



RAPPORT

**Analyse de rentabilité pour les  
bâtiments écologiques au  
Canada**

Présenté à

**Industrie Canada**



Auteur principal :  
**Mark Lucuik, ingénieur**

Auteurs collaborateurs :

**Wayne Trusty  
Nils Larsson  
Robert Charette**

2052223.00

Mars 2005

**MH**  
MORRISON  
HERSHFIELD

MORRISON HERSHFIELD

2440, promenade Don Reid, Bureau 200, Ottawa (Ontario) K1H 1E1

Tél. : (613) 739-2910 Téléc. : (613) 739-4926 [www.morrisonhershfield.com](http://www.morrisonhershfield.com)



RAPPORT

## **Analyse de rentabilité pour les bâtiments écologiques au Canada**

Présenté à :

Industrie Canada

Rapport n° 2052223.00

Le 31 mars 2005

RÉSUMÉ.....	1
1. INTRODUCTION.....	3
1.1 But.....	3
1.2 Structure du rapport.....	3
2. RENSEIGNEMENTS DE BASE : L'INDUSTRIE DES BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES AU CANADA ....	4
2.1 L'importance des bâtiments : une perspective environnementale.....	4
2.2 Définition du bâtiment écologique.....	5
2.3 Processus de réalisation des projets de bâtiments écologiques.....	8
2.4 Systèmes d'appréciation et de cotation des bâtiments écologiques.....	8
2.5 Sources des données.....	10
3. ÉTAT DE L'INDUSTRIE DES BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES AU CANADA.....	10
3.1 Historique et croissance.....	10
3.2 Situation actuelle (2005).....	14
3.2.1 Sensibilisation et expertise.....	14
4. AVANTAGES DES BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES.....	15
4.1 Confort et santé des occupants.....	16
4.2 Écologie.....	16
4.3 Impact réduit sur le changement climatique.....	17
4.4 Avantages économiques.....	18
5. L'ÉCONOMIE DES BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES.....	18
5.1 Dépenses en immobilisations directes.....	19
5.2 Coûts de fonctionnement directs.....	24
5.2.1 Coûts d'assurances.....	24
5.2.2 Taux de roulement.....	25
5.3 Calcul des coûts durant le cycle de vie.....	26
5.4 Gains de productivité et de coûts salariaux.....	28
5.5 Valeurs des propriétés et taux d'occupation.....	33
5.6 Autres avantages indirects ou intangibles.....	34
5.6.1 Augmentation des ventes au détail.....	35
5.6.2 Amélioration de l'image.....	36
5.6.3 Réduction des risques.....	36
5.7 Effets externes.....	37
5.7.1 Avantages au niveau des coûts d'infrastructure.....	38
5.7.2 Effets ou coûts environnementaux.....	39
5.7.3 Création d'emplois.....	40
5.7.4 Reconnaissance internationale et possibilités d'exportation.....	40
6. RISQUES, DÉFIS ET OBSTACLES.....	42
6.1 Connaissance au sein de l'industrie du bâtiment.....	43
6.1.1 Connaissance que possèdent les non-professionnels.....	43
6.1.2 Prêteurs.....	43
6.1.3 Concepteurs de bâtiments et spécialistes en bâtiments.....	43
6.2 Codes du bâtiment.....	44
6.3 Responsabilités accrues.....	44
6.4 Processus suivis pour les appels d'offre et la passation de marchés.....	45
6.4.1 Option du bas prix.....	45
6.4.2 Concentration sur le temps.....	45
6.5 Adoption de la méthode du cycle de vie.....	46
6.6 Structures courantes des baux.....	46
6.7 Allégations (écologiques) fallacieuses.....	46
6.8 Bases de données incomplètes ou de mauvaise qualité.....	48
6.9 Faiblesse de la recherche sur l'accroissement de la productivité.....	48
6.10 Soutien public.....	48

6.11 Scepticisme relatif au réchauffement de la planète .....	50
7. CONCLUSION .....	52

## RÉSUMÉ

L'objet du présent document est de définir clairement et de manière globale l'état de l'industrie du bâtiment écologique au Canada et de fournir une base pour reconnaître les nombreux avantages uniques et tangibles qu'un bâtiment écologique peut offrir, ainsi que les défis et les obstacles auxquels se heurte l'industrie canadienne. Cette analyse de rentabilité est le fruit d'un examen approfondi des études et des articles publiés et non publiés sur le thème principal de la nature et des avantages des bâtiments écologiques.

Les bâtiments écologiques diffèrent des bâtiments conventionnels en raison de l'intégration d'objectifs sociaux et économiques. Les considérations environnementales correspondent en gros aux impacts écologiques directs et indirects, comme des émissions réduites de gaz à effet de serre ou une consommation d'eau réduite. Les considérations sociales peuvent être directement liées au bâtiment en soi (comme de l'air sain et confortable ou une lumière naturelle) ou déborder le cadre du bâtiment (promotion de l'utilisation des transports en commun ou densification urbaine). La construction de bâtiments écologiques respecte un processus unique de réalisation de projet. De nombreux bâtiments écologiques (mais non pas tous) intègrent des matériaux ou des systèmes non normalisés. Essentiellement, la différence entre les bâtiments écologiques et les bâtiments conventionnels est le fait que les bâtiments écologiques offrent des espaces intérieurs plus sains et plus confortables et qu'ils prévoient des mesures visant à réduire l'empreinte écologique des bâtiments.

Dans l'état actuel de développement de l'industrie, la conception et la construction des bâtiments écologiques sont généralement plus dispendieuses que celles des bâtiments conventionnels. Toutefois, ces coûts plus élevés sont largement compensés par les avantages suivants :

- coûts de fonctionnement moindres pendant la durée de vie du bâtiment;
- primes d'assurances réduites;
- taux de roulement inférieurs;
- gains de productivité;
- valeur plus élevée des propriétés et meilleurs taux d'occupation.

Les bâtiments écologiques peuvent offrir d'autres avantages, notamment une augmentation des ventes au détail, une amélioration de l'image, une réduction des risques et diverses considérations externes comme des effets sur l'infrastructure, sur l'environnement et sur l'économie locale et une reconnaissance internationale.

L'industrie du bâtiment écologique en est à ses débuts au Canada, mais elle connaît une croissance exponentielle. Elle suscite de plus en plus d'intérêt de la part des principaux partenaires du domaine du bâtiment, et de nombreux propriétaires d'immeubles exigent actuellement que leurs nouvelles installations soient des bâtiments écologiques. De nombreux autres rendent leurs installations existantes plus écologiques dans l'espoir d'en tirer certains des avantages mentionnés plus haut. Néanmoins, il reste beaucoup d'obstacles à la construction de bâtiments écologiques, plus particulièrement le manque de connaissances générales sur les bâtiments écologiques des divers partenaires du domaine de la construction, la jeunesse relative de l'industrie et les contraintes systémiques en matière d'appels d'offres et d'établissement de budgets qui, trop souvent, empêchent de prendre des décisions fondées sur un calcul des coûts durant tout le cycle de vie du bâtiment ainsi que sur une valeur plus réaliste.

Actuellement, au Canada, l'analyse de rentabilité des bâtiments écologiques se fait sous un jour favorable quand on y incorpore une vision globale à plus long terme des véritables coûts de construction. Cette analyse de rentabilité peut être renforcée par de la recherche ciblée et par la formation des partenaires du secteur de la construction.

# 1. INTRODUCTION

## 1.1 But

La présente analyse de rentabilité des bâtiments écologiques fait ressortir les avantages de ces bâtiments ainsi que les défis et les obstacles auxquels est confrontée l'industrie des bâtiments écologiques au Canada. Ce document fournit aussi une définition d'un bâtiment écologique et présente de l'information sur la croissance de l'industrie des bâtiments écologiques au Canada. Le rapport a été préparé à l'intention de toutes les personnes qui oeuvrent dans l'industrie du bâtiment. Tous les acteurs clés de l'industrie devraient pouvoir tirer profit des renseignements contenus dans le présent document, qu'ils soient spécialistes de la conception des bâtiments, fonctionnaires aux divers paliers de l'administration publique, spécialistes de l'immobilier, financiers oeuvrant dans le domaine de la construction ou promoteurs immobiliers. Il n'est pas nécessaire que les lecteurs possèdent une connaissance préalable des bâtiments écologiques.

L'analyse de rentabilité est le fruit d'une recherche approfondie portant sur les études et les articles publiés et non publiés ayant pour thème principal la nature et les avantages des bâtiments écologiques. Les sources de l'information sont en grande partie nord-américaines, bien que quelques études et articles européens soient aussi inclus. Toutes les données ont été évaluées en fonction de leur pertinence pour le Canada et seules les études et sources considérées utiles, ou pertinentes, ont été incluses. Au besoin, des mises en garde sont formulées au sujet de leur applicabilité. Toute la documentation a été examinée sous l'angle de la fiabilité, les études pas assez objectives ayant été exclues.

La production de ce rapport a été financée par la Direction générale des technologies durables et des industries de services d'Industrie Canada. Ce travail collectif a également bénéficié du précieux concours de la société d'ingénieurs-conseils Morrison Hershfield Ltd., du Athena Sustainable Materials Institute (Institut Athena pour les matériaux durables), de l'International Initiative for a Sustainable Built Environment (Initiative internationale pour un milieu bâti durable), de M. Robert Charette et du Conseil du bâtiment durable du Canada.

## 1.2 Structure du rapport

Voir comment est structuré le reste du rapport :

- La section 2 présente des renseignements de base essentiels, dont l'importance des bâtiments dans une perspective environnementale, une discussion de ce que nous désignons par l'expression « bâtiment écologique », les stratégies généralement utilisées dans les bâtiments écologiques, les méthodes employées pour évaluer les bâtiments écologiques et un commentaire sur les sources des données.
- La section 3 se concentre sur l'état actuel de cette composante unique de l'industrie du bâtiment.

- La section 4 traite des avantages plus généraux des bâtiments écologiques.
- La section 5 met l'accent sur les aspects économiques de l'industrie, en s'appuyant, dans la mesure du possible, sur des données empiriques.
- La section 6 souligne l'envers de la médaille en fournissant un aperçu des défis et des obstacles majeurs auxquels l'industrie est confrontée.
- La section 7 présente les observations et les conclusions générales du groupe d'étude.

## **2. RENSEIGNEMENTS DE BASE : L'INDUSTRIE DES BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES AU CANADA**

### **2.1 L'importance des bâtiments : une perspective environnementale**

Le but principal des bâtiments est de servir d'écran à l'environnement extérieur : les bâtiments nous permettent de modifier et de régler les conditions qui règnent à l'intérieur par rapport à celles que l'on retrouve à l'extérieur. Le climat canadien est reconnu comme étant généralement inhospitalier pour les humains, les Canadiens passent donc environ 90 % de leur temps dans des bâtiments<sup>1</sup>. On compte actuellement 12,5 millions de résidences et environ 500 000 immeubles commerciaux ou de séjour permanent<sup>2</sup> au Canada. Ces immeubles ont un impact remarquable sur leurs occupants et sur l'environnement. Selon une estimation, au Canada, les immeubles interviennent pour<sup>3</sup> :

- 1/3 de la production d'énergie du Canada
- 50 % des ressources naturelles extraites
- 25 % des déchets que l'on retrouve dans nos lieux d'enfouissement
- 10 % des particules en suspension dans l'air
- 35 % des gaz à effet de serre que nous produisons

Toutefois, des estimations de ce genre correspondent au système de classification utilisé pour classer diverses activités. Les chiffres sont beaucoup plus élevés si nous reclassons les segments du diagramme circulaire de l'utilisation de l'énergie en fonction de la quantité d'énergie utilisée dans les transports et dans le secteur industriel qui peut être associée à la fabrication et au déplacement des matériaux de construction.

## 2.2 Définition du bâtiment écologique

Chez de nombreuses personnes, l'expression « bâtiment écologique » fait surgir des images de matériaux naturels, de toitures vertes, de conception passive et radicale et de gadgets technologiques<sup>4</sup>. Même les personnes possédant une compréhension plus réaliste perçoivent les bâtiments écologiques comme étant nouveaux et différents. Ces perceptions ne sont pas nécessairement du goût des autres partenaires dans le domaine du bâtiment, particulièrement des décideurs clés. Il est donc important de bien comprendre ce qu'est un bâtiment écologique et à quoi de tels bâtiments ressemblent avant de présenter une analyse de rentabilité.

Habituellement, les définitions sont brèves et elles ne prêtent pas à controverse, mais les bâtiments écologiques constituent un cas particulier. De nombreuses personnes ont entendu dire que « écologique » est une bonne chose, mais elles cherchent en vain des définitions précises. De plus, on trouve des expressions qui se chevauchent ou qui sont des quasi-synonymes, comme « bâtiment efficace sur le plan énergétique », « bâtiment à haut rendement énergétique », « éco-bâtiment », « bâtiment écologique » et « bâtiment respectueux de l'environnement ». Finalement, un nombre croissant de bâtiments ont été conçus selon des critères établis dans le cadre de programmes d'encouragement ou d'évaluation<sup>5</sup>, et ces programmes sont souvent associés à certaines caractéristiques « écologiques » visibles, comme des volets extérieurs, un bon éclairage naturel, des toitures vertes (toitures-jardins) et des cheminées de ventilation naturelle. On a donc ainsi souvent une idée fautive selon laquelle les bâtiments écologiques sont définis uniquement par de telles caractéristiques évidentes. Toutefois, de nombreuses caractéristiques des bâtiments écologiques sont plus discrètes ou même invisibles. Une bonne définition revêt donc une importance considérable et la façon dont les systèmes de classification ou d'évaluation des bâtiments traitent cette question constitue un point de départ utile.

La meilleure façon de commencer est de parler de l'énergie, puisque de nombreuses personnes pensent que l'énergie se trouve au cœur du problème et que l'efficacité énergétique a été la première préoccupation « environnementale » d'intérêt général (à compter de la fin des années 1970). Pour les administrations publiques, l'énergie et les émissions dans l'atmosphère qui lui sont associées constituent encore un problème fondamental, en raison des préoccupations liées à la pollution de l'air et aux gaz à effet de serre. Toutefois, un certain nombre d'autres questions cruciales se sont ajoutées à la liste des préoccupations environnementales au cours des années 1980 et 1990, dont les dégâts causés à l'environnement, la consommation d'eau, le rôle du choix des matériaux dans la



### Mountain Equipment Coop Ottawa

- Matériaux locaux et recyclés
- Citerne de stockage des eaux pluviales
- 44 % moins d'énergie que le CMNÉB
- Matériaux recyclés, réutilisés et locaux

mesure où il a une incidence sur l'énergie intrinsèque, les émissions et les déchets solides et la qualité de l'environnement intérieur (QEI). Bien entendu, la QEI, y compris la qualité de l'air, la ventilation, le confort thermique, l'éclairage et le bruit/l'acoustique, ne constitue pas, à proprement parler, une question d'ordre environnemental, mais elle revêt une telle importance pour les propriétaires, les concepteurs et les utilisateurs de bâtiments, que toute tentative d'évaluation des aspects du rendement énergétique devrait tenir compte de la QEI. Les coûts de construction et de fonctionnement, dont certains systèmes d'évaluation tiennent compte pour accroître leur pertinence pour l'industrie, font aussi partie de cette catégorie.

Cet ensemble de questions fondamentales est devenu la base de ce que nous appelons aujourd'hui les bâtiments écologiques. Parce que l'éventail des questions ne cesse de croître et que les limites sont floues, il continuera d'exister une certaine ambiguïté pour ce qui est de présenter une définition précise. C'est pourquoi tout organisme qui s'occupe de bâtiments écologiques a sa propre définition, y compris le Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa), ou les systèmes d'évaluation et de classement Green Globes d'ECD ou le système d'évaluation GBTool de la iiSBE. De telles définitions au cas par cas ne donnent pas pleine satisfaction, puisque tous les systèmes à critères multiples d'évaluation des bâtiments sont basés sur des compromis et, par conséquent, un immeuble dont le rendement énergétique est médiocre mais dont le rendement environnemental à l'intérieur est excellent pourrait avoir la même cote qu'un autre immeuble dont les caractéristiques seraient à l'opposé.

Un nouveau facteur est apparu au cours des dernières années, il s'agit de l'inclusion d'un ensemble encore plus étendu de considérations d'ordre social et économique et en matière de planification, dans l'évaluation que l'on fait, dans une optique « bâtiments durables », des lignes directrices d'aménagement. Le concept de bâtiment durable est plus pertinent dans le cas de projets d'envergure ou même dans des régions géographiques données, mais la notion de bâtiment écologique a pris plus d'ampleur. Par souci de clarté et de précision, nous nous limiterons donc dans le présent rapport à parler de « bâtiment écologique ».

Bien que la discussion qui précède nous permette de bien comprendre les facteurs dont on tient compte dans les bâtiments écologiques, elle décrit peu comment l'on peut faire la distinction entre un bâtiment écologique et une construction conventionnelle, pas plus qu'elle ne nous présente les vraies caractéristiques communes d'un bâtiment écologique. Voici certaines des caractéristiques distinctives que l'on retrouve dans les bâtiments écologiques :

- |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Emplacement | <ul style="list-style-type: none"><li>• ÉVITER les paysages fragiles</li><li>• NE DOIT PAS CONTRIBUER à l'étalement urbain</li><li>• Près des transports en commun</li></ul>                                                                                                                                                                        |
| Site        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Favorisant la réduction des eaux de ruissellement (utilisation de bassins de retenue, de revêtements poreux)</li><li>• Aménagement paysager sans irrigation, pour milieux arides</li><li>• Faible impact sur l'écologie locale</li><li>• Plus d'espaces verts (petite emprise au sol du bâtiment,</li></ul> |

	minimum de stationnement en surface)
Extérieur du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auvents aux fenêtres ou tablettes éclairantes</li><li>• Utilisation d'énergies de remplacement (solaire, éolienne)</li><li>• Toitures vertes</li><li>• Éclairage extérieur efficace, ciblé (réduisant la pollution lumineuse)</li></ul>
Intérieur du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revêtement minimal (matériaux de structure apparents)</li><li>• Aménagements flexibles (cloisons mobiles, planchers surélevés)</li><li>• Chauffage et éclairage commandés par les occupants (et non par des thermostats et par des interrupteurs d'éclairage couvrant de grandes zones)</li><li>• Lumière naturelle abondante; accès à des vues sur l'extérieur</li><li>• Bonne qualité de l'air</li><li>• Appareils sanitaires à faible consommation d'eau</li><li>• Encouragement effectif de pratiques écologiques (p. ex. recyclage)</li></ul>
Attributs non apparents	<ul style="list-style-type: none"><li>• Enveloppe de bâtiment à très haute efficacité</li><li>• Matériaux et matériels respectant les objectifs fixés pour le projet (répercussions environnementales intrinsèques réduites<sup>6</sup>, faibles émissions de COV)</li><li>• Systèmes mécaniques à grande efficacité s'intégrant aux installations électriques, à la structure et à l'architecture</li><li>• Systèmes d'éclairage efficaces</li><li>• Utilisation d'équipements exempts de matériaux ou de composants susceptibles de nuire à l'environnement (p. ex. climatiseurs contenant des substances appauvrissant la couche d'ozone)</li><li>• Emploi de matériaux et de produits d'entretien (p. ex. détergents) respectant également les objectifs écologiques</li><li>• Mesure et optimisation continues de la performance des systèmes</li></ul>

Tous les bâtiments écologiques ne comprennent pas les caractéristiques mentionnées ci-dessus, mais la majorité d'entre eux incorporent un bon nombre de ces particularités. En pratique, chaque bâtiment écologique est unique, puisqu'il reflète des paramètres particuliers financiers et liés au site et au fonctionnement.

Des exemples d'attributs de bâtiments écologiques construits au Canada sont présentés avec des illustrations, partout dans le présent rapport.

## 2.3 Processus de réalisation des projets de bâtiments écologiques

Les diverses spécialités associées à la réalisation de projets de bâtiments classiques (non écologiques), à partir des phases de conception et de construction, et jusqu'à l'exploitation, interviennent fondamentalement en réaction à une situation et empruntent une approche limitée lorsqu'il s'agit de solutionner des problèmes spécifiques. Chacune de ces spécialités possède habituellement une base de connaissances ciblée (mais étendue) de ses domaines spécifiques, et, pour traiter ses problèmes, ne recourt qu'à celle-ci. Par exemple, un spécialiste en refroidissement confronté à un local excessivement chaud aura tendance à augmenter la capacité de refroidissement du système affecté à ce local plutôt qu'à en analyser les causes (probablement l'isolation du bâtiment ou les caractéristiques de l'éclairage du local concerné). À terme, ce type d'approche produit un bâtiment fonctionnel mais inefficace, constitué de plusieurs matériaux, matériels et systèmes différents, mais peu intégrés entre eux.



**Bâtiment ICIC, Université de la Colombie-Britannique Vancouver**

- Respecte les objectifs de durabilité fixés par l'Université
- Dalle de refroidissement par rayonnement
- 50 % moins d'énergie que le CMNÉB
- Concept très flexible pour utilisations futures

Sous l'angle de la conception, la principale distinction entre un bâtiment écologique et un bâtiment classique tient à l'intégration ou non de leurs éléments constitutifs. Les bâtiments écologiques sont habituellement le résultat d'une conception intégrée, qui suppose l'« intervention d'une équipe multidisciplinaire de professionnels du bâtiment travaillant en collaboration à partir de la phase précédant les études jusqu'à l'après-occupation afin d'optimiser le bâtiment des points de vue de la protection de l'environnement, de la performance et des économies de coûts<sup>7</sup> ». La conception intégrée repose sur la prémisse selon laquelle un bâtiment est constitué de systèmes interconnectés ou interdépendants, agissant les uns sur les autres. Par exemple, le type de fenêtre retenue influera sur la puissance de chauffage requise. Avec l'approche intégrée, l'étude du bâtiment devient un processus itératif : l'apport de toutes les disciplines du bâtiment et la communication entre elles sont encouragés dès les premières étapes de la conception. La conception intégrée suppose également la participation des autres acteurs du bâtiment, notamment le promoteur et les locataires ou les occupants.

Ce processus de conception est une composante sensible et permanente de la conception et de la construction des bâtiments écologiques. Cette brève description de la conception intégrée en fait ressortir les avantages et les distinctions par rapport à la conception classique, sans toutefois entrer dans le détail de ses principes et de ses avantages. Pour une description plus détaillée du processus de conception intégrée on se reportera à l'annexe A.

## 2.4 Systèmes d'appréciation et de cotation des bâtiments écologiques

LEED<sup>MC</sup> (*Leadership in Energy and Environmental Design*), LEED Canada et Green Globes sont des systèmes populaires utilisés en Amérique du Nord pour l'évaluation et la cotation des bâtiments écologiques. Le système LEED est celui qui est le plus répandu et le plus souvent cité en référence, y compris dans un bon nombre des

études mentionnées dans le présent document, d'où la nécessité de le présenter aux lecteurs.

Les différents systèmes de cotation LEED attribuent au bâtiment analysé des points pour le respect de critères de performance spécifiques définis dans les prérequis et dans les crédits. La performance améliorée du bâtiment reçoit (selon le nombre de points du projet) l'un des quatre niveaux de certification – CERTIFIÉ, ARGENT, OR ou PLATINE.

Le système d'évaluation LEED, mis au point par le United States Green Building Council (USGBC) a été publié pour la première fois en 1999. À cette époque, l'évaluation visait uniquement les constructions neuves et les projets de rénovation majeurs. Depuis, d'autres versions du LEED sont parues ou sont en cours de développement, dont certaines axées sur les éléments suivants :

- Nouvelles constructions commerciales et projets majeurs de rénovation
- Exploitation de bâtiments existants
- Intérieurs de bâtiments à usage commercial
- Projets de bâtiments de base
- Maisons d'habitation
- Projets intéressant la collectivité



**Bâtiment des opérations de  
White Rock  
White Rock, C.-B.**

- Réduction de 90 % de la consommation d'eau par le site
- Réduction de 20 % de la consommation d'eau par le bâtiment
- 55 % moins d'énergie que les exigences de la norme ASHRAE 90.1
- Production sur place d'énergie photovoltaïque
- Systèmes actifs et passifs

Le Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa), qui est détenteur exclusif des droits du LEED pour le Canada, a lancé à l'automne 2004 la mise en application du Système d'évaluation des bâtiments écologiques LEED Canada NC-1.0. Auparavant, les projets LEED mis en œuvre au Canada étaient évalués selon le système américain : le LEED Canada NC-1.0 était majoritairement fondé sur le LEED-NC v2.1 (de l'USGBC). Tous les projets LEED mentionnés dans le présent rapport ont été certifiés selon l'outil américain LEED-NC, et s'appliquent aux nouvelles constructions et aux rénovations importantes.

Comme il est mentionné plus haut, la certification LEED des bâtiments peut être réalisée en sélectionnant le nombre requis de crédits parmi une liste plus exhaustive. Ainsi, une cote LEED ne peut pas servir d'indicateur de la valeur écologique d'un bâtiment; de la même manière, un niveau de certification LEED identique pour deux bâtiments différents ne signifie pas pour autant que ces bâtiments possèdent les mêmes caractéristiques « écologiques ». Cette observation est particulièrement valable dans le cas des niveaux de certification plus faciles à obtenir. Néanmoins, chaque crédit LEED est accordé suivant de bons principes « écologiques » et, par conséquent, les bâtiments certifiés LEED sont généralement plus « écologiques » que les bâtiments classiques.

## 2.5 Sources des données

Pour rédiger le présent rapport, les auteurs se sont appuyés dans la mesure du possible sur des données d'origine canadienne. Or, il est apparu que les informations américaines, et plus particulièrement celles concernant les études de bâtiments écologiques, étaient plus accessibles et aussi généralement plus complètes. Il convient par conséquent de s'interroger sur la pertinence d'utiliser l'information américaine dans un rapport sur les bâtiments écologiques au Canada.

Il est généralement reconnu que le Canada et les États-Unis utilisent des méthodes similaires pour ce qui est de la conception et de la construction de leurs bâtiments. Les divers secteurs de l'économie reliés au bâtiment sont entrecroisés; aussi, beaucoup de grandes entreprises en construction, en génie et en architecture sont-elles d'origine nord-américaine. De plus, un bon nombre de normes servant de base aux exigences de conception et de fonctionnement des bâtiments sont essentiellement similaires.

On trouve une similitude des pratiques commerciales dans les deux pays, facteur important à prendre en compte pour établir une correspondance entre les effets de la productivité des bâtiments écologiques. Enfin, les coûts de construction aux États-Unis sont semblables à ceux observés au Canada<sup>8</sup>.

Il existe cependant, entre les deux pays, un écart notable au chapitre des coûts de chauffage, ventilation et conditionnement d'air (CVCA) des bâtiments, qui reflète leurs différences climatiques, plus particulièrement pour ce qui est du Sud des États-Unis.

De façon générale, et dans la plupart des sources de données, les conditions sociales, politiques et climatiques du Canada et des États-Unis étaient raisonnablement similaires, et on a estimé que ces sources d'information étaient pertinentes pour le Canada. Quant aux sources de données qui concernaient principalement le Sud des États-Unis, on a jugé qu'elles ne pouvaient pas être appliquées au Canada. Enfin, bien que certaines de ces sources soient mentionnées plus loin dans le rapport, leur signification est moins importante.

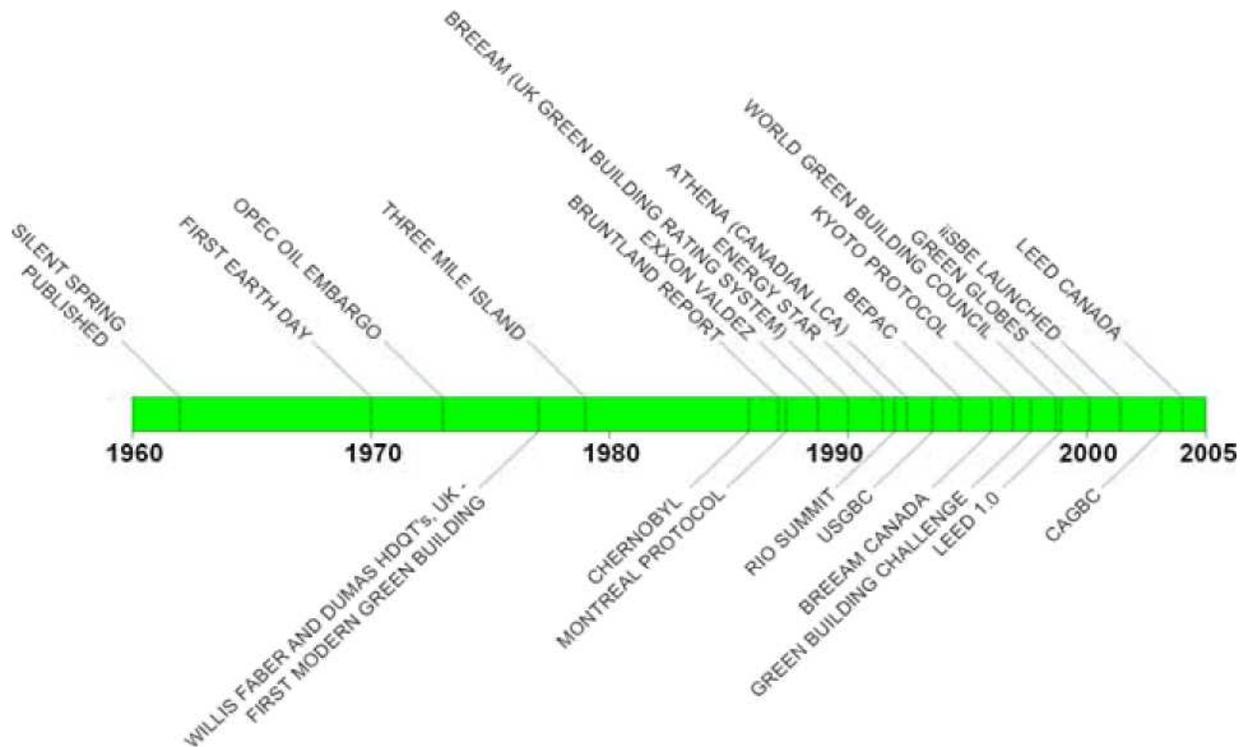
## 3. ÉTAT DE L'INDUSTRIE DES BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES AU CANADA

### 3.1 Historique et croissance

Beaucoup de caractéristiques courantes des bâtiments écologiques remontent à loin et ont été surtout dictées par la nécessité. Avant l'avènement de l'éclairage électrique bon marché, la construction des bâtiments mettait l'accent sur l'utilisation de la lumière du jour pour l'éclairage, principe que l'on peut observer dans la majorité des bâtiments historiques. De plus, les bâtiments historiques présentent un grand nombre de possibilités de ventilation naturelle. La rareté et le coût des matériaux avant les années 1900 ont donné naissance à une volonté de les réutiliser ou de les recycler. Et c'est principalement par la qualité de leur milieu ambiant intérieur que les bâtiments écologiques modernes diffèrent de ces bâtiments historiques.

Le mouvement en faveur des bâtiments écologiques a vu le jour en 1962 avec la publication de *Silent Spring* de Rachel Carson. Ce livre défendait la vulnérabilité de la nature à l'intervention humaine, et la nécessité de conserver et de protéger l'environnement. Ce mouvement pour des bâtiments écologiques s'est accéléré avec la crise énergétique des années 70 et il a progressé en parallèle avec le mouvement environnemental dans l'ensemble, et grâce aux préoccupations largement publicisées sur la pollution. (PCB, amiante, moisissures, syndrome des bâtiments étanches). Vers 1990, la tendance a amorcé une croissance exponentielle qui dure encore aujourd'hui.

Figure 1 : **Chronologie du bâtiment écologique**<sup>9</sup>



SILENT SPRING... : PARUTION DE SILENT SPRING

FIRST EARTH... : PREMIER JOUR DE LA TERRE

OPEC OIL ... : EMBARGO PÉTROLIER DÉCRÉTÉ PAR L'OPEP

THREE MILE... : THREE MILE ISLAND

BRUNTLAND... : RAPPORT BRUNTLAND

EXXON... : EXXON VALDEZ

BREEAM... : BREEM (SYST. D'ÉVALUATION DES BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES DE GB)

ENERGY STAR : NORME ENERGY STAR

ATHENA : ATHENA (ANALYSE DU CYCLE DE VIE – CANADA)

BEPAC : BEPAC

KYOTO... : PROTOCOLE DE KYOTO

WORLD GREEN... : WORLD GREEN BUILDING COUNCIL

GREEN... : GREEN GLOBES

iiSBE... : iiSBE

LEED... : LEED Canada

WILLIS FABER... : ADMIN. CENTRALE DE WILLIS FABER AND DUMAS, GB.  
PREMIER BÂTIMENT ÉCOLOGIQUE MODERNE

CHERNOBYL ... : TCHERNOBYL

MONTREAL... : PROTOCOLE DE MONTRÉAL

RIO... : SOMMET DE RIO

USGBC : USGBC

BREEAM... : BREEAM CANADA

GREEN BUILDING CHALLENGE : DÉFI DU BÂTIMENT ÉCOLOGIQUE

LEED... : LEED 1.0

CAGBC : CBDCa

L'accroissement rapide récent de l'intérêt pour les bâtiments écologiques s'est manifesté par la progression du nombre de membres des conseils du bâtiment durable au Canada et aux États-Unis. Le Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa), incorporé en décembre 2002, compte déjà plus de 700 membres (fig. 2). Le United States Green Building Council (USGBC) a vu le jour en 1993; depuis, il affiche une croissance explosive<sup>10</sup> (fig. 3).

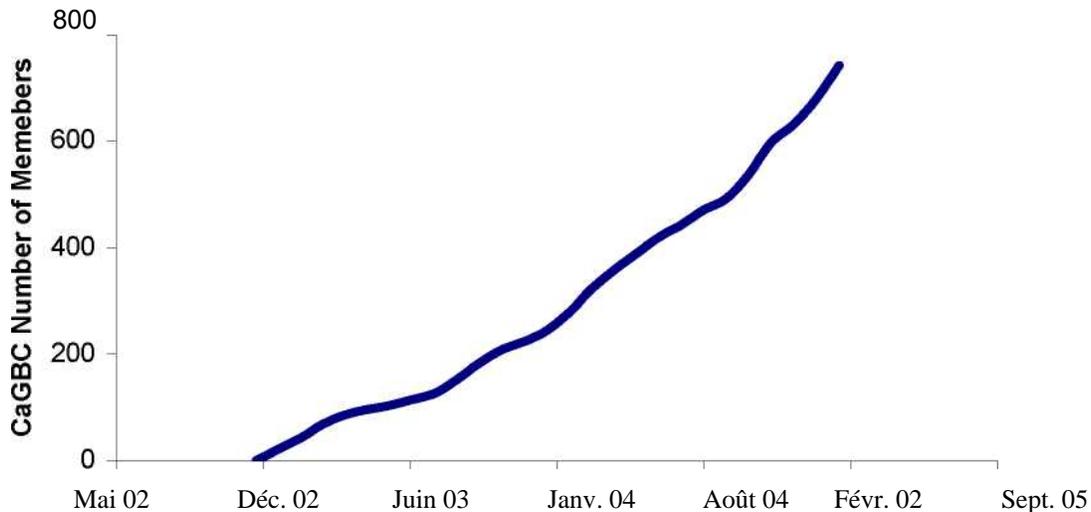


Figure 2 : Croissance du nombre de membres – CBDCa<sup>11</sup>  
CaGBC Number... : Nombre de membres du CBDCa

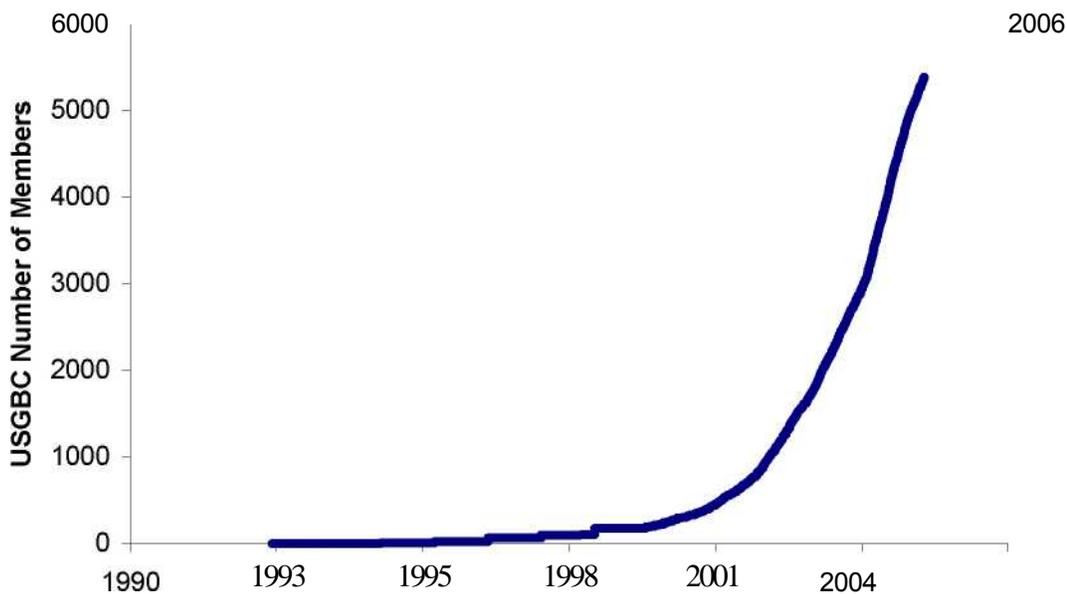


Figure 3 : Croissance du nombre de membres  
– USGBC<sup>12</sup>

USGBC Number... : Nombre de membres du  
USGBC

Ces chiffres témoignent de l'intérêt croissant pour les bâtiments écologiques, mais rien ne permet d'en déterminer le fondement. Une partie de celui-ci est certainement attribuable à un positionnement commercial stratégique, tandis que le reste s'expliquerait par des motifs plutôt altruistes.

L'absence historique de label écologique des bâtiments au Canada empêche de faire un décompte précis de ce type de construction au pays, et ce, malgré l'existence d'un bon nombre d'exemples clés de constructions écologiques canadiennes, p. ex. les bâtiments figurant dans les encadrés qui illustrent le présent rapport. En mars 2005, environ 150 immeubles étaient inscrits au LEED au Canada, comptant pour approximativement 1,2 %<sup>13</sup> du coût total des bâtiments au Canada en 2004. On remarquera que même si le système d'évaluation LEED est le plus populaire au Canada, les demandes de certification à ce titre ne représentent qu'une partie des bâtiments écologiques au Canada : d'autres projets de bâtiments écologiques ont été lancés, mais n'ont pas fait l'objet d'une demande de certification. Cette constatation est particulièrement valable pour le parc de bâtiments existants, duquel LEED Canada ne possède actuellement aucun modèle (sauf s'il s'agit de rénovations extensives). Beaucoup de propriétaires et de gestionnaires de bâtiments existants se sont attelés à l'écologisation de leurs installations<sup>14</sup>.

Aux États-Unis, où le système LEED est utilisé depuis plus longtemps, de 5 à 8 % (taux de surface brute de plancher) du parc de nouveaux bâtiments était enregistré auprès du USGBC en 2004<sup>15</sup>. Compte tenu de la combinaison du taux de croissance de l'industrie américaine du bâtiment écologique et de l'intérêt manifeste pour les bâtiments écologiques au Canada, tout porte à croire que cette industrie sera marquée par une croissance ici également.

## **3.2 Situation actuelle (2005)**

### **3.2.1 Sensibilisation et expertise**

La majorité des partenaires de l'industrie du bâtiment se font une certaine idée du « bâtiment écologique », bien que la compréhension qu'ils en ont soit souvent vague et inexacte. De nombreux partenaires de l'industrie du bâtiment considèrent les bâtiments écologiques comme quelque chose de radical, de coûteux et d'inutile et, pour nombre d'entre eux, la tendance à construire des bâtiments écologiques est une stratégie de marketing<sup>16</sup> de la part d'écologistes extrémistes. Relativement peu de personnes oeuvrant dans l'industrie du bâtiment possèdent une compréhension complète et exacte de ce qu'est un bâtiment écologique et de la façon dont on construit ces bâtiments. Toutefois, la forte hausse de l'intérêt pour les bâtiments écologiques observée récemment force tous les partenaires à acquérir rapidement de l'information dans ce domaine. Il est donc inévitable que ce niveau général de compréhension du bâtiment écologique augmentera d'ici peu.

De plus, la compréhension de ce qu'est un bâtiment écologique diffère parmi les divers partenaires. En général, c'est chez les concepteurs de bâtiments et les spécialistes du bâtiment que l'on observe le plus d'intérêt, alors que les promoteurs, les prêteurs et même les propriétaires semblent peu comprendre ce que sont les bâtiments écologiques ou encore manifestent peu d'intérêt à ce sujet. Cela se reflète, par exemple, chez les membres du CBDCA où 75 % des entreprises membres sont des bureaux de spécialistes, et moins de 2 % sont des bailleurs de fonds.

De même, la connaissance qu'a le grand public des bâtiments écologiques est limitée, bien que ces bâtiments affichent une feuille de route exceptionnelle dans deux grands domaines : les catégories générales : les aspects sociaux (qualité de l'air intérieur, lumière naturelle, etc.)

et la responsabilité environnementale. On pourrait supposer l'existence d'un lien étroit entre l'opinion du public à propos de ces questions et ce qu'il pense des bâtiments écologiques. Selon plusieurs sondages d'opinion récents, les Canadiens croient que l'environnement<sup>17</sup> constitue une question importante et que des mesures devraient être prises pour en assurer la protection. Dans une perspective sociale, une étude nord-américaine de grande ampleur (voir la sous-section 4.1) portant sur les satisfactions de locataires d'immeubles à bureaux a permis de déterminer que les locataires attachent beaucoup d'importance au confort dans les immeubles à bureaux. Cet appui élevé des Canadiens pour ces deux questions liées aux bâtiments en général pourrait sans doute l'être tout autant pour les bâtiments écologiques, pourvu que l'on puisse en faire valoir les avantages économiques.

## 4. AVANTAGES DES BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES

Les bâtiments écologiques offrent une gamme étendue d'avantages à de nombreux partenaires de l'industrie du bâtiment. La réduction fondamentale des impacts environnementaux de ces bâtiments, conjuguée à des conditions environnementales intérieures plus favorables, profite aux occupants de ces immeubles, aux autres partenaires et à la société dans son ensemble. Des exemples d'avantages spécialisés des bâtiments écologiques sont présentés dans les sous-sections ci-après. Une matrice qui montre comment ces avantages pourraient s'appliquer à différents groupes de partenaires est présentée à la figure 4, laquelle est suivie d'une description de chacun des avantages des bâtiments écologiques.

i	Avantage croissant			Occupant	Voisin	Propriétaire	Promoteur	Concepteur	Investisseur/prêteur	Administration municipale	Administration provinciale	Administration fédérale
Économie												
Santé des occupants												
Réduction des risques												
Incidence sur le changement climatique												
Écologie												
Réduction de l'utilisation des infrastructures												
Confort des occupants												

Figure 4 : Matrice des avantages qu'offrent les bâtiments écologiques pour les divers partenaires

## 4.1 Confort et santé des occupants

On trouve généralement dans les bâtiments écologiques une qualité de l'air supérieure, une lumière naturelle abondante, l'accès à des vues sur l'extérieur et un bon isolement acoustique. En fait, chacune de ces qualités profite aux occupants du bâtiment, faisant de ces immeubles de meilleurs endroits pour travailler ou pour vivre. Les occupants des bâtiments veulent de nombreuses caractéristiques des bâtiments écologiques (auxquelles ils accordent de l'importance), comme une meilleure qualité de l'air et un meilleur réglage de la température de l'air. Une étude de grande envergure menée en Amérique du Nord<sup>18</sup> et portant sur la satisfaction des locataires des immeubles à bureaux a permis de déterminer que les locataires accordaient beaucoup d'importance au confort dans les immeubles à bureaux. Plus précisément, les répondants ont accordé le plus haut niveau d'importance à une température de l'air confortable (94 %) et à la qualité de l'air intérieur (94%). La température dans les bureaux et la possibilité de régler la température étaient les deux seules caractéristiques à avoir été jugées « les plus importantes » et à figurer sur la liste des caractéristiques à propos desquelles les locataires sont le moins satisfaits. L'étude a aussi permis de constater que les problèmes de chauffage ou de réfrigération sont la principale raison pour laquelle les locataires déménagent.

Nous traitons plus en détail des avantages en matière de productivité liée au confort et à la santé des occupants dans la sous-section 4.3, où ces avantages sont aussi quantifiés.

## 4.2 Écologie

Dans une perspective conceptuelle, un bâtiment constitue un apport pour le monde et il enlève des éléments au monde. Il nous procure des espaces confortables (quand l'environnement extérieur n'est pas tellement confortable), mais il consomme aussi des ressources naturelles et entraîne la pollution de l'eau et de l'air par son fonctionnement et pour la production et le transport des matériaux qui lui sont associés. Dans les activités liées aux bâtiments écologiques, on s'efforce de protéger les écologies existantes et de mettre en valeur ou d'améliorer les écologies qui auraient pu être endommagées dans le passé. Voici des méthodologies qui procurent des avantages écologiques directs :

- Protection des espaces naturels existants : on n'a pas tendance à construire des bâtiments écologiques sur des terrains écologiquement sensibles. Si ces bâtiments sont construits sur des espaces verts ou près de tels espaces, des mesures sont prises pour limiter l'incidence sur l'écologie locale.
- Amélioration de l'écologie existante : on construit souvent des bâtiments écologiques sur des terrains déjà aménagés, des mesures étant prises pour restaurer la vie végétale sur les terrains occupés par les chantiers de construction en réduisant la superficie occupée par les espaces de stationnement ou en ayant recours à des toitures vertes qui remplacent, de façon plus écologique, les systèmes de couverture conventionnels.
- Réduction de l'utilisation de l'eau : l'utilisation de l'eau comporte généralement le prélèvement d'eau propre dans l'environnement et le retour d'eau contaminée à l'environnement. L'utilisation excessive d'eau peut aussi agir comme un mécanisme de transport pour d'autres contaminants, comme les engrais employés en aménagement paysager. En réduisant l'utilisation de l'eau, les bâtiments écologiques minimisent les effets nuisibles de l'utilisation de l'eau et ses effets sur les écologies locales, comme la vie aquatique.

- Réduction de l'utilisation des matériaux et emploi de matériaux écologiques : tous les matériaux comportent des répercussions environnementales intrinsèques, en ce sens que leur production et leur utilisation, pendant tout leur cycle de vie, comportent des conséquences environnementales et écologiques. Dans les bâtiments écologiques, on fait la promotion de l'utilisation de matériaux dont les fardeaux environnemental et écologique intrinsèques sont moins élevés. De plus, la construction des bâtiments écologiques fait généralement appel à moins de matériaux en raison d'une conception efficace et de l'élimination des matériaux de finition inutiles (par exemple, dans de nombreux bâtiments écologiques, on emploie des matériaux de structure apparents, plutôt que de recouvrir ces matériaux avec un revêtement mural). Finalement, dans le fonctionnement des bâtiments écologiques on fait la promotion du recyclage.

Réduction des émissions dans l'air : les bâtiments écologiques réduisent réellement la pollution de l'air, car ils utilisent moins d'énergie, en raison de l'emploi de fluides frigorigènes appropriés, de matériaux à faibles émissions ou grâce à d'autres initiatives. L'utilisation moindre de combustibles fossiles sur le chantier de construction réduit la pollution de l'air sur le chantier, de même que l'utilisation moindre d'électricité réduit la pollution de l'air associée aux centrales électriques.

### 4.3 Impact réduit sur le changement climatique

La réduction des émissions de gaz à effet de serre constitue un aspect de la construction des bâtiments écologiques qui mérite une mention spéciale. Les bâtiments contribuent au changement climatique mondial en raison de l'utilisation de matériaux et d'énergie, de la combustion directe de combustibles fossiles et de l'utilisation d'électricité produite à partir de combustibles fossiles.

Nous pouvons effectuer une *analyse de cycle de vie* (ACV) complète d'un bâtiment pour calculer la production typique d'émissions de gaz à effet de serre et les réductions potentielles typiques de ces émissions liées à des bâtiments. L'ACV est une « compilation et évaluation des entrants et des sortants, ainsi que des impacts potentiels environnementaux d'un système de produits au cours de son cycle de vie »<sup>19</sup>. Dans une perspective de construction, l'ACV quantifie les répercussions environnementales des matériaux de construction, du fonctionnement du bâtiment et de sa démolition (c.-à-d. l'obtention d'un écobilan). À l'aide du Athena Environmental Impact Estimator (estimateur d'impact environnemental d'Athena)<sup>20</sup> (un logiciel d'ACV), on peut déterminer que la contribution au changement climatique mondial associé à un immeuble inefficace conventionnel peut être réduite de plus de 70 % quand on minimise tant les effets dus à l'emploi des matériaux que ceux qui sont applicables à l'utilisation de l'énergie en réalisant une ACV<sup>21</sup>.

Le plus important facteur lié à un bâtiment qui a une incidence sur les effets du changement climatique mondial est l'utilisation de l'énergie à des fins de chauffage et de refroidissement. En plus d'utiliser moins de matériaux et moins d'énergie, il arrive souvent que les bâtiments écologiques incorporent de l'énergie propre, comme les photovoltaïques ou l'énergie éolienne. Ces efforts permettent de réduire



#### Technopole Angus Montréal

- Amélioration de l'enveloppe
- Réutilisation / recyclage du bâtiment existant
- Accent mis sur la facilité de déconstruction
- Fenêtres mobiles

considérablement les contributions des bâtiments écologiques au changement climatique mondial.

#### **4.4 Avantages économiques**

D'importants avantages économiques sont associés aux bâtiments écologiques. Ces avantages sont complexes et d'une grande portée, c'est pourquoi nous consacrons la section 5 à cette seule question.

### **5. L'ÉCONOMIE DES BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES**

Presque par définition, une analyse de rentabilité pour les bâtiments écologiques porte sur les aspects économiques. Quelle que soit l'importance des avantages pour l'environnement et pour les occupants qu'offrent les bâtiments écologiques, ils doivent s'accompagner des avantages économiques bien réels qui constituent l'essence des décisions opérationnelles. Alors que certains aspects de l'analyse de rentabilité sont facilement quantifiables et sont par conséquent assez simples – des économies dans les coûts de fonctionnement découlant de la conservation d'énergie, par exemple – d'autres aspects sont beaucoup plus difficiles à définir en termes économiques précis – les gains de productivité en constituent un bon exemple. De plus, il y a l'épineux problème de perspective de l'analyse, c'est-à-dire qui paie par opposition à qui gagne. Dans la présente section, nous étudions toutes ces questions, en commençant par les éléments plus simples comme les dépenses en immobilisations et les coûts de fonctionnement directs, puis nous passons aux éléments moins évidents.

Les considérations économiques relatives aux bâtiments écologiques peuvent être réparties dans les catégories suivantes :

1. dépenses en immobilisations directes : coûts associés à la conception et à la construction originales du bâtiment;
2. coûts de fonctionnement directs : coûts totaux liés au fonctionnement du bâtiment, y compris l'utilisation d'énergie, l'utilisation d'eau, l'entretien, l'élimination des déchets, les assurances, les taxes, etc. au cours de l'existence de l'immeuble ou pendant l'horizon prévisionnel précis de l'étude;
3. calcul des coûts durant le cycle de vie : la méthode qui consiste à combiner les dépenses en immobilisations et les coûts de fonctionnement pour déterminer l'effet économique net d'un investissement;
4. effets sur la productivité : valeur monétaire liée aux changements dans la productivité des occupants par rapport à la situation dans un bâtiment typique ou conventionnel (seulement pour les bâtiments où l'on peut associer la productivité à une valeur monétaire);
5. valeurs des propriétés et taux d'occupation : un facteur clé pour les promoteurs qui spéculent et qui ne peuvent pas nécessairement déterminer directement le coût de fonctionnement et les économies en matière de productivité;
6. autres avantages indirects ou intangibles comme une augmentation des ventes au détail et une réduction des risques;
7. incidences économiques externes ou de troisième niveau, comme une dépendance

réduite à l'égard de l'infrastructure (égouts, rues, etc.), une réduction des émissions de gaz à effet de serre, une réduction des dépenses de santé, etc., que l'investisseur du secteur privé ne peut facilement évaluer.

Les dépenses en immobilisations et les coûts de fonctionnement sont relativement faciles à mesurer, puisque les données requises sont aisément quantifiables et faciles à obtenir. Les effets liés à la productivité sont difficiles à quantifier, mais il est important d'en tenir compte en raison de leur impact potentiel. D'autres effets indirects et externes peuvent avoir une grande portée et, de plus, ils sont difficiles à quantifier. Dans les sous-sections présentées ci-après, nous traitons de chacune de ces questions.

Dans tout ce chapitre, la nature des décisions opérationnelles pour un projet donné constitue un thème récurrent, tout comme la perspective de l'analyse. Par exemple, l'analyse de rentabilité semblera fort différente pour un propriétaire ou un promoteur qui sera aussi l'occupant du bâtiment, comparativement à un promoteur qui fait de la spéculation et qui compte soit vendre, soit louer l'espace. La perspective de l'analyse est d'une importance cruciale quand nous prenons en compte des coûts et des avantages sociaux plus généraux par opposition à ceux qui reviennent directement à l'investisseur. Une question clé est la mesure dans laquelle les effets sociaux plus généraux peuvent, par l'intermédiaire des taxes et des subventions, se traduire en éléments légitimes d'une analyse de rentabilité du secteur privé.

Dans la présente section, nous nous basons beaucoup sur des études de cas et sur d'autres analyses pour donner le plus de consistance possible à l'analyse. Dans l'ensemble, les études sont d'origine américaine, comme nous l'avons expliqué dans l'introduction. Toutefois, nous considérons, qu'en général, elles s'appliquent au Canada, avec quelques exceptions, comme cela est mentionné dans les sous-sections pertinentes.

## **5.1 Dépenses en immobilisations directes**

Les dépenses en immobilisations comprennent l'argent requis pour la conception et la construction des bâtiments ou des éléments de construction, y compris les intérêts intercalaires. Les partenaires de l'industrie de la construction croient généralement que les dépenses en immobilisations pour les bâtiments écologiques sont considérablement plus élevées que dans le cas des bâtiments conventionnels. Inversement, de nombreuses personnes oeuvrant dans le secteur des bâtiments écologiques croient, qu'en général, les bâtiments écologiques sont moins coûteux ou ne sont pas plus coûteux que les bâtiments conventionnels. Dans l'industrie des bâtiments écologiques, le postulat est que les économies attribuables à l'élimination de systèmes inutiles, ou à la réduction de la taille des systèmes parce qu'ils sont mieux conçus, annulent les coûts supérieurs résultant de la mise en application de systèmes plus évolués.

Plusieurs études se sont concentrées sur les dépenses en immobilisations pour les bâtiments écologiques. Le consensus général de ces études est que la conception et la construction des bâtiments écologiques coûtent environ 2 % de plus. Plusieurs études américaines importantes sont résumées ci-dessous :

**Cost of Green : A Comprehensive Cost Database and Budgeting Methodology**

[Base de données complète sur le coût des bâtiments écologiques et méthodologie d'établissement de budget]<sup>22</sup> –

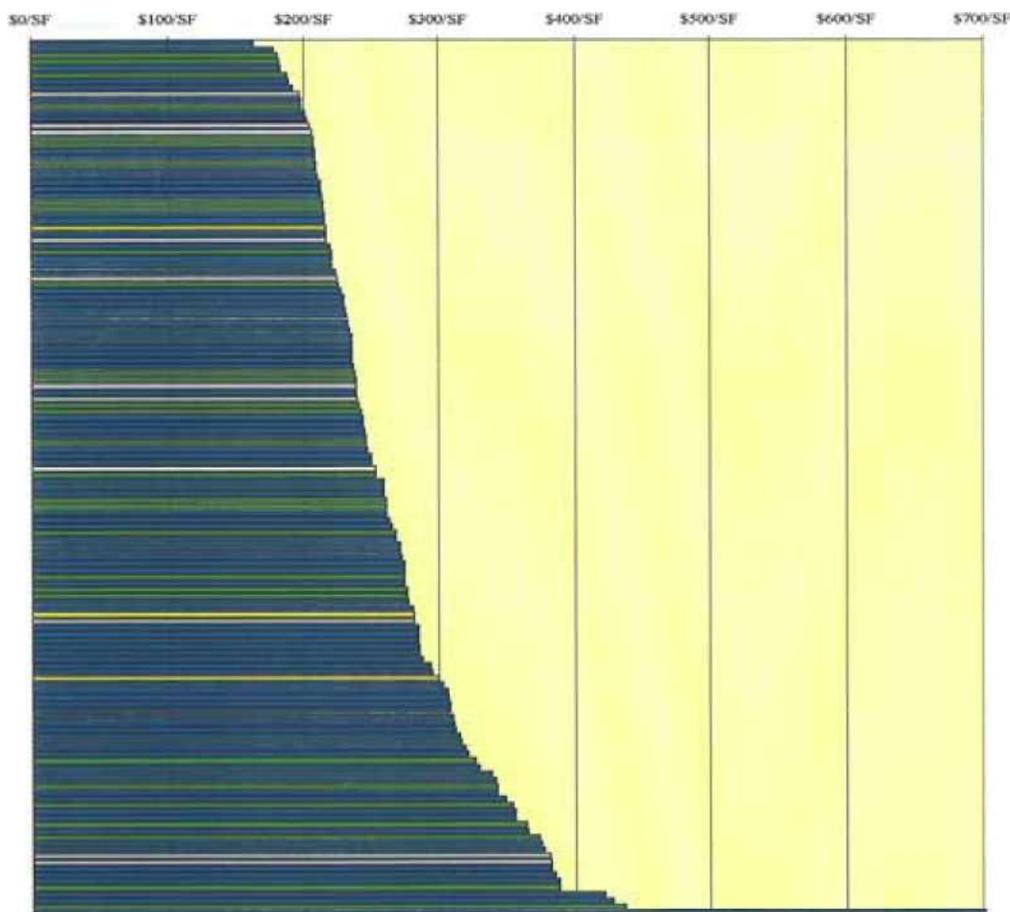
Davis Langdon, juillet 2004 : Cette étude a été réalisée par une société

d'experts-conseils en estimation de coûts, et elle portait sur 138 immeubles réels (laboratoires, bâtiments utilisés pour l'enseignement ou bibliothèques) partout aux États-Unis. Quarante-cinq de ces bâtiments cherchaient à obtenir une certification LEED et étaient considérés écologiques, les 93 autres bâtiments étaient définis comme étant conventionnels.

Les auteurs concluent qu'il « n'y avait pas de différence statistiquement significative entre l'ensemble des bâtiments certifiés LEED et celui des bâtiments qui ne sont pas certifiés LEED » [TRADUCTION]. Toutefois, ils font aussi remarquer que les coûts de construction variaient considérablement tant dans la catégorie des bâtiments écologiques que dans celle des bâtiments non écologiques. Ils concluent que l'utilisation d'une analyse du coût moyen pour comparer le coût des bâtiments écologiques à celui des bâtiments conventionnels ne permet pas d'obtenir de données valables. Toutefois, dans une analyse des budgets initiaux, les auteurs ont pu déterminer que « le coût du pied carré pour les bâtiments qui cherchent à obtenir une certification LEED est compris dans la gamme existante des coûts pour la construction de bâtiments réalisés dans le cadre de types de programmes semblables et que la conception de nombreux projets peut permettre de réaliser des bâtiments durables sans dépasser leur budget initial, ou avec un financement supplémentaire minimale » [TRADUCTION]. La figure 5, ci-dessous, présente un histogramme des coûts de construction pour tous les bâtiments.



**Coût/pied carré brut pour tous les bâtiments**



SF = pi<sup>2</sup>

Figure 5 : Étude de Langdon : Coûts pour tous les bâtiments

**The Costs and Financial Benefits of Green Buildings** [Les coûts et avantages financiers des bâtiments écologiques], Greg Kats, octobre 2003<sup>23</sup>: Cette étude a été réalisée pour la Sustainable Building Task Force (Commission d'étude sur le bâtiment durable) de la Californie et est composée d'une analyse documentaire complète et d'une analyse de 33 bâtiments écologiques réels dans tous les États-Unis, y compris une comparaison du coût réel de construction avec une estimation des coûts basée sur un bâtiment non écologique conçu de façon semblable. Ces conceptions comparatives ont été réalisées spécialement pour les bâtiments auxquels chacun des bâtiments écologiques est comparé et les auteurs croient qu'elles constituent des représentations exactes à des fins de comparaison. Les bâtiments écologiques comprenaient 8 bâtiments certifiés LEED, 18 bâtiments certifiés LEED Argent, 6 bâtiments certifiés LEED Or et 1 bâtiment certifié LEED Platine.

Les auteurs concluent que la surcharge pour la majorité des bâtiments écologiques est d'environ 2 %. La figure 6 présente un résumé des conséquences financières pour la construction de bâtiments écologiques pour les divers niveaux de construction écologique inclus dans cette étude. L'étude présente aussi des commentaires sur les conséquences financières indirectes, qui sont présentées dans d'autres sections du présent rapport.



Figure 6 : Étude de Kats : Augmentation des dépenses en immobilisations pour les bâtiments écologiques

**Building For Sustainability** [Construire pour la durabilité] : Cette étude réalisée en octobre 2002 pour le Los Altos Project (Projet Los Altos) de la David and Lucille Packard Foundation, portait sur six scénarios de contenus écologiques différents pour un nouvel immeuble de bureaux de 90 000 pi<sup>2</sup> (8 360 m<sup>2</sup>). Les scénarios, élaborés dans le cadre d'un exercice de conception intégrée auquel ont participé une équipe de concepteurs et des spécialistes qualifiés et sérieux comprenaient un bâtiment conventionnel, un bâtiment certifié LEED, un bâtiment certifié LEED Argent, un bâtiment certifié LEED Or, un bâtiment certifié LEED Platine et un (bâtiment autonome) (Living Building) (un bâtiment autonome est défini dans l'étude comme étant un bâtiment qui n'a aucun fardeau environnemental net pendant son cycle de vie).

L'étude a conclu que les augmentations des dépenses en immobilisations variaient, selon les divers niveaux de contenu écologique, (dans l'ordre) de 0,9, 13, 16, 21 et 29 %.

Dans un contexte canadien, cette étude présente un certain nombre de faiblesses. Premièrement, elle est basée sur un bâtiment situé en Californie, le climat ne correspond donc pas au climat typique du Canada. Deuxièmement, les données sur les coûts supposent aussi des conditions de conception de la Californie, qui diffèrent des conditions canadiennes. Troisièmement, le type de bâtiment et les scénarios de construction sont limités et ne reflètent pas une gamme étendue typique d'activités de construction. Quatrièmement, les données ne sont pas basées sur des bâtiments réels. Pour obtenir les certifications LEED, les projets de construction se concentrent typiquement sur des aspects du programme LEED qui conviennent aux caractéristiques uniques du bâtiment et de l'emplacement, il est donc difficile d'effectuer une analyse exacte d'un bâtiment théorique. Compte tenu des faiblesses qui viennent d'être mentionnées, nous croyons que cette étude pourrait ne pas

s'appliquer autant, dans le contexte canadien, que d'autres études présentées dans ce rapport.

**GSA LEED Cost Study** [Étude du coût des bâtiments certifiés LEED réalisée sous la GSA], Steven Winters Associates, octobre 2004 : Cette étude a été réalisée pour la General Services Administration (GSA-Administration générale des services) des États-Unis. La méthode utilisée pour réaliser l'enquête comprenait une comparaison de prototypes d'un bâtiment de type courant qui ont été modifiés pour représenter différentes évaluations LEED. L'étude n'a pas utilisé de coûts de construction réels. Douze scénarios d'évaluation LEED (six pour chaque type d'évaluation) ont été élaborés. Voici comment les scénarios ont été définis :

- Nouveau Palais de justice : Deux estimations ont été élaborées aux niveaux conventionnel, certifié LEED, LEED Argent et LEED Or. Pour chaque niveau, on a élaboré un scénario « à faible coût » et un scénario « à coût élevé ».
- Modernisation d'un immeuble de bureaux : De la même façon, deux estimations ont été élaborées aux niveaux conventionnel, certifié LEED, LEED Argent et LEED Or. Pour chaque niveau, une estimation supposait une rénovation minimale de la façade (remplacement des fenêtres et réparations mineures) et l'autre supposait un remplacement complet de la façade.

Les auteurs concluent que l'on peut obtenir des bâtiments écologiques aux niveaux LEED Argent (ou occasionnellement, Or) pour une augmentation de coût de moins de 2,5 %. De plus, quand on examine les données présentées dans le rapport, on peut émettre l'hypothèse que les coûts de construction de nouveaux bâtiments écologiques pourraient être compris entre une réduction de 0,4 % et une augmentation de 8,1 %, selon le niveau LEED atteint et que dans les cas de rénovations majeures, l'augmentation des coûts pour obtenir les diverses cotes écologiques est comprise entre 1,4 % et 7,8 %. Sans exception, plus le niveau LEED obtenu est élevé, plus le coût est élevé.

Dans un contexte canadien, cette étude présente aussi un certain nombre de points faibles. Premièrement, elle est basée sur un bâtiment théorique dans le Sud des États-Unis (une région où le climat diffère beaucoup de celui du Canada). Deuxièmement, les types de bâtiments et les scénarios de construction sont limités et ne reflètent pas une gamme étendue typique d'activités de construction<sup>26</sup>. Troisièmement, les données ne sont pas basées sur des bâtiments réels (voir l'explication dans l'étude de Los Altos présentée plus haut). Compte tenu des faiblesses qui viennent d'être mentionnées, nous croyons que cette étude pourrait ne pas s'appliquer autant, dans le contexte canadien, que d'autres études présentées dans ce rapport.

Résumé : On peut réaliser des bâtiments écologiques à l'aide d'un certain nombre de méthodes différentes et à des niveaux de contenu écologique différents. En général, plus un bâtiment est écologique, plus les dépenses en immobilisations seront élevées. Toutefois, des types de bâtiments et des emplacements différents offrent diverses possibilités pour réaliser les

principes écologiques. Les coûts associés à l'application des principes écologiques diffèrent donc d'un bâtiment à l'autre. Par conséquent, les coûts associés aux bâtiments écologiques peuvent varier. Néanmoins, les études analysées plus haut montrent que l'incorporation de principes écologiques typiques dans des projets de construction entraîne une augmentation des dépenses en immobilisations comprise entre 0 et 30 %, la majorité des études montrant des augmentations de coûts inférieures à 8 %. De plus, dans de nombreux cas, on peut réaliser des bâtiments écologiques pour des augmentations des dépenses en immobilisations de 2 % ou moins. Peu de données permettent de dire que les projets de construction écologique coûtent moins cher que les projets de construction conventionnels.

## **5.2 Coûts de fonctionnement directs**

Les coûts de fonctionnement directs comprennent toutes les dépenses encourues pour faire fonctionner un bâtiment et en assurer l'entretien pendant toute sa vie. Les coûts évidents sont ceux associés au chauffage et au refroidissement, aux travaux de peinture, à la réparation et au remplacement de la toiture et aux autres activités d'entretien courantes. Toutefois, cette catégorie de coûts comprend aussi des coûts moins évidents comme les taxes foncières, les assurances et les coûts de réaménagement de l'espace et des services afin d'adapter les lieux pour les nouveaux occupants (c'est ce que l'on appelle le 'roulement'). Sont exclus les coûts des rénovations majeures, des réfections cycliques et la valeur résiduelle ou les frais de démolition qui sont considérés des placements directs en capital.

### **5.2.1 Coûts d'assurances**

Un bon nombre des avantages tangibles des bâtiments écologiques réduisent divers risques, ce qui devrait se refléter dans les ?? d'assurances. Les bâtiments écologiques ont aussi tendance à être plus sains pour les occupants, facteur qui devrait faire sentir ses effets dans les primes d'assurance-santé. La nature autonome des bâtiments écologiques (lumière naturelle, électricité hors réseau, eau obtenue sur place) devrait réduire une gamme étendue de responsabilités et les emplacements mêmes des sites devraient réduire les risques de pertes matérielles attribuables aux catastrophes naturelles. Finalement, la conception intégrée d'un bâtiment peut réduire le risque d'utiliser des systèmes ou des matériaux inappropriés, ce qui peut avoir une incidence sur d'autres risques assurables. Le tableau 1 ci-dessous présente divers risques qui sont réduits dans les bâtiments écologiques.

	Domage causé par le feu ou par le vent	Domage causé par la glace ou par feu	Pannes de courant	Responsabilité professionnelle	Santé et sécurité (Éclairage)	Santé et sécurité (à l'intérieur)
Mise en service du bâtiment						
Lumière naturelle						
Service en fonction de la demande						
Réseaux de gaines efficaces						
Fenêtres à haut rendement énergétique						
Vérification de la consommation d'énergie et diagnostic énergétique						
Ventilation avec récupération de chaleur						
Canalisations d'eau isolées						
Signaux de sortie à diodes électroluminescentes					<b>1</b>	
Ventilation naturelle						
Feuils anti-rayonnement						
Refroidissement hydronique par rayonnement						
Conceptions résistant au radon						
Réduction des polluants à l'intérieur des locaux						
Isolation du toit ou du grenier	<b>1</b>					

Tableau 1 : Réduction des risques dans les bâtiments écologiques<sup>27</sup>

Certaines compagnies d'assurances offrent des réductions de prime pour des éléments que l'on trouve souvent dans les bâtiments écologiques, comme dans le cas de la mise en service du bâtiment ou lorsqu'on a moins recours à des installations de chauffage qui utilisent des combustibles fossiles<sup>28</sup> (menace réduite d'incendie), et l'on pourrait s'attendre à ce que d'autres réductions de prime se généralisent quand l'on se rendra pleinement compte de la gamme étendue d'avantages offerts par les bâtiments écologiques.

### 5.2.2 Taux de roulement

Le taux de roulement est défini comme étant la fréquence à laquelle les occupants d'un bâtiment déménagent, soit à l'intérieur du bâtiment, soit en quittant ce dernier, y compris les personnes qui déménagent sans quitter une entreprise, et celles qui démissionnent et sont remplacées. Les bâtiments écologiques peuvent avoir une incidence sur les coûts liés au taux de roulement de deux façons :

- les bâtiments écologiques peuvent entraîner une baisse

véritable du taux de roulement en raison de la satisfaction et du confort accrus des occupants (voir la sous-section 4.1),

- les bâtiments écologiques incorporent souvent des éléments, comme des planchers surélevés et des cloisons démontables, qui réduisent les coûts liés au roulement des locataires. Par exemple, dans les systèmes de plancher surélevé on se sert des espaces sous le plancher pour installer les câbles des réseaux de télécommunications, le câblage électrique et la ventilation et il est généralement plus facile et moins coûteux de déplacer des éléments particuliers (comme des prises de courant ou des ports d'accès) dans les bâtiments où l'on trouve des systèmes de plancher surélevé. Les systèmes de plancher surélevé peuvent réduire les coûts associés au roulement de  $0,40 \text{ \$/pi}^2/\text{an}^{29}$  ( $4,41 \text{ \$/m}^2/\text{an}$ ).

### 5.3 Calcul des coûts durant le cycle de vie

Le calcul des coûts durant le cycle de vie est la méthode employée pour évaluer les résultats économiques des investissements additionnels qui pourraient être requis pour les bâtiments écologiques. Ce calcul est basé sur l'actualisation de tous les coûts et avantages futurs en dollars d'une année de base précise que l'on désigne comme étant des dollars actualisés. Cela permet d'effectuer la quantification valable des coûts et des avantages et la comparaison de diverses possibilités basées sur la même mesure économique ou sur le même dollar de référence.

Le gain que représentent les coûts de fonctionnement réduits qui découlent généralement d'un investissement dans un bâtiment écologique peut être estimé quand on analyse tous les facteurs à l'aide d'une méthode de calcul, à long terme, des coûts durant le cycle de vie (de 20 à 50 ans). En fait, on peut soutenir que les décisions basées sur le coût durant le cycle de vie, ou, à tout le moins, sur une perspective à plus long terme, sont les principales raisons pour lesquelles un investisseur privé s'efforce d'obtenir un bâtiment écologique. Des études ont démontré que la valeur actualisée des économies réalisées durant le cycle de vie des bâtiments écologiques peut dépasser grandement les augmentations des dépenses en immobilisations.

Diverses mesures économiques, autres que la période de récupération simple, qui ne tient pas compte de la valeur de rendement de l'argent (taux d'intérêt ou d'actualisation), peuvent être employés pour le calcul des coûts durant le cycle de vie. Par exemple, la valeur actualisée nette (VAN) est définie comme étant la valeur actualisée des avantages moins la valeur actualisée de l'investissement initial pour une période donnée. Une VAN négative correspond à un investissement dont le coût n'a pas été récupéré et qui n'est donc pas rentable, alors qu'une VAN positive correspond à un investissement dont le coût a été récupéré et qui est rentable. La VAN est une représentation réaliste des effets sur le plan des coûts et elle tient compte des taux d'intérêt et de l'augmentation des prix.

Nous décrivons ci-dessous un certain nombre d'études mettant en évidence les coûts du cycle de vie des bâtiments écologiques :

- Dans l'étude de Greg Kats (voir la sous-section 5.1) on a calculé des économies actualisées sur 20 ans de  $5,79 \text{ \$/pi}^2$  ( $62,32 \text{ \$/m}^2$ ) pour l'énergie, de  $0,51 \text{ \$/pi}^2$  ( $5,49 \text{ \$/m}^2$ ) pour l'eau, de  $0,03 \text{ \$/pi}^2$  ( $0,32 \text{ \$/m}^2$ ) pour l'élimination des déchets et de  $8,47 \text{ \$/pi}^2$  ( $91,17 \text{ \$/m}^2$ ) pour la mise en service. L'augmentation de coûts pour rendre ces projets écologiques était de  $4 \text{ \$/pi}^2$  ( $43 \text{ \$/m}^2$ ), de sorte que la VAN était estimée à  $10,80 \text{ \$/pi}^2$  ( $116,25 \text{ \$/m}^2$ ). D'après les critères financiers du projet, le taux de rendement interne ajusté pour cet investissement serait d'environ 14 %, soit deux fois le taux d'actualisation du projet de 7 %. Selon ce scénario, un bâtiment de  $100\ 000 \text{ pi}^2$  ( $9\ 300 \text{ m}^2$ ) pourrait permettre de réaliser un avantage direct de plus d'un million de dollars sur une période de 20 ans si l'on incorpore des principes écologiques lors de sa construction. Il faut remarquer que la VAN est calculée sur 20 ans, ce qui est moins que l'existence d'un bâtiment typique. Si l'on tenait compte d'une période plus longue, les avantages, pendant le cycle de vie du bâtiment, de la construction d'un bâtiment écologique seraient encore plus grands.
- Dans l'étude de Los Altos (voir la sous-section 5.1) on a calculé des réductions de coûts sur 60 ans (avec des taux d'intérêt et d'inflation définis) comprises entre  $195 \text{ \$/pi}^2$  ( $2\ 100 \text{ \$/m}^2$ ) et  $470 \text{ \$/pi}^2$  ( $5\ 000 \text{ \$/m}^2$ ) pour les divers niveaux de contenu écologique. Comme nous l'avons déjà mentionné, nous pensons que cette étude pourrait ne pas constituer une représentation exacte des coûts au Canada.
- Dans une étude économique de 2002 sur la mise en application de mesures d'efficacité énergétique dans le parc de bâtiments nouveaux et existants de l'Union européenne, on a déterminé que l'on réaliserait des économies deux fois supérieures au coûts de mise en application des mesures d'efficacité énergétique au cours du cycle de vie des bâtiments<sup>30</sup>.

## 5.4 Gains de productivité et de coûts salariaux

Dans les immeubles commerciaux et les immeubles de séjour permanent, les coûts salariaux éclipsent de beaucoup tous les autres coûts, y compris ceux liés à la conception, à la construction et au fonctionnement d'un bâtiment<sup>31</sup>, comme la figure 7 le montre. Les données présentées dans la figure 7 peuvent être transformées pour montrer qu'une augmentation de 1 % de la productivité des travailleurs équivaut à environ 2 \$/pi<sup>2</sup>/an (21,50 \$/m<sup>2</sup>/an) (une augmentation de productivité de 1 % équivaut à environ 5 minutes par jour).

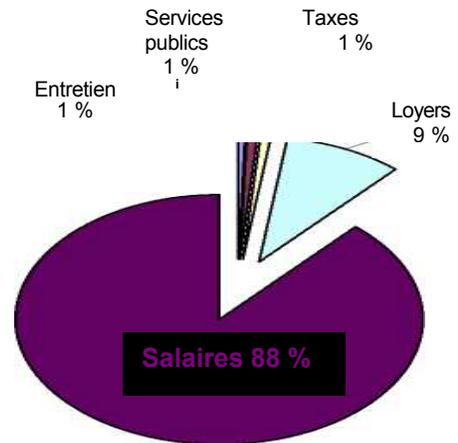


Figure 7 : Frais commerciaux annuels

Il semble donc évident que tous les gains de productivité attribuables à un bâtiment écologique devraient être inclus dans l'analyse du cycle de vie, particulièrement dans le cas d'un bâtiment occupé par son propriétaire. Toutefois, cela semble être l'exception plutôt que la règle pour un certain nombre de raisons, dont la moindre n'est pas la difficulté d'attribuer à la bonne cause des gains tels qu'une réduction de l'absentéisme et du taux de roulement du personnel.

Dans le cas de bâtiments destinés à la spéculation ou de bâtiments loués, il est plus difficile d'attribuer une valeur marchande aux gains de productivité des occupants et de prendre ces gains en considération, de la façon appropriée, dans l'analyse de rentabilité au point de prise de décision. Néanmoins, il existe suffisamment de données qui quantifient ces effets pour justifier qu'on en tienne compte d'une certaine façon. Bien que le propriétaire du bâtiment loué ne bénéficie pas directement des avantages financiers d'une productivité accrue de l'utilisateur du bâtiment, il peut obtenir des avantages indirects s'il peut transmettre à l'utilisateur un message convainquant démontrant l'existence d'avantages importants; cela permettra d'augmenter les frais de location et de faire croître les taux d'occupation (voir la sous-section 5.5). Pour la majorité des bâtiments commerciaux, même une estimation prudente de la réduction éventuelle des coûts salariaux et des gains de productivité jouera un rôle important dans tout calcul, comme le montrent les études de cas suivantes.

- Dans une étude détaillée<sup>32</sup> portant sur la productivité des employés de bureau réalisée en Californie en 2003, on en est parvenu aux conclusions suivantes :
  - a) L'étude a permis de constater qu'une augmentation des niveaux d'éclairage naturel de 1 à 20 candélas-pieds a entraîné une amélioration de 13 % de la productivité.

- b) Les niveaux de lumière naturelle n'ont pas eu d'incidence sur la mémoire à long terme.
  - c) On a trouvé qu'une vue sur l'extérieur étendue et plaisante était toujours associée à un meilleur rendement des employés de bureau. On a constaté que les employés de bureau avaient des résultats de 10 à 25 % supérieurs lors de tests portant sur les fonctions mentales et sur le rappel de mémoire quand ils avaient la meilleure vue possible sur l'extérieur par opposition à ceux qui ne pouvaient voir à l'extérieur.
  - d) L'éblouissement attribuable aux fenêtres diminuait le rendement de 15 à 21 %.
  - e) Une ventilation accrue était associée à des améliorations du rendement de 4 à 17 %.
  - f) On a constaté que les conditions liées au confort physique avaient une incidence de jusqu'à 20 % (plus ou moins, comparativement à la norme) sur le rendement des travailleurs, observation ayant un niveau de signification statistique élevé.
- Une étude<sup>33</sup> effectuée par le Lawrence Berkeley National Laboratory a permis de conclure que les améliorations dans l'environnement intérieur que l'on rencontre couramment dans les bâtiments écologiques pourraient réduire les coûts liés aux soins de santé et les pertes de travail de la façon suivante :
    - a) réduction des maladies respiratoires transmissibles, de 9 à 20 %
    - b) réduction des allergies et de l'asthme, de 18 à 25 %
    - c) réduction des effets sur la santé et des malaises non spécifiques, de 20 à 50 %
  - Le Center for Building Performance (Centre pour le rendement des bâtiments) de la Carnegie Mellon University aux États-Unis a constitué une base de données d'études qui s'appliquent aux caractéristiques techniques des bâtiments, comme l'éclairage ou la ventilation, et aux liens qui existent entre ces caractéristiques et les réactions des locataires, comme la productivité. Kats a utilisé ces données dans sa publication intitulée « *The Cost and Financial Benefits of Green Buildings* » (voir la sous-section 5.1) pour produire des résumés d'études publiées. Ces résumés comprenaient les études suivantes :
    - a) On a trouvé 13 études qui se concentraient sur le lien entre la productivité individuelle et un contrôle accru de la ventilation. Les études ont conclu qu'il y avait des augmentations de productivité comprises entre 0,48 et 11 %, la majorité des résultats des études se groupant autour de 1 %, avec une moyenne de 1,8 %.

- b) On a trouvé sept études qui se concentraient sur le lien entre la productivité individuelle et un contrôle accru de la température. Les études ont permis de déterminer qu'il y avait des augmentations de productivité comprises entre 0,2 et 3 %, avec une moyenne de 1,2 %.
- c) On a trouvé huit études qui se concentraient sur le lien entre la productivité individuelle et un contrôle accru de l'éclairage. Les études ont permis de conclure qu'il y avait des augmentations de productivité comprises entre 3 et 15 %, avec une moyenne de 7,1 %.
- En se fondant sur un large éventail d'études, on a estimé que les travailleurs en mesure de régler les conditions thermiques pouvaient accroître leur rendement de 7 % pour les travaux de bureau, de 2,7 % pour les tâches faisant appel à la pensée logique, de 3 % pour le travail manuel qualifié et de 8,6 % pour le travail manuel très rapide<sup>34</sup>.
- Une étude sur l'absentéisme<sup>35</sup> portant sur 3 720 employés dans l'Est des États-Unis a permis de conclure que l'absentéisme était de 35 % moins élevé dans les bureaux avec des taux de ventilation plus élevés, une caractéristique courante des bâtiments écologiques.
- En plus des études mentionnées plus haut, un certain nombre d'études de cas présentent des exemples de productivité accrue dans les bâtiments écologiques, comme on peut le voir ci-dessous :
  - a) Dans un bureau de poste de Reno au Nevada, on a obtenu une augmentation de productivité de 6 % suite à une réhabilitation écologique<sup>36</sup>.
  - b) Une réhabilitation pour installer un éclairage efficient de type *High-Benefit Lighting*® au Federal Building and Courthouse (Immeuble et Palais de justice fédéral) de San Diego a entraîné des augmentations de productivité de 3 et de 25 % dans l'espace occupé par l'immeuble à bureaux et par le Palais de justice<sup>37</sup>.
  - c) Une réhabilitation de l'éclairage à la Pennsylvania Power and Light a entraîné des augmentations de productivité de 13 % et une réduction des congés de maladie de 25 % dans les bureaux des ingénieurs chargés de réaliser les dessins techniques<sup>38</sup>.



- Système solaire passif
- Enveloppe à haute efficacité
- Matériaux à faible émission de COV
- Refroidissement par eaux souterraines

- d) Le siège social de la West Bend Mutual Insurance Company a incorporé de la lumière naturelle, une utilisation réduite d'énergie et des commandes par les occupants dans l'espace de travail personnel. Ce bâtiment fait l'objet d'une étude rigoureuse réalisée par le Rensselaer Polytechnic Institute, dans laquelle on a conclu que le nouveau bâtiment a entraîné une augmentation de productivité d'environ 16 %<sup>39</sup>.
- e) La banque ING en Suisse a constaté que l'absentéisme parmi ses employés a diminué de 15 % dans un bâtiment écologique comparativement à la situation dans un bâtiment existant plus ancien<sup>40</sup>.

En plus des cas mentionnés plus haut, plusieurs études importantes et d'une envergure raisonnable portant sur l'effet de la lumière naturelle dans les écoles ont été réalisées. Nous présentons un résumé des constatations ci-dessous. Bien que ces études ne soient pas purement économiques, elles montrent comment on peut quantifier certains des avantages d'un bâtiment écologique. Elles font aussi ressortir la possibilité d'un lien entre la performance d'élèves et celle de « travailleurs du savoir », dont les tâches comprennent la compréhension de la lecture, la synthèse de l'information, l'écriture, le calcul et les communications<sup>41</sup>.

- Une étude américaine<sup>42</sup> réalisée en 2003 et portant sur le rendement des élèves et l'environnement intérieur a permis de conclure que :
  - > De bonnes vues sur l'extérieur favorisent l'apprentissage
  - > La pénétration directe du soleil et l'éblouissement ont une incidence négative sur l'apprentissage
  - > L'environnement acoustique est important pour apprendre
  - > Il existe une corrélation entre, d'une part, la ventilation et la qualité de l'air intérieur inadéquate et, d'autre part, une performance moins élevée des élèves
- Dans une étude américaine de 1999, on a analysé les résultats normalisés de tests subis par plus de 25 000 élèves aux États-Unis et on a trouvé que les élèves dont les classes recevaient le plus de lumière naturelle progressaient 20 % plus rapidement pour les examens de mathématique et avaient des résultats supérieurs de 26 % pour les examens de lecture par rapport à ceux qui avaient le moins de lumière naturelle<sup>43</sup>.
- Dans une étude réalisée en Caroline du Nord<sup>44</sup> on a comparé les résultats de tests normalisés subis dans trois écoles éclairées par la lumière naturelle aux résultats des tests réalisés dans des écoles typiques comparables de cet État et on a constaté une amélioration moyenne de 5 % des résultats dans les classes éclairées par la lumière naturelle.
- Dans une étude albertaine d'une durée de deux ans<sup>45</sup> portant sur l'éclairage en

spectre continu on a conclu que :

- > La lumière naturelle a eu une incidence sur la santé des élèves : les élèves dans les classes éclairées par la lumière naturelle fréquentaient l'école de 3,2 à 3,8 jours de plus par année.
- > Les bibliothèques éclairées par la lumière naturelle étaient plus silencieuses.
- > Au cours d'une période de deux ans, les élèves dans les classes éclairées par la lumière naturelle avaient neuf fois moins de caries dentaires et ils avaient grandi, en moyenne, de 2,1 cm de plus que les élèves dans les classes qui ne sont pas éclairées par la lumière naturelle. Les auteurs concluent que cette situation est attribuable au supplément de vitamine D produite par l'éclairage en spectre continu.

Résumé : Pour un certain nombre de raisons, il est difficile de récapituler les études précédentes en un seul chiffre :

- Dans un bon nombre des études on se concentrait sur des comparaisons de productivité entre des environnements intérieurs extraordinairement peu favorables et ceux que l'on retrouve dans des bâtiments écologiques. Vraisemblablement, ces études ne reflètent pas les augmentations de productivité que l'on observerait entre des bâtiments typiques et des bâtiments écologiques. En fait, elles reflètent le scénario le plus favorable pour des gains de productivité.
- Un bon nombre des études existantes étaient basées sur des échantillons relativement petits et n'étaient pas reproduits pour confirmer les résultats ou pour en faire la démonstration.
- Dans un bon nombre des études on se concentrait sur des aspects particuliers des environnements intérieurs, comme la lumière naturelle ou le contrôle de la ventilation. On ne peut établir clairement comment les résultats de ces études auraient une incidence sur les résultats d'autres aspects des bâtiments écologiques (que se produit-il quand on combine plusieurs caractéristiques des bâtiments écologiques?)
- On a tendance à ne publier les études de cas que lorsque les résultats sont fortement positifs, et on présente rarement les méthodes qui ont permis d'obtenir ces résultats (statistiques douteuses).

Néanmoins, il y a certainement des indices qui montrent que la productivité des occupants est supérieure et que les coûts salariaux sont réduits dans des bâtiments écologiques comparativement à la situation dans des bâtiments conventionnels. L'importance de cet écart n'est pas évidente, mais il serait raisonnable de supposer un gain de productivité compris entre 2 et 10 % quand on passe d'un bâtiment moyen à un bâtiment écologique qui incorpore un éclairage naturel de qualité, une ventilation exceptionnelle et, peut-être, des dispositifs commandés par les utilisateurs. Pour la majorité des immeubles à bureaux, un gain de seulement 2 % fait plus que compenser

pour tous les coûts additionnels associés à la conception et à la construction d'un bâtiment écologique.

## 5.5 Valeurs des propriétés et taux d'occupation

Peu d'études exhaustives et fiables ont été réalisées sur les liens entre la valeur des propriétés et les bâtiments écologiques. Mais cela constitue un autre aspect qui devrait être quantifié puis inclus dans les calculs économiques. C'est un élément qui devrait être particulièrement pertinent pour les promoteurs qui font de la spéculation et qui comptent soit vendre, soit louer un nouveau bâtiment, bien que cet élément puisse aussi avoir une incidence sur le processus décisionnel en général; même les promoteurs qui comptent occuper un bâtiment s'intéresseront à la valeur marchande de l'élément d'actif.

Comme nous le précisons plus loin, de nombreux facteurs entraîneront ou pourraient entraîner une augmentation de la valeur des bâtiments écologiques. Malheureusement, il se peut que l'industrie de l'immobilier ne comprenne pas pleinement les avantages des bâtiments écologiques (voir la sous-section 3.2.1), ou encore que les membres de cette industrie ne fassent pas connaître les avantages d'un bâtiment écologique aux acheteurs éventuels. Dans un tel cas, il se peut que les avantages ne soient pas reflétés de façon appropriée dans les prix de vente ou dans les loyers.

- Une enquête américaine de grande envergure menée auprès de locataires d'immeubles à bureaux a permis de déterminer que ces derniers accordent beaucoup de valeur aux « caractéristiques intelligentes », comme le chauffage, la ventilation et la climatisation efficaces et des capteurs automatiques pour l'éclairage et que 72 % de ceux qui veulent obtenir une caractéristique intelligente accepteraient de payer un loyer plus élevé pour l'obtenir<sup>46</sup>.

- Au Canada, de nombreuses administrations publiques exigent que les nouveaux bâtiments dont ils seront propriétaires soient de construction écologique. Actuellement, le gouvernement fédéral du Canada, la ville de Calgary, la ville de Markham et la ville de Vancouver ont cette exigence et l'on croit que de nombreuses autres administrations publiques canadiennes songent à prendre la même décision. Le gouvernement du Canada étudie la possibilité d'exiger aussi que les immeubles qu'il loue soient de construction écologique. En raison du principe économique de l'offre et de la demande, on pourrait s'attendre à ce que la valeur des bâtiments écologiques augmente en raison de ces exigences. Inversement, la valeur des bâtiments conventionnels pourrait diminuer. Voici des exemples de projets de bâtiments récents pour



lesquels on exige une construction écologique :

- > La ville de Victoria a récemment lancé une demande de propositions pour réaménager des terrains contaminés situés sur la façade portuaire. La ville a exigé que tous les bâtiments construits sur le site soient certifiés LEED Argent. Toutefois, le promoteur qui a été choisi pour réaliser le projet a proposé que tous les bâtiments soient certifiés LEED Platine, et que tout le site soit neutre en carbone. Cela a constitué un aspect important pour lui permettre de décrocher le contrat et des pénalités en cas de non-respect de cette condition sont inscrites dans le contrat, ce qui montre que l'aspect écologique est important pour cette municipalité.
- > La Toronto Waterfront Revitalization Corporation (Société de revitalisation du secteur riverain de Toronto) a récemment annoncé qu'elle exigera que tous les nouveaux bâtiments soient certifiés LEED Or. La valeur totale des travaux qui seront réalisés sous l'égide de cette société est estimée à 1,7 milliard de dollars.
- Dans la mesure où les bâtiments écologiques entraînent une augmentation du revenu et une réduction des dépenses de fonctionnement, ils devraient être plus rentables que les bâtiments conventionnels. Les évaluateurs immobiliers qui comprennent les avantages des bâtiments écologiques traduiront vraisemblablement cette opinion dans les évaluations auxquelles ils procéderont. « Il se peut que les bâtiments ayant une cote écologique se voient accorder un taux de capitalisation supérieur à celui des bâtiments non écologiques. Même une amélioration de seulement 1/2 % du taux de capitalisation peut correspondre à une valeur considérablement plus élevée pour le bâtiment lors de sa vente ou de son refinancement »<sup>48</sup> [TRADUCTION].
- En raison de l'attention que leur accordent les médias et de la publicité, la demande pour les bâtiments écologiques augmente, ce qui devrait se refléter dans leur valeur.

Certaines données font aussi ressortir des ventes d'habitations et des taux d'occupation plus élevés<sup>49</sup> pour les bâtiments écologiques. Par exemple, le Vancouver Island Technology Park (Parc technologique de l'Île de Vancouver) (le premier bâtiment certifié LEED Or au Canada) était le projet de location qui a connu le plus de succès à Victoria, en dépit du fait que les espaces à louer pour ce projet soient devenus disponibles pendant une période où beaucoup de locaux étaient inoccupés<sup>50</sup>. On observe un exemple semblable de demandes accrues sur le marché américain<sup>51</sup>.

## 5.6 Autres avantages indirects ou intangibles

Dans cette sous-section nous traitons d'un certain nombre d'autres avantages des bâtiments écologiques dont les investisseurs peuvent tenir compte et qui devraient aussi entrer en ligne de compte dans l'étude des aspects économiques liés à la prise de décision. Il se peut qu'on ne puisse les quantifier aussi facilement et certains peuvent être intangibles mais,

néanmoins, ils ont une incidence sur la valeur des bâtiments écologiques et l'on devrait en tenir compte dans l'analyse de rentabilité.

### 5.6.1 Augmentation des ventes au détail

Selon certaines données, les bâtiments écologiques ou, à tout le moins, un éclairage naturel de bonne qualité, peuvent avoir un effet spectaculaire sur les ventes réalisées dans les immeubles commerciaux. Deux importantes études américaines se sont concentrées sur cet avantage :

- Une étude<sup>52</sup> portant sur 108 immeubles a été effectuée par le Heschong Mahone Group afin de déterminer les effets de l'éclairage par puits de lumière sur les ventes. Dans le cadre de cette étude, on a relevé les ventes brutes, pendant 18 mois, pour un échantillon de 108 immeubles commerciaux (chaîne de vente au détail avec des aménagements semblables). On trouvait des puits de lumière dans les deux tiers de ces immeubles. Il a été déterminé que les ventes augmentaient de 40 % dans les magasins disposant d'un éclairage naturel. Les auteurs ont aussi eu recours à l'analyse statistique pour déterminer l'influence d'autres facteurs, comme le nombre d'heures d'ouverture, l'emplacement et le revenu des clients, et ils ont conclu que ce sont les puits de lumière qui avaient le plus d'incidence sur les ventes.
- Une étude<sup>53</sup> réalisée en 2003 par le Heschong Mahone Group a tiré parti de l'étude réalisée auparavant en y incorporant des méthodes qui permettent de tenir compte d'un grand nombre de variables additionnelles et d'autres différences physiques. Cette étude portait sur un échantillon plus petit (73 magasins d'une seule chaîne) et incorporait une plus grande variation pour ce qui est du plan et de l'aménagement de base des magasins. De plus, on trouvait dans les magasins moins d'éclairage naturel latéral que dans ceux de l'étude précédente. Cette étude a permis de constater des augmentations des ventes comprises entre 0 et 6 % pour des conditions d'éclairage naturel moyennes, mais a réaffirmé une augmentation des ventes de 40 % pour certains magasins, où l'on trouve les conditions d'éclairage naturel les plus favorables (les plus longues heures d'éclairage naturel, de vastes espaces de stationnement).
- Une installation bancaire écologique dont la construction a été terminée récemment à Victoria a été à l'origine d'une augmentation de 400 % du nombre de sociétaires, par rapport à l'ancien emplacement. Dans un deuxième bâtiment semblable (qui appartient à la même société) à Vancouver, on a constaté une augmentation de 26 % du nombre de personnes qui sont devenues sociétaires suite à des recommandations de clients, par rapport à l'année précédente (dans un bâtiment non écologique). Selon le chef de la direction de la société, l'augmentation du nombre de sociétaires et de recommandations est attribuable au fait que « des employés heureux rendent les clients heureux, ce qui augmente les affaires et le moral

et diminue le nombre de jours de maladie. Des clients satisfaits sont des clients fidèles qui feront plus affaire avec nous et qui feront part de leur satisfaction à leurs amis et à leurs associés »<sup>54</sup> [TRADUCTION].

### 5.6.2 Amélioration de l'image

Quel que soit le résultat de l'analyse de rentabilité, le public perçoit généralement les bâtiments écologiques comme étant modernes, dynamiques et altruistes. Les sociétés associées à des bâtiments écologiques profiteront de ces perceptions grâce à la fierté, à la satisfaction et au bien-être des employés, ce qui, à son tour, pourrait se traduire par un roulement du personnel réduit et par un meilleur moral. D'autres avantages de cette image améliorée comprennent des avantages pour le recrutement des employés.



La construction ou l'occupation d'un bâtiment écologique, particulièrement si ce bâtiment a été conçu avec des caractéristiques écologiques très apparentes, comme des éoliennes ou des modules photovoltaïques, permet aux sociétés de démontrer clairement un engagement envers la durabilité. Le bâtiment peut être un « message symbolique pour les visiteurs, les fonctionnaires municipaux et le public. Les messages essentiels transmis par un bâtiment durable comprennent le progrès technologique, l'innovation des affaires et une préoccupation pour l'environnement »<sup>55</sup> [TRADUCTION]. Ces images peuvent être particulièrement convaincantes et elles peuvent constituer un facteur important dans la décision que prend une entreprise de continuer à occuper un bâtiment écologique.

### 5.6.3 Réduction des risques

L'occupation d'un bâtiment écologique peut réduire un certain nombre de risques, comme on le mentionne ci-dessous :

**Litiges lié à la qualité de l'air :** Selon l'Environmental Protection Agency (Agence pour la protection de l'environnement) des É.-U., la qualité de l'air à l'intérieur est l'un des cinq principaux dangers environnementaux pour la santé humaine de nos jours. Le « syndrome des bâtiments malsains » (SBM) est un problème courant qui se règle souvent devant les tribunaux<sup>56</sup>. Les propriétaires et les exploitants de bâtiments sont de plus en plus aux prises avec des actions en justice intentées par les locataires de bâtiments qui blâment ces derniers pour tous leurs problèmes de santé. La cause fondamentale du SBM est la conception et/ou la construction déficiente des bâtiments, particulièrement en ce qui a trait à l'enveloppe du bâtiment et aux installations techniques. Dans les bâtiments écologiques, on met l'accent sur de l'air non toxique mais aussi sur une qualité de l'air exceptionnelle, en plus de faire la promotion de cette qualité de l'air, et aucun bâtiment écologique en service ne devrait souffrir du SBM. On pourrait présenter une argumentation semblable à propos des problèmes liés aux moisissures qui, de nos jours, constituent aussi une matière

fréquente à procès.

**Mise à l'abri du vieillissement :** De par leur nature même, les bâtiments écologiques sont efficaces et sûrs, ils aident donc à s'assurer que le bâtiment ne sera pas en situation de désavantage concurrentiel dans l'avenir. Voici certains des avantages des bâtiments écologiques qui, dans une certaine mesure, permettent d'atténuer des risques pouvant se présenter dans le futur :

- La conservation de l'énergie protège contre les augmentations futures du prix de l'énergie.
- La conservation de l'eau protège contre les augmentations de la taxe d'eau.
- Les occupants des bâtiments écologiques sont généralement plus confortables et plus satisfaits, on peut donc s'attendre à ce qu'ils soient moins prompts à intenter des actions en justice dans un contexte plus général.
- Un effort documenté pour construire ou occuper un bâtiment écologique sain démontre un niveau de diligence raisonnable qui pourrait constituer une défense importante contre les changements dans la législation ou des poursuites futures, même pour des problèmes inconnus actuellement. Par exemple, on a dit que la décision de la Ford Motor Company d'installer une toiture verte de 454 000 pi<sup>2</sup> (140 000 m<sup>2</sup>) sur sa nouvelle usine de Dearborn, au Michigan, visait surtout à protéger la société contre des responsabilités futures en vertu de la *Water Pollution Act* (Loi sur la pollution de l'eau)<sup>57</sup>. Le président directeur général de Ford, M. William Clay Ford, a parlé de la modernisation qui a coûté 2 milliards de dollars en ces termes : « Ce n'est pas de la philanthropie environnementale, il s'agit d'activités commerciales rationnelles, qui, pour la première fois, établissent un équilibre entre les besoins opérationnels de la fabrication d'automobiles et les préoccupations écologiques et sociales »<sup>58</sup> [TRADUCTION].

**Autonomie :** Les bâtiments écologiques incorporent souvent la ventilation et la lumière naturelles, la génération interne d'énergie et l'obtention d'eau sur place, ce qui réduit leur dépendance par rapport aux réseaux externes et les rend moins vulnérables aux défaillances ou aux problèmes liés aux réseaux, comme les baisses de tension ou les pannes de courant, les pénuries d'eau ou l'eau contaminée. Cet élément devient plus important actuellement à cause du risque perçu de terrorisme.

## 5.7 Effets externes

Les effets externes comprennent les coûts ou les avantages d'un projet pour la société et dont on ne tient normalement pas compte dans un cadre décisionnel privé. La mesure dans laquelle on peut les intégrer dans une analyse de rentabilité dépend de la mesure dans laquelle on peut les faire passer des aspects externes aux aspects internes du grand livre. Cela constitue un facteur critique dans toute évaluation des coûts et des avantages des bâtiments écologiques. Par exemple, les coûts des toitures vertes sont pris en charge par

le promoteur ou par l'investisseur, alors qu'une bonne partie des avantages sont réalisés à un niveau sociétal plus étendu (p. ex., effets d'îlot thermique réduits et volume d'eaux d'orage limité).

Si une administration publique est l'investisseur, ou si un promoteur privé est dédommagé pour l'inclusion de caractéristiques qui produisent des avantages à un niveau sociétal, alors l'analyse de rentabilité peut comprendre une gamme d'effets beaucoup plus étendue. Par exemple, des administrations publiques, comme la ville de New York, offrent des incitatifs fiscaux pour des bâtiments écologiques, fournissant de cette façon à l'investisseur une récompense directe liée à l'analyse de rentabilité. De même, Arlington, en Virginie, autorise des coefficients d'occupation des sols plus élevés pour les bâtiments écologiques.

Dans le reste de cette sous-section, nous mettons en évidence des exemples d'effets externes dont on devrait, d'une certaine façon, tenir compte. Dans chaque cas, il y a une récompense pour la société dans son ensemble et, à mesure que le secteur du bâtiment écologique évolue et prend de l'importance, nous devrions observer un effort accru de la part des administrations publiques municipales, provinciales et fédérale pour indemniser, à tout le moins indirectement, les investisseurs ou fournir des mesures d'incitation pour rendre ces gains possibles.

### **5.7.1 Avantages au niveau des coûts d'infrastructure**

Le service de fourniture (et d'évacuation) de l'eau est, le plus souvent, assuré par les administrations publiques et il arrive souvent qu'il ne soit pas rentable, ou sans effets sur les coûts. Une étude albertaine<sup>59</sup> portant sur l'utilisation de l'eau a permis de déterminer que le prix facturé pour l'eau potable représentait entre le tiers et la moitié du coût de l'offre à long terme et que les prix facturés pour les eaux usées étaient d'environ le cinquième du coût de traitement à long terme de ces eaux. En fait, les administrations publiques subventionnent considérablement l'utilisation et le traitement de l'eau.

Les bâtiments écologiques incorporent généralement des mesures pour réduire considérablement l'utilisation de l'eau. Bien que les économies au niveau des coûts directs aient déjà été analysées et qu'elles soient incluses dans la discussion portant sur les « coûts directs », les coûts indirects associés à l'infrastructure et aux subventions des administrations publiques n'ont pas été définis. Dans l'hypothèse d'une réduction d'utilisation de l'eau de 30 % dans un bâtiment écologique, les économies dans les coûts indirects qui y sont associés peuvent s'élever à entre 0,30 et 0,58 \$/pi<sup>2</sup> par année<sup>60</sup> (3,23 à 6,24 \$/m<sup>2</sup>/an).

### 5.7.2 Effets ou coûts environnementaux

Les coûts environnementaux externes<sup>61</sup> comprennent les polluants sous forme d'émissions dans l'air, dans l'eau et dans la terre et la dégradation générale de l'environnement ambiant. L'effet des bâtiments sur la santé humaine constitue la plus importante conséquence environnementale indirecte liée aux bâtiments. D'autres impacts, comme les dommages aux écosystèmes, aux cultures, aux structures ou aux monuments et l'épuisement des ressources méritent qu'on en tienne compte, mais le coût indirect qui leur est associé, par rapport à la santé humaine, n'est pas aussi important.



Dans l'étude de Lucuik et Meil<sup>62</sup> de 2004, on a effectué une analyse coûts-bénéfices complète en tenant compte des coûts indirects pour des immeubles à bureaux typiques au Canada. Dans cette étude on a calculé le coût total d'un immeuble à bureaux fonctionnel (à Vancouver et à Toronto), y compris la conception, la construction, le fonctionnement et la démolition, mais à l'exclusion des gains de productivité des occupants et en incluant les coûts environnementaux directs et indirects. Cette étude a permis de conclure que les coûts environnementaux indirects représentaient 17 % du coût total du bâtiment, ou approximativement 19 \$/pi<sup>2</sup> (210 \$/m<sup>2</sup>). Les auteurs admettent que l'établissement des coûts des externalités n'en est qu'à ses débuts et que l'on ne s'entend pas sur les effets économiques précis des diverses désignations, « mais que le fait de ne pas tenir compte du tout de ces coûts quand on prend des décisions à propos de produits durables de longue durée, comme des bâtiments est, à tout le moins, manquer de vision » [TRADUCTION].

La valeur des échanges de droits d'émission de carbone en équivalent CO<sub>2</sub> constitue un autre indicateur des effets environnementaux des bâtiments. La valeur des équivalents CO<sub>2</sub> varie considérablement par région et est généralement comprise entre 2 et 35 \$/tonne métrique (1,80 à 31,75 \$/tonne). Toutefois, ces valeurs ne reflètent pas les impacts environnementaux réels, mais plutôt une fonction d'offre et de demande basée sur des engagements en vue de réduire les émissions de carbone. Dans une étude américaine<sup>63</sup> basée sur une VAN sur 20 ans, on estime les économies découlant d'une réduction de la pollution de 36 % à 1,18 \$/pi<sup>2</sup> (12,7 \$/m<sup>2</sup>) d'émissions de CO<sub>2</sub>. Une étude récente de haut niveau<sup>64</sup> portant sur les implications économiques liées à l'atteinte des objectifs de Kyoto a permis de déterminer que l'on pourrait réaliser, pour le secteur des immeubles résidentiels et pour celui des immeubles commerciaux au Canada, des économies annuelles de 1 et de 2 milliards de dollars calculées à l'aide d'une valeur actualisée nette avec un échéancier compris entre 1997 et 2012.

Des effets de cette importance devraient sûrement être encouragés par des programmes incitatifs appropriés. Quand ils le seront, l'analyse de rentabilité pour les bâtiments écologiques sera immensément renforcée.

### 5.7.3 Création d'emplois

Des effets environnementaux importants sont associés au transport des matériaux pour l'industrie de la construction. Par conséquent, les systèmes d'évaluation des bâtiments écologiques font souvent la promotion de l'utilisation de matériaux locaux et régionaux, ce qui, à son tour, encourage la création d'emplois locaux ou régionaux.

En plus de ce qui vient d'être mentionné, de nombreuses caractéristiques des bâtiments écologiques sont exigeantes en main-d'œuvre, plutôt que d'être à fort coefficient de matériaux ou de technologie. Des exemples de cet effet comprennent le recyclage ou la réutilisation par opposition à l'élimination, et les honoraires de consultants accrus. Ces effets représentent des augmentations dans le bassin de travailleurs de la région où le bâtiment est construit. Ces coûts ne sont pas bien définis et tendent à varier d'un projet à l'autre, mais ils ne sont pas négligeables; selon une étude américaine<sup>65</sup>, l'avantage au niveau des coûts du recyclage par opposition à l'élimination revient à entre 0,03 et 0,14 \$ /pi<sup>2</sup> (0,32 à 1,50 \$/m<sup>2</sup>) pour des projets de construction.

### 5.7.4 Reconnaissance internationale et possibilités d'exportation

Les bâtiments écologiques peuvent aussi avoir des effets économiques à un niveau beaucoup plus étendu en raison d'une reconnaissance internationale accrue et des ventes à l'exportation qui y sont liées.

Le Canada est reconnu comme étant un chef de file international dans le mouvement visant la durabilité. L'Environmental Sustainability Index (ESI-Indice de durabilité environnementale) de 2005 préparé par les universités de Yale et de Columbia<sup>66</sup> détermine des points de repère pour la capacité des nations à protéger l'environnement en intégrant 76 ensembles de données (y compris les richesses naturelles disponibles, les niveaux de pollution, les efforts pour assurer la gestion de l'environnement) en un plus petit ensemble d'indicateurs de la durabilité environnementale. Cette étude a classé le Canada au 6<sup>e</sup> rang dans le monde et au 2<sup>e</sup> rang dans les Amériques. Les États-Unis occupent le 45<sup>e</sup> rang. Le tableau 2 ci-contre présente les 10 premiers pays au monde et la figure 8 donne une représentation graphique de la note du Canada par rapport à l'ensemble complet de 146 pays.

Class.	Pays	Note
1	Finlande	75,1
2	Norvège	73,4
3	Uruguay	71,8
4	Suède	71,7
5	Islande	70,8
6	Canada	64,4
7	Suisse	63,7
8	Guyana	62,9
9	Argentine	62,7
10	Autriche	62,7

Tableau 2 : Chefs de file mondiaux selon l'Environmental Sustainability Index de 2005

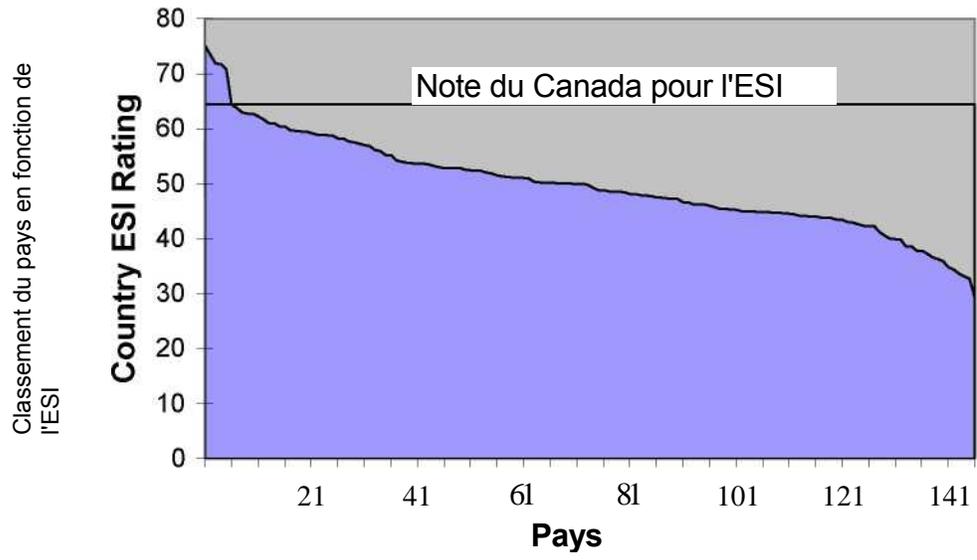


Figure 8 : Indices de durabilité environnementale – Tous les pays

Le statut enviable du Canada dans le domaine de la durabilité peut ouvrir des possibilités d'exportation. Le premier ministre Paul Martin a reconnu ce fait dans un discours de février 2005 au cours duquel il a déclaré :

*« Le respect de nos obligations en vertu du Protocole s'inscrit dans le cadre d'une initiative nationale plus vaste, une action ambitieuse qui s'étendra sur plusieurs années. Nos objectifs : créer un environnement plus sain et renforcer l'économie, assurer la propreté de l'air et de l'eau, faire du Canada un endroit où il fait encore mieux vivre, et devenir un chef de file mondial dans le développement des technologies environnementales »<sup>67</sup>.*

Dans le secteur plus spécifique des bâtiments écologiques, le Canada occupe la première place au monde pour un certain nombre de services, de systèmes et de matériaux spécialisés. Voici des exemples de l'expertise internationale du Canada dans le secteur des bâtiments écologiques :

- Dans une large mesure, la stratégie de la conception intégrée a été structurée et définie par des Canadiens.
- Les spécialistes canadiens des enveloppes de bâtiments sont reconnus comme étant des chefs de file mondiaux dans ce secteur<sup>68</sup>. L'expertise en enveloppe de bâtiment est obligatoire dans le processus de conception intégrée.
- L'Athena Institute est un chef de file mondial dans l'analyse du cycle de vie et de l'estimation de l'impact environnemental des matériaux<sup>69</sup>.
- Les Canadiens ont joué des rôles prépondérants dans des initiatives internationales en matière de bâtiments écologiques, comme le Défi du bâtiment écologique<sup>70</sup> et l'International Initiative for the Sustainable Built Environment (iiSBE – Initiative internationale pour un milieu bâti durable)<sup>71</sup>.
- La technologie des toitures vertes est particulièrement répandue au Canada. Actuellement, des recherches minutieuses et sans précédent sont entreprises par le Conseil national de recherches du Canada afin de quantifier les avantages de la technologie des toitures vertes<sup>72</sup>.

En général, les partenaires du secteur des bâtiments écologiques au Canada, y compris les concepteurs, les promoteurs, les prêteurs et les fournisseurs de matériaux et de systèmes ont de bonnes chances de réaliser des exportations, particulièrement aux États-Unis, en Asie et en Amérique du Sud.

## 6. RISQUES, DÉFIS ET OBSTACLES

Les bâtiments écologiques sont perçus comme étant nouveaux et différents et les gens ont tendance à se méfier des nouveautés. Bien qu'un bon nombre des caractéristiques des bâtiments écologiques soient utilisées depuis longtemps et qu'elles aient fait leurs preuves, et que le bon sens soit le principe de base de l'intégration, la perception générale qu'ont les partenaires de l'industrie du bâtiment est que les bâtiments écologiques sont nouveaux et risqués. En fait, la majorité des risques, des défis et des obstacles associés aux bâtiments écologiques sont attribuables à leur jeunesse relative et la recherche,

la formation et l'information peuvent réduire la majorité de ces risques, défis et obstacles. Nous traitons ci-après de plusieurs risques associés aux bâtiments écologiques.

## **6.1 Connaissance au sein de l'industrie du bâtiment**

Comme nous l'avons fait remarquer à la sous-section 3.2.1, le niveau actuel des connaissances que possède la majorité des partenaires de l'industrie du bâtiment est très limité. Cela est particulièrement problématique dans le secteur des prêts et de la conception des bâtiments. Nous présentons ci-dessous une brève discussion des défis associés à ce manque de connaissances parmi divers groupes de partenaires de l'industrie du bâtiment.

### **6.1.1 Connaissance que possèdent les non-professionnels**

Les non-professionnels forment une composante essentielle du côté de la demande de la courbe d'offre et de demande. Si les non-professionnels étaient convaincus des avantages des bâtiments écologiques, l'influence qu'ils exercent sur l'industrie entraînerait inévitablement une forte augmentation de l'offre de bâtiments écologiques.

Toutefois, comme nous l'avons fait remarquer dans la sous-section 3.2.1, les non-professionnels ne comprennent pratiquement rien aux bâtiments écologiques et n'en connaissent pas les avantages. Un programme d'information ciblé et vigoureux pourrait réduire cette lacune.

### **6.1.2 Prêteurs**

La majorité des promoteurs en bâtiments sont financés par des prêteurs externes, qui ne font pas de distinction entre la construction de bâtiments traditionnels et celle de bâtiments écologiques. Ces prêteurs possèdent généralement une connaissance inadéquate pour déterminer avec exactitude la valeur des bâtiments écologiques. C'est pourquoi il est dans l'intérêt des promoteurs de minimiser les coûts de construction et de maximiser la superficie des bâtiments construits pendant une période donnée et ils sont peu enclins à incorporer des mesures d'économie d'énergie ou d'autres mesures écologiques.

### **6.1.3 Concepteurs de bâtiments et spécialistes en bâtiments**

Bien que les concepteurs de bâtiments et les spécialistes en bâtiments aient tendance à être les mieux informés à propos des bâtiments écologiques, les partenaires de ce secteur sont très nombreux à être mal informés. Les concepteurs sont les personnes qui, au bout du compte, sont responsables de la réalisation d'un bâtiment écologique et le fait de ne pas posséder une compréhension approfondie des principes en cause peut donner des résultats peu satisfaisants.

L'efficacité en général constitue l'une des caractéristiques des bâtiments écologiques. C'est l'intégration qui permet d'atteindre cette efficacité, ce qui a pour effet d'amener chaque spécialité participant à la conception et au fonctionnement du bâtiment à s'appuyer sur les résultats d'autres spécialités. Une défaillance dans une spécialité particulière peut entraîner une cascade de défaillances multiples dans des spécialités connexes, il est donc essentiel que tous les partenaires du secteur des bâtiments écologiques maintiennent un niveau de connaissances approprié.

Ce problème peut être réglé par la formation des professionnels en conception de bâtiments afin que ces derniers puissent comprendre l'importance de la performance de l'équipe de conception. Il faudrait aussi mettre l'accent sur l'expertise des membres de cette équipe.

## 6.2 Codes du bâtiment

La plupart des concepteurs de bâtiments se basent sur des codes du bâtiment pour concevoir leurs bâtiments. Toutefois, le Code national du bâtiment du Canada (CNB) est essentiellement un ensemble d'exigences et de règlements minimaux à respecter pour assurer la sécurité incendie ainsi que la salubrité et la résistance structurale des bâtiments<sup>73</sup>. Le CNB n'exige pas que les bâtiments soient conçus pour promouvoir des niveaux de santé ou de sécurité supérieurs à ce niveau minimum, mais il permet aux concepteurs de dépasser les exigences précisées, quand cela est approprié.

Le Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments – Canada de 1997 (CMNEB) renferme des exigences minimales pour l'efficacité énergétique dans les nouveaux bâtiments. Comme le CNB, le CMNEB prend la forme d'un code type pour permettre une adoption par les autorités appropriées. Le CMNEB renferme de l'information très utile sur la façon d'atteindre l'efficacité énergétique, mais les niveaux minimums sont généralement considérés faciles à atteindre et ne sont pas près de ce qui peut être réalisé dans l'industrie. Une exigence du Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux<sup>74</sup> (PEBC) est de dépasser de 25 % les exigences du CMNEB, et il n'est pas rare que les bâtiments écologiques dépassent les exigences du CMNEB, de 60 % ou plus.

Généralement, les codes européens intègrent mieux un bon nombre des caractéristiques des bâtiments écologiques que ce n'est le cas pour les codes nord-américains. En Allemagne, par exemple, les codes du bâtiment exigent que les occupants soient situés à moins de 7,5 mètres d'une fenêtre. De même, on trouve fréquemment des fenêtres à châssis ouvrant dans les immeubles à bureaux européens. Il existe aussi une directive européenne sur le rendement énergétique des immeubles qui oblige tous les pays de l'UE à instaurer des normes en matière d'énergie d'ici janvier 2006.

Les codes du bâtiment canadiens doivent être modifiés pour promouvoir et mieux refléter les occasions qui se présentent de dépasser les exigences minimales. Dans certains cas, il faudrait envisager la possibilité de prescrire certaines exigences pour favoriser quelques caractéristiques des bâtiments écologiques, comme la lumière ou la ventilation naturelles.

## 6.3 Responsabilités accrues

Dans les bâtiments écologiques on fait une meilleure utilisation de l'énergie et des matériaux, ce qui peut entraîner une réduction des facteurs de sécurité pour divers systèmes (voir la sous-section 6.1.3). On a aussi tendance, dans les bâtiments écologiques, à utiliser des matériaux et des systèmes non normalisés. Ces facteurs entraînent un risque accru de défaillance des matériaux ou des systèmes incorporés dans les bâtiments écologiques.

On peut réduire ces risques en s'assurant que le processus de conception est appliqué de la façon appropriée et que l'on fait appel à des concepteurs qualifiés. Essentiellement, cela comporterait la formation des divers groupes de partenaires du secteur du bâtiment.

## **6.4 Processus suivis pour les appels d'offre et la passation de marchés**

Les processus suivis couramment pour les appels d'offres et pour la passation de marchés dans l'industrie du bâtiment présentent un certain nombre de désavantages qui ont une incidence négative sur l'industrie des bâtiments écologiques. Ces désavantages sont profondément enracinés dans l'industrie et leur élimination peut être difficile. L'option du bas prix, une concentration sur le temps et le manque d'accent mis sur le rendement constituent trois désavantages importants. Nous traitons de chacun de ces désavantages ci-dessous :

### **6.4.1 Option du bas prix**

Dans de nombreux projets de construction on utilise le coût de revient de base comme facteur important pour déterminer une action appropriée. Il arrive souvent que cette méthode du coût de revient de base ne permette pas d'atteindre les résultats requis, compte tenu du fait qu'il y a souvent un lien entre bas prix et mauvaise qualité. Néanmoins, on conserve cette habitude en raison d'idées fausses à propos de l'égalité des réalisations attendues (les articles ou services à bas prix ne sont pas plus mauvais que les articles ou services plus coûteux) et en raison de la perception de la responsabilité financière requise.

Il faut faire la promotion d'une approche axée sur la qualité afin de réduire ce risque. Les décideurs doivent mettre en œuvre des systèmes qui évaluent la qualité en plus du coût. Ces systèmes doivent être logiques, précis et vérifiables et ils doivent être appuyés aux plus hauts niveaux des organisations. De plus, un programme de sensibilisation aux risques liés à l'utilisation de l'option du bas prix pourrait se révéler profitable.

### **6.4.2 Concentration sur le temps**

Le temps c'est de l'argent. Cet adage s'applique non seulement dans les domaines liés à la main-d'œuvre, mais aussi à de nombreux promoteurs de bâtiments. Comme cela a été mentionné dans la sous-section 6.1, les bénéfices des promoteurs de bâtiments sont directement liés à la rapidité de réalisation des projets; l'intérêt versé durant la construction peut être un facteur très important dans le cas de grands projets et il est généralement critique, dans une perspective commerciale, que les revenus soient générés le plus tôt possible. Ce n'est pas sans raison que l'impératif temps est enraciné dans toute l'industrie du bâtiment, de sorte qu'il arrive souvent que des contraintes de temps précises soient imposées aux concepteurs et aux entrepreneurs dans tous les types de bâtiments.

Les phases de conception et de construction des bâtiments écologiques exigent plus de temps afin d'assurer que l'on obtienne un système bien intégré et efficace. Le problème est donc d'adapter les impératifs du calendrier imposés par la conception et la construction de bâtiments écologiques dans le cadre de l'analyse de rentabilité; en s'assurant que l'équipe dispose des possibilités appropriées pour réaliser son travail sans compromettre le résultat final. Dans l'ensemble, cela peut se produire quand on applique des méthodes appropriées de calcul des coûts durant le cycle de vie. Les besoins additionnels en temps doivent alors être incorporés dans les dossiers d'appels d'offres, ce qui signifie que des autorités contractantes de haut niveau doivent comprendre les problèmes – ce qui constitue une autre exigence essentielle en matière de formation et d'information.

### **6.4.3 Manque d'emphase sur l'exécution**

Les avantages principaux des bâtiments verts se relient à l'exécution d'un bâtiment, pourtant les concepteurs, les constructeurs, et les opérateurs sont typiquement exigés de rencontrer les budgets avec peu d'emphase sur l'exécution du bâtiment. L'emphase sur l'exécution (plutôt que seulement sur le coût direct) favoriserait l'excellence et l'innovation dans la conception, la construction, et les domaines de travail de construction.

## **6.5 Adoption de la méthode du cycle de vie**

Bien qu'il existe une base raisonnable pour adopter une méthode du cycle de vie, la majorité des partenaires de l'industrie du bâtiment se concentrent sur la minimisation des coûts directs ou, au mieux, sur l'utilisation de périodes de récupération courtes. Selon de nombreux partenaires, le fait de baser des opinions sur autre chose qu'une méthode des coûts directs réduits équivaut à agir de façon irresponsable sur le plan financier, quand en réalité, c'est généralement le contraire. La structure organisationnelle typique où l'on dissocie les coûts directs des coûts de fonctionnement constitue une raison importante pour laquelle on n'adopte pas la méthode du cycle de vie : la majorité des constructeurs n'ont pas pour mission de réduire les coûts de fonctionnement, seulement de réduire les coûts de construction. Cette réalité regrettable se vérifie aussi dans le cas des propriétaires-promoteurs qui supervisent la construction de bâtiments pour leur propre utilisation. Voici d'autres facteurs causaux associés à cette contrainte :

- méprise à propos du concept du cycle de vie;
- contraintes en matière de flux de trésorerie;
- difficulté de mesurer la performance (comparativement à la facilité relative de mesurer le coût direct);
- appui déficient de la part des organismes prêteurs.

## **6.6 Structures courantes des baux**

La plupart des accords de location, particulièrement dans le secteur des bureaux et dans le secteur commercial, prévoient peu de mesures d'incitation pour entreprendre des modifications qui pourraient être bénéfiques pour l'environnement. Par exemple, de nombreux baux comprennent des taux fixes, quelle que soit la consommation d'énergie ou d'eau, cependant, les locataires peuvent contrôler la majorité des appareils qui consomment de l'énergie ou de l'eau. Cette situation est aggravée par l'absence de mesures détaillées de la consommation en fonction de l'espace, de sorte que ni les propriétaires, ni les locataires ne peuvent facilement déterminer les habitudes de consommation.

## **6.7 Allégations (écologiques) fallacieuses**

En raison de la forte augmentation d'intérêt observée récemment dans le domaine des bâtiments écologiques, conjuguée à la jeunesse relative de l'industrie, les propriétaires, les concepteurs, les fabricants ou les distributeurs ont véhiculé de nombreuses idées fausses ou des exagérations. Dans l'industrie, le terme utilisé pour décrire ce type d'idée fausse est « écoblanchiment ». L'écoblanchiment peut s'appliquer à des matériaux de construction, à des

systemes, à des bâtiments ou à des sociétés. En fin de compte, l'écoblanchiment discrédite toute l'industrie du bâtiment écologique, car les buts ultimes des bâtiments écologiques ne sont pas atteints en raison de l'utilisation de tels matériaux ou systèmes. Ces allégations peuvent généralement être réparties en deux groupes : les matériaux et la performance.

**Allégations au niveau des matériaux :** Compte tenu du fait que la définition d'un bâtiment écologique est très large, les fournisseurs de matériaux ou de systèmes trouvent souvent une propriété ayant des caractéristiques écologiques limitées et ils vendent cette propriété, ainsi que le matériau ou le système, comme étant « écologique ». Par exemple, l'on pourrait vendre comme écologique un produit ayant un contenu recyclé élevé, mais dans la fabrication duquel on utilise de grandes quantités d'eau, ce qui rendrait l'impact environnemental global de ce produit négatif. Ces allégations fallacieuses se sont aussi produites quand les fournisseurs de matériaux ou de système se basent sur de l'information inexacte. Par exemple, il y a eu des cas où les fournisseurs de matériaux ou de système ont soutenu que leurs produits avaient une durabilité très longue, sans preuve adéquate de cette allégation.

À mesure que le secteur des bâtiments écologiques prend de la maturité et que des processus comme l'analyse du cycle de vie deviennent plus courants (voir la sous-section 4.2), on s'attend à ce que ce risque puisse diminuer quelque peu. L'utilisation d'un système d'évaluation des matériaux fiable réduirait aussi la vraisemblance d'allégations fallacieuses à propos des matériaux ou des systèmes.

**Allégations au sujet de la performance :** De nombreux partenaires du secteur de la construction, des personnes ou des sociétés, font faussement valoir des connaissances et compétences dans le secteur des bâtiments écologiques. Quand d'autres partenaires du secteur de la construction se fondent sur cette expertise, le bâtiment écologique qui est construit peut ne pas correspondre à l'objectif ultime. Ce type d'idée fautive est répandu parmi de nombreux groupes de partenaires du secteur du bâtiment.

L'importance du problème pourrait être réduite suite à l'élaboration et à l'adoption de systèmes d'accréditation. Le Conseil du bâtiment durable du Canada utilise actuellement un tel système, dans le cadre duquel les personnes prouvent leurs connaissances des bâtiments écologiques pour acquérir le titre de « professionnel accrédité LEED ». Selon l'auteur du présent document, ce système fonctionne raisonnablement bien pour le groupe des partenaires du domaine de la conception, mais il ne répond pas aux besoins d'autres partenaires. Il faudrait penser à élaborer des programmes d'accréditation semblables pour divers autres groupes de partenaires (comme les gérants ou les propriétaires d'immeubles) et à assurer la formation continue de tous les groupes de partenaires.

On trouve actuellement plusieurs systèmes comme ÉnerGuide<sup>75</sup>, ENERGY STAR<sup>76</sup>, le programme Choix environnemental (Éco-Logo)<sup>77</sup> ou GreenSpec<sup>78</sup>, qui visent à aider à choisir des matériaux et des systèmes écologiques. Toutefois, ces systèmes présentent de nombreuses faiblesses, dont le manque de transparence et d'exactitude et le choix qu'ils offrent est limité. De plus, il arrive souvent que les utilisateurs de ces outils ne comprennent pas la signification des différents systèmes d'évaluation ou la fonction qu'ils visent.

Il n'est pas rare, en raison de la faiblesse de ces outils, que les personnes qui se basent sur eux n'atteignent pas les objectifs des bâtiments écologiques. Ces systèmes d'évaluation doivent être modifiés, ou il faut en mettre d'autres au point, pour régler ces problèmes.

## 6.8 Bases de données incomplètes ou de mauvaise qualité

Il est difficile d'obtenir de l'information fiable et complète sur les avantages tangibles des bâtiments écologiques. Bien que l'on dispose de beaucoup d'information sur les avantages, jusqu'ici les réalisateurs des études ont eu tendance à se concentrer sur des buts particuliers (comme l'aspect économique) et n'ont habituellement pas inclus toutes les variables nécessaires pour déterminer incontestablement les avantages des bâtiments écologiques. Par exemple, presque toutes les études comparatives sur les avantages des bâtiments écologiques que nous avons examinées ont comparé le changement qui s'est produit chez les occupants qui ont déménagé d'un bâtiment conventionnel à un nouveau bâtiment. Il y a très peu d'études où l'on examine la situation dans le sens contraire : pour mesurer les impacts négatifs sur les occupants qui sont passés d'un bâtiment écologique à un bâtiment conventionnel.

À propos d'un sujet connexe, dans un bon nombre des études disponibles on utilise des systèmes d'évaluation généraux des bâtiments écologiques comme facteurs qui déterminent le statut écologique et l'on conclut que ce statut est la cause de toutes les tendances observées. Il arrive souvent que dans les mêmes études on exclue des variables comme le type d'occupants, ou les conditions sociales générales et l'on y fournit rarement de l'information sur l'impact relatif de caractéristiques propres aux bâtiments écologiques. Par exemple, on dispose actuellement de peu d'information sur les avantages relatifs qu'ont la lumière naturelle et la bonne qualité de l'air, parce que ces deux caractéristiques sont présentes dans la majorité des bâtiments écologiques.

On a besoin d'études détaillées et précises, qui se concentrent sur des caractéristiques particulières des bâtiments écologiques afin de déterminer l'effet de ces caractéristiques particulières. Ces études doivent avoir une base statistique solide et valable.

## 6.9 Faiblesse de la recherche sur l'accroissement de la productivité

L'effet qu'ont les bâtiments écologiques sur la productivité constitue l'un de leurs avantages clés. Comme nous l'avons fait remarquer dans la sous-section 4.3, des gains de productivité très modestes peuvent de beaucoup surpasser tous les coûts et risques accrus associés aux bâtiments écologiques. Si l'on pouvait prouver clairement que la performance des occupants et les ventes se sont accrues considérablement dans les bâtiments écologiques, il y aurait certainement une augmentation spectaculaire de la demande de bâtiments écologiques. Armées de cette connaissance, les sociétés risqueraient l'échec si elles ne prenaient pas des mesures pour accroître la productivité et les adopteurs précoces obtiendraient un avantage concurrentiel. Ceci ne peut pas être exagéré : les gains confirmés de productivité feront évoluer le secteur du bâtiment!

Il existe des études raisonnablement approfondies qui montrent que les bâtiments écologiques ont un effet spectaculaire sur la productivité. Toutefois, de par leur nature même, ces études sont relativement générales et elles ne se concentrent pas sur des attributs propres aux bâtiments écologiques. Il faut entreprendre des recherches approfondies, exactes et fondées sur des statistiques solides, pour comprendre les effets des bâtiments écologiques sur la productivité, la performance des occupants et les ventes.

## 6.10 Soutien public

Les divers niveaux de l'administration publique peuvent jouer un rôle essentiel pour la

promotion et la réalisation des bâtiments écologiques au Canada. Les administrations publiques sont aussi d'importants bénéficiaires en ce qui a trait aux bâtiments écologiques, puisqu'un bon nombre de leurs avantages sont de nature sociale et liés à la santé. Les avantages économiques profiteraient aussi aux administrations publiques en raison de recettes fiscales accrues. Chaque niveau de l'administration publique au Canada a, à divers degrés, appuyé l'industrie des bâtiments écologiques, comme on le voit ci-dessous :

- Le gouvernement fédéral du Canada a lancé un « Plan vert » en 1990 et a commencé à rechercher et à mesurer activement la durabilité depuis 1995<sup>79</sup>. Le gouvernement fédéral a incorporé des changements qui ont une incidence sur son propre parc immobilier et a instauré plusieurs mesures incitatives auxquelles peuvent accéder d'autres partenaires du secteur du bâtiment, comme les systèmes ÉnerGuide et le Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux. En dépit de ce qui vient d'être mentionné, il demeure encore des défis et des faiblesses, comme en témoigne cet extrait du *Rapport du Commissaire à l'Environnement et au développement durable pour 2002* : « Les stratégies de développement durable des ministères et organismes fédéraux ne réussissent pas pleinement à susciter un changement de nature à assurer un développement durable... [Les ministères doivent] axer leurs stratégies davantage sur ce qu'ils doivent faire différemment afin de favoriser le développement durable<sup>80</sup> ».
- L'appui des gouvernements provinciaux et territoriaux est fragmenté et relativement minime<sup>81</sup>. Actuellement, l'appui provincial et territorial est surtout composé de programmes de formation et de démonstration et il se concentre sur l'efficacité énergétique dans leurs propres parcs immobiliers.
- L'appui municipal est aussi fragmenté, bien que les municipalités soient d'importants bénéficiaires des bâtiments écologiques. Certaines municipalités, comme Vancouver, Markham et Calgary, ont rendu les bâtiments écologiques obligatoires dans leurs propres parcs immobiliers. Plusieurs municipalités ont pris des mesures pour limiter l'étalement urbain et certaines ont offert des avantages à des propriétaires de bâtiments privés pour réaliser des mesures d'efficacité énergétique. De nombreuses collectivités ont aussi pris des mesures pour contrôler l'utilisation des pesticides. Toutefois, peu de municipalités ont une approche claire et définie en vue de promouvoir les bâtiments écologiques auprès de tous les partenaires dans leurs collectivités.

En plus de ce qui précède, un Processus national sur le changement climatique<sup>82</sup> a été élaboré par l'intermédiaire d'une équipe intégrée de représentants de diverses administrations publiques canadiennes. Ce processus a été entrepris en réaction à l'engagement du Canada dans le cadre du Protocole de Kyoto. Le processus de changement climatique montre que 13 % de la réduction des gaz à effet de serre nécessaire pour atteindre l'objectif de Kyoto serait atteint dans le secteur du bâtiment et qu'un 26 % additionnel de cette réduction serait atteint dans le secteur des transports. Le processus comprend plusieurs propositions de politiques qui pourraient avoir une incidence sur la demande de bâtiments écologiques au Canada, dont :

- des programmes nationaux pour améliorer l'efficacité énergétique des maisons individuelles, des immeubles d'habitation, des bâtiments commerciaux et des édifices gouvernementaux;
- des normes nationales améliorées pour l'équipement et les appareils utilisés dans les bâtiments commerciaux, de séjour permanent et résidentiels;
- un traitement fiscal prioritaire des dépenses en immobilisations pour l'équipement et

les installations éconergétiques;

- des mesures améliorées en vue d'encourager l'efficacité énergétique dans les nouveaux bâtiments commerciaux;
- des mesures en vue de promouvoir le covoiturage;
- des programmes municipaux complets pour réduire, réutiliser, recycler et composter.

Les stratégies de mise en œuvre des propositions de politiques n'ont pas encore été élaborées, pas plus que ces propositions n'ont été ratifiées, mais elles représentent un intérêt gouvernemental multilatéral à un niveau élevé pour promouvoir les bâtiments écologiques.

Les divers ordres d'administration publique doivent élaborer et mettre en application des stratégies claires et centrées en vue de promouvoir la construction écologique au Canada.

## 6.11 Scepticisme relatif au réchauffement de la planète

De nombreuses personnes ont l'impression qu'il existe un désaccord scientifique important à propos du réchauffement de la planète et de son effet sur le changement climatique. Cette impression est attribuable à un petit nombre de sceptiques en vue, dont la majorité ne sont pas des scientifiques<sup>83</sup> et elle est aggravée par l'habitude qu'ont les médias de chercher des vues divergentes, en dépit de l'acceptation générale, à l'échelle mondiale, de la réalité du réchauffement de la planète. Par exemple, un article du *National Post* du 30 mars 2005 présentait le réchauffement de la planète comme étant un « bourrage de crâne » qui découle d'une « tentative à long terme du mouvement écologiste... pour faire la morale à propos de tous les aspects de notre vie matérielle... Ils ne seront pas heureux tant que nous ne vivrons pas dans un monde éclairé par des ampoules fluorescentes compactes à intensité variable, où le calfeutrage, le compostage et les sacs de magasinage en tissu seront obligatoires »<sup>84</sup> [TRADUCTION].

Cette impression est inexacte. En décembre 2004, M<sup>me</sup> Naomi Oreskes de l'University of California, a effectué une analyse documentaire portant sur une base de données et d'articles publiés, administrée par l'Institute for Scientific Information. Une recherche a été effectuée dans la base de données à l'aide des mots clés « global climate change » [changement climatique de la planète], ce qui a permis d'obtenir 928 réponses. Chacun de ces articles a été examiné et aucun ne différait de l'accord général : le changement climatique est bien réel.

De même, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (créé en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'environnement, afin d'évaluer l'état de la climatologie comme base pour une initiative entreprise en connaissance de cause) mentionne, dans son évaluation la plus récente, que tous les scientifiques s'entendent pour dire que les activités humaines ont un effet sur le climat de la Terre. Presque tous les principaux organismes scientifiques des États-Unis, dont l'expertise des membres est directement liée à la question, ont émis des déclarations semblables.

Ce consensus est largement représenté dans la politique canadienne, de nombreux dirigeants politiques ayant fait des déclarations énergiques. Dans une allocution prononcée le 16 février 2005 et portant sur le réchauffement de la planète, le premier ministre Paul Martin a déclaré « Nous comprenons mieux pourquoi nos pratiques et notre

économie doivent changer. Si nous voulons contribuer à la sauvegarde de notre planète,... nous devons accroître notre efficacité et produire moins de pollution »<sup>85</sup>.

Manifestement, nous devons mettre fin à l'idée fausse selon laquelle nous ne disposons pas de suffisamment d'arguments scientifiques solides pour prouver l'existence du changement climatique. On y parviendra grâce à un appui unilatéral vigoureux et exprimé avec beaucoup de conviction par tous les organismes multilatéraux scientifiques, gouvernementaux ou voués à l'étude du changement climatique. De plus, la recherche se poursuit dans ce domaine et, dans l'hypothèse que la recherche future prouvera le bien-fondé du consensus général auquel est parvenu la collectivité scientifique, on s'attend à ce qu'il y ait moins de sceptiques et à ce que ces derniers perdent de l'influence.

Finalement, il est de plus en plus facile de constater les effets du changement climatique. Nous disposons de données qui prouvent, sans l'ombre d'un doute, le réchauffement des océans<sup>86</sup>, la fonte des calottes glaciaires<sup>87</sup> et des événements météorologiques extraordinaires<sup>88</sup>. Ce type de preuve est indiscutable et compréhensible par les profanes et entraînera vraisemblablement une augmentation de l'acceptation de la théorie du changement climatique et du besoin de s'y attaquer.

## 7. CONCLUSION

Pour de nombreuses personnes, l'expression « bâtiment écologique » suscite des images de conception radicale et centrée uniquement sur l'environnement. En réalité, les bâtiments écologiques répondent à des objectifs sociaux et environnementaux qui dépassent de beaucoup ceux des bâtiments conventionnels. Essentiellement, la différence entre les bâtiments écologiques et les bâtiments conventionnels est que les bâtiments écologiques offrent des espaces intérieurs plus sains et plus confortables et prévoient des mesures en vue de réduire leur empreinte écologique.

Les objectifs écologiques sont généralement atteints par une réduction de l'utilisation de l'énergie et de l'eau en utilisant des systèmes novateurs et par l'intégration. Les objectifs liés à l'amélioration de la santé et de la sécurité des occupants sont atteints grâce à la conception et à la construction d'environnements intérieurs supérieurs qui font appel à une meilleure ventilation, à une concentration sur la lumière naturelle et à l'utilisation de matériaux appropriés. Un bon nombre de ces avantages environnementaux et sociaux comportent aussi des avantages économiques : la consommation réduite d'énergie et d'eau est associée à des frais de fonctionnement moins élevés, et l'environnement intérieur amélioré entraîne des gains de productivité. Voici des avantages importants des bâtiments écologiques :

- confort accru et santé améliorée des occupants;
- avantages écologiques et impact réduit sur le changement climatique;
- frais de fonctionnement réduits;
- gains de productivité;
- accroissement de la valeur des propriétés et du taux d'occupation;
- accroissement des ventes au détail;
- amélioration de l'image;
- réduction des risques.

La réalisation des bâtiments écologiques fait appel à un processus intégré (défini comme étant la *Conception intégrée*), auquel contribuent de nombreux partenaires du domaine du bâtiment. Le résultat obtenu est un bâtiment efficace qui répond aux besoins des occupants tout en ayant une empreinte écologique réduite. Bien que des économies monétaires directes découlent des gains d'efficacité réalisés, le coût de conception et de construction des bâtiments écologiques est plus élevé que celui des bâtiments conventionnels, en grande partie à cause du temps plus long consacré à la conception et du recours à des matériaux et à des systèmes non standard. Toutefois, cette augmentation des dépenses en immobilisations est compensée par les avantages opérationnels, dont un bon nombre fournissent un argument économique solide, particulièrement quand on considère les questions liées à l'occupation.

Dans le cadre du présent travail, nous avons analysé plusieurs études américaines qui quantifient les coûts et les avantages économiques directs associés aux bâtiments écologiques. Ces études ont porté sur des bâtiments réels et théoriques, à partir d'échantillons dont la taille allait jusqu'à

100 bâtiments et plus. Sans exception, ces études concluent qu'il existe un fondement économique solide pour les bâtiments écologiques, mais seulement quand on inclut les frais de fonctionnement dans l'équation. Plus précisément, des études portant sur l'ensemble des bâtiments ont conclu que les valeurs actualisées nettes liées à la réalisation de bâtiments écologiques plutôt que de bâtiments conventionnels sont comprises entre 50 et 400 \$/pi<sup>2</sup> (540 à 4 300 \$/m<sup>2</sup>) selon la longueur de la période sur laquelle l'analyse a porté (de 20 à 60 ans) et la mesure dans laquelle les bâtiments utilisent des stratégies écologiques. Ces études concluent aussi généralement que plus le bâtiment est écologique, plus la valeur actualisée nette est élevée.

En plus des études qui viennent d'être mentionnées, de nombreuses études portant sur les effets qualitatifs des bâtiments écologiques ont récemment été réalisées en Amérique du Nord sur de nombreux bâtiments. Voici quelles ont été, en général, les conclusions de ces études :

- Une bonne lumière naturelle accroît la productivité de 13 %, elle peut aussi contribuer à faire augmenter les ventes au détail de 40 % et à faire monter les résultats des examens scolaires de 5 %.
- Une ventilation accrue améliore la productivité de 4 à 17 %.
- Une ventilation de meilleure qualité réduit les absences pour raison de maladie de 9 à 50 %.
- Un contrôle accru de la ventilation améliore la productivité de 0,5 à 11 %.
- La lumière éblouissante réduit la performance de 15 à 21 %.

En dépit des arguments solides en faveur des bâtiments écologiques, cette industrie en est encore à ses débuts au Canada : actuellement, elle est petite, mais sa croissance est exponentielle. On observe une augmentation rapide semblable dans la croissance de l'intérêt pour les bâtiments écologiques, mais les connaissances utiles et pratiques des bâtiments écologiques que possèdent les divers partenaires du secteur du bâtiment sont encore généralement limitées. La proportion de la construction en cours actuellement en Amérique du Nord qui peut être définie comme étant écologique s'élève à près de 10 %, mais avec l'intérêt soutenu et avec la compréhension des facteurs qui sous-tendent ce mouvement, le nombre relatif de bâtiments écologiques continuera de croître.

Dans le secteur des bâtiments écologiques, les obstacles à la croissance et à l'acceptation sont généralement attribuables à la jeunesse relative de l'industrie du bâtiment écologique et à la nature du secteur du bâtiment. La jeunesse relative de l'industrie a entraîné un manque général de connaissances à propos des bâtiments écologiques, qui en soi a engendré une série d'obstacles, comme les risques de défaillance des systèmes suite à une conception inappropriée, une incapacité, de la part des propriétaires de bâtiments et des établissements de crédit, à bien évaluer les avantages des bâtiments écologiques et de nombreuses allégations fallacieuses à propos des matériaux, des systèmes ou des services écologiques. En outre, nous disposons de peu de recherches, valables sur le plan statistique, sur les avantages des bâtiments écologiques, particulièrement dans le domaine de la productivité, qui pourrait être un élément clé pour l'acceptation des bâtiments écologiques. La structure actuelle du secteur du bâtiment et les usages qui y sont implantés créent d'autres obstacles, y compris le fait de ne pas tenir compte des avantages opérationnels pendant la construction, des processus d'appels d'offres qui ne favorisent pas l'efficacité énergétique des bâtiments, une concentration sur le temps pendant la construction et des normes de construction et des codes du bâtiment qui ne reflètent pas la nature des bâtiments écologiques. Un bon nombre de ces obstacles peuvent être supprimés par la formation, l'information et des études ciblées rigoureuses.

En résumé, les bâtiments écologiques offrent de nombreux avantages uniques quand on les compare

aux bâtiments conventionnels et il existe des signes palpables que ces avantages dépassent de beaucoup les augmentations relativement faibles des coûts. Les partenaires du secteur de la construction reconnaissent de plus en plus les avantages des bâtiments écologiques, ce qui entraîne une croissance exponentielle de l'industrie des bâtiments écologiques au Canada. Actuellement, au Canada, l'analyse de rentabilité des bâtiments écologiques est très solide quand on y incorpore une vision globale à plus long terme des véritables coûts de construction. Une telle analyse peut être renforcée par des études ciblées et par la formation et la sensibilisation de tous les partenaires du secteur de la construction.

## ANNEXE A

### LE PROCESSUS DE CONCEPTION INTÉGRÉE



Le processus de conception intégrée (PCI) a été mis au point d'après l'expérience acquise avec un programme canadien de faible envergure dans lequel on faisait la démonstration de bâtiments haute performance. Le programme C-2000 a été conçu en 1993 dans le cadre d'une démonstration à petite échelle de niveaux de performance très élevés. Les aspects techniques de ce programme couvraient les éléments suivants : performance énergétique, impacts environnementaux, environnement intérieur, fonctionnalité ainsi qu'une gamme d'autres paramètres connexes. Avec les objectifs de performance ambitieux du programme C-2000, les gestionnaires pensaient que la conception et la construction représenteraient des coûts additionnels substantiels et ils avaient par conséquent prévu ces coûts aux deux phases de conception et de construction.

Or, après la conception des six premiers projets et l'achèvement de deux d'entre eux, les coûts d'immobilisation additionnels étaient inférieurs aux prévisions, en partie parce que les concepteurs avaient utilisé des technologies moins avancées et moins coûteuses que ce qui avait été prévu. Néanmoins, cette économie n'a pas empêché le projet d'atteindre ses objectifs de performance. Tous les concepteurs ont reconnu que le maintien de niveaux élevés de performance avait été réalisé principalement grâce au processus de conception utilisé pour le programme C-2000. Il est également apparu que les avantages majeurs du processus se sont manifestés durant les premières étapes de la conception.

Le processus issu du programme C-2000 est désormais appelé processus de conception intégrée, et la plupart des interventions menées dans un projet visent à fournir des conseils au tout début de la conception. Huit projets ont été réalisés selon le PCI et tous ont satisfait aux exigences de performance C-2000, ou en ont presque atteint les objectifs. De plus, les coûts d'immobilisations ont été légèrement au-dessous des budgets de base. L'indice le plus prometteur de l'implantation avérée de la méthode PCI est que plusieurs propriétaires ont par la suite retenu ce même processus pour des bâtiments qui n'avaient bénéficié d'aucune subvention.

### ***Le processus de conception classique***

Pour bien saisir en quoi consiste le PCI, il faut d'abord examiner le processus de conception classique. Ce dernier commence souvent par un accord sur le concept entre l'architecte et le client, qui définit de manière générale les groupements suggérés, l'orientation du bâtiment, le fenestrage et, habituellement, l'aspect extérieur général, déterminé par ces caractéristiques de même que par les matériaux de base. On demande ensuite aux ingénieurs en mécanique et en électricité de matérialiser le concept et de proposer des systèmes appropriés.

Bien que le processus classique soit décrit ici de manière exagérément simplifiée, c'est celui utilisé par la grande majorité des firmes de conception générale, et il réduit habituellement à des niveaux conventionnels le degré de performance réalisable. Le processus de conception classique présente une structure surtout linéaire en raison des contributions successives des différents membres de l'équipe de conception. La possibilité d'optimisation dans un processus classique est limitée, tandis qu'elle est souvent problématique, voire impossible, durant les phases ultérieures. Par exemple, on retirera peu d'avantages du potentiel de l'énergie solaire passive, on pourra avoir une exposition excessive à des gains solaires élevés durant l'été et un mauvais éclairage naturel de même qu'une situation d'inconfort pour les occupants.

Tous ces résultats potentiels sont le reflet d'un processus en apparence rapide et simple, mais en réalité les coûts d'exploitation sont souvent élevés et l'environnement intérieur ne répond pas aux normes; ces facteurs peuvent à leur tour réduire de beaucoup la valeur locative ou la valeur d'actif d'une propriété. Comme la conception classique ne comporte généralement pas de simulations informatiques de la performance énergétique prévue, les propriétaires, les exploitants ou les utilisateurs seront étonnés de la mauvaise performance et des coûts

d'exploitation élevés qui en résulteront.

Si les ingénieurs qui interviennent dans ce processus sont astucieux, ils proposeront des systèmes perfectionnés, à grand rendement, de chauffage, de refroidissement et d'éclairage, mais l'intégration tardive de ces derniers dans la conception ne produira que des augmentations marginales de la performance, auxquelles s'ajouteront des augmentations considérables des coûts d'immobilisation. Une telle situation résulte principalement de l'introduction de systèmes haute performance à une étape avancée du processus de conception, qui ne peut pas pallier les répercussions de décisions de conception initiales incompatibles ou autrement inadéquates.

### ***Processus de conception intégrée***

Le processus de conception intégrée (PCI) se distingue du processus de conception classique par son influence sur l'équipe de conception. Le client joue ici un rôle plus actif; l'architecte est désormais un chef d'équipe et n'est plus le seul à modeler la forme du projet. Les ingénieurs en structure, en mécanique et en électricité ont des rôles actifs dès le début de la conception. L'équipe de conception comprend toujours un spécialiste de l'énergie et, dans certains cas, un facilitateur indépendant.

Le PCI ne contient aucun élément qui soit entièrement nouveau, mais il intègre des approches bien éprouvées, à un processus total systématique. Les compétences et l'expérience des ingénieurs en mécanique et en électricité, et des consultants plus spécialisés, peuvent être intégrées à l'étude de conception dès le début du processus. Ce principe, s'il est appliqué dans un climat de coopération entre les principaux acteurs, produit un modèle très efficace avec des coûts d'immobilisation incrémentaux minimales, sinon nuls, ainsi que des coûts d'exploitation et d'entretien à long terme moins élevés. Les avantages du PCI ne se limitent pas à l'amélioration de la performance environnementale. L'expérience a démontré que les discussions interdisciplinaires ouvertes ainsi qu'un travail en synergie conduiront souvent à des améliorations du programme fonctionnel, tant pour la sélection des systèmes de structure que pour l'expression architecturale.

Le PCI est fondé sur l'observation bien avérée selon laquelle l'intégration des changements et des améliorations est plus facile au début du processus, et s'opèrera difficilement et avec plus de perturbations au fur et à mesure de l'avancement. Bien que cet avantage puisse paraître évident, le fait est que la plupart des clients et des concepteurs n'en tiennent pas compte. De la même manière, l'existence d'un plan précis donne de la crédibilité et de la forme au processus, le rendant ainsi plus facile à mettre en oeuvre. Le PCI comprend habituellement les éléments suivants :

- collaboration interdisciplinaire dès le début de la conception entre les architectes, les ingénieurs, les spécialistes en établissement des coûts, les responsables de l'exploitation et les autres acteurs;
- analyse de l'importance relative des diverses questions de performance puis établissement d'un consensus entre le client et les concepteurs;
- les contraintes budgétaires sont appliquées à l'ensemble du bâtiment, sans distinction formelle des budgets des différents systèmes du bâtiment; cette procédure illustre l'expérience selon laquelle les coûts supplémentaires associés à un système, par exemple les pare-soleil, peuvent avoir pour effet de réduire les coûts rattachés à d'autres systèmes, p. ex. les coûts d'immobilisation et d'exploitation d'un système de refroidissement;
- l'intervention d'un spécialiste du génie et de la simulation énergétiques;
- l'application de diverses hypothèses de conception à la simulation énergétique durant le processus, afin de produire des données relativement objectives sur cet aspect primordial de la performance;

- l'intervention de spécialistes des disciplines (p. ex. pour l'éclairage naturel, le stockage thermique, le confort, la sélection des matériaux), au moyen de brèves consultations avec l'équipe de conception;
- énoncé clair des objectifs et des stratégies de performance, qui seront mis à jour par l'équipe de conception durant le processus;
- dans certains cas, un facilitateur de conception est adjoint à l'équipe, où il soulève des questions sur la performance et vérifie que les spécialistes interviennent selon les besoins.

La conception proprement dite suit la séquence globale ci-après.

1. Établir des objectifs de performance pour un grand nombre de paramètres et développer des stratégies préliminaires pour atteindre ces objectifs. Ce principe peut sembler évident, mais dans le contexte d'une équipe de conception intégrée, les compétences et les perspectives en ingénierie pourront fournir un appui à la conception : cet outil aidera le propriétaire et l'architecte à adopter des solutions optimales de conception.
2. Réduire au minimum les charges de chauffage et de refroidissement et optimiser le potentiel de la lumière du jour en intervenant sur l'orientation du bâtiment, en prévoyant une enveloppe efficace et en étudiant soigneusement le nombre, le type et l'emplacement des fenêtres.
3. Répondre aux besoins de chauffage et de refroidissement par une exploitation maximale de l'énergie solaire ou d'autres technologies faisant appel à des énergies renouvelables, et par l'utilisation de systèmes de CVCA efficaces, tout en respectant les objectifs de qualité de l'air intérieur, de confort thermique, de niveaux et de qualité d'éclairage et d'insonorisation.
4. Répéter le processus afin de définir au moins deux modèles de conception de remplacement, ou préférablement trois, en simulant la consommation d'énergie associée à chaque modèle pour en contrôler l'efficacité. Les modèles prometteurs sont retenus en vue d'un développement plus élaboré.

Le schéma du PCI et le sommaire de ses différentes étapes (indiquées en appendices 1 et 2) fournissent un bon aperçu d'un projet de conception type.

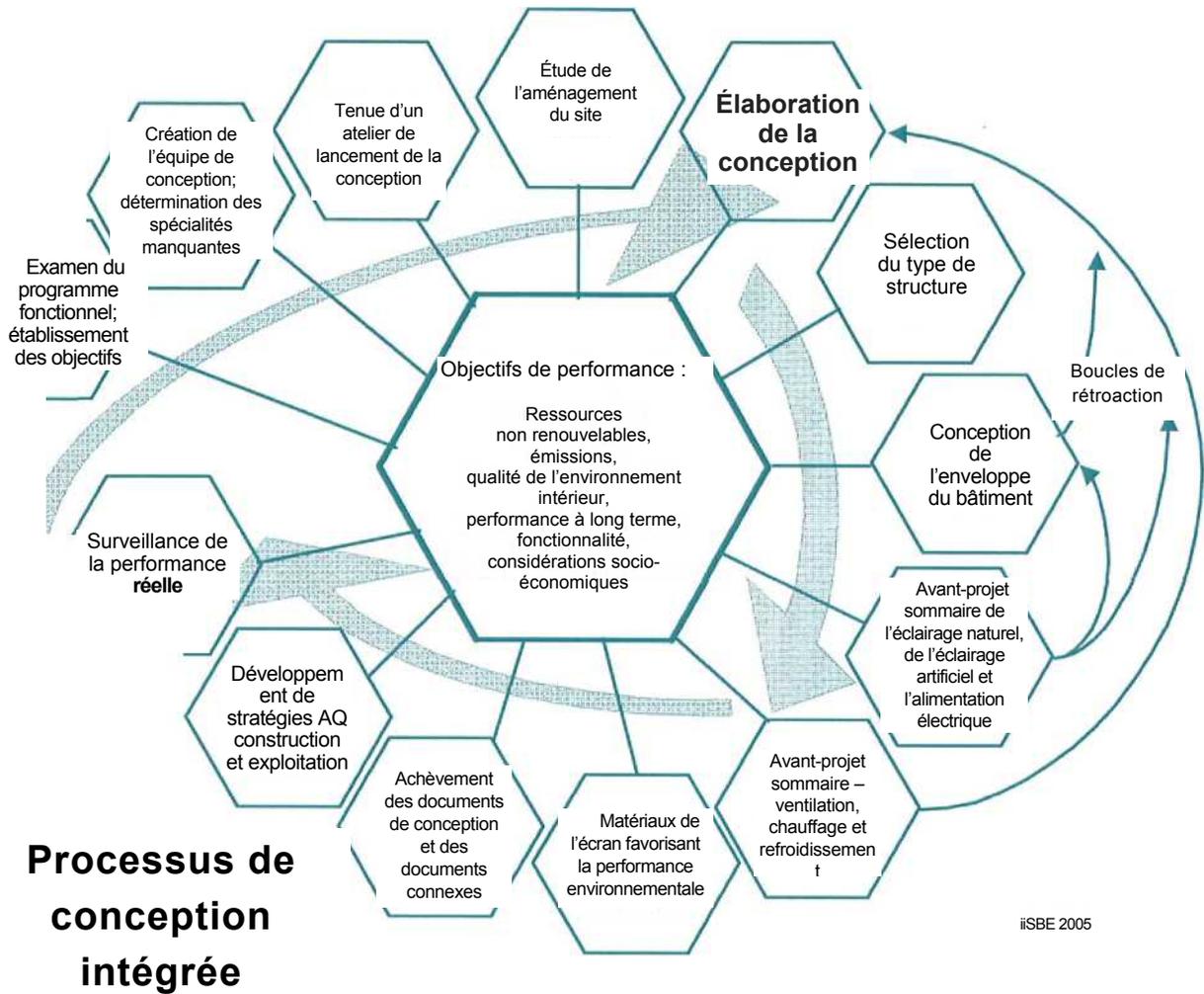
### ***Applications futures du PCI***

L'utilisation du PCI permet de tirer des enseignements intéressants. Entre autres, et contrairement à bien d'autres méthodes ou systèmes d'appui à la conception, le PCI peut être appliqué à une vaste gamme de situations et de bâtiments. Ainsi, même si le système PCI a été élaboré pour des types particuliers de bâtiments, et qu'il était initialement destiné à la construction neuve, il a néanmoins été appliqué à bien des types de bâtiments et à des projets de rénovation également.

Nous anticipons une application étendue du PCI à travers le monde. Une version internationale générique a été élaborée au sein du groupe de travail Task 23 de l'Agence internationale de l'énergie. Il manque à l'heure actuelle les ressources nécessaires pour développer les programmes d'exploitation et pour mettre au point une campagne de sensibilisation pour favoriser l'utilisation du PCI à l'échelle internationale, et plus particulièrement dans les pays en développement.

Préparé par :  
Nils Larsson  
Directeur exécutif  
Initiative internationale pour un cadre bâti durable (iiSBE)  
Ottawa, 31 janvier 2004  
<larsson@www.iisbe.org>

# Appendice 1 : Schéma du processus de conception intégrée (PCI)



## Appendice 2 : Étapes génériques du processus de conception intégrée (PCI)

<b>A. Évaluation des conditions du site</b>		
01	A01	Évaluer la stabilité et la capacité portante du sol
02	A02	Évaluer la qualité écologique du site
03	A03	Dans le cas d'une friche industrielle, prendre les mesures d'assainissement nécessaires
04	A04	Détecter la présence de radon dans le sol
05	A05	Repérer, dans les terrains contigus, toute caractéristique susceptible de constituer une contrainte à la conception du bâtiment projeté
06	A06	Évaluer l'aptitude de toute structure existante à s'adapter aux nouveaux usages du site
07	A07	Évaluer la surface brute approximative de la structure existante pouvant être réutilisée complètement ou en partie
08	A08	Évaluer l'aptitude des matériaux et des composants des structures existantes à être réemployés dans les bâtiments projetés
09	A09	Préparer un rapport des conditions du site
<b>B. Examen du programme; établissement d'objectifs et de stratégies de performance</b>		
10	B01	Déterminer si les besoins en espace peuvent être comblés par des rénovations plutôt que par une construction neuve
11	B02	Étudier l'impact possible de l'emplacement sur les besoins en transports
12	B03	Évaluer la capacité du programme fonctionnel à supporter des usages mixtes et des opérations écologiques
13	B04	Confirmer l'engagement du client à supporter les moyens requis pour une performance élevée
14	B05	Préparer un énoncé initial des buts et des objectifs de performance et des stratégies d'appui
15	B06	S'assurer que le programme peut assurer une haute performance
16	B07	Vérifier si les exigences budgétaires et de rentabilité sont compatibles avec les objectifs de performance
17	B08	Préparer un <i>Rapport du programme fonctionnel et des objectifs de performance</i>
<b>C. Création de l'équipe de conception</b>		
18	C01	S'assurer que l'équipe de conception proposée connaît les objectifs de performance élevée associés au projet
19	C02	Désigner des membres de l'équipe de conception possédant des qualifications et une expérience pertinentes au programme et les maintenir dans leurs fonctions
20	C03	S'assurer que les clauses contractuelles n'ont pas d'effet désincitatif pour l'ingénieur en mécanique
21	C04	Si le budget le permet, prévoir, dans le contrat, des incitatifs monétaires à la performance pour les principaux concepteurs
<b>D Tenue d'un atelier de travail sur la conception</b>		
22	D01	Confectionner des schémas de conception de référence ou de base intégrant un minimum de performance
23	D02	Réaliser des simulations énergétiques avec le bâtiment de référence

24	D03	Inviter les participants de l'atelier sur la conception, y compris le client, l'équipe de conception et les spécialistes
25	D04	À l'atelier, présenter les simulations énergétiques comme base des discussions
26	D05	Élaborer deux ou trois options de schéma conceptuel de performance améliorée
27	D06	Tenir une discussion ouverte sur la performance et sur ses incidences sur les coûts et sur les autres éléments
28	D07	Après l'atelier de travail, passer à l'élaboration plus détaillée de l'option la plus intéressante, y compris les simulations ou les estimations énergétiques préliminaires
29	D08	Au besoin, ajouter d'autres compétences à l'équipe de conception
30	D09	Résumer les résultats de l'atelier dans un <i>Rapport de l'atelier de travail sur la conception</i> puis diffuser ce rapport à tous les acteurs
<b>E. Questions liées à l'aménagement du terrain</b>		
31	E01	Réduire au minimum l'emprise au sol du bâtiment
32	E02	Réduire au minimum les pertes de potentiel d'énergie solaire ou de lumière du jour de la propriété contiguë
33	E03	Étudier des mesures pour réduire au minimum les répercussions du projet sur l'écologie du sous-sol et sur la nappe phréatique
34	E04	Élaborer des plans préliminaires d'aménagement paysager afin de prévoir des dispositifs brise-vent et des pare-soleil ainsi que pour réduire les besoins en eau
35	E05	Faire en sorte que le bâtiment apporte une contribution positive au paysage de rue
36	E06	Effectuer une étude d'impact environnemental
37	E07	Résumer les questions liées à l'aménagement du terrain dans un <i>Rapport sur l'impact environnemental du projet</i>
<b>F. Élaboration de la conception</b>		
38	F01	Finaliser les objectifs de performance
39	F02	Élaborer un plan conceptuel d'aménagement, à partir des exigences fonctionnelles
40	F03	Orienter le bâtiment de manière à optimiser le potentiel solaire passif et organiser le fenestrage en fonction de l'orientation
41	F04	Établir la configuration et la largeur du bâtiment de manière à assurer un équilibre entre la lumière du jour et la performance thermique
42	F05	Songer aux rôles possibles des systèmes de ventilation naturelle, hybride ou mécanique
43	F06	Vérifier si on aura besoin de refroidissement
44	F07	Examiner le rôle potentiel des systèmes utilisant une énergie renouvelable
45	F08	Examiner les formes les plus efficaces de systèmes de chauffage, ventilation et de conditionnement d'air à énergie non renouvelable
46	F09	Déterminer les hauteurs de plafonds en tenant compte des usages futurs
47	F10	Réaliser une première série de simulations ou d'analyses énergétiques détaillées
48	F11	Préparer le <i>Rapport de conception</i>
<b>G. Sélection de la structure du bâtiment</b>		
49	G01	Considérer l'espacement des colonnes et l'emplacement du noyau

50	G02	Envisager des mesures de réduction de l'énergie intrinsèque de la structure
51	G03	Étudier des options de stockage thermique utilisant la structure pour dissiper l'énergie
52	G04	Dans les installations à usage d'habitation, tenir compte de la conception des balcons
53	G05	Déterminer la structure du bâtiment en tenant compte des éléments ci-dessus
<b>H. Conception de l'enveloppe du bâtiment</b>		
54	H01	Sélectionner les systèmes de base des murs extérieurs
55	H02	Assigner le fenestrage de chaque façade de manière à optimiser l'emploi de la lumière du jour et les avantages thermiques
56	H03	Optimiser la lumière du jour et la performance thermique offertes par le fenestrage
57	H04	Considérer l'utilisation de fenêtres à châssis mobile
58	H05	Envisager des moyens de réduire l'énergie intrinsèque de l'enveloppe du bâtiment
59	H06	Optimiser les détails et la performance thermique de l'enveloppe
60	H07	Réaliser une deuxième série de simulations énergétiques
<b>J. Avant-projet sommaire de l'éclairage et de l'alimentation électrique</b>		
61	J01	Élaborer un avant-projet sommaire du système d'éclairage
62	J02	Élaborer un avant-projet sommaire du système de commande de l'éclairage
63	J03	Évaluer les besoins en énergie des équipements des locataires et occupants futurs
64	J04	Optimiser l'efficacité énergétique des systèmes de transport vertical
65	J05	Élaborer des stratégies pour écrêter les pointes d'appel de puissance
66	J06	Résumer les questions reliées à l'éclairage dans un plan de performance du confort et de la productivité
<b>K. Avant-projet sommaire des systèmes de chauffage, ventilation et conditionnement d'air</b>		
67	K01	Élaborer un avant-projet sommaire du système de ventilation
68	K02	Élaborer un avant-projet sommaire de l'installation centrale de chauffage
69	K03	Élaborer un avant-projet sommaire de l'installation centrale de refroidissement
70	K04	Étudier des options de stockage thermique utilisant des systèmes mécaniques
71	K05	Élaborer un avant-projet sommaire des systèmes de transport de chauffage, ventilation et de refroidissement
72	K06	Élaborer un avant-projet sommaire des systèmes de commande de ventilation, de chauffage et de refroidissement
73	K07	Achever les simulations énergétiques permettant d'évaluer la performance globale du bâtiment
74	K08	Dresser un sommaire des points reliés au système CVCA destiné au <i>Rapport de performance du confort et de la productivité</i>
75	K09	Préparer un <i>Rapport de conception</i>
<b>L. Sélection des matériaux</b>		

76	L01	Réduire au minimum l'utilisation de matériaux ou de composants dépendant de ressources rares ou limitées
77	L02	Sélectionner des matériaux offrant un bon compromis entre durabilité et faible énergie intrinsèque
78	L03	Étudier la possibilité de réutilisation de composants et de matériaux recyclés
79	L04	Étudier les ensembles et leurs raccordements de manière à faciliter leur aptitude au démontage futur
80	L05	Sélectionner des matériaux de finition intérieurs produisant le minimum d'émissions, dont les COV
<b>M. Achèvement des documents de conception et connexes</b>		
81	M01	Réaliser le plan d'aménagement du site de manière à réduire au minimum la consommation d'eau potable
82	M02	Étudier la plomberie et les réseaux sanitaires de manière à réduire au minimum la consommation d'eau
83	M03	Achever les détails de l'enveloppe relatifs à l'écran pare-pluie et à l'équilibrage des pressions
84	M04	Finaliser la conception du système d'éclairage
85	M05	Finaliser la conception du système de ventilation, chauffage et refroidissement
86	M06	Confirmer l'existence d'un espace suffisant pour les systèmes de télécommunications et de transmission de données
87	M07	Sélectionner les systèmes de gestion de l'énergie du bâtiment
88	M08	Examiner l'utilisation de matériaux afin de réduire la quantité de déchets
89	M09	Réaliser une dernière série de simulations énergétiques
90	M10	Produire une version finale du <i>Plan de longévité et d'adaptabilité</i> final
91	M11	Produire une version finale du <i>Rapport du coût du cycle de vie</i>
92	M12	Produire une version finale du <i>Plan de productivité et de confort des occupants</i>
<b>N. Développement de stratégies AQ construction</b>		
93	N01	Élaborer un plan pour réduire au minimum les déchets de construction et de démolition durant les travaux
94	N02	Élaborer un <i>Plan final de gestion de l'impact du projet sur le site</i>
95	N03	Élaborer un <i>Plan final d'assurance qualité</i>
96	N04	Élaborer un <i>Plan de mise en service</i> pour tous les principaux systèmes
97	N05	Préparer le <i>Rapport de pré-construction</i>
<b>P. Développement de stratégies AQ exploitation</b>		
98	P01	Nommer un agent de mise en service mandaté par le propriétaire
99	P02	Élaborer un plan d'entretien
100	P03	Élaborer un <i>Plan final de gestion des impacts environnementaux</i>
101	P04	Élaborer des documents de location comportant des incitatifs à l'exploitation efficace des locaux
102	P05	Former le personnel du bâtiment à l'exploitation efficace des équipements
103	P06	Préparer un <i>Rapport d'achèvement de projet</i>
<b>Q. Surveillance</b>		

104	Q01	Le propriétaire / l'exploitant doit fournir des rapports d'exploitation, d'entretien et des factures de services d'utilités
105	Q02	Effectuer une évaluation post-occupation