvre des activités de mise en service en spécifiant clairement les critères dans les documents de construction.

L'idéal est qu'un membre du personnel du propriétaire soit l'expert de la mise en service. Si cela n'est pas possible, il est préférable de retenir les services d'une société indépendante, mais, pour les besoins de cette condition préalable LEED, l'expert peut faire partie de la même entreprise que l'un des membres de l'équipe de conception, à condition qu'il ne soit pas directement responsable de la conception du projet, de la gestion de la construction ou de la supervision. L'expert de la mise en service peut avoir d'autres tâches dans le projet du fait qu'il est mandataire du propriétaire, il peut notamment s'occuper de la certification et de la documentation LEED, ainsi que de la vérification de la performance énergétique avant et après l'occupation, mais ne peut pas participer à la conception ni à

la supervision de la construction de l'un quelconque des systèmes du bâtiment. Quelle que soit la solution adoptée, l'expert de la mise en service doit directement et immédiatement rendre compte au propriétaire de toutes les conditions et de tous les résultats. Si un responsable de la mise en service faisant partie d'une société indépendante est engagé, il devra aussi être chargé des activités liées au respect des conditions préalables fondamentales LEED et au crédit de la mise en service améliorée (3 ÉAc3).

- *Constituer l'équipe de mise en service.* L'équipe de mise en service est dirigée par l'expert de la mise en service et est composée du propriétaire, d'usagers, d'occupants, de membres du personnel d'exploitation et d'entretien, de professionnels de la conception et d'entrepreneurs. Elle est responsable de la réalisation des activités de mise en service et est chargée d'identifier et de résoudre tous les problèmes de mise en service. Les membres peuvent avoir à accomplir d'autres tâches (conception, supervision de la construction ou construction).
- *Documenter les exigences du propriétaire.* L'équipe de mise en service doit clairement documenter les exigences du propriétaire. Celles-ci sont utilisées tout au long du processus de mise en service pour se concentrer sur les principaux critères de succès. Ces exigences portent habituellement sur le CVCA, l'éclairage, l'environnement intérieur, l'efficacité énergétique, le choix de l'emplacement, l'approvisionnement en eau et la protection de l'environnement. Le document présente aussi les idées, les objectifs et les critères que le propriétaire considère importants. Tous les critères énumérés dans les exigences du

propriétaire doivent être mesurables, documentées et vérifiables. L'idéal serait que les exigences du propriétaire soient élaborées parallèlement aux buts LEED dès la mise en route du projet. Toutefois, si le processus de mise en service n'est lancé qu'assez tard, les exigences du propriétaire n'en doivent pas moins être documentées par l'équipe de mise en service.

- *Revoir les principes de base de la conception.* Les principes de base de la conception sont élaborés par les professionnels de la conception dans le cadre des tâches normales de conception, mais ne sont pas souvent communiqués au propriétaire sous forme d'un document spécial. Les principes de la conception indiquent comment chacune des exigences du propriétaire est respectée, les principales hypothèses de conception, telles que l'occupation, les exigences relatives aux processus et aux espaces, les codes, les politiques et les normes applicables, ainsi que les hypothèses concernant le climat et les charges qui ont une influence sur la conception. L'expert de la mise en service doit rassembler et mettre à jour les données de base de la conception et produire un document pour chaque phase de la conception, indiquant comment les exigences du propriétaire sont respectées.
- *Créer un plan de mise en service.* L'expert de la mise en service commence à élaborer un plan au début du processus, de préférence à la mise en route du projet. Ce plan évolue, au fur et à mesure que le projet avance en incluant le résultat des étapes précédentes. Il doit s'appliquer à tout le bâtiment y compris les aménagements destinés aux locataires. Si les aménagements destinés aux locataires ne sont pas

terminés au moment de la demande de certification, un marché doit être conclu pour la mise en service de ces aménagements. Le *tableau 2* indique les éléments qui sont requis pour que le plan de mise en service satisfasse à cette condition préalable LEED.

Dans les situations où la décision de demander une cotation LEED est prise après la phase de conception, le plan de mise en service, y compris les exigences du propriétaire et le fondement de la conception, devrait être terminé avant l'installation des éléments mis en service. Si la construction est en cours avant le début de la mise en service, il est peu probable qu'il soit possible de satisfaire à cette condition préalable à moins qu'il puisse être démontré que les systèmes déjà construits ont fait l'objet d'un examen complet et objectif concernant non seulement la façon dont ils ont été construits mais aussi leur conception et les méthodes correctives prises pour les rendre conformes.

- *Incorporer les exigences de la mise en service dans les documents d'appel d'offres.* Les responsabilités du processus de mise en service de l'entrepreneur doivent être intégrées aux documents contractuels et doivent clairement décrire les éléments énumérés au *tableau 3*.

Une coordination bien pensée est indispensable pour la création des manuels d'exploitation et d'entretien. Suivant les besoins du propriétaire et la relation avec les membres de l'équipe de mise en service, la responsabilité de cette documentation peut revenir au responsable de la mise en service, aux professionnels de la conception ou à l'entrepreneur. Cette décision doit être prise consciemment dans le but de maximiser l'utilité à long terme de

## Tableau 2 : Composantes obligatoires du plan de mise en service

### Composantes obligatoires du plan de mise en service

Bref exposé du processus de mise en service.

Liste de tous les systèmes et éléments de construction inclus dans l'énoncé de travaux de l'expert de la mise en service.

Identification de l'équipe de mise en service et de ses responsabilités.

Description de la gestion, de la communication et du rapport de mise en service.

Vue d'ensemble des activités de la mise en service pour les phases d'avant-projet, de conception, de construction et d'occupation et d'exploitation, y compris l'élaboration des exigences du propriétaire, l'examen des documents de base de la conception, de l'avant-projet, de la construction et des documents à soumettre, de la vérification de la phase de construction, de l'élaboration des essais de rendement fonctionnels et de la mise en œuvre et de la garantie de 10 mois.

Liste des résultats attendus des travaux.

Liste des principales étapes du processus de mise en service.

la documentation. Si le propriétaire a une grande confiance dans la capacité des professionnels de la conception ou de l'entrepreneur de préparer ces documents, cette responsabilité peut leur être attribuée conformément aux indications des documents de construction. Si l'expert de la mise en service est considéré comme la personne capable de produire les

meilleurs documents pour répondre aux besoins du propriétaire, les concepteurs et l'entrepreneur peuvent fournir les données de base, et la création du manuel peut être incorporée dans l'énoncé des travaux que l'expert de la mise en service doit effectuer. L'une ou l'autre de ces solutions répond à la condition préalable LEED.

## Tableau 3 : Composantes de la mise en service dans les documents de construction

### Composantes de la mise en service dans les documents de construction

Rôle de l'équipe de mise en service

Procédures d'examen des documents

Documents d'exploitation et d'entretien exigés

Élaboration du plan de formation

Procédures de vérification de la construction

Élaboration et mise en œuvre du plan de mise en marche

Essais de rendement fonctionnels

Étapes

Formation

Visite du site pour l'examen de garantie

Les travaux suivants doivent être exécutés pour chaque composante, équipement, élément ou système mis en service :

*Vérification de l'installation* : L'expert de la mise en service doit continuellement faire des inspections sur les lieux pour s'assurer que chaque système et ensemble mis en service soit installés conformément aux exigences du propriétaire telles qu'elles sont décrites dans les documents contractuels et dans les instructions des fabricants. Ce dernier doit aussi veiller à ce que les systèmes ou ensembles du bâtiment ne nuisent pas à la performance de l'élément inspecté.

Il doit utiliser pour cela les listes de contrôle de construction remplies par l'entrepreneur. La vérification effectuée par l'expert de la mise en service ne libère pas le concepteur de la responsabilité de l'exécution de l'entente de marché du projet et de l'assurance de qualité du projet, mais a pour but de compléter et de confirmer le travail d'assurance de la qualité effectué par l'équipe de conception.

*Démarrage et contrôle* : L'entrepreneur effectue le démarrage et le contrôle initial de tous les éléments énumérés dans les documents contractuels. Les résultats du démarrage et du contrôle doivent être clairement documentés en conformité aux instructions écrites des fabricants et les documents contractuels, et figurent habituellement à la fin des listes de contrôle de construction.

*Échantillonnage*: Comme le processus de mise en service est fondé sur la qualité, l'expert de la mise en service applique des techniques d'échantillonnage appropriées pour vérifier que la construction, le démarrage et le contrôle initial de tous les systèmes et ensembles mis en service sont normaux. Par

exemple, plutôt que de vérifier à 100% le système de contrôle, une responsabilité qui relève de l'entrepreneur, l'expert de la mise en service utilise des techniques d'échantillonnage pour effectuer un examen périodique en profondeur de l'installation du système de contrôle, en s'assurant que les éléments sont étalonnés, que les contrôles point par point donnent les résultats escomptés et que chaque point de contrôle produit des données et des commandes conformément à sa fonction prévue. Cette vérification continue par échantillonnage permet à l'expert de la mise en service d'identifier dès le début les problèmes systémiques afin qu'ils puissent être corrigés et d'éviter les reprises lors de la vérification complète du système.

*Essai de fonctionnement*: L'expert de la mise en service prépare des procédures d'essais reproductibles et écrites pour chaque projet, qui servent à vérifier le fonctionnement des systèmes et des ensembles. Ces essais doivent être documentés, pour décrire clairement les procédures d'essai, la réaction attendue du système ou les critères d'acceptation de chaque procédure, les conclusions ou la réaction véritables ainsi que toute discussion pertinente doivent être clairement indiqués. Les procédures d'essai sont révisées et exécutées par l'agent de l'entrepreneur qui est chargé des essais, dans bien des cas sous la direction de l'expert de la mise en service.

Après l'acceptation de l'installation, le démarrage et le contrôle initial (à l'aide des listes de contrôle de construction), les modes décrits dans les paragraphes suivants doivent être testés. Chaque séquence de fonctionnement ainsi que d'autres modes significatifs doivent être testés. Les séquences et les stratégies de contrôle incluent le démarrage, l'arrêt,

les modes de fonctionnement manuels et hors des heures d'occupation, la modulation dans les deux sens sur l'intervalle de fonctionnement, les pannes de courant, les alarmes, le délestage et le démarrage de l'équipement de secours en cas de panne (unités et pompe), les verrouillages avec d'autres équipements, et l'étalonnage des capteurs et des actionneurs.

Tous les grands équipements doivent être testés individuellement. S'il existe un grand nombre d'unités semblables (p. ex. monoblocs sur toit, appareils terminaux et ventilateurs d'extraction), il peut être nécessaire de prévoir une stratégie d'échantillonnage. L'équipement de chauffage doit être testé durant l'hiver et l'équipement de conditionnement d'air durant l'été, afin qu'il soit possible d'en vérifier les performances dans des conditions proches de celles de calcul.

*Formation:* L'expert de la mise en service doit assembler un document de vérification indiquant qu'une formation

a été donnée pour tous les éléments et systèmes mis en service. La formation peut être fournie par l'entrepreneur ou l'expert de la mise en service, qui fait alors appel à des personnes qualifiées pendant une période suffisamment longue pour que le personnel ait tous les renseignements nécessaires pour exploiter, entretenir et remplacer de façon optimale les éléments et les systèmes mis en service. La formation doit porter sur les points indiqués au *tableau 4*.

*Manuels d'exploitation et d'entretien:* L'expert de la mise en service doit examiner les manuels d'exploitation et d'entretien de tous les systèmes et ensembles mis en service pour s'assurer qu'ils sont complets et qu'ils s'applique bien aux équipements. Les données d'exploitation et d'entretien doivent être placées dans des classeurs identifiés par des étiquettes et elles doivent être clairement séparées par des onglets, ou encore elles doivent être en format électronique, afin d'être facilement accessibles. Les manuels devraient inclure : nom, adresse et numéro de

#### **Tableau 4: Questions relatives à la formation**

##### Questions relatives à la formation

Utilité générale du système (but de la conception)

Utilisation des manuels d'exploitation et d'entretien

Examen des schémas et des plans des commandes

Démarrage, fonctionnement normal, arrêt, fonctionnement sans occupants, changements de saison, fonctionnement manuel, réglage et programmation des points de consigne, dépannage et alarmes

Interactions avec les autres systèmes, réglages et méthodes d'optimisation en matière d'économies d'énergie, questions de santé et de sécurité pertinentes

Ajustements et méthodes d'optimisation d'économies d'énergie

Questions de santé et de sécurité

Maintenance spéciale et sources des pièces de rechange

Questions concernant les interactions des locataires

Discussions sur la façon dont la caractéristique ou le système répond à l'environnement

**Tableau 5 : Composantes d'un rapport de la mise en service**

**Composantes d'un rapport de la mise en service**

- Description des exigences du propriétaire
- Description des spécifications du projet
- Vérification et installation (disposition de la liste de construction)
- Formulaires et Résultats des essais de rendement fonctionnel
- Évaluation des documents d'exploitation et entretien
- Évaluation du programme de formation
- Valeur du processus de mise en service
- Questions en suspens

téléphone du fabricant ou du fournisseur et de l'entrepreneur ayant effectué l'installation, date de soumission, et instructions d'exploitation et d'entretien avec le modèle et les caractéristiques propres au site clairement indiqués. Le manuel ne devrait comprendre que des données des équipement qui ont été installé sur les lieux.

Données requises : Instructions d'installation, entretien, remplacement, démarrage, sources pour l'entretien spécial et les remplacements, liste des pièces, liste des outils spéciaux, données de performance et renseignements sur la garantie.

Le manuel doit aussi contenir une documentation sur les commandes incorporées, comprenant une description du fonctionnement normal, de l'arrêt, de l'exploitation en dehors des périodes d'occupation, des changements saisonniers, du fonctionnement manuel, de la programmation et du paramétrage des commandes, du dépannage, des alarmes, avec les schémas et les points de consigne des commande et les séquences de fonctionnement finales.

*Rapport de mise en service:* Un rapport de mise en service doit être présenté au propriétaire dans un délai raisonnable après l'occupation du bâtiment. Ce rapport doit comprendre une liste des systèmes et ensembles mis en service, ainsi que la décision de l'expert de la mise en service concernant la conformité du système ou de l'ensemble aux exigences du propriétaire. Les éléments requis du rapport de mise en service sont énumérés au *tableau 5*.

La liste écrite de tous les problèmes de mise en service non résolus ainsi que des essais à effectuer par la suite, en raison des conditions saisonnières, doit être incluse. Une liste de tout compromis concernant la protection de l'environnement doit être fournie. Toute lacune en matière de protection de l'environnement doit être corrigée ou indiquée dans le rapport de mise en service. Tous les essais de fonctionnement terminés doivent être énumérés dans l'annexe du rapport de mise en service.

**Technologies**

La mise en service est un processus et non pas une technologie qu'il est

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 1</b>					

possible d'acheter. Les experts de la mise en service connaissent les codes sur l'énergie à appliquer, les équipements que les entrepreneurs fourniront et installeront, et ont habituellement une expérience étendue des commandes. Plusieurs programmes d'accréditation et de formation professionnelle ont été élaborés pour le processus de mise en service. Bien que cela ne soit pas exigé pour la certification des projets LEED, il peut être avantageux pour les propriétaires de retenir les services d'un responsable de mise en service accrédité. Se reporter à la section sur les ressources.

### Synergies et compromis

Le processus de mise en service a une incidence à la fois statique et dynamique, en particulier pour la conception de la ventilation naturelle et du chauffage par rayonnement.

Les éléments du site sur lesquels il faut porter une attention particulière durant la mise en service incluent les postes de ravitaillement en combustible de remplacement et les commandes et appareils d'éclairage extérieurs. La mise en service de l'eau inclut les réseaux d'irrigation, les appareils sanitaires et l'infrastructure de plomberie, et les caractéristiques de gestion des eaux d'égout conçus pour retenir ou traiter les eaux de ruissellement du site.

- La mise en service de l'énergie porte sur les systèmes de CVCA, l'éclairage et l'équipement de production d'énergie. Les activités de mise en service ayant une incidence sur la qualité environnementale intérieure portent sur les commandes de température et d'humidité, les systèmes de ventilation, l'équipement de surveillance, les commandes des occupants, l'intégrité de l'enveloppe et les systèmes d'éclairage naturel.

## Ressources

### Sites Web

**American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)** Offre un cours d'introduction de deux jours sur le processus de mise en service. La ligne directrice OP de l'ASHRAE, The Commissioning Process, est en cours d'élaboration.

*Site: [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org), (800) 527-4723*

### Building Commissioning Association

Fait la promotion de pratiques de mise en service de bâtiment correspondant à des normes d'un professionnalisme élevé et visant à pleinement concrétiser les attentes du propriétaire. L'association offre un cours intensif de cinq jours sur la mise en œuvre du processus de mise en service, destiné aux experts de la mise en service ayant au moins deux années d'expérience.

*Site: [www.bcxa.org](http://www.bcxa.org), (425) 774-6909*

### Federal Energy Management Program Building Commissioning Guide

L'Energy Policy Act américain de 1992 exige que chaque organisme fédéral adopte les procédures nécessaires pour s'assurer que les nouveaux bâtiments fédéraux sont au minimum conformes aux normes sur l'énergie dans les bâtiments fédéraux établies par le Department of Energy (DOE) américain. Le Federal Energy Management Program du DOE a élaboré le Building Commissioning Guide en collaboration avec la General Services Administration. Il est possible d'obtenir ce guide en appelant la ligne directe de l'Energy Efficiency and Renewable Energy Clearinghouse du DOE dont le numéro est 1-800-DOE-EREC (3732).

*Site: [www.bcxa.org](http://www.bcxa.org), (425) 774-6909*

### Portland Energy Conservation Inc. (PECI) Model Commissioning Plan

### and Guide Specifications du PECI.

Explique en détail le processus de mise en service des nouveaux équipements durant les phases de conception et de construction dans le cas de gros projets. En plus des lignes directrices sur la mise en service, le document contient le vocabulaire, le contenu, le format et des formulaires standards pour la spécification et l'exécution de la mise en service. Il prend pour point de départ le HVAC Commissioning Process, ASHRAE Guideline 1-1996, et comprend des détails, des éclaircissements et des interprétations supplémentaires importants. Il se compose de quatre parties et a au total 500 pages :

Part I. Commissioning Requirements—Design Phase: Critères de l'équipe de conception en matière de mise en service, incluant une demande de soumission complète de services de mise en service.

Part II. Model Commissioning Plan—Design Phase: Plan standard détaillé pour la mise en service durant la conception, avec le but de la conception et la base du format de conception pour quinze systèmes.

Part III. Commissioning Guide Specifications: Guide complet divisé en sections de spécifications traitant les protocoles, les procédures et les responsabilités de toutes les parties concernées. Inclut tout le vocabulaire des spécifications pour les divisions 1, 15 et 16. Cette partie comprend les critères d'essai de quinze types de système. Elle comprend aussi des listes de contrôle de construction détaillées pour vingt types d'équipement et des exemples de procédures d'essai de fonctionnement pour trente types de système.

Part IV. Model Commissioning Plan—Construction Phase: Plans de

mise en service modulaires avec vingt formulaires représentatifs ayant pour but de faciliter le processus de mise en service.

Site: [www.peci.org](http://www.peci.org), (503) 248-4636

**Model Commissioning Guide.** 1997. Portland Energy Conservation Inc. : Le site de PECI permet le téléchargement gratuit de son excellent guide, de ses études de cas et d'autres ressources servant à la conception et à la mise en service du bâtiment. Ce guide, principalement destiné aux grands projets, donne le vocabulaire, le contenu, le format et des formulaires standards pour la spécification et l'exécution de la mise en service.

Site: <http://www.peci.org/cx/index.html>

**Guideline for Commissioning of HVAC Systems, ASHRAE Guideline 1-1996.** American Society of Heating, Refrigerating & Air-conditioning Engineers: La ligne directrice décrit le processus de mise en service de systèmes de CVCA de tous types et de toutes tailles, depuis l'avant-projet jusqu'à l'acceptation finale et après l'occupation. Elle traite des procédures, des méthodes et des critères de documentation pour chaque phase du processus de mise en service, y compris de la préparation de la documentation et la formation du personnel d'exploitation et d'entretien.

Site: <http://www.confex.com/ashrae/store/standards/guide1.htm>

**U.S. Federal Energy Management Plan Draft Commissioning Guide v2.2.** 1998. U.S. General Services Administration & U.S. Department of Energy: Programme de mise en service d'un bâtiment modèle conforme au US Executive Order 12902, qui décrit un vaste programme de mise en service s'appliquant aux organismes fédéraux américains. Ce guide peut être obtenu

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 1</b>					

en appelant la ligne directe du Energy Efficiency and Renewable Energy Clearinghouse du DOE, au numéro 1-800-DOE-EREC (3732).

### Imprimés

- *Commissioning Specifications. Resources naturelles Canada, Programme C-2000.* 1995: Devis utilisé pour les projets canadiens C2000; orienté sur la construction et les climats froids plutôt que sur la conception.
- *HVAC Systems Commissioning Manual.* Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association (SMACNA), 1993: Orienté sur la construction et non sur la conception. SMACNA, 4201 Lafayette Center Dr., Chantilly, VA 22021.
- ASHRAE Guideline 4-1993: Preparation of Operations & Maintenance Documentation for Building Systems, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 1993.

Le but de cette ligne directrice est de guider les responsables de la conception, de la construction et de la mise en service de systèmes de CVCA de bâtiment dans la préparation et la production de la documentation d'exploitation et d'entretien. La ligne directrice porte sur le format, le contenu, la production et la mise à jour de la documentation d'exploitation et d'entretien des systèmes de CVCA de bâtiment normalement fournie par les membres de l'équipe de construction et de conception du bâtiment.

### Définitions

Il n'y a aucune définition pour ce crédit.

### Variantes régionales

Il n'y a à l'heure actuelle aucun règlement canadien exigeant la mise en service des bâtiments et de leurs systèmes.

Les exigences de cette condition préalable s'appliquent universellement à travers le Canada.

## Performance énergétique minimale

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 2</b>					

### But

Fixer le niveau minimal d'efficacité énergétique pour le bâtiment et ses systèmes.

### Exigences

#### *Option 1 - Nouveaux bâtiments:*

Réduire la consommation prévue d'énergie pour se conformer aux exigences du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) de Ressources naturelles Canada relatives à une réduction de 25 % par rapport à la consommation du bâtiment de référence calculée conformément au Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments 1997 (CMNÉB) et aux exigences supplémentaires du PEBC. La conformité doit être démontrée en simulant la performance énergétique de tout le bâtiment. Le calcul du pourcentage de la réduction en énergie doit se faire conformément aux procédures utilisées dans le PEBC (c.-à-d. qu'il comprend les charges aux prises « non réglementées », mais non le matériel de traitement).

OU

Réduire le coût prévu de l'énergie de 18 % par rapport au bâtiment de référence conçu conformément à la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1999 (sans modifications). La conformité doit être démontrée en simulant la performance énergétique de tout le bâtiment. Le calcul du pourcentage de la réduction d'énergie doit être conforme aux procédures de la norme ASHRAE 90.1 et ne comprend pas les charges « non réglementées ».

#### *Option 2 - Rénovations importantes à des bâtiments existants:*

Réduire la consommation prévue d'énergie de 10 % par rapport à la consommation du bâtiment de référence calculée conformément au CMNÉB adapté en fonction du PEBC. La conformité doit être démontrée en simulant la performance énergétique de tout le bâtiment. Le calcul du pourcentage de la réduction en énergie doit se faire conformément aux procédures utilisées dans le PEBC (c.-à-d. qu'il doit comprendre les charges aux prises « non réglementées », mais non le matériel de traitement).

OU

Concevoir le bâtiment en conformité aux exigences de la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1999 (sans modifications).

#### *Option 3 - Immeubles d'habitation de faible hauteur et de grande hauteur:*

EN VIGUEUR JUSQU'À 31 DÉCEMBRE 2006:

Concevoir le bâtiment selon la norme ASHRAE/IESNA 90.1-199 (sans ses modifications) ou avec un dépassement de 10 % des exigences de consommation d'énergie du CMNÉB ou selon le code local de l'énergie si ses exigences sont plus sévères. La conformité doit être démontrée par modélisation informatique (non prescriptive). Pour déterminer les économies réalisées par rapport au CMNÉB, le calcul de la réduction d'énergie en pourcentage doit être conforme à la méthodologie du PEBC (c'est-à-dire tenir compte des charges des prises non réglementées mais exclure le matériel de traitement).

Exigée

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 2</b>					

## Exigée

Le projet doit être enregistré au crédit LEED Canada-NC 1.0 au plus tard le 31 décembre 2006, ET un permis de construire doit avoir été délivré dans les 12 mois précédant le 31 décembre 2006 pour avoir droit à cette option.

EN VIGUEUR AU 1ER JANVIER 2007:

Les exigences LEED Canada-NC 1.0 pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments existants énumérées aux options 1 et 2 entreront en vigueur pour les bâtiments d'habitation de faible hauteur et de grande hauteur. L'option 3 pour les bâtiments d'habitation de faible hauteur et de grande hauteur ne sera plus disponible.

Quel que soit la voie de conformité choisie pour cette condition préalable, elle doit être également utilisée pour ÉAc1, Optimisation de la performance énergétique si l'on veut obtenir ce crédit.

La modélisation informatique devrait suivre les procédures de la partie 8 du CMNÉB 1997 pour les projets utilisant la méthode de conformité du PEBC et les procédures décrites dans la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1999 pour les projets utilisant la méthode de conformité de l'ASHRAE. Tous les projets doivent être conformes aux lignes directrices de modélisation de l'édition en vigueur des « Procédures de modélisation des bâtiments en fonction du CMNÉB et du PEBC » de Ressources naturelles Canada. Les charges réglementées comprennent les systèmes de CVCA (appareils de chauffage et de refroidissement, ventilateurs et pompes), l'eau chaude sanitaire et l'éclairage intérieur. Les charges non réglementées comprennent les charges aux prises, l'éclairage extérieur, la ventilation des garages, les ascenseurs et monte-charges (transports verticaux) et les charges de traitement.

### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par un ingénieur ou par un architecte, déclarant que le bâtiment est conforme au niveau de performance énergétique approprié (défini ci-dessus).

ET

*Pour les projets du PEBC révisés et approuvés par Ressources naturelles Canada:*

- Fournir la copie de la lettre de Ressources naturelles Canada indiquant que le bâtiment est admissible au PEBC et satisfait aux exigences LEED ÉAp2.

*Pour les projets du PEBC qui n'ont pas été révisés par RNCAN ou ne sont pas admissibles au PEBC:*

- Fournir le rapport d'examen d'un évaluateur de conception PEBC indépendant indiquant que la conception est conforme aux exigences de cette condition préalable,

OU

- Fournir la copie électronique des fichiers de simulation informatisés, de la liste de contrôle des conditions obligatoires remplies et de la documentation à l'appui des économies d'énergie revendiquées, avec les plans et devis d'architecture, de mécanique et d'électricité en format électronique.

*Pour les projets ASHRAE:*

- Fournir une copie électronique des fichiers de simulation informatisés du

budget des coûts énergétiques et le la conception définitive proposée, de la liste de contrôle des conditions obligatoires remplies et de la documentation à l'appui des économies d'énergie revendiquées, avec les plans et devis d'architecture, de mécanique et d'électricité en format électronique.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 2</b>					

Exigée

## Interprétation des exigences préalables

### *Sommaire des normes de référence*

- LEED Canada-NC 1.0 propose deux méthodes pour remplir cette condition préalable : l'une est fondée sur la norme ASHRAE 90.1-1999 et l'autre sur le Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux et son adaptation du Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (CMNÉB) du Canada. L'une ou l'autre de ces méthodes peut être utilisée; toutefois, la méthode choisie doit être conservée pour l'admissibilité au crédit 1 Énergie et atmosphère.
- ASHRAE/IESNA 90.1-1999 : La norme Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential a été établie par l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE) dans le cadre d'un processus ayant abouti à un consensus avec l'American National Standards Institute (ANSI). L'Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) a participé à son parrainage. La norme, ou sa version moins sévère de 1989, est citée par renvoi dans plusieurs codes du bâtiment provinciaux et municipaux comme norme minimale d'efficacité énergétique. (La US Energy Conservation and Production Act (ECPA) exige que chaque État certifie qu'il a un code des bâtiments commerciaux qui impose les exigences de la norme 90.1-1999 de l'ANSI/ASHRAE/IESNA ou des exigences plus sévères.
- Le Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (CMNÉB) est un code modèle qui peut être adopté par les provinces et les municipalités canadiennes. Il a été élaboré par le Conseil national de recherches du Canada, l'organisme responsable du Code national du bâtiment du Canada, en collaboration avec de nombreux comités et toutes les provinces. Il a été publié en 1997, mais son adoption a été assez limitée. La norme ASHRAE 90.1 et le CMNÉB sont tous deux utilisés par de nombreuses instances canadiennes et certaines (p. ex. l'Ontario) exigent d'appliquer l'une ou l'autre de ces normes pour la conformité au code. Une étude détaillée [Hepting, 2004] a comparé la performance énergétique de bâtiments conçus selon la norme ASHRAE 90.1 et le CMNÉB/PEBC dans tout le pays. Elle a conclu que la norme ASHRAE 90.1-1999 était plus exigeante que le CMNÉB, et des critères ont été définis pour rendre les deux méthodes équivalentes.
- Comme le CMNÉB était basé sur la norme ASHRAE 90.1-1989, le CMNÉB et la norme ASHRAE 90.1 ont une structure très semblable, avec quelques modifications qui tiennent compte des normes canadiennes et du coût et de la disponibilité de l'énergie. Les deux normes établissent des exigences minimales pour la conception éconergétique des bâtiments autres que les bâtiments résidentiels de faible hauteur. Leurs dispositions ne s'appliquent pas aux maisons unifamiliales, aux logements collectifs de trois étages habitables ou moins au-dessus du niveau du sol, aux maisons industrialisées (maisons mobiles et modulaires) ni aux bâtiments non chauffés. Certaines dispositions de ces normes concernent la conception des garages de stationnement associés au bâtiment.

## Exigée

- Il y a pour les normes trois ensembles d'exigences : obligatoires, prescriptives et de performance. Les **exigences obligatoires** sont des méthodes d'efficacité énergétique qui doivent être incorporées à la conception. Ce sont des méthodes prescriptives simples qui sont considérées comme de bonnes pratiques de construction, telles que la commande de l'éclairage au moyen d'interrupteurs et les panneaux de signalisation des issues à faible puissance. Toutes les exigences obligatoires doivent être suivies quelle que soit la façon dont la conformité du projet est atteinte.
- Les deux normes donnent deux méthodes d'atteindre la conformité : la conformité prescriptive et la conformité de performance. Selon l'**approche prescriptive**, le bâtiment doit être conforme à des critères minimaux d'efficacité de l'équipement ou d'isolation qui ont une incidence sur la consommation d'énergie du bâtiment. Les normes établissent des critères pour l'enveloppe du bâtiment, le chauffage, la ventilation et la climatisation, l'eau chaude sanitaire, l'alimentation électrique, l'éclairage et les autres équipements. Bien que certains compromis mineurs soient admissibles en matière de surface de l'enveloppe et de niveau d'isolation, la conception doit respecter toutes les exigences.
- L'autre méthode consiste à utiliser l'**approche de performance**. Pour cette méthode, il faut utiliser un outil de simulation informatique pour modéliser le bâtiment et calculer la consommation annuelle totale d'énergie et un équivalent qui est conforme à la norme. Deux modèles informatisés du bâtiment sont utilisés dans cette méthode: un modèle de référence qui satisfait tout juste aux exigences prescriptives et obligatoires de la norme et un modèle de bâtiment proposé ayant les caractéristiques énergétiques de la conception. L'approche de performance permet aux concepteurs de faire des compromis par rapport aux exigences prescriptives : par exemple, d'utiliser moins d'isolant dans les murs à condition d'avoir un équipement de chauffage à haute efficacité et une consommation totale d'énergie qui ne soit pas supérieure à celle du modèle de référence. Avec le CMNÉB, il est important de comprendre que dans le modèle de référence, l'orientation, les masses, l'étanchéité, les heures d'exploitation, les débits d'introduction d'air extérieur (dans certaines limites), les points de consigne des thermostats et l'occupation du bâtiment de référence sont les mêmes que pour le bâtiment proposé. Il n'est pas possible d'accroître les économies d'énergie en utilisant des paramètres différents dans le bâtiment proposé et le bâtiment de référence (à moins que cela soit spécifiquement permis dans les « Procédures de modélisation des bâtiments en fonction du CMNÉB et du PEBC »).

### *Rénovations majeures à des bâtiments existants*

- Des bâtiments existants peuvent être exemptés de certaines des exigences obligatoires du CMNÉB ou de la norme ASHRAE 90.1 s'il peut être prouvé que ces exigences seraient techniquement ou économiquement non faisables en raison de l'état ou de la désignation historique du bâtiment. Les exigences du CMNÉB ou de la norme ASHRAE 90.10 relatives à la performance thermique de l'enveloppe du modèle de référence ne sont pas obligatoires dans le cas des bâtiments historiques (selon la définition de la section 4.1.2.2 de la norme ASHRAE 90.1). En outre, les exigences relatives à la performance thermique de l'enveloppe du bâtiment de référence devraient correspondre à l'état du bâtiment

historique existant. Toutefois, les systèmes électriques et mécaniques doivent être conformes au CMNÉB ou à la norme ASHRAE 90.1, à l'exception de l'éclairage désigné historique.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 2</b>					

## Exigée

- Pour qu'une rénovation à un bâtiment existant soit considérée comme majeure, il est nécessaire de satisfaire à trois conditions. L'enveloppe du bâtiment (à l'exclusion des fenêtres) doit être conservée, le bâtiment doit avoir été construit avant 1990 et la rénovation doit consister à remplacer les systèmes d'éclairage et de CVCA. S'il y a à la fois des rénovations majeures et des nouvelles constructions, les économies d'énergie requises pour satisfaire à la condition préalable doivent correspondre à une moyenne des économies d'énergie recherchées, pondérée en fonction des superficies des parties rénovées et des nouvelles parties construites. Tout agrandissement peut être considéré comme un projet LEED mais doit satisfaire aux exigences s'appliquant aux nouveaux bâtiments.

### *Démonstration de la conformité*

- Habituellement, pour les nouveaux bâtiments la conformité est démontrée à l'aide d'une simulation informatique de la consommation d'énergie ou en soumettant des documents attestant la conformité aux exigences de rendement des normes choisies (et non pas des factures). Avec la norme ASHRAE 90.1, la méthode de performance est l'option Energy Cost Budget (budget des coûts énergétiques), et elle exige que le coût annuel total de l'énergie calculé pour le modèle proposé soit de 18 % inférieur à celui du modèle de référence. Dans le cas des rénovations importantes à des bâtiments existants on peut utiliser l'approche prescriptive de la norme ASHRAE 90.1 pour démontrer la conformité.
- L'option du CMNÉB pour cette condition préalable consiste à obtenir les économies d'énergie exigées par le PEBC de Ressources naturelles Canada, soit une réduction de 25 % de la consommation d'énergie par rapport à celle du modèle de référence calculée conformément au CMNÉB/PEBC. Comme avec la norme ASHRAE 90.1, une simulation énergétique du bâtiment est habituellement requise pour montrer que les économies d'énergie de 25 % peuvent être obtenues. RNCan a aussi développé certains programmes prescriptifs permettant d'atteindre la cible d'économie d'énergie de 25 % du PEBC.
- En outre, RNCan a un programme d'encouragement pour les bâtiments industriels (BEBI) qui ne sont pas en premier lieu destinés à l'occupation humaine. Tout bâtiment conforme aux exigences en matière d'économie d'énergie du PEBC est conforme à cette condition préalable.
- Il n'est pas nécessaire qu'un bâtiment soit reconnu par le PEBC (ou le PEBC) pour satisfaire à cette condition préalable. Certains bâtiments ne sont pas admissibles au PEBC (p. ex. les bâtiments du gouvernement fédéral) ou encore certains propriétaires peuvent ne pas être intéressés à faire une demande. Toutefois, si c'est la méthode du CMNÉB qui est utilisée pour démontrer la conformité, la même documentation que celle exigée par le PEBC est exigée pour la demande de certification LEED du projet et la simulation doit suivre les lignes directrices du PEBC. Pour la plupart des projets, l'approbation du PEBC simplifie grandement le processus de soumission et d'examen de LEED.

**Préalable 2****Exigée***Exigences relatives aux simulations énergétiques*

- Les simulations énergétiques doivent être effectuées à l'aide d'un programme d'analyse énergétique horaire détaillé comportant des modèles pour les systèmes de CVCA compliqués qui sont installés dans les bâtiments commerciaux. Les simulations énergétiques du PEBC doivent être effectuées à l'aide du logiciel EE4 de RNCAN. Les simulations énergétiques selon la norme ASHRAE 90.1 peuvent être effectuées avec EE4, DOE 2.1 ou tout autre programme de simulation horaire conforme aux exigences de la norme concernant les logiciels d'analyse énergétique.
- Toutes les simulations, qu'elles soient faites pour le PEBC ou selon la norme ASHRAE 90.1, doivent être conformes aux procédures de modélisation définies dans les « Procédures de modélisation des bâtiments en fonction du CMNÉB et du PEBC » de RNCAN. En cas de contradiction entre les règles de modélisation de la norme ASHRAE 90.1 et le document de RNCAN, les règles de l'ASHRAE devraient être utilisées pour la méthode de conformité de l'ASHRAE et les règles de RNCAN devraient l'être pour la méthode de conformité du CMNÉB/PEBC. Voir le crédit 1 Énergie et atmosphère pour une description plus complète du processus de modélisation du rendement énergétique des bâtiments.

*Exigences relatives aux documents à soumettre*

- Si le projet a été approuvé par le PEBC (ou le PEBI), les seuls documents à soumettre initialement sont une copie de la lettre d'approbation de RNCAN, le formulaire de conformité LEED donné par le PEBI et la lettre type du LEED complétée.
- Si cette lettre n'est pas fournie, il y a deux options possibles. La première consiste à faire appel à un évaluateur de conception indépendant spécialisé dans le PEBC de RNCAN pour examiner les simulations énergétiques (voir [http://oe.nrcan.gc.ca/newbuildings/qualified\\_assessors.cfm](http://oe.nrcan.gc.ca/newbuildings/qualified_assessors.cfm)). Cet évaluateur indépendant doit faire partie d'une société indépendante de celle qui effectue la simulation énergétique et de l'équipe de conception du projet, être responsable devant le promoteur et payé directement par lui.
- La deuxième option consiste à soumettre des fichiers de simulation électroniques, des listes de contrôle des conditions obligatoires remplies et un texte décrivant les principales méthodes d'efficacité énergétique incorporées dans la conception proposée définitive, les hypothèses principales et les paramètres utilisés dans la simulation, ainsi qu'un résumé des résultats de cette dernière.
- Dans le cas d'une vérification LEED Canada de cette condition préalable, si des simulations ont été utilisées, le demandeur peut avoir à fournir un dossier complet de conception et de simulation énergétique conforme aux exigences du PEBC (p. ex. dessins, devis, fichiers de simulation énergétique, description des zones et rapport de simulation).
- Dans le cas des projets de rénovation importants où la méthode de conformité ASHRAE est utilisée, seule la lettre type LEED est exigée. Dans le cas d'une vérification LEED Canada de cette condition préalable, si on fait une simulation du bâtiment en utilisant la méthode de performance ASHRAE, le demandeur doit fournir un dossier complet de conception et de simulation énergétique (dessins,

devis, fichiers de simulation énergétique, description des zones et rapport de simulation) à l'appui des résultats de la simulation énergétique. Si on a suivi la méthode prescriptive de l'ASHRAE (possible pour les rénovations importantes seulement) il faut fournir des feuilles de travail similaires à celles disponibles dans la norme ASHRAE 90.1, pour établir la conformité avec les exigences obligatoires et prescriptives.

A	ES	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 2</b>						

**Exigée**

## Préalable 2

## Synergie du crédit

## ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

## ÉA Préalable 3

Réduction des CFC dans les équipements de CVCA et de réfrigération et élimination des halons

## ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

## ÉA Crédit 2

Énergies renouvelables

## ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

## ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

## MR Crédit 8

Bâtiment durable

## QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

## QEI Crédit 1

Contrôle du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)

## QEI Crédit 2

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

## QEI Crédit 6

Contrôle des systèmes par les occupants

## QEI Crédit 7

Confort thermique

## QEI Crédit 8

Lumière naturelle et vues

## Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Les paradigmes de développement traditionnels qui ont dominé la conception des bâtiments au cours des cinquante dernières années supposent une énergie bon marché produite à distance, transportée et distribuée localement et ne tiennent pas compte de l'inefficacité de la production en amont et des incidences sur l'environnement. Même si la production d'énergie à distance a permis aux promoteurs d'utiliser l'espace plus rationnellement, les avantages obtenus ont un coût environnemental élevé.

Plusieurs études ont démontré que l'énergie consommée par un bâtiment pour son exploitation constitue 80-90 % de la charge environnementale totale du cycle de vie. [Trusty et Miel, 2000; CORRIM, 2004]. La méthode la plus importante que tout promoteur ou concepteur peut prendre pour créer un bâtiment plus écologique consiste à réduire la consommation d'énergie et à remplacer les combustibles par des sources moins polluantes, en particulier des sources renouvelables.

La consommation d'énergie mesurée dans le bâtiment n'est qu'une partie de la consommation d'énergie du bâtiment. L'énergie et les émissions à la source tiennent compte des pertes et des inefficacités imputables à l'extraction de l'énergie, aux systèmes de transport et de distribution qui acheminent l'énergie jusqu'au bâtiment. Pour l'électricité, l'énergie et les émissions à la source peuvent être plus que deux fois plus importante que l'énergie consommée directement par le bâtiment à cause des pertes du réseau de distribution et de transmission et de l'efficacité des centrales. Cependant à cause que les

réseaux électriques régionaux regroupent l'énergie produite par une grande variété de centrales situées dans différents endroits, et la provenance du courant du réseau change de minute en minute, il est difficile de déterminer l'énergie et les émissions à la source. LEED utilise l'énergie locale ou le coût plutôt que de calculer l'énergie et les émissions à la source car les coûts de l'énergie en Amérique du Nord correspondent en gros à la charge environnementale. Toutefois, l'utilisation de l'énergie ou du coût de l'énergie comme indice de charge environnementale est pour le moins imprécis et peut changer dans les versions futures de LEED Canada-NC 1.0.

Les preuves indiquent que la combustion des combustibles fossiles, avec pour conséquence les émissions de CO<sub>2</sub>, de SO<sub>x</sub> et de NO<sub>x</sub>, est liée au réchauffement du climat et est en progression car nous continuons d'extraire et de brûler ces combustibles à un rythme de plus en plus rapide. La déréglementation des marchés de l'énergie a permis de mieux dissocier les effets de la production d'électricité et les usagers, car l'électricité peut être vendue dans des régions éloignées des endroits où les impacts de la production sur l'environnement se font sentir. La protection des habitats est en train de devenir un facteur critique dans la planification de la production d'énergie et les efforts de répartition. L'énergie nucléaire est toujours controversée en raison des problèmes de sécurité et de protection de l'environnement causés par le traitement, le transport et le stockage des déchets. Parallèlement à une meilleure compréhension des effets secondaires découlant de la consommation d'énergie, la demande d'une production propre et d'énergies renouvelables continue de s'accroître.

## Aspects environnementaux

Le Canada a signé le Protocole de Kyoto visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Selon cet engagement, le gouvernement canadien s'est fixé pour but que, d'ici 2010, tous les nouveaux bâtiments seront conformes aux exigences minimales du PECB. Pour encourager cette transformation du marché, le ministère fédéral des Ressources naturelles du Canada a mis sur pied un programme d'encouragement pour la conception et la construction de bâtiments répondant à cette exigence. Ce Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PECB) exige une simulation énergétique complète du bâtiment (à l'aide de EE4, une version de DOE 2.1) montrant qu'une économie d'énergie de 25 % est réalisée. Il est probable que cet encouragement sera recherché pour la plupart des bâtiments désirant obtenir la certification canadienne LEED, car il peut compenser pour les coûts de conception et de certification LEED.

La condition préalable 1 de LEED Canada-NC 1.0 Énergie et atmosphère est plus stricte que les exigences LEED-NC 2.1 de l'USGBC pour deux raisons :

- Premièrement, le Canada est un pays plus froid que les États-Unis et l'efficacité énergétique des bâtiments constitue un facteur plus important des impacts environnementaux.
- Deuxièmement, comme l'objectif du gouvernement est de transformer le marché afin que les bâtiments soient de 25 % plus efficaces, il serait rétrograde d'établir une condition préalable inférieure à ce but. Par conséquent, la condition préalable 2 a été relevée pour correspondre au but du PECB dans le cas des nouveaux bâtiments mais elle n'a pas été modifiée pour les rénovations aux bâtiments existants.

Ces changements s'appuient sur une étude approfondie [Hepting, 2004] entreprise pour comparer l'efficacité énergétique de bâtiments conçus selon la norme ASHRAE 90.1-1999 et selon l'adaptation du CMNBÉ au PECB. Cette étude a ensuite été utilisée pour déterminer le niveau qui, dans la norme ASHRAE 90.1, correspond à l'économie d'énergie de 25 % du PECB pour les nouveaux bâtiments. Elle a comparé les performances énergétiques relatives de huit types de bâtiment dans sept zones climatiques du Canada et a conclu qu'en moyenne un bâtiment pour lequel les économies de coût énergétique étaient de 18 % selon la norme ASHRAE 90.1 était équivalent à un bâtiment conçu pour être conforme au PECB.

## Aspects économiques

La conformité aux exigences du PECB ou de la norme ASHRAE 90.1-1999 entraîne une diminution des coûts d'exploitation, car la consommation totale d'énergie est moindre en rapport à la demande correspondant à la période du jour ou à la saison. La réduction de la consommation totale d'énergie d'un bâtiment peut aussi donner lieu à une réduction des coûts initiaux. Par exemple, des éléments de conception intégrés peuvent permettre d'avoir un équipement de CVCA plus petit. Il existe aussi dans de nombreux endroits des programmes de rabais des services publics locaux et des encouragements des bureaux provinciaux de l'énergie pour les équipements et les conceptions éconergétiques.

Le coût de la simulation énergétique pour un bâtiment sont abordables et varient de 7 500 \$ à 25 000 \$ ou plus selon les caractéristiques et la complexité de la conception du bâtiment. Cependant, les incitatifs financiers du PECB, peuvent atteindre 60 000 \$ et

peuvent compenser ce faible coût initial et contribuer à l'amortissement des dépenses en immobilisations découlant des méthodes d'efficacité énergétique mises en œuvre par une conception écoénergétique améliorée.

### Aspects communautaires

La réduction de la dépendance à l'égard des combustibles fossiles pour le chauffage et le refroidissement provoque une réduction des niveaux de polluants de l'air dans les zones urbaines et, dans la plupart des provinces, évite des dépenses aux communautés locales. L'EPA estime qu'aux États-Unis, il existe un risque élevé que l'ozone de la basse atmosphère (smog) dû en grande partie par les combustibles fossiles consommés par les bâtiments et les véhicules, cause des problèmes de santé chez environ une personne sur trois.

### Conception

Selon cette condition préalable, le niveau d'efficacité énergétique du bâtiment doit être équivalent aux économies d'énergie établies par le PEBC. Dans la plupart des cas, la conception du bâtiment devra être modifiée afin d'inclure un plus grand nombre de méthodes d'efficacité énergétique. Certaines des stratégies possibles sont exposées ci-dessous.

### Stratégies

La norme 90.1-1999 et le CMNÉB décrivent les critères de la méthode prescriptive et de la méthode obligatoire en ce qui concerne l'efficacité énergétique pour cinq éléments : l'enveloppe du bâtiment, les systèmes de CVCA, le chauffage de l'eau sanitaire, l'éclairage et les charges de traitement.

Les deux documents imposent l'efficacité énergétique de l'enveloppe par des valeurs U maximales pour divers

éléments du bâtiment. (La valeur U est l'inverse de R.) La valeur U est calculée en tenant compte des ponts thermiques des éléments structuraux et ne dépend pas uniquement des propriétés de l'isolant. La figure 1 illustre un exemple tiré du CMNÉB pour le sud de l'Ontario. Les dispositions prescriptives qui y sont indiquées sont établies en fonction de l'emplacement et du climat. Une des façons les plus faciles de réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments où l'énergie de chauffage est plus importante que l'énergie de refroidissement est d'ajouter de l'isolant ou de diminuer les ponts thermiques.

Dans les deux normes, les valeurs U requises pour les fenêtres sont établies en fonction de la performance générale et tient compte des pertes de chaleur à travers le cadre et par le bord du verre, et non pas seulement de la valeur R au centre du verre. Si le rapport des surfaces des fenêtres sur les surfaces des murs est supérieur à 40 %, les valeurs U exigées dans le CMNÉB et la norme ASHRAE 90.1 sont plus élevées. La performance énergétique des fenêtres peut être améliorée à l'aide de revêtements à faible émissivité, de lames de gaz inerte, d'intercalaires pour vitrage isolant et de cadres mieux isolés. Dans la plupart des cas, la consommation d'énergie sera réduite si le rapport de surface des fenêtres à la surface des murs est inférieur à 50 %.

Les normes traitent de l'efficacité du système de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air en spécifiant la performance minimale de l'ensemble de l'équipement de CVCA. Les valeurs de performance exigées sont fonction du type et de la taille de l'équipement. Les normes exigent aussi la mise en place de moyens de contrôle qui ferment automatiquement le système en dehors des heures d'occupation

ou en réduisent la production. La consommation d'énergie peut être réduite de nombreuses façons. Le type du système de CVCA peut avoir un impact majeur sur la consommation d'énergie. Il faut éviter les systèmes qui obligent à chauffer et à refroidir en même temps pour satisfaire aux conditions de confort dans n'importe quelle zone donnée (p. ex. dispositifs de réchauffage terminaux, zones multiples). Il faut choisir des systèmes récupérant la chaleur qui serait autrement perdue, ou qui extraient de la chaleur de sources renouvelables (p. ex. récupération de la chaleur de l'air extrait, pompes géothermiques, thermopompes à eau) ou encore équipés de ventilateurs de faible puissance (p. ex. régulateurs de débit d'air avec variateurs de vitesse, appareils de chauffage et de refroidissement radiants). Sélectionner l'équipement à haute efficacité: chaudières à condensation, des refroidisseurs à compresseur en spirale à haut rendement et des systèmes autonomes en toiture conformes aux normes CEE. Les ventilateurs-récupérateurs de chaleur, le préchauffage solaire de l'air et la ventilation commandée selon la demande permettent de réduire la charge de chauffage et, dans certains cas, la charge de refroidissement de l'air de ventilation. De même, la consommation d'énergie des ventilateurs sera moindre si les gaines ont une grande section et les moteurs et mécanismes d'entraînement sont efficaces.

Les exigences pour le chauffage de l'eau sanitaire portent sur le niveau minimal d'isolation des réservoirs et des canalisations et l'efficacité de l'équipement de chauffage de l'eau. Il est possible de réduire ces exigences en installant des appareils à débit réduit, des dispositifs de récupération de la chaleur de l'eau évacuée et des chauffe-eau solaires ou à haut rendement.

Il y a dans le CMNÉB et la norme ASHRAE 90.1 des exigences obligatoires concernant l'efficacité des commandes d'éclairage. Elles établissent des valeurs maximales pour les densités de puissance lumineuse (DPL) qui dépendent de la fonction du local (p. ex. bureau, commerce de détail, entrepôt). Des sources lumineuses efficaces telles que les fluorescents T5/T8 et les lampes décharge à haute intensité devraient être privilégiées dans la conception, et tout moyen d'éclairage inefficace tel que les lampes incandescentes et halogènes devrait être évité. La conception du bâtiment et les systèmes de commande de l'éclairage devraient tirer parti de la lumière naturelle, et des détecteurs d'occupation devraient éteindre les lumières des locaux lorsqu'ils sont vides.

Les normes établissent aussi des exigences pour d'autres équipements tels que les moteurs électriques et certaines charges de traitement. Les moteurs doivent être conformes aux dispositions de la Loi sur l'efficacité énergétique. Le PEBC accorde des crédits d'économie d'énergie pour l'utilisation d'appareils Energy Star dans certaines applications.

### Synergies et compromis

Le CMNÉB et la norme ASHRAE 90.1 sont conçus pour permettre des compromis importants en ce qui concerne les méthodes d'efficacité énergétique, à condition que le bilan énergétique total soit respecté ou réduit. La simulation énergétique constitue l'outil le plus efficace pour ces compromis. Elle devrait être effectuée dès le début du processus de conception afin d'optimiser la performance énergétique et de réduire le coût initial des méthodes d'efficacité énergétique. Dans de nombreux cas, le coût différentiel de ces méthodes

peut être partiellement ou entièrement compensé par les économies réalisées grâce à des systèmes de CVCA plus petits. Il est essentiel pour réaliser de telles économies d'adopter une approche intégrée tout au long du processus de conception.

### Calculs

Dans la plupart des cas, une simulation énergétique sera exigée pour montrer que le bâtiment est conforme. Des résultats sont requis pour le bâtiment proposé et le bâtiment de référence (selon le CMNÉB ou la norme ASHRAE 90.1). Les simulations énergétiques doivent être effectuées conformément aux « Procédures de modélisation des bâtiments en fonction du CMNÉB et du PEBC » de RNCAN. Elles doivent indiquer les coûts et les consommations d'énergie pour chacune des utilisations finales (p. ex. chauffage, traitement). Les deux normes sont utilisées pour calculer le pourcentage des économies d'énergie de façons différentes, et la procédure employée doit correspondre à la méthode de conformité choisie.

#### Calculs selon le CMNÉB/PEBC:

Le programme du PEBC exige une réduction de 25 % de la consommation d'énergie (et non pas du coût de l'énergie comme dans la norme ASHRAE). Le PEBC inclut les charges aux prises dans le calcul des pourcentages d'économies (tandis qu'elles sont exclues dans la norme ASHRAE<sup>1</sup>). La formule est :

$$\% \text{ d'économies PEBC} = \frac{100 * (CE_{\text{RÉF}} - CE_{\text{PRO}} + CE_{\text{CRÉDITS}})}{CE_{\text{RÉF}}}$$

<sup>1</sup>On remarquera que la norme ASHRAE 90.1-1999 n'exclut pas les charges des prises dans les calculs de conformité. Toutefois, la version américaine initiale de LEED exclut ces charges dans le calcul des économies. Les références aux calculs selon la norme ASHRAE 90.1-1999 figurant dans ce document concernent l'adaptation américaine LEED de cette norme.

Où

- $CE_{\text{RÉF}}$  est la consommation d'énergie totale du bâtiment de référence avec les charges de traitement non réglementées déduites mais les charges des prises électriques incluses, toujours exprimées en MJ.
- $CE_{\text{PRO}}$  est la consommation d'énergie totale du bâtiment proposé avec les charges de traitement non réglementées déduites mais les charges aux prises incluses, en MJ.
- $CE_{\text{CRÉDITS}}$  est l'économie d'énergie résultant de l'emploi de systèmes à énergie renouvelable et des charges de traitement non réglementées autorisées en ÉAc1, exprimée en MJ.

Dans certaines circonstances, le PEBC ou le PEBI accordent des crédits d'économies d'énergie pour des améliorations de processus industriels dans le bâtiment. Ces économies peuvent être incluses dans le calcul des pourcentages d'économies d'énergie. On ne peut pas tenir compte des systèmes de cogénération pour la démonstration de la conformité à ÉAp1.

#### Calculs selon la norme ASHRAE 90.1:

Les travaux de Hepting indiquent qu'une réduction de 25 % de la consommation d'énergie (en tenant compte des charges des prises électriques) par rapport au bâtiment de référence du CMNÉB est équivalente à une réduction de 18 % des coûts d'énergie (à l'exclusion des charges aux prises). Bien que cela semble déroutant de calculer les pourcentages avec des formules différentes, on a estimé qu'il est plus important que le document de LEED Canada-NC 1.0 corresponde à la façon dont les calculs sont faits, c'est-à-dire

selon la norme ASHRAE 90.1 et le PEBC. Par conséquent, la formule pour cette méthode est :

% d'économies selon la norme ASHRAE =

$$100 * (CEF' - CEP' + CER' + CEE') / CEF'$$

Où

- CEF' est le coût annuel de l'énergie du bâtiment de référence à l'exclusion des coûts de l'énergie non réglementée.
- CEP' est le coût annuel de l'énergie consommée par le bâtiment proposé ou déjà conçu à l'exclusion des coûts de l'énergie non réglementée.
- CER' est l'économie sur le coût annuel de l'énergie résultant de l'utilisation de systèmes à énergie renouvelable.
- CEE' est l'économie sur le coût de l'énergie consommée par les charges de traitement non réglementées autorisées en Éap1.

On peut ne pas tenir compte des systèmes de cogénération pour la démonstration de la conformité à Éap1. Le crédit ÉAc1 comprend un exemple détaillé qui aidera à faire ce calcul.

## Ressources

### Sites Web

**Advanced Buildings:** Hébergé par un consortium privé/public canadien, ce site fournit des explications, des coûts et des sources de renseignements pour 90 technologies et pratiques visant à améliorer l'efficacité des ressources et de l'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels à logements multiples et des bâtiments commerciaux.

*Site: [www.advancedbuildings.org](http://www.advancedbuildings.org)*

**ENERGY STAR® Buildings Upgrade Manual:** Ce document de l'EPA est un guide pour les partenaires du programme ENERGY STAR Buildings

servant à la planification et à la mise en œuvre d'améliorations éconergétiques rentables et peut être utilisé dans le cadre d'une stratégie énergétique.

*Site: [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov)*

**Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments 1997.** Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches du Canada. Cité par la ville de Vancouver comme étant équivalent à la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1989 pour les besoins de la conformité aux règlements municipaux; base des incitatifs offerts dans le cadre du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) de Ressources naturelles Canada. Disponible sur CD au site Web identifié.

*Site: <http://www.nrc.ca/irc/catalogue/energy2.html>*

**Conformité des bâtiments par la méthode de performance.** 1999. Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches du Canada. Traite en détail diverses fonctions que le logiciel de conformité doit être capable d'exécuter pour aider un utilisateur à démontrer que la conception proposée est conforme au CMNÉB. La clientèle cible est constituée des organismes de développement de logiciels qui développent ou adaptent des logiciels et des manuels.

*Site: <http://www.nrc.ca/irc/catalogue/energy2.html>*

**Programmed'encouragement pour les bâtiments commerciaux.** Le site Web du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) de Ressources naturelles Canada contient des liens vers des caractéristiques de conception de bâtiments sélectionnés du PEBC, des études de cas de bâtiments

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 2</b>					

et des processus de conception intégrée utilisés, ainsi que vers le Guide technique (voir ci-dessous), l'outil de vérification Web du PEBC et le logiciel gratuit EE4 du PEBC pour les simulations énergétiques.

Site: [http://cbip.nrcan.gc.ca/buildings/index\\_e.html](http://cbip.nrcan.gc.ca/buildings/index_e.html)

### Guide technique du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux II. 2000.

Le Guide technique du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) de Ressources naturelles Canada expose les détails du programme et ses procédures, avec des conseils pour certains types de bâtiment.

Site: [http://cbip.nrcan.gc.ca/techguidelines\\_e.html](http://cbip.nrcan.gc.ca/techguidelines_e.html)

### Norme 90.1 – 1999 ANSI/ASHRAE/IESNA – Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.

American Society of Heating, Refrigerating & Air-conditioning Engineers. La norme établit des exigences minimales pour la conception éconergétique de bâtiments, mais exclut spécifiquement les petits bâtiments résidentiels (maisons unifamiliales et structures multifamiliales de trois étages ou moins au-dessus du sol).

Site: <http://www.ashrae.org/>

### Imprimés

- *ASHRAE Standard 90.1-1999 User's Manual*, ASHRAE, 1999.

Le nouveau Guide de l'utilisateur de la norme ASHRAE 90.1-1999 a été élaboré spécifiquement pour la norme 90.1-1999 de l'ASHRAE/IESNA (Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings). Ce guide explique la nouvelle norme et comprend des exemples de calculs, des documents de référence utiles

et des renseignements sur le but et l'application de la norme. Il est abondamment illustré et contient de nombreux exemples et des tables de données de référence. Il comprend aussi un ensemble complet de formulaires de conformité et de feuilles de travail qui peuvent être utilisés pour documenter la conformité à la norme.

Le manuel de l'utilisateur est utile aux architectes et ingénieurs qui appliquent la norme à la conception des bâtiments, aux examinateurs de plans, aux inspecteurs de chantier qui doivent contrôler l'application de la norme lorsque celle-ci est adoptée en tant que code et aux entrepreneurs qui doivent construire des bâtiments conformes à la norme.

Un disque compact joint au manuel de l'utilisateur contient le programme informatique EnvStd 4.0 permettant de trouver des solutions de remplacement s'appliquant à l'enveloppe du bâtiment, ainsi que des versions électroniques des formules de conformité figurant dans le manuel de l'utilisateur.

- *Commercial Lighting Efficiency Resource Book*, EPRI, 1991.
- *Sustainable Building Technical Manual*, Public Technology, Inc., 1996.
- Hepting et Ehret, *Verification of LEED Canada v1.0 Energy Credit 1 Point Awards for Building Energy Conservation in Canada*, préparé pour le comité directeur de LEED-Canada et RNCAN, janvier 2004.
- Trusty, W.B., et Meil, J., *'Buildings as Products: Issues and Challenges for LCA'* - présentation à l'InLCA - EPA International Conference on Life Cycle Assessment: Tools for

Sustainability, Arlington, Virginia,  
Avril 2000.

- *Life Cycle Environmental Performance of Renewable Building Materials in the Context of Residential Construction*, CORRIM, août 2004.

A	É	S	G	E	É	A	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 2</b>									



AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 3</b>					

Exigée

## Réduction des CFC dans les équipements de CVCA et de réfrigération et élimination des halons

### But

Réduire l'appauvrissement de la couche d'ozone.

### Exigences

N'utiliser aucuns réfrigérants à base de CFC dans les systèmes de CVCA et de réfrigération des nouveaux bâtiments de base et n'utiliser aucuns halons dans les installations de protection incendie. En cas de réutilisation des équipements de CVCA d'un bâtiment de base existant, prévoir l'élimination graduelle de tous les CFC lors du remplacement des équipements de CVCA.

### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par un ingénieur ou par un architecte, déclarant que les systèmes de CVCA et de réfrigération du bâtiment n'utilisent aucun frigorigène à base de CFC et qu'il n'y a pas de halons dans les installations de protection incendie.

*Si une vérification de ce crédit est demandée pendant le processus de certification,*

- Inclure dans les documents à soumettre un tableau de tous les équipements de réfrigération en indiquant les charges de réfrigérants (ainsi que pour les équipements autres que le bâtiment de base si elles dépassent 15 % de la capacité installée) et un tableau de l'équipement de protection incendie en indiquant les produits chimiques utilisés.

### Sommaire des normes de référence

Aucune norme n'est donnée en référence pour ce crédit.

### Interprétation des exigences préalables

- Les systèmes de conditionnement d'air et de réfrigération du bâtiment de base ne doivent utiliser aucun CFC comme frigorigène. Cette exigence s'applique aussi aux installations centrales et aux systèmes de refroidissement à distance desservant le bâtiment. Si le bâtiment est desservi par une centrale ou un système de refroidissement collectif qui utilise des CFC, le propriétaire doit prévoir un changement d'équipement pour adopter un système sans CFC.
- Les systèmes de refroidissement qui ne font pas partie des systèmes de refroidissement et de réfrigération du bâtiment de base (charges de traitement non réglementées) sont exemptés de cette exigence, à condition qu'ils représentent moins de 15 % de la capacité de refroidissement installée (par exemple petits systèmes de CVCA et de refroidissement pour salles d'ordinateurs, salles de données, salles de téléphones, fontaines d'eau réfrigérée et appareils résidentiels).

- Les gros systèmes de réfrigération utilisés pour les patinoires et les épiceries ne sont pas exemptés. Il ne doit pas non plus y avoir de halons dans les systèmes de protection incendie du bâtiment et du stationnement. Il existe cependant certaines exceptions concernant l'équipement existant, voir Conception

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 3</b>					

Exigée

**Synergie du crédit****ÉA Préalable 2**

Performance énergétique minimale

**ÉA Crédit 1**

Optimiser la performance énergétique

**ÉA Crédit 4**

Protection de la couche d'ozone

**MR Crédit 1**

Réutilisation des bâtiments

**MR Crédit 8**

Bâtiment durable

## Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Il y avait des chlorofluorocarbones (CFC) dans les frigorigènes des anciens systèmes. Les CFC sont la cause de graves problèmes environnementaux et de santé parce qu'ils contribuent beaucoup à l'appauvrissement de la couche d'ozone. La réaction entre un CFC et une molécule d'ozone dans la stratosphère détruit cette molécule d'ozone et réduit la capacité de la stratosphère d'absorber une partie du rayonnement ultraviolet (UV) du soleil. Toute surexposition aux rayonnements UV peut causer des cancers de la peau, des cataractes et un affaiblissement du système immunitaire. Un accroissement des rayonnements UV peut aussi provoquer une diminution des récoltes et des bouleversements de la chaîne alimentaire marine.

Les CFC font partie de la catégorie des destructeurs d'ozone. Ayant reconnu les graves risques pour la santé humaine associés à l'appauvrissement de l'ozone, cent-soixante pays ont accepté, à la fin des années 1980, de respecter le Protocole de Montréal sur les substances qui appauvrissent la couche d'ozone. Ce traité comprend un calendrier d'arrêt progressif de la production et de l'utilisation des destructeurs d'ozone, y compris les CFC, les HCFC et les halons. Conformément au Protocole de Montréal, la production des CFC au Canada et aux États-Unis s'est terminée en 1995.

### Aspects environnementaux

À cause des fuites dans les circuits de réfrigération, de leur mauvais entretien et de leur mise hors service inadéquate, des CFC se dégagent dans l'atmosphère. Dans la stratosphère, les CFC absorbent

aussi les rayonnements infrarouges et constituent des gaz à effet de serre puissants.

L'interdiction d'utiliser des CFC dans les frigorigènes ralentit l'appauvrissement de la couche d'ozone et réduit l'accumulation des gaz à effet de serre qui sont des agents de changement du climat mondial. En outre, un choix judicieux de l'équipement peut permettre d'obtenir une meilleure efficacité énergétique, réduisant ainsi la contribution des bâtiments aux changements climatiques. Cependant certains frigorigènes actuellement utilisés pour remplacer les CFC ont un indice de potentiel de réchauffement planétaire élevé et devraient être récupérés, reconditionnés et réutilisés plutôt que rejetés dans l'atmosphère.

### Aspects économiques

La production des CFC aux États-Unis et au Canada a été complètement abandonnée à la fin de 1995. Bien qu'il soit possible d'obtenir des frigorigènes contenant des CFC sur les stocks existants (inutilisés et recyclés), il deviendra de plus en plus difficile de s'en procurer. Avec la diminution des approvisionnements et le maintien de la demande, on peut s'attendre à une augmentation des coûts des stocks de CFC qui existent encore et par conséquent à une meilleure rentabilité de la conversion des systèmes de protection incendie et des systèmes de réfrigération.

Il est maintenant standard de spécifier pour les bâtiments des équipements sans CFC, car on ne fabrique plus de systèmes utilisant des CFC. Il faut prévoir des coûts initiaux supplémentaires dans le cas des rénovations à des bâtiments existants pour convertir ou remplacer les systèmes qui utilisent des CFC. Les frigorigènes et la plupart des

nouveaux systèmes de CVCA sans CFC ont des coûts comparables à ceux de l'équipement utilisant des CFC. Par rapport à la conversion, le remplacement des systèmes de CVCA est l'occasion d'installer des équipements plus efficaces par une conception et une sélection bien pensées et de réaliser des économies d'énergie pendant la durée de vie du bâtiment.

### Aspects communautaires

L'appauvrissement de l'ozone a des effets néfastes sur la terre et ses habitants. Toute surexposition à des rayonnements UV provoque un risque plus élevé de cancers de la peau, de cataractes et d'affaiblissement du système immunitaire. Un accroissement des rayonnements UV peut aussi provoquer une diminution des récoltes et des bouleversements de la chaîne alimentaire marine. L'élimination des CFC dans les équipements des bâtiments entraîne une réduction de l'appauvrissement de l'ozone et, par conséquent, des risques pour la santé et l'environnement ainsi que des impacts économiques qui en résultent.

### Conception

Seuls des systèmes de protection incendie, de CVCA et de réfrigération sans CFC doivent être spécifiés dans les bâtiments de base. Cette exigence s'applique aussi bien à une installation centrale qu'à des systèmes de refroidissement à distance desservant le bâtiment. Tout équipement existant utilisé strictement comme équipement de secours et de relève est exempté. Dans les structures existantes, les équipements utilisant des frigorigènes, les systèmes de CVCA et les systèmes de protection incendie doivent être vérifiés avant le début de la conception. Si des équipements existants utilisent des CFC, le

propriétaire doit changer complètement de frigorigène avant la fin des travaux, ou encore passer un contrat ou signer un engagement écrit pour que cela soit fait dans l'année qui suit la fin des travaux.

Des périodes de transition plus longues (cinq à sept ans) peuvent être acceptables dans le cas des campus où l'équipement utilisant des CFC représente moins de 5 % de la charge totale de l'installation centrale. Afin de démontrer la conformité dans une telle situation, les documents suivants doivent être fournis :

- Sommaire des bâtiments nouveaux et existants du campus et de la charge de refroidissement de chacun d'entre eux
- Capacité de chacun des refroidisseurs nouveaux et existants
- Description des étapes de refroidissement pour démontrer que les unités de réserve ne contiennent pas de CFC
- Lettre d'engagement du propriétaire, décrivant le plan et le calendrier de transition.

### Stratégies

Les caractéristiques des divers produits de remplacement des CFC doivent être étudiées. Les frigorigènes ont des applications, des durées de vie, des potentiels de destruction de l'ozone (PDO) et des potentiels de réchauffement de la planète (PRP) différents. Le *Tableau 1* donne des exemples de durées de vie environnementales, de valeurs de PDO et de valeurs de PRP pour divers frigorigènes. Les frigorigènes choisis devraient combiner durée de vie environnementale et faibles valeurs de PDO et de PRP et efficacité énergétique de l'équipement sélectionné. La période d'élimination progressive des produits de remplacement des CFC, plus

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 3</b>					

particulièrement des HCFC, devrait être aussi prise en considération lorsque l'on spécifie l'équipement. Certains de ces frigorigènes constituent des solutions acceptables aujourd'hui mais devront être éliminés pendant la durée de vie de l'équipement actuel dans le cadre du Protocole de Montréal.

**Tableau 1 : Données environnementales sur les frigorigènes**

Frigorigène	Durée de vie [années]	PDO	Pot. Réchauf. Clim.
CFC-11	45	1	4 000
CFC-12	100	1	8 500
CFC-13	640	1	11 700
CFC-113	85	1	5 000
CFC-114	300	1	9 300
CFC-115	1 700	1	9 500
<hr/>			
Halon 1211	11	3	s/o
Halon 1301	65	10	5 600
Halon 2402	s/o	6	s/o
<hr/>			
HCFC-22	12	0,06	1 700
HCFC-123	1	0,02	93
HCFC-124	6	0,02	480
HCFC-141b	9	0,11	630
HCFC-142b	19	0,07	2 000
<hr/>			
HFC-32	5,6	0	650
HFC-125	32,6	0	2 800
HFC-134a	14,6	0	1 300
HFC-143a	48,3	0	3 800
HFC-152a	1,5	0	140
HFC-236fa	209	0	6 300

Source: site web de l'EPA

## Technologies

Aucun produit « idéal » n'a été développé pour remplacer les CFC. Se reporter à la liste des produits de remplacement des destructeurs d'ozone de l'EPA ([www.epa.gov/ozone/snap](http://www.epa.gov/ozone/snap)) pour connaître les produits pouvant être utilisés à la place des frigorigènes contenant des CFC. On notera que certains de ces produits ne conviennent pas pour moderniser l'équipement existant si leur utilisation nécessite des modifications importantes.

## Synergies et compromis

Cette condition préalable constitue la première des deux étapes du LEED qui permettent de réduire la contribution du bâtiment au problème de l'appauvrissement de l'ozone. La deuxième est incorporée dans le crédit 4 d'ÉA - Protection de l'ozone, qui exige des équipements qui n'utilisent pas de HCFC, de CFC et de halons. Si aucun équipement de réfrigération mécanique ou de protection incendie n'est prévu, le projet satisfait aux exigences de cette condition.

Le choix de l'équipement de réfrigération et du frigorigène aura un impact sur la performance énergétique du bâtiment. Par conséquent, il est important de tenir compte de l'efficacité énergétique dans le choix du système de réfrigération et de refroidissement. Dans le cas des projets de réaménagement de bâtiment, il peut être coûteux ou difficile de réhabiliter des équipements qui utilisent des CFC, mais cela n'en demeure pas moins économique si l'on tient compte du coût toujours plus élevé des CFC de récupération et de la consommation d'énergie des vieux systèmes par rapport à celle des nouveaux équipements de CVCA.

## Ressources

### Sites Web

**Site Web d'Environnement Canada sur l'ozone stratosphérique.** Contient des liens à divers règlements sur les destructeurs d'ozone au Canada, notamment deux règlements fédéraux adoptés en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, soit le Règlement sur les substances appauvrissant la couche d'ozone (DORS/99-7) 1998 et le Règlement fédéral sur les hydrocarbures, 2003 (RFH 2003).

Site: <http://www.ec.gc.ca/ozone>

**Building Systems Analysis & Retrofit Manual, SMACNA, 1995.** Ce manuel donne un aperçu de plusieurs systèmes de CVCA, en mettant l'accent sur l'aspect économique de l'achat et de l'exploitation. Les sujets traités sont la modernisation de la gestion de l'énergie, les essais, les réglages et l'équilibrage des systèmes de CVCA, la qualité de l'air intérieur, la mise en service/mise hors service des systèmes de CVCA, le nettoyage des conduits, l'analyse des réseaux de conduits; l'exploitation et la maintenance des systèmes et le remplacement des CFC/HCFC.

Site: <http://www.smacna.org/>

**CFCs, HCFC and Halons: Professional and Practical Guidance on Substances that Deplete the Ozone Layer, CIBSE, 2000.** Ce petit livre contient de l'information sur le sujet, des conseils en matière de conception et une vue d'ensemble de l'étanchéité des circuits de frigorigène et la détection des fuites.

Site: <http://resourcecenter.ashrae.org/store/ashrae/>

**The Refrigerant Manual: Managing The Phase-Out of CFCs, BOMA International, 1993.** Ce manuel donne

de l'information de base sur la question des chlorofluorocarbones (CFC), un aperçu des options disponibles (conserver l'équipement existant, le moderniser ou le remplacer) et des méthodes de simple bon sens sur des études de cas réels. Le manuel contient les règles de l'EPA sur le recyclage des frigorigènes et l'interdiction de mise à l'air libre et les normes de l'Air-Conditioning & Refrigeration Institute (ARI) et de l'American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers.

Site: <http://www.boma.org/ProductsAndResearch/Refrigerants/TheRefrigerantManualManagingThePhaseOutofCFCs.htm>

**Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). Règlement sur les substances appauvrissant la couche d'ozone, 1998 (DORS/99-7).** Ce règlement fédéral interdit la fabrication des chlorofluorocarbures et des halons et il fixe la fin de la fabrication des hydrochlorofluorocarbures à 2020 (à l'exception du HCFC-123) ou à 2030 (HCFC-123). Il limite aussi l'importation et l'exportation de ces produits ainsi que d'autres destructeurs d'ozone.

Site: <http://laws.justice.gc.ca/en/C-15.31/SOR-99-7/68284.html#rid-68337>

Site: <http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/regulations/>

**Loi canadienne sur la protection de l'environnement, 1999. Règlement fédéral sur les halocarbures, 2003 (RFH 2003).** Ce règlement s'applique aux systèmes d'extinction d'incendie, de réfrigération et de climatisation et aux systèmes de solvants situés sur le territoire domanial, les territoires autochtones et les terrains appartenant à un ministère, une commission ou un organisme fédéral, à une société de la Couronne ainsi qu'aux travaux fédéraux.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Préalable 3</b>					

En plus d'autres exigences, ce règlement restreint l'installation de systèmes devant normalement fonctionner avec des CFC et des halons.

Site: <http://www.ec.gc.ca/ozone>

Sites:

1. Liste des règlements provinciaux et territoriaux -

[http://www.ec.gc.ca/ozone/docs/regulations/prov\\_terr/regs/en/prov-terr-reg.cfm](http://www.ec.gc.ca/ozone/docs/regulations/prov_terr/regs/en/prov-terr-reg.cfm)

2. Stratégie canadienne pour accélérer l'élimination progressive des utilisations de CFC et de halons et pour éliminer les stocks excédentaires-

[http://www.ccme.ca/assets/pdf/cfc\\_halons\\_dspstrtg\\_e.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/cfc_halons_dspstrtg_e.pdf)

3. Plan d'action national pour le contrôle environnemental des substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO) et de leurs halocarbures de remplacement

[http://www.ccme.ca/assets/pdf/nap\\_update\\_e.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/nap_update_e.pdf)

4. Stratégie canadienne pour accélérer l'élimination progressive des utilisations de CFC et de halons et pour éliminer les stocks excédentaires-

[http://www.ccme.ca/assets/pdf/cfc\\_halons\\_dspstrtg\\_e.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/cfc_halons_dspstrtg_e.pdf)<sup>®</sup>

**Plan d'action national pour le contrôle environnemental des substances appauvrissant la couche d'ozone et de leurs halocarbures de remplacement**

Site: [http://www.ccme.ca/assets/pdf/nap\\_update\\_e.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/nap_update_e.pdf)

**Code de pratiques environnementales pour l'élimination des rejets dans l'atmosphère de fluorocarbures provenant des systèmes de réfrigération et de conditionnement d'air.** Ce Code contient des lignes directrices pour la réduction des rejets dans l'atmosphère des halocarbures utilisés dans des ap-

plications de réfrigération et de conditionnement d'air.

Site: <http://www.ec.gc.ca/ozone/DOCS/SandS/RAC/EN/cop/index.cfm>

## Définitions

**Halocarbures:** Catégorie de produits chimiques contenant des atomes de carbone et un ou plusieurs des halogènes suivants : fluor, chlore et brome. Les halocarbures contenant un ou deux atomes de carbone sont couramment utilisés dans les équipements de réfrigération et de conditionnement d'air. Les halocarbures sont entre autres les CFC, les HCFC, les HFC et les PFC, ainsi que des mélanges de ces produits.

**Destructeurs d'ozone:** Composés qui détruisent les molécules d'ozone dans la stratosphère. Il s'agit entre autres des CFC, des halons et, dans une moins grande mesure, des HCFC ainsi que des mélanges de ces produits.

**Gaz à effet de serre:** Composés qui contribuent au changement du climat mondial selon un processus atmosphérique appelé effet de serre. Pour le présent rapport, les principaux gaz à effet de serre présentant un intérêt sont le CO<sub>2</sub> et les HFC.

**Potentiel de réchauffement de la planète (PRP):** Mesure du degré de contribution d'un produit donné au changement du climat mondial par rapport au CO<sub>2</sub>.

**Chlorofluorocarbures (CFC):** Ces produits contiennent du chlore et du fluor fixés à un ou plusieurs atomes de carbone. Ils appauvrissent la couche d'ozone. Des exemples de CFC sont le R-11 (CFC-11) et le R-12 (CFC-12). On les appelle aussi souvent « fréon ».

**Halons:** Un halon est une molécule de CFC avec un atome de brome

remplaçant un ou plusieurs des atomes de fluor ou de chlore. Ces produits sont plus fréquemment utilisés dans l'équipement de lutte contre l'incendie que dans l'équipement de réfrigération. Des exemples de ces produits sont le halon 1211 et le halon 1301.

**Hydrochlorofluorocarbures (HCFC):**

Dans les HCFC, il y a au moins un atome d'hydrogène fixé à la chaîne de carbone avec des atomes de chlore et de fluor. Ces produits appauvrissent la couche d'ozone (mais moins que les CFC). Une interdiction de la production est entrée en vigueur en 1996, et ces produits seront éliminés progressivement au cours des vingt prochaines années. Des exemples de frigorigènes au HCFC sont le R-22 (HCFC-22) et le R-123 (HCFC-123).

**Hydrofluorocarbures (HFC):**

Ces molécules contiennent seulement de l'hydrogène et du fluor fixés au carbone. Comme elles ne contiennent pas de chlore ni de brome, elles ne provoquent aucune réaction chimique détruisant la couche d'ozone. Toutefois, ces produits peuvent contribuer au changement du climat mondial s'ils sont rejetés dans l'atmosphère. Le HFC le plus couramment utilisé est le HFC-134a.

**Frigorigènes:** fluides utilisés dans les cycles de réfrigération. Ils absorbent la chaleur provenant d'un réservoir à des températures basses et rejettent cette chaleur à des températures plus élevées.

## **Variantes régionales**

Les exigences de cette condition préalable s'appliquent de la même façon à travers le Canada.

1 - 10 Points

## Optimiser la performance énergétique

### But

Obtenir des niveaux de performance énergétique supérieurs à la norme fixée dans les conditions préalables afin de réduire les impacts environnementaux résultant de la consommation excessive d'énergie.

### Exigences

#### *Nouveaux bâtiments:*

Réduire le coût prévu de l'énergie par rapport au coût de l'énergie du bâtiment de référence du CMNÉB/PEBC ou de la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1999 correspondant aux éléments énergétiques réglementés par ces normes. Les points sont attribués selon le *tableau 1*. La conformité doit être démontrée en simulant la performance énergétique de tout le bâtiment selon la même méthode de conformité (CMNÉB/PEBC ou ASHRAE 90.1) que celle utilisée pour la condition préalable ÉAcp2. Le calcul du pourcentage de la réduction du coût de l'énergie ne doit pas comprendre les charges « non réglementées ».

**Tableau 1:** Points attribués pour le pourcentage de réduction du coût prévu de l'énergie par rapport au CMNÉB et à la norme ASHRAE 90.1 – Nouveaux bâtiments

Points	CMNÉB	ASHRAE/IESNA 90.1-1999
1	24%	15%
2	29%	20%
3	33%	25%
4	38%	30%
5	42%	35%
6	47%	40%
7	51%	45%
8	55%	50%
9	60%	55%
10	64%	60%

#### *Rénovations majeures à des bâtiments existants:*

Réduire le coût prévu de l'énergie par rapport au coût de l'énergie du bâtiment de référence du CMNÉB/PEBC ou de la norme ASRHRAE/IESNA 90.1-1999 correspondant aux éléments énergétiques réglementés par ces normes. Les points sont attribués selon le *tableau 2*. La conformité doit être démontrée en simulant de la performance énergétique de tout le bâtiment selon la même méthode de conformité (CMNÉB/PEBC ou ASHRAE 90.1) que celle qui a été utilisée pour la condition préalable ÉAcp2. Le calcul du pourcentage de la réduction du coût de l'énergie ne doit pas comprendre les charges « non réglementées ».

**Tableau 2:** Points attribués pour le pourcentage de réduction du coût prévu de l'énergie par rapport au CMNÉB et à la norme ASHRAE 90.1 – Bâtiments existants

Points	CMNÉB	ASHRAE/IESNA 90.1-1999
1	15%	5%
2	20%	10%
3	24%	15%
4	29%	20%
5	33%	25%
6	38%	30%
7	42%	35%
8	47%	40%
9	51%	45%
10	55%	50%

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

1 - 10 Points

Les charges réglementées comprennent les systèmes de CVCA (appareils de chauffage et de refroidissement, ventilateurs et pompes), l'eau chaude sanitaire et l'éclairage intérieur. Les charges non réglementées comprennent les charges aux prises, l'éclairage extérieur, la ventilation des garages, les ascenseurs et monte-charges (transport vertical) et les charges de traitement.

#### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'ingénieur ou l'architecte responsable, déclarant que le bâtiment est conforme au niveau de performance énergétique revendiqué (défini ci-dessus)

ET

*Pour les projets admissibles au PEBC qui ont été examinés et approuvés par Ressources naturelles Canada:*

- Fournir une copie du rapport d'évaluation du PEBC de Ressources naturelles Canada indiquant les économies d'énergie annuelles pour le bâtiment,

*Pour les projets du PEBC qui n'ont pas été révisés par RNCAN, ne sont pas admissibles au PEBC et aux projets ASHRAE:*

- Fournir un rapport d'examen d'un évaluateur de conception PEBC indépendant indiquant que la conception est conforme aux exigences de cette condition préalable,

OU

- Fournir une copie électronique du rapport sur l'énergie, avec à l'appui les fichiers de simulation informatique du modèle de référence et du modèle proposé, la documentation sur les économies d'énergie avec tableau quantitatif récapitulant les stratégies d'économie d'énergie permettant de les comparer aux exigences du code, les schémas des zones et les copies électroniques des plans et devis qui ont une incidence sur la performance énergétique du bâtiment.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

## 1 - 10 Points

### Sommaire des normes de référence

La version LEED Canada-NC 1.0 prévoit deux méthodes d'obtention de ce crédit : l'une est fondée sur la norme ASHRAE 90.1 et l'autre sur le Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (CMNÉB). L'une ou l'autre de ces méthodes peut être utilisée; toutefois, la méthode choisie doit être la même que celle qui a été utilisée pour la condition préalable 2 d'Énergie et atmosphère.

La norme ASHRAE/IESNA 90.1-1999 : Energy Standard for buildings Except Low-Rise Residential a été établie par l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE) dans le cadre d'un processus ayant abouti à un consensus avec l'American National Standards Institute (ANSI). L'Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) a participé à son parrainage. Plusieurs codes du bâtiment provinciaux ou municipaux citent la norme par renvoi, ou sa version de 1989 moins exigeante, comme norme minimale d'efficacité énergétique. (La loi fédérale américaine ECPA (Energy Conservation and Production Act) exige que chaque état certifie qu'il a un code des bâtiments commerciaux qui exige au moins autant que la norme 90.1-1999 de l'ANSI/ASHRAE/IESNA) *tableau 3*.

- Le Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (CMNÉB), fait par le Conseil national de recherches du Canada, l'organisme responsable du Code national du bâtiment du Canada, est un code modèle qui peut être adapté ou adopté par les provinces ou les municipalités canadiennes. De nombreux comités et toutes les provinces ont participé à la réalisation du CMNÉB qui a été publié en 1997, mais son adoption a été assez limitée. De nombreuses autorités canadiennes (par ex. l'Ontario) citent par renvoi la norme ASHRAE 90.1 et le CMNÉB (p. ex. l'Ontario) qui exigent le respect de l'une ou l'autre de ces normes pour la conformité au code. Une étude détaillée [Hepting, 2004] a comparé la performance énergétique de bâtiments conçus selon la norme ASHRAE 90.1 et selon le CMNÉB/PEBC dans tout le pays. Elle a conclu que la norme ASHRAE 90.1-1999 était plus exigeante que le CMNÉB, et des critères ont été définis pour rendre les deux méthodes équivalentes.
- Comme le CMNÉB est basé sur la norme ASHRAE 90.1-1989, le CMNÉB et la norme ASHRAE 90.1 ont une structure très semblable, avec certaines modifications pour tenir compte des normes canadiennes et du coût et de la disponibilité de l'énergie. Les deux normes établissent des exigences minimales de conception éconergétique des bâtiments autres que les petits bâtiments d'habitation. Leurs dispositions ne s'appliquent pas aux maisons unifamiliales, aux immeubles collectifs de trois étages habitables ou moins au-dessus du niveau du sol, aux maisons préfabriquées (maisons mobiles et modulaires) ni aux bâtiments non chauffés. Certaines dispositions de ces normes concernent la conception des garages de stationnement associés au bâtiment.
- Il y a pour les normes trois ensembles d'exigences : obligatoires, prescriptives et de performance. Les **exigences obligatoires** sont des méthodes d'efficacité énergétique qui doivent être introduites dans la conception. Ce sont normalement des méthodes prescriptives simples qui sont considérées comme de bonnes pratiques de construction, telles que la commande de l'éclairage au moyen d'interrupteurs et les panneaux de signalisation des issues de faible puissance. Toutes les exigences obligatoires doivent être respectées, quelle que soit la

**Tableau 3 : Exigences ASHRAE/IESNA 90.1 - 1999 et CMNÉB 1997**

**ASHRAE/IESNA 90.1-1999 et CMNÉB 1997**

- Enveloppe du bâtiment (y compris les locaux à chauffage réduit comme les entrepôts)
- Chauffage, ventilation et conditionnement de l'air (y compris ventilation du garage, protection contre le gel, récupération de la chaleur de l'air extrait et récupération de la chaleur des condenseurs pour le chauffage de l'eau de service)
- Chauffage de l'eau de service (y compris piscines)
- Électricité (y compris tous les systèmes de distribution du bâtiment)
- Éclairage (y compris la signalisation des issues, l'extérieur du bâtiment, les terrains et le garage)
- Autre équipement (y compris tous les moteurs électriques installés de façon permanente)

façon dont la conformité du projet est démontrée.

- Les deux normes (ASHRAE 90.1-1989 et CMNÉB) ont chacune deux méthodes de démonstration de conformité : la conformité prescriptive et la conformité de performance. Selon l'**approche prescriptive**, le bâtiment doit répondre à des critères minimaux d'efficacité de l'équipement et d'isolation pour tous les secteurs liés à la consommation d'énergie. Les normes établissent des critères pour l'enveloppe, le chauffage, la ventilation et la climatisation, l'eau chaude sanitaire, l'alimentation électrique, l'éclairage et les autres équipements. Bien que certains compromis mineurs soient admissibles dans le domaine de la surface de l'enveloppe et des niveaux d'isolation, la conception doit respecter toutes les exigences.
- L'autre moyen de démontrer la conformité consiste à utiliser l'approche de performance. Pour cette méthode, on utilise un outil de simulation informatique pour modéliser le bâtiment et calculer la consommation d'énergie annuelle totale et un équivalent qui satisfait à la norme. On utilise deux modèles informatisés de bâtiment, un modèle de bâtiment de référence qui satisfait tout juste aux exigences prescriptives et obligatoires de la norme et un modèle de bâtiment proposé ayant les mêmes caractéristiques énergétiques que la conception. L'approche de performance permet aux concepteurs de faire des compromis par rapport aux exigences prescriptives : par exemple, utiliser moins d'isolant dans les murs à condition d'avoir un équipement de chauffage à haute efficacité et une consommation totale d'énergie qui ne soit pas supérieure à celle du bâtiment de référence. Avec le CMNÉB, il est important de comprendre que l'orientation, les masses, l'étanchéité, les heures d'exploitation, les débits d'introduction d'air extérieur (avec certaines restrictions), les points de consigne des thermostats et l'occupation du bâtiment de référence sont les mêmes que pour la conception proposée. Il n'est pas possible d'accroître les économies d'énergie en ayant des paramètres différents pour le bâtiment proposé et pour le bâtiment de référence (à moins que cela soit spécifiquement permis dans les « Procédures de modélisation des bâtiments en fonction du CMNÉB et du PEBC »).

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

**1 - 10 Points**

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

1 - 10 Points

### *Rénovations majeures à des bâtiments existants*

- Pour qu'une rénovation à un bâtiment existant soit considérée comme majeure, elle doit satisfaire à trois conditions. L'enveloppe du bâtiment (à l'exclusion des fenêtres) doit être conservée, le bâtiment doit avoir été construit avant 1990 et la rénovation doit consister à remplacer les systèmes d'éclairage et de CVCA. S'il y a à la fois des rénovations majeures et des nouvelles constructions, les économies d'énergie requises pour satisfaire à la condition préalable doivent correspondre à une moyenne des économies d'énergie recherchées pondérée en fonction des superficies des parties rénovées et des nouvelles parties construites. Tout agrandissement peut être considéré comme un projet LEED mais doit satisfaire en plus aux exigences s'appliquant aux nouveaux bâtiments.
- Des bâtiments existants peuvent être exemptés de certaines des exigences obligatoires du CMNÉB ou de la norme ASHRAE 90.1 s'il peut être prouvé que ces exigences ne seraient pas techniquement ou économiquement faisables en raison de l'état ou de la désignation historique du bâtiment. Les exigences du CMNÉB ou de la norme ASHRAE 90.10 relatives à la performance thermique de l'enveloppe ne sont pas obligatoires dans le cas des bâtiments historiques (selon la définition de la section 4.1.2.2 de la norme ASHRAE 90.1). En outre, les exigences relatives à la performance thermique de l'enveloppe du modèle du bâtiment de référence devraient correspondre à l'état du bâtiment historique existant. Toutefois, les systèmes électriques et mécaniques doivent être conformes au CMNÉB ou à la norme ASHRAE 90.1, à l'exception de l'éclairage à caractère patrimonial.

### *Démonstration de la conformité*

- La performance énergétique est attestée à l'aide de simulations énergétiques informatiques détaillées selon la méthode de performance de l'une ou l'autre des deux normes, ASHRAE 90.1-1999 ou CMNÉB/PEBC. RNCan a développé plusieurs programmes prescriptifs permettant d'atteindre pour plusieurs types de bâtiments la cible d'économie d'énergie de 25 % du CMNÉB/PEBC. L'utilisation de ces programmes est acceptable pour démontrer la conformité à ÉAp2 (à condition qu'ils satisfassent à toutes les exigences du PENC), mais ils ne peuvent pas être utilisés pour ÉAc1, qui exige des simulations de 8 760 heures faisant appel à des données météorologiques annuelles typiques. De même, les autres outils de vérification simplifiés qui ne peuvent être utilisés dans une simulation horaire du bâtiment proposé ne sont pas acceptables pour ce crédit. On peut utiliser les assistants de simulation de RNCan pour évaluer les économies d'énergie de réfrigération des épiceries et des arénas uniquement, mais les économies d'énergie des bâtiments doivent être évaluées au moyen de simulations qui prennent en compte les effets horaires de ces charges.

### *Exigences relatives aux simulations énergétiques*

- Ce crédit exige que les simulations énergétiques soient effectuées à l'aide d'un programme d'analyse énergétique horaire détaillé de 8 760 heures comportant des modèles pour les systèmes de CVCA compliqués qui sont installés dans

<sup>2</sup>Le logiciel EE4 ne créera pas les scénarios de référence requis pour les calculs de la norme ASHRAE 90.1 – 1999 qui doivent être générés séparément.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

1 - 10 Points

les bâtiments commerciaux et utilisant des données météorologiques annuelles typiques. Les simulations énergétiques exigées par le PEBC doivent être effectuées à l'aide du logiciel EE4<sup>2</sup>. Les simulations énergétiques selon la norme ASHRAE 90.1 peuvent être effectuées avec EE4, DOE 2.1 ou tout autre programme conforme aux exigences relatives aux logiciels d'analyse énergétique.

- Toutes les simulations, autant pour le PEBC que pour la norme ASHRAE 90.1, doivent être conformes aux procédures de modélisation définies dans les « Procédures de modélisation des bâtiments en fonction du CMNÉB et du PEBC » de RNCAN. En cas de divergence entre les règles de modélisation de la norme ASHRAE 90.1 et le document de RNCAN, les règles de l'ASHRAE devraient être utilisées pour la méthode de conformité de l'ASHRAE seulement et les règles de RNCAN devraient l'être pour la méthode de conformité au CMNÉB/PEBC. Se reporter à la section « Calculs » pour une description complète de la modélisation de la performance énergétique des bâtiments.

*Exigences relatives aux documents à soumettre*

- Si le projet a obtenu l'approbation du PEBC (ou du PEBI), les seuls documents à soumettre avec la demande initiale sont; une copie de la lettre d'approbation de RNCAN, le formulaire de conformité LEED émis par le PEBC, et la lettre type du LEED complétée.
- Si cette lettre n'est pas fournie par le PEBC, il y a deux possibilités. La première consiste à faire vérifier les simulations électroniques par un évaluateur de conception indépendant spécialisé dans le PEBC de RNCAN (voir [http://oe.nrcan.gc.ca/newbuildings/qualified\\_assessors.cfm](http://oe.nrcan.gc.ca/newbuildings/qualified_assessors.cfm)). Cet évaluateur devra remettre une lettre certifiant que la conception est conformes aux exigences du CMNÉB/PEBC. Il doit faire partie d'une société indépendante de celle qui effectue la simulation énergétique et de l'équipe de conception du projet et doit être responsable devant le promoteur et payé directement par lui.
- La deuxième possibilité consiste à remettre un rapport démontrant que les résultats de la simulation sont conformes aux exigences du PEBC qui inclus
  - les points visées pour ÉAc1
  - les tableaux de la consommation annuelle d'énergie et des coût pour les utilisations finales réglementées et non réglementées
  - un descriptif des principales méthodes d'efficacité énergétique incorporées dans la conception proposée
  - les principaux paramètres et hypothèses utilisés dans les simulations du bâtiment de référence et du bâtiment proposé
  - un justificatif et une explication de toutes les méthodes extraordinaires de simulation et de modélisation utilisées
  - des copies électroniques des fichiers de simulation informatisée du bâtiment de référence et du bâtiment proposé

Si une vérification de ce crédit est exigée dans le processus de certification, fournir un programme de simulation complet de la conception et de l'énergie conformément aux exigences du PEBC (dessins, devis, fichiers de simulation énergétique, description des zones et rapport de simulation).

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

1 - 10 Points

### Interprétation

- LEED Canada-NC 1.0 prévoit deux méthodes d'obtention de ce crédit: l'une fondée sur la norme ASHRAE 90.1-1999 et l'autre sur le Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (CMNÉB). Le CMNÉB a été développé par le Conseil national de recherches du Canada, qui est l'organisme responsable du Code national du bâtiment du Canada. La norme ASRAE 90.1 et le CMNÉB sont tous deux utilisés par certains gouvernements à travers le Canada (p. ex. l'Ontario) qui exigent le respect de l'un ou de l'autre pour la conformité au Code.
- Le Canada a signé le Protocole de Kyoto sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Selon cet engagement, le gouvernement canadien s'est fixé pour but que d'ici 2010, tous les nouveaux bâtiments seront au moins 25 % plus écoénergétiques que ceux construits selon le CMNÉB. Pour encourager cette transformation du marché, le ministère fédéral des Ressources naturelles du Canada a mis sur pied le Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) et le Programme d'encouragement pour les bâtiments industriels (PEBI) pour que la conception et la construction de bâtiments permettent d'atteindre ce but. Le PEBC et le PEBI exigent une simulation énergétique complète du bâtiment à l'aide de EE4 (une version de DOE 2.1) ou des documents attestant que les économies d'énergie réalisées par une conception de bâtiment proposée sont conformes aux exigences prescriptives. Il est probable que pour la plupart des bâtiments pour lesquels la certification LEED Canada-NC 1.0 est recherchée, on tentera d'obtenir des incitatifs financiers car ils compensent largement les coûts de la simulation, des caractéristiques de conception écologiques et éconergétiques et de la certification LEED Canada. L'ajout d'une méthode de performance dans LEED Canada simplifie l'utilisation de la modélisation informatique de la conception des bâtiments et élimine le besoin de simulations énergétiques multiples (l'une conforme aux exigences de la norme ASHRAE 90.1 relatives à la modélisation et au bâtiment et l'autre conforme au CMNÉB/PEBC).
- À la demande du Conseil du bâtiment durable du Canada, EnerSys Analytics a entrepris une étude exhaustive pour comparer la performance énergétique d'une variété de bâtiments dans plusieurs localités du pays à celle de bâtiments conçus conformément aux exigences de la norme ASHRAE 90.1-1999 et selon le CMNÉB/PEBC. L'objectif recherché était d'attribuer des points pour les crédits d'énergie qui soient en moyenne équivalents aux points attribués pour ASHRAE 90.1-1999 par USGBC LEED-NC 2.1. L'étude a comparé la performance énergétique relative pour huit types de bâtiments et sept zones climatiques et a constaté que dans le cas des bâtiments dont la conception était conforme à chaque norme, le bâtiment conforme à ASHRAE 90.1 avait en moyenne un coût annuel de l'énergie inférieur de 11 % au bâtiment CMNÉB/PEBC. Cette différence diminue en proportion de l'augmentation de l'efficacité du bâtiment: elle est de 9 % lorsque la conception est supérieure de 15 % à la norme ASHRAE 90.1 et de seulement 4 % lorsqu'elle est supérieure de 60 %.

## Considérations relatives aux bâtiments écologiques

L'amélioration de l'efficacité énergétique entraîne une réduction des effets nocifs de la production et de l'utilisation de l'énergie sur l'environnement. L'incorporation de méthodes d'efficacité énergétique peut être réalisée sans inconvénient pour le confort des occupants ou les services du bâtiment. Un grand nombre de méthodes d'efficacité énergétique permettent d'obtenir un environnement intérieur plus confortable parallèlement à une réduction des coûts d'exploitation et des coûts initiaux. Les économies d'énergie, même si elles sont petites, ont des effets favorables sur l'environnement et les coûts.

### Aspects environnementaux

Les formes traditionnelles de production de l'énergie ont des effets environnementaux dévastateurs. La production de l'électricité à partir de combustibles fossiles est cause de pollution de l'air et de l'eau; les centrales hydroélectriques peuvent rendre les cours d'eau inhabitables pour les poissons indigènes, et les centrales nucléaires présentent des problèmes de sécurité ainsi que d'élimination du combustible irradié. Se reporter à l'introduction de la section Énergie et atmosphère pour plus de renseignements à ce sujet.

### Aspects économiques

Un grand nombre de méthodes d'efficacité énergétique n'exigent aucun coût initial supplémentaire. Les méthodes pour lesquelles les coûts initiaux sont plus élevés permettent souvent de réaliser des économies sur la consommation d'énergie pendant la durée de vie du bâtiment, la puissance

des équipements, la taille des locaux techniques tout en bénéficiant de rabais des services publics. Ces économies peuvent compenser pour l'augmentation des coûts initiaux. Les périodes de récupération d'un grand nombre de méthodes écoénergétiques standards sont habituellement courtes. Dans le cas de conceptions intégrées plus complexes, certains systèmes peuvent même être éliminés.

Même les méthodes d'efficacité énergétique mineures sont importantes. Par exemple, le remplacement d'une lampe incandescente par une lampe fluorescente permet d'éviter la production de trois quarts de tonne de dioxyde de carbone et de 15 livres de dioxyde de soufre pendant la durée de vie de cette lampe. Ce remplacement permet aussi d'économiser de 30 \$ à 50 \$ en coûts d'énergie pendant la durée de vie de la lampe.

Les coûts de la simulation énergétique sont assez importants et varient de 7 500\$ à 25 000\$ ou plus, selon les caractéristiques et la complexité de la conception du bâtiment. Toutefois, les encouragements du PEBC peuvent atteindre 60 000\$, ce qui compense largement le coût initial de la simulation et peut contribuer au paiement du coût initial des méthodes d'efficacité énergétique de la conception améliorée.

### Aspects communautaires

Les méthodes d'efficacité énergétique rendent l'environnement plus agréable et peuvent accroître la productivité des travailleurs. Les entreprises avant-gardistes améliorent maintenant activement leurs établissements comme moyen stratégique d'attirer et de conserver les employés. Les méthodes d'efficacité énergétique entraînent une réduction et une stabilisation des

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

#### Synergie du crédit

##### AÉS Crédit 7

Aménagement du site visant à réduire les îlots de chaleur

##### ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

##### ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

##### ÉA Préalable 3

Réduction des CFC dans les équipements de CVCA et de réfrigération et élimination des halons

##### ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

##### ÉA Crédit 4

Protection de la couche d'ozone

##### ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

##### MR Crédit 1

Réutilisation des bâtiments

##### MR Crédit 8

Bâtiment durable

##### QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

##### QEI Crédit 1

Contrôle du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)

##### QEI Crédit 2

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

##### QEI Crédit 6

Contrôle des systèmes par les occupants

##### QEI Crédit 7

Confort thermique

##### QEI Crédit 8

Lumière naturelle et vues

prix de l'énergie, et constituent un investissement à long terme dans la mesure où les prix de l'énergie sont de plus en plus volatils à cause de la déréglementation du marché et des tensions internationales qui influent sur l'offre de combustibles fossiles qui ont tendance à s'épuiser. La réduction de la consommation d'énergie entraîne aussi une diminution du potentiel de réchauffement de la planète, limite l'impact des activités d'extraction des ressources naturelles et réduit la pollution de l'eau et de l'air, ce dont tout le monde bénéficie.

## Conception

Les logiciels d'analyse énergétique utilisés avec le CMNÉB/PEBC ou la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1999 sont des outils puissants et polyvalents servant à comparer l'efficacité de différentes stratégies éconergétiques qui peuvent être adoptées pour un bâtiment. La simulation énergétique est extrêmement utile dans un processus de conception intégrée qui nécessite beaucoup plus d'intervenants, en particulier au niveau des schémas et de l'avant-projet, où la modélisation énergétique peut renseigner l'équipe de conception sur les incidences des nombreuses options de conception sur la performance.

En dépit des progrès récents en matière de convivialité, la modélisation énergétique exige encore de l'expertise et de l'expérience ciblées et est habituellement effectuée par un énergéticien. Cela est indispensable si l'on veut réaliser une modélisation réaliste des stratégies de pointe les plus prometteuses pour les bâtiments, comme le conditionnement par rayonnement, le stockage thermique, les pompes à chaleur géothermiques et les systèmes de ventilation naturelle et bi-mode.

On peut aussi utiliser des logiciels de modélisation énergétique pour démontrer la conformité à une norme ou à un code, comme ASHRAE 90.1-1999 ou le CMNÉB, en comparant le modèle définitif de la conception proposée à un modèle de bâtiment de référence conforme. Avec les deux normes (ASHRAE et CMNÉB/PEBC), on modélise d'abord la conception proposée puis on applique les méthodes obligatoires et prescriptives de la norme pour produire le modèle de référence. Avec le logiciel EE4, le cas de référence est généré automatiquement, ce qui simplifie le processus et réduit les coûts.

Ce crédit LEED reprend la terminologie de la norme 90.1-1999. L'expression « Design Energy Cost » (coût prévu de l'énergie) se rapporte au cas de conception définitive du projet. Dans le PEBC, on parle de « coût de l'énergie pour le bâtiment proposé ». Les expressions « Energy Cost Budget » (budget de l'énergie) dans la norme ASHRAE et « coût de l'énergie pour le bâtiment de référence » dans le PEBC correspondent au cas de référence du projet qui a été défini selon la norme.

Les « Procédures de modélisation des bâtiments en fonction du CMNÉB et du PEBC » décrivent la méthodologie de modélisation à utiliser pour démontrer la conformité. Le manuel est complété par la section 11 du manuel de l'utilisateur de la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1999 pour les projets utilisant la méthode ASHRAE. Des cours de formation sur l'utilisation de E4 sont offerts périodiquement par RNCAN.

Il est recommandé de commencer la modélisation au tout début du processus de conception. Cela permet de prendre de meilleures décisions et d'avoir dès le début une idée de ce qu'il faudra faire pour atteindre les cibles

AES	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

de réduction des coûts énergétiques du projet. Un grand nombre des méthodes d'efficacité énergétique (par exemple fenêtres de meilleure qualité, plus d'isolant, éclairage plus efficace) influent sur le chauffage et le refroidissement, et souvent de manière complexe. La simulation permet de voir les interactions entre les effets des méthodes d'efficacité énergétique dans tous les systèmes du bâtiment. Par exemple, si la puissance des appareils d'éclairage est modifiée, l'effet se répercute sur la consommation d'énergie de chauffage et de refroidissement. En effet, si l'on installe dans un bâtiment des appareils d'éclairage plus éconergétiques (puissance plus faible), le modèle indiquera l'économie d'énergie de refroidissement réalisée ainsi que l'augmentation de l'énergie de chauffage (due aux charges internes plus faibles) et la diminution possible de la puissance de l'équipement de refroidissement prévu pour les périodes de pointe (économies sur les coûts initiaux).

L'indice de performance énergétique requis pour ce crédit est le coût annuel de l'énergie exprimé en dollars, qui remplace la mesure directe des émissions polluantes (CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> ou NO<sub>x</sub>). Ce coût est déterminé à partir des tarifs de l'énergie achetée, notamment de l'électricité, du gaz, du mazout et du propane, qui sont publiés par le fournisseur de mazout ou les services publics locaux.

### Stratégies

Trois stratégies fondamentales peuvent être mises en œuvre pour accroître la performance énergétique : réduction de la demande, exploitation de l'énergie gratuite et augmentation de l'efficacité. On réduit la demande en remettant en question les hypothèses de consomma-

tion initiale, en augmentant l'efficacité des charges aux prises, en réduisant les charges internes de chauffage et de refroidissement, et en améliorant l'enveloppe et les systèmes d'éclairage. L'exploitation de l'énergie présente sur place inclut l'utilisation de ressources gratuites, telles que la lumière naturelle, le refroidissement par ventilation naturelle et le chauffage solaire, pour répondre aux besoins de conditionnement de l'air. Enfin, l'efficacité des systèmes de CVCA et d'éclairage artificiel devra être maximisée pour répondre aux besoins du bâtiment.

La réduction de la demande est la première étape d'optimisation de la performance énergétique du bâtiment. On utilise pour cela des stratégies de conception telles que la réduction de la superficie du sol occupée par le bâtiment pour diminuer l'espace total à conditionner, l'optimisation des propriétés de la forme et de l'enveloppe, la concertation entre propriétaires et occupants pour définir une plage de températures intérieures acceptable plus large, ou l'utilisation de détecteurs d'occupation pour fermer automatiquement l'équipement lorsque les occupants du bâtiment ne sont pas présents et d'autres méthodes.

L'éclairage représente une part importante du budget énergétique des bâtiments commerciaux. En ce qui concerne l'éclairage intérieur, on se reportera aux lignes directrices de l'Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) et on adoptera les niveaux d'éclairage recommandés. L'éclairage devrait être conçu en fonction des besoins particuliers, par exemple éclairage direct pour diminuer l'éclairage ambiant.

L'exploitation de l'énergie gratuite est la deuxième stratégie d'accroissement de la performance énergétique d'un bâtiment; elle consiste à utiliser le plus

possible les sources qui ne coûtent rien et sont disponibles sur place pour répondre aux besoins énergétiques. Des stratégies telles que l'adaptation de la forme du bâtiment à l'énergie solaire, à la ventilation naturelle et à l'éclairage naturel, l'utilisation de l'air frais extérieur la nuit pour le refroidissement de la ventilation et l'extraction de la chaleur du sol par échange géothermique constituent des exemples d'exploitation de l'énergie disponible sur place.

L'orientation et la forme du bâtiment constituent des facteurs essentiels dans l'exploitation de cette énergie. Il existe des règles empiriques très complètes, que l'on peut trouver dans les nombreux ouvrages de référence, pour déterminer l'orientation solaire passive optimale et les proportions optimales du bâtiment. La conception de l'enveloppe et les matériaux devraient être adaptés au climat local en ce qui concerne l'énergie et de la durabilité. On devrait utiliser la masse thermique du bâtiment pour réduire les variations de température journalières. La fenestration, les atriums et les lanterneaux devraient être orientés de façon stratégique afin de tirer parti de la ventilation et de la chaleur naturelles. L'utilisation des isolants et des vitrages appropriés et le choix des couleurs qui réfléchissent ou absorbent la lumière du soleil sans créer de problèmes d'éblouissement sont des éléments tout aussi importants.

Un moyen simple de contrôler les apports solaires est d'orienter le bâtiment selon un axe est-ouest et chaque façade doit être adaptée à ses angles solaires particuliers pour les saisons de chauffage et de refroidissement. Il faut tenir compte du soleil, du vent et de l'éclairage naturel dans la conception du bâtiment. Les gains solaires par le toit, les murs et les fenêtres peuvent améliorer ou réduire la performance

énergétique du bâtiment si les températures extérieures sont élevées. Par exemple, des éléments extérieurs en surplomb peuvent être employés pour ombrager les fenêtres pendant les mois d'été et permettre à la chaleur solaire de pénétrer durant les mois d'hiver. Dans certains climats, il convient de prévoir des systèmes de refroidissement par rayonnement ou évaporation.

Après avoir trouvé une orientation avantageuse pour le bâtiment, on peut déterminer les dimensions et la position des portes, des fenêtres et des sorties d'air en fonction du chauffage, de l'éclairage, du refroidissement et de la ventilation. Par exemple, le fenêtrage peut être conçu pour optimiser l'éclairage naturel et la ventilation naturelle, ce qui modifie la consommation d'énergie de chauffage et de refroidissement. Des analyses de l'ensoleillement et des vents dominants ainsi que des études d'optimisation des ouvertures peuvent être effectuées pour déterminer les dimensions, l'emplacement et l'orientation des fenêtres, des planchers et des lanterneaux qui conviendraient le mieux. Il devrait y avoir le moins possible de lumière solaire directe et de reflets sur les aires de travail, et il peut être souhaitable de filtrer la lumière naturelle au moyen de plantes, de rideaux, d'écrans, de stores translucides ou de vitrages qui diffusent la lumière. Les finis intérieurs devraient être spécifiés de façon à améliorer l'éclairage naturel par réflectance.

Les fenêtres doivent être hautes sur les murs ou il doit y avoir des claires-voies et des tablettes réfléchissantes pour maximiser la pénétration de la lumière naturelle. Des conducteurs de lumière et des dispositifs à fibres optiques peuvent être utilisés pour introduire la lumière naturelle dans les espaces moins facilement accessibles. Les aires d'entreposage, les toilettes et les aires

peu occupées doivent être aménagées dans le noyau central du bâtiment, et les locaux occupés, sur le périmètre. Les fenêtres de toit et les atriums peuvent être dotés de diffuseurs pour diffuser la lumière et réduire l'éblouissement. Dans le choix des vitrages, on doit tenir compte de la nécessité de transmettre la lumière tout en assurant l'isolation et l'ombre souhaitées. Les systèmes d'éclairage naturel peuvent incorporer des commandes d'éclairage automatiques actionnées en fonction du niveau de la lumière naturelle.

Il faut porter une attention spéciale aux trous et aux fissures dans les appuis, les poteaux, les solives et autres éléments du bâtiment, ainsi qu'au calfeutrage des portes et aux joints d'étanchéité des fenêtres ouvrantes. Ils doivent être rendus étanches pour réduire ou éliminer les infiltrations indésirables qui sont un gaspillage d'énergie. Les ponts thermiques dans l'enveloppe doivent être réduits au minimum à la conception, surtout lorsqu'on utilise des matériaux très conducteurs, comme l'acier des charpentes métalliques ou du béton exposé, avec des balcons ou des terrasses en surplomb.

L'amélioration de l'efficacité du système de CVCA et de l'éclairage est la stratégie finale d'optimisation de la performance énergétique, et la meilleure solution consiste à utiliser des équipements à la pointe de la technologie pour minimiser la charge énergétique du bâtiment. Après la mise en œuvre intégrale des deux premières stratégies (réductions de la demande et exploitation de l'énergie gratuite), l'étape d'amélioration de l'efficacité lorsqu'elle est bien faite, permet de réduire la puissance et le coût des équipements mécaniques et de dégager un budget plus important pour l'équipement à haut rendement.

Les nouveaux appareils d'éclairage à

haute performance continuent d'évoluer et de devenir rapidement la norme sur le marché. On a vu dernièrement l'apparition de luminaires fluorescents T-5 et des lampes au soufre à très haute efficacité, et l'utilisation de DEL pour l'affichage et l'éclairage des panneaux d'issue. Les lampes fluorescentes devraient être privilégiées par rapport aux lampes à incandescence, car leur rendement lumineux par kilowatt est bien supérieur. Elles sont compactes, consomment habituellement 75 % de moins d'énergie et durent dix fois plus longtemps que les lampes à incandescence. Dans le cas des tubes fluorescents, il est préférable d'utiliser des T-5 ou T-8 avec ballast électronique dans des luminaires, avec un facteur d'utilisation (FU) est élevé. Dans la mesure du possible, spécifier des lampes fluorescentes à faible teneur en mercure.

Pour l'éclairage extérieur, les lampes aux halogénures métalliques, les lampes fluorescentes basse température et/ou les luminaires à énergie solaire qui réagissent au niveau d'éclairement naturel et aux mouvements ont un excellent rendement énergétique. Pour l'éclairage de sécurité, on doit utiliser des DEL (diodes électroluminescentes) à très haute efficacité de type ENERGY STAR pour les panneaux de signalisation des issues. Un panneau à lampe incandescente de longue durée consomme 40 watts et la lampe doit être remplacée tous les huit mois. Un panneau à lampe fluorescente compacte consomme 10 watts et la lampe doit être remplacée en moyenne après 1,7 an. Un panneau de signalisation d'issue typique à DEL consomme moins de 5 watts et a une durée prévue de plus de 80 ans. S'ils sont autorisés par les codes, on devrait aussi utiliser des panneaux électroluminescents qui ne consomment que 0,5 watt.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

On doit éviter de surdimensionner le matériel, afin d'optimiser l'efficacité du système de CVCA. Tous les éléments devraient être bien dimensionnés, et il faudrait tenir compte d'autres méthodes de rendement énergétique incorporées dans le bâtiment. Des systèmes de réglage de débit d'air peuvent être utilisés pour réduire la consommation d'énergie pendant les périodes de charge partielle. Pour la plupart des climats canadiens, il est possible, grâce à des cycles économiseurs, de tirer parti du refroidissement gratuit par l'air extérieur dans les plages de température appropriées pendant une grande partie de l'année.

Les gaines doivent être convenablement dimensionnées et des registres d'équilibrage doivent être installés pour réduire les pertes de vitesse. L'énergie consommée par les ventilateurs peut être considérablement réduite si l'on utilise des gaines de plus grande section qui offrent moins de résistance à la circulation de l'air. Les gaines à section ronde ou ovale permettent de réduire encore plus les pertes de pression statique et la consommation des ventilateurs. Dans les gaines de grande section, la vitesse de plus faible de l'air permet de réduire le bruit et la consommation d'électricité. Le réseau de gaines doit être isolé et étanche. Les questions de qualité de l'air intérieur devraient aussi être prises en considération pour la sélection et l'installation de l'isolant et du chemisage des gaines.

Il faut spécifier des chaudières à haute efficacité et à niveaux de puissance multiples ou à étages ou unités multiples qui peuvent se déclencher progressivement pour répondre efficacement aux charges de chauffage partielles. Il faut également spécifier de l'équipement de climatisation à haut rendement avec des refroidisseurs

multiples de diverses puissances qui peuvent se mettre en marche progressivement pour répondre aux charges de refroidissement partielles. Dans la mesure du possible, il faut spécifier des moteurs à haut rendement pour toutes les applications ainsi que des variateurs de vitesse pour les ventilateurs, les refroidisseurs et les pompes avec inversion de l'écoulement.

Il faut isoler les réservoirs, utiliser des volets anticonvection, des pièges à chaleur et des petits réchauffeurs ayant un taux de récupération élevé pour réduire la consommation d'énergie des appareils de chauffage d'eau sanitaire, de pompage et de purification. La performance énergétique peut être encore améliorée au moyen de commandes d'heure du jour.

Il faudrait envisager d'installer un système efficace de contrôle et de gestion de l'énergie ou un système électronique de commande numérique directe (CND). Un bon système de gestion de l'énergie facilite les démarrages et les arrêts en douceur tout en optimisant l'efficacité et le confort des occupants. Le système de gestion devrait comprendre des commandes par zones. Des détecteurs d'occupation peuvent être utilisés pour que les locaux ne soient éclairés que lorsqu'ils sont occupés, de façon à réaliser des économies importantes sur l'énergie d'éclairage. Il faut effectuer une bonne mise en service des systèmes de commande pour garantir les économies d'énergie escomptées.

La production répartie et la cogénération peuvent améliorer l'efficacité d'utilisation de l'énergie fournie et permettre de récupérer les pertes d'énergie des charges de traitement existantes. La cogénération, qui est aussi appelée production combinée de chaleur et d'électricité, est la production simultanée d'électricité et de chaleur

utile à partir du même combustible ou de la même énergie. La génération répartie est l'utilisation d'équipements de production d'énergie de petite taille installés à l'emplacement même de la charge desservie ou à proximité. L'électricité produite n'ayant pas à être transportée sur une grande distance et les pertes de chaleur des processus de production étant utilisées, l'efficacité des installations de cogénération et de génération répartie peut être bien supérieure à celle du réseau. Les économies de coût d'énergie réalisées grâce aux installations de cogénération installées dans le cadre du projet peuvent servir à obtenir des crédits LEED ÉAc1 bien que les économies ainsi réalisées ne sont pas applicables au programme du PEBC.

### Synergies et compromis

La possibilité d'appliquer une méthode d'efficacité énergétique donnée dépend en partie du site et de sa conception. L'aménagement paysager peut aider à modérer les charges solaires en été ou à rediriger les vents pour produire une brise rafraîchissante ou abriter le bâtiment des vents froids en hiver. L'utilisation des revêtements extérieurs appropriés ou de jardins en toiture permet de réduire les effets d'îlot de chaleur, les conditions de température ambiante et donc les besoins de refroidissement des locaux. La conception de l'éclairage peut avoir un effet important sur la consommation d'énergie.

Les réseaux de distribution d'eau peuvent aussi avoir une incidence sur la consommation d'énergie. Les appareils sanitaires et installations d'irrigation automatiques ont besoin d'énergie pour fonctionner. Inversement, les appareils à faible débit et les canalisations de gros diamètre permettent de faire des économies sur l'énergie consommée

par le pompage et le chauffage de l'eau. La mise en service et les activités de contrôle et de vérification ont un effet significatif sur la consommation de l'énergie et permettent de s'assurer que les économies d'énergie prévues sont réalisées. La réutilisation d'un bâtiment existant peut limiter les efforts en matière de performance énergétique, mais elle offre certains avantages environnementaux en ce qui concerne les matériaux et les déchets de construction.

Les concepteurs de bâtiments auront peut-être à faire des compromis entre l'efficacité énergétique et la qualité environnementale intérieure. Ils devraient à la fois tenir compte de l'efficacité énergétique, des niveaux préférés de confort thermique et des déplacements d'air extérieurs et de l'efficacité de la ventilation. Par exemple, les critères de confort thermique auront une incidence sur la conception du CVCA modélisé dans la simulation.

### Calculs

Les calculs pour ce crédit nécessitent des simulations énergétiques au moyen d'un programme d'analyse énergétique horaire détaillé, p. ex. EE4, DOE2.1, TAS, esp-R ou EnerguPlus. Toutes les simulations, que ce soit pour le PEBC ou la norme ASHRAE 90.1, doivent être faites conformément aux procédures de modélisation définies dans les « Procédures de modélisation des bâtiments en fonction du CMNÉB et du PEBC » de RNCAN, bien que le PEBC soit directement applicable aux simulations EE4. Ce document décrit les règles de zonage thermique et de modélisation des méthodes d'économies d'énergie. En cas de contradiction entre les règles de modélisation de la norme ASHRAE 90.1 et le document de RNCAN, il faut

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

appliquer les règles de l'ASHRAE pour la méthode de conformité de l'ASHRAE et les règles de RNCAN pour la méthode de conformité du CMNÉB/PEBC.

Si l'on choisit la méthode de conformité de l'ASHRAE, il est nécessaire d'utiliser la méthode de calcul exceptionnelle (Exceptional Calculation Method) de l'ASHRAE pour déterminer les économies d'énergie (se reporter à la section 11.5 du manuel de l'utilisateur de la norme ASHRAE 90.1). En outre, l'USGBC a élaboré un protocole de modélisation énergétique qui tient compte de facteurs supplémentaires et d'adaptations à la norme ASHRAE 90.1 pour l'application de la méthode de conformité de l'ASHRAE. Il est possible de se procurer ce document en s'adressant à l'USGBC, et les utilisateurs doivent s'en servir pour appliquer la méthode de conformité de l'ASHRAE.

Le CMNÉB/PEBC et les normes de l'ASHRAE ne traitent pas toutes les possibilités d'économies d'énergie. Les économies d'énergie pouvant être réalisées à l'aide de méthodes uniques ou innovatrices devraient soit être approuvées par le PEBC, approuvées au moyen d'une demande d'interprétation de crédit (DIC), complètement documentées dans les documents soumis avec leur justification, la procédure de calcul de l'énergie et les économies d'énergie prévues, ou encore exclues de ce crédit et soumises en tant que crédit d'innovation. Dans ces cas, les demandeurs devraient se renseigner tôt sur le PEBC à propos de l'acceptabilité de l'approche de modélisation proposée.

### **Processus de modélisation énergétique**

La première étape consiste à développer des modèles énergétiques du bâtiment

proposé (ou déjà conçu) et du bâtiment de référence. Ces bâtiments doivent avoir une orientation, un volume, une étanchéité à l'air, des heures d'exploitation, des taux de ventilation d'air extérieur (dans certaines limites), des points de consigne de thermostat et des occupations identiques. La combinaison des sources d'énergie utilisées doit être la même, par exemple, si le chauffage périphérique du bâtiment proposé est électrique et que le chauffage de l'air de ventilation utilise le gaz naturel, le bâtiment de référence doit utiliser les mêmes sources pour ces composantes.

Il faut faire une demande de QEc7 pour les bâtiments dont les critères de conception intérieure relatifs au confort thermique sont conformes à la norme 55-2004 de l'ASHRAE. Il est reconnu que les critères de conception d'un bâtiment écologique sont souvent différents de ceux d'un bâtiment traditionnel, et des critères de conception intérieure moins stricts que ceux de la norme 55-2004 peuvent être appliqués.

Comme on cherche à uniformiser les comparaisons de consommation électrique et à les associer à une définition commune des conditions de confort, le nombre d'heures pendant lesquelles la demande de chauffage n'est pas satisfaite ne peut pas être supérieur à 100, pour chacune des zones. De même, les points de consigne des thermostats devraient être les mêmes dans le bâtiment proposé et dans le bâtiment de référence, à une exception près. Dans les bâtiments avec chauffage et refroidissement par rayonnement, les points de consigne des thermostats peuvent souvent être différents pour obtenir la même température opérative ou le même confort thermique. On peut faire une simulation du bâtiment proposé avec un point de consigne

de température différent de celui du bâtiment de référence, à condition que la température opérative telle que définie dans la norme ASHRAE 55-2004 soit la même dans les deux bâtiments et que les systèmes de CVCA soient commandés en fonction de la température opérative et non de la température de l'air. Lorsqu'on utilise cette approche, il faut préparer et soumettre au PEBC et CaGBC une documentation sur les conditions de confort des températures opérative et de l'air, après avoir consulté au début le PEBC pour savoir si cela est acceptable.

Dans la norme ASHRAE 90.1-1999 et le CMNÉB, les systèmes de CVCA du bâtiment proposé et du budget sont généralement du même type. Ces normes supposent que les compromis, s'il y en a, se font entre des versions plus ou moins efficaces du système choisi. Dans le but de réduire les tentatives de contournement des exigences et aussi de simplifier la détermination de la conformité au code, les normes indiquent un ensemble limité de systèmes de CVCA pour le modèle du bâtiment de référence.

Si le bâtiment proposé n'a pas de système mécanique de conditionnement d'air, le bâtiment de référence ne doit pas non plus en avoir afin qu'il ne soit pas possible d'obtenir des économies d'énergie artificielles. Par exemple, dans un bâtiment refroidi seulement par la ventilation passive, les occupants peuvent avoir recours à un grand nombre de ventilateurs indépendants, ce qui a pour effet d'annuler les économies d'énergie prévues. Les projets qui utilisent la ventilation naturelle au lieu d'un système de climatisation qui serait autrement nécessaire peuvent avoir droit à un crédit d'innovation. Le demandeur doit s'attendre à ce qu'on lui demande de documenter en détail la fréquence des conditions de confort

équivalentes à celles fournies par un système mécanique et de discuter des outils de modélisation et des protocoles acceptables.

La ventilation de l'air extérieur peut constituer une charge énergétique importante dans un bâtiment, mais la réduction des quantités d'air introduites n'est pas considérée comme une façon d'économiser de l'énergie, sauf si les systèmes de contrôle de la ventilation opèrent en fonction des taux d'occupation du bâtiment ou de concentration des polluants atmosphériques. Le débit de ventilation requis pour le bâtiment proposé doit être conforme à la procédure d'établissement du débit de ventilation (Ventilation Rate Procedure) de la norme ASHRAE 62-1999 (selon QEp1) ou du code du bâtiment local, si ce dernier s'avère plus exigeant. À une exception près, les débits de ventilation prévus doivent être les mêmes dans le modèle du bâtiment de référence et dans celui du bâtiment proposé.

Des débits excessifs de ventilation vont à l'encontre de l'efficacité énergétique. Par conséquent, le débit de ventilation du bâtiment de référence doit être le plus petit des deux débits suivants : le débit de ventilation du bâtiment proposé ou un débit de 20 % supérieur au débit de ventilation requis (défini ci-dessus). De plus, la correction des zones critiques établies par l'ASHRAE pour l'air de ventilation ne doit pas dépasser 20 % pour le bâtiment de référence.

Les critères de l'enveloppe qui ont une importance particulière sont notamment la toiture et les dispositifs anti-solaires. Des toits réfléchissants absorbant peu la chaleur peuvent être modélisés différemment et des points sont accordés pour la réduction des apports de chaleur. Avec un toit réfléchissant ayant une réflectance minimale de 0,70 et une

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

émittance minimale de 0,75, il n'est pas nécessaire d'utiliser la valeur par défaut de 0,30 pour le projet. Il est possible pour les toits possédant de telles caractéristiques d'utiliser une valeur modélisée de 0,45 qui tient compte de la dégradation due au vieillissement.

Il est possible d'attribuer des points pour les parties en surplomb et d'autres saillies faisant de l'ombre dans le bâtiment proposé si ces caractéristiques permettent de réduire les gains solaires sur le vitrage et peuvent recevoir un crédit en fonction d'une comparaison avec le fenêtrage du bâtiment de référence qui est dans l'alignement de la façade. Le modélisateur devra inclure les différences entre le cas de référence et le cas de conception s'il y a lieu. Les dispositifs anti-solaires tels que mini-stores et rideaux, qui ne sont pas permanents, ne peuvent pas être pris en considération pour réduire les coûts énergétiques du cas de conception en dessous de ceux du cas de référence. Les dispositifs anti-solaires intérieurs doivent être modélisés de la même façon dans le cas de référence et le cas de conception.

En ce qui concerne l'éclairage, des points peuvent être attribués si la consommation des luminaires installés est moindre. Les commandes d'éclairage (principalement la fermeture automatique) sont modélisées avec des horaires d'éclairage. Les commandes d'éclairage naturel ne sont pas modélisées dans le bâtiment de référence mais peuvent l'être dans le bâtiment proposé.

### Méthodes d'économies d'énergie exclues

La norme ASHRAE 90.1 et le CMNÉB/PEBC récompensent une gamme étendue de méthodes d'économies d'énergie, notamment les niveaux

d'isolation, la sélection des fenêtres, l'efficacité de l'équipement, les commandes d'éclairage et de CVCA, la densité de puissance lumineuse et la réduction de la charge de chauffage de l'eau. Il y a cependant aussi des méthodes qui ne sont pas récompensées dans ces normes, notamment :

- la réduction de la ventilation de l'air extérieur grâce à une distribution plus efficace
- le changement de combustible
- l'élimination du système de conditionnement d'air grâce à la mise en œuvre de stratégies de refroidissement naturel

Les économies d'énergie ainsi réalisées ne peuvent pas être utilisées pour démontrer la conformité à la condition préalable ÉAp2 ni pour obtenir des points dans le crédit ÉAc1.

Il existe cependant plusieurs stratégies qui permettent d'obtenir un crédit d'innovation de LEED Canada-NC 1.0 si celles-ci permettent de réaliser des économies importantes d'énergie :

- masse thermique du bâtiment, orientation, conception solaire passive
- ventilation et refroidissement naturels
- étanchéité à l'air de l'enveloppe
- économies d'énergie extraordinaires sur les procédés

L'admissibilité à un crédit d'innovation et de conception exige que les économies d'énergie potentielles dans ces secteurs non créditées soient équivalentes à au moins un point dans le crédit ÉAc1 (c.-à-d. représentent 4,4 % du coût énergétique du bâtiment de référence selon le CMNÉB ou 5 % du coût énergétique du bâtiment de référence selon la norme ASHRAE). Se reporter au chapitre Innovation et Conception pour les détails concernant

ces demandes.

### Énergie de traitement inhérent aux procédés

Dans la plupart des cas, la norme ASHRAE 90.1 et le CMNÉB/PEBC n'établissent aucune exigence écoénergétique pour l'énergie de traitement inhérent aux procédés, c'est-à-dire l'énergie consommée par les charges de traitement non réglementées. Il existe quelques cas où ces normes traitent de certaines charges de traitement inhérent aux procédés. Ces charges sont alors appelées charges de traitement réglementées et sont incluses dans le coût énergétique total du bâtiment de référence et du bâtiment proposé (CEF' et CEP'). Les charges de traitement réglementées sont :

- les hottes d'extraction et la ventilation associée (selon la définition de ASHRAE 90.1)
- les charges de chauffage des garages de stationnement (selon la définition du PEBC).

Les charges de traitement réglementées et non réglementées (ainsi que l'équipement de CVCA nécessaire pour ces charges) devraient être incluses dans le modèle de simulation horaire afin qu'il soit possible de mieux prédire les gains internes et leurs interactions avec les systèmes du bâtiment. Des exemples de charges de traitement sont les serveurs informatiques centralisés, l'équipement commercial de cuisson et de réfrigération et les procédés semi-industriels, comme la réfrigération des patinoires et des compartiments réfrigérés. L'énergie consommée par les charges de traitement non réglementées devrait être soustraite des modèles du bâtiment proposé et du bâtiment de référence lors du calcul du pourcentage des économies d'énergie.

Toute charge de chauffage ou de refroidissement associée à ces charges de traitement peut aussi être exclue du calcul du pourcentage des économies d'énergie (p. ex. eau refroidie canalisée directement jusqu'à l'équipement de refroidissement). Pour simplifier le processus de simulation, il est acceptable de ne pas tenir compte des charges de traitement non réglementées et de l'équipement associé si la consommation d'énergie correspondante est isolée dans le bâtiment, comme par exemple le cas d'une salle d'équipement de traitement spécialisé non conditionnée.

L'énergie nécessaire pour conditionner l'air de ventilation provenant de l'extérieur dans des bâtiments commerciaux, comme cela se produit dans le cas des hottes de laboratoire et des hottes de cuisine, entre dans la catégorie de l'énergie de chauffage/refroidissement du bâtiment et non pas dans celle de l'énergie de traitement, et elle doit être incluse dans les modèles de bâtiment et dans les calculs d'économies d'énergie.

Le PEBC de RNCan donne des crédits si des économies sont réalisées sur l'énergie de traitement non réglementée dans un bâtiment industriel (PEBI). Les économies d'énergie de traitement peuvent être considérées comme crédit d'énergie et servir à améliorer le pourcentage LEED des économies d'énergie. L'énergie de traitement consommée n'est pas ajoutée au coût de l'énergie du bâtiment de référence (se reporter à la rubrique Calcul du pourcentage des économies d'énergie).

Le PEBC accorde aussi des crédits d'économies d'énergie pour les réductions de consommation d'énergie pour certaines charges non réglementées dans les immeubles à logements multiples. Pour les besoins de LEED Canada-NC 1.0, ces possibilités

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

d'économies d'énergie ainsi que d'autres sont applicables pour tous les types de bâtiment. Les charges de traitement non réglementées suivantes sont admissibles à l'attribution de crédits d'économies d'énergie dans LEED Canada-NC 1.0 :

- efficacité ou niveau de l'éclairage extérieur
- réduction des charges des prises électriques par l'emploi d'équipement de bureau et d'appareils Energy Star fournis par le propriétaire
- réduction de la consommation d'énergie des ascenseurs et escaliers mécaniques
- réduction des charges de traitement non réglementées

Des économies d'énergie dans ces secteurs peuvent être utilisées pour augmenter le nombre de crédits d'énergie LEED de la même façon que pour celles du PEBI. La consommation de l'énergie de traitement n'est pas incluse dans le coût énergétique du bâtiment de référence (CEF'). Le nombre maximum de crédits EAcl pour l'énergie à cause de la réduction des charges de traitement non réglementées est limité à deux. La récupération pour le chauffage des locaux ou de l'eau, de la chaleur perdue par les traitements est considérée comme une réduction du chauffage du bâtiment et non comme une économie d'énergie de traitement.

### Installations de centrales locales et à distance

Dans certains cas, des bâtiments sont alimentés en vapeur ou en eau chauffée et/ou en eau refroidie à partir d'une centrale desservant plusieurs bâtiments. Lorsque cela se produit, il faut indiquer que l'efficacité de l'installation centrale est la même pour le bâtiment proposé et le bâtiment de référence, ce qui signifie qu'il n'y a aucun crédit ni pénalité

pour le chauffage ou le refroidissement central. La seule exception à cette règle est lorsque l'on est capable de démontrer que la conception ou l'agrandissement de l'installation a été rendue écoénergétique à la suite du nouveau projet, ou lorsqu'il peut être démontré que la centrale est plus efficace lorsqu'on prend en considération les pertes des systèmes de transmission et de distribution.

### Tarifs de l'énergie

Les tarifs de l'énergie constituent un facteur important dans la procédure de calcul et doivent être ceux qui sont publiés par le fournisseur de combustible ou les services publics locaux. Ils doivent inclure les frais de consommation et les frais liés à la demande, mais exclure les frais qui ne sont pas associés à l'utilisation de l'énergie (p. ex. frais fixes de compteur ou de facturation).

Dans le cas des bâtiments desservis par une installation centrale, on doit utiliser les tarifs d'énergie locaux qui s'appliqueraient si le bâtiment était relié aux services publics locaux. Le modélisateur doit utiliser les mêmes tarifs pour le bâtiment de référence et le bâtiment proposé (même si la différence de consommation entraîne l'application d'un tarif différent).

### Calcul du pourcentage des économies d'énergie

Le calcul de la performance énergétique LEED est simple mais doit s'effectuer en plusieurs étapes. Ces étapes ont pour but d'isoler les économies d'énergie attribuables à une meilleure conception du bâtiment, à la réduction de la consommation des charges de traitement et des prises utilisées par les occupants. Seule l'énergie réglementée par la norme 90.1-1999 de l'ASHRAE/

IESNA est prise en considération pour la détermination du pourcentage des économies d'énergie au titre de ÉAc1. Les « charges énergétiques réglementées » incluent les systèmes courants de chauffage et de refroidissement, les équipements auxiliaires (pompes, ventilateurs, etc.), les appareils de chauffage de l'eau et les luminaires intérieurs, ainsi que quelques charges de traitement réglementées.

Les charges non réglementées incluent les charges des prises électriques, la plupart des charges de traitement (notamment pour les besoins spéciaux de filtration dans les salles propres, etc.), la ventilation des garages, l'éclairage extérieur, les ascenseurs et toute autre utilisation de l'énergie dans le bâtiment pour laquelle la norme n'établit aucune exigence. L'exclusion des charges non réglementées oblige à effectuer un traitement supplémentaire sur les résultats de la plupart des rapports de simulation de tout le bâtiment afin de déterminer le pourcentage des économies d'énergie pour LEED EA1.

Le pourcentage des économies doit être calculé au moyen de l'équation 1, où :

- CEF' est le coût annuel de l'énergie pour le bâtiment de référence sans les coûts correspondant aux éléments non-réglementés
- CEP' est le coût annuel de l'énergie pour le bâtiment conçu ou proposé sans les coûts correspondant aux éléments réglementés
- CER' est le coût annuel des économies d'énergie réalisées par les systèmes à

énergie renouvelable

- CEE est le coût annuel des économies d'énergie attribuables aux charges de traitement non réglementés décrites à la section de l'énergie de traitement

Nota: dans ce calcul, les pourcentages ne sont pas arrondis.

Il est nécessaire de faire un petit calcul pour déterminer CEF' et CEP'. Premièrement, la simulation de tout le bâtiment produit des rapports économiques qui indiquent le coût total de l'électricité, du gaz et éventuellement d'autres sources d'énergie facturées telles que le mazout, le propane, la vapeur, l'eau chaude ou l'eau réfrigérée. Ces rapports fournissent le Budget des coûts énergétiques et le Coût de l'énergie du bâtiment de conception (CEF et CEP).

Le rapport de simulation suivant à examiner répartit la consommation d'énergie suivant que les utilisations sont réglementées ou non. Dans DOE 2.1, par exemple, il s'agit du rapport résumant la performance énergétique du bâtiment (Building Energy Performance Summary ou BEPU). Les données de ce rapport seront utilisées pour déterminer CEF et CEP.

L'exemple suivant montre comment cette méthodologie fonctionnerait pour un bâtiment de 100 000 pieds carrés. Il y a pour le cas de conception une enveloppe haute performance, un système de réglage de débit d'air avec pompes géothermiques à haut rendement et un éclairage ambiant direct/indirect réalisé avec des lampes individuelles.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

#### Équation 1: Pourcentage d'économie des coûts annuels d'énergie

$$\% \text{ d'économie sur les coûts de l'énergie} = 100 * (\text{CEF}' - \text{CEP}' + \text{CER}' + \text{CEE}') / \text{CEF}'$$

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

Pour déterminer le coût de l'énergie du bâtiment proposé, il faut créer un modèle de simulation énergétique de ce bâtiment avec EE4, DOE 2.1 ou un autre outil de modélisation énergétique et de détermination de la charge horaire. Les paramètres du modèle pour toutes les charges, y compris les charges des prises électriques et les charges de traitement, et l'horaire et le profil d'occupation prévus du bâtiment, sont ajustés pour le calcul des capacités du système central et de la consommation d'énergie par le système. En manipulant les paramètres, le concepteur accroît l'efficacité des éléments afin de dépasser les exigences de la norme de référence.

Les charges réglementées doivent être séparées des charges non réglementées à l'aide d'un rapport sommaire de la charge énergétique modélisée du bâtiment par système (p. ex. le rapport BEPU dans le cas de DOE2). Les charges non réglementées sont les charges aux prises et les charges de traitement directes. Les charges réglementées sont les charges de CVCA, d'éclairage et de chauffage de l'eau sanitaire.

Le coût énergétique prévu doit ensuite être calculé pour chaque type d'énergie à partir des quantités consommées par les charges réglementées et les coûts unitaires. La somme des CEP individuels donne le coût énergétique

**Tableau 4 : Coût d'énergie du bâtiment proposé**  
Donnée de cas type

Utilisation finale	Énergie	Électricité [kW/h]	Gaz [m <sup>3</sup> ]	Consommation [MJ]	Coût [\$]
<b>Réglementé</b>					
Éclairage	Électricité	160 200		576 800	16 020 \$
Chauffage	Gaz naturel		25 800	961 176	10 320 \$
Refroidissement	Électricité	120 150		432 540	12 015 \$
Pompes	Électricité	14 707		52 944	1 471 \$
Ventilateurs	Électricité	105 443		379 596	10 544 \$
Eau chaude de service	Gaz naturel		4 950	184 412	1 980 \$
<b>Sous-total réglementé (CEP')</b>		<b>400 500</b>	<b>30 750</b>	<b>2 587 468</b>	<b>52 350 \$</b>
<b>Non réglementé</b>					
Prises d'éclairage	Électricité	80 100		288 360	8 010 \$
Traitements/prises	Électricité	40 050		144 180	4 005 \$
<b>Sous-total non réglementé</b>		<b>120 150</b>		<b>432 540</b>	<b>12 015 \$</b>
<b>Total bâtiment</b>		<b>520 650</b>	<b>30 750</b>	<b>3 020 008</b>	<b>64 365 \$</b>
<b>Sous-total réglementé</b>		<b>400 500</b>	<b>30 750</b>	<b>2 587 468</b>	<b>52 350 \$</b>
Économies d'énergie de traitement (CEP')		0	0	0	0 \$
Sous-total renouvelable (CER')		0		0	0 \$
<b>Total net</b>				<b>2 587 468</b>	<b>52 350 \$</b>

des charges réglementées du bâtiment proposé. Comme il n'y a aucune énergie renouvelable utilisée sur place dans cet exemple, le CER' est égal à zéro. Les rapports de simulation du cas proposé servent à créer le *tableau 4*. et les rapports de simulation du cas de référence servent à créer le *tableau 5*.

Si EE4 est utilisé, le logiciel génère automatiquement les coûts de l'énergie pour le bâtiment de référence, soit CEF. Les charges non réglementées sont séparées des charges réglementées. Pour les projets LEED, un rapport spécial LEED Canada sera émis pour les bâtiments qui ont été récompensés par un encouragement PEBC, avec

détails de performance LEED et points au titre de ÉAc1.

Enfin, les résultats des deux simulations doivent être comparés au moyen de l'*équation 1*. Les résultats de l'exemple sont récapitulés au *tableau 6*, qui a le format exigé pour la soumission de la documentation LEED. Si la rénovation d'un bâtiment existant inclut un agrandissement, les points seront attribués proportionnellement (selon le pourcentage des superficies du nouveau et de l'ancien bâtiment) durant l'examen de certification LEED.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

**Tableau 5:** Coût d'énergie du bâtiment de référence  
Donnée de cas type

Utilisation finale	Énergie	Électricité [kW/h]	Gaz [m <sup>3</sup> ]	Consommation [MJ]	Coût [\$]
<b>Énergie réglementée</b>					
Éclairage	Électricité	350 000		1 260 000	35 000 \$
Chauffage	Gaz naturel		25 500	950 000	5 850 \$
Refroidissement	Électricité	250 000		900 000	25 000 \$
Ventilateurs/pompes	Électricité	150 000		540 000	15 000 \$
Eau chaude de service	Gaz naturel		12 750	475 000	2 925 \$
Sous-total, énergie réglementée (CEF')		750 000	38 250	4 125 000	83 775 \$
<b>Énergie non réglementée</b>					
Prises d'éclairage	Électricité	80 100		288 000	8 010 \$
Traitements/prises	Électricité	40 050		144 000	4 005 \$
Sous-total charges des prises		120 150		432 000	12 015 \$
<b>Total bâtiment</b>		870 150	38 250	4 557 000	95 790 \$
Sous-total énergie réglementée (CEF')		750 000	38 250	4 125 000	83 775 \$
CEF'				4 125 000	83 775 \$

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

**Tableau 6: Conformité au budget des coûts de l'énergie LEED**

Résumé énergie	Énergie	Intensité du bâtiment proposé		Intensité du bâtiment de référence		Économies d'énergie [%]
		[MJ]	[ kWh/m <sup>3</sup> ]	[MJ]	[ kWh/m <sup>3</sup> ]	
<b>Énergie réglementée</b>						
Éclairage	Électricité	576 800	16,0	1 260 000	35,0	54%
Chauffage	Gaz	961 176	26,7	1 900 000	52,8	49%
Refroidissement	Électricité	432 540	12,0	450 000	12,5	4%
Pompes	Électricité	52 944	1,5	54 000	1,5	2%
Ventilateurs	Électricité	379 596	10,5	432 000	12,0	12%
Chauffage eau de service	Gaz	184 412	5,1	475 000	13,2	61%
<b>Sous-total énergie réglementée</b>		<b>2 587 468</b>	<b>71,9</b>	<b>4 571 000</b>	<b>127,0</b>	<b>43%</b>
<b>Énergie non réglementée</b>						
Charges des prises	Électricité	288 360	8,0	288 360	8,0	0%
Autres	Électricité	144 180	4,0	144 180	4,0	0%
<b>Sous-total énergie non réglementée</b>		<b>432 540</b>	<b>12,0</b>	<b>432 540</b>	<b>12,0</b>	<b>0%</b>

Résumé total énergie	Bâtiment proposé		Bâtiment de référence		Économies en %	
	Énergie [MJ]	Coût [\$]	Énergie [MJ]	Coût CEF' [\$]	Énergie %	Coût %
Électricité	1 874 420	52 065 \$	2 628 540	73 015 \$	29%	29%
Gaz naturel	1 145 588	12 300 \$	2 375 000	25 500 \$	52%	52%
Mazout / Autres	0	0 \$	0	0 \$	-	-
<b>Total</b>	<b>3 020 008</b>	<b>64 365 \$</b>	<b>5 003 540</b>	<b>98 515 \$</b>	<b>40%</b>	<b>35%</b>
<b>Sous-total coûts de l'énergie réglementée</b>						
	<b>2 587 468</b>	<b>52 350 \$</b>	<b>(CEP')</b>	<b>86 500 \$</b>	<b>(CEE')</b>	
Crédit d'énergie (indust/traitement)		0 \$	(CEE')			
Crédit d'énergie renouv.	0	0 \$	(CER')			
<b>Total net</b>	<b>2 587 468</b>	<b>52 350 \$</b>		<b>86 500 \$</b>		

$$\text{Pourcentage d'économies} = 100 \times (\text{CEF}' - \text{CEP}' + \text{CER}' + \text{CEE}') / \text{CEF}' = 39,5\%$$

$$\text{Points accordés pour le Crédit 1 (CMNÉB)} = 4$$

## Ressources

### Sites Web

**Advanced Buildings:** Hébergé par un consortium privé/public canadien, ce site fournit des explications, des coûts et des sources de renseignements pour quatre-vingt-dix technologies et pratiques visant à améliorer l'efficacité des ressources et de l'énergie des bâtiments à logements multiples et des bâtiments commerciaux.

Site: [www.advancedbuildings.org](http://www.advancedbuildings.org)

**American Council for an Energy Efficient Economy:** AL'ACEEE est une organisation sans but lucratif ayant pour mission l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le but de promouvoir la prospérité économique et la protection de l'environnement.

Site: [www.aceee.org](http://www.aceee.org)

**ENERGY STAR® Buildings Upgrade Manual:** Ce document de l'EPA est un guide pour les partenaires du programme ENERGY STAR Buildings servant à la planification et à la mise en œuvre d'améliorations éconergétiques rentables et peut être utilisé comme cadre complet d'une stratégie énergétique.

Site: [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov)

**Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments 1997.** Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches du Canada. Cité par la ville de Vancouver comme étant équivalent à la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1989 pour les besoins de la conformité aux règlements municipaux; critère pour les encouragements offerts dans le cadre du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) de Ressources naturelles Canada. Disponible sur CD au site Web listé.

Site: <http://www.nrc.ca/irc/catalogue/>

[energy2.html](#)

**Conformité des bâtiments par la méthode de performance. 1999.** Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches du Canada. Traite en détail diverses fonctions que le logiciel de conformité doit être capable d'exécuter pour aider un utilisateur à démontrer que les plans proposés sont conformes au CMNÉB. La clientèle cible est constituée des organismes de développement de logiciels qui développeront ou adapteront des logiciels ainsi que des manuels dans ce but.

Site: <http://www.nrc.ca/irc/catalogue/energy2.html>

**Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux.** Le site Web du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) de Ressources naturelles Canada contient des liens à des caractéristiques de conception de bâtiments sélectionnés du PEBC, à des études de cas de bâtiments et à des processus de conception intégrée utilisés, ainsi qu'au Guide technique (voir ci-dessous), à l'outil de vérification Web du PEBC et au logiciel gratuit EE4 du PEBC pour les simulations énergétiques.

Site: [http://cbip.nrcan.gc.ca/buildings/index\\_e.html](http://cbip.nrcan.gc.ca/buildings/index_e.html)

**Guide technique du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux II. 2000.** Le Guide technique du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) de Ressources naturelles Canada expose les détails du programme et ses procédures, avec des conseils pour certains types de bâtiment.

Site: [http://cbip.nrcan.gc.ca/techguidelines\\_e.html](http://cbip.nrcan.gc.ca/techguidelines_e.html)

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 1</b>					

**Association canadienne de normalisation (CSA).** Le site Web de la CSA permet d'acheter en ligne un grand nombre de normes citées dans l'Energy Efficiency Act de la Colombie-Britannique et le Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (normes de la CSA et de l'ACG).

Site: <http://www.csa.ca/>

**ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-1999 - Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings,** American Society of Heating, Refrigerating & Air-conditioning Engineers. La norme établit des exigences minimales pour la conception éconergétique de bâtiments, mais exclut spécifiquement les bâtiments résidentiels bas (maisons unifamiliales et structures multifamiliales de trois étages ou moins au-dessus du sol).

Site: <http://www.ashrae.org/>

### Imprimés

- *Guide de l'utilisateur de la norme ASHRAE 90.1-1999, ASHRAE, 1999.* Le nouveau Guide de l'utilisateur de la norme ASHRAE 90.1-1999 a été conçu spécifiquement pour la norme 90.1-1999 de l'ASHRAE/IESNA (Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings). Ce guide explique la nouvelle norme et comprend des exemples de calculs, des documents de référence utiles et des renseignements sur le but et l'application de la norme. Il est abondamment illustré et contient de nombreux exemples et des tables de données de référence. Il comprend aussi un ensemble complet de formulaires et de feuilles de travail de conformité qui peuvent être utilisés pour documenter la conformité à la norme.

Le manuel de l'utilisateur est utile aux architectes et ingénieurs qui

appliquent la norme à la conception des bâtiments, aux examinateurs de plans, aux inspecteurs de chantier qui doivent contrôler l'application de la norme lorsque celle-ci est adoptée en tant que code et aux entrepreneurs qui doivent construire des bâtiments conformes à la norme. Un disque compact joint au manuel de l'utilisateur contient le programme informatique EnvStd 4.0 permettant de trouver des solutions de remplacement s'appliquant à l'enveloppe du bâtiment, ainsi que des versions électroniques des formules de conformité figurant dans le manuel de l'utilisateur.

- *Commercial Lighting Efficiency Resource Book, EPRI, 1991.*
- *Sustainable Building Technical Manual, Public Technology, Inc., 1996.*
- Hepting et Ehret, *Verification of LEED Canada v1.0 Energy Credit 1 Point Awards for Building Energy Conservation in Canada*, préparé pour le comité directeur de LEED-Canada et RNCAN, janvier 2004.

## Étude de cas

### Alberta Urban Municipalities Association (AUMA) Office Building

Edmonton, Alberta

Manasc Isaac Architects Ltd., 2003

Certifié LEED

Le projet d'agrandissement et de rénovation des bureaux de l'AUMA est un projet certifié LEED-NC 2.1 qui a obtenu le maximum de points possibles (10) pour le ÉAc1 en raison d'économies de coûts d'énergie démontrées de plus de 60 % par rapport aux critères requis par ASHRAE 90.1.

Ce bâtiment de 900 m<sup>2</sup> (9 000 pi<sup>2</sup>) situé à Edmonton (Alberta) utilise un système de pompes à chaleur géothermique avec extraction d'air et récupération de chaleur, pour le chauffage, le refroidissement et la ventilation. Avec des températures extrêmes de -37 °C en hiver et de +29 °C en été, la qualité de l'enveloppe du bâtiment est critique pour la réduction des charges de chauffage et de refroidissement du système de CVCA. Une densité de puissance d'éclairage de seulement 7.9 W/m<sup>2</sup> (0.73 W/pi<sup>2</sup>) avec des détecteurs d'occupation limite la consommation d'énergie d'éclairage et réduit la charge de refroidissement. L'eau chaude sanitaire est préchauffée en récupérant la chaleur perdue par les pompes à chaleur et des appareils de robinetterie à faible débit atténuent la demande en eau chaude. Les économies annuelles de coûts prévues sont de 7 000 \$ pour les charges de fonctionnement et la réduction annuelle des gaz à effet de serre est de 73 tonnes.



Photo : Manasc Isaac Architects Ltd.

**Crédit 1****Étude de cas****E'Terra Inn**

Tobermory, Ontario

Levitt Goodman Architects, 2004

Construit directement sur l'escarpement de Niagara, cet hôtel écologique de 750 m<sup>2</sup> respectueux de l'environnement se caractérise par une enveloppe à haut rendement, des matériaux naturels locaux, un chauffage à rayonnement, le refroidissement naturel, la technologie des tubes en béton dans le sol, le captage de l'eau de pluie et la biofiltration sur place des eaux usées. L'eau chaude sanitaire est chauffée par des capteurs solaires de 20 m<sup>2</sup> montés sur le toit, complété par des chaudières à grand rendement pour le chauffage des locaux. Une conception intelligente et éconergétique de l'éclairage a permis de réduire la densité moyenne de puissance d'éclairage à moins de 10W/m<sup>2</sup>, en comptant les fluorescents, les fluorescents compacts et les appareils à DEL. Les technologies d'énergie renouvelable comprennent le chauffage solaire de l'eau et plusieurs appareils de chauffage au bois à haut rendement. Le pourcentage annuel des économies d'énergie pour le bâtiment est de 42 % par rapport à la référence du CMNÉB, ce qui correspond à un encouragement de 22 000 \$.

*Photo: Enermodal Engineering Ltd.*

## Énergies renouvelables: 5%

---

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 2.1</b>					

### But

Encourager et reconnaître les niveaux croissants d'autosuffisance en énergie renouvelable sur place afin de réduire les impacts environnementaux associés à la consommation d'énergie provenant de combustibles fossiles.

1 Point

### Exigences

Fournir au moins 5 % de l'énergie totale consommée par le bâtiment (exprimé comme une fraction du coût annuel de l'énergie) en utilisant des systèmes d'énergie renouvelable sur place.

### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte, le propriétaire ou le responsable, déclarant qu'au moins 5 % de l'énergie consommée par le bâtiment est fournie par des sources renouvelables situées sur place.
- Inclure une partie narrative décrivant les systèmes d'énergie renouvelable sur place installés dans le bâtiment et des calculs démontrant qu'au moins 5% du coût total d'énergie sont fournis par un ou plusieurs systèmes d'énergie renouvelable.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 2.2</b>					

1 Point  
en plus du  
ÉA 2.1

## Énergies renouvelables: 10%

---

### But

Encourager et reconnaître les niveaux croissants d'autosuffisance en énergie renouvelable sur place afin de réduire les impacts environnementaux associés à la consommation d'énergie provenant de combustibles fossiles.

### Exigences

Fournir au moins 10 % de l'énergie totale consommée par le bâtiment (exprimé comme une fraction du coût annuel de l'énergie) en utilisant des systèmes d'énergie renouvelable sur place.

### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte, le propriétaire ou le responsable, déclarant qu'au moins 10 % de l'énergie consommée par le bâtiment est fournie par des sources renouvelables sur place.
- Inclure une partie narrative décrivant les systèmes d'énergie renouvelable installés dans le bâtiment et des calculs démontrant qu'au moins 10 % du coût total d'énergie sont fournis par un ou plusieurs systèmes d'énergie renouvelable.

## Énergies renouvelables: 20%

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 2.3</b>					

### But

Encourager et reconnaître les niveaux croissants d'autosuffisance en énergie renouvelable sur place afin de réduire les impacts environnementaux associés à la consommation d'énergie provenant de combustibles fossiles.

### Exigences

Fournir au moins 20 % de l'énergie totale consommée par le bâtiment (exprimé comme une fraction du coût annuel de l'énergie) en utilisant des systèmes d'énergie renouvelable situés sur place.

### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte, le propriétaire ou le responsable, déclarant qu'au moins 20 % de l'énergie consommée par le bâtiment est fournie par des sources renouvelables sur place.
- Inclure une partie narrative décrivant les systèmes d'énergie renouvelable sur place installés dans le bâtiment et des calculs démontrant qu'au moins 20 % des coûts totaux d'énergie sont fournis par un ou plusieurs systèmes d'énergie renouvelable.

### Sommaire des normes de référence

Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments/PEBC et ASHRAE/IESNA 90.1 – 1999: Energy Standard For Buildings Except Low-Rise Residential

Cette norme récompense l'utilisation d'énergies renouvelables sur place dans le but de réduire la consommation d'énergie achetée. Si l'énergie renouvelable est produite sur place, la méthodologie de modélisation estime qu'il s'agit d'énergie gratuite et elle n'est pas incluse dans le coût prévu de l'énergie. Se reporter à la section Calculs pour plus de détails.

### Interprétation

#### *Exigences relatives au crédit*

Pour les besoins de ce crédit, seule l'électricité générée à partir de ressources renouvelables (p. ex. soleil, vent, biomasse provenant de sources durables) est considérée comme étant une énergie renouvelable. Le pourcentage d'énergie renouvelable est défini comme étant les économies de coût réalisées grâce aux énergies renouvelables, divisées par le coût total de l'énergie pour le bâtiment conçu ou proposé, à l'exception de l'énergie non réglementée (CEP' dans le crédit ÉAc1). Les crédits sont attribués selon les indications du tableau suivant.

**1 Point  
en plus du  
ÉA 2.1 & ÉA 2.2**

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 2.3</b>					

1 Point  
en plus du  
ÉA 2.1 & ÉA 2.2

Points LEED	% du coût d'énergie du bâtiment fournie par l'électricité renouvelable
1	2,51 à 7,5%
2	7,51 à 15%
3	> 15%

Les énergies renouvelables sont récompensées deux fois dans LEED : premièrement par le crédit ÉAc1, car elles contribuent à réduire la quantité d'énergie achetée pour le bâtiment et deuxièmement, leur avantage environnemental (aucun dégagement de CO<sub>2</sub> ni d'autres polluants) est reconnu dans ce crédit. Pour l'énergie renouvelable produite sur le site il ne peut pas y avoir de crédit à titre d'électricité verte (ÉAc6). Toutefois le crédit 2 est possible ainsi que le crédit Optimiser la performance énergétique (ÉAc1), que des étiquettes d'électricité verte soient vendues ou non.

*Exigences relatives à la soumission des documents*

Quatre documents doivent être soumis pour ce crédit :

- La lettre type LEED signée
- Une description de la conception du système d'énergie renouvelable
- Copies des données produites par le logiciel de calcul (p. ex. RETScreen ou un programme semblable) indiquant l'énergie devant être produite sur le site par les systèmes d'énergie renouvelable
- Des calculs indiquant le coût virtuel de l'électricité et le pourcentage d'économies d'énergie du bâtiment proposé réalisées grâce à l'énergie renouvelable produite sur le site.

## Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Des énergies renouvelables peuvent être générées sur le site d'un bâtiment à l'aide de technologies qui convertissent l'énergie du soleil, du vent et de la biomasse en énergie utilisable. Les énergies renouvelables produites sur place sont supérieures aux énergies traditionnelles telles que le charbon, le nucléaire, le pétrole, le gaz naturel et l'énergie hydroélectrique, car leurs impacts et leurs coûts de transport sont négligeables. En plus de prévenir la dégradation environnementale, l'utilisation d'énergies renouvelables sur place peut améliorer la fiabilité énergétique et réduire la dépendance à l'égard du réseau de distribution. Dans les années 1990, l'utilisation des technologies d'énergies renouvelables a connu une expansion plus rapide que toutes les autres sources d'énergie. Les possibilités dépendent de l'emplacement et du climat.

En 2000, le taux de croissance annuel du marché des panneaux photovoltaïques (PV) a été de 20 %. La production de modules PV à usage terrestre a été multipliée par 500 au cours des 20 dernières années. La puissance totale des modules PV vendus à travers le monde en 2002 était supérieure à 400 mégawatts (MW).

À eux seuls, les États-Unis représentent l'un des cinq principaux marchés mondiaux pour l'énergie éolienne dans le monde selon l'American Wind Energy Association. La construction de grands parcs industriels d'éoliennes dans de nombreux États pour répondre aux besoins régionaux d'électricité et l'installation de micro-turbines pour des petites applications continuent de contribuer à accroître la part du

marché américain de l'énergie éolienne. L'industrie de l'énergie éolienne américaine a une capacité actuelle de 4 685 MW et génère annuellement environ 10 milliards de kilowatts-heures d'électricité, ce qui est équivalent aux besoins annuels d'un million de foyers américains moyens, mais représente moins de 1 % de la production d'électricité aux États-Unis.

On estime que la croissance du marché des petites éoliennes (< 100 kW) a été de 35 % en 1999. Ces petites éoliennes alimentent des maisons et des petites entreprises telles que des fermes et des ranchs. Les États-Unis sont aussi un important producteur de petites éoliennes. Quatre grandes entreprises vendent des produits sur le marché national et pour l'exportation.

La biomasse utilisée pour produire de l'énergie est constituée de matières organiques telles que des déchets de bois et d'herbe. Le Department of Energy (DOE) américain estime que l'énergie tirée de la biomasse constitue la plus grande source d'énergie renouvelable non hydroélectrique au monde, la puissance annuelle produite dans le monde étant de 14 000 MW. Avec une capacité installée de plus de 7 000 MW, les États-Unis sont le plus grand générateur d'énergie tirée de la biomasse; ce qui représente des investissements de 15 milliards de dollars et 66 000 emplois. Les 37 milliards de kWh d'électricité tirés chaque année de la biomasse sont supérieurs à la consommation annuelle de tout l'État du Colorado. La production de cette quantité d'électricité nécessite environ 60 millions de tonnes de biomasse par an. L'Electric Power Research Institute (EPRI) a estimé que les installations de combustion de la biomasse pourraient répondre à 5 % de la demande totale du marché américain de l'électricité

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 2</b>					

### Synergie du crédit

#### AÉS Crédit 1

Sélection de l'emplacement

#### AÉS Crédit 5

Minimiser la perturbation du site

#### ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

#### ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

#### ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

#### ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

#### ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

#### MR Crédit 8

Bâtiment durable

#### QEI Crédit 8

Lumière naturelle et vues

et procureraient une augmentation des revenus agricoles généraux de 12 milliards par an.

Le besoin continu d'énergie produite sur place, la nécessité de réduire les déchets, des règlements environnementaux plus stricts et la demande croissante d'énergie renouvelable par les consommateurs sont les principaux moteurs de la croissance de cette industrie.

### Aspects environnementaux

L'utilisation d'énergie renouvelable réduit les impacts environnementaux associés à la production et à l'utilisation d'énergie par les services publics. Ces impacts sont notamment la destruction des ressources naturelles, la pollution de l'air et la pollution de l'eau. On estime que le recours à la biomasse peut éviter que 350 millions de tonnes de déchets de défrichage, de démolition et de matériaux de construction en bois soient envoyés dans les sites d'enfouissement chaque année. Inversement, si ces déchets ne sont pas convenablement traités, leur combustion incomplète pollue l'air.

### Aspects économiques

La mise en œuvre sur place de technologies d'énergies renouvelables peut permettre de réaliser des économies sur les coûts de l'énergie, tout particulièrement si leur production coïncide avec des frais élevés liés à la demande de pointe. Les services publics offrent souvent des rabais pour réduire les coûts initiaux de l'équipement de production des énergies renouvelables. Dans certaines régions, ces coûts initiaux peuvent être récupérés sur la facture, l'électricité excédentaire étant revendue aux services publics.

Grâce à leurs efforts combinés, l'industrie et le DOE ont pu réduire les

coûts des systèmes PV de plus de 75 % entre 1982 et 2000. Le coût des systèmes PV ayant des capacités supérieures à 1 kW est « ajusté » en coût par kWh. Autrement dit, le coût est réparti sur la durée de vie du système et est divisé par la production en kWh. Le coût ajusté de ces systèmes se situe entre 0,25 \$ et 0,50 \$ par kWh. Les coûts des systèmes pour lesquels il n'est pas nécessaire d'avoir des batteries de stockage, comme ceux qui sont raccordés au réseau local, sont bien plus faibles. Les systèmes PV sont habituellement rentables tout de suite pour les clients se trouvant à plus qu'un quart de mille de la ligne d'alimentation la plus proche, car ils évitent la nécessité d'une extension du réseau. Lorsqu'une installation photovoltaïque est intégrée au bâtiment, les comparaisons de coûts doivent inclure les économies marginales réalisées sur les éléments remplacés tels que la toiture ou le revêtement extérieur. La fiabilité et la durée de vie des systèmes PV sont aussi excellentes et s'améliorent. Les fabricants garantissent habituellement leurs systèmes PV jusqu'à 20 ans.

Selon l'American Wind Energy Association, le coût ajusté de l'énergie éolienne commerciale est compris entre 0,04 \$ et 0,06 \$ par kWh, ou 0,033 \$ à 0,053 \$ en tenant compte du crédit d'impôt fédéral de production. Cela est financièrement avantageux par rapport à des installations conventionnelles à combustible fossile, comme les turbines à gaz et les centrales à charbon, et bien meilleur marché que les centrales nucléaires.

### Aspects communautaires

Les énergies renouvelables ont un énorme impact sur la qualité de l'environnement extérieur. Toute réduction de la pollution de l'air et de l'eau bénéficie à tous les membres de la communauté.

Les énergies renouvelables ont un impact positif sur les communautés rurales. Il est possible d'accélérer le développement économique dans ces communautés en créant et en exploitant des parcs d'éoliennes et des installations de conversion de la biomasse. Wind Powering America est une initiative du DOE grâce à laquelle l'utilisation de l'énergie éolienne aux États-Unis s'est énormément développée. La production rurale d'énergie éolienne constitue une nouvelle source de revenu pour les agriculteurs et d'autres propriétaires ruraux en plus de répondre à la demande de production d'électricité propre. Toutefois, il est nécessaire de minimiser les bruits désagréables des parcs d'éoliennes ainsi que la combustion incomplète et polluante des installations de conversion de la biomasse.

## Conception

### Stratégies

Il faut concevoir pour les énergies renouvelables des technologies non polluantes utilisables sur place et en spécifier l'utilisation pour répondre en partie aux besoins énergétiques du projet. Ces technologies renouvelables sont notamment le photovoltaïque, l'éolien, la biomasse (autre que le bois exploité de façon non durable) et les technologies de production des biogaz. Se reporter au *Tableau 1* pour les tendances des systèmes. On

remarquera que la biomasse utilisée pour le chauffage, les systèmes solaires passifs, le chauffage solaire de l'eau, les pompes géothermiques et l'éclairage naturel ne permettent pas d'obtenir des points dans le cadre de ce crédit, car il n'y a pas production d'électricité. Ces stratégies sont reconnues en vertu du crédit 1 ÉAc1.

Il est possible d'obtenir des réductions de facturation chez certains services publics locaux ou fournisseurs de services d'électricité. La facturation nette est une entente offerte par certaines compagnies progressistes qui achètent l'électricité excédentaire qui est produite par les générateurs du bâtiment et réinjectée dans le réseau. Cette électricité est déduite de l'électricité tirée sur le secteur. Pour plus d'information sur la facturation nette, consultez le site Web Green Power Network du DOE à l'adresse [www.eere.energy.gov/greenpower/netmetering](http://www.eere.energy.gov/greenpower/netmetering).

Si les technologies d'énergie renouvelable ne sont pas incorporées à la conception pour des raisons économiques, la conception peut tenir compte des problèmes énergétiques en prévoyant l'installation future de capteurs solaires, de brûleurs de biomasse et d'aérogénérateurs.

### Technologies

Les *matériaux photovoltaïques* (PV) sont des matériaux composites qui

**Tableau 1:** Tendances des systèmes d'énergie renouvelable

Option électrique	Puissance [kW]	Coût du courant [\$ / kW]	Coût de production de masse [\$ / kW]
Aérogénérateur	jusqu'à 3 000	de 900 \$ à 1000 \$	500 \$
Piles solaires	jusqu'à 1 000	de 5 000 \$ à 10 000 \$	1 000 \$ à 3 000 \$
Biomasse	jusqu'à 5 000	de 2 000 \$ à 2 500 \$	1 000 \$

Source: State of the World 2000 (WorldWatch Institute) et BioEnergy Information Network ([bioenergy.eml.gov](http://bioenergy.eml.gov)).

convertissent directement la lumière du soleil en électricité. Auparavant, ces matériaux formaient des panneaux qui étaient montés sur une structure permettant de les orienter vers le soleil. Au cours des dernières années, l'efficacité des cellules a augmenté et les coûts ont diminué. Le résultat a été la production d'éléments photovoltaïques intégrés au bâtiment. Ces éléments sont de plus en plus incorporés à diverses parties du bâtiment telles que la toiture, le revêtement extérieur et les fenêtres.

Les convertisseurs photovoltaïques produisent un courant continu, qui doit habituellement être converti en courant alternatif pour être utilisé dans les systèmes du bâtiment. Il est nécessaire de prévoir des dispositifs électroniques (onduleurs) qui convertissent le cc des modules PV en courant alternatif pour alimenter les nombreux appareils électriques. Les onduleurs peuvent être répartis ou centralisés. Le processus de conversion permet la facturation nette, si l'électricité est réinjectée dans le réseau lorsque la demande du bâtiment est inférieure à la capacité de l'installation photovoltaïque. Comme on le voit au *tableau 2*, les systèmes PV deviennent de plus en plus rentables. Les coûts de l'électricité aux périodes de pointe au cours des mois d'été de 2000 ont été supérieurs aux coûts de l'énergie PV par un facteur de quatre dans certaines

régions des États-Unis.

La *biomasse* est toute matière végétale telle que les arbres, l'herbe et les récoltes. Pour produire de l'électricité, on convertit la biomasse en énergie calorifique dans une chaudière ou un gazéifieur. La chaleur est convertie en énergie mécanique dans une turbine à vapeur, une turbine à gaz ou un moteur à combustion interne qui entraîne un générateur qui produit l'électricité. La technologie actuelle de conversion de la biomasse permet de produire de la chaleur par combustion directe. Des gazéifieurs de biomasse sont actuellement en cours de développement et sont en train d'être introduits sur le marché.

Les biomasses les plus économiques et les plus durables sont les déchets des processus industriels régionaux. Il s'agit notamment des sous-produits organiques des aliments, de l'exploitation forestière et du traitement des fibres telles que la sciure, la balle de riz et l'écorce. En milieu urbain, il est possible d'obtenir des palettes et des déchets propres des cours à bois. On peut aussi obtenir des fibres de bois provenant des déchets de construction ou de démolition ainsi que des rebuts de défrichage. Le coût de l'électricité produite par la biomasse dépend de la technologie utilisée, de la taille de l'installation et du coût de la biomasse.

**Tableau 2:** Tendances économiques de l'énergie photovoltaïque

Données photovoltaïques	1991	1995	2000	2010 - 2030
Prix de l'électricité (c/kWh)	40 - 75	25 - 50	12 - 20	<6
Efficacité du module (%)	5 - 14	7 - 17	10 - 20	15 - 25
Coût du système (\$/W)	10 - 20	7 - 15	3 - 7	1 - 1,50
Durée de vie du système (années)	5 - 10	10 - 20	>20	>30
Total ventes américaines (MW)	75	175	400 - 600	>10 000

Source: U.S. Department of Energy / Photovoltaic Program

Les systèmes d'énergie éolienne convertissent le vent en électricité. Les aérogénérateurs deviennent de plus en plus populaires, car les entreprises consommatrices d'électricité et les services publics prennent conscience des avantages d'une énergie éolienne propre, rentable et fiable, de l'écrêtement de la demande de pointe et de la facturation nette.

Un rotor de grand diamètre à profil aérodynamique spécial et volets de bord de fuite pour le contrôle des vitesses excessives compte parmi les innovations récentes. Des aérogénérateurs plus perfectionnés fabriqués avec des matériaux et selon des technologies d'avant-garde sont sur le point d'être introduits sur le marché. Parmi les progrès réalisés dans l'industrie éolienne, citons aussi le développement d'aérogénérateurs à axe vertical dont la simplicité de conception et le profil des pales devraient permettre de créer des systèmes à la fois rentables et efficaces.

### Synergies et compromis

Les équipements de production d'énergies renouvelables ont habituellement un impact sur le site du projet. Certains sites sont mieux adaptés aux stratégies de production d'énergie renouvelable que d'autres. Sauf pour les gros systèmes, l'impact des équipements de production d'énergie renouvelable est habituellement minime comparé à la consommation des bâtiments. Les équipements de production d'énergie renouvelable ont une incidence sur la performance énergétique du bâtiment et doivent être pris en considération lors de la mise en service, ainsi que durant le contrôle et la vérification. Les systèmes PV incorporés au bâtiment devraient être intégrés dans les stratégies d'éclairage naturel.

L'énergie géothermique se présente sous la forme d'électricité produite au moyen de vapeur ou d'eau à haute température présente dans le sol, captée par des installations importante plutôt que par des petits systèmes installés sur place. Il ne faut pas la confondre avec l'échange de chaleur géothermique, qui est une stratégie de chauffage et de refroidissement éconergétique pouvant bénéficier de 1 ÉAc1 (Optimiser la performance énergétique). L'électricité d'origine géothermique est aussi admissible à ÉAc6 (Électricité verte).

### Calculs

La méthode de calcul suivante est utilisée pour appuyer les documents à soumettre énumérés à la première page de ce crédit. La fraction du coût de l'énergie renouvelable produite est calculée par rapport au CEP déterminé pour ÉAc1. Des simulations énergétiques sont nécessaires pour établir ces deux quantités. Le coût de l'énergie pour le bâtiment proposé ou conçu est calculé dans ÉAc1. Il s'agit du coût total de l'énergie (électricité et combustible fossile), mais les charges non réglementées sont exclues. Le coût de l'énergie renouvelable est calculé à l'aide de RETScreen ou d'un programme semblable.

Le *tableau 3* montre les résultats de simulation RETScreen pour un générateur photovoltaïque intégré et installé sur le même bâtiment que celui utilisé pour les calculs de l'exemple de 1 ÉAc1.

Une fois qu'on a calculé la quantité d'énergie produite par ce générateur, le coût de cette énergie doit être calculé afin que l'on puisse obtenir le résultat pour le crédit LEED. La valeur en dollars de l'énergie renouvelable doit être déduite des résultats de la simulation du modèle énergétique après qu'un tarif d'énergie

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 2</b>					

virtuel a été déterminé pour l'énergie renouvelable.

La valeur de l'énergie produite sur place s'établit au moyen d'un calcul simplifié.

Pour attribuer un prix à l'énergie produite sur place, on doit d'abord déterminer le tarif virtuel de cette énergie en divisant le coût total de l'énergie (charges réglementées et non réglementées) par la consommation totale d'énergie. On doit ensuite multiplier l'énergie que l'on compte produire sur place par le « tarif virtuel » pour en obtenir la valeur. Le *tableau 4* indique les calculs du tarif virtuel de l'électricité utilisé pour

le bâtiment de l'exemple de ÉAc1. Le pourcentage d'énergie renouvelable est calculé en fonction du coût de l'énergie à l'aide de l'équation 1.

Dans l'exemple, le projet décrit en ÉAc1 est modifié pour inclure des générateurs photovoltaïques intégrés au bâtiment. La simulation de modélisation énergétique n'est pas modifiée pour ce crédit. Selon une analyse RETScreen, environ ~36 900 kWh seront produits et introduits dans le réseau dans le cadre du programme de facturation nette. Pour calculer la valeur de cette énergie, on établit un tarif virtuel en utilisant la simulation existante, afin de déterminer le montant en dollars à utiliser dans

**Tableau 3: Calcul financier pour un générateur photovoltaïque**

Caractéristiques du système		Estimation	Notes/Portée
Type d'application	-	Sur réseau	
Réseau	-	Réseau central	
Taux d'absorption d'énergie PV	%	100,0%	
<b>Batterie solaire</b>			
Type de module PV	-	a-Si	
Fabricant de module/# série		Bekaert ECD/Uni-Solar/SSR-128	Voir base de données des produits
Efficacité nominale des capteurs	%	5,7%	4,0% à 15,0%
NOCT	°C	50	40 à 55
Coefficient de température PV	% / °C	0,11%	0,10% à 0,50%
Contrôleur des capteurs	-	MPPT	
Pertes diverses	%	0,0%	0,0% à 20,0%
Puissance nominale PV suggérée	kWp	S/O	
Puissance nominale PV	kWp	59,9	
Surface des capteurs	m <sup>2</sup>	1 050,9	
<b>Conditionnement électricité</b>			
Efficacité moyenne du convertisseur	%	95%	80% à 95%
Capacité suggérée du convertisseur (DC-CA)	kW (AC)	56,9	
Capacité du convertisseur	kW (AC)	0,2	
Pertes diverses de conditionnement électrique	%	5%	0% à 10%
Production énergétique annuelle (analyse sur 12 mois)		Estimation	Estimation/gamme
Production spécifique	kWh/m <sup>2</sup>	35,1	
Efficacité globale du système PV	%	5,1%	
Énergie renouvelable captée	MWh	38 839	
Énergie renouvelable distribuée	MWh	36 897	
	kWh	36 897	
Énergie renouvelable excédentaire disponible	MWh	0,000	

Fiche d'analyse complète des coûts

**Tableau 4:** Calcul du tarif virtuel d'électricité

Tarif	Ressource	Consommation [kWh]	Coût de l'énergie
E-19 - Bureaux	Électricité	400 500 kWh	40 050 \$
E-19 - Résid.	Électricité	120 150 kWh	12 015 \$
		520 650 kWh	52 065 \$

Tarif virtuel d'électricité 0,10 \$/kWh

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 2</b>					

le calcul des économies LEED. Le *Tableau 5* montre comment incorporer le coût des énergies renouvelables dans les calculs.

L'exemple montre aussi comment les énergies renouvelables peuvent avoir un effet sur le calcul des économies générales d'énergie servant à déterminer les points attribués en vertu de ÉAc1 (Optimiser la performance énergétique). On comparera le *Tableau 6* au *Tableau 4* du Crédit 1. On notera que le budget des coûts énergétiques (Energy Cost Budget) est le même dans les deux exemples. Il n'y a pas de valeurs par défaut pour les énergies renouvelables, ce qui signifie que le budget reste inchangé.

Toutefois, le pourcentage de la réduction totale d'énergie change. Cela s'explique par le fait que le crédit 1 concerne l'énergie du secteur, qui traverse les limites de la propriété. Toute énergie générée sur place pour répondre en partie aux besoins du bâtiment est déduite du numérateur dans le calcul. Le compte final de points LEED est indiqué au *Tableau 6*.

## Ressources

### Sites Web

**Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables (PENSER).** Le Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables du gouvernement fédéral offre des encouragements pouvant atteindre 25 % du coût des investissements dans des systèmes de chauffage solaire de l'air et de l'eau et des systèmes efficaces de combustion de la biomasse d'au moins 75 kW pour des projets de bâtiments commerciaux, jusqu'à un maximum de 50 000 \$.

Site: <http://www2.nrcan.gc.ca/es/erb/erb/english/View.asp?x=455>

**RETSscreen.** RETScreen est un ensemble d'outils de feuilles de calcul Excel servant à évaluer la faisabilité de l'utilisation des énergies thermique solaire, photovoltaïque et éolienne, et des énergies tirées de la biomasse et produites par des pompes géothermiques. Le programme est gratuit et peut être téléchargé à partir de [www.retscreen.gc.ca](http://www.retscreen.gc.ca).

**Association des industries solaires du Canada (CANSIA).** La CANSIA est la principale association des industries

### Équation 1: Pourcentage d'énergie renouvelable

$$\% \text{ d'énergie renouvelable} = 100 * (\text{REC}' / \text{DEC}')$$

**Tableau 5: Coût des énergies renouvelables du bâtiment proposé**

Utilisation finale	Énergie	Électricité [kWh]	Gaz [m <sup>3</sup> ]	Consommation [MJ]	Coût [\$]
<b>Énergie réglementée</b>					
Éclairage	Électricité	160 200		576 800	16 020 \$
Chauffage	Gaz naturel		25 800	961 176	10 320 \$
Refroidissement	Électricité	120 150		432 540	12 015 \$
Pompes	Électricité	14 707		52 944	1 471 \$
Ventilateurs	Électricité	105 443		379 596	10 544 \$
Chauffage eau de service	Gaz naturel		4 950	184 412	1 980 \$
<b>Sous-total énergie réglementée (CEP')</b>		<b>400 500</b>	<b>30 750</b>	<b>2 587 468</b>	<b>52 350 \$</b>
<b>Énergie non réglementée</b>					
Prises d'éclairage	Électricité	80 100		288 360	8 010 \$
Traitements / Prises	Électricité	40 050		144 180	4 005 \$
<b>Sous-total énergie non réglementée</b>		<b>120 150</b>		<b>432 540</b>	<b>12 015 \$</b>
<b>Total bâtiment</b>		<b>520 650</b>	<b>30 750</b>	<b>3 020 008</b>	<b>64 365 \$</b>
<b>Sous-total énergie réglementée (CEP')</b>		<b>400 500</b>	<b>30 750</b>	<b>2 587 468</b>	<b>52 350 \$</b>
Économies d'énergie procédés (CEE')		0	0	0	0 \$
Sous-total renouvelable (CER')		36 903		132 851	3 690 \$
<b>Total net</b>		<b>120 150</b>		<b>2 454 617</b>	<b>48 660 \$</b>

solaires du Canada, elle encourage la recherche, l'échange d'informations et le lobbying pour le compte des fabricants et des distributeurs.

Site: <http://www.cansia.ca/>

**Florida Solar Energy Center (FSEC).** Le FSEC est aux États-Unis l'organisme de recherche sur les énergies renouvelables, la formation, les essais et la certification le plus actif financé par l'État. Il est le siège du National Solar Collector and System Certification Program, il indique dans

son « WWW Solar Applications Guide », qui peut être téléchargé gratuitement, l'efficacité des capteurs qui ont été testés de façon indépendante ainsi que des renseignements techniques détaillés sur les applications d'énergie solaire.

Site: <http://www.fsec.ucf.edu/>

**National Renewable Energy Laboratory (NREL)** des États-Unis. Le National Renewable Energy Laboratory du DOE américain est une des principales ressources pour les technologies des énergies renouvelables,

**Tableau 6 : Conformité au budget des coûts de l'énergie renouvelable LEED**

Résumé énergie	Énergie	Intensité du bâtiment proposé [MJ] [ kWh/m <sup>3</sup> ]	Intensité du bâtiment de référence [MJ] [ kWh/m <sup>3</sup> ]	Économies d'énergie [%]
<b>Énergie réglementée</b>				
Éclairage	Électricité	576 800	16,0	54%
Chauffage	Gaz	961 176	26,7	49%
Refroidissement	Électricité	432 540	12,0	4%
Pompes	Électricité	52 944	1,5	2%
Ventilateurs	Électricité	379 596	10,5	12%
Chauffage eau de service	Gaz	184 412	5,1	61%
<b>Sous-total énergie réglementée</b>		<b>2 587 468</b>	<b>71,9</b>	<b>43%</b>
<b>Énergie non réglementée</b>				
Charges des prises	Électricité	288 360	8,0	0%
Autres	Électricité	144 180	4,0	0%
<b>Sous-total énergie non réglementée</b>		<b>432 540</b>	<b>12,0</b>	<b>0%</b>

Résumé total énergie	Bâtiment proposé		Bâtiment de référence		Économies en %	
	Énergie [MJ]	Coût [\$]	Énergie [MJ]	Coût CEF' [\$]	Énergie %	Coût %
Électricité	1 874 420	52 065 \$	2 628 540	73 015 \$	29%	29%
Gaz naturel	1 145 588	12 300 \$	2 375 000	25 500 \$	52%	52%
Mazout / Autres	0	0 \$	0	0 \$	-	-
<b>Total</b>	<b>3 020 008</b>	<b>64 365 \$</b>	<b>5 003 540</b>	<b>98 515 \$</b>	<b>40%</b>	<b>35%</b>
<b>Sous-total coûts de l'énergie réglementée</b>		<b>2 587 468</b>	<b>52 350 \$</b>	<b>(CEP')</b>	<b>86 500 \$</b>	<b>(CEF')</b>
Crédit d'énergie (indust/traitement)		0 \$	(CEE')			
Crédit d'énergie renouvelable	132 828	3 690 \$	(CER')			
<b>Total net</b>	<b>2 454 640</b>	<b>48 660 \$</b>		<b>86 500 \$</b>		

$$\text{Pourcentage d'économies} = 100 \times (\text{CEF}'\$ - \text{CEP}'\$ + \text{CER}'\$ + \text{CEE}') / \text{CEF}'\$ = 43,7\%$$

$$\text{Points accordés pour le crédit 1 (CMNÉB)} = 5$$

$$\text{Pourcentage d'énergie renouvelable} = 100 \times (\text{CER}'\$) / \text{CEF}'\$ = 7,0\%$$

$$\text{Points attribués pour le crédit 2} = 1$$

fournit des renseignements généraux et techniques, ainsi que des informations sur ses politiques, et la technologie et la recherche sur les énergies renouvelables en Amérique du Nord. Le site comporte une énorme base de données de publications de recherche, un excellent moteur de recherche, ainsi que la base de données d'images PIX, qui est une collection d'images de présentation accessibles au moyen d'un moteur de recherche de texte et de vignettes.

Site: <http://www.nrel.gov/>

### Imprimés

- *Solar Design Associates and National Renewable Energy Laboratory. 1997. Photovoltaics in the Built Environment: A Design Guide for Architects and Engineers. DOE/GO-10097-436. Produit pour le Department of Energy américain. Excellent guide pour l'incorporation de la génération d'énergie photovoltaïque dans des bâtiments commerciaux et institutionnels.*
- *Directory of Resource Efficient Building Products, 3rd Edition, 2001. Greater Vancouver Regional District/British Columbia Buildings Corporation.*

### Définitions

**Houille bleue:** énergie marémotrice ou produite par les vagues côtières.

**Énergie tirée de la biomasse:** Énergie électrique ou thermique produite par la combustion de la biomasse (p. ex. matières végétales telles que des arbres, de l'herbe et des récoltes).

**Énergie géothermique:** Énergie thermique extraite du sol à côté ou à proximité du bâtiment au moyen de pompes géothermiques.

**Mini-centrales hydroélectriques:** mini-centrales locales qui produisent de l'électricité en utilisant l'eau pour faire tourner une turbine qui transforme l'énergie potentielle de l'eau en électricité.

**Stratégies solaires:** Production sur place d'électricité au moyen de technologies photovoltaïques convertissant l'énergie de la lumière du soleil et/ou l'énergie calorifique en électricité, et aussi conversion directe de l'énergie solaire en énergie thermique au moyen de capteurs plans.

**Énergie éolienne:** Énergie cinétique du vent convertie sur place en électricité au moyen d'une éolienne.

### Calculs

- La fraction de l'énergie consommée par le bâtiment provenant des systèmes de production d'énergie renouvelable installés sur place est calculée par rapport à la consommation d'énergie du bâtiment de référence, au moyen d'une simulation énergétique informatique (voir Crédit d'énergie 1).
- La performance de la source d'énergie renouvelable peut être prédite au moyen d'un calcul par la méthode des casiers, comme dans les modèles de tableurs RETScreen.

### Variantes régionales

L'utilisation croissante de PENSER et de ses modèles RETScreen, dans lesquels des procédures de calcul par la méthode des casiers sont liées à une grande base de données de fichiers de ressources d'énergies renouvelables, permet de documenter la génération d'énergies renouvelables de façon à la fois simple et commode. Les personnes présentant une demande LEED ou

PENSER peuvent soumettre la même documentation pour obtenir les subventions, et n'ont donc pas besoin de préparer deux jeux différents de documents.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 2</b>					

## Étude de cas

### Red River College Princess Street Campus

Winnipeg, Manitoba

Corbett Cibinel Architects, 2004

C-2000

Le campus de la rue Princess du Red River College est un centre d'apprentissage des technologies commerciales et multimédia et d'information de pointe qui est situé dans le quartier historique Exchange District de Winnipeg. Le projet prévoyait la réutilisation de bâtiments patrimoniaux existants présentant des caractéristiques de l'époque des pionniers. L'un des éléments les plus distinctifs est le système photovoltaïque de 12,6 kW intégré au bâtiment sur le mur-rideau sud, le plus grand de sa catégorie au Canada. L'installation solaire reliée au réseau comporte 133 modules en lamelles entre des vitres de verre qui produit suffisamment d'électricité pour alimenter cinq maisons toute l'année, soit environ 50 Wh par jour. De plus, l'emplacement en hauteur symbolise l'engagement envers l'environnement et permet de faire de l'enseignement appliqué en technologie photovoltaïque.



Photo: Gerry Copelow

## Étude de cas

### Niigon Technologies Ltd. Injection Molding Facility

Moose Deer Point, Ontario

Akitt, Swanson & Pierce, 2001

L'installation de moulage par injection de Niigon Technologies incorpore l'un des plus grands systèmes photovoltaïques industriels au Canada. Ce système de 42 kW relié au réseau se compose de quatre sous-systèmes inclinés à 45 degrés et intégrés aux panneaux du côté sud de la verrière du toit. Une conception efficace au plan de l'énergie combinée à des panneaux solaires permet de réduire la demande d'électricité dans une collectivité où l'approvisionnement est limité. On a aussi pensé dans la conception à intégrer des micro-turbines en cas de besoin.



Photo: Akitt, Swanson & Pierce

## Mise en service améliorée

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 3</b>					

### But

Vérifier et s'assurer que l'ensemble du bâtiment est conçu, construit et étalonné de façon à fonctionner tel que prévu.

1 Point

### Exigences

En plus de la mise en service de base exigée comme condition préalable, effectuer les tâches de mise en service supplémentaires suivantes :

1. Un expert de la mise en service indépendant de l'équipe de conception doit procéder à une révision de la conception avant la phase de préparation des documents de construction.
2. Un expert de la mise en service indépendant doit procéder à une révision des documents de construction peu de temps avant l'achèvement de leur préparation et avant l'émission des documents contractuels de la construction.
3. Un expert de la mise en service indépendant doit examiner les documents fournis par l'entrepreneur pour les systèmes faisant parti de la mise en service.
4. Fournir au propriétaire, en un seul manuel, l'information requise pour la remise en service des systèmes du bâtiment.
5. Prévoir par contrat une révision du fonctionnement des systèmes avec le personnel d'E&E, incluant :
  - un plan indiquant la façon dont les occupants peuvent signaler les problèmes de QAI, le processus d'enquête qui en découle et la façon dont on tiendra l'occupant au courant du suivi, et
  - un plan visant la résolution, dans l'année suivant la date d'achèvement de la construction, des problèmes liés à la mise en service qui sont en suspens.

### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par le propriétaire ou le ou les experts de la mise en service indépendants, confirmant que les tâches de mise en service supplémentaires requises ont été effectuées avec succès ou seront exécutées aux termes du ou des contrats existants.

Si ce crédit fait l'objet d'une vérification LEED, il faut fournir les documents suivants pour démontrer que les exigences du crédit sont satisfaites :

- un rapport d'examen effectué par l'expert de la mise en service indépendant portant sur l'avant-projet de conception, les documents de construction et les documents des entrepreneurs;
- une copie de la table des matières du manuel de mise en service;
- une copie du contrat et du plan pour les problèmes des occupants et l'inspection au bout d'un an.

### Sommaire des normes de référence

Aucune norme n'est donnée en référence pour ce crédit.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 3</b>					

1 Point

### Interprétation

- Ce crédit requiert cinq activités de mise en service supplémentaires, les trois premières devant être exécutées par un expert de la mise en service indépendant:
  - Inspection professionnelle de la conception préliminaire
  - Inspection professionnelle des documents de construction
  - Inspection professionnelle des documents soumis par l'entrepreneur
  - Élaboration d'un manuel des systèmes qui complète le manuel d'exploitation et d'entretien en fournissant des informations sur la conception des systèmes, les horaires d'exploitation, les résultats de la mise en service et les exigences en matière de remise en service
  - Mise en place d'un plan pour répondre aux préoccupations des occupants et conclusion d'un contrat avec l'expert de la mise en service pour l'inspection sur place de l'exploitation du bâtiment et la correction de toute lacune encore présente un an après l'achèvement de la construction
  - Se reporter à la section Stratégies pour des détails plus précis sur ces tâches et les exigences en matière d'indépendance.

## Considérations relatives aux bâtiments écologiques

La condition préalable de mise en service LEED (condition préalable 1 ÉA) établit les activités essentielles de vérification du respect des exigences du propriétaire. La mise en service améliorée complète les activités d'intégration et revêt une grande valeur pour le propriétaire sans qu'il ait à investir beaucoup plus. Le crédit qui s'y rattache concerne principalement l'inspection de la conception du bâtiment et des documents de construction dans le but d'identifier dès le début des problèmes potentiels et des secteurs où il y aurait matière à amélioration, et aussi la production d'une documentation à long terme permettant d'optimiser et de mettre en œuvre un programme d'amélioration continu.

### Aspects environnementaux

Les activités de mise en service améliorée ont pour but l'accroissement de l'efficacité énergétique du bâtiment et donc la réduction des effets environnementaux de la production et de l'utilisation de l'énergie. Ces effets environnementaux sont entre autres l'appauvrissement des ressources naturelles, la pollution de l'eau et la pollution de l'air.

### Aspects économiques

Le coût des activités de mise en service améliorée constitue habituellement un petit investissement très rentable. Se reporter à la condition préalable 1 de la section ÉA pour plus de renseignements.

### Aspects communautaires

Le processus de mise en service constitue pour le propriétaire un moyen sûr d'avoir des bâtiments de haute qualité

conformes à ses exigences et répondant notamment aux besoins des occupants. En fin de compte, les occupants et toute l'équipe du projet en bénéficient lors du premier jour d'utilisation du bâtiment, car les plaintes des occupants seront moins nombreuses et les usagers comme les occupants jouiront d'un environnement intérieur plus sain et plus productif répondant à leurs critères de succès.

## Conception

### Stratégie

ÉAp1 établit le cadre d'un programme de mise en service efficace. Ce crédit de mise en service améliorée prévoit une inspection professionnelle effectuée par un tiers indépendant. Les tâches 1 à 3 des exigences relatives au crédit doivent être exécutées par une entreprise ne faisant pas partie de l'équipe de conception ou de construction (c.-à-d. un expert de la mise en service « indépendant »).

Un employé du propriétaire pourrait servir d'agent indépendant à condition qu'il ne participe pas à la gestion et possède l'expertise nécessaire. Toute filiale de l'entreprise de construction ou du bureau d'études n'est pas considérée comme indépendante même si elle est incorporée séparément. S'il existe des liens familiaux ou financiers entre l'expert de la mise en service et l'entreprise de construction ou le bureau d'études, l'expert de la mise en service doit remettre au propriétaire une déclaration écrite explicitant tout conflit d'intérêts potentiel et décrivant comment de tels conflits seront gérés.

L'expert de la mise en service peut aussi avoir d'autres tâches dans le projet liées au fait qu'il est mandataire du propriétaire, notamment la préparation de la documentation et la certification LEED, ainsi que la vérification de

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 3</b>					

### Synergie du crédit

#### AÉS Crédit 4

Moyens de transport de remplacement

#### AÉS Crédit 8

Réduction de la pollution lumineuse

#### GEE Crédit 1

Aménagement paysager économe en eau

#### GEE Crédit 2

Technologies innovatrices de traitement des eaux usées

#### GEE Crédit 3

Réduction de la consommation d'eau

#### ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

#### ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

#### ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

#### ÉA Crédit 2

Énergies renouvelables

#### ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

#### MR Crédit 8

Bâtiment durable

#### QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

#### QEI Préalable 2

Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)

#### QEI Crédit 1

Contrôle du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)

(Suite à la page 266)

## Crédit 3

## Synergie du crédit

(Suite)

## QEI Crédit 2

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

## QEI Crédit 5

Contrôle des sources intérieures d'émissions chimiques et des polluants

## QEI Crédit 6

Contrôle des systèmes par les occupants

## QEI Crédit 7

Confort thermique

## QEI Crédit 8

Lumière naturelle et vues

la performance énergétique avant et après la mise en service, mais il ne peut pas participer à la conception ni à la construction de l'un des systèmes du bâtiment. L'expert de la mise en service doit directement rendre compte au propriétaire du bâtiment de tout ce qu'il découvre. Idéalement, il devrait être engagé par le propriétaire, mais il pourrait aussi l'être par le gestionnaire du projet, à condition qu'il rende directement compte au propriétaire du bâtiment. L'expert de la mise en service ne peut pas être engagé par l'entrepreneur ou les bureaux d'études des systèmes électriques et mécaniques. Cette exigence a pour but de prévenir les conflits d'intérêts et la partialité. Il est recommandé que le même expert se charge des tâches 4 et 5, bien que cela ne soit pas obligatoire.

L'expert de la mise en service doit exécuter les tâches supplémentaires suivantes :

1. *Inspection de l'avant-projet.* Pour que l'on puisse pleinement bénéficier du processus de mise en service, l'expert de la mise en service indépendant doit inspecter l'avant-projet. Cela lui permet de s'assurer que chaque élément ou système mis en service est conforme aux exigences du propriétaire concernant la fonctionnalité, la performance énergétique, la consommation d'eau, la facilité d'entretien, la durabilité, le coût d'achat, la qualité de l'environnement intérieur et les impacts environnementaux locaux. Un rapport écrit doit être produit pour compléter la documentation de cette inspection.
2. *Inspection des documents de construction.* L'expert de la mise en service indépendant doit inspecter les documents de construction pour s'assurer que la mise en service
- est adéquatement spécifiée et que chaque système ou ensemble mis en service est conforme aux exigences du propriétaire en ce qui concerne la fonctionnalité, la performance énergétique, la consommation d'eau, la facilité d'entretien, la durabilité, le coût d'achat, la qualité de l'environnement intérieur et les impacts environnementaux locaux. Un rapport écrit doit être produit pour compléter la documentation de cette inspection.
3. *Examen en profondeur des soumissions.* L'expert de la mise en service doit examiner les soumissions standards des entrepreneurs concernant les systèmes et ensembles mis en service afin de s'assurer que ceux-ci seront conformes aux exigences du propriétaire, tout particulièrement en ce qui concerne le respect de l'environnement.
4. *Manuel des systèmes.* En plus du rapport de mise en service standard, l'expert de la mise en service doit élaborer un manuel des systèmes avec table des matières devant être remis au propriétaire avec le rapport de mise en service. Le *tableau 1* énumère les parties devant constituer le manuel, dont certaines peuvent également faire partie des manuels d'entretien et d'exploitation standards fournis par l'entrepreneur général. Le manuel des systèmes devrait de préférence être fourni à la fois sous forme électronique et sur papier.
5. *Inspection peu avant la fin de la garantie ou après l'occupation.* Un contrat doit avoir été passé avec l'expert de la mise en service pour qu'il revienne sur les lieux dix mois après le début de la période de garantie de 12 mois. L'expert de la mise en service doit vérifier le fonctionnement du bâtiment avec le personnel de ce

dernier et corriger tout écart par rapport aux exigences du propriétaire. En outre, il doit rencontrer le personnel du bâtiment pour identifier tout problème ou toute inquiétude concernant l'exploitation telle qu'elle avait été initialement prévue. L'expert de la mise en service doit suggérer des améliorations et incorporer tous les changements dans le manuel des systèmes. Il doit identifier les problèmes couverts par la garantie ou par le contrat de construction original. Enfin, il doit aider le personnel de l'installation à élaborer des rapports, des documents et des demandes de service visant à corriger tout problème en suspens.

### Technologies

La mise en service est un processus et non pas une technologie pouvant être acquise. C'est par le biais de contacts

professionnels et de recommandations que l'on doit trouver des experts locaux qui connaissent les codes sur l'énergie en vigueur et l'équipement que les entrepreneurs fourniront et installeront.

Plusieurs programmes de formation et d'accréditation des professionnels ont été élaborés pour le processus de mise en service. Bien que cela ne soit pas exigé pour la certification du projet LEED, les propriétaires pourraient avoir avantage à engager un expert de mise en service accrédité.

### Synergies et compromis

Le processus de mise en service a une incidence à la fois statique et dynamique sur tous les systèmes et tous les ensembles. Les éléments du site qui doivent faire l'objet d'une attention particulière durant la mise en service incluent les postes de ravitaillement

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 3</b>					

**Tableau 1 : Manuel des systèmes**

#### Manuel des systèmes

Version finale des exigences du propriétaire et principes de conception

Séquences définitives de fonctionnement de tous les équipements fournis par les professionnels de la conception et les entrepreneurs, incluant notamment des horaires établis en fonction de l'heure du jour et de la fréquence prévue, et des listes détaillées des réglages avec plages et points de consigne initiaux

Consignes d'utilisation pour toutes les stratégies et tous les dispositifs d'économie d'eau et d'énergie

Résultat des essais de performance fonctionnels (évaluation des performances), formulaires d'essai vierges et calendrier recommandé pour l'évaluation continue des performances

Lignes directrices d'exploitation selon les saisons

Recommandations pour la fréquence de réétalonnage des capteurs et des actionneurs suivant le type et l'utilisation

Schémas simplifiés de chaque système mis en service

Tableau de dépannage pour satisfaire continuellement aux exigences du propriétaire

Lignes directrices pour l'entretien continu de façon à satisfaire aux exigences du propriétaire (exigences de fonctionnement) et à respecter le principe de la conception (principe d'exploitation)

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 3</b>					

en combustible de remplacement et les systèmes et appareils d'éclairage extérieurs. La mise en service de l'eau concerne les réseaux d'irrigation, les appareils sanitaires et l'infrastructure de plomberie. La mise en service de l'énergie porte sur les circuits de CVCA, l'éclairage et l'équipement de production d'énergie. Les activités de mise en service ayant une incidence sur la qualité environnementale intérieure portent sur les systèmes de ventilation, l'équipement de surveillance, les commandes des occupants, l'intégrité de l'enveloppe, la sélection des matériaux et les systèmes d'éclairage naturel.

### **Ressources**

Se reporter à la condition préalable 1 ÉA pour les imprimés et les sites Web.

## Protection de la couche d'ozone

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 4</b>					

### But

Réduire l'appauvrissement de la couche d'ozone et se conformer par anticipation au Protocole de Montréal.

1 Point

### Exigences

Installer des équipements de CVCA et de réfrigération qui ne contiennent pas de HCFC.

### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte, l'ingénieur ou le responsable, déclarant que les systèmes de CVCA et de réfrigération tels que construits sont exempts de HCFC.
- Si ce crédit fait l'objet d'une vérification de certification LEED, fournir une liste des systèmes de CVCA et de réfrigération de l'immeuble de base et de ceux qui ne font pas partie de l'immeuble de base ainsi que la capacité de refroidissement installée totale de l'immeuble de base.

### Sommaire des normes de référence

Aucune norme n'est donnée en référence pour ce crédit.

### Interprétation des exigences relatives au crédit

- Les petites unités de CVCA utilisées spécialement pour refroidir l'équipement des locataires, comme les salles d'ordinateurs, salles de données, fontaines réfrigérées, les appareils domestiques, etc. ne sont pas considérées comme faisant partie des systèmes du bâtiment de base et sont exemptées des exigences de ce crédit. Cependant, pour éviter que de grandes parties de l'équipement de CVCA d'un projet soient exemptées, la capacité totale de cet équipement doit représenter moins de 15 % de la capacité totale de CVCA installée du bâtiment.
- Les exigences de ce crédit s'appliquent aussi à un système de refroidissement alimenté par une installation centrale ou de district.
- Les gros systèmes de refroidissement utilisés pour les charges de traitement comme les patinoires et les comptoirs de supermarchés ne sont pas exemptés.
- ÉAp3 ne permet pas l'utilisation de halons dans les systèmes de protection incendie d'un bâtiment et de son garage de stationnement.

**Synergie du crédit**

**ÉA Préalable 2**

Performance énergétique minimale

**ÉA Préalable 3**

Réduction des CFC dans les équipements de CVCA et de réfrigération et élimination des halons

**ÉA Crédit 1**

Optimiser la performance énergétique

**MR Crédit 1**

Réutilisation des bâtiments

**MR Crédit 8**

Bâtiment durable

## Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Les hydrochlorofluorocarbures (HCFC) sont un groupe de produits chimiques pouvant remplacer les CFC dans les systèmes des bâtiments. La condition préalable 3 ÉA concerne le remplacement progressif des CFC par des HCFC et d'autres frigorigènes qui n'appauvrissent pas beaucoup la couche d'ozone. Bien que les HCFC soient plus respectueux de l'environnement que les CFC, ils n'en ont pas moins un potentiel de destruction de l'ozone (PDO). Les HCFC couramment utilisés dans les systèmes de réfrigération des bâtiments ont un PDO compris entre 0,01 et 0,1. Pour cette raison, ils seront progressivement éliminés aux États-Unis et au Canada d'ici 2030. Les HCFC ayant les PDO les plus élevés seront éliminés progressivement en premier, à partir de 2003.

Les halons sont utilisés dans les systèmes de protection incendie et dans les extincteurs. La production des halons est interdite aux États-Unis et au Canada depuis 1994 à cause de leur PDO élevé. Les halons ont des PDO particulièrement élevés, car ils contiennent du brome qui, de bien des façons, détruit plus efficacement l'ozone que le chlore. Les halons couramment utilisés dans les bâtiments ont un PDO allant de 3 à 10, c'est-à-dire bien plus élevés que celui des CFC et des HCFC.

Bien que les HCFC et les halons soient traités en même temps dans ce crédit, leurs effets sur l'environnement sont très différents. Les impacts environnementaux des halons sont plus élevés que ceux des HCFC. Voir le *tableau 1* pour les comparaisons.

## Aspects environnementaux

De même que pour les CFC, l'élimination des HCFC et des halons dans les systèmes des bâtiments ralentit l'appauvrissement de la couche d'ozone. Le dégagement de ces substances dans l'atmosphère détruit les molécules d'ozone stratosphérique par le biais d'une réaction catalytique.

**Tableau 1 : Données environnementales sur les frigorigènes**

Frigorigène	Durée de vie [années]	PDO	Pot. Réchau. climatique
CFC-11	45	1	4 000
CFC-12	100	1	8 500
CFC-13	640	1	11 700
CFC-113	85	1	5 000
CFC-114	300	1	9 300
CFC-115	1 700	1	9 500
Halon 1211	11	3	s/o
Halon 1301	65	10	5 600
Halon 2402	s/o	6	s/o
HCFC-22	12	0,06	1 700
HCFC-123	1	0,02	93
HCFC-124	6	0,02	480
HCFC-141b	9	0,11	630
HCFC-142b	19	0,07	2 000
HFC-32	5,6	0	650
HFC-125	32,6	0	2 800
HFC-134a	14,6	0	1 300
HFC-143a	48,3	0	3 800
HFC-152a	1,5	0	140
HFC-236fa	209	0	6 300

Source: site web de l'EPA

La réduction de l’ozone stratosphérique affaiblit le bouclier naturel qui protège la terre contre les rayonnements ultraviolets. Les CFC, les HCFC et les halons contribuent aussi au changement du climat mondial.

### Aspects économiques

L’élimination progressive des CFC au cours de la dernière décennie a conduit l’industrie du CVCA à développer des solutions de remplacement rentables. Un grand nombre de propriétaires se convertissent provisoirement aux HCFC. Les HCFC doivent être complètement éliminés d’ici 2030. Beaucoup de propriétaires constateront peut-être qu’il est plus rentable d’installer dès maintenant des équipements aux hydrofluorocarbures (HFC), plutôt que d’utiliser des HCFC en attendant. Les équipements aux CFC et aux HCFC sont habituellement plus éconergétiques que les équipements actuels aux HFC. Les fabricants s’efforcent de corriger cet écart avec les quelques systèmes à HFC qui existent encore.

### Aspects communautaires

Les HCFC et les halons ont un impact mondial. Le dégagement continu des HCFC, des halons et d’autres substances appauvrissant la couche d’ozone a déjà commencé à causer un accroissement des occurrences de certaines maladies et mortalités humaines ainsi que de vastes dommages aux écosystèmes. Le traitement de ces maladies constitue un risque qui est couvert par les compagnies d’assurance-maladie.

## Conception

### Stratégies

Des recherches doivent être effectuées pour choisir les systèmes du bâtiment, ceux-ci devant être composés

d’équipements n’appauvrissant pas la couche d’ozone. Les systèmes du bâtiment concernés sont les systèmes de CVCA, de réfrigération, d’isolation et de protection incendie. Les produits de remplacement habituels des HCFC dans les systèmes de CVCA et de réfrigération sont les hydrofluorocarbures (HFC). Bien que les HFC aient des PDO bien plus faibles, leur potentiel de réchauffement de la planète (PRP) est bien plus élevé. Il est par conséquent important d’étudier les différents produits de remplacement possibles et de choisir celui qui convient le mieux et dont l’impact sur l’environnement est le plus faible. Se reporter au *Tableau 1* pour une liste des réfrigérants courants et de leurs données environnementales.

L’admissibilité à ce crédit nécessite qu’aucun des équipements du bâtiment ne contiendra de HCFC ou de halon au moment l’occupation. Dans le cas des bâtiments desservis par une installation centrale pour le refroidissement (par ex : universités et bâtiments du gouvernement), tout l’équipement de l’installation centrale doit être sans HCFC ni halons; aucune période d’élimination progressive n’est prévue.

On doit étudier les avantages et inconvénients des divers frigorigènes en ce qui concerne les impacts possibles, notamment sur la sécurité des travailleurs, la couche d’ozone, l’efficacité énergétique et le changement climatique. Ces questions sont traitées dans le programme Significant New Alternatives Policy (SNAP) de l’EPA, qui a pour mandat d’identifier des produits de remplacement des substances appauvrissant la couche d’ozone et de publier des listes des produits de remplacement acceptables et inacceptables.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 4</b>					

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 4</b>					

## Synergies et compromis

Ce crédit est étroitement lié à la condition préalable 3 ÉA ainsi qu'à la performance énergétique du bâtiment. En cas de rénovation d'un bâtiment, tout équipement contenant des HCFC et des halons doit être remplacé.

## Ressources

### Sites Web

**Information sur l'élimination progressive des halons du Department of Energy américain.** Fournit des solutions provisoires pour la gestion de la réduction et de l'élimination potentielle des systèmes d'extinction au halon dans le DOE.

Site: [tis.eh.doe.gov/fire/guidance/halon\\_phaseout.html](http://tis.eh.doe.gov/fire/guidance/halon_phaseout.html), (800) 473-4375

**Substances appauvrissant la couche d'ozone :** liste des temps de durée dans l'atmosphère, des potentiels de destruction de l'ozone (PDO) et des potentiels de réchauffement de la planète (PRP) de diverses substances et produits de remplacement des CFC du programme SNAP (voir ci-dessous).

Site: [www.epa.gov/ozone/ods.html](http://www.epa.gov/ozone/ods.html)

**Site Web Ozone Depletion de l'Environmental Protection Agency (É.-U.):** Fournit des informations sur l'appauvrissement de la couche d'ozone, l'approche réglementaire de la protection de la couche d'ozone (y compris les calendriers d'élimination progressive) et les produits pouvant être utilisés à la place des substances appauvrissant la couche d'ozone.

Site: [www.epa.gov/ozone](http://www.epa.gov/ozone),  
(800) 296-1996

**Significant New Alternatives Policy (SNAP) de l'Environmental Protection Agency (É.-U.).** Programme de l'EPA ayant pour but d'identifier des produits

pouvant être utilisés à la place des substances appauvrissant la couche d'ozone, SNAP tient à jour des listes de produits de remplacement respectueux de l'environnement et qui peuvent être utilisés dans les équipements de réfrigération et de conditionnement d'air, les solvants, les systèmes d'extinction, les adhésifs, les enduits et d'autres substances.

Site: [www.epa.gov/ozone/snap](http://www.epa.gov/ozone/snap),  
(800) 296-1996

### Imprimés

- *Strategies for Managing Ozone-Depleting Refrigerants: Confronting the Future* par Katharine B. Miller et coll., Battelle Press, 1995.
- *The HVAC/R Professional's Field Guide to Alternative Refrigerants* par Richard Jazwin, Bookmasters, 1995.

## Définitions

**Chlorofluorocarbures (CFC):** hydrocarbures qui appauvrissent la couche d'ozone stratosphérique.

**Halons:** substances utilisées dans les systèmes d'extinction et les extincteurs des bâtiments. Ils appauvrissent la couche d'ozone stratosphérique.

**Hydrochlorofluorocarbures (HCFC):** frigorigènes utilisés dans les équipements des bâtiments. Ils appauvrissent la couche d'ozone stratosphérique, mais dans une moindre mesure que les CFC.

**Hydrofluorocarbures (HFC):** frigorigènes qui n'appauvrissent pas la couche d'ozone stratosphérique. Toutefois, certains HFC ont un potentiel de réchauffement climatique élevé et ne sont donc pas écologiques.

## Étude de cas

### Scotiabank

Toronto, Ontario

McCallum Sather Architects, 2001

Cette succursale torontoise de la Banque Nova Scotia a été conçue et construite comme une solution écologique à la conception standard des succursales de la banque. Le but était d'atteindre l'efficacité énergétique et un meilleur environnement de travail sans s'écarter des normes de conception de la banque ni augmenter les coûts de construction. Le milieu de travail offre un meilleur confort thermique, un éclairage naturel sans reflets et une qualité de l'air intérieur supérieure grâce à un choix judicieux des matériaux et à un système de ventilation bien conçu.

Le chauffage et le refroidissement sont fournis par quatre unités en toiture sans CFC/HCFC avec économiseurs. Ces unités ont été parmi les premières disponibles utilisant du R410a, un frigorigène qui n'appauvrit pas la couche d'ozone. Tout aussi important, l'efficacité du refroidissement (EER de 12) est de 33 % supérieure à celle de l'équipement standard. Il n'est pas nécessaire de sacrifier l'efficacité énergétique lorsqu'on utilise des substances qui n'appauvrissent pas la couche d'ozone. L'équipement a été sous-dimensionné à cause de la réduction de la charge due à une enveloppe supérieure et la récupération de la chaleur de l'air de ventilation.



Photo: Enermodal Consulting

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 5</b>					

1 Point

## Contrôle et vérification

### But

Fournir des moyens pour vérifier et optimiser continuellement la performance du bâtiment quant à sa consommation en eau et en énergie au fil du temps.

### Exigences

Installer des appareils de mesure en continu pour les usages suivants:

- Systèmes d'éclairage et commandes connexes
- Charges constantes et variables des moteurs
- Fonctionnement des mécanismes d'entraînement à fréquence variable
- Efficacité des appareils de refroidissement pour diverses charges (kW/tonne)
- Charge de refroidissement
- Cycles d'économie d'air et d'eau et de récupération de la chaleur
- Pressions statiques dans les systèmes de distribution d'air et volumes d'air de ventilation
- Efficacité des chaudières
- Systèmes et équipements consommant de l'énergie et reliés à des procédés dans le bâtiment
- Colonnes montantes intérieures et systèmes d'irrigation extérieurs

Établir un plan de contrôle et de vérification incorporant l'information de surveillance provenant des usages ci-dessus et respectant l'une des options B, C ou D de la version 2001 du document intitulé International Performance Measurement & Verification Protocol (IPMVP) Volume I: Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings.

### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'ingénieur ou par une autre personne responsable, indiquant l'équipement de contrôle installé pour chaque usage et déclarant l'option à suivre en vertu de la version 2001 de l'IPMVP.
- Fournir un exemplaire du plan de contrôle et de vérification respectant la version 2001 de l'IPMVP, incluant un résumé.

### Sommaire des normes de référence

International Performance Measurement and Verification Protocol Volume 1, Version 2001

[www.ipmvp.org](http://www.ipmvp.org)

L'IPMVP présente les meilleures pratiques disponibles pour vérifier les économies réalisées par les projets de réduction de la consommation d'eau et d'énergie. Bien que le protocole porte principalement sur une méthodologie axée sur l'amélioration des performances pour des travaux de réhabilitation, il identifie les étapes requises pour la conception des nouveaux bâtiments dans le Volume III.

## Interprétation

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 5</b>					

- Il faut prévoir un plan de contrôle et de vérification décrivant comment les résultats de la surveillance de la consommation d'énergie seront utilisés pour s'assurer que les réductions prévues de consommation d'eau et d'énergie soient obtenues. Il doit y avoir suffisamment d'équipements de surveillance soit intégrés au système d'automatisation du bâtiment, constitués de compteurs de services publics ou d'appareils de mesure continue à court terme, pour évaluer la performance de chacun des dix systèmes énumérés. Les résultats annuels de cette surveillance doivent ensuite être comparés aux économies prévues (établies au moyen des simulations énergétiques ou des calculs techniques) et tout écart doit être expliqué ou corrigé.

1 Point

### *Exigences relatives aux documents à soumettre*

- Le plan de contrôle et de vérification doit être soumis avec la demande initiale de certification LEED Canada-NC 1.0. Il n'est pas nécessaire d'avoir comparé pendant un an les performances réelles aux prévisions, mais un contrat doit avoir été conclu pour l'exécution de ce travail. En cas de vérification par LEED Canada NC-1.0, une copie de ce contrat avec preuve de conformité peut être demandé.

**Crédit 5****Synergie du crédit****AÉS Crédit 4**

Moyens de transport de remplacement

**AÉS Crédit 8**

Réduction de la pollution lumineuse

**GEE Crédit 1**

Aménagement paysager économe en eau

**GEE Crédit 2**

Technologies innovatrices de traitement des eaux usées

**GEE Crédit 3**

Réduction de la consommation d'eau

**ÉA Préalable 1**

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

**ÉA Préalable 2**

Performance énergétique minimale

**ÉA Crédit 1**

Optimiser la performance énergétique

**ÉA Crédit 2**

Énergies renouvelables

**ÉA Crédit 3**

Mise en service améliorée

**MR Crédit 8**

Bâtiment durable

**QEI Préalable 1**

Performance minimale au niveau de la QAI

**QEI Préalable 2**

Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)

**QEI Crédit 1**

Contrôle du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)

(Suite à la page 277)

## Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Les avantages de l'optimisation de l'exploitation des bâtiments, tout particulièrement en ce qui concerne la consommation d'énergie et d'eau, sont importants. La durée de vie d'un grand nombre de bâtiments est supérieure à 50 ans. Toute économie même mineure dans la consommation d'énergie et d'eau est importante sur une longue période de temps. À long terme, il est fréquent de ne pas bénéficier de ces avantages par suite de changements dans le personnel d'entretien, du vieillissement de l'équipement du bâtiment et de changements de tarification des services publics. Par conséquent, il est important de mettre en place des procédures de contrôle et de vérification fondées sur une surveillance continue pour que les performances soient optimales pendant toute la durée de vie du bâtiment. Le but des activités de contrôle et de vérification est de mettre à la disposition des propriétaires les outils et les données nécessaires pour identifier les systèmes qui ne fonctionnent pas de la façon prévue et pour optimiser les performances des systèmes du bâtiment.

### Aspects environnementaux

Le contrôle et la vérification en continu de la consommation d'énergie et d'eau d'un bâtiment permettent d'optimiser les systèmes concernés pendant toute la durée de vie de ce bâtiment. De cette façon, le coût et les impacts environnementaux associés à la consommation d'énergie et d'eau peuvent être minimisés.

### Aspects économiques

Les réhabilitations visant à mettre

en place des pratiques efficaces de contrôle et de vérification, telles que les options B et C de la norme de référence, permettent d'obtenir des économies d'énergie qui sont en moyenne de 10 % à 20 % supérieures à celles réalisées dans les bâtiments réhabilités pour lesquels aucune ou très peu de pratiques de contrôle et de vérification ont été mises en place. Il faut noter que les pratiques de contrôle et de vérification servent à prédire les améliorations de performance obtenues grâce aux méthodes d'économie d'énergie et à la mise en service, et contribuent aux économies.

Le coût de mise en place d'un programme rigoureux de contrôle et de vérification de la réhabilitation d'un bâtiment avec des équipements économes en énergie et en eau est habituellement compris entre 1 % et 5 % du coût total de cette réhabilitation. Ces coûts initiaux supplémentaires sont habituellement récupérés au bout de quelques mois d'exploitation grâce aux économies sur les coûts de l'énergie et de l'eau, ainsi que sur les coûts d'exploitation et d'entretien qui s'en trouvent réduits. Il est important de savoir que le but de ce crédit est de permettre aux propriétaires de bâtiment d'identifier les problèmes et d'améliorer la performance des systèmes. Il est possible de dépenser beaucoup d'argent sur des systèmes de contrôle et de vérification qui ne permettent pas d'atteindre ce but. Une planification et une mise en œuvre bien pensées sont toujours nécessaires pour mettre en place un système véritablement efficace.

### Aspects communautaires

Les avantages accessoires dont la communauté bénéficie lorsque l'eau et l'énergie sont utilisées plus efficacement ne sont souvent pas clairs

et sont difficiles à quantifier au fil du temps. Toutefois, des travailleurs en bonne santé et un écosystème sain sont des indicateurs d'un développement durable à long terme. Le contrôle continu de l'utilisation des ressources dans les projets individuels facilite la documentation et le regroupement des avantages des réductions des émissions; en outre, les générations à venir en bénéficieront et disposeront de plus de ressources, sur lesquelles elles pourront compter.

## Conception

Le crédit et la condition préalable concernant la mise en service LEED contribuent à assurer qu'un projet est conforme au but de la conception et que tout fonctionne de la façon prévue dès le début de l'occupation. Le crédit LEED de contrôle et de vérification complète cette assurance de qualité, car il permet de contrôler les économies d'eau et d'énergie du bâtiment en cours de fonctionnement, et de s'assurer que les opérations et la gestion future du bâtiment font faire des économies au propriétaire. Il permet également une exploitation en souplesse du bâtiment et l'application de futures méthodes d'économie d'énergie.

La norme de référence décrit une méthodologie grâce à laquelle l'équipe de conception peut aborder systématiquement les trois aspects fondamentaux des performances en matière d'économies d'énergie et d'eau:

1. Catalogage exact des conditions de référence.
2. Vérification de toute l'installation et du fonctionnement des nouveaux équipements et systèmes spécifiés dans les documents de l'entente de marché du projet.

3. Confirmation des quantités d'eau et d'énergie économisées, ainsi que des économies sur les coûts de l'eau et de l'énergie durant la période de l'analyse.

Les quatre options de base du contrôle et de la vérification sont énumérées au *tableau 1*. Le niveau de rigueur de chaque méthode est supérieur à celui de la méthode précédente.

La première technique, c'est-à-dire l'option A, ne répond pas aux exigences du crédit LEED de contrôle et de vérification. Les autres options (B, C et D) y répondent à condition d'être mises en œuvre correctement. Le plan de contrôle et de vérification détermine quelle option est appropriée pour un bâtiment particulier.

Deux conditions doivent être satisfaites. Premièrement, un équipement de surveillance satisfaisant doit être installé pour évaluer la performance de chacun des dix systèmes énumérés. Il s'agira probablement d'un ensemble de points sur le système d'automatisation du bâtiment, de compteurs supplémentaires d'eau, d'électricité et de gaz et de mesures à court terme. Deuxièmement, la performance de ces systèmes doit être comparée aux prévisions initiales par le biais de calculs techniques, d'estimations de fonctionnement et d'analyses de la facturation des services publics, ou encore par un échantillonnage statistique, des contrôles et des surveillances, et des simulations informatiques plus rigoureuses.

Avec toutes les options de la norme de référence, il est exigé que l'équipe de conception spécifie l'équipement des systèmes du bâtiment qui permet de gérer et d'optimiser les consommations d'eau et d'énergie et de comparer les données estimées aux données réelles. Plus particulièrement, l'ingénieur

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 5</b>					

### Synergie du crédit (Suite)

#### QEI Crédit 2

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

#### QEI Crédit 5

Contrôle des sources intérieures d'émissions chimiques et des polluants

#### QEI Crédit 6

Contrôle des systèmes par les occupants

#### QEI Crédit 7

Confort thermique

#### QEI Crédit 8

Lumière naturelle et vues

en mécanique devrait tirer parti des systèmes d'automatisation du bâtiment pour exécuter les fonctions nécessaires de contrôle et de vérification. Les éléments du plan de contrôle et de vérification exigés pour la conformité aux exigences de ce crédit sont énumérés au *Tableau 2*.

#### *Réhabilitations*

L'utilisation de l'option B pour les réhabilitations convient si la capacité

d'utilisation, la demande ou le niveau de puissance peut être mesuré avant les travaux et s'il est prévu que la consommation d'énergie/d'eau de l'équipement ou du système sera mesurée régulièrement après l'installation. Cette option peut nécessiter le contrôle continu de la consommation d'énergie et d'eau avant et après la réhabilitation de l'équipement concerné, ou encore ce contrôle peut porter sur une période limitée nécessaire pour

**Tableau 1 : Options de mesure et de vérification pour les nouveaux projets de construction et de rénovations**

Option contrôle et vérification	Conformité LEED	Option	Calcul des économies	Coût
<b>A</b>	Non	Accent sur l'évaluation physique des modifications de l'équipement pour s'assurer que l'installation est conforme. Les facteurs de rendement clés comme la puissance de l'éclairage et l'efficacité des refroidisseurs sont déterminés par des mesures ponctuelles ou à court terme et des facteurs d'exploitation.	Calculs techniques faisant appel aux mesures à court terme/ponctuelles, aux simulations informatiques et/ou aux données antérieures.	Normalement 1-5 % des coûts de construction du projet, selon le nombre de points de contrôle.
<b>B</b>	Oui	Les économies sont déterminées une fois le projet terminé au moyen de contrôles ponctuels et à court terme ou par des mesures continues prises pendant toute la durée du contrat au niveau des appareils et des systèmes. Les facteurs de rendement et d'exploitation sont contrôlés.	Calculs techniques faisant appel aux données mesurées.	Normalement 3-10 % du coût de construction du projet, selon le nombre et le type de systèmes mesurés et la durée de l'analyse et des contrôles.
<b>C</b>	Oui	Une fois le projet terminé, les économies sont déterminées au niveau de tout le bâtiment ou de l'installation en utilisant les données de l'année en cours ou antérieures fournies par les compteurs (de gaz et d'électricité) ou les compteurs divisionnaires.	Analyse des données des compteurs/compteurs divisionnaires à l'aide de techniques allant de la simple comparaison à l'analyse de régression multivariée (horaire ou mensuelle).	Normalement 1-10 % du coût de construction du projet, selon le nombre et la complexité des paramètres de l'analyse.
<b>D</b>	Oui	Économies déterminées par simulation des composants de l'installation et/ou de l'installation au complet.	Simulation et modélisation de l'énergie étalonnée; au moyen de données de facturation horaires ou mensuelles et/ou de mesures des compteurs.	Normalement 3-10 % du coût de construction du projet, selon le nombre et la complexité des systèmes évalués.

**Tableau 2 : Exigences du plan de contrôle et de vérification**

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 5</b>					

**Exigences**

1. Il faut employer le langage et la terminologie standards de l'IPMVP.
2. Indiquer quelle option et quelle méthode du document seront utilisées.
3. Indiquer qui effectuera le contrôle et la vérification.
4. Indiquer les hypothèses clés sur les variables significatives ou les inconnues.
5. Créer une ligne de référence précise à l'aide de techniques appropriées au projet.
6. Décrire la méthode de détermination précise des économies d'énergie.
7. Définir un plan d'inspection après installation.
8. Spécifier les critères de compteurs, d'étalonnage et de période de mesure pour l'équipement.
9. Définir le niveau de précision à atteindre pour tous les composants clés.
10. Indiquer les mesures d'assurance de la qualité.
11. Décrire le contenu des rapports à préparer avec un plan.

déterminer les économies obtenues avec la réhabilitation. Un équipement de surveillance portatif peut être installé pendant un certain temps ou encore pour un contrôle continu sur place avant la réhabilitation et après. Il est recommandé d'inspecter périodiquement l'équipement. La consommation d'énergie/eau est ensuite calculée au moyen de modèles statistiques de la capacité d'utilisation.

*Nouveaux bâtiments*

Les stratégies de contrôle et de vérification qui s'appliquent aux nouveaux bâtiments diffèrent fondamentalement de celles des projets de réhabilitation, car les performances de référence sont hypothétiques et non pas réelles. Par conséquent, il n'est pas possible de matériellement mesurer ou vérifier les économies. Il y a pour le processus de contrôle et de vérification des implications relatives à la complexité des mesures et des stratégies à surveiller et à vérifier. Toutefois, les étapes de base du contrôle et de la

vérification des nouveaux bâtiments sont conceptuellement peu différentes de celles des bâtiments réhabilités, sauf en ce qui concerne la comparaison des résultats du modèle de simulation avec les données réelles, si la simulation du bâtiment porte sur ÉAp2 ou ÉAc1.

**Création du plan de contrôle et de vérification**

Les étapes de création d'un plan de contrôle et de vérification sont :

*Énumérer toutes les méthodes à surveiller et à vérifier.* Créer un sommaire des méthodes d'économies d'eau ou d'énergie s'appliquant à des systèmes particuliers ou à tout le bâtiment, et qui seront mises en œuvre dans le projet. Dans la plupart des cas, ces méthodes seront présentées dans la documentation d'autres crédits LEED et/ou dans le rapport de simulation de l'énergie et devraient être citées ici.

*Définir les données de référence.* Pour les bâtiments ayant fait l'objet d'une simulation de la condition préalable 2

ou du crédit 1 d'Énergie et Atmosphère, la référence énergétique est établie par les modèles de simulation du bâtiment de référence et du bâtiment proposé utilisés ; les bâtiments existants pour lesquels il n'a pas eu de simulation ont comme référence énergétique la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1999 (sans modificatifs). La consommation d'eau de référence est déterminée par des calculs soumis pour l'obtention de crédits 1, 2 et 3 d'économie d'eau ou des calculs équivalents.

*Définir l'approche générale de contrôle et de vérification.* LEED exige au minimum l'Option B comme niveau de précision du processus. L'Option B s'applique aux mesures visant les utilisations, et l'Option C aux méthodes de contrôle et de vérification portant sur tout le bâtiment. La convenance relative de chacune de ces approches est fonction des facteurs suivants :

- Exigences et objectifs du contrôle et de la vérification pour tout contrat de performance connexe.
- Nombre de méthodes d'économies d'énergie et degré d'interaction entre elles et avec d'autres systèmes.
- Questions relatives au caractère pratique du contrôle et de la vérification de méthodes particulières ou générales d'économies d'énergie.
- Tendances à une conception globale du bâtiment rendant les exigences de contrôle et de vérification plus adaptées à l'option C.

*Préparer un plan de contrôle et de vérification propre au projet.* L'élaboration d'un plan de contrôle et de vérification efficace et efficient est habituellement bien plus compliquée pour les nouveaux bâtiments que pour les projets de réhabilitation, car les stratégies concernant les performances sont habituellement plus complexes

et les questions techniques à résoudre demandent plus de travail.

Les considérations relatives au contrôle et à la vérification devraient influencer les décisions en matière de conception comme celles touchant l'instrumentation et les systèmes du bâtiment, comme la distribution électrique et la distribution de chaleur. Les analyses techniques effectuées pour justifier les décisions de conception concernant la performance en matière de consommation d'eau et d'énergie du bâtiment devraient constituer un point de départ pour la définition de l'approche et des objectifs du contrôle et de la vérification. Cela est particulièrement vrai pour les analyses énergétiques qui devraient être organisées et indiquer des données qui reflètent les besoins du plan de vérification et de contrôle. Toutes les sources de données nécessaires (p. ex. factures de service public, points du système de contrôle, périodes significatives et compteurs portatifs), la méthode de collecte des données (y compris les exigences relatives à l'étalonnage de l'équipement et d'autres pratiques d'assurance de la qualité) et l'identité du personnel de surveillance doivent être identifiés.

*Vérifier l'installation et la mise en service des méthodes d'économies d'énergie ou des stratégies éconergétiques.* L'installation et l'exploitation sont vérifiées durant les inspections avec examen des rapports, notamment les rapports de mise en service et les rapports sur les essais et l'équilibrage des fluides et de l'air. Tout écart devrait être noté et les ajustements nécessaires devraient être faits pour obtenir les performances prévues.

*Déterminer les économies dans les conditions réelles après l'installation.* Pratiquement toutes les prévisions de performance sont fondées sur des hy-

pothèses concernant les conditions d'exploitation (p. ex. occupation et conditions météorologiques). Les estimations pour le bâtiment écologique et le bâtiment de référence en dépendent. Tout écart par rapport aux hypothèses d'exploitation doit faire l'objet d'un suivi au moyen d'un mécanisme approprié (p. ex. visite des lieux ou comptage à court et/ou à long terme), et les prévisions pour le bâtiment de référence et le bâtiment écologique doivent être modifiées en conséquence afin qu'il soit possible de déterminer les économies réelles.

Tout calcul et outil logiciel qui sera utilisé pour traiter les données afin de déterminer les économies réalisées doit être décrit. Notamment, toute variable ou valeur stipulée à utiliser dans les calculs doit être identifiée, ainsi que les facteurs d'ajustement par rapport au bâtiment de référence et les outils d'analyse de régression (ou autres) servant à déterminer l'importance et la pondération de ces facteurs.

*Réévaluer à intervalles appropriés.* La performance obtenue grâce aux méthodes d'économies d'énergie ou aux stratégies de construction de bâtiments écologiques et les économies qui en résultent doivent être réévaluées et vérifiées régulièrement sur une période adaptée aux exigences du contrôle et de la vérification et des contrats de performance associés. De cette façon, il est aussi possible de gérer et de corriger continuellement tout écart important par rapport à la performance prévue.

Comme il est important de conditionner les paiements finals à l'entrepreneur à la performance documentée établie au moyen du système de contrôle et de vérification, toute la documentation doit figurer dans le rapport final. L'entrepreneur doit aussi fournir un plan d'exploitation et d'entretien du

système de contrôle et de vérification à inclure dans les manuels d'entretien et d'exploitation du bâtiment.

### Synergies et compromis

Les activités de contrôle et de vérification ont une incidence sur tous les équipements qui consomment de l'énergie et de l'eau. Il s'agit entre autres des postes de ravitaillement en combustible de remplacement, des systèmes et appareils d'éclairage extérieurs, des systèmes d'irrigation, des systèmes de réutilisation de l'eau et des installations de traitement des eaux usées. À l'intérieur, les appareils sanitaires, les appareils électriques ainsi que les systèmes de CVCA sont tous touchés. Les activités de contrôle et de vérification sont intimement liées aux activités de mise en service, et les deux processus devraient être coordonnés.

ENERGY STAR® Portfolio Manager est un autre outil qui peut être utilisé pour faire le suivi de la performance des systèmes énergétiques et la déterminer. Bien que satisfaire aux exigences ENERGY STAR ne soit pas en soi-même suffisant pour démontrer la conformité à ce crédit, ENERGY STAR peut constituer la base d'un outil de contrôle et de vérification complet pour les propriétaires d'un ensemble de bâtiments. Se reporter au site Web ENERGY STAR à l'adresse [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov) pour plus de renseignements à ce sujet.

## Ressources

### Sites Web

ENERGY STAR® a été créé par l'Environmental Protection Agency en 1992 en tant que programme d'étiquetage volontaire conçu pour identifier et promouvoir les produits et les bâtiments éconergétiques, afin que

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 5</b>					

les émissions de dioxyde de carbone soient réduites. L'EPA s'est associée en 1996 au Department of Energy pour promouvoir l'étiquette ENERGY STAR, chacun de ces organismes assumant la responsabilité de diverses catégories de produits. ENERGY STAR a été élargi pour s'appliquer à la grande majorité du secteur du bâtiment.

Site: [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov),

**International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP).** L'IPMVP présente les meilleures pratiques développées internationalement pour vérifier les économies d'énergie et d'eau et les résultats des projets d'énergies renouvelables dans des établissements commerciaux et industriels.

Site: [www.ipmvp.org](http://www.ipmvp.org)

**Documents de contrôle et de vérification.** Liste de ressources de contrôle et de vérification fournie par le Lawrence Berkeley National Laboratory, incluant des lignes directrices de mise en œuvre tout aussi bien que des listes de contrôle pratiques.

Site: [www.ateam.lbl.gov/my](http://www.ateam.lbl.gov/my),  
(510) 486-5001

## Définition

**Méthodes d'économies d'énergie:** installation ou modification d'équipements ou de systèmes dans le but de réduire les coûts et/ou la consommation d'énergie.

## Étude de cas

**Sir Sanford Fleming Frost Campus,  
School of Environmental and Natural  
Resource Sciences**  
Lindsay, Ontario  
Robbie Sane Architects Inc., 2004

L'aile de technologie de l'environnement intègre les systèmes et les commandes de l'environnement de façon à créer des conditions particulières pour l'enseignement. Dans le cadre d'un projet conjoint avec l'Ontario Power Generation, une turbine éolienne produira une partie de l'électricité pour la nouvelle aile et servira en même temps d'outil pédagogique. Le chauffage du bâtiment est fourni par soixante-cinq puits géothermiques d'une profondeur de 70 m situés sous le bâtiment et faisant circuler dans des conduits un antigel sans danger pour l'environnement. L'Observatoire de la Terre affichera des données sismiques, l'intensité solaire et la consommation d'énergie du bâtiment.



Photo: Amanda Mitchell

## Électricité « verte »

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 6</b>					

### But

Encourager le développement et l'utilisation de technologies de production d'électricité non polluante, distribuée par le réseau, tirée de sources renouvelables.

1 Point

### Exigences

Tirer au moins 50 % de l'électricité réglementée consommée par le bâtiment de sources renouvelables en concluant un contrat d'énergie renouvelable d'une durée d'au moins deux ans. Les sources d'énergies renouvelables sont celles qui respectent les exigences relatives à l'énergie verte de la certification Éco-Logo du programme Choix environnemental d'Environnement Canada.

### Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par le propriétaire ou par une autre partie responsable, confirmant que l'énergie renouvelable équivaut à au moins 50 % de la consommation énergétique réglementée du projet et que les sources respectent les critères de la certification Éco-Logo.
- Fournir une copie du contrat couvrant une période d'au moins deux ans pour l'achat d'électricité produite par des sources renouvelables.

### Sommaire des normes de référence

*Électricité certifiée Éco-Logo (www.environmentalchoice.com)*

Le programme Choix environnemental certifie une vaste gamme de produits écologiques. Il a été créé par Environnement Canada et est maintenant administré par TerraChoice Inc. Pour obtenir la certification Éco-Logo, l'électricité doit être produite par des petites installations hydroélectriques ou à partir d'énergie solaire, d'énergie éolienne ou d'énergie tirée de biomasse constituée de déchets de bois et/ou de biogaz des sites d'enfouissement. Pas plus de 2 % de l'énergie ne doit provenir de ressources non renouvelables et les ventes de l'électricité certifiée Éco-Logo ne peuvent pas être supérieures à la production.

*Exigences relatives à la certification des produits Green-e du Center for Resource Solutions*

*www.green-e.org, (888) 634-7336*

Le programme Green-e est un programme de vérification et de certification volontaire s'appliquant aux produits électriques verts. Les produits affichant le sigle Green-e sont plus écologiques et plus propres que les produits électriques de détail courants de la même région. Pour pouvoir utiliser le sigle Green-e, les compagnies doivent satisfaire à certains critères minimaux. Ces critères concernent notamment les sources admissibles du contenu d'énergie renouvelable, les « nouveaux » contenus d'énergie renouvelable (pour toute nouvelle capacité de génération), des critères relatifs aux émissions pour la partie non renouvelable du produit énergétique, l'absence d'énergie nucléaire ainsi que d'autres critères concernant les normes sur le portefeuille d'énergie renouvelable et les produits forfaitaires. Les critères dépendent souvent de l'état ou de la région des États-Unis. Se reporter à la norme pour plus de renseignements.

<b>Crédit 6</b>
-----------------

1 Point

### Interprétation

- La vente d'étiquettes vertes pour l'énergie renouvelable produite sur place n'empêche pas de gagner un point en vertu du crédit 2 ou du crédit 6 d'Énergie et Atmosphère.
- Si l'électricité verte n'est pas certifiée par Éco-Logo ou Green-e, il faut fournir de la documentation démontrant comment l'électricité répond à l'un de ces programmes.
- Un contrat de deux ans doit être conclu pour l'achat à un fournisseur d'électricité verte certifié Éco-Logo d'au moins 50 % de l'électricité consommée annuellement par les charges réglementées du bâtiment. La quantité d'électricité verte requise dépend de la simulation énergétique annuelle effectuée pour ÉAp1 ou ÉAc1. L'électricité alimentant les charges de traitement non réglementées n'est pas incluse dans ce calcul.
- Des variations mineures dans le pourcentage d'électricité verte et la durée du contrat sont acceptables à condition que la quantité totale d'électricité verte requise pour ce crédit ne soit pas réduite.
- Toute électricité verte du service public conforme aux exigences de la certification Éco-Logo ou Green-e est acceptable. Lorsque le service public local n'offre pas ces options d'électricité verte certifiée, on peut utiliser des certificats d'énergie renouvelable (CÉR) échangeables ou de l'électricité verte achetée à un autre service public.

## Considérations relatives aux bâtiments écologiques

La production d'énergie contribue beaucoup à la pollution de l'air en Amérique du Nord. Les polluants atmosphériques résultant de la production d'énergie sont notamment le dioxyde de soufre, l'oxyde d'azote et le dioxyde de carbone. Ces polluants sont une cause importante des pluies acides, du smog et du réchauffement climatique. Combinés à d'autres polluants, ils ont des effets étendus et néfastes sur la santé en général, tout particulièrement le système respiratoire. Le programme Éco-Logo a été établi par Environnement Canada pour promouvoir les produits électriques verts et offrir aux consommateurs une méthode rigoureuse et nationalement reconnue d'identification. Ces produits réduisent les impacts de la production de l'électricité sur la pollution de l'air grâce à l'utilisation de sources d'énergie renouvelable, telles que l'énergie solaire, l'énergie hydroélectrique, l'énergie éolienne, l'énergie de la biomasse et l'énergie géothermique.

### Aspects environnementaux

Les produits électriques verts sont moins polluants que les produits électriques traditionnels. Il en résulte une réduction des pluies acides, du smog, du potentiel de réchauffement de la planète et des problèmes de santé causés par les contaminants de l'air. En outre, l'utilisation de sources d'énergie écologiquement responsables évite la dépendance à l'égard de l'énergie nucléaire et des grandes centrales hydroélectriques. L'énergie nucléaire continue d'être sujette à controverse en raison des problèmes de sécurité et de protection de l'environnement causés par le stockage, le transport et le retraitement des déchets. La déréglementation des marchés de l'énergie a permis de vendre de l'hydroélectricité dans des

régions qui ne subissent pas les effets des barrages sur les espèces en voie de disparition. Bien que l'électricité verte ne soit pas complètement écologique, elle permet de réduire dans une grande mesure les impacts environnementaux de la production d'énergie.

### Aspects économiques

Les coûts actuels des produits électriques verts sont égaux ou légèrement supérieurs à ceux des produits électriques traditionnels. Toutefois, l'électricité verte provient en partie de sources renouvelables dont les coûts sont stables. À mesure que le marché de l'électricité verte se stabilise et qu'on tient compte des impacts sur l'environnement et la santé dans les coûts de l'énergie, l'électricité verte devrait devenir moins coûteuse que l'électricité traditionnelle.

### Aspects communautaires

La production d'énergie traditionnelle exerce de fortes pressions sur les écosystèmes locaux et réduit la biodiversité. Elle a une incidence directe sur la santé de nos communautés. Par exemple, les grands barrages modifient l'écoulement naturel des eaux, dégradent l'habitat de la faune et parfois forcent des communautés à déménager.

Les projets de production d'énergie à partir de la biomasse sont une occasion de raffermir les liens entre le producteur de l'énergie et la communauté qu'il dessert. Cette stratégie fait appel de façon productive à des ressources telles que les résidus agricoles et forestiers qui seraient autrement mis au site d'enfouissement. La production d'énergie à partir de la biomasse peut aussi stimuler la croissance économique locale et créer des emplois dans les secteurs de la culture, de l'exploitation des ressources, du transport et du

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 6</b>					

#### Synergie du crédit

**AÉS Crédit 1**  
Sélection de l'emplacement

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 6</b>					

traitement des récoltes utilisées comme combustible. Pour toute décision concernant l'énergie, il est prudent de tenir compte des effets de la pollution locale.

## Conception

### Stratégies

La quantité d'électricité nécessaire pour le projet doit d'abord être calculée. La partie du CEP", moins l'énergie renouvelable produite sur place (consommation nette d'électricité du secteur) à partir de ÉAc2 doit être utilisée pour ce calcul ou, s'il n'y a pas d'énergie renouvelable produite sur place incorporée au projet, CEP' à partir de ÉAc1. On doit rechercher des fournisseurs d'électricité dans la région et en sélectionner un qui garantit qu'une fraction de l'énergie électrique fournie est produite au moyen de technologies non polluantes et tirée de sources renouvelables. Si le projet est réalisé dans le cadre d'un marché libre, on doit rechercher des distributeurs d'électricité verte détenant un permis pour desservir ce marché. L'énergie du réseau qui est admissible à ce crédit doit être d'origine solaire, éolienne ou géothermique, tirée de la biomasse ou provenir de centrales hydroélectriques dont l'impact environnemental est faible.

L'électricité certifiée Éco-Logo est produite par environ 40. fournisseurs dans la presque totalité des provinces. L'électricité Green-e est disponible dans de plus en plus d'États américains. Se reporter au site Web Green-e ([www.green-e.org](http://www.green-e.org)) pour obtenir des renseignements à jour sur chaque État. L'électricité verte peut être obtenue d'un fournisseur Éco-Logo, d'un distributeur d'électricité certifié Green-e, d'un service public ayant un programme accrédité avec certificats d'énergies renouvelables échangeables

certifiés Green-e, ou d'un fournisseur non certifié qui répond aux exigences de la certification Éco-Logo ou Green-e.

### Synergies et compromis

De l'électricité verte sera disponible ou non suivant l'emplacement du projet. S'il n'y a pas d'électricité verte disponible, on peut utiliser des certificats d'énergies renouvelables échangeables ou de l'électricité verte d'une autre région conforme aux critères d'Éco-Logo ou Green-e.

### Calculs

Pour les besoins de ce crédit, la consommation d'électricité du bâtiment provenant du réseau est la consommation des éléments énergétiques réglementés par la norme ASHRAE/IESNA 90.1-1999 (voir Crédit 1 ÉA), moins la quantité fournie par conversion sur place d'énergies renouvelables (voir Crédit 2 ÉA). Ce crédit suppose que 50 % de la consommation d'électricité prévue pour les utilisations réglementées (en kilowatts-heures) provenant du réseau doit avoir pour origine une énergie renouvelable conforme aux exigences de la certification Éco-Logo ou Green-e. Par exemple, 50 % peut provenir d'un produit électrique ayant une origine à 100 % renouvelable, ou encore 100 % de l'électricité peut provenir d'une source d'électricité verte composée d'au moins 50 % d'énergie renouvelable. Se reporter à la norme de référence pour tout complément d'information.

## Ressources

### Sites Web

**Électricité certifiée Éco-Logo.** Liste de fournisseurs certifiés d'électricité verte – principalement canadiens. Le site décrit aussi les exigences de la certification Éco-Logo pour l'électricité

et d'autres produits Éco-Logo. Le programme et le site Web sont exploités par TerraChoice Inc pour le compte d'Environnement Canada.

*Site: [www.environmentalchoice.com](http://www.environmentalchoice.com)*

**Green Power Network.** Publie des nouvelles sur les marchés de l'électricité verte et les programmes de tarification des services publics, tant domestiques qu'internationaux. Contient des renseignements à jour sur les fournisseurs d'électricité verte, les produits offerts, des questions concernant les consommateurs et des analyses en profondeur de questions et de politiques ayant une incidence sur les marchés de l'électricité verte. Le site Web est géré par le National Renewable Energy Laboratory du Department of Energy.

*Site: [www.eere.energy.gov/greenpower](http://www.eere.energy.gov/greenpower)*

**Programme Green-e.** Voir le Sommaire des normes de référence pour plus de renseignements. (888) 634-7336

*Site: [www.green-e.org](http://www.green-e.org),*

**Union of Concerned Scientists.** L'UCS est une organisation indépendante sans but lucratif qui analyse des solutions durables à la fois environnementalement et économiquement et en fait la promotion. Le site fournit des nouvelles et des informations sur la recherche et les politiques gouvernementales.

*Site: [www.ucsusa.org/clean\\_energy](http://www.ucsusa.org/clean_energy)*

**Green Power Partnership de l'Environmental Protection Agency (EPA) américaine.** Le Green Power Partnership de l'EPA est un nouveau programme volontaire visant à promouvoir les énergies renouvelables afin de réduire l'impact environnemental de la production d'énergie. Il montre les avantages des énergies renouvelables, fournit des renseignements objectifs et à jour sur le marché de l'électricité

verte et réduit les coûts des transactions d'achat d'électricité verte.

*Site: [www.epa.gov/greenpower/](http://www.epa.gov/greenpower/)*

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
<b>Crédit 6</b>					

<b>Crédit 6</b>
-----------------