

ACCROÎTRE LA RÉSILIENCE:

LIGNES DIRECTRICES PRATIQUES POUR LA RÉHABILITATION DURABLE DE BÂTIMENTS AU CANADA



COLLABORATION FÉDÉRALE, PROVINCIALE ET TERRITORIALE SUR LES LIEUX HISTORIQUES AU CANADA (CFPTLHC)

© 2016 – Ministres fédéral, provinciaux, territoriaux de la Culture et du Patrimoine au Canada

TOUS DROITS RÉSERVÉS. Ce livre peut être copié et distribué librement pour usage personnel ou communautaire. Aucune partie de ce livre ne peut être reproduite à des fins commerciales sous quelque forme ou par quelque moyen, électronique ou mécanique, que ce soit sans l'autorisation écrite du Secrétariat, ministres FTP de la Culture et du Patrimoine, 25 rue Eddy, 8^e étage, Gatineau, Québec, K1A 0M5. Toutes les données présentées sont présumées être exactes au moment de la parution. Ce guide a été produit pour mettre des informations à la disposition des collectivités canadiennes. Les ministres FPT ne promeuvent en aucune façon les interventions ou les organismes mentionnés dans ce guide.

Bibliothèque et Archives Canada Catalogage avant publication
(ISBN)

MTBA Mark Thompson Brandt Architect & Associates Inc.

Accroître la résilience : lignes directrices pratiques pour la réhabilitation durable
de bâtiments au Canada

Références bibliographiques comprises

Les points de vue présentés
ici reflètent les opinions des
auteurs et ne représentent pas
nécessairement la position officielle
des gouvernements participants qui
ont soutenu le projet.



TABLE DES MATIÈRES

Préface	v
Historique	vi
Remerciements	vii
1. INTRODUCTION ET CONTEXTE	8
1.1 Introduction	9
1.2. La relation entre la conservation des édifices, la durabilité et le changement climatique.....	11
1.3. Qui doit-on impliquer?	17
1.4. Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au canada	19
2. COMPRENDRE SON BÂTIMENT	21
2.1. Contexte	22
2.2. Maintenir la valeur patrimoniale et les éléments caractéristiques	23
2.3. Comprendre le bâtiment en tant que système écologique.....	25
2.5. Comprendre la durabilité inhérente.....	30
2.6. Rendement énergétique.....	35
2.7. Comprendre la modification du comportement pour améliorer le rendement	36
2.8. Donner sa part à la valeur patrimoniale dans l'entretien d'un bâtiment.....	39
2.9. Envisager les infrastructures à l'échelle urbaine	41
2.10. Le défi particulier du patrimoine dit moderne	43
3. LIGNES DIRECTRICES POUR LES ÉLÉMENTS FONCTIONNELS D'UN BÂTIMENT	47
3.1. Introduction et contexte	48
3.2. Évaluation des objectifs de projet dans leur contexte	53
3.3 Site et contexte environnant	55
3.4. Forme extérieure	59
3.5. Systèmes porteurs	63
3.6. Toits	66
3.7. Murs extérieurs.....	70
3.8. Fenêtres, portes et devantures de magasin	75
3.9. Entrées, porches et balcons	82
3.10. Aménagement intérieur	86
3.11. Systèmes mécaniques et électriques	90
3.12. Éléments intérieurs.....	99
3.13. Matériaux.....	103
3.14. Fonctionnement et entretien	118
4. INFORMATION COMPLÉMENTAIRE	122
4.1 Bibliographie et ressources	123
4.2. Glossaire	132
ANNEXE A.....	136
La réhabilitation durable lutte contre le changement climatique.....	137
ANNEXE B	140
Des compétences oubliées : comment nous avons cessé de concevoir de manière durable.....	141
ANNEXE C : ÉTUDES DE CAS	146

« La conservation patrimoniale permet de créer un environnement bâti durable et des collectivités résilientes. »

Les directeurs fédéraux, provinciaux et territoriaux de la culture et du patrimoine au Canada ont approuvé la déclaration ci-dessus pour étayer l'élaboration de ce document.

PRÉFACE

Partout en Amérique du Nord, gouvernements, organismes et citoyens cherchent à lutter contre le changement climatique et à conserver notre environnement naturel de manière plus efficace. En outre, nous saisissons de mieux en mieux l'importance de préserver notre patrimoine culturel pour créer des collectivités saines jouissant d'une économie vigoureuse et d'une bonne qualité de vie.

Ce n'est qu'au cours des dernières années que le lien entre la conservation du patrimoine et la *durabilité* des collectivités s'est imposé¹. Par exemple, le *Rapport d'évaluation* du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat de l'ONU explique l'importance de la mise à niveau des bâtiments existants dans la lutte contre le changement climatique, notamment par la réduction de la consommation d'énergie, l'empreinte carbone et les émissions de GES des bâtiments (voir l'annexe A). Mais à ce jour, au Canada, il existe peu de ressources pour les citoyens, les organismes et les gouvernements sur les pratiques exemplaires de mise à niveau et de *réhabilitation* des bâtiments existants, particulièrement des bâtiments historiques, qui permettent de conserver l'énergie et l'eau, d'offrir une bonne qualité d'air intérieur, et de réduire les répercussions sur la consommation de matériaux et sur l'environnement. Voilà donc l'objectif du présent ouvrage : démontrer que la conservation du patrimoine permet de créer un environnement bâti durable et des collectivités résilientes.

¹ Néanmoins, en Amérique du Nord, Donovan Rypkema étudie depuis près de vingt ans les coûts du réaménagement et de la préservation du patrimoine, les comparant à ceux des nouvelles constructions. Pour en savoir plus sur M. Rypkema et sur ses conférences, ses articles et ses rapports, consultez son site Web : <http://www.placeeconomics.com/>.

HISTORIQUE

LA COLLABORATION FÉDÉRALE, PROVINCIALE ET TERRITORIALE SUR LES LIEUX HISTORIQUES AU CANADA

La Collaboration fédérale, provinciale et territoriale sur les lieux historiques au Canada (CFPTLHC) est une entente qui permet aux gouvernements FPT de traiter ensemble des questions importantes ayant trait aux dits lieux historiques.

Elle reconnaît l'importance de la *durabilité* dans la conservation et le réaménagement du parc immobilier canadien existant, ainsi que d'une protection simultanée de la *valeur patrimoniale* de nos bâtiments historiques. Au cours des dix dernières années, certaines initiatives ont été entreprises à l'échelle internationale de même qu'ici, au Canada, pour essayer de trouver un terrain d'entente et de définir des pratiques exemplaires en réponse à cet objectif difficile.

UNE DÉMARCHE PANCANADIENNE

Accroître la résilience : lignes directrices pratiques pour la réhabilitation durable de bâtiments au Canada est un ouvrage destiné à établir une démarche pratique pancanadienne aussi bien pour les spécialistes que les professionnels, les propriétaires de bâtiments et les exploitants.

En 2013, la CFPTLHC a demandé à la Section du Cascadia des Conseils du bâtiment durable du Canada et des États-Unis d'exposer les grandes lignes de ces questions ainsi que d'établir comment un ouvrage pratique pourrait répondre à celles-ci. En 2014, elle a embauché les services de MTBA & Associates Inc. en leur qualité de consultants professionnels chevronnés dans le domaine de la conservation naturelle et

patrimoniale (*durabilité*, réutilisation adaptative, *réhabilitation* et *préservation* dans les environnements de l'architecture et de la planification). Il s'agissait pour eux de mettre ce cadre en place et de diriger la création d'un document de consultation largement applicable et utilisable.

Une consultation générale quoique ciblée à travers le pays et les suggestions qui en ont découlé ont fourni les données nécessaires à un document destiné à établir des pratiques exemplaires et des lignes directrices pour la *réhabilitation durable* au Canada. Ce processus a été rendu possible à travers des évaluations par les pairs, un sondage auprès des personnes familiarisées avec les pratiques ayant trait à ces questions au Canada, et des études de cas soumises par des professionnels en exercice.

Dans la mesure où cet ouvrage est véritablement destiné à revêtir une dimension nationale, ces suggestions et ces études de cas tiennent également compte de caractéristiques régionales et multidisciplinaires.

Le but d'*Accroître la résilience* est de constituer une action positive envers le changement climatique et la conservation patrimoniale dans toutes collectivités publiques au Canada.

REMERCIEMENTS

POUR LA CFPTLHC

Groupe de travail de la Collaboration fédérale, provinciale, et territoriale sur les lieux historiques au Canada

Coprésidents

Agence Parcs Canada
Colombie-Britannique

Gouvernements participants

Alberta
Colombie-Britannique
Manitoba
Nouveau-Brunswick
Terre-Neuve-et-Labrador
Territoires du Nord-Ouest
Nouvelle-Écosse
Nunavut
Ontario
Île du Prince-Édouard
Québec
Saskatchewan
Yukon
Canada



Auteurs principaux

MTBA & Associates Inc.
Mark Thompson Brandt, architecte patrimonial
et urbaniste en chef
Chris Warden, associé principal
Jorge Sosa, architecte stagiaire
Sue Barrett, directrice administrative

Autres contributeurs :

Contributeurs au concept



Contributeurs à l'évaluation par les pairs

Jennifer McArthur, ARUP
Chris Jofeh, ARUP
Deborah Lazarus, ARUP
Dima Cook, FGMDa
John Dam, John Dam & Associates Inc.
Maria Stanborough, C+S Planning Group
Ron North, District of Colwood, Capital Regional District
(Colombie-Britannique)

1. INTRODUCTION ET CONTEXTE

Le but de ces lignes directrices illustrées est d'identifier des pratiques exemplaires pour la conservation et le réaménagement durable de bâtiments existants. Plus précisément, il s'agit de se concentrer principalement sur la durabilité écologique dans les bâtiments historiques.

1.1 INTRODUCTION

L'ouvrage *Accroître la résilience : lignes directrices pour la mise à niveau et la réhabilitation durables des bâtiments au Canada* sert de « boîte à outils de la construction durable », conçue pour mieux faire comprendre les avantages écologiques de la conservation du patrimoine. Mettant en évidence la forte corrélation entre la conservation des patrimoines naturel et bâti, ces pratiques exemplaires utiles peuvent être appliquées à des bâtiments anciens et, plus particulièrement, à des lieux patrimoniaux ayant un statut officiel.

Ces lignes directrices visent principalement à aider les concepteurs, les propriétaires et les constructeurs à améliorer la *durabilité* des bâtiments existants, tout en protégeant leurs *éléments caractéristiques*, et donc leur *valeur patrimoniale*. Cependant, elles profiteront aussi à un vaste public d'architectes, de promoteurs immobiliers, de propriétaires, de gardiens et de gestionnaires, de maîtres d'œuvre, d'artisans et de gens de métier, de conseillers en énergie et de spécialistes de la *durabilité*, d'ingénieurs, de professionnels du patrimoine, et enfin, d'agents responsables du patrimoine et de l'environnement bâtis à tous les paliers de gouvernement.

L'ouvrage *Accroître la résilience* ne prétend pas régler de cas précis. Il propose plutôt des pistes d'orientation, tout en reconnaissant qu'il est difficile d'évaluer les répercussions de chaque scénario et les exigences des projets aux aspects intrinsèquement durables qui n'ont que peu ou pas de *valeur patrimoniale*. Toute intervention doit être adaptée au contexte, réalisée au cas par cas par des experts possédant

les connaissances et l'expérience nécessaires pour peser le pour et le contre de la *valeur patrimoniale* et des mesures de *réhabilitation durable*.

On pourra lire *Accroître la résilience* en tant qu'ouvrage autonome, mais aussi comme complément aux considérations de *durabilité* de *Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada* (Collaboration fédérale-provinciale-territoriale sur les lieux patrimoniaux, deuxième édition, 2010). Pour en savoir plus, voir la section 1.4.

APERÇU DES LIGNES DIRECTRICES

LA PREMIÈRE PARTIE met en contexte les questions liées à la mise à niveau et à la *réhabilitation durables* des bâtiments. Elle définit les termes et aide à comprendre les avantages et l'importance de la mise à niveau et de la *réhabilitation durables*, leur rapport au monde en général, les instances visées par la *conservation des bâtiments* et l'utilisation d'*Accroître la résilience* comme complément aux *Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada*.

LA DEUXIÈME PARTIE approfondit les questions de *mise à niveau* et de *réhabilitation durables*, soulignant la nécessité de bien comprendre le bâtiment avant d'entreprendre des travaux de *mise à niveau* et de *réhabilitation*, particulièrement son histoire, sa valeur patrimoniale culturelle, ses éléments historiques, ses changements morphologiques et son usage au fil du temps. La deuxième partie aborde également des questions plus générales,

INTRODUCTION ET CONTEXTE : INTRODUCTION

comme le contexte du lieu de construction et la mise à niveau et la *réhabilitation* des bâtiments de l'époque moderne.

LA TROISIÈME PARTIE propose des orientations pratiques éprouvées, organisées par éléments fonctionnels de construction, qui simplifient la démarche de *mise à niveau* et de *réhabilitation*. Elle porte également sur les matériaux de construction et sur l'entretien en termes de *mise à niveau* et de *réhabilitation durables*. Servez-vous de la troisième partie comme d'une aide directe pour la planification, la conception et l'exécution de vos projets de *mise à niveau* et de *réhabilitation durables*.

A QUATRIÈME PARTIE fournit des renseignements complémentaires, notamment une bibliographie et une liste de ressources, de l'information sur les outils de conception accessibles sur le Web, un glossaire et des annexes contenant des études de cas.

LES ÉTUDES DE CAS de l'annexe C illustrent des exemples de mise à niveau et de réhabilitation de bâtiments au Canada, où des principes de durabilité ont été mis en pratique de manière efficace, rendant ainsi les bâtiments considérablement plus durables et protégeant leur valeur patrimoniale.



Image 1. Examen des possibilités de mise à niveau durable et des caractéristiques intrinsèquement durables du site. Source : Judith Cook

1.2 RELATION ENTRE LA CONSERVATION DES BÂTIMENTS, LA DURABILITÉ ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

CONSERVATION DES BÂTIMENTS

Par « conservation des bâtiments », on entend l'usage et la gestion éclairés d'un bâtiment afin de prévenir les changements indésirables, comme les altérations irréfléchies ou incompatibles, le délabrement, la destruction, les abus ou la négligence. Le but est de « sauvegarder les éléments caractéristiques d'un lieu patrimonial afin d'en préserver la valeur patrimoniale et d'en prolonger la durée de vie ».

L'ouvrage *Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada* est un outil de référence précieux qui offre des conseils sur les approches de conservation du patrimoine au pays.

LA DURABILITÉ EN RÉAMÉNAGEMENT ET EN RÉHABILITATION DE BÂTIMENTS

Le principe organisateur de la *durabilité*¹ de l'environnement bâti rappelle beaucoup celui du *développement durable*, que

¹ En écologie, la *durabilité* se définit comme la manière dont les systèmes naturels perdurent tout en restant variés et productifs pour permettre la vie sur une planète

l'on peut définir comme un « développement qui répond aux besoins actuels sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs² ».

La *conservation des bâtiments* contribue de manière cruciale à la *durabilité*, car elle répond aux principes économiques, culturels, sociaux et écologiques étroitement liés du développement *durable*³. Les avantages potentiels d'une démarche de conservation sont mentionnés ci-dessous.

Avantages écologiques

- Conservation de l'énergie grise et maximisation des constructions existantes
- Réutilisation et recyclage des sites, des bâtiments et des matériaux offrant une longue durée de vie et un grand potentiel de réparation
- Utilisation de technologies adéquates ainsi que de matériaux et de modèles éprouvés qui sont adaptés au climat ou à la région

aux ressources limitées. De manière plus générale, la *durabilité* fait référence à l'endurance des systèmes et des processus.

² Le terme *développement durable* et sa définition ont pris de l'importance lorsqu'ils ont été employés par la Commission Brundtland dans son rapport mondial de 1987, *Our Common Future* (Notre avenir à tous).

³ La Convention de l'ONU de 2005 sur la protection et la promotion de la diversité des expressions culturelles indique que « les aspects économiques, culturels, sociaux et écologiques du développement durable sont complémentaires ». De plus, elle propose le principe de développement durable suivant : « La protection, la promotion et le maintien de la diversité culturelle sont des conditions essentielles au développement durable, pour les générations présentes et futures. » Pour en savoir plus, consultez le site <http://www.unesco.org/new/fr/culture/themes/cultural-diversity/diversity-of-cultural-expressions/the-convention/convention-text/>.

- Réduction de l'étalement urbain et protection des forêts, de la faune, des fermes et des autres éléments naturels
- Réduction des déchets et de l'utilisation des décharges lors de la démolition

Avantages socioculturels

- Conservation de souvenirs culturels variés
- Conservation et développement des collectivités et des identités
- Conservation des espaces et installations communautaires
- Accès à davantage de logements abordables
- Accès à des espaces commerciaux de plus petite superficie pour les entreprises locales en démarrage
- Possibilité d'offrir des activités éducatives

Avantages économiques

- Réduction des frais de développement par l'utilisation de sites déjà construits
- Augmentation de la valeur immobilière grâce à la mise à niveau
- Promotion d'un modèle de prévision des coûts du cycle de vie favorisant une vision à long terme
- Création de postes spécialisés menant à des emplois durables et équitables
- Soutien des économies régionales, notamment des fournisseurs de matériaux

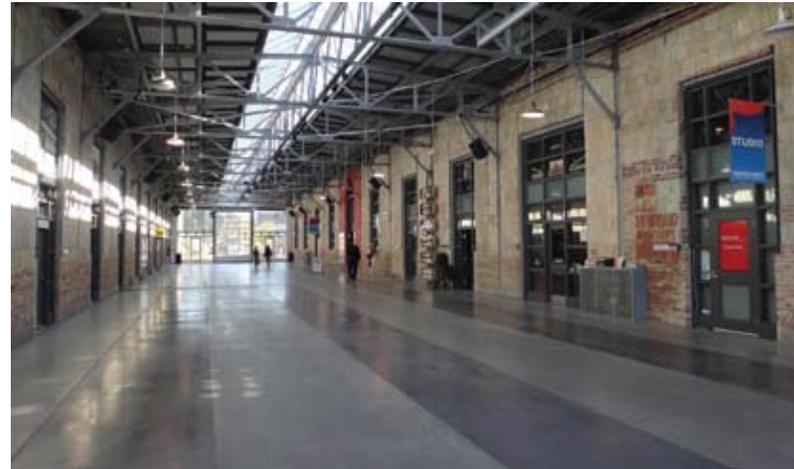


Image 2. Rue couverte de la Grange 2, Wychwood Barns, Toronto (Ontario). : Place à la croissance, Ontario

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET MISE À NIVEAU ET RÉHABILITATION DURABLES

À l'heure actuelle, le changement climatique est l'un des principaux facteurs de dégradation de l'environnement. On reconnaît maintenant la nécessité d'y réagir de toutes les manières possibles pour contrecarrer et atténuer ses effets nocifs sur l'environnement à court et à long terme.

On sait également que les bâtiments sont la principale source de consommation d'énergie, de production de déchets et d'émissions de gaz dans l'atmosphère. En effet, près de la moitié des gaz à effet de serre produits au Canada proviennent des bâtiments⁴. Il est donc particulièrement important d'améliorer le rendement de nos bâtiments pour atténuer le changement climatique.

⁴ Institut royal d'architecture du Canada, *Défi 2030 : le changement climatique et l'architecture*, [En ligne]. [https://raic.org/sites/default/files/involvement/documents/2030factsheet_f.pdf] (Consulté le 12 décembre 2014).

Consommation des bâtiments au Canada⁵

Énergie produite

Ressources naturelles

Usage des eaux (eaux de traitement non comprises)

Production⁶

Déchets mis en charge

Particules en suspension dans l'air

Gaz à effet de serre

Émissions de dioxyde de carbone

Émissions de dioxyde de soufre

En fait, selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), la plus grande économie de carbone qui pourra être réalisée d'ici 2030 découlera de la mise à niveau de bâtiments existants et du remplacement d'appareils énergivores. Par ailleurs, des économies d'énergie de 50 à 75 % pourront être réalisées dans les bâtiments commerciaux appliquant efficacement des mesures d'efficacité énergétique⁷.

« Améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments existants offre les possibilités d'atténuation les plus importantes, les plus diversifiées et les plus économiques qui soient pour lutter contre le changement climatique. »

– GIEC

Par conséquent, pour lutter efficacement contre le changement climatique, les autorités et les collectivités devront *mettre à niveau* et *réhabiliter* leurs bâtiments existants de manière durable, c'est-à-dire non seulement les bâtiments ayant une valeur patrimoniale, mais également les bâtiments anciens et modernes.

Cependant, il ne faut pas oublier que les bâtiments existants donnent du caractère et du cachet à nos villes et villages. Par exemple, la majorité des personnes interrogées dans le cadre d'un sondage effectué à Vancouver (Colombie-Britannique) se sont prononcées en faveur de la préservation des bâtiments historiques, déclarant que ces derniers contribuaient au *sentiment d'appartenance* des citoyens, c'est-à-dire le cachet particulier, le caractère spécial et l'identité qu'un lieu géographique confère à une collectivité. Selon le même sondage, 50 % des répondants préféreraient vivre dans un bâtiment historique mis à niveau avec un souci d'efficacité

⁵ Conseil du bâtiment durable du Canada, *CaGBC Municipal Green Building Toolkit*, 2007, [En ligne]. [http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.cagbc.org/ContentPages/24130512.pdf] (Consulté le 12 décembre 2014).

⁶ Conseil du bâtiment durable du Canada, *CaGBC Municipal Green Building Toolkit*, 2007, [En ligne]. [http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.cagbc.org/ContentPages/24130512.pdf] (Consulté le 12 décembre 2014).

⁷ Pour en savoir plus, consultez le site <http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/new-vs-existing-buildings#sthash.NEVtS2sk.pdf>.

énergétique et de confort thermique, tandis que 11 % préféreraient habiter dans un bâtiment neuf⁸.

Les pratiques exemplaires en matière de *mise à niveau* et de *réhabilitation* devraient donc tenir compte de la contribution du bâtiment au sentiment d'appartenance d'une collectivité. C'est pourquoi il faut intégrer des technologies, des pratiques et des matériaux sains et durables de manière à ne pas porter préjudice à la *valeur patrimoniale* des bâtiments.

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RÉPERCUSSIONS ÉVITÉES

Les bâtiments anciens comprennent souvent plusieurs caractéristiques qui leur confèrent une *durabilité intrinsèque*. Ces caractéristiques contribuent largement aux *répercussions évitées* sur l'environnement. Prenons l'exemple des facteurs holistiques à long terme, comme l'*énergie grise* et l'*empreinte carbone* propres aux bâtiments anciens. La *durabilité intrinsèque* fait aussi souvent référence à la *durabilité* des techniques de conception et de construction traditionnelles, aux matériaux durables ou locaux, aux assemblages réparables et à la planification à long terme du cycle de vie.

Pour mesurer la *durabilité* d'un projet de conception, de *mise à niveau* ou de *réhabilitation*, il est possible de procéder à une *analyse du cycle de vie (ACV)*. En pratique, il suffit de se poser les questions suivantes au sujet des éléments, des assemblages et des produits de construction :

- Quel est l'impact de la fabrication, du transport et de l'installation d'un produit ou d'un assemblage?

⁸ Vancouver Heritage Foundation, *Conserving Heritage Buildings in a Green and Growing Vancouver*, [En ligne]. [http://www.vancouverheritagefoundation.org/wp-content/uploads/2013/01/Conserving-Heritage-Report-FINAL.pdf] (Consulté le 25 mai 2014).

- Quel apport en déchets le produit occasionnera-t-il au cours de sa vie?
- Qu'arrivera-t-il au produit lorsqu'il ne servira plus?

Ces questions permettent souvent de constater que les bâtiments anciens sont beaucoup plus durables que les nouveaux, dans la mesure où ils sont constitués de matériaux naturels et durables, d'assemblages réparables et de petits éléments remplaçables.

Il est également important de tenir compte des répercussions des nouvelles constructions. Il faut des dizaines d'années à un bâtiment écoénergétique neuf pour compenser l'impact négatif de sa construction sur l'environnement. En outre, les constructions neuves comportent souvent des éléments fabriqués en usine, ce qui limite les possibilités de réparation, augmente la fréquence des remplacements et génère davantage de déchets de fabrication et de construction. Autrement dit, il est généralement mieux d'adapter et de réutiliser des bâtiments existants plutôt que de les démolir ou en construire de nouveaux pour assurer la durabilité immédiate de l'environnement bâti.⁹

Il est néanmoins possible d'améliorer les synergies entre la conservation du patrimoine et la *durabilité* de l'environnement. Les lignes directrices citées dans les notes en bas de page évoquent justement cette possibilité^{10, 11},

⁹ The National Trust for Historic Preservation, *The Greenest Building: Quantifying the Environmental Value of Building Reuse*, [En ligne]. [http://www.preservationnation.org/information-center/sustainable-communities/green-lab/lca/The_Greenest_Building_lowres.pdf] (Consulté le 25 mai 2014).

¹⁰ Nancy Pollock-Ellwand, « Common Ground and Shared Frontiers in Heritage Conservation and Sustainable Development: Partnerships, Policies and Perspectives », *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 18:3, 1992.

¹¹ U.S. Department of the Interior National Park Service Technical Preservation Services, *The Illustrated Guidelines on Sustainability for Rehabilitating Historic Buildings*, [En ligne]. [http://www.nps.gov/tps/standards/rehabilitation/sustainability-guidelines.pdf] (Consulté le 25 mai 2014).

¹². La section 2.5 propose également une discussion plus élaborée sur ce point.

Enfin, la *conservation des bâtiments* relève aussi de la « construction écologique » puisqu'il est souhaitable d'améliorer l'efficacité écologique de tous les bâtiments, même de ceux qui n'offrent aucune *valeur patrimoniale*. Toutefois, au Canada et ailleurs dans le monde, la *durabilité* ne se résume pas à l'ajout de « gadgets écologiques ». Pour lutter contre la dégradation de l'environnement et le changement climatique, il faut plutôt envisager la situation dans son ensemble. La technologie n'est qu'une partie de la solution.



Image 3. Photo aérienne montrant différentes mises à niveau extérieures durables, comme le préchauffage de l'air extérieur, un puits géothermique et des panneaux solaires intégrés à un système énergétique communautaire, des toits verts et des réservoirs d'eaux grises. Benny Farm, Montréal (Québec).
Source : L'Œuf Architectes

VALEUR ÉCONOMIQUE SOCIALE ET LOCALE

Comme les bâtiments vernaculaires, prémodernes et d'avant la Seconde Guerre mondiale demandent généralement plus de travaux d'entretien, de réparation et de conservation que les neufs, ils ajoutent souvent de la valeur aux collectivités environnantes par la création d'emplois à l'échelle locale. De plus, en tenant compte de la durabilité des bâtiments anciens, on favorise aussi la diversification économique et culturelle puisque l'on encourage le tourisme culturel et patrimonial et l'établissement de relations sociales plus solides^{13, 14, 15}.



Image 4. Rendu d'image aérienne illustrant le complexe Evergreen Brick Works

¹³ British Columbia Heritage Branch (Direction du patrimoine de la Colombie-Britannique), Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles), *Fact Sheet: Heritage Sites are an asset to communities*, [En ligne]. [<https://www.for.gov.bc.ca/ftp/heritage/external/publish/web/Heritage%20Branch%20Dashboard%20-%20final.pdf>] (Consulté le 25 mai 2014).

¹⁴ Bruce Whyte, Terry Hood, et Brian P. White (eds.), *Cultural and Heritage Tourism: A Handbook for Community Champions : Table sur la culture et le patrimoine des ministres fédéral, provinciaux et territoriaux*, [En ligne]. [http://linkbc.ca/siteFiles/85/files/CHT_WEB.pdf] (Consulté le 25 mai 2014).

¹⁵ Jean Carroon, *Sustainable Preservation: Greening Existing Buildings Hoboken*, John Wiley & Sons Inc., 2011.

¹² Robert A Young, *Stewardship of the Built Environment: Sustainability, Preservation, Reuse*, Washington, Island Press, 2012.

INTRODUCTION ET CONTEXTE : RELATION ENTRE LA CONSERVATION DES ÉDIFICES, LA DURABILITÉ ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

réhabilité et agrandi (complexe Don Valley Brick Works). Ce complexe fait appel à diverses stratégies de durabilité, comme la conservation des bâtiments industriels, la plantation intensive et l'aménagement de couloirs de verdure, l'édification sur terrain intercalaire durable et la gestion des eaux sur place, et l'usage à des fins industrielles et communautaires. Toronto (Ontario). Source : Holcim Foundation



Image 5. Anneau de glace à l'intérieur d'une des structures réhabilitées du complexe Evergreen Brick Works. Toronto (Ontario). Source : DTAH

« La préservation historique, qui comprend la conservation de l'énergie et des ressources naturelles, a toujours été l'art le plus écologique du milieu de la construction. »

– Richard Moe, National Trust for Historic Preservation, États-Unis, 2008

« L'adaptabilité fonctionnelle des bâtiments historiques est l'une de leurs caractéristiques les plus sous-estimées. Il ne peut y avoir de développement durable sans préservation historique, un point c'est tout. »

– Donovan Rypkema, « Sustainability, Smart Growth and Historic Preservation », *Historic Districts Council Annual Conference*, New York, 2007.

« L'accumulation des bâtiments est un sujet tabou : l'ignorer revient à faire l'autruche. La voie de la durabilité ne passe pas par la construction, mais par la conservation. »

– Carl Elefante, *Forum Journal: The Journal of the National Trust for Historic Preservation*, été 2007.

1.3 QUI DOIT-ON MOBILISER?

LES GOUVERNEMENTS

Étant donné l'ampleur et la portée de la tâche consistant à intégrer des facteurs de durabilité dans la mise à niveau, la conservation et la réhabilitation des bâtiments, sans oublier la diversité des intervenants concernés, il revient aux gouvernements de définir des stratégies et des secteurs d'intervention en matière de conservation durable¹⁶, ¹⁷.

« Pour favoriser la conservation adéquate et la mise à niveau durable des bâtiments existants et patrimoniaux, les gouvernements peuvent établir des politiques, une orientation et des pratiques exemplaires tenant compte des impératifs du marché, des codes du bâtiment et des systèmes en place. Il est important que la contribution des gouvernements s'applique à toutes sortes de situations et qu'elle préconise des pratiques exemplaires de tous les points de vue. »

– CBDCa/US, Section du Cascadia, 2013

L'INDUSTRIE

Toutefois, ces efforts ne reposent pas entièrement sur les épaules des décideurs gouvernementaux. En effet, les

¹⁶ Advisory Council on Historic Preservation, *Sustainability and Historic Federal Buildings*, [En ligne]. [http://www.achp.gov/docs/SustainabilityAndHP.pdf] (Consulté le 25 mai 2014).

¹⁷ British Columbia Heritage Branch (Direction du patrimoine de la Colombie-Britannique), Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles), *Our Heritage – Historic Places: Heritage Strategy for British Columbia*, [En ligne]. [http://www.for.gov.bc.ca/ftp/heritage/external/!publish/web/Heritage_Historic_Places2013_final.pdf] (Consulté le 25 mai 2014).

directeurs de la construction, les architectes, les ingénieurs, les propriétaires, les promoteurs et les autres acteurs de l'industrie de l'immobilier et de la construction ont aussi une responsabilité à cet égard. Chaque intervenant doit jouer son rôle dans le réaménagement et la réhabilitation des bâtiments, notamment en appliquant des pratiques exemplaires pour en faire une action écologique solide. Plus tard, ces pratiques permettront de réduire les coûts d'exploitation, et donc d'augmenter la rentabilité et, potentiellement, les loyers.

TOUS LES BÂTIMENTS EXISTANTS

De plus, il faut bien comprendre que les pratiques exemplaires qui entourent la réhabilitation de bâtiments à valeur patrimoniale s'appliquent tout autant à la mise à niveau de bâtiments existants et à la conception d'édifices neufs. En fait, les adeptes de la construction écologique en Amérique du Nord sont d'avis que le mouvement aura atteint son but lorsque la construction « écologique » ne sera qu'un simple synonyme de « bonne » construction.

SIMPLIFIER LE PROCESSUS

Même si l'adoption de pratiques de développement durable peut sembler complexe et largement contradictoire dans les secteurs de la construction et de la conception, il existe des stratégies permettant à toutes les parties d'atteindre leurs objectifs. Par exemple, la modélisation énergétique et l'établissement des coûts du cycle de vie peuvent guider la prise de mesures économiques et écoénergétiques appropriées tenant compte de la valeur patrimoniale¹⁸.

Des outils numériques ou en ligne peuvent également aider les concepteurs à prendre des décisions sur des points

¹⁸ John H. Cluver et Brad Randall, « Saving Energy in Historic Buildings: Balancing Efficiency and Value », *Planning for Higher Education*, 40:2. 2012.

INTRODUCTION ET CONTEXTE : QUI DOIT-ON MOBILISER?

complexes. Parmi ces outils, mentionnons l'outil d'analyse du cycle de vie de l'Athena Institute et l'outil OSCAR (Online Sustainable Conservation Assistance Resource) de l'APT, qui sera bientôt disponible. Pour en savoir plus, voir la section 4.

UN PROCESSUS DE CONCEPTION INTÉGRÉ POUR DES SOLUTIONS INTÉGRÉES

« Le fait de reconnaître l'interconnexion et la complexité des systèmes naturels et le besoin d'un modèle holistique ont mené à la création de la conception intégrée, un processus qui rassemble l'équipe de projet tout entière (ou dans sa majorité) pour mettre à profit les synergies des différents domaines d'expertise. »

– Jean Carroon, *Greening Existing Buildings*, 2010

Par nécessité, les architectes et les ingénieurs du secteur de la conservation du patrimoine utilisent depuis plusieurs années des *processus de conception intégrés* (PCI) afin de trouver les meilleures façons possible d'appliquer les interventions contemporaines aux bâtiments à valeur patrimoniale. Les consultants en *durabilité* comprennent aussi la valeur et l'efficacité des solutions de conception intégrées.

Pour assurer le respect des pratiques exemplaires et l'efficacité à long terme du processus de conception des bâtiments en général, il faut maintenant améliorer les communications et éviter le cloisonnement entre les différentes disciplines de conception, dans les travaux de conservation du patrimoine comme dans les travaux de conception durable.

En fait, la réussite de la *réhabilitation* durable nécessite un PCI, et ce, pour tout bâtiment existant.

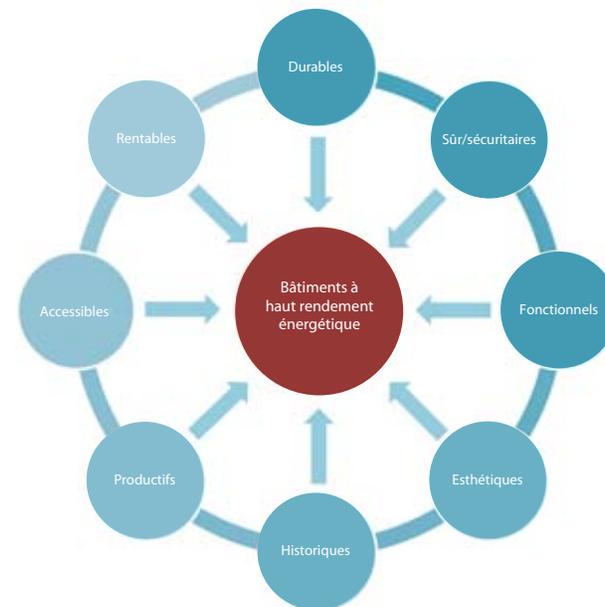


Image 6. *Processus de conception intégré* pour les bâtiments à haut rendement énergétique.

Modèle *Whole Building Design* (graphique) de Donald Prowler & Associates

« Pour réaliser de telles économies, il faut rallier les architectes, les ingénieurs, les maîtres d'œuvre et les clients autour d'un même *processus de conception intégré*, en tenant pleinement compte des options de réduction passives des besoins en énergie du bâtiment. »

William Goodger, *Prophecies and Global Warming: How everything leads to the arrival of the Messiah*, 2012

1.4 NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA

Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada (deuxième édition, 2010), ou NLDCLPC, est un ouvrage de référence pancanadien sur les pratiques de conservation du patrimoine, proposant une approche axée sur les résultats dans le cadre du processus décisionnel de planification, d'intervention et d'usage entourant les lieux patrimoniaux. Il établit également un ensemble de lignes directrices et de principes cohérents à l'échelle du pays qui seront très utiles à quiconque s'intéresse à la conservation des lieux historiques au Canada.

Cet ouvrage est devenu un outil important du secteur de la conservation au Canada.

RÉHABILITATION

Les *Normes et lignes directrices* décrivent les pratiques exemplaires en matière de conservation et de *réhabilitation* durables des lieux patrimoniaux, dont il est d'ailleurs question dans la troisième partie d'*Accroître la résilience*. En fait, NLDCLPC et *Accroître la résilience* peuvent être utilisés en complément l'un de l'autre.

Les *Normes et lignes directrices* définissent un processus décisionnel cyclique continu tout aussi utile pour la conservation du patrimoine que pour la *réhabilitation* durable.

Développer une compréhension approfondie de l'état du lieu patrimonial, de son importance, de son évolution et de sa nouvelle vocation en :

- déterminant sa *valeur patrimoniale*;
- établissant ses *éléments caractéristiques*;
- examinant et en documentant son état et son évolution.

Planifier la conservation naturelle et patrimoniale de manière exhaustive, intégrée et équilibrée avec les autres objectifs du projet, tout en mobilisant les différents intervenants du début à la fin et en :

- veillant à ce que le programme choisi soit compatible avec le bâtiment ou le site existant et à réduire au minimum son incidence sur le caractère patrimonial;
- veillant à ce que les nouvelles interventions soient durables et adaptées;
- définissant avec soin les nouvelles exigences et en établissant des priorités;
- permettant une démarche d'équipe multidisciplinaire.

Intervenir avec prudence en usant d'une approche d'intervention minimale, notamment dans le cadre des mises à niveau et de l'entretien continu, en :

- veillant à ce que le projet soit entrepris avec les compétences et l'expérience nécessaires;
- veillant à ce qu'un plan d'entretien à long terme adéquat et approprié soit établi pour protéger la valeur.

Même si ces pratiques exemplaires sont destinées aux bâtiments à *valeur patrimoniale*, on peut également les appliquer de manière plus générale à des bâtiments dont la valeur patrimoniale n'a pas encore été

INTRODUCTION ET CONTEXTE : QUI DOIT-ON MOBILISER?

déterminée. Autrement dit, la conservation des bâtiments est intimement liée à la durabilité.

Note : *Toutes les citations directement tirées de la deuxième édition de Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada sont présentées en beige et en italique. Ces passages sont cités avec une référence à leur numéro de page.*

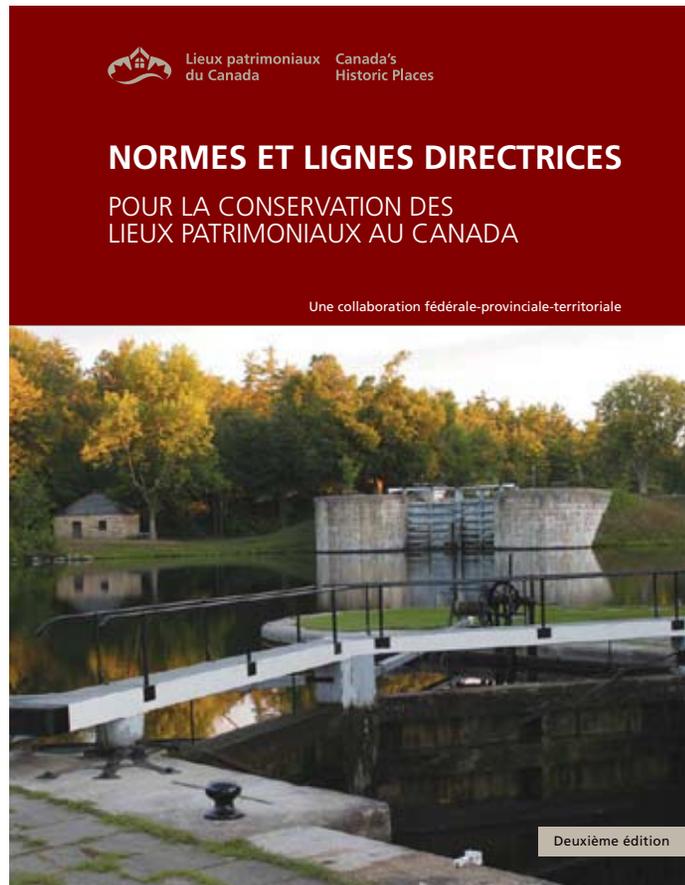


Image 7. Couverture de NLDCLPC, 2e édition, 2010.

2. COMPRENDRE SON BÂTIMENT

2.1 CONTEXTE

La deuxième partie présente la première étape de la mise à niveau et de la *réhabilitation* durables : l'importance d'acquérir une compréhension exhaustive du bâtiment avant d'entreprendre la conception. Cette compréhension, indispensable à la *durabilité* de tout bâtiment, indépendamment de sa *valeur patrimoniale*, de ses *éléments caractéristiques* et de son usage prévu, peut être développée comme suit :

- en déterminant la *valeur patrimoniale* et les *éléments caractéristiques* à protéger, le cas échéant;
- en examinant et en documentant soigneusement toutes les conditions existantes;
- en formant une équipe intégrée qui conjuguera les disciplines pour mieux planifier, concevoir et exécuter la mise à niveau et la *réhabilitation*, puis qui communiquera les renseignements pertinents;
- en mesurant la consommation actuelle d'énergie, d'eau et de ressources en général pour établir un seuil de référence dans l'évaluation des interventions proposées;
- en déterminant les répercussions de base d'un usage nouveau ou adapté;
- en déterminant les répercussions spatiales, matérielles et énergétiques de base que les impératifs du projet auront sur le bâtiment;
- en déterminant et en anticipant les risques de conflit, puis en envisageant des compromis pour équilibrer les impératifs du projet;
- en donnant la priorité aux mesures durables qui optimiseront l'amélioration du rendement tout en préservant la *valeur patrimoniale*.

2.2 PRÉSERVER LA VALEUR PATRIMONIALE ET LES ÉLÉMENTS CARACTÉRISTIQUES

Au Canada, il y a bien trop d'exemples d'*éléments caractéristiques* qui ont été remplacés au nom de l'efficacité énergétique ou des exigences environnementales sans qu'on fasse d'évaluation adéquate des répercussions potentielles sur la valeur patrimoniale. Non seulement ces remplacements n'ont pas amélioré le rendement énergétique, mais ils ont aussi généré un mauvais rendement du capital investi. Pour ne pas répéter ces erreurs, il est important de s'assurer que la *valeur patrimoniale* et les *éléments caractéristiques* du bâtiment ont été évalués, et que les propriétés et le rendement écologiques ont été bien compris avant de planifier des mesures pour améliorer l'efficacité énergétique et la *durabilité* du bâtiment en général.

Une fois la *valeur patrimoniale* et les *éléments caractéristiques* définis, les critères de durabilité peuvent être harmonisés aux objectifs plus généraux du projet. À ce stade, l'équipe de projet devrait faire appel à des spécialistes afin de déterminer les solutions qui répondront le mieux aux impératifs d'efficacité énergétique et qui auront le moins de répercussions sur les *éléments caractéristiques*.

L'étape suivante consiste à élaborer une démarche de conception et de conservation axée sur la *réhabilitation* pour l'ensemble du projet. Les principes d'intervention minimale et de réversibilité sont toujours au cœur de la réhabilitation des biens patrimoniaux; les autres éléments de cette approche

établissent des critères pour la prise de décision en matière de conception et aident à justifier les interventions.

En règle générale, la planification des interventions désirées, comme les améliorations durables, leur ordre de priorité et leurs répercussions prévues sur le caractère patrimonial, pourra aider le concepteur à établir un processus décisionnel systématique suffisamment rigoureux pour assurer la réussite de la démarche de conception et de conservation.

L'emploi d'outils décisionnels en ligne (voir la section 4, *Ressources*) pourra également aider le concepteur à démêler les objectifs problématiques et souvent incompatibles.



Image 8. Fenêtre à châssis ouvrant d'un bâtiment patrimonial qui répond bien, pour l'instant, à l'usage et aux exigences de l'époque contemporaine. (Fiducie du patrimoine ontarien, 10, rue Adelaide, Toronto)

ÉVALUER LES BÂTIMENTS PATRIMONIAUX ET NON PATRIMONIAUX

Accroître la résilience propose des lignes directrices pour la modification durable des bâtiments de toute taille et de tout type, quelle que soit leur *valeur patrimoniale*. Pour limiter les dépenses matérielles et le gaspillage de matériaux utilisables, il est important de respecter les caractéristiques intrinsèques de chaque bâtiment.

Cependant, comme il faut aussi tenir compte de la *valeur patrimoniale* dans le choix de la nature et du degré de l'intervention, ces lignes directrices offrent des recommandations précises permettant de réduire au minimum les répercussions sur les *éléments caractéristiques* et d'intervenir avec circonspection sur les *éléments non caractéristiques* des bâtiments à *valeur patrimoniale* lorsqu'on envisage des mises à niveau durables.

Il n'est pas toujours raisonnable du point de vue de la conservation du patrimoine d'achever un bâtiment tel qu'il était conçu à l'origine, et les *Normes et lignes directrices* ne l'approuvent que rarement. Cependant, d'un point de vue écologique, cette approche permet de réduire l'étalement urbain et d'améliorer l'usage et la durabilité du bâtiment existant.



Image 9. Plans illustrant ce qui devait être un duplex d'après-guerre sur un site urbain du quartier de New Edinburgh, à Ottawa (Ontario), 1945. Source : L.A. Boehmer



Image 10. Le bâtiment tel qu'il a été construit lorsque les fonds nécessaires à l'ajout d'un second étage sont venus à manquer, vue de 2013. Le quartier environnant, constitué de logements ouvriers et d'immeubles commerciaux, pour la plupart des bâtiments à deux étages et tournés vers la rue, est devenu un district de conservation du patrimoine en 2002. Ce district, New Edinburgh, était à l'origine une cité ouvrière en bordure des chutes de la rivière Rideau. Il est d'ailleurs adjacent à Rideau Hall, la résidence du gouverneur général. L'aspect « banlieue » de ce coin de rue n'est pas en harmonie avec le du quartier. Source : VERTdesign.inc



Image 11. Proposition de rénovation écologique respectant le caractère patrimonial du bâtiment et visant les certifications LEED Platine et Passivhaus. Le bâtiment a été achevé tel qu'originellement conçue et comprend maintenant une annexe à l'arrière ainsi que de nombreux éléments de durabilité. Source : VERTdesign.inc

2.3 COMPRENDRE LE BÂTIMENT EN TANT QUE SYSTÈME ÉCOLOGIQUE

Lorsque l'on envisage la mise à niveau durable d'un bâtiment existant ou traditionnel, la démarche conceptuelle doit s'appuyer sur une compréhension exhaustive des matériaux et des assemblages d'origine, notamment des systèmes solidaires, de la provenance des matériaux, de l'intention du concept et de l'organisation spatiale. Cette compréhension, que l'on appelle parfois « *écologie intégrée de bâtiment* », permet d'envisager le bâtiment comme un système interconnecté en soi. La compréhension de ces relations permettra de cibler les interventions et les changements optimaux qui auront le moins de répercussions sur les ressources et le caractère ou la *valeur patrimoniale* du bâtiment, mais le plus d'effet sur son rendement durable.

Tous les bâtiments possèdent les composantes solidaires suivantes :

- Conception et relations spatiales
- Systèmes et fonctions d'exploitation
- Composantes et assemblages construits

Si le but est d'améliorer le rendement énergétique, l'équipe de conception doit d'abord évaluer ces composantes. L'équipe doit chercher à comprendre, par exemple, la conception énergétique originale du bâtiment (éclairage, systèmes de chauffage et de refroidissement, enveloppe du bâtiment, etc.). Elle doit ensuite évaluer le fonctionnement et l'état actuels de ces assemblages et systèmes énergétiques. Il

peut également être utile de comprendre les répercussions et les avantages écologiques du processus de *mise à niveau* et de *réhabilitation* en soi (traitements, matériaux, gestion des déchets, etc.) pour déterminer les réparations, les remplacements de matériaux et les traitements requis.

Pour guider l'équipe de conception dans sa réflexion, chaque section de la troisième partie comprend des commentaires et des suggestions sur la façon de traiter les composantes solidaires, les *éléments intrinsèquement durables* et les défis qui leur sont propres.



Image 5. Salle d'attente de la gare Union construite en 1912, à Ottawa. Image prise vers 1950, montrant les systèmes CVCA intégrés au mobilier et aux éléments de conception (c.-à-d., bancs et bornes d'éclairage). Source : Archives, Commission de la capitale nationale



Image 6. Le tout est plus grand que la somme de ses parties. Source : *Whole Building Design Guide*, www.wbdg.org

2.4 CALCULS ET MODÉLISATION

De nombreux outils, tels que décrits ci-dessous, peuvent aider à évaluer le rendement et les répercussions énergétiques du bâtiment. Chacun de ces outils est important dans le processus de planification; si l'on ne procède pas à une analyse adéquate avant de sélectionner les matériaux et les assemblages, les avantages écologiques de la mise à niveau ou de la *réhabilitation* du bâtiment peuvent être limités, voire neutralisés, par la charge environnementale des matériaux et d'autres conséquences imprévues à court et à long terme.

De plus, les projets exigeant un grand nombre de matériaux neufs offrent moins d'avantages écologiques importants que ceux où l'emprise au sol et l'usage du bâtiment demeurent intacts¹. Une planification soignée et l'utilisation des outils disponibles permettent de rénover des bâtiments existants de manière *durable*, tout en répondant ou même en dépassant les normes de construction et les exigences des *systèmes de cotation* écologiques². Les données qui en découlent peuvent également s'avérer bénéfiques à long terme, puisqu'elles dressent un profil comportemental et permettent de reconnaître les facteurs à surveiller.

OUTILS D'ÉVALUATION

Analyse du cycle de vie

Une *analyse du cycle de vie* (ACV) peut aider à améliorer l'efficacité énergétique de manière économique tout en

¹INTHP, The Greenest Building.

²Whole Building Design Guide Historic Preservation Subcommittee, Sustainable Historic Preservation, National Institute of Building Sciences, [En ligne]. [http://www.wbdg.org/resources/sustainable_hp.php] (Consulté le 25 mai 2014).

respectant le caractère du bâtiment³. L'ACV permet de comparer les répercussions environnementales d'une *réhabilitation* à celles d'une nouvelle construction, mais aussi d'analyser les répercussions environnementales des matériaux et des assemblages envisagés.

Pour les projets de *mise à niveau* et de *réhabilitation* prévoyant des améliorations énergétiques, une ACV permet de comprendre les caractéristiques environnementales et énergétiques passées et présentes. Parmi les paramètres écologiques d'un bâtiment se trouve l'*empreinte carbone*; l'ACV tient compte des coûts associés au carbone tout au long du cycle de vie, en plus du rendement énergétique, ce qui donne une idée plus juste de la charge écologique du traitement choisi^{4,5}. Au cours des dernières années, l'Initiative des endroits historiques du Canada et le National Trust for Historic Preservation des États-Unis ont tous deux mené une recherche scientifique novatrice comparant les répercussions écologiques de la mise à niveau et de la *réhabilitation* de bâtiments anciens à celles des bâtiments neufs. Les deux études ont conclu que « la réutilisation des bâtiments offre presque toujours des avantages écologiques par rapport à la démolition et à la construction neuve⁶. »

Dans le cadre de l'initiative « UBC Renew », l'Université de la Colombie-Britannique a appliqué la même analyse scientifique pour comparer les répercussions environnementales de la *réhabilitation* à celles de la construction neuve. Cette ACV a fourni des preuves

³John H. Cluver et Brad Randall, *APT Bulletin*, 41:1, 2010

⁴*Historic Scotland, Embodied Energy Considerations For Existing Buildings*, [En ligne]. [http://www.historic-scotland.gov.uk/technicalpaper13.pdf] (Consulté le 25 mai 2014).

⁵Alan M. Forster, Kate Carter, Phillip F.G. Banfill et Brit Kayan, « Green Maintenance for Historic Masonry Buildings: An Emerging Concept », *Building Research & Information*, 39:6, 2011.

⁶INTHP, *op. cit.*

scientifiques du bien-fondé d'une *réhabilitation* de l'édifice Buchanan, qui date des années 1960. Comme M. Cortese le fait remarquer :

« Les principales retombées de cette ACV ont été la prise d'inventaire des matériaux de l'édifice Buchanan ainsi que la documentation des répercussions environnementales. L'évaluation des rénovations énergétiques potentielles à la structure et à l'enveloppe du bâtiment représente une application exemplaire de ces ressources⁷. »

Cette étude peut aussi servir de point de départ à d'autres projets de construction durable à l'UBC :

« ... cette ACV de l'édifice Buchanan peut être considérée comme une étape essentielle à la création d'un excellent outil qui permettra d'éclairer le processus décisionnaire des responsables des politiques en établissant des lignes directrices quantifiables de *développement durable* pour de futurs projets de construction, de rénovation et de démolition à l'UBC⁸. »

Modélisation énergétique

Généralement intégrée au modèle paramétrique du bâtiment, la modélisation énergétique permet d'analyser la consommation d'énergie d'un bâtiment dans divers scénarios. Le modèle contient des données sur les différents assemblages du bâtiment, les caractéristiques de conception, les systèmes de conditionnement d'air, les caractéristiques de l'environnement et du site et les autres éléments qui consomment de l'énergie. Grâce à ces données, les plateformes logicielles sont en mesure de déterminer

le rendement énergétique de base d'un bâtiment en temps réel, ainsi que d'évaluer les résultats des modifications écoénergétiques de façon dynamique.

La modélisation énergétique peut représenter un défi pour les bâtiments existants, particulièrement pour ceux où les assemblages traditionnels ne sont pas bien documentés, ou pour lesquels la plateforme logicielle utilisée n'a que peu ou pas de données de rendement. Cependant, plus il y aura de recherches sur le rendement des assemblages traditionnels à la disposition de la communauté en général, plus les modèles énergétiques seront exacts et utiles.

Modélisation de la lumière naturelle

On peut modéliser la pénétration de la lumière naturelle dans les aires intérieures en employant différents outils de simulation ordinaires. Ces modèles calculent le nombre d'heures de lumière naturelle obtenue avec les fenêtres. Ils permettent aussi de déterminer s'il faut intégrer d'autres éléments, comme des tablettes éclairantes, des tubes fluorescents et d'autres composantes réfléchissantes pour améliorer l'éclairage naturel.

Simulation de confort thermique

Plusieurs logiciels de modélisation énergétique sont en mesure d'intégrer le confort thermique dans la simulation de construction. Ils évaluent ce dernier (tel que défini dans la norme ASHRAE 55 sur les conditions environnementales thermiques pour l'occupation humaine) en fonction de la température, de la vitesse de l'air et du rayonnement dans chaque espace, ce qui permet de déterminer si une ventilation naturelle peut être utilisée pour réduire confortablement la température.

⁷ Andrew Cortese, *Life Cycle Analysis of UBC Buildings: The Buchanan Building*, Université de la Colombie-Britannique, 2009, [En ligne]. [https://circle.ubc.ca/bitstream/handle/2429/20980/Buchanan_Cortese,A_2.pdf?sequence=1] (Consulté le 25 mai 2014).

⁸ *Ibid*

Test de pressurisation de l'air

On emploie cette technique pour évaluer l'étanchéité à l'air d'un bâtiment. Elle peut être combinée à la production de fumée dans les zones enregistrant une infiltration d'air anormalement élevée. Il faut savoir que les vieux bâtiments, en particulier ceux qui sont chauffés par des poêles à bois, à charbon ou au mazout, ont été conçus pour favoriser la combustion de l'air grâce à un taux de ventilation ou d'infiltration plus élevé, ou pour permettre aux bâtiments sursaturés de sécher naturellement.

Enregistrement des données environnementales

Cette technique est particulièrement précieuse pour les musées et les galeries d'art situés dans des bâtiments patrimoniaux puisque le contrôle de l'humidité relative et de la température joue un rôle crucial dans la préservation des artefacts. Les conditions (température et humidité relative des aires principales) sont surveillées et relevées à l'intérieur comme à l'extérieur, généralement à des intervalles de 15 minutes, permettant ainsi de déterminer les zones où la température et l'humidité relative varient de manière trop élevée. De plus, cette technique permet de repérer les zones où l'échelle de réglages est plus restreinte que nécessaire, et donc de faire des économies d'énergie en élargissant la plage de référence⁹.

Modélisation thermique

On peut procéder à une modélisation thermique de base pour estimer les pertes d'énergie causées par divers facteurs, ou de manière plus élaborée en employant un logiciel spécialisé qui donnera des résultats d'une plus grande précision. Comme pour les autres simulations informatiques, les résultats sont approximatifs, et le degré de précision,

proportionnel à l'expertise du modéliste et à la qualité des données entrées.

Analyse énergétique

Semblable à la modélisation énergétique, l'analyse énergétique est un outil ou un processus d'évaluation qui permet de déterminer le rendement énergétique d'un bâtiment et les mesures pour l'améliorer. Généralement, cette analyse cible l'aspect physique du bâtiment pour déceler les possibilités d'amélioration et ainsi réduire la consommation de combustible et améliorer le rendement de l'enveloppe. Les analyses énergétiques sont considérablement moins dispendieuses que la modélisation, ce qui les rend plus abordables pour les propriétaires, en particulier ceux de petits immeubles et d'habitations résidentielles.

Analyse de la facture de services publics

L'analyse de la facture de services publics est une technique peu coûteuse qui permet de repérer les activités atypiques ou peu habituelles, notamment la consommation élevée de combustible au cours de la saison chaude. Cette analyse permet également de dresser un profil de la consommation d'énergie, d'eau et de ressources pour évaluer les interventions.

Compteur divisionnaire

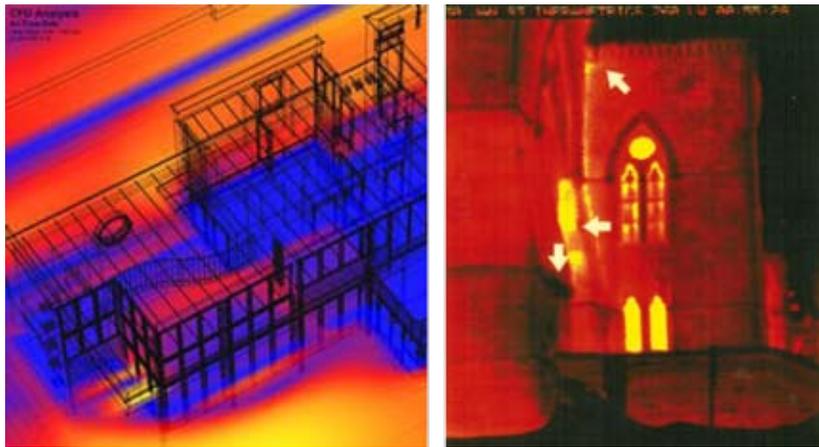
Qu'il soit utilisé de façon temporaire ou permanente, le compteur divisionnaire permet de ventiler l'utilisation des ressources par catégories; il aide à comprendre comment, où et quand ces ressources sont consommées dans les bâtiments et par quels locataires. Grâce à cette information, on peut ensuite appliquer des mesures mieux ciblées entraînant de plus grandes économies.

⁹ Pour en savoir plus, consultez Arup, *Museum and Art Gallery Survival Strategies*, MLA Renaissance, 2010.

Thermographie

Les techniques comme la modélisation et l'analyse énergétiques utilisent parfois la thermographie pour fournir une représentation visuelle du comportement du bâtiment et des zones qui nécessitent une intervention. La thermographie permet de documenter les zones à problèmes dans l'enveloppe du bâtiment, par exemple :

- Isolant peu performant ou discontinu
- Zones de forts ponts thermiques
- Infiltration d'eau, particulièrement dans les murs en maçonnerie
- Présence de courants d'air¹⁰
- Isolation électrique endommagée et court-circuit



14. La thermographie a été employée pour analyser et améliorer le rendement de ces bâtiments du XX^e siècle (à gauche) et du XIX^e siècle (Édifice de l'Est de la Colline du Parlement, à droite). Sources : http://logixicf.com/ecobuildtrends/eco-builds-trends-pics/large/150-buildingenergyperformance_clip_image008.jpg (image de gauche) et Services de technologie et d'ingénierie, TPSGC Ottawa (image de droite)

¹⁰ Pour en savoir plus, consultez Arup, *Low Carbon Heritage Buildings: A User Guide*, 2011.

2.5 COMPRENDRE LA DURABILITÉ INTRINSÈQUE

Les équipes de projet devraient essayer de trouver des solutions mettant à profit la pérennité, l'adaptabilité et les autres *caractéristiques passives favorables à la durabilité* dans les bâtiments existants. En effet, comme ils nécessitent souvent une plus grande quantité de matériaux locaux et naturels, les bâtiments conçus et construits de manière traditionnelle tirent généralement parti de stratégies non mécaniques adaptées au contexte climatique de la région pour favoriser l'éclairage naturel et le confort thermique tout au long de l'année¹¹.

D'après OSCAR (Online Sustainable Conservation Assistance Resource), la solution réside dans l'exploitation des caractéristiques favorisant la durabilité :

Par nécessité, les bâtiments traditionnels possédaient déjà des caractéristiques de durabilité et d'efficacité énergétique. Les principes de base ont donné lieu à des effets variés, dont beaucoup sont devenus des éléments caractéristiques de bâtiments particuliers ou de traditions de construction régionales. Il est important de tenir compte de ces éléments dans la préservation des bâtiments patrimoniaux, non seulement pour leur nature caractéristique, mais aussi pour leur importance climatologique. Ainsi, on peut :

1. reconnaître les éléments et les systèmes intrinsèques qui consomment de l'énergie et la manière dont ils fonctionnent pour pouvoir en tirer le meilleur parti, plutôt que d'aller à l'encontre de l'intention historique;
2. classer les travaux par ordre de priorité, y compris la reconstruction des éléments d'origine qui n'existent plus, afin de remplir le mieux possible les objectifs de durabilité;
3. s'inspirer de techniques utilisées dans des régions climatiques semblables ailleurs dans le monde, favoriser la sensibilisation et rester à l'affût des possibilités d'emploi de ces stratégies, le cas échéant¹².

Pour comprendre le bâtiment en tant que système holistique, il faut évaluer la contribution de la durabilité intrinsèque du bâtiment et du site. Les caractéristiques intrinsèquement durables, qui sont indiquées ci-dessous, doivent être respectées et intégrées si possible dans le concept de *réaménagement* ou de *réhabilitation* :

- Orientation du bâtiment
- Aménagement du bâtiment
- Systèmes de chauffage et de refroidissement passifs
- *Énergie grise*
- *Empreinte carbone*
- Matériaux locaux, durables, recyclables et naturels
- Longue durée de vie et possibilité d'ajustement
- Assemblages perméables à l'air, réparables et compatibles

¹¹ La maçonnerie et la pierre utilisées pour le revêtement des bâtiments institutionnels, notamment le calcaire, le grès, le granite et le marbre, peuvent être d'origine locale ou non. Elles peuvent aussi constituer une masse thermique selon leur épaisseur, leur densité et leur fini durable.

¹² <http://oscar-apti.org/isf-tree/> (Consulté le 16 mars 2015).

ORIENTATION DU BÂTIMENT

Une orientation intentionnelle du bâtiment tient compte de sa forme, de son implantation et des éléments du paysage qui réagissent au soleil et au vent. En voici quelques exemples :

- L'entrée du bâtiment est conçue pour offrir une protection contre le vent et la pluie ou contre le climat désagréable de la région.
- La hauteur du bâtiment est limitée, ou le nombre de ses portes et fenêtres est réduit pour atténuer l'exposition aux vents dominants ou aux températures froides du nord.
- Le bâtiment est construit sur une pente pour tirer parti d'une plus grande stabilité de la température.
- Le bâtiment est bas, ce qui évite ainsi à sa structure et à son enveloppe d'être confrontées des conditions climatiques extrêmes.

AMÉNAGEMENT DU BÂTIMENT

L'aménagement du bâtiment est durable lorsque les plans tirent parti de l'effet de groupe créé par le partage de la chaleur et de la protection au vent. En voici quelques exemples :

- Les plans prévoient des espaces clos bénéficiant d'un microclimat plus frais ou plus chaud, créant ainsi des systèmes de refroidissement passif.
- Les plans prévoient des puits de lumière ou une courte distance de l'extérieur, réduisant ainsi le besoin d'éclairage artificiel.
- La dimension des espaces est adéquate et efficace et respecte les exigences de réduction du gaspillage du programme de construction.

- Les pièces sont regroupées autour d'une cheminée centrale, partageant ainsi cette source de chaleur.
- Des zones de CVCA sont prévues, comme des chambres à coucher qui ne sont pas chauffées durant la journée et qui bénéficient pendant la nuit de la chaleur provenant de l'étage inférieur.
- Des systèmes de refroidissement sur le toit ou reliés à l'air extérieur utilisent la convection pour refroidir le bâtiment.

SYSTÈMES DE CHAUFFAGE ET DE REFROIDISSEMENT PASSIFS

Les projets de *réaménagement* et de *réhabilitation* devraient envisager la préservation ou l'amélioration des systèmes de chauffage et de refroidissement passifs du bâtiment grâce aux mesures suivantes :

- Conserver ou installer des fenêtres à châssis ouvrant, des lucarnes ou des tuyaux d'évent pour permettre une ventilation et un éclairage naturels.
- Garder ou installer des contre-fenêtres, des auvents et des volets pour permettre un contrôle thermique passif saisonnier ou quotidien.
- Installer deux jeux de contre-fenêtres dans les bâtiments situés dans des régions froides.
- Installer des fenêtres dont la taille est spécifiquement adaptée à la fonction du lieu.

ÉNERGIE GRISE

On sait que « même les bâtiments neufs les plus écoénergétiques ne pourront pas compenser leur énergie grise avant de nombreuses années. Selon le programme d'énergie de l'ONU, l'énergie grise d'un bâtiment équivaut à 20 % [des dépenses énergétiques totales du bâtiment durant

COMPRENDRE SON BÂTIMENT : COMPRENDRE LA DURABILITÉ INTRINSÈQUE

toute sa vie] si un bâtiment est utilisé pendant 100 ans... Plus sa durée de vie est courte, plus le taux d'énergie grise est élevé par rapport à celui de l'énergie de fonctionnement¹³ ». Les bâtiments existants qui réutilisent la dépense énergétique de leur construction originale en étant mis à niveau et adaptés peuvent diminuer la « dette écologique » que le procédé de production et de construction impose à tous les bâtiments neufs.

EMPREINTE CARBONE

On appelle *empreinte carbone* le carbone émis pendant la construction des bâtiments, y compris au cours du processus d'extraction, de production, de transport et d'assemblage. Quand un bâtiment existant est démolé et qu'un nouvel édifice est érigé à sa place, l'empreinte carbone est beaucoup plus importante que lorsqu'on *met à niveau* ou *réhabilite* un bâtiment, puisque son ratio de carbone a déjà été dépensé en grande partie.

MATÉRIAUX INDIGÈNES, DURABLES ET RECYCLABLES

Les bâtiments vernaculaires employaient souvent des matériaux locaux : du bois des forêts de la région, des pierres de carrières situées à proximité, etc. Les matériaux locaux réduisent l'empreinte du transport et contribuent à prolonger la durée de vie des bâtiments dans la mesure où l'on peut les remplacer aisément. Les matériaux naturels, durables et recyclables offrent également des avantages aux travaux de *mise à niveau* ou de *réhabilitation*.

- Les matériaux naturels sont non toxiques et tolèrent mieux la divergence au moment du remplacement.

- Les matériaux durables contribuent à la durée de vie du bâtiment et facilitent sa mise à niveau ou sa *réhabilitation*.
- Les matériaux recyclables, lorsqu'ils sont remplacés au cours de la mise à niveau ou de la *réhabilitation*, réduisent l'empreinte de la procédure.
- L'enduit à la chaux, qui séquestre le carbone, consomme beaucoup moins d'énergie que ses équivalents modernes.

LONGUE DURÉE DE VIE ET POSSIBILITÉ D'AJUSTEMENT

Pour permettre d'autres utilisations avec le temps, il suffit de concevoir l'aménagement en conséquence, notamment les portées structurelles, l'accès à la lumière naturelle, etc. C'est pourquoi les bâtiments existants construits dans un but précis peuvent souvent être adaptés et réaménagés à toutes sortes de fins.

ASSEMBLAGES PERMÉABLES À L'AIR, RÉPARABLES ET COMPATIBLES

Les assemblages des bâtiments traditionnels présentent souvent de nombreux éléments et caractéristiques de durabilité. En voici quelques exemples :

- Les bâtiments traditionnels respirent, permettant des changements d'air passifs (« respirabilité »). Il faut donc en tenir compte lors de la conception de l'enveloppe et de la ventilation des projets de *mise à niveau* et de *réhabilitation*.

¹³ Jean Carroon, *Sustainable Preservation: Greening Existing Buildings*, John Wiley & Sons Inc.: 7, New Jersey, 2010.

COMPRENDRE SON BÂTIMENT : COMPRENDRE LA DURABILITÉ INTRINSÈQUE

- Les bâtiments d'autrefois étaient construits avec des matériaux réparables et assemblés de manière à pouvoir être remis en état, le plus souvent par des artisans ou professionnels locaux, ou même par leurs occupants.

Les bardeaux de bois constituent le meilleur écran pare-pluie pour le revêtement du bâtiment.

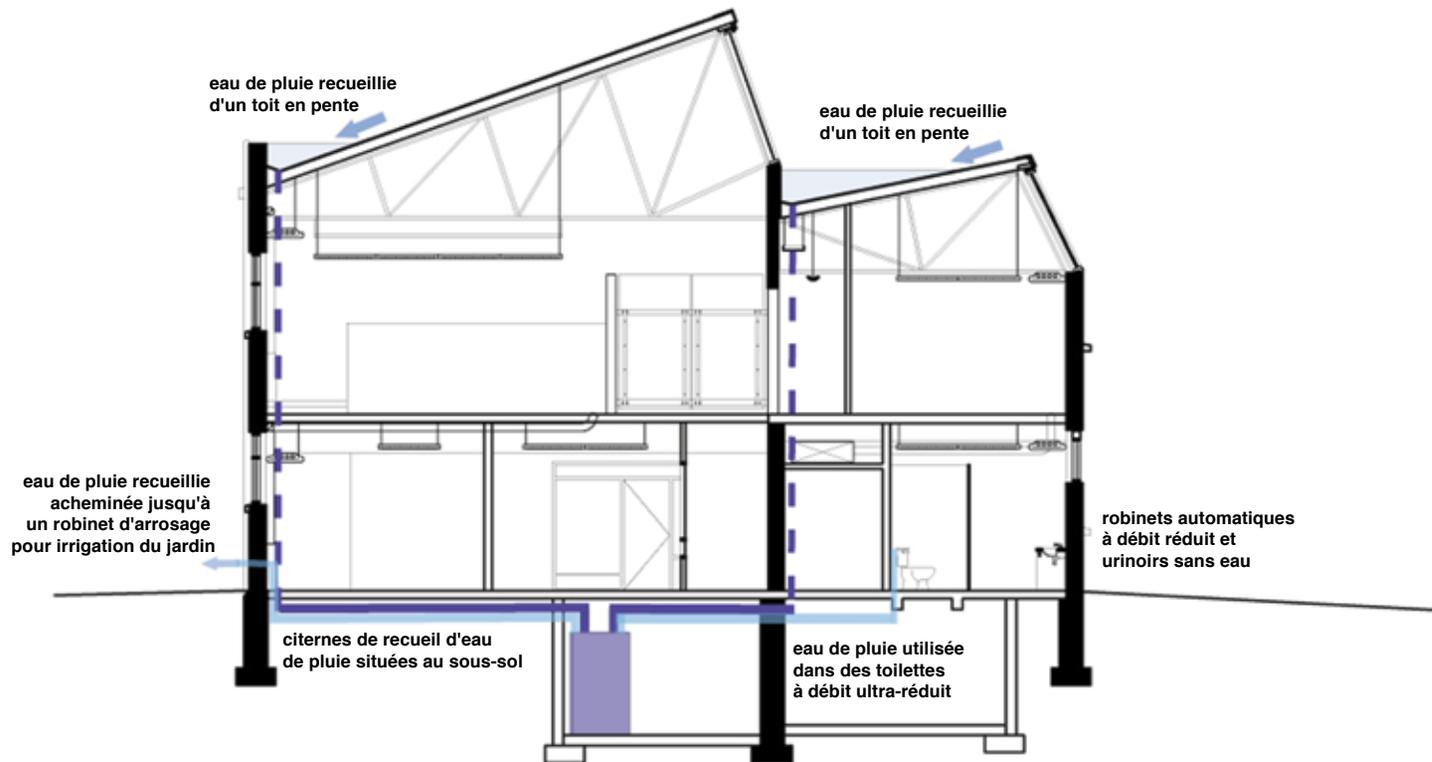


Image 15. Intégration de la pente du toit dans le système de drainage et de réutilisation des eaux grises. Triffo Hall, Université de l'Alberta, Edmonton (Alberta).

Source : *SAB Magazine*

2.6 RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

L'amélioration du rendement énergétique doit commencer par une analyse des actions et interventions possibles. Les stratégies de planification ci-dessous proposent une approche plus ciblée en matière de chauffage, de refroidissement et d'éclairage, qui permettra d'avoir un portrait plus clair de la consommation d'énergie et de réduire celle-ci.

Premièrement, un entretien continu et adéquat joue un rôle déterminant dans l'efficacité énergétique de n'importe quel bâtiment. Dans les plus anciens, il se peut que cet entretien ait été négligé. Combiné à des réparations ou rénovations inadéquates, ce manque d'entretien peut entraîner la dégradation des assemblages énergétiques d'origine.

Deuxièmement, il est important d'étudier la conception énergétique originale du bâtiment, car elle peut donner des indices pour la restauration des éléments perdus. Les concepts ou les systèmes énergétiques originaux qui font eux-mêmes partie de la *valeur patrimoniale* du bâtiment valent particulièrement la peine d'être étudiés en profondeur. Parfois, la conception originale du bâtiment comprend aussi des mesures destinées à améliorer le rendement, mais celles-ci doivent être abandonnées en cours de route en raison des autres impératifs du projet.

Troisièmement, l'équipe de conception peut envisager les nombreuses stratégies passives utilisant des conceptions et techniques traditionnelles pour améliorer le rendement énergétique des bâtiments existants sans toutefois

compromettre les *éléments caractéristiques*^{14, 15}. Avant l'introduction d'une alimentation électrique stable, on dépendait fortement de ces stratégies. À mesure que la technologie évoluait et que de nouvelles ressources faisaient leur apparition, les stratégies passives ont été remplacées par des stratégies plus actives et mieux gérées, qui utilisaient des systèmes mécaniques et électriques pour produire de l'air, de la chaleur, du refroidissement et de l'éclairage. De nos jours, les stratégies passives font appel aux caractéristiques naturelles de circulation d'air et d'éclairage propres à chaque site et à chaque bâtiment. Parfois, seules les stratégies passives conviennent aux besoins d'un bâtiment, ce qui exige une certaine mise à niveau mécanique.

Comme elle permet de mieux répondre aux besoins particuliers du bâtiment, cette stratégie mixte (passive et active) offre le plus grand potentiel d'amélioration du rendement énergétique des bâtiments existants. Par exemple, dans le cas de lucarnes ouvrables ou munies d'un évent, on peut accroître l'effet de cheminée naturel et améliorer le rendement grâce à un mouvement mécanique et limité de l'air.

Quatrièmement, l'équipe de conception ne devrait pas oublier que l'énergie peut être gaspillée lorsqu'elle est distribuée à des zones qui n'en ont pas besoin.

Et enfin, la réussite d'une stratégie d'exécution ciblée repose sur la sensibilisation des usagers; les opérateurs et les occupants doivent savoir comment bien utiliser les systèmes. Par exemple, si un occupant allume le chauffage par temps

¹⁴ British Columbia Heritage Branch (Direction du patrimoine de la Colombie-Britannique), Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles), *Fact Sheet: Work With What You Have: Traditional Building Design*, mise à jour : 2011.

¹⁵ Jo Ellen Hensley et Antonio Aguilar, *Improving Energy Efficiency in Historic Buildings*, US Dept of the Interior, National Park Service, Technical Preservation Services, 2011.

COMPRENDRE SON BÂTIMENT : RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

froid, puis ouvre une fenêtre, la consommation d'énergie sera moins efficace. Pour limiter les effets de ces incidents, les systèmes mixtes devraient être assortis d'un programme de sensibilisation ainsi que d'une série de points de contrôle, de régulateurs et de dispositifs de neutralisation centraux.

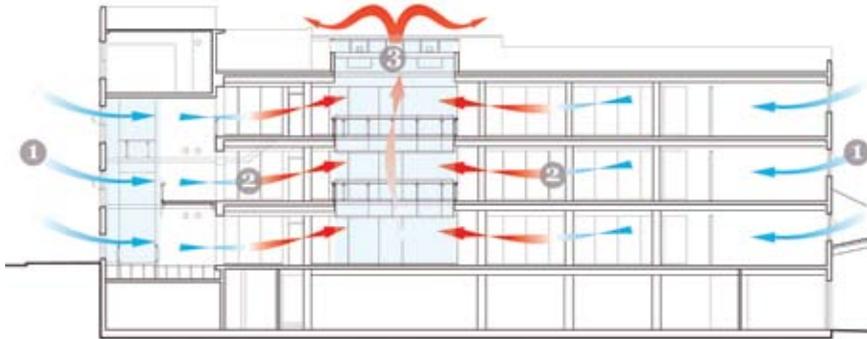


Image 16. Effet de cheminée d'un scénario de refroidissement : 1. De l'air frais est amené de l'extérieur par des fenêtres à châssis ouvrant. 2. L'air se réchauffe naturellement en traversant la pièce. 3. L'air chaud s'élève grâce à l'effet de cheminée de l'atrium central et est expulsé par la lucarne ouvrante.
1220, rue Homer, Vancouver (C.-B.). Source : Perkins + Will



Image 17 Contrôle localisé de protection solaire, de chauffage, de fonctionnement de la fenêtre et du mouvement de l'air, Palais de justice du comté de Frontenac, Kingston (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

2.7 COMPRENDRE LA MODIFICATION DU COMPORTEMENT POUR AMÉLIORER LE RENDEMENT

Une approche de gestion intégrée constitue l'une des stratégies les plus utiles dans l'amélioration du rendement énergétique d'un bâtiment existant.

Cette approche comprend :

- une évaluation régulière de l'état et du rendement;
- un entretien cyclique régulier de toutes les composantes, allant du CVCA à l'enveloppe du bâtiment;
- une formation pour les gestionnaires, exploitants et usagers du bâtiment sur la façon dont leur comportement peut influencer les objectifs de *durabilité*;
- l'application de directives d'exploitation du bâtiment qui tiennent compte des ajustements saisonniers, de l'usage du bâtiment, des cycles de jour et de nuit, etc.

STRATÉGIES DE GESTION INTÉGRÉE

Le but des stratégies de gestion intégrée est d'examiner et de coordonner toute une gamme de systèmes qui influencent la longévité et l'efficacité du bâtiment afin de développer une approche exhaustive qui, idéalement, trouvera un équilibre entre les divers besoins concurrents.

Stratégies influençant la performance environnementale :

- Évaluation périodique de l'état du bâtiment pour déceler à temps les travaux d'entretien requis.
- Travaux de construction et d'entretien général pour rectifier à temps les faiblesses du système et compenser l'usure générale.
- Financement suffisant des projets de réparation et d'entretien général de manière à prolonger et à gérer efficacement la durée de vie des assemblages.
- Préparation de manuels de formation, mise à jour constante des registres d'entretien et formation du personnel sur l'utilisation des approches de *conservation du patrimoine* et de *durabilité*. Les registres d'entretien devraient mentionner les ajustements saisonniers nécessaires qui ont trait aux aspects non mécaniques de la conception du système.

STRATÉGIES DE GESTION AXÉE SUR LE COMPORTEMENT

Des études ont montré que « le comportement positif des occupants peut réduire la consommation d'énergie de 20 %¹⁶ ». Un plan de conservation de l'énergie axé sur le comportement, appuyé par des politiques et une campagne de sensibilisation, pourrait bien être la stratégie d'efficacité énergétique la plus prometteuse de toutes. Les programmes d'utilisateurs, lorsqu'ils sont bien gérés, ont prouvé qu'ils augmentaient considérablement la durabilité en général et les économies d'énergie en particulier. Ces programmes peuvent également améliorer la protection des composantes de l'immeuble.

¹⁶ Jo Ellen Hensley et Antonio Aguilar, *Improving Energy Efficiency in Historic Buildings*, US Dept of the Interior, National Park Service, Technical Preservation Services, 2011.

Voici quelques mesures et méthodes de gestion axée sur le comportement :

- Inciter les usagers à contrôler leur environnement en leur apprenant comment le faire (p. ex., fenêtres à châssis ouvrant ou radiateurs à réglages individuels); la sensibilisation mène à une prise de conscience qui, idéalement, entraîne une consommation plus ciblée ou réduite.
- Poursuivre le dialogue avec les occupants en soulignant les réussites et en parlant des comportements qui entraînent le gaspillage d'énergie pour pouvoir en traiter la cause profonde.
- Permettre aux occupants d'accéder facilement à l'information sur l'utilisation des ressources, y compris sur les économies réalisées.
- Offrir des avantages pour encourager les usagers à améliorer l'efficacité du bâtiment.
- Limiter l'utilisation de matériaux et d'assemblages dont le rendement est inconnu. Cette mesure est particulièrement importante en ce qui concerne les bâtiments existants ou traditionnels, dont le caractère ou la *valeur patrimoniale* pourraient être considérablement altérés par de telles répercussions.
- Veiller à ce que les contrats d'entretien mentionnent précisément les *éléments caractéristiques* et l'entretien qui en est attendu.
- Offrir une formation permettant d'acquérir et de maintenir une connaissance et des compétences dans le domaine de l'entretien spécialisé des matériaux et assemblages patrimoniaux.

CLÔTURE DE PROJET

À la clôture d'un projet de *réhabilitation*, il faut s'assurer que tous les aspects ont été documentés pour permettre aux propriétaires et aux gestionnaires de bâtiments de continuer à employer ces stratégies intégrées et axées sur le comportement. Plans de récolement précis pour toutes les disciplines, renseignements sur l'évolution de la construction, résumés du comportement et des énoncés d'intention du bâtiment (comportement attendu des locataires et des systèmes), tous devront être correctement assemblés et facilement accessibles en format papier et électronique. Dans le cas des bâtiments patrimoniaux, on inclura des renseignements comme les rapports d'évaluation et les déclarations d'importance patrimoniale, papier et électroniques, pour aider les gestionnaires et les usagers à mieux comprendre la corrélation entre la conservation de l'environnement et du patrimoine de leur bâtiment.



Image 18. Système de contrôle d'éclairage. Imprimerie nationale, Gatineau (Québec).
Source : M. Loïselle

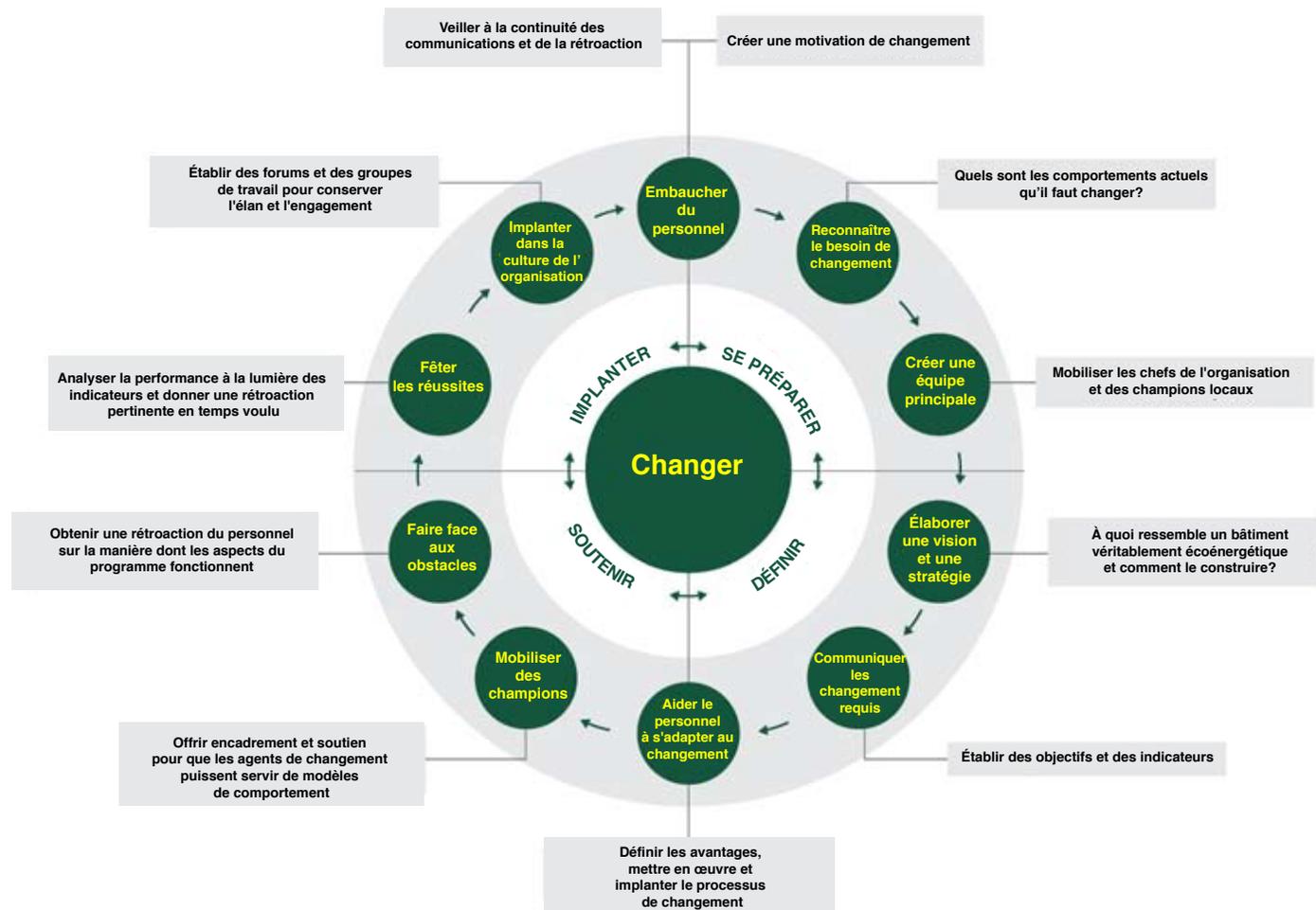


Image 19. Processus de gestion du changement appliqué aux comportements écoénergétiques. Source : Arup, *Low Carbon Heritage Buildings*

2.8 TENIR COMPTE DE LA VALEUR PATRIMONIALE DANS L'ENTRETIEN DU BÂTIMENT

Le rendement du bâtiment et sa *durabilité* sont partiellement et directement liés à l'entretien continu de ses composantes et de ses systèmes. Il est essentiel de comprendre les facteurs de détérioration ainsi que les procédures et les problèmes inhérents à la préservation des éléments des bâtiments historiques, comme les fenêtres, les métaux, le mortier, le plâtre, la pierre et le bois d'œuvre^{17, 18}.

Les régimes d'entretien des bâtiments contemporains sont rarement adaptés aux besoins uniques des bâtiments anciens. Par exemple, on considère souvent que les murs en maçonnerie ne nécessitent aucun entretien, ce qui est faux. Le rejointoiement inadéquat et l'alternance des cycles de gel-dégel combinés à l'infiltration d'eau causent alors des dégâts inutiles aux murs. Par ailleurs, les régimes d'entretien des bâtiments évitent souvent la pose de contre-fenêtres saisonnières, invoquant le fait qu'il s'agit là d'une « activité récurrente et potentiellement coûteuse ». Au lieu de cela, il faut souvent acheter des fenêtres de remplacement très dispendieuses, ce qui inverse le rapport coût-valeur et fait passer les dépenses de l'exploitation à l'immobilisation.

¹⁷ Pour en savoir plus, consultez la série *Practical Building Conservation* d'English Heritage publiée par Ashgate Publishing.

¹⁸ Pour en savoir plus, consultez *The Effects of Energy Efficiency Treatment on Historic Windows* de Larry Kinney et Amy Ellsworth, The Center for Resource Conservation, [En ligne]. [<http://conservationcenter.org/assets/EffectsEnergyonHistoricWindows.pdf>] (Consulté le 25 mai 2014).

Néanmoins, même si elles ne sont pas une solution réaliste pour les bâtiments de grande hauteur, les contre-fenêtres saisonnières peuvent certainement être utilisées dans les bâtiments à un ou deux étages.

Ces sortes de régimes d'entretien moins avisés et parfois inadaptés aux besoins des bâtiments plus anciens sont souvent le sous-produit involontaire de programmes qui n'ont pas été conçus pour ce type de bâtiment, en particulier dans les grandes organisations privées ou institutionnelles qui gèrent des portefeuilles immobiliers contenant un nombre limité de ces bâtiments. Ces régimes proposent des méthodes et des procédures systématiques ciblant des bâtiments neufs, que le personnel d'entretien connaît davantage vu qu'ils sont plus nombreux. En outre, les programmes d'entretien à grande échelle typiques des anciennes propriétés sont souvent rattachés à des projections de revenus et de dépenses fondées sur un examen annuel de l'état des bâtiments et sur des devis conventionnels d'entretien et de remplacement calculés selon la durée de vie des matériaux et des assemblages contemporains. Le problème est ensuite aggravé par le fait qu'il est souvent coûteux de remplacer des composantes et des matériaux d'origine ou traditionnels et que, si cette mesure n'est pas effectuée correctement, le caractère ou la valeur patrimoniale du bâtiment risquent d'en souffrir.

Dans le cas des bâtiments anciens et des portefeuilles immobiliers comportant des bâtiments patrimoniaux, il est donc recommandé de renforcer les systèmes et régimes d'entretien de manière à mieux refléter les travaux exigés par le bâti ancien, les assemblages traditionnels, les approches potentiellement uniques et une éventuelle *valeur patrimoniale*.

COMPRENDRE SON BÂTIMENT : TENIR COMPTE DE LA VALEUR PATRIMONIALE DANS L'ENTRETIEN D'UN BÂTIMENT

Par exemple, dans le cadre du projet pilote de 2013-2014 d'Infrastructure Ontario, le but était d'établir un régime d'entretien éclairé en adaptant les normes du *Rapport d'inspection annuelle d'immeubles* (RIAI). L'objectif était de rendre l'entretien des bâtiments patrimoniaux aussi facile que possible pour le personnel de gestion immobilière et ainsi assurer la protection et la préservation efficaces des structures patrimoniales. Une fois le RIAI rempli par un gestionnaire immobilier et utilisé dans la planification de l'entretien et des dépenses d'établissement, l'équipe de gestion immobilière, qui connaît déjà la procédure, n'a plus qu'à adapter l'entretien aux besoins des propriétés à *valeur patrimoniale*.

L'équipe du projet pilote a ajouté les adaptations suivantes au RIAI habituel :

- Intégration de la déclaration de caractère patrimonial et des données visuelles illustrant les parties ou les assemblages qui ont une valeur patrimoniale.
- Consignation et classement par catégories des composantes du bâtiment qui possèdent une valeur patrimoniale ou qui y contribuent de façon à ce que la structure et les assemblages patrimoniaux ne soient pas traités simplement comme leurs équivalents contemporains (p. ex., en créant un critère RIAI à part pour les murs extérieurs en pierre, les distinguant des autres finitions extérieures non patrimoniales). Cette adaptation permet de créer des références et de prévoir des budgets mieux adaptés aux projets de réparation et de réhabilitation patrimoniaux.
- Établissement d'un coefficient des coûts pour mieux refléter les dépenses d'entretien prévues pour les assemblages patrimoniaux.

Et enfin, pour améliorer davantage la durabilité des propriétés patrimoniales, il faut prévoir un budget d'entretien continu plutôt que des projets d'immobilisation majeurs. Ce changement pourra s'avérer bénéfique pour tous les types de bâtiments de propriété, peu importe leur taille.



Image 20. Pavillon Leahurst de l'hôpital psychiatrique de Kingston, un des bâtiments visés par le projet pilote d'Infrastructure Ontario. Il occupe une place importante dans le paysage culturel de Kingston (Ontario).

Source : MTBA Associates Inc.

2.9 ENVISAGER LES INFRASTRUCTURES À L'ÉCHELLE URBAINE

Dans les vastes complexes et sites urbains et les grands regroupements immobiliers, il est plus avantageux et plus facile d'accéder aux ressources lorsque les services proviennent tous de la même source. Les systèmes centralisés ou regroupés par sites sont plus efficaces et peuvent couvrir des secteurs importants selon la taille des installations et du système de distribution. Au Canada, les systèmes de climatisation et de chauffage urbains se retrouvent généralement dans les centres-villes, où de nombreux bâtiments sont reliés par un réseau d'approvisionnement, ou bien sur les grands sites, comme les universités, les hôpitaux et autres complexes institutionnels et résidentiels comportant de nombreux bâtiments.

Les centralisation des services peut satisfaire aux besoins en chauffage et en climatisation d'un grand nombre de bâtiments en mettant en commun des ressources individuelles et en les redistribuant à partir d'une ou de plusieurs sources. Les chaudières des installations de chauffage urbaines acheminent de la vapeur vers les bâtiments qui leur sont reliés par un système de canalisations souterraines. Bien que les bâtiments individuels possèdent des systèmes intégrés à capacité excédentaire pour faire face aux variations saisonnières, le chauffage urbain est plus efficace dans la mesure où les charges de chaudière sont gérées pour répondre à la demande du moment. En outre, le chauffage urbain peut tirer profit des combustibles efficaces et des sources d'énergie résiduelle peu pratiques pour les systèmes individuels. Comme la plus grande partie des infrastructures génératrices sont situées loin des bâtiments

reliés, l'espace économisé peut être utilisé à d'autres fins, ce qui crée une meilleure efficacité spatiale.

La centralisation des services est d'autant plus importante dans les bâtiments dont les intérieurs possèdent des *éléments caractéristiques*.

Les systèmes de chauffage intérieurs sont adaptés à la nature de la source de chaleur fournie. Ainsi, les systèmes de chauffage à vapeur font appel à des infrastructures de distribution spécialisées et à des radiateurs qui ne conviendront pas forcément à d'autres sources, comme l'eau chaude ou l'air induit.

Si l'on retire des bâtiments du réseau central, il faut alors installer de nouveaux systèmes sur place pour répondre aux besoins de climatisation et de chauffage, notamment de nouveaux appareils de chauffage encombrants, et potentiellement de nouveaux systèmes de distribution (tuyauterie et conduits) ainsi que des dispositifs d'alimentation (radiateurs et tuyaux d'évent). Tout cela peut nécessiter d'importantes modifications intérieures et parfois extérieures, comme l'installation de plafonds suspendus, de nouveaux châssis horizontaux et verticaux, de nouveaux appuis de fenêtres et d'aires de service neuves ou plus spacieuses. Il arrive aussi que l'on doive sacrifier la finition intérieure pour installer de nouvelles infrastructures d'alimentation dans les cavités ou des conduits apparents qui risquent de ne pas s'harmoniser avec le caractère ou la *valeur patrimoniale* du bâtiment.

Lorsqu'il y a des systèmes de climatisation et de chauffage centralisés, il faut s'efforcer de les entretenir et de les améliorer en installant des systèmes générateurs de chaleur et en explorant la possibilité de récupérer la chaleur résiduelle des bâtiments ou de la traiter au sein du secteur. Les lieux patrimoniaux qui bénéficiaient autrefois d'installations de chauffage centralisés ont parfois conservé

COMPRENDRE SON BÂTIMENT : ENVISAGER LES INFRASTRUCTURES À L'ÉCHELLE URBAINE

certaines de ces infrastructures (chaufferies, tunnels et canalisations). Ces infrastructures peuvent parfois être utilisées pour réinstaller la climatisation et le chauffage, ce qui permet d'améliorer l'efficacité tout en restaurant la fonctionnalité d'origine et en profitant des technologies actuelles, mieux adaptées sur le plan écologique.

La climatisation et le chauffage centralisés utilisent plusieurs technologies modernes, notamment la combustion, la géothermie, le méthane biologique, la cogénération (récupération de l'énergie résiduelle) et le refroidissement par eau profonde.



Image 21. Installation de chauffage de la rue Cliff (à droite), infrastructure urbaine pour l'enceinte parlementaire, Ottawa (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

2.10 LE DÉFI UNIQUE DU « PATRIMOINE MODERNE »

Les bâtiments construits à l'époque moderne (au Canada, de l'après-guerre au milieu des années 1970), présentent des défis nouveaux et particuliers pour ceux qui s'intéressent à la conservation. Les édifices modernes sont le produit d'une nouvelle manière de construire, provoquée par un changement social, l'accès à de nouveaux matériaux et l'industrialisation. Tout comme les bâtiments des périodes précédentes, les édifices modernes de bonne qualité ont acquis une valeur sociétale collective avec le temps. Cependant, leurs matériaux et leurs assemblages arrivent souvent à la fin de leur vie utile ou l'ont même dépassée, ce qui rend ces bâtiments de plus en plus susceptibles d'être modifiés ou démolis.

Pour réussir la mise à niveau et la *réhabilitation durables* de bâtiments modernes, il faut employer des stratégies particulières, car ils sont constitués de systèmes, d'assemblages, de matériaux et de composantes solidaires qui leur sont propres. Ci-dessous, vous trouverez un aperçu de la *valeur patrimoniale* des bâtiments modernes au Canada, puis quatre manières d'envisager la question de la mise à niveau et de la *réhabilitation durables* grâce à des stratégies et à des cadres d'application.

DÉTERMINER LA VALEUR

L'évaluation de la *valeur patrimoniale* des bâtiments modernes accorde autant d'importance à l'intention du concept qu'à l'intégrité matérielle. De nombreuses autorités publiques privilégient cette approche de conservation exhaustive pour évaluer leurs bâtiments modernes. Par

exemple, un des éléments ou des systèmes du bâtiment moderne pourrait être considéré comme unique ou d'avant-garde à l'époque de sa construction.

Un autre facteur déterminant dans l'établissement de la *valeur patrimoniale* est l'appartenance du bâtiment à un certain type ou style de construction, surtout s'il en est l'un des derniers représentants. Il faut toutefois garder à l'esprit que la période moderne est caractérisée par la vague de construction la plus importante de l'histoire de l'humanité. Ainsi, un nombre considérable de bâtiments de moindre qualité ont été édifiés en alternance avec d'autres de haute qualité. De plus, étant donné les nombreuses avancées de la technologie et de la société, la période moderne a produit une grande variété de styles, allant du style international minimaliste à l'extravagante architecture expressionniste. Autrement dit, les bâtiments de la période moderne présentent une grande diversité visuelle et stylistique.



Image 22

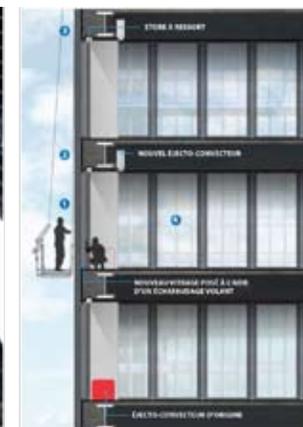


Image 23

À gauche : Un mur rideau après sa *réhabilitation*. Source : MTBA Associates Inc.

À droite : Mise à niveau du vitrage extérieur et du chauffage périphérique. Ensemble, ces travaux de *réhabilitation* ont entraîné une réduction de 50 % de la perte de chaleur par mètre linéaire. 1. Nouveau vitrage 2. Nouveaux éjectoconvecteurs 3. Protection contre le soleil 4. Perte de chaleur. Source : B+H Architects

UTILISER DES MATÉRIAUX ET DES ASSEMBLAGES ÉVOLUTIFS

La fabrication industrielle a donné lieu à de nouveaux matériaux et assemblages synthétiques qui ont été par la suite intégrés à la construction de bâtiments. Ces éléments, caractéristiques de cette période, étaient le produit de programmes et de réalisations à grande échelle jamais vus auparavant.

Malheureusement, on utilisait souvent ces nouveaux assemblages sans mise à l'essai adéquate et sans connaître leur rendement à long terme, ce qui pouvait entraîner des problèmes avec le temps. Les assemblages tels que les murs rideaux évoluaient si vite (en matière de technologie du bâtiment) qu'ils devenaient souvent obsolètes en moins d'une génération. Les défis posés par la courbe d'évolution de ces assemblages muraux se trouvent exacerbés par le fait que bon nombre de ces systèmes faisaient l'objet d'un droit de propriété, ce qui rend la conservation des matériaux difficiles. Par-dessus le marché, au cours de la vie d'un bâtiment, on essaie souvent de compenser la déficience des assemblages de manière plus ou moins invasive; par exemple, on commencera par remplacer les joints d'étanchéité, puis on ajoutera des éléments à l'enveloppe pour finalement tout remplacer. Chaque intervention risque d'affaiblir l'intention du concept d'origine et le caractère ou la *valeur patrimoniale* du bâtiment, rendant ainsi plus difficile d'en assurer la conservation fidèle ou la mise à niveau et la *réhabilitation*.



Image 24. Enveloppe extérieure entièrement réhabilitée. Cette image montre la progression de la réhabilitation, au cours de laquelle des panneaux en granite ont été temporairement retirés pour permettre l'installation de l'isolant neuf et d'effectuer d'autres mises à niveau de l'enveloppe. Pour en savoir plus sur cette réhabilitation, consultez l'étude de cas en annexe. 333, Broadway, Winnipeg (Manitoba). Source : Winnipeg Architecture Foundation

PALLIER LES DÉFAUTS

Tout bâtiment peut comporter des défauts de conception involontaires risquant de causer des défaillances, parfois plusieurs années après sa construction. Dans le cas des bâtiments modernes, la taille, l'échelle et le type de la construction ont tendance à exacerber ces défauts. Les solutions structurelles novatrices choisies pour construire ces bâtiments comprennent parfois de légers défauts de conception ou des erreurs d'assemblage répétées à plusieurs reprises. Ces assemblages allient parfois accidentellement des matériaux qui déclenchent une action galvanique, ou des matériaux expérimentaux dont le rendement s'affaiblit au fil du temps. En pareil cas, il est important de déterminer et

de conserver la *valeur patrimoniale* du bâtiment plutôt que d'opter aveuglément pour des remplacements identiques, particulièrement pour les matériaux transformés. Lorsqu'il est possible d'apporter des améliorations techniques sans altérer la *valeur patrimoniale*, il vaut mieux éviter de reproduire les détails d'assemblage défectueux ou de choisir les mêmes matériaux inadaptés.

SÉPARER L'ENVELOPPE DE LA STRUCTURE

L'une des différences les plus importantes entre les constructions modernes et celles qui les ont précédées est la séparation du mur extérieur et de la structure du bâtiment. Dans les bâtiments prémodernes, la hauteur et la taille des ouvertures étaient déterminées par la direction des charges structurelles et par la capacité des murs porteurs intérieurs et extérieurs de diriger ces charges vers le sol. Avec les nouveaux squelettes structuraux et les coques minces en béton et en acier, les murs extérieurs des bâtiments modernes n'ont plus qu'à servir d'enveloppe suspendue à la structure. Cette approche est parfaitement illustrée par le mur rideau unitaire, qui peut prendre toutes sortes de finitions et de styles, et qui est souvent entièrement constitué de fenêtres et de panneaux tympan fixés à une grille.

Cette séparation et l'utilisation de systèmes d'enveloppe de masse thermique moindre ont permis, par essais et erreurs, de sensibiliser graduellement les gens aux questions de résistance à la chaleur, d'infiltration et d'exfiltration d'air et de transfert d'humidité. Cette approche, tout comme l'inefficacité du chauffage et de la climatisation, est attribuable à l'abondance et au faible coût de l'énergie. Avec le temps, de multiples déficiences ont fait leur apparition, parfois résolues au moyen de systèmes et de composantes exigeant une attention et une surveillance constantes. Les milliers de joints d'étanchéité qui ont été installés

à la jonction de murs individuels sont particulièrement problématiques, car ils ont tendance à perdre leur efficacité.

Ces problèmes de technologie murale propres à la période moderne ont des répercussions directes sur les matériaux de construction et l'intégrité du concept, ainsi que sur la *durabilité* et la *valeur patrimoniale* de ces bâtiments.

SÉPARER L'ENVIRONNEMENT INTÉRIEUR DE L'EXTÉRIEUR

En les libérant de toute fonction structurelle, on pouvait donner aux murs extérieurs une plus grande souplesse de forme; ainsi, les conditions intérieures se retrouvaient souvent déconnectées de l'environnement extérieur, de plus en plus souvent contrôlées par des systèmes mécaniques et électriques. Ces nouveaux systèmes ne reposaient pas particulièrement sur les conditions extérieures ou naturelles (ventilation et éclairage naturels), ne tirant pas autant parti des caractéristiques du site et entraînant ainsi une plus grande consommation d'énergie. Pour en savoir plus sur ce sujet, consultez l'annexe B.

ADAPTABILITÉ DES STRUCTURES

La souplesse d'un bâtiment se trouve améliorée lorsque l'on sépare son enveloppe de sa structure et que l'on utilise des composantes d'assemblage modulaires ou uniformisées. L'enveloppe extérieure peut être traitée indépendamment de la structure sous-jacente, ce qui multiplie les possibilités de *mise à niveau* ou de *réaménagement durable* et de réutilisation adaptative. L'approche la mieux adaptée est sélectionnée en fonction de la valeur patrimoniale du bâtiment, de l'état des matériaux et du degré de *durabilité* désiré. Le piètre état des matériaux des murs extérieurs ne nécessite pas une démolition complète.

COMPRENDRE SON BÂTIMENT : LE DÉFI UNIQUE DU PATRIMOINE MODERNE

Les systèmes structurels distincts offrent une plus grande souplesse et une plus grande adaptabilité. La structure fournit une charpente pour les projets de *réhabilitation*, de *mise à niveau* et de réutilisation adaptative. Par exemple, l'édifice Friedman de l'Université de la Colombie-Britannique, que celle-ci reconnaît comme une ressource patrimoniale, a été adapté et *mis à niveau* de façon à tirer profit des caractéristiques de conception intrinsèques du bâtiment, y compris celles qui avaient été éliminées au cours de rénovations précédentes. Le résultat respecte l'intention du concept d'origine, permet un nouvel usage nécessitant moins de modifications importantes que sa vocation précédente, bénéficie d'un plan mieux défini donnant un meilleur accès à la lumière naturelle au centre de la plaque de plancher, et propose un nouveau système de mur extérieur. Ces mises à niveau respectent visiblement le caractère du bâtiment.

Étant donné le grand nombre de bâtiments modernes, les parties concernées doivent absolument s'efforcer de réaménager et d'adapter le parc immobilier. Un grand nombre de ces bâtiments arrivent au terme de leur cycle de vie, certains l'ayant même déjà dépassé, et ont grand besoin d'attention. Répondre aux besoins des bâtiments modernes pourrait constituer une excellente occasion de réduire la consommation d'énergie au Canada. Il faut cependant déterminer le niveau d'intervention désirable au cas par cas pour protéger la *valeur patrimoniale* officielle de chaque bâtiment ou, au minimum, pour tenir compte des éléments qui possèdent une valeur de conception ou qui créent un sentiment d'appartenance.



Image 25. Assemblage extérieur réhabilité, Édifice Friedman, Université de la Colombie-Britannique. Source : Acton Ostry



Image 26. Nouveau corridor avec cloisons vitrées. Édifice Friedman, Université de la Colombie-Britannique. Source : Acton Ostry



Image 27. Nouveau contrefort sismique relié au bâtiment existant. Édifice Friedman, Université de la Colombie-Britannique. Source : Acton Ostry

3. LIGNES DIRECTRICES POUR LES ÉLÉMENTS FONCTIONNELS D'UN BÂTIMENT

Il faut tenir compte de considérations communes dans les projets de mise à niveau et de réhabilitation, quels que soient leur importance et leur type, particulièrement lorsqu'ils prévoient des améliorations énergétiques et écologiques pouvant servir de lignes directrices à des pratiques exemplaires.

3.1. CONTEXTE

L'ouvrage *Accroître la résilience* se veut un guide de planification de la mise à niveau et de la *réhabilitation durables* de tous les bâtiments existants, particulièrement de ceux qui possèdent une *valeur patrimoniale*. Il est aussi destiné à l'interprétation des normes axée sur les éléments fonctionnels (voir les *Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada, deuxième édition*) dans le cadre de projets de *réhabilitation durable*.

Les deux premières parties d'*Accroître la résilience* présentent un aperçu global, l'historique et le contexte de la relation entre les pratiques *durables* et la mise à niveau et la *réhabilitation* de bâtiments. La troisième partie, quant à elle, fournit des lignes directrices concrètes pour la mise à niveau et la *réhabilitation* de bâtiments existants. Elle propose des lignes directrices générales applicables à tous les projets de *mise à niveau* et de *réhabilitation durables*, suivies de détails sur la manière d'évaluer un projet dans son contexte. Elle contient également des lignes directrices sur des éléments et des matériaux précis, ainsi que des lignes directrices générales pour la conservation *durable* de tout projet de construction.

On recommande à tous les intervenants de consulter ces lignes directrices tout au long de la planification du projet. Ils pourront ainsi prendre conscience de la *valeur patrimoniale* du bâtiment (lorsque celle-ci est reconnue), des objectifs du projet et des préoccupations des autres intervenants. Parmi les intervenants potentiels, on compte les propriétaires, les gestionnaires et les promoteurs immobiliers, les ministères, instances et organismes gouvernementaux, les professionnels de la conservation et du bâtiment, les maîtres d'œuvre et les gens de métier.

L'ouvrage *Accroître la résilience* ne prétend pas régler de cas précis. Toutes les interventions doivent être évaluées par des experts possédant les connaissances et l'expérience nécessaires pour qu'ils puissent garantir un examen juste du caractère ou de la *valeur patrimoniale* du bâtiment et des mesures de *réhabilitation durable* pertinentes.

Même si de nombreuses lignes directrices peuvent être mises en œuvre durant un projet de *réhabilitation durable*, chaque solution devra avoir des objectifs alignés sur la *valeur patrimoniale*, les *éléments caractéristiques*, l'*intégrité matérielle* et les *éléments intrinsèquement durables* d'un bâtiment et du site qu'il occupe.



Image 1. Les cloisons intérieures de cet immeuble de bureaux de 1908 comportent des vitres givrées ou à motif qui laissent pénétrer la lumière tout en préservant l'intimité. La consommation d'électricité pour l'éclairage artificiel s'en trouve ainsi réduite. Fiducie du patrimoine ontarien, 10, rue Adelaide, Toronto (Ontario).
Source : HCFN, numéro 1, 2009

LIGNES DIRECTRICES GÉNÉRALES POUR LES PROJETS DE MISE À NIVEAU OU DE RÉHABILITATION DURABLES

- **Comprendre le bâtiment et son site :** tous les participants du projet doivent, dès le départ, comprendre le bâtiment et son site, notamment leurs *éléments caractéristiques* et leur *valeur patrimoniale* globale.
- **Formuler un énoncé de projet clair :** il faut formuler un énoncé clair des exigences du projet, qui démontre une bonne compréhension du bâtiment et de son site, pour mettre en lumière l'interrelation entre le bâtiment et les changements proposés, notamment les améliorations durables.
- **Documenter et évaluer :** on documente et évalue les caractéristiques du bâtiment et de son site pour répertorier les *éléments intrinsèquement durables* et préciser leur intégrité matérielle et conceptuelle.
- **Examiner les exigences du projet et les éléments intrinsèquement durables :** les exigences et les objectifs du projet sont examinés à nouveau, cette fois en lien avec les *éléments intrinsèquement durables* et l'intégrité matérielle et conceptuelle du bâtiment.
- **Concilier tous les objectifs du projet :** on propose ensuite des recommandations sur la relation entre le caractère patrimonial, les *éléments intrinsèquement durables*, l'intégrité du bâtiment ou du site et les exigences du projet afin de les concilier du mieux possible avec ses objectifs.
- **Assurer une évaluation continue :** puisque la relation entre le caractère patrimonial, l'intégrité du bâtiment ou du site, les interventions liées à la *durabilité* et les exigences du projet est dynamique,

l'évaluation doit être continue. Celle-ci rehaussera l'efficacité du projet de *réhabilitation*, surtout dans les cas de bâtiments à *valeur patrimoniale*.

- **Recommander des interventions :** on recommande ensuite des interventions dans le cadre d'un projet de *mise à niveau* ou de *réhabilitation durables*. La *réhabilitation* exige, de nature, un certain niveau d'intervention. Pour atténuer les répercussions sur le caractère patrimonial et optimiser le rendement durable, toutes les actions choisies devront être mises en œuvre dans le respect des réalités du bâtiment et de son site, répertoriées avant l'étape de conception.

Des extraits pertinents des *Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada, deuxième édition* sont présentés *en beige et en italique* dans ce document.

LIGNES DIRECTRICES SPÉCIFIQUES AUX ÉLÉMENTS ET AUX MATÉRIAUX POUR LA RÉHABILITATION DURABLE DE BÂTIMENTS

Comment utiliser les lignes directrices spécifiques aux éléments et aux matériaux

Les lignes directrices spécifiques aux éléments et aux matériaux sont complémentaires aux lignes directrices générales présentées ci-dessus (section 3.1). Chacune est présentée dans le format suivant pour aider l'utilisateur à les mettre en œuvre :

- **Introduction :** description générale des éléments et des matériaux qu'on pourrait retrouver dans un bâtiment ou un site. Cette introduction peut décrire les assemblages modernes et traditionnels ou d'origine courants et les pratiques courantes de *mise à niveau* ou de *réhabilitation*.

- **Éléments intrinsèquement durables :** caractéristiques actuelles ou antérieures d'un bâtiment ou d'un site qui s'appliquent aux éléments fonctionnels. Elles peuvent réduire le besoin d'intervention ou offrir une orientation d'intervention minimale de façon à améliorer une propriété.
- **Défis pour la *durabilité* :** problèmes courants liés aux conflits susceptibles d'empêcher des interventions axées sur la durabilité dans le cadre d'un projet de *réhabilitation*.
- **Interrelations :** relation dynamique entre les éléments fonctionnels d'un bâtiment. Pour mener à bien tout projet de *mise à niveau* ou de *réhabilitation durables*, il est essentiel d'examiner ces relations de manière continue et dans tous les cas pertinents.
- **Lignes directrices spécifiques aux éléments :** orientations précises pour le bâtiment étudié, présentées sous forme de tableaux. Le cas échéant, on trouvera des références à des extraits des *Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada, deuxième édition*.

LIGNES DIRECTRICES GÉNÉRALES POUR LES PROJETS DE MISE À NIVEAU ET DE RÉHABILITATION DURABLES

	CONSEILLÉ
1	Effectuer tous les travaux de <i>mise à niveau</i> et <i>réhabilitation</i> en employant une approche d' <i>intervention minimale</i> .
2	Mettre sur pied une équipe de conception multidisciplinaire intégrée, le cas échéant, dans le but de concevoir et d'exécuter le projet de manière holistique et efficace.
3	Intégrer des spécialistes de la <i>conservation du patrimoine</i> et de la <i>durabilité</i> à l'équipe de conception multidisciplinaire intégrée, de la préconception à la construction.
4	Comprendre les objectifs de <i>durabilité</i> spécifiques à chaque projet et leur rôle dans l'ensemble des visées du projet.
5	Comprendre le caractère général du bâtiment et du site et leurs <i>éléments caractéristiques</i> , ainsi que l'interrelation entre eux.
6	Comprendre la conception des systèmes d'exploitation du bâtiment et les modifications qui ont été apportées au fil du temps, y compris les déficiences potentielles.
7	Évaluer les interventions précédentes, leurs réussites, défaillances et répercussions sur le rendement du bâtiment et les possibilités de mises à niveau durables.
8	Évaluer les caractéristiques conceptuelles intrinsèquement durables afin d'intégrer les nouvelles interventions le mieux possible.
9	Déterminer le niveau d'intégrité actuel des éléments intérieurs et extérieurs.
10	Effectuer une analyse énergétique au début d'un projet de conservation <i>durable</i> pour établir un seuil de départ et mesurer les niveaux de consommation d'énergie et les sources connexes. Cette mesure permettra de cibler les interventions en matière d'énergie de manière à réduire au minimum leur incidence sur la composition du bâtiment et à maximiser leur rentabilité.
11	Réaliser une modélisation énergétique pour mieux comprendre les besoins en énergie et cibler les zones desquelles on pourra retirer les plus grands avantages avec une intervention minimale.

12	Estimer les coûts de construction initiaux, les frais d'entretien et de fonctionnement et les frais de remplacement lors de l'évaluation des mises à niveau <i>durables</i> potentielles.
13	Évaluer l'interrelation entre les interventions proposées pour préciser chaque interaction et corrélation.
14	Renforcer les systèmes d'exploitation existants pour en améliorer le rendement, dans la mesure du possible.
15	Adapter et intégrer les nouvelles interventions aux autres interventions récentes pour perturber le moins possible la composition du bâtiment.
16	Prévoir les interventions à venir en incorporant des liaisons supplémentaires dans la conception des conduits et équipements du bâtiment et de chacun de ses éléments.
17	Employer des matériaux <i>durables</i> (renouvelables, recyclés, locaux, durables, à faible teneur en COV, etc.) compatibles avec la composition du bâtiment et les <i>éléments caractéristiques</i> lors d'interventions.
18	Réutiliser les matériaux, tout en évitant de donner une « fausse impression historique ».

3.2. ÉVALUATION DES OBJECTIFS DE PROJET DANS LEUR CONTEXTE

Il existe des relations dynamiques et complexes entre les bâtiments et leurs assemblages, leurs matériaux et la façon dont ils sont utilisés. Les incidences ainsi créées sont spécifiques au site et à la construction du bâtiment. Il est donc essentiel que toute l'équipe comprenne bien le contexte d'un projet avant d'entreprendre des travaux de *réhabilitation durable*.

ÉVALUATION DES RELATIONS

Différents objectifs de projet

L'équipe doit être en mesure de comprendre le lien entre chacun des objectifs du projet, lesquels sont prioritaires et dans quel contexte. Ces objectifs potentiels peuvent être la conservation de la *valeur patrimoniale*, les cibles de *durabilité*, les considérations budgétaires et la durée de vie des assemblages et des matériaux. En examinant la relation entre ces objectifs, on pourra atténuer les répercussions en choisissant des approches d'intervention minimale qui répondront à plusieurs d'entre eux. Une intervention minimale réduit souvent l'utilisation de matériaux dans l'immédiat et à long terme, répondant ainsi aux objectifs de conservation du patrimoine et de *durabilité* et, potentiellement, aux objectifs budgétaires et de durée de vie.

Construction et programmation

Les méthodes de construction auront une incidence directe sur le succès de la *réhabilitation durable*, surtout dans les cas de réutilisation adaptative. Lorsqu'on procède à une

intervention d'envergure pour permettre un nouvel usage, il faut bien équilibrer l'introduction et la perte de matériaux de manière à ce que les avantages de la *durabilité* ne surpassent et n'atténuent pas le caractère patrimonial du bâtiment¹. La grande majorité des projets de *réutilisation adaptative* nécessiteront la modification du nouveau programme du bâtiment pour s'adapter aux réalités de la structure existante. Ces adaptations varient en fonction de l'utilisation ou de la programmation proposées et du bâtiment considéré et sont idéalement avantageuses pour les deux.

Objectifs de durabilité et éléments intrinsèquement durables existants

Les *éléments intrinsèquement durables* sont les caractéristiques de construction préexistantes qui permettent ou favorisent la *durabilité* d'un bâtiment. Ces caractéristiques doivent être comprises, documentées et évaluées par une équipe intégrée de conception et de mise en œuvre afin d'en maximiser l'efficacité. En envisageant d'intégrer les *éléments intrinsèquement durables*, l'équipe de projet pourra mieux comprendre comment les matériaux de construction, les assemblages, et les interventions et traitements potentiels sur d'autres spécialités pourraient avoir un impact.

Bâtiment, assemblages et matériaux

Toutes les décisions devront tenir compte de la relation dynamique entre le bâtiment, les assemblages et les matériaux. Par exemple, en réintroduisant un modèle de fenêtre qui avait été retiré, on pourra installer un système CVCA hybride offrant une ventilation naturelle localisée. Une structure d'équipe de projet intégrée permettant un libre échange de renseignements et d'approches conceptuelles entre ses membres peut s'avérer un moyen efficace d'examiner ces relations et d'améliorer la compréhension et l'exécution des traitements et interventions. Pour en

¹ Cette question est examinée en détail dans *The Greenest Building: Quantifying the Environmental Value of Building Reuse*, Preservation Green Lab, 2011.

savoir plus sur la prestation d'équipe intégrée, consultez la section 1.3 *Qui doit-on mobiliser?*

Construction, programmation et attentes des usagers

Les attentes des usagers quant au rendement, y compris le confort thermique, les courants d'air et le niveau d'humidité, influencent le niveau d'intervention requis pour mettre en œuvre un programme nouveau ou modifié dans un bâtiment. Ces attentes pourraient rendre nécessaires diverses modifications de l'enveloppe, qui aurait pour effet de modifier le comportement du bâtiment et ainsi compromettre sa durabilité. Il convient donc de les évaluer dans le cadre du programme de construction proposé et des caractéristiques existantes afin de déterminer la pertinence d'une réutilisation adaptative.

3.3. SITE ET CONTEXTE ENVIRONNANT

L'ouvrage *Accroître la résilience* propose des lignes directrices pour la modification durable lorsque le site et le contexte environnant sont reconnus comme *éléments caractéristiques* d'un lieu patrimonial. Il indique également comment réduire au minimum les répercussions découlant de l'introduction de nouveaux éléments et de l'intervention dans un lieu et un contexte environnant non caractéristiques associés à un bâtiment ancien.

Par « implantation » d'un bâtiment, on entend la façon dont un bâtiment est placé dans son environnement, notamment son orientation par rapport au soleil et au vent, son élévation relative et les éléments paysagers qui l'entourent. Chacune de ces particularités influence la manière dont un bâtiment est exposé à la lumière du soleil, à la circulation de l'air et aux précipitations. Lorsque l'orientation est idéale, les caractéristiques d'implantation peuvent favoriser la *durabilité*.



Image 29. Evergreen Brick Works (réhabilitation durable d'un ancien site industriel) dans son contexte de la Don Valley, au nord du centre-ville de Toronto (Ontario). Autrefois le site de Don Valley Brick Works (des années 1880 à 1980), où on extrayait du schiste et de l'argile pour fabriquer des briques, ce lieu est désormais utilisé pour des activités communautaires et abrite Evergreen (evergreen.ca) et d'autres entreprises durables. D'autres renseignements sur la durabilité du site sont fournis dans la légende de l'image 4, à la section 1. Source : *SAB Magazine*

Par « contexte environnant », on entend la façon dont un site est situé dans un contexte plus large. Le contexte varie d'un site à l'autre et, généralement, évolue constamment, ce qui influence le comportement du bâtiment. Parmi les possibles influences contextuelles, on relève la densité de construction, la hauteur relative des bâtiments, la largeur des rues, la présence d'un réseau de transport en commun et l'offre de services centralisés (systèmes de chauffage ou de climatisation et de traitement de l'eau sur place). Les relations dynamiques dans un contexte plus large sont particulièrement importantes lorsque le bâtiment est situé dans un paysage culturel à *valeur patrimoniale*, dans une zone bien établie ou dans un site patrimonial ayant un statut.



Image 30. Projet de réhabilitation durable de Benny Farm dans son contexte urbain. Ce projet de redéveloppement durable est situé dans le quartier Notre-Dame-de-Grâce à Montréal. Dans les années 1940, il s'agissait d'un projet d'aménagement pour héberger des anciens combattants. Plan de situation, Montréal (Québec). Source : L'Œuf Architectes

LIGNES DIRECTRICES POUR LES ÉLÉMENTS FONCTIONNELS D'UN BÂTIMENT : SITE ET CONTEXTE ENVIRONNANT

Les changements apportés au contexte environnant peuvent modifier le comportement du bâtiment. Par exemple, si l'on construit des édifices plus élevés dans les environs, ce qui a pour effet de bloquer la lumière du soleil passant par les fenêtres, il faudra installer un système d'éclairage artificiel. Si un bâtiment adjacent est démoli, les murs latéraux peu isolés se retrouveront exposés, ce qui augmentera les besoins en chauffage et en climatisation et exigera le remplacement ou la mise à niveau des systèmes de construction. Autrement dit, les changements de ce type doivent être examinés à la lumière de l'équilibre dynamique entre le bâtiment et tous ses systèmes (mécaniques, électriques, enveloppe du bâtiment, etc.) Si ces changements ont déjà eu lieu au cours d'une *mise à niveau* ou d'une *réhabilitation*, on pourra les étudier pour avoir une idée du fonctionnement du bâtiment au fil du temps et orienter les modifications ultérieures destinées à améliorer sa *durabilité*.

Les bâtiments existants peuvent parfois être moins efficaces que les constructions neuves; néanmoins, il est souvent préférable d'explorer des solutions de substitution pour pallier la faible efficacité. Par exemple, on pourrait choisir d'installer des structures intercalaires hautement efficaces. Ce genre de solution doit toutefois respecter la *morphologie* du secteur et avoir des répercussions minimales sur le comportement du système de construction existant. On peut appliquer cette stratégie à plusieurs échelles, y compris dans les quartiers urbains établis en construisant par exemple des habitations sur ruelle (s'il s'agit d'une caractéristique *morphologique* du secteur) et en insérant de manière éclairée de nouveaux bâtiments dans des complexes urbains.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

Les *éléments intrinsèquement durables* du site ou du contexte d'un bâtiment, surtout si le bâtiment est ancien, comprennent :

- un contexte environnant à forte densité avec des bâtiments contigus qui limitent l'exposition à l'extérieur;
- des installations de services centralisés qui permettent de chauffer et de climatiser un groupe de bâtiments;
- des possibilités de stationnement restreintes, combinées à l'accès au transport en commun.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la *durabilité* des bâtiments existants, et surtout des bâtiments anciens, comprennent :

- des changements importants dans le contexte qui modifient le comportement du bâtiment ayant pour conséquence un besoin d'interventions correctives;
- un contrôle restreint sur le contexte environnant;
- la hausse de la densité dans le respect du caractère patrimonial ou de la *valeur patrimoniale* d'un secteur.



Image 31. Les formes urbaines compactes, comme celle-ci à Halifax, sont des constructions performantes, car leur proximité avec d'autres bâtiments permet un chauffage plus efficace, une densité accrue et une utilisation réduite de l'automobile. Halifax (Nouvelle-Écosse). Source : Shelley Bruce



Image 32. Exemple de détérioration urbaine dans lequel on peut suivre l'évolution de la construction dans la propriété contiguë. Les modifications apportées aux bâtiments adjacents risquent d'exposer des murs qui n'étaient jamais destinés à l'être. Montréal (Québec). Source : MTBA Associates Inc.



Image 33. Réutilisation adaptative d'une ancienne station-service transformée en centre communautaire. Les mesures de durabilité comprenaient l'assainissement du site et l'installation de systèmes de chauffage et climatisation géothermiques et de systèmes d'éclairage écoénergétique. La Station, Île-des-Sœurs, Montréal (Québec). Source : Steve Montpetit

INTERRELATIONS

Voici quelques exemples d'interrelations entre différents éléments du bâtiment, du site et du contexte environnant :

Toits

- Les modifications apportées au site et au contexte peuvent accroître ou diminuer l'exposition aux intempéries et ainsi entraîner des répercussions potentielles sur la durée de vie du matériau de couverture, l'entretien requis et l'efficacité de l'isolant.

Murs extérieurs

- Les modifications apportées au site et au contexte risquent d'exposer des murs qui n'étaient jamais destinés à l'être (suite à la démolition d'un bâtiment contigu, par exemple).

Fenêtres, portes et devantures de magasin

- En raison de modifications apportées au site et au contexte, les fenêtres laissent passer plus ou moins de lumière. On pourrait vouloir modifier les portes et les devantures de magasin pour favoriser de nouvelles configurations permettant une meilleure circulation des personnes, de l'air et de la lumière.

Entrées, porches et balcons

- Les entrées, les porches et les balcons assurent la transition entre le bâtiment et son contexte environnant et atténuent les effets des intempéries. Les changements contextuels risquent d'influencer le rendement escompté de ces stratégies.

Systèmes mécaniques et électriques

- Le site et le contexte déterminent l'exposition du bâtiment et influencent ainsi les demandes exercées sur les systèmes mécaniques et électriques.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE CONSERVATION DURABLE DES SITES ET DES CONTEXTES ENVIRONNANTS

	CONSEILLÉ
1	Comprendre l'impact des bâtiments contigus et des éléments contextuels sur le rendement du bâtiment, notamment l'influence des changements contextuels au fil du temps.
2	Conserver les éléments paysagers de grande échelle qui atténuent les impacts climatiques, notamment les larges zones de végétation et les aménagements composés de matériaux inertes.
3	Conserver la végétation de proximité sur le site, notamment les arbres et autres éléments paysagers qui procurent de l'ombre et coupent le vent.
4	Explorer les possibilités qui permettent de conserver les bâtiments historiques par le biais d'insertion de nouveaux bâtiments, tout en respectant les caractéristiques du contexte et la logique de développement du site.
5	Conserver les relations entre les bâtiments là où les constructions sont contiguës et où les bâtiments sont très près les uns des autres.
6	Installer un équipement producteur d'énergie <i>durable</i> seulement là où cette mesure est compatible avec le caractère patrimonial du site ou du contexte environnant.
7	Localiser les nouveaux bâtiments d'un ensemble urbain de manière à conserver le caractère paysager et la relation entre les bâtiments, lorsque l'on densifie.
8	Installer de nouveaux éléments paysagers durables, tels que des bassins biologiques, des jardins pluviaux et de grands réservoirs de collecte, là où ils sont compatibles avec le caractère patrimonial et le fonctionnement du site et du contexte environnant.
9	Réutiliser les structures de support pour installer un stationnement pour vélos ou d'autres fonctions connexes qui favorisent les utilisations <i>durables</i> .

3.4. FORME EXTÉRIEURE

Cette section contient des lignes directrices pour la modification *durable* de la forme extérieure, surtout si elle est reconnue comme *élément caractéristique* d'un lieu patrimonial. Elle présente également les moyens de réduire au minimum les répercussions découlant de l'introduction de nouveaux éléments et de l'intervention sur les éléments extérieurs non caractéristiques d'un bâtiment traditionnel ou patrimonial.

La forme extérieure est déterminée par le site et son contexte environnant, des conditions climatiques, les fonctions intérieures et les matériaux et technologies de construction à disposition. La taille du bâtiment, sa forme, son orientation, les relations entre ses proportions et sa vocation en sont le résultat.

La forme extérieure peut être influencée par toutes sortes de modifications *durables*, des annexes à l'altération des systèmes du bâtiment qui transforme son apparence. Par exemple, le retrait d'un château d'eau d'un toit, où il constitue un élément caractéristique patrimonial, risque d'altérer la ligne de toiture et d'influencer l'évidence de la fonction du bâtiment tout en changeant ses *éléments caractéristiques*.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

En général, les *éléments intrinsèquement durables* associés à la forme extérieure d'un bâtiment existant traditionnel ou patrimonial (surtout s'il est historique) comportent :

- un ratio formes pleines-formes vides (murs pleins et fenêtres ou ouvertures) adapté à l'emplacement du bâtiment et au climat;

- une orientation idéale, où les fenêtres, les formes pleines et les ouvertures conviennent au microclimat entourant le bâtiment;
- des avant-toits en saillie et d'autres éléments qui protègent les façades et les fenêtres du bâtiment des rayons du soleil en été, tout en laissant pénétrer la lumière du soleil en hiver à un angle plus bas, si possible;
- des cours centrales qui favorisent une plus grande pénétration de la lumière naturelle et une meilleure ventilation passive au centre du bâtiment.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la *durabilité* des bâtiments existants, et surtout des bâtiments patrimoniaux, sont les suivants :

- une forme extérieure qui constitue souvent un élément crucial du caractère patrimonial du bâtiment, ce qui laisse peu de place aux modifications;
- l'impraticabilité d'une réorientation du bâtiment.



Image 34. Des éléments comme une corniche saillante, des fenêtres en baie, des auvents au-dessus d'une façade commerciale au rez-de-chaussée et un site en coin unique confèrent un caractère distinct à ce bâtiment de l'arrondissement historique (et lieu historique national) de Gastown à Vancouver, tout en contribuant au contexte environnant par sa forme, sa taille et son échelle. Vancouver (Colombie-Britannique). Source : Shelley Bruce

INTERRELATIONS

Voici quelques exemples d'interrelations entre différents éléments du bâtiment et sa forme extérieure :

Site et contexte environnant

- Lorsqu'on apporte des modifications au site et au contexte environnant, l'un des éléments extérieurs risque de ne pas se comporter comme prévu et de se dégrader plus rapidement à cause d'une exposition accrue.

Toits

- On peut adopter différentes stratégies de durabilité si le toit est plat et non visible ou en pente et visible, selon sa visibilité, son rendement et ses caractéristiques.

Murs extérieurs

- Outre la toiture, les murs extérieurs constituent la portion la plus importante de la forme extérieure d'un bâtiment. Celle-ci est influencée par les modifications qu'on y apporte.

Fenêtres, portes et devantures de magasin

- Le fenestrage contribue à la forme extérieure et lui confère échelle et rythme. Les éléments saisonniers des fenêtres, portes et devantures de magasin, comme les auvents, peuvent influencer la forme extérieure d'un bâtiment tout en améliorant sa *durabilité*.

Entrées, porches et balcons

- Les entrées, les porches et les balcons donnent un sentiment d'orientation. Ces éléments contribuent à la géométrie, au rythme et à l'échelle du bâtiment tout en lui procurant de l'ombre, une protection contre le vent et en créant des sas d'air.



Image 35. Élévation nord illustrant l'ajout ultérieur d'un refroidisseur sans égard à la forte axialité et au plan de style Beaux-Arts du bâtiment, un élément caractéristique de la propriété « classée » par le BEÉFP. Imprimerie nationale et chaufferie, Gatineau (Québec). Source : MTBA Associates Inc.



Image 36. De longues toitures à faible pente sur les espaces intérieurs et extérieurs créent de l'ombre et donnent à la maison sa forme distincte. Forest House, Ron Thom. Source : AZNModern

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DE LA FORME EXTÉRIEURE

	CONSEILLÉ
1	Faire participer les cours intérieures existantes aux systèmes de ventilation pour profiter de l'aération naturelle et des possibilités d'effet cheminée. Toute modification devrait maintenir ou créer une relation entre les pleins et les vides des façades extérieures ainsi que des sources d'éclairage naturel propres aux cours intérieures.
2	Améliorer l'accès à la lumière naturelle à l'aire de plancher en ajoutant des puits de lumière dans des lieux secondaires, ce qui n'aurait qu'une incidence minime sur la forme extérieure visible et limiterait les modifications requises au système structurel du bâtiment.
3	Éviter d'altérer l'extérieur s'il s'agit d'un <i>élément caractéristique</i> et rechercher plutôt des solutions de rechange pour rehausser la durabilité.
4	Installer des appareils de production d'énergie seulement s'ils sont compatibles avec le caractère patrimonial.
5	Mettre à niveau l'équipement mécanique là où la forme extérieure du bâtiment ne constitue pas son caractère patrimonial, ce qui réduit l'incidence sur ce caractère.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA
– CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 135)

	CONSEILLÉ	DÉCONSEILLÉ
20	Ajouter de nouveaux éléments qui satisfont aux exigences de la durabilité, par exemple des panneaux solaires ou un toit vert, de manière à respecter la forme extérieure et à réduire l'incidence sur les <i>éléments caractéristiques</i> .	Ajouter un nouvel élément qui satisfait aux exigences de la durabilité à un endroit qui masque, endommage ou détruit les <i>éléments caractéristiques</i> .
21	Travailler avec des spécialistes de la durabilité et de la conservation pour trouver la solution la plus appropriée et qui aura le moins d'incidences sur les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.	Modifier la forme extérieure sans avoir d'abord examiné les solutions de rechange viables qui pourraient être moins dommageables pour les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.
22	Respecter les objectifs d'efficacité énergétique de manière à réduire au minimum l'incidence sur les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.	Endommager ou détruire des <i>éléments caractéristiques</i> ou miner leur <i>valeur patrimoniale</i> en effectuant des modifications pour atteindre des objectifs d'efficacité énergétique.
23	Aménager des fonctions qui exigent un milieu ambiant contrôlé, par exemple une salle d'entreposage d'artefacts ou des expositions dans un ajout, tout en utilisant le bâtiment historique pour des fonctions qui profitent de la ventilation ou de la lumière naturelle existantes.	Construire des ajouts pour loger les nouveaux systèmes mécaniques sans tenir compte des possibilités de ventilation naturelle ou de leur incidence sur la forme extérieure du bâtiment.

3.5. SYSTÈMES PORTEURS

Cette section contient des lignes directrices pour la modification durable des éléments porteurs, surtout si le système porteur est reconnu comme *élément caractéristique* d'un bâtiment historique. Elle offre aussi des conseils pour réduire au minimum les répercussions de l'introduction de nouveaux éléments et de l'intervention sur les systèmes porteurs non caractéristiques d'un bâtiment traditionnel ou patrimonial.

Les systèmes porteurs sont les composantes primaires qui, en répondant aux normes de sécurité des usagers et autres codes et normes en vigueur, procurent la résistance et la rigidité nécessaires pour éviter à la fois l'effondrement du bâtiment et les déformations inacceptables.



Image 37. Vue intérieure d'un dôme à double paroi du siège social de la Banque de Montréal, un élément caractéristique qui permet la stratification de l'air et un accès à la lumière naturelle, Montréal (Québec). Source : MTBA Associates Inc.

Les systèmes porteurs peuvent constituer une caractéristique là où ces structures sont visibles. En exposant le système porteur, on augmente le volume spatial, on procure une organisation visuelle, on apporte un élément d'intérêt visuel et on utilise efficacement les matériaux (utilisation minimale

de matériaux de finition). Néanmoins, c'est le caractère du bâtiment qui déterminera la visibilité et la reconnaissance du système porteur, car il ne convient pas toujours de l'exposer.

Les *NLDCLPC* offrent des conseils qui peuvent s'avérer utiles et applicables dans le cas de bâtiments anciens, quelle que soit leur valeur patrimoniale (voir p. 176 à 182).

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

Parmi les *éléments intrinsèquement durables* du système porteur d'un bâtiment existant (surtout s'il est historique), citons :

- la masse thermique des bâtiments dont les murs en maçonnerie sont intégrés au système porteur;
- les systèmes porteurs modulaires qui comportent des composantes unitaires;
- les éléments porteurs qui comportent des matériaux réutilisés, recyclés ou recyclables;
- les dalles alvéolées qui réduisent l'utilisation de matériaux et permettent d'intégrer des chasses pour conduits de ventilation et d'électricité;
- les raccords boulonnés qui favorisent l'adaptabilité et les réparations;
- les systèmes porteurs procurant une capacité portante maximale en utilisant un minimum de matériaux (p. ex., les voûtes Guastavino);
- les systèmes de toitures porteuses qui créent des aires spacieuses et permettent d'installer des puits de lumière laissant pénétrer la lumière naturelle plus en profondeur.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la *durabilité* des bâtiments existants, et surtout des bâtiments patrimoniaux, sont les suivants :

- les murs épais en maçonnerie peuvent réduire la possibilité de modifier les fenêtres pour améliorer l'accès à la lumière naturelle;
- la capacité portante risque de ne pas pouvoir supporter le poids d'un nouvel équipement mécanique ou d'un toit vert sur tout le bâtiment, mais certaines parties pourraient être adéquate; l'espacement et le type de système porteur risquent d'empêcher la modification ou la mise à niveau des systèmes existants du bâtiment.

INTERRELATIONS

Les systèmes porteurs font rarement l'objet de mises à niveau *durables*, mais ils peuvent influencer la possibilité d'intervenir sur d'autres composantes d'un bâtiment pour atteindre les objectifs de *durabilité* d'un projet ou permettre un usage adapté. Même si les mises à niveau *durables* ne ciblent pas le système porteur d'un bâtiment, celui-ci doit souvent être modifié pour permettre la réhabilitation d'un bâtiment de manière durable pour un nouvel usage.

Toits

- Les toits peuvent servir de diaphragmes porteurs reliant et stabilisant les éléments du bâtiment.

Murs extérieurs

- Les systèmes de murs porteurs en maçonnerie massive et la maçonnerie massive hybride intégrant du fer ou de l'acier incorporent la capacité portante des murs extérieurs;

- les éléments porteurs dictent parfois le rythme et l'ossature d'autres éléments et définissent l'apparence visuelle des murs extérieurs.

Aménagement intérieur

- L'aménagement intérieur dépend souvent du système porteur; toute modification à cet aménagement peut entraîner la visibilité, la dissimulation ou la perte non intentionnelle d'éléments porteurs.

Éléments intérieurs

- Les éléments porteurs sont souvent dissimulés par les finitions et éléments intérieurs.



Image 38 (à gauche). Fermes de toit en bois à longue portée réhabilitées. La réparation du système de fermes en bois d'œuvre comprenait le remplacement des membrures défectueuses ou manquantes et l'installation de tôles d'acier aux points de raccordement. On a ainsi pu conserver cet élément caractéristique important en plus du bois d'œuvre ancien. Dans le cadre de cette réhabilitation, on a modifié la fondation du bâtiment, ce qui a changé sa relation au sol. Le nouveau système de fondation est clairement visible sur l'enveloppe extérieure du bâtiment. Pour en savoir plus, consultez l'étude de cas à la fin du document. Édifice Salt, Vancouver (Colombie-Britannique). Source : Acton Ostryage

39 (à droite). Le système porteur surélevé du lieu historique national du Canada Gulf of Georgia Cannery garde le complexe de bâtiments au frais et leur permet de sécher naturellement. Richmond (Colombie-Britannique). Source : Shelley Bruce

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DES SYSTÈMES PORTEURS

	CONSEILLÉ
1	Examiner chaque partie du bâtiment pour déterminer sa capacité portante.
2	Renforcer les systèmes porteurs existants au lieu de les remplacer.
3	Intégrer les mises à niveau <i>durables</i> aux mises à niveau structurelles requises pour répondre aux exigences des codes en vigueur.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA – CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 181)

	CONSEILLÉ	DÉCONSEILLÉ
31	Travailler avec des spécialistes de l'efficacité énergétique et de la durabilité pour trouver la solution la plus appropriée et qui aura le moins d'incidences sur les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du lieu historique.	Modifier des systèmes porteurs caractéristiques, y compris les fondations, sans avoir d'abord examiné les solutions de rechange pour la durabilité qui pourraient être moins dommageables pour les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du lieu historique.
32	Réparer le système porteur de la période de <i>restauration</i> en stabilisant, en renforçant ou en adaptant des composantes individuelles de manière conforme à la période de restauration.	Remplacer au complet un système porteur ou une composante de la période de <i>restauration</i> alors qu'il serait possible de réparer ou de ne remplacer que les parties détériorées ou manquantes.
33	Remplacer à l'identique un système porteur ou une composante de la période de <i>restauration</i> trop détérioré pour être réparé, en utilisant les preuves physiques existantes comme modèle de reproduction. Il importe de bien documenter et de dater discrètement les nouveaux travaux afin de guider les recherches et les traitements ultérieurs.	Enlever un système porteur ou une composante irréparable de la période de <i>restauration</i> sans le remplacer, ou le remplacer par un système ou une composante qui ne convient pas.

3.6. TOITS

Cette section contient des lignes directrices pour la modification *durable* des toits, surtout s'ils sont reconnus comme *éléments caractéristiques* d'un lieu historique. Elle offre aussi des conseils pour réduire au minimum les répercussions découlant de l'introduction de nouveaux éléments et de l'intervention sur des toits non caractéristiques d'un bâtiment patrimonial.

Les toits comportent toutes sortes d'assemblages avec des finitions visibles comme le cuivre, l'ardoise, le chaume, les bardeaux de cèdre, les bardeaux bitumés et les membranes de toitures-terrasses. Ces assemblages protègent les matériaux sous-jacents et les espaces intérieurs des éléments externes. Les composantes comme les dômes, coupoles, lucarnes, tourelles, cheminées et faîtes peuvent jouer le rôle d'ornements architecturaux, mais aussi d'éléments fonctionnels intégrés à la composition d'un toit. Elles ont ainsi une incidence sur son rendement et la forme extérieure du bâtiment. Un autre groupe de composantes de toiture (avant-toits, bordures de toit, soffites, gouttières et descentes pluviales) protège les murs extérieurs. Il faut entretenir et renforcer ces éléments protecteurs pour restreindre l'exposition des composantes de murs extérieurs non conçues pour l'être davantage.

Les NLDCLPC donnent les conseils suivants sur les toitures, qui peuvent s'avérer utiles et applicables dans le cas de bâtiments anciens, quelle que soit leur *valeur patrimoniale* :

En tant qu'élément architectural le plus exposé, le toit est essentiel à la protection du reste du bâtiment contre les intempéries. Un toit détérioré peut causer des dommages catastrophiques à l'intérieur et à la charpente du bâtiment.

Le toit est également un élément architectural important qui contribue à la forme et à l'esthétisme du bâtiment. Le profil et les détails d'un toit peuvent également être caractéristiques malgré leur apparence plus discrète que celle d'un grand toit à deux ou à quatre versants. NLDCLPC, p.141.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

Les *éléments intrinsèquement durables* du toit d'un bâtiment existant (surtout s'il est patrimonial) comprennent :

- les imposants porte-à-faux au-dessus des côtés exposés à une lumière du soleil intense et aux intempéries, qui servent à protéger les murs et à recouvrir les ouvertures;
- les éléments de toit comme les coupoles, dômes, cheminées et lucarnes, qui aident à aérer le bâtiment et permettent une meilleure pénétration de la lumière naturelle à l'intérieur;
- les gouttières, qui empêchent l'eau de couler sur l'enveloppe du bâtiment et permettent de la recueillir et de la réutiliser;
- les matériaux de couverture, qui atténuent l'effet d'îlot de chaleur;
- les toits dont la forme permet d'aménager de plus grands espaces intérieurs pour augmenter la densité d'occupation.



Image 40. Bordure de toit dont on a modifié la hauteur pour installer un nouvel isolant. Ces modifications permettent d'améliorer le rendement de l'enveloppe du bâtiment, tout en réduisant considérablement l'impact visuel. Édifice de l'Est, Colline du Parlement, Ottawa (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la *durabilité* du toit d'un bâtiment existant, surtout pour un bâtiment patrimonial, comprennent :

- les profils de toit qui constituent des éléments importants de la forme extérieure et qui peuvent réduire la possibilité de modifications durables là où ils sont visibles;
- la circulation de l'air dans les cavités du toit et les combles. Il faut bien comprendre cet élément avant de le modifier pour éviter les dégradations accidentelles dues aux variations de température, d'écoulement d'air et d'humidité qui risquent d'endommager les matériaux de couverture et les structures sous-jacentes.

INTERRELATIONS

Voici quelques exemples d'interrelations entre le toit et les autres éléments fonctionnels :

Forme extérieure

- Il faut évaluer attentivement les modifications qui comprennent l'ajout d'isolant et qui sont susceptibles de changer le profil du toit ou de l'avant-toit afin de réduire leur incidence sur le caractère patrimonial de la forme extérieure.

Systèmes porteurs

- Les modifications apportées au toit ou l'installation de nouveaux appareils durables, comme les panneaux et chauffe-eau solaires, doivent tenir compte de la forme de la toiture et de sa capacité à soutenir ces éléments.

Murs extérieurs

- Les modifications apportées au toit peuvent avoir un effet sur son exposition aux éléments. Par exemple, en restaurant ou en installant des gouttières, on permet à l'eau de s'écouler loin des murs extérieurs et dans des citernes ou des réseaux d'évacuation.

Systèmes mécaniques et électriques

- Les éléments de toit comme les coupoles, dômes et lucarnes sont souvent intégrés aux systèmes de ventilation traditionnels, ce qui améliore la circulation de l'air dans le bâtiment.

Fonctionnement et entretien

- Les inspections de toit permettent de régler les problèmes mineurs de façon plus proactive et d'ainsi réduire les dommages aux matériaux adjacents; la durée de vie de l'assemblage s'en trouve donc prolongée et optimisée, et les pertes, réduites.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES ÉLÉMENTS FONCTIONNELS D'UN BÂTIMENT : TOITS



Image 41. Toit vert du nouveau pavillon bancaire. La grille utilisée pour le toit reflète la répartition de l'éclairage du plafond en-dessous et s'agence ainsi avec les attributs des éléments caractéristiques. Ce toit vert réduit l'effet d'îlot de chaleur, permet l'isolation, et réduit ou ralentit l'eau de ruissellement, tout en n'ayant aucune incidence sur la valeur patrimoniale. Cette mise à niveau a été réalisée dans le cadre d'un projet complet de réhabilitation et de mise à niveau de plusieurs bâtiments. Il s'agit d'un très bel exemple d'architecture moderne au Canada. Toronto Dominion Centre, Toronto (Ontario). Source : *The Globe and Mail*



Image 42. À cause de la dégradation des gouttières, les murs extérieurs, surtout aux coins intérieurs, ont été exposés à des volumes d'eau beaucoup plus grands provenant de la noue. Par conséquent, le mortier est défaillant et le recouvrement en brique s'effrite. De plus, l'eau de pluie ne peut plus être recueillie pour l'entretien du terrain. École Sagonaska, Sir James Whitney School, Belleville (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DES TOITS

	CONSEILLÉ
1	Préserver les éléments de toit comme les coupoles, dômes, cheminées et lucarnes s'ils ont un usage fonctionnel ou s'ils contribuent au caractère du bâtiment.
2	Conserver et réinstaller des éléments de toit, dont les avant-toits, bordures, soffites et descentes pluviales qui protègent les murs extérieurs et les ouvertures pour limiter la dégradation des matériaux.
3	Explorer de nouvelles méthodes de collecte de l'eau à l'aide de descentes pluviales pour réutiliser les eaux grises.
4	Remplacer , au besoin, les matériaux de toit de façon à augmenter ou à diminuer l'albédo si cette action ne modifie pas le caractère patrimonial du bâtiment.
5	Repérer les occasions d'améliorer l'isolation ou la ventilation du toit pour réduire l'incidence sur le caractère patrimonial du bâtiment, tout en améliorant son rendement.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA
– CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 146)

	CONSEILLÉ	DÉCONSEILLÉ
25	Se conformer aux objectifs en matière d'efficacité énergétique lorsque des améliorations sont apportées au toit et aux éléments du toit, tout en conservant les <i>éléments caractéristiques</i> et en tenant compte de l'efficacité énergétique de l'enveloppe et des systèmes dans leur ensemble.	Endommager ou détruire des <i>éléments caractéristiques</i> en y effectuant des modifications pour atteindre des objectifs d'efficacité énergétique.
26	Travailler avec des spécialistes de la <i>durabilité</i> et de l'efficacité énergétique pour trouver la solution la plus appropriée en la matière et qui aura le moins d'incidences sur les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.	Modifier le toit ou des éléments du toit sans avoir d'abord examiné les solutions de rechange qui pourraient être moins dommageables pour les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.
27	Faire preuve de prudence et prévoir les effets possibles de l'isolation du toit sur l'enveloppe du bâtiment pour éviter les changements qui peuvent causer des dommages, par exemple déplacer un point de rosée et créer des ponts thermiques ou augmenter la charge de neige.	Installer de l'isolation sans prévoir son incidence possible sur l'enveloppe du bâtiment. Introduire de l'isolation thermique dans les éléments du toit sans prévoir des pare-vapeur ou une ventilation appropriés.
28	Installer une isolation thermique dans des espaces du toit non caractéristiques, par exemple le grenier, sans nuire à l'enveloppe du bâtiment.	Installer de l'isolation à des endroits habitables du grenier sans tenir compte de son effet sur les éléments caractéristiques intérieurs comme les moulures.
29	S'assurer que les exigences relatives à la charpente, au drainage et à l'accès qui visent à améliorer l'efficacité énergétique du toit peuvent être respectées sans endommager les <i>éléments caractéristiques</i> .	
30	Évaluer l'addition de systèmes de toiture végétalisée (toits verts) ou de citernes d'eau pluviale pour les toits plats et leur incidence sur la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment, avant d'entreprendre des travaux.	Ajouter une membrane végétalisée ou réfléchissante sur le toit susceptible de compromettre la valeur patrimoniale du bâtiment ou son intégrité structurale.

3.7. MURS EXTÉRIEURS

Cette section contient des lignes directrices pour la modification *durable* des murs extérieurs, surtout s'ils sont reconnus comme *éléments caractéristiques* d'un lieu patrimonial. Elle offre aussi des conseils pour réduire au minimum les répercussions découlant de l'introduction de nouveaux éléments et de l'intervention sur les éléments non caractéristiques des murs extérieurs d'un bâtiment patrimonial.

Outre le toit, les murs extérieurs sont les éléments les plus exposés au climat et aux contaminants extérieurs. Ils jouent donc un rôle essentiel dans le rendement du bâtiment. Comme c'est le cas pour plusieurs murs porteurs traditionnels, les murs extérieurs peuvent prendre la forme de systèmes intégrés accomplissant des fonctions structurelles, d'étanchéité et de finition. Au fil de l'évolution des systèmes de construction, on a vu les murs passer de structures massives servant plusieurs fonctions à des éléments composés de couches diverses jouant chacune son rôle de barrière avec un système porteur distinct. Étant donné la grande différence de nature et de fonctionnement de ces systèmes, on doit évaluer les murs traditionnels et contemporains individuellement.

Les murs porteurs traditionnels, généralement construits en maçonnerie ou en bois d'œuvre, permettent d'intégrer des stratégies de masse thermique aux principes de chauffage et de refroidissement d'un bâtiment.

Les murs-rideaux de l'époque moderne comportaient des couches de protection étanches qui favorisaient l'étanchéité à l'air et à l'humidité et dépendaient de systèmes mécaniques pour la distribution et la circulation de l'air dans un bâtiment.

Malheureusement, ces murs-rideaux étaient souvent construits à partir de matériaux non éprouvés. Dans certains cas, cette lacune a provoqué la défaillance prématurée de composantes et mené à leur remplacement localisé ou global.

Les NLDCLPC offrent les conseils suivants en matière de murs-rideaux. Ceux-ci pourront s'avérer utiles et applicables, quelle que soit la valeur patrimoniale d'un bâtiment.

Les murs-rideaux présentent un ensemble de difficultés de conservation nouvelles parce qu'ils sont le résultat d'une ère d'expérimentation dans les charpentes et les matériaux et précèdent les normes supérieures d'efficacité énergétique. Il faut en examiner la conservation au cas par cas, compte tenu de la valeur patrimoniale de la conception, des conditions réelles et des causes de détérioration, tout en prévoyant un rendement prolongé ou amélioré. NLDCLPC, p. 149.

Parmi les stratégies d'amélioration du rendement des murs extérieurs à faible résistance thermique figure l'ajout d'un second mur à l'intérieur du bâtiment et d'une zone thermique contrôlée entre les deux assemblages. Cette approche a pour but de rehausser la *durabilité* du bâtiment, d'améliorer le confort des occupants et d'altérer le moins possible le comportement des murs extérieurs existants. Bien que cette approche puisse être valable, dans certains cas particuliers, ses répercussions doivent être soigneusement évaluées en fonction de son incidence sur l'intérieur du bâtiment et sur les vues depuis l'extérieur. Si le caractère d'un bâtiment se limite à son apparence extérieure, cette approche pourrait améliorer son rendement tout en préservant ses caractéristiques extérieures; cependant, ce niveau d'intervention pourrait être déconseillé si l'intérieur a une valeur conceptuelle ou architecturale, ou un statut particulier.



Image 43. Mur-rideau extérieur en verre de l'Imprimerie nationale du Canada (vers 1950). Le mur-rideau fait partie d'un assemblage à double paroi permettant de mieux contrôler les conditions intérieures des aires d'impression et de production. Gatineau (Québec). Source : MTBA Associates Inc.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

Les *éléments intrinsèquement durables* des murs extérieurs d'un bâtiment existant (surtout s'il est historique) comprennent :

- les murs extérieurs en maçonnerie épaisse possédant une masse thermique;
- les murs dotés de cavités intégrées favorisant la dispersion de l'humidité;
- les dispositifs d'ombrage situés sur les murs-rideaux et aux fenêtres, dont les écrans de projection horizontaux;
- les ouvertures profondes dans les murs extérieurs qui procurent de l'ombre;
- les murs dont les composantes ont des durées de vie semblables ou qui favorisent l'accès aux éléments moins durables;

- les recouvrements en assemblage favorisant les remplacements sélectifs plutôt qu'intégraux et réduisant ainsi les pertes.

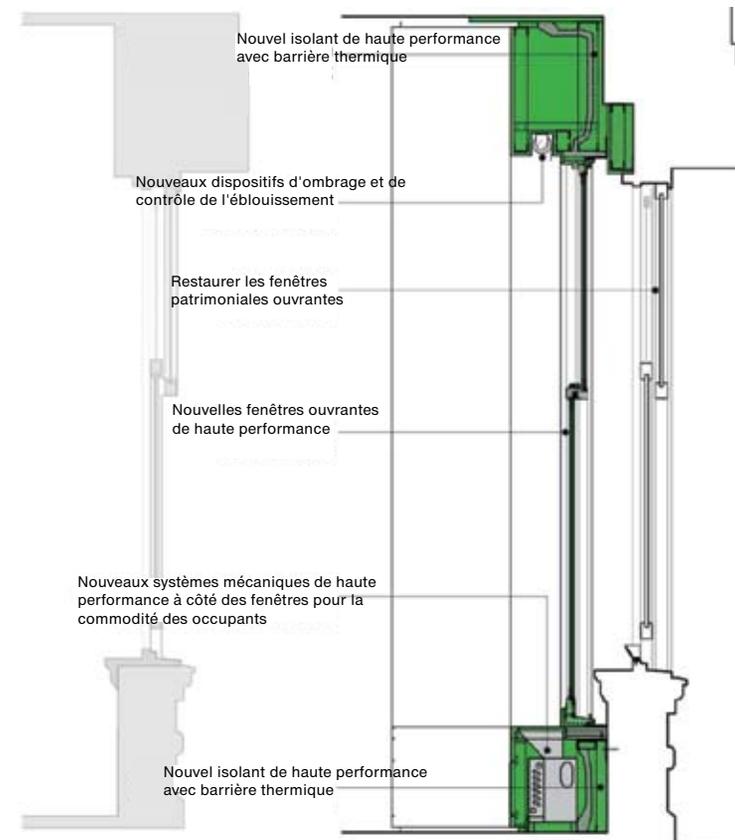


Image 44. Coupe de mur extérieur avant et après sa *réhabilitation*. Les mises à niveau *durables* s'étendaient à l'insertion d'une nouvelle fenêtre à haut rendement à l'intérieur de la fenêtre réhabilitée, d'une nouvelle isolation, de nouveaux systèmes mécaniques et de nouveaux dispositifs d'ombrage. Toutes les mises à niveau ont été intégrées à un nouveau mur installé à l'intérieur du mur extérieur. Calgary Public Building, Calgary (Alberta). Source : SAB Magazine

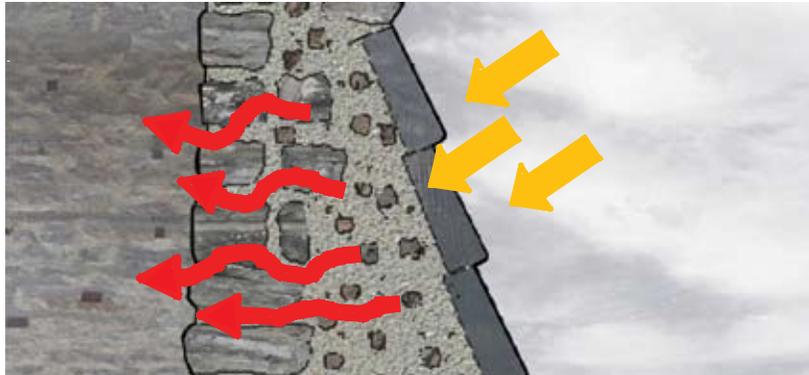


Image 45. Mur en maçonnerie dense, élément à masse thermique courant dans les bâtiments patrimoniaux. Étude de mur en moellons illustrant le mouvement de l'air et de l'humidité à travers un mur de maçonnerie massive. Il est essentiel de maintenir les caractéristiques de ce comportement pour éviter de créer des problèmes inattendus. Édifice de l'Est, Colline du Parlement, Ottawa (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la *durabilité* des murs extérieurs des bâtiments existants, et surtout des bâtiments patrimoniaux, comprennent :

- la perméabilité à l'humidité de l'isolant, qu'il faut soigneusement examiner pour éviter les répercussions négatives sur la fonction de l'enveloppe du bâtiment (les modifications devant améliorer la fonction et non l'altérer;
- les murs extérieurs essentiels à la forme extérieure et au caractère patrimonial d'un bâtiment; la possibilité d'apporter des modifications visibles aux murs s'en trouve ainsi restreinte.

INTERRELATIONS

Voici quelques exemples d'interrelations entre les murs extérieurs et d'autres éléments d'un bâtiment :

Forme extérieure

- Toute modification à un mur extérieur, notamment le remplacement d'un revêtement, le recouvrement d'un isolant extérieur, l'installation de nouveaux murs-rideaux ou l'application d'un nouveau revêtement sur des surfaces en maçonnerie, peut changer l'échelle, les relations et la reconnaissance des éléments extérieurs qui composent les murs extérieurs et influencent la forme extérieure d'un bâtiment.

Fenêtres, portes et devantures de magasin

- Les fenêtres, portes et devantures de magasin peuvent laisser pénétrer la lumière naturelle et l'air par les murs extérieurs. La modification du fenestrage influence donc les murs extérieurs.

Entrées, porches et balcons

- Les entrées, porches et balcons peuvent être directement reliés à l'intérieur de murs extérieurs et donc être influencés par toute modification qui y est apportée.

Aménagement intérieur

- L'ajout de nouveaux assemblages sur la face intérieure d'un mur extérieur réduit l'espace intérieur disponible.
- L'espacement entre les meneaux de mur-rideau extérieur influence le positionnement des murs intérieurs.
- La présence de murs-rideaux transparents extérieurs crée une interdépendance entre l'intérieur et l'extérieur.

Systèmes mécaniques et électriques

- L'étanchéité à l'air et le rendement thermique d'un mur extérieur ont des répercussions directes sur les

systèmes mécaniques. Ils peuvent occasionner des pertes de chaleur (pouvant atteindre 40 % dans les bâtiments moins récents²), et ainsi faire grimper les besoins de chauffage du bâtiment. Par exemple, une enveloppe extérieure plus étanche exige une plus grande ventilation mécanique pour respecter les exigences d'approvisionnement en air frais et de renouvellement d'air.

Éléments intérieurs

- La modification d'un mur extérieur peut provoquer la disparition ou la destruction d'éléments intérieurs comme les moulures, les appuis de fenêtre, les encadrements et d'autres finitions décoratives.

Fonctionnement et entretien

- La modification d'un mur extérieur peut avoir une incidence sur le fonctionnement et l'entretien d'un bâtiment par l'ajout de matériaux et l'augmentation des exigences d'entretien. Les nouveaux matériaux risquent aussi de restreindre l'accès aux matériaux existants.



Image 46. *Réhabilitation* de l'enveloppe extérieure, notamment par le retrait de tous les panneaux de revêtement en granite en vue de l'installation d'une nouvelle isolation extérieure devant l'acier porteur. L'espacement de 125 mm qui en résulte est compensé par un profilé en acier inoxydable sur les élévations latérales. Commission des accidents du travail, Winnipeg (Manitoba).
Source : 1 x 1 architecture

² Arup, *Low Carbon Heritage Buildings: A User Guide*. Kirklees Council et YoHr Space, 2011. [<http://www.yourclimate.org/pages/low-carbon-heritage-buildings>]

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DES MURS EXTÉRIEURS

	CONSEILLÉ
1	Se renseigner sur l'intention du concept d'origine pour déterminer le rendement escompté de l'enveloppe et les éléments qui ont été enlevés (p. ex., dispositifs d'ombrage) et installer ou réinstaller ceux-ci s'ils sont essentiels ou bénéfiques.
2	Faire des recherches sur les murs contemporains pour déceler les éléments vulnérables des assemblages extérieurs.
3	Installer de nouveaux éléments d'assemblage compatibles avec le caractère patrimonial aux endroits appropriés, en fonction du climat local et de l'usage du bâtiment.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA – CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 153)

	CONSEILLÉ	DÉCONSEILLÉ
25	Se conformer aux objectifs en matière d'efficacité énergétique lorsque des améliorations sont apportées aux murs extérieurs, tout en conservant les <i>éléments caractéristiques</i> et en tenant compte de l'efficacité énergétique de l'enveloppe et des systèmes dans leur ensemble.	Modifier la composition ou les matériaux des murs extérieurs de manière à compromettre les <i>éléments caractéristiques</i> du bâtiment et la <i>durabilité</i> de leurs matériaux. Remplacer un vitrage simple par des fenêtres thermiques scellées, sans tenir compte des effets sur les éléments interreliés, par exemple les ancrages aux murs-rideaux.
26	Évaluer l'incidence possible de l'ajout d'isolation à l'enveloppe du bâtiment, par exemple le déplacement d'un point de rosée et la création de ponts thermiques.	Introduire de l'isolation thermique dans les trous de murs extérieurs, dans des combles, dans des caves non chauffées et des vides sanitaires qui peuvent nuire à l'enveloppe du bâtiment et aux <i>éléments caractéristiques</i> . Installer de l'isolation du côté intérieur des murs extérieurs sans tenir compte de l'incidence sur les moulures ou d'autres détails caractéristiques.
27	Travailler avec des spécialistes de l'efficacité énergétique pour trouver la solution la plus appropriée et qui aura le moins d'incidences sur les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.	Modifier les murs extérieurs sans avoir d'abord examiné les solutions de rechange pour l'efficacité énergétique qui pourraient être moins dommageables pour les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.

3.8. FENÊTRES, PORTES ET DEVANTURES DE MAGASIN

Cette section contient des lignes directrices pour la modification *durable* des fenêtres, des portes et des devantures de magasin, surtout lorsque celles-ci sont reconnues comme *éléments caractéristiques* d'un bâtiment patrimonial. Elle indique également comment réduire au minimum les répercussions découlant de l'introduction de nouveaux éléments et de l'intervention sur des fenêtres, des portes et des devantures de magasin qui ne sont pas caractéristiques d'un bâtiment patrimonial.



Image 47. On a conservé et réhabilité ces grandes fenêtres (fenêtres et contre-fenêtres) à double vitrage à cadre en bronze pour préserver la principale source de lumière dans le respect de la construction d'origine. Les seules améliorations énergétiques étaient l'ajout de nouvelles garnitures d'étanchéité sur les fenêtres à châssis ouvrant intérieures, ce qui a rehaussé leur durée de vie. Édifice Sir-John-A.-Macdonald, Ottawa (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

Les fenêtres, les portes et les devantures de magasin traditionnelles étaient composées d'un verre simple inséré dans un cadre en bois, en acier ou en fer, tandis que les cadres des fenêtres plus récentes sont fabriquées de divers matériaux composites, dont l'aluminium, l'acier inoxydable, le vinyle, la fibre de verre, le bois recouvert d'aluminium, avec du verre isolant. On assemble parfois les fenêtres contemporaines en unités plus grandes pour créer des rideaux de verre ou des murs-rideaux suspendus à la structure du bâtiment.

Les fenêtres, les portes et les devantures de magasin font partie des *éléments caractéristiques* essentiels à la forme extérieure et à l'aménagement intérieur. Puisqu'elles constituent les vides de la composition architecturale globale, elles définissent souvent le rythme, l'échelle et la masse d'un bâtiment. Les fenêtres laissent pénétrer la lumière naturelle à l'intérieur d'un bâtiment et déterminent comment un espace pourra être occupé. Elles comportent aussi souvent des éléments de finition comme des moulures décoratives.

Les NLDCLPC offrent les conseils suivants en matière de portes et fenêtres. Ceux-ci pourront s'avérer utiles et applicables, quelle que soit la valeur patrimoniale d'un bâtiment.

Les fenêtres et les portes s'usent et changent en fonction des goûts et des exigences fonctionnelles. L'obligation de les entretenir et de les améliorer peut, toutefois, motiver des interventions qui peuvent nuire à leur valeur patrimoniale. Souvent, les fenêtres et les portes sont remplacées par de nouvelles qui ont une vie utile beaucoup plus courte au nom de l'efficacité énergétique. NLDCLPC, p. 156.

Étant donné les coûts élevés et les répercussions environnementales énormes du remplacement complet des fenêtres, ainsi que son incidence sur le caractère d'un

bâtiment, il est important de soigneusement évaluer la rentabilité de ce type d'intervention sur tout bâtiment. On peut souvent atteindre les objectifs de rendement énergétique fixés en procédant à des interventions moins lourdes, dont le calfeutrage, la réparation des fenêtres, l'ajout de contre-fenêtres intérieures ou extérieures, et en vérifiant d'autres éléments comme l'isolation. Ces interventions sont généralement moins coûteuses, financièrement et matériellement.

Les fenêtres des bâtiments de l'époque moderne peuvent représenter un défi puisqu'elles contiennent des matériaux non éprouvés et des composantes qui ne se dégradent pas toutes au même rythme. Les faiblesses les plus courantes des fenêtres modernes se situent dans les garnitures d'étanchéité, les gaz de remplissage et les matériaux d'encadrement thermoconducteurs, comme l'aluminium continu ou profilé.

Les devantures de magasin sont des facteurs essentiels au caractère patrimonial d'un bâtiment et à son environnement immédiat. Expression extérieure de l'occupation intérieure, elles atténuent l'échelle d'un bâtiment tout en définissant sa relation avec les piétons. À bien des égards, les devantures de magasin jouent le rôle d'espaces semi-publics, tout comme les porches.

Les devantures de magasin sont des espaces beaucoup plus transitoires que les éléments des étages supérieurs puisqu'elles s'adaptent aux goûts, aux saisons et aux locataires. Selon son aménagement, une devanture de magasin peut avoir une fonction durable en isolant l'intérieur de l'extérieur à l'aide d'un mur placé derrière la vitrine.

Au cours du XX^e siècle, les changements apportés à la conception des fenêtres, des portes et des devantures de magasins ont réduit le nombre de composantes réglables, ce qui a limité la possibilité de les ajuster selon les changements

climatiques saisonniers. Ce fait est particulièrement important au Canada, où plusieurs régions sont soumises à de grandes variations de température et sont exposées aux vents, à différents types de précipitation et à divers angles solaires dans une même année. Par exemple, les fenêtres modernes qui sont teintées et scellées sont fixes, mais les fenêtres dotées de composantes mobiles ou amovibles, comme les contre-fenêtres intérieures, les stores thermiques, les stores diffusants, les tablettes réfléchissantes, les saillies horizontales extérieures et les auvents (aussi adaptés aux portes et aux devantures de magasin) permettent d'adapter les assemblages. Il est essentiel de considérer les ouvertures extérieures comme des assemblages mobiles pour améliorer leur *durabilité*.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

Les *éléments intrinsèquement durables* des fenêtres, des portes et des devantures de magasin d'un bâtiment existant (surtout s'il est patrimonial) comprennent :

- les fenêtres et les portes vitrées procurant un accès à la lumière naturelle;
- les fenêtres et les portes favorisant la ventilation naturelle de façon à renforcer le système mécanique du bâtiment;
- les auvents, les saillies horizontales et les écrans pouvant être ajustés en fonction de l'exposition au soleil, des reflets et des gains thermiques et capables d'atténuer les conditions extrêmes; ceux-ci sont particulièrement utiles s'ils peuvent être ajustés en fonction des changements saisonniers et de la trajectoire du soleil;
- les contre-fenêtres intérieures amovibles améliorant le rendement des fenêtres selon les besoins en chauffage et en refroidissement;

LIGNES DIRECTRICES POUR LES ÉLÉMENTS FONCTIONNELS D'UN BÂTIMENT : FENÊTRES, PORTES ET DEVANTURES DE MAGASIN

- les vitrages multiples (fenêtres et contre-fenêtres) formant un assemblage unique qui nécessite moins de remplacements étant donné l'absence d'unité scellée, souvent endommagée avant le reste de la fenêtre;
- les fenêtres à vitrage simple avec cadre en bois et les contre-fenêtres intérieures ou extérieures pouvant être régulièrement réparées de façon à améliorer le rendement et à éviter les pertes liées au remplacement complet.



Image 48. Devantures de magasin réhabilitées avec impostes. Le vitrage le plus élevé de la devanture laisse pénétrer la lumière plus loin à l'intérieur du rez-de-chaussée. Vancouver (Colombie-Britannique). Source : Acton Ostry.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la *durabilité* des fenêtres, des portes et des devantures de magasin des bâtiments existants, et surtout des bâtiments patrimoniaux, sont les suivants :

- les fenêtres, les portes et les devantures de magasin nécessitent un entretien continu pour atténuer la dégradation qui affaiblit l'intégrité de l'enveloppe du bâtiment;

- les unités scellées à lame de gaz peuvent se dégrader plus rapidement que le reste de la fenêtre, ce qui exige le remplacement intégral de l'assemblage;
- les fenêtres usinées contemporaines ne sont pas toujours réparables.



Image 49. Extérieur réhabilité avec fenêtres. Les fenêtres sont dotées de contre-fenêtres extérieures pouvant être retirées selon la saison. Maison Emily Carr, Victoria (Colombie-Britannique). Source : David Coulson Design



Image 50. Photographie d'époque de l'édifice Booth (deuxième bâtiment à droite) sur la rue Sparks, à Ottawa. Il est important de reconnaître que les fenêtres étaient autrefois composées de nombreux éléments contribuant à leur rendement. Dans le cas présent, les fenêtres de la façade sud étaient protégées contre les apports de chaleur intense par des auvents en tissu accessibles depuis les fenêtres à châssis ouvrant. Édifice Booth, Ottawa (Ontario). Source : Ottawa AA



Image 51. Détail de fenêtre comportant des meneaux mastiqués, une garniture d'étanchéité périmétrique et une contre-fenêtre extérieure ventilée. Musée canadien de la nature, Musée commémoratif Victoria, Ottawa (Ontario). Source : Shelley Bruce

INTERRELATIONS

Voici quelques exemples d'interrelations entre différents éléments d'un bâtiment et les fenêtres, les portes et les devantures de magasin :

Forme extérieure

- Le fenestrage procure rythme, échelle et vides dans la masse pleine d'un mur.

Systèmes porteurs

- Les systèmes porteurs constituent un élément déterminant de l'emplacement des fenêtres, des portes et des devantures de magasin.

Murs extérieurs

- Le fenestrage est un élément essentiel d'un mur extérieur. Il procure un accès à la lumière naturelle et une résistance thermique inférieure à celle des murs pleins. Puisque les jonctions entre les murs extérieurs et le fenestrage sont particulièrement vulnérables aux bris, elles peuvent favoriser les fuites d'air et l'*intégrité matérielle* du mur entourant l'ouverture.

- Les fenêtres, les portes et les devantures de magasin sont souvent agrémentées de moulures intérieures et d'autres décorations devant être modifiées ou retirées en cas d'altération.

Entrées, porches et balcons

- Les fenêtres, les porches et les balcons sont interreliés. Les entrées font partie des devantures de magasin, et les portes servent d'entrées ou de points d'accès aux balcons.

Aménagement intérieur

- Les fenêtres procurent une lumière naturelle et, potentiellement, une ventilation naturelle qui améliorent la fonctionnalité d'un espace.
- Les devantures de magasin constituent la seule source de lumière naturelle des espaces situés au rez-de-chaussée.

Systèmes mécaniques et électriques

- Le fenestrage a une incidence sur la lumière ambiante, l'étanchéité à l'air et les apports ou les pertes de chaleur. Tous ces éléments influencent les exigences auxquelles doivent répondre les systèmes électriques et mécaniques.

Éléments intérieurs

- Les fenêtres, les portes et les devantures de magasin sont souvent agrémentées de moulures intérieures et d'autres décorations devant être modifiées ou retirées en cas d'altération.

Fonctionnement et entretien

- Les fenêtres, les portes et les devantures de magasin dotées de composantes mobiles simples peuvent être adaptées au besoin. Traditionnellement, le fenestrage comportait des composantes et des assemblages pouvant être réparés, et ses cadres étaient enduits de revêtements protecteurs pouvant être réappliqués.



Image 52. Les bâtiments industriels comme celui-ci, situé à Toronto, sont équipés de volets qui protègent les fenêtres et emprisonnent la chaleur. Toronto (Ontario). Source : Shelley Bruce

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DES FENÊTRES, DES PORTES ET DES DEVANTURES DE MAGASIN

	CONSEILLÉ
1	Envisager de procéder à plusieurs interventions de plus petite envergure pour améliorer le rendement des fenêtres, plutôt que de les remplacer. Il pourrait notamment s'agir de remises à neuf, de réparations et de remplacements localisés, d'adaptations, de l'installation de nouveaux coupe-froid, de la mise à niveau de la quincaillerie, etc.
2	Évaluer les fenêtres, les portes et les devantures de magasin comme s'il s'agissait de pièces à composantes multiples pouvant être modifiées selon leur exposition aux conditions climatiques.
3	Installer un mur intérieur doté de fenêtres directement alignées sur les fenêtres extérieures existantes. Étudier soigneusement les modifications apportées aux systèmes de construction, au rendement de l'enveloppe et aux éléments intérieurs avant de procéder à ce type de mise à niveau.
4	Utiliser un espace de présentation de devanture de magasin fermé comme barrière isolante.
5	Calfeutrer les brèches dans l'enveloppe du bâtiment à la jonction des murs et cadres, au besoin, en fonction du rendement du système de construction.
6	Réinstaller un fenestrage dans ses dimensions d'origine, dans les cas où l'ouverture a été réduite, en vue d'améliorer l'accès à la lumière naturelle.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA – CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 160)

	CONSEILLÉ	DÉCONSEILLÉ
28	Respecter les objectifs d'efficacité énergétique en apportant des améliorations qui conservent les portes et les fenêtres caractéristiques en remplaçant ou en installant des coupe-bise, des contre-fenêtres, des stores et, si convenable, des volets et des auvents. Il faut tenir compte de l'efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment et de ses systèmes dans leur ensemble.	Remplacer des châssis à carreaux multiples caractéristiques par de nouveaux châssis thermiques utilisant de faux meneaux.
29	Travailler avec des spécialistes de l'efficacité énergétique pour trouver la solution la plus appropriée et qui aura le moins d'incidences sur les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.	Modifier les fenêtres, les portes ou les devantures de magasin sans avoir d'abord examiné les solutions de rechange qui pourraient être moins dommageables pour les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.
30	Entretenir les éléments intrinsèques du bâtiment qui conservent l'énergie et qui sont en bon état de fonctionnement, par exemple les fenêtres fonctionnelles ou les persiennes pour la ventilation naturelle.	Remplacer des fenêtres réparables par de nouvelles fenêtres sans évaluer le rendement réel ou la durée de vie utile restante des fenêtres en place.
31	Installer des contre-fenêtres à l'intérieur lorsque les fenêtres d'origine sont caractéristiques et les contre-fenêtres extérieures ne conviennent pas.	

3.9. ENTRÉES, PORCHES ET BALCONS

Cette section contient des lignes directrices pour la modification *durable* des entrées, des porches et des balcons, surtout lorsque ceux-ci sont reconnus comme *éléments caractéristiques* d'un lieu patrimonial. Elle indique également comment réduire au minimum les répercussions découlant de l'introduction de nouveaux éléments et de l'intervention sur des entrées, des porches et des balcons qui ne sont pas caractéristiques d'un bâtiment patrimonial.

Les entrées, les porches et les balcons contribuent grandement à la forme extérieure d'un bâtiment : ils l'articulent, l'organisent et protègent son enveloppe. Les entrées servent de point de départ de l'aménagement intérieur et influencent la séquence spatiale, le plan global et la compartimentation du bâtiment. Les porches, les entrées et les balcons sont des éléments architecturaux essentiels des bâtiments patrimoniaux et non historiques (résidentiels surtout) puisqu'ils sont souvent agrémentés des décorations extérieures les plus visibles. Ils contribuent généralement au caractère de leur quartier ou de leur paysage culturel en donnant un rythme aux rues, en jouant le rôle d'espaces de transition semi-publics et en atténuant la frontière entre l'espace intérieur privé et l'espace extérieur public.

De plus, on modifie souvent les entrées, les porches et les balcons, dans tous les types de bâtiments, en fonction des changements dans les goûts architecturaux, les besoins des usagers, les attentes en matière d'entretien ainsi que les exigences en matière d'accessibilité et de sécurité. Il est donc important d'examiner comment ces éléments évoluent pour découvrir des occasions de les modifier de façon à refléter

davantage le caractère d'un bâtiment, tout en améliorant sa *durabilité*.



Image 53. Un portique et un vestibule intégrés à la séquence d'entrée d'un bâtiment commercial. Le portique sert de protection contre les intempéries, tandis que le vestibule isole l'intérieur de l'extérieur. Édifice Aldred, Montréal (Québec).
Source : MTBA Associates Inc.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

Les *éléments intrinsèquement durables* des bâtiments existants (surtout s'ils sont patrimoniaux) comprennent :

- les entrées, les porches et les balcons qui offrent ombrage et protection contre les intempéries;
- les impostes fonctionnelles des entrées qui favorisent la ventilation croisée;
- les entrées dotées de vestibules qui isolent l'espace intérieur des conditions extérieures;
- les porches et les balcons qui procurent un accès extérieur direct et qui peuvent ainsi améliorer la santé des occupants du bâtiment;
- les porches et les balcons dotés d'écrans ou de panneaux vitrés amovibles qui permettent d'adapter le bâtiment aux changements saisonniers.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la *durabilité* des bâtiments existants, et surtout des bâtiments historiques, sont les suivants :

- les entrées sont des ouvertures pratiquées dans l'enveloppe du bâtiment qui affaiblissent son rendement global;
- certains porches et balcons sont moins efficaces parce que leur positionnement n'est pas adéquat; ils peuvent assombrir les fenêtres, accroître les besoins en éclairage artificiel et avoir des répercussions sur les apports thermiques.



Image 54. La salle du conseil, en projection, agrémentée d'un balcon, protège l'entrée principale sous-jacente. Ancien hôtel de ville d'Ottawa, Ottawa (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.



Image 55. Les balcons en retrait de cette façade sur rue ont été conservés durant la *réhabilitation* globale de ce bâtiment. Chinese Freemasons Building, Vancouver (Colombie-Britannique). Source : Shelley Bruce

INTERRELATIONS

Voici quelques exemples d'interrelations entre différents éléments d'un bâtiment et les entrées, les porches et les balcons :

Forme extérieure

- Outre le fenestrage, les entrées, les porches et les balcons sont des éléments architecturaux importants qui confèrent rythme, échelle et proportion à la forme extérieure d'un bâtiment.

Systèmes porteurs

- On peut intégrer au système porteur d'un bâtiment des balcons et des porches, qui jouent ainsi le rôle de renforts latéraux.

Murs extérieurs

- Les porches et les balcons offrent aux murs extérieurs une protection variable en fonction de l'exposition climatique.
- Les interfaces portantes intérieures et extérieures où on a retiré des porches et des balcons peuvent accentuer la vulnérabilité du bâtiment.

Fenêtres, portes et devantures de magasin

- Les porches et les balcons protègent les fenêtres, et réduisent ainsi les effets du climat, dont les apports solaires et les précipitations.
- À la porte d'un bâtiment, les porches offrent une protection contre le vent, la chaleur et les précipitations.

Aménagement intérieur

- Les vestibules prolongent l'entrée d'un bâtiment et donc déplacent parfois l'endroit où l'on y pénètre véritablement.

Systèmes mécaniques et électriques

- Les entrées constituent souvent des points faibles dans l'enveloppe du bâtiment. En les modifiant, on altère la charge mécanique à supporter. La modification des porches et des balcons altérera quant à elle l'exposition du bâtiment à la lumière naturelle et aux apports de chaleur. Par conséquent, on devra probablement revoir les exigences en matière d'éclairage électrique et de chauffage/refroidissement pour permettre une compensation.

Éléments intérieurs

- En tant que premier point de contact d'un bâtiment, les entrées sont souvent agrémentées d'*éléments caractéristiques* ou d'autres composantes importantes de qualité généralement supérieure à celle que l'on retrouve ailleurs dans l'édifice.

Fonctionnement et entretien

- Les entrées, les porches et les balcons sont tous des composantes extérieures d'un bâtiment exposées au climat. Il faut donc effectuer un entretien régulier pour optimiser la durée de vie des matériaux qui les composent.



Image 56. Les porches avant des résidences unifamiliales d'antan comme celle-ci, située à Fredericton, au Nouveau-Brunswick, procurent de l'ombrage et une potentielle ventilation croisée naturelle. Source : Shelley Bruce

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DES ENTRÉES, DES PORCHES ET DES BALCONS

	CONSEILLÉ
1	Enfoncer les entrées et les vestibules de manière à isoler les conditions extérieures de l'environnement intérieur, pourvu que ce type d'intervention s'agence avec la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment et ses éléments caractéristiques et s'il peut être appuyé par les NLDCLPC.
2	Réinstaller ou construire des balcons français pour accroître les fenêtres à châssis ouvrant et améliorer la ventilation passive et l'accès à la lumière naturelle, pourvu que ce type d'intervention s'agence avec la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment et ses éléments caractéristiques et s'il peut être appuyé par les NLDCLPC.
3	Réinstaller des porches et des balcons pour faciliter l'accès extérieur et mieux protéger l'enveloppe du bâtiment.
4	Tenir compte des répercussions possibles sur le paysage culturel avant d'altérer des entrées, des porches ou des balcons.
5	Ne pas oublier que les entrées font partie d'une séquence spatiale intégrée qui est conçue pour marquer la transition entre l'extérieur et l'intérieur.
6	Trouver des occasions d'accroître l'espace de vie intérieur et d'améliorer l'efficacité des bâtiments modernes dans le cadre d'un projet de mise à niveau extérieure. Ces interventions doivent tenir soigneusement compte du caractère patrimonial du bâtiment dans le contexte des améliorations proposées.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA – CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 167)

	CONSEILLÉ	DÉCONSEILLÉ
26	Respecter les objectifs d'efficacité énergétique en conservant les éléments intrinsèques du bâtiment qui conservent l'énergie, par exemple les surplombs, les marquises et les vestibules, tout en préservant la <i>valeur patrimoniale</i> .	Enlever des éléments caractéristiques qui contribuent au confort du bâtiment historique.
27	Travailler avec des spécialistes de l'efficacité énergétique pour trouver la solution la plus appropriée et qui aura le moins d'incidences sur les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.	Modifier les entrées, les porches ou les balcons sans avoir d'abord examiné les solutions de rechange viables qui pourraient être moins dommageables pour les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.

3.10. AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR

Cette section contient des lignes directrices pour la modification *durable* des aménagements intérieurs, surtout s'ils sont reconnus comme *éléments caractéristiques* d'un bâtiment patrimonial. Elle indique également comment réduire au minimum les répercussions découlant de l'introduction de nouveaux éléments et de l'intervention sur des aménagements intérieurs qui ne sont pas caractéristiques d'un bâtiment patrimonial.

Par « aménagement intérieur », on entend la disposition générale des espaces intérieurs d'un bâtiment et les relations qui existent entre eux. L'échelle, les proportions et les finitions ou détails architecturaux font partie des caractéristiques essentielles des espaces intérieurs (voir la section 3.4 *Éléments intérieurs*). Les relations entre les espaces peuvent être influencées par des liens fonctionnels, des contigüités, des voies de circulation et des hiérarchies spatiales.

Les aménagements intérieurs sont directement liés à la forme extérieure, au positionnement du fenestrage, à la circulation et aux entrées. Les mises à niveau *durables* ayant une incidence sur les aménagements intérieurs viseront généralement la programmation spatiale : elles veillent à ce que les caractéristiques, l'accès à la lumière naturelle, la ventilation passive et la disposition des systèmes mécaniques et électriques existants soient optimisés pour l'usage prévu. Les modifications d'aménagement intérieur doivent être étudiées de près en fonction de leurs répercussions sur les relations et hiérarchies spatiales et sur la forme extérieure, ainsi que dans le contexte du caractère patrimonial du bâtiment et des autres objectifs du projet.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

Les *éléments intrinsèquement durables* des bâtiments existants (surtout s'ils sont historiques) comprennent :

- les aménagements intérieurs qui associent les usages aux exigences environnementales pertinentes;
- les aires de plancher étroites qui favorisent l'accès à la lumière naturelle et la ventilation passive, surtout si l'air peut circuler d'une façade à une autre;
- les plafonds hauts qui favorisent la circulation de l'air, là où des conduits de sortie sont installés dans les parties supérieures;
- les espaces d'entreposage ou de service situés aux étages inférieurs ou plus profondément dans un bâtiment;
- les cloisons basses ou vitrées qui séparent les espaces à proximité des fenêtres de ceux plus éloignés;
- les vestibules qui séparent les espaces intérieurs des espaces extérieurs.



Image 57. Grand puits de lumière central d'un comptoir bancaire. Il procure de la lumière naturelle à l'intérieur du comptoir, qui est situé au centre d'un pâté de maisons et a donc un accès limité aux fenêtres sur rue. Le puits de lumière a été mis à jour durant la réhabilitation de l'ancienne Banque Scotia à Ottawa, en Ontario. Source : MTBA Associates Inc.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la durabilité des bâtiments existants, et surtout des bâtiments historiques, comprennent :

- les dépenses engagées et les difficultés rencontrées durant la reconfiguration de la plomberie et du système CVCA;
- la reconfiguration d'espaces intérieurs avec cloisons en blocs de terre cuite ou en plâtre sur lattes, plus ardue que l'installation de cloisons en panneaux de gypse sur des poteaux en métal ou en bois;
- la modification des relations entre les espaces intérieurs, ce qui peut constituer un défi si elles sont jugées caractéristiques.

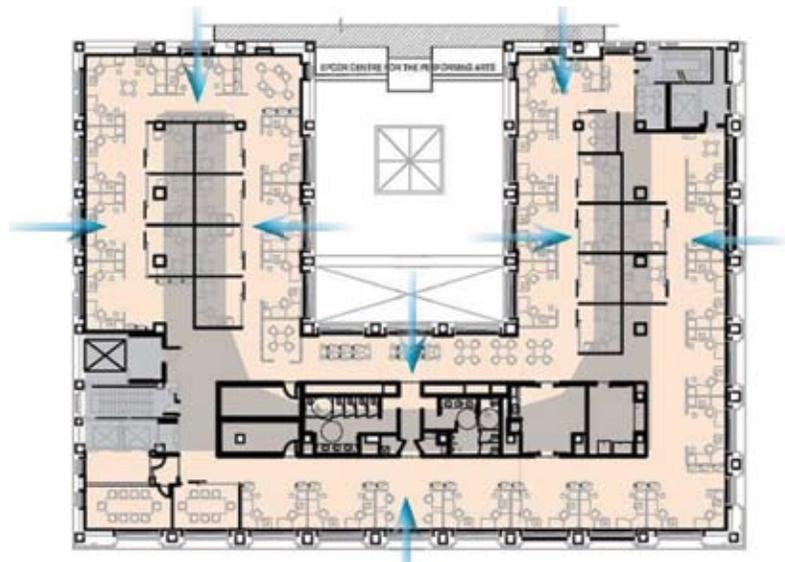


Image 58. Plan d'étage illustrant les zones ayant accès à la lumière et à la ventilation naturelles, accès déterminant le nouvel aménagement intérieur du bureau. Les espaces où la lumière naturelle n'est pas essentielle, comme les toilettes et salles d'entreposage, ont un emplacement plus central, offrant ainsi un meilleur accès extérieur aux espaces de bureau. Calgary Public Building, Calgary (Alberta). Source : SAB Magazine

INTERRELATIONS

Voici quelques exemples d'interrelations entre différents éléments du bâtiment et les aménagements intérieurs :

Forme extérieure

- Les aménagements intérieurs sont directement liés au positionnement des fenêtres, des portes et des devantures de magasin, qui influence la fonctionnalité d'un espace et ses relations, puisque l'accès et la lumière naturelle déterminent comment il sera utilisé.

Murs extérieurs

- La présence de murs-rideaux extérieurs transparents crée une interdépendance entre l'intérieur et l'extérieur. L'aménagement intérieur devient un élément important de la perception de la forme extérieure. La profondeur et les détails des espaces intérieurs périphériques peuvent directement influencer la forme extérieure.

Entrées, porches et balcons

- Les aménagements intérieurs dépendent des entrées et des porches puisqu'ils constituent les points d'entrée des usagers dans le bâtiment. Le déplacement d'une entrée aura donc des répercussions sur les relations qui existent dans un aménagement intérieur.
- Les balcons prolongent les espaces intérieurs vers l'extérieur et leur modification influencera l'aménagement intérieur des espaces adjacents, surtout dans le cas d'usage résidentiel et d'espace commun de bâtiments commerciaux et institutionnels.

Systèmes mécaniques et électriques

- L'aménagement des usages intérieurs (cuisines, salles électriques ou de serveurs, équipement ou activités de chauffage et espaces généralement occupés et axés sur le confort thermique) permet d'améliorer

l'efficacité des systèmes mécaniques et électriques et, potentiellement, d'utiliser des unités de récupération d'énergie et de chauffage.



Image 59. Les puits de lumière et les courettes comme celle-ci, située au Lieu historique national du Canada Appartements Roslyn Court à Winnipeg, au Manitoba, sont des moyens efficaces de faire pénétrer lumière et ventilation naturelles à l'intérieur d'un bâtiment à étages. Les murs pâles ont un grand pouvoir réfléchissant, ce qui favorise une utilisation plus efficace de la lumière naturelle. Source : Shelley Bruce

Éléments intérieurs

- Les éléments intérieurs procurent commodité, esthétisme, finition, échelle, proportion et articulation aux aménagements intérieurs. La modification des aménagements intérieurs nécessitant le repositionnement de murs aura donc une incidence sur les éléments intérieurs.
- La modification des aménagements intérieurs risque aussi d'exposer à une plus grande circulation certains éléments intérieurs, dont les escaliers et les finitions. Si ces derniers n'ont pas été conçus pour s'adapter à cette hausse de circulation, la dégradation des matériaux pourrait s'en trouver accélérée.



Image 60. Coupe de bâtiment illustrant l'aménagement intérieur en trois dimensions et mettant en valeur la cour centrale fermée, qui améliore l'accès à la lumière et à la ventilation naturelles sans dépense d'énergie. Appartements de l'Édifice Blackburn (rue Somerset), Ottawa (Ontario). Source : The Blackburn Building (Darcy Charlton)



Image 61. Ancienne église Erskine and American conservée comme salle de spectacle et annexée à un nouveau pavillon d'envergure du Musée des beaux-arts de Montréal. Montréal (Québec). Source : Provencher Roy et DFS (Tom Arban)

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE D'AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR

	CONSEILLÉ
1	Regrouper les usages semblables pour optimiser l'efficacité des systèmes CVCA et de distribution électrique.
2	Limiter les pertes de matériaux intérieurs lors de la modification d'aménagements intérieurs. Les modifications et les pertes excessives risquent d'anéantir le caractère <i>durable</i> d'une stratégie de réutilisation adaptative, surtout s'il s'agit d'espaces caractéristiques.
3	Apporter des modifications en utilisant des matériaux <i>durables</i> là où les incidences sur les <i>éléments caractéristiques</i> sont minimales.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA – CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 139)

	CONSEILLÉ	DÉCONSEILLÉ
22	Ajouter de nouveaux éléments qui satisfont aux exigences de la <i>durabilité</i> , de manière à respecter l'aménagement intérieur et à réduire au minimum l'incidence sur la <i>valeur patrimoniale</i> .	Ajouter un nouvel élément qui satisfait aux exigences de la <i>durabilité</i> à un endroit qui masque, endommage ou détruit les <i>éléments caractéristiques</i> .
23	Travailler avec des spécialistes de la <i>durabilité</i> et de la conservation pour trouver la solution la plus appropriée et qui aura le moins d'incidences sur les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.	Modifier l'aménagement intérieur sans avoir d'abord examiné les solutions de rechange qui pourraient être moins dommageables pour les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.
24	Préserver ou rétablir des aspects caractéristiques de l'aménagement intérieur qui contribuent à la <i>durabilité intrinsèque</i> du bâtiment historique, par exemple la lumière et la ventilation naturelles.	Détruire des aménagements intérieurs caractéristiques pour qu'il y ait de la lumière ou de la ventilation dans un espace où il n'y en a jamais eu auparavant.
25	Installer de l'équipement conçu pour accroître l'efficacité énergétique dans des espaces secondaires non caractéristiques, par exemple des aires de service.	

3.11. SYSTÈMES MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES

Cette section contient des lignes directrices pour la modification *durable* des systèmes mécaniques et électriques, surtout s'ils ont été reconnus comme *éléments caractéristiques* d'un lieu historique. Elle indique également comment réduire au minimum les répercussions découlant de l'introduction de nouveaux systèmes électriques et mécaniques dans des bâtiments existants ou construits de manière traditionnelle, ou de l'intervention sur ces systèmes s'ils ne sont pas caractéristiques d'un édifice patrimonial.

Les *systèmes de cotation* des bâtiments *durables* contemporains mettent beaucoup l'accent sur le rendement mécanique et électrique. Dans un contexte patrimonial, il faut examiner attentivement les mises à niveau pour veiller à ce que le caractère patrimonial soit protégé du mieux possible.

La mise à niveau des systèmes mécaniques et électriques peut fortement nuire au caractère patrimonial des bâtiments historiques. Les pertes subies risquent d'être à la fois immédiates (retrait de structures mécaniques et électriques ou de finitions intérieures caractéristiques) et de longue durée (dégradation accrue des *éléments caractéristiques* soumis à des changements environnementaux et à des conséquences inattendues). Pour assurer le succès des projets de *réhabilitation durable*, il est essentiel de vérifier si les modifications des systèmes mécaniques et électriques proposées respectent les objectifs du projet et le caractère patrimonial du bâtiment visé. Il est également important de développer les *éléments intrinsèquement durables* comme la ventilation naturelle.

De nombreux bâtiments à *valeur patrimoniale* ont été soumis à des projets de « modernisation » qui altèrent leur comportement et donnent naissance à de nouveaux systèmes de distribution d'envergure (conduits, tuyaux et canalisations), appareils (éclairage, événements, radiateurs et interfaces de commande), plafonds suspendus et conduits montants. Il faut examiner ces modifications antérieures dès le début du projet de *réhabilitation durable* pour en relever les réussites, les échecs, le niveau de perte de matériaux patrimoniaux et les distractions visuelles pour les espaces et éléments caractéristiques, et choisir les stratégies d'intervention les plus appropriées. Par exemple, parmi un ensemble de systèmes de construction, un plafond suspendu pourrait masquer un plafond principal très haut. On peut améliorer et consolider ces systèmes de construction de manière à rehausser le plafond ou à rétablir la hauteur d'origine, à améliorer la circulation de l'air, à augmenter l'espace, à fournir un meilleur accès à la lumière naturelle, notamment par des impostes vitrées et des puits de lumière, et à exposer des *éléments caractéristiques* masqués. Les avancées récentes dans le domaine des technologies mécaniques et électriques favorisent certes les améliorations, mais puisque ces avancées sont continues, les équipes de projet doivent choisir entre l'intégration immédiate des technologies plus récentes ou le report des modifications jusqu'à ce que leur coût et leur rendement soient optimaux. Il est donc primordial de faire appel à des concepteurs mécaniques et électriques chevronnés dans le domaine du patrimoine et qui possèdent toutes les connaissances requises en matière d'objectifs de durabilité et d'exigences patrimoniales.



Image 62. Les grilles de ventilation en plâtre ornemental du comptoir bancaire principal étaient initialement raccordées à de grands ventilateurs situés au-dessus et derrière celles-ci. Les grilles ont été réhabilitées et intégrées au nouveau système mécanique à titre de grilles d'échappement. Édifice Sir-John-A.-Macdonald, Ottawa (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.



Image 63. Faux-plancher installé à l'intérieur d'un bâtiment historique. Ancienne usine McGregor Socks (désormais les bureaux de Stantec), Toronto (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

CHAUFFAGE, VENTILATION ET CONDITIONNEMENT D'AIR (CVCA)

Les systèmes CVCA d'un bâtiment servent à maintenir des conditions intérieures adéquates pour ses occupants. Dans les bâtiments plus anciens, ces systèmes peuvent être constitués de chaudières, de poêles à combustible, de radiateurs à eau chaude ou électriques et de générateurs d'air chaud à combustible. À l'ère prémoderne, les systèmes thermiques et d'alimentation en air étaient conçus pour fonctionner conjointement avec une enveloppe perméable, dont l'efficacité dépendait de la ventilation passive et de la circulation d'air et d'humidité dans l'enveloppe du bâtiment. Les enveloppes modernes sont plus étanches, leur degré de réussite étant variable, et doivent répondre à des exigences plus élevées de circulation d'air, de tuyaux d'échappement, de chauffage et de climatisation, typiquement satisfaites par voies mécaniques. Ces systèmes sont dotés, dans tous les cas, d'une source et d'un système de distribution (p. ex., chaudière ou fournaise munies de canalisations pour l'eau chaude). Voir l'annexe B.

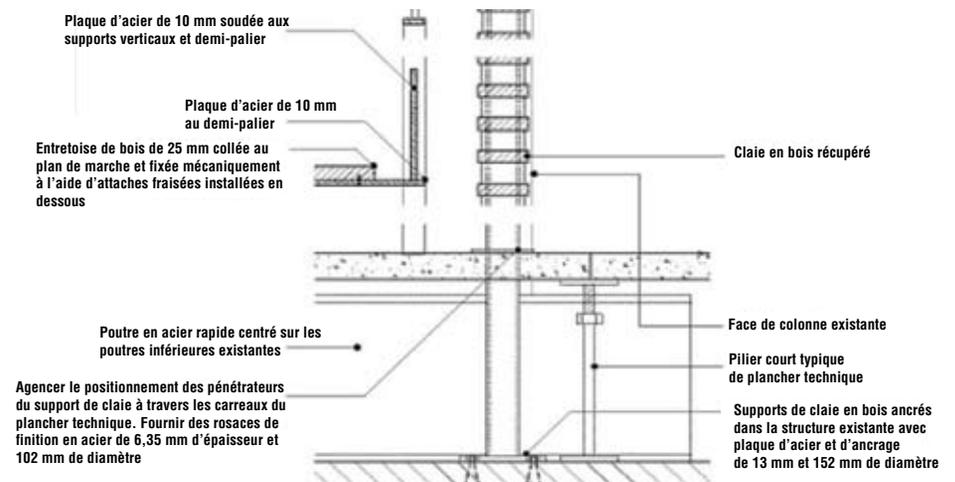


Image 64. Coupe illustrant le nouveau faux-plancher d'une usine historique. Ancienne usine McGregor Socks (désormais les bureaux de Stantec), Toronto (Ontario). Source : SAB Magazine

Ces dernières années des efforts ont été faits en vue d'atteindre un équilibre entre ventilation mécanique et ventilation passive en réintroduisant des fenêtres à châssis ouvrant et des puits de lumière ventilés et en éliminant les plafonds suspendus. De plus, de nouvelles technologies comme la géothermie offrent des possibilités qu'il vaut la peine d'explorer, si les systèmes existants peuvent s'y adapter, dans le cadre de projets de *mise à niveau* ou de *réhabilitation durables*.



Image 65. Un nouvel équipement d'échappement de cuisine est intégré au système CVCA global du bâtiment pour capter la chaleur résiduelle générée par les activités de cuisson. Paterson GlobalFoods Institute (ancienne édifice de la Union Bank), Winnipeg (Manitoba). Source : Prairie Architects Inc.

COMPARAISON DES APPROCHES CONTEMPORAINE ET TRADITIONNELLE À L'ÉGARD DES SYSTÈMES THERMIQUES ET D'ALIMENTATION EN AIR

Les NLDCLPC donnent les conseils suivants en matière de conception de portes et fenêtres. Ceux-ci pourront s'avérer utiles et applicables, quelle que soit la valeur patrimoniale d'un bâtiment :

La construction contemporaine des bâtiments fait le plus souvent appel à des méthodes actives de contrôle de

l'environnement d'un bâtiment à l'aide de ventilateurs, de souffleurs, de chaudières, de fournaies, de conduits et de plenums. [...] Les conceptions plus traditionnelles des bâtiments ont souvent, toutefois, utilisé des techniques passives qui étaient intégrées au bâtiment. Ces concepts passifs peuvent comprendre des éléments caractéristiques tels la hauteur des plafonds, les corridors ouverts et les impostes qui facilitent la circulation de l'air, les fenêtres et les volets qui s'ouvrent, et les auvents et les plantations qui font de l'ombre et servent de brise-vent. NLDCLPC, p. 184.

PLOMBERIE

Les systèmes de plomberie distribuent l'eau (et parfois d'autres liquides comme de l'éthylèneglycol) dans tout le bâtiment par l'intermédiaire de conduits, depuis une source donnée. Parmi les systèmes de plomberie d'un bâtiment, il y a les systèmes d'eau potable, d'eau sanitaire et d'élimination, d'extinction, de traitement des déchets, de gaz naturel ou de mazout et de chauffage et climatisation³. Il peut être souhaitable de retirer les vieux systèmes de plomberie s'ils sont corrodés, de taille inadéquate ou s'ils contiennent des toxines (comme les brasures de plomb).



Image 66. Équipement de pompage actif intégré au système de filtration d'eau, également considéré comme éléments remarquables dans la pièce lumineuse. Usine de filtration d'eau RC Harris. Toronto (Ontario). Source : *Torontist*

³ Le réaménagement de systèmes d'extinction peut grandement perturber la structure patrimoniale d'un bâtiment; il convient donc de l'évaluer dans le cadre d'une stratégie globale de cloisonnement coupe-feu. Toutefois, les systèmes d'extinction étant rarement soumis à des mises à niveau durables, ils dépassent la portée du présent document. Pour en savoir plus sur les interventions visant les bâtiments patrimoniaux, consultez les *Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux historiques au Canada* (2010).

SYSTÈMES ÉLECTRIQUES

Autrefois limités à l'alimentation, à l'éclairage et à la téléphonie, les systèmes électriques d'aujourd'hui comprennent les circuits d'alimentation, d'éclairage, de communication, de transmission de données et de sécurité. Avec l'apparition de nouveaux appareils et de nouvelles technologies, la consommation d'énergie a connu une hausse importante. En outre, les technologies de communication et de transmission de données, ainsi que leurs systèmes de distribution, prennent en charge les ordinateurs, les connexions Internet et les systèmes de domotique, de sécurité et d'alarme incendie. Tous ces systèmes contemporains de distribution et d'appareils visibles accroissent la consommation et contraignent les éléments caractéristiques d'un bâtiment à s'y adapter. Dans ce contexte, les éléments caractéristiques sont généralement les composantes visibles, dont les luminaires et les commandes exposées.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

Les *éléments intrinsèquement durables* des systèmes d'éclairage et d'alimentation en air des bâtiments existants (surtout s'ils sont historiques) comprennent :

- la ventilation passive, car elle réduit les besoins en ventilation mécanique et introduit de l'air frais;
- les assemblages denses en maçonnerie et en béton qui de par leur masse thermique, emprisonnent la chaleur le jour et la réfléchissent la nuit lorsque la température extérieure baisse;
- les puits de lumière ventilés ou dotés de panneaux ouvrants qui favorisent l'effet de cheminée de façon à laisser l'air circuler;
- les fenêtres, les puits de lumière et les cours intérieures, car ils laissent la lumière naturelle

pénétrer plus profondément dans l'aire de plancher du bâtiment, ce qui réduit les besoins en électricité le jour.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la *durabilité* des bâtiments existants, et surtout des bâtiments historiques, comprennent :

- les nouvelles exigences des codes du bâtiment en matière de rendement énergétique;
- la difficulté d'intégrer d'autres systèmes de distribution aux espaces intérieurs patrimoniaux;
- l'équipement mécanique surdimensionné;
- l'élimination antérieure d'*éléments intrinsèquement durables*;
- la présence de systèmes d'éclairage et de chauffage qui sont caractéristiques mais inefficaces;
- l'incompatibilité des nouveaux systèmes à rendement élevé avec les systèmes de distribution existants;
- la présence éventuelle de matériaux dangereux;
- l'augmentation ou la modification des attentes des usagers.

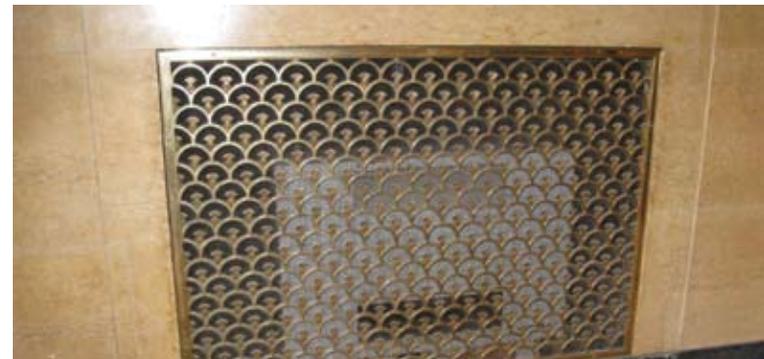


Image 67. Les grilles de radiateur ornementales en bronze masquent l'équipement mécanique et permettront de le mettre à niveau sans en changer l'apparence. Canada Permanent Building, Toronto (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

INTERRELATIONS

Voici quelques exemples d'interrelations entre différents éléments d'un bâtiment et ses systèmes électriques et mécaniques :

Électricité et chauffage

- Le remplacement de l'éclairage à incandescence par des dispositifs plus efficaces réduit la génération de chaleur et, éventuellement, les besoins en refroidissement.

Site et contexte environnant

- La modification d'un site et de son contexte environnant pourrait altérer les charges mécaniques et les besoins en éclairage. Les fondations et autres éléments de structure pourraient également être affectés. Par exemple, l'enlèvement d'arbres pourrait réduire la quantité d'ombre dont profite le bâtiment, rehaussant ainsi son apport de chaleur (négatif) et son accès à la lumière naturelle selon son enveloppe et la configuration du fenestrage (positif).

Toits

- La modification des matériaux de couverture ou de l'isolation modifiera l'apport de chaleur par le toit, influençant ainsi les besoins en chauffage et en refroidissement. On peut réduire ces besoins en ajoutant de l'isolant dans le grenier, par exemple.

Murs extérieurs

- Le calfeutrage des brèches dans le mur extérieur, là où le système de construction dépend d'une ventilation passive permise par des fuites et des interstices dans l'enveloppe, altère la circulation d'air, le renouvellement d'air et les besoins en chauffage ou en refroidissement, ce qui pourrait nécessiter la modification des systèmes mécaniques.

Fenêtres, portes et devantures de magasin

- La modification du fenestrage d'un bâtiment risque d'avoir une incidence sur l'éclairage ambiant, l'étanchéité à l'air et les apports ou les pertes de chaleur, influençant ainsi le rendement du système. La réhabilitation des puits de lumière ventilés peut améliorer l'effet de cheminée. En général, le fenestrage est la composante de l'enveloppe du bâtiment la moins efficace du point de vue thermique. Tout changement à son rendement aura une incidence sur les besoins mécaniques.

Entrées, porches et balcons

- Les entrées, les porches, les surplombs de toit et les balcons protègent les composantes de l'enveloppe du bâtiment et ses espaces intérieurs, réduisant ainsi les effets de l'exposition climatique.

Aménagement intérieur

- La modification des systèmes mécaniques et électriques conçus en fonction de l'aménagement intérieur d'un bâtiment risque de limiter la capacité d'un espace à répondre aux besoins des occupants.

Éléments intérieurs

- En préservant les impostes ouvrantes et les cloisons intérieures vitrées, on peut améliorer la circulation de l'air et l'accès à la lumière naturelle. Cette mesure pourrait par contre avoir une incidence sur les stratégies de cloisonnement coupe-feu.
- Les modifications importantes apportées aux conditions de CVCA d'un bâtiment peut accélérer la dégradation des matériaux intérieurs, dont le bois et les finitions en plâtre soumis aux fluctuations thermiques et d'humidité ainsi qu'à la condensation.

- L'intégration d'atriums, de cages d'escaliers et d'autres espaces verticaux ouverts favorise la ventilation passive.

Fonctionnement et entretien

- Une optimisation continue des systèmes peut réduire le besoin de les renforcer ou de les remplacer.



Image 68. Chandelier réhabilité, équipé de nouveau câblage et de nouvelles ampoules à DEL écoénergétiques. Édifice Sir-John-A.-Macdonald, Ottawa (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES

	CONSEILLÉ
1	Comprendre l'intention du concept d'origine et la fonction d'origine des systèmes mécaniques et électriques du bâtiment.
2	Évaluer le rendement des appareils et des systèmes existants avant de songer à les remplacer afin de déterminer le niveau d'intervention requis pour satisfaire les objectifs de <i>durabilité</i> .
3	Procéder à une mise en service complète de tous les systèmes du bâtiment et fixer des attentes de base pour leur fonctionnement et leur efficacité.
4	Concevoir des systèmes de construction qui s'adapteront aux modifications et aux changements de charge futurs, le cas échéant.
5	Intégrer la masse thermique existante à la stratégie de renouvellement du chauffage et du refroidissement du bâtiment.
6	Incorporer des options de chauffage ou de refroidissement passifs aux stratégies de CVCA contemporaines. Le cas échéant, inclure un équipement de surveillance pour permettre au système mécanique de s'adapter à ces conditions localisées.
7	Regrouper et coordonner les services afin de perturber le moins possible les <i>éléments caractéristiques</i> .
8	Consolider les nouveaux systèmes CVCA dans un espace le plus restreint possible pour réduire l'installation de plafonds suspendus et perturber le moins possible les <i>éléments caractéristiques</i> .
9	Positionner le nouvel équipement de CVCA là où sa visibilité sera limitée et dans des espaces secondaires pour en réduire les répercussions sur le caractère patrimonial du bâtiment.
10	Exposer les nouveaux réseaux de gaines si cela s'accorde avec le caractère patrimonial d'un espace ou si leur dissimulation risque de provoquer la destruction de caractéristiques patrimoniales.
11	Installer un système CVCA supplémentaire pour améliorer ou renforcer les systèmes existants plutôt qu'imposer un système entièrement nouveau sur le bâtiment, si possible.
12	Remplacer les sources de chauffage ou de climatisation moins efficaces par des versions plus efficaces qui utilisent le même réseau de gaines, de conduits ou de canalisations, si possible.
13	Explorer les possibilités d'installer de nouveaux systèmes de chauffage ou de climatisation qui préservent les paysages à <i>valeur patrimoniale</i> et modifient le moins possible les espaces intérieurs patrimoniaux.
14	Réévaluer les stratégies de contrôle pour incorporer des mesures de conservation d'énergie, en prenant soin d'éviter les changements rapides de températures internes qui risquent de nuire à la structure du bâtiment.
15	Installer des barrières radiatives au niveau des radiateurs pour réduire les pertes de chaleur dans les murs adjacents.

16	Remplacer les appareils de chauffage et les appareils électriques tout en gardant visibles leurs composantes et leur contenant (p. ex., luminaires et grilles d'évent).
17	Déceler les fuites d'air et les éliminer tout en atténuant l'incidence sur les <i>éléments caractéristiques</i> .
18	Augmenter l'efficacité des réseaux d'alimentation en eau et d'élimination des déchets grâce à des stratégies peu invasives, y compris des régulateurs de débit et des aérateurs, des appareils de plomberie plus efficaces ou d'autres options plus discrètes.
19	Conserver les appareils sanitaires caractéristiques en bon état, dont les lavabos et toilettes, si les robinets ou toute autre quincaillerie de plomberie doivent être mis à niveau.
20	Renforcer la tuyauterie existante au lieu de la remplacer, si possible.
21	Conserver la tuyauterie ou le câblage inutilisés là où ils ne posent aucun risque pour le bâtiment au lieu de perturber la structure patrimoniale en les retirant.
22	Mettre à niveau les luminaires existants en utilisant des versions plus efficaces, si ce n'est pas nuisible à la structure patrimoniale du bâtiment.
23	Remplacer les sources d'éclairage inefficaces par de nouvelles sources qui, idéalement, correspondent à la température de couleur, à l'indice de rendu des couleurs et à l'intensité de la source d'origine.
24	Installer un ou plusieurs systèmes d'éclairage supplémentaires pour renforcer les systèmes existants plutôt que d'imposer un système entièrement nouveau, si possible.
25	Installer des détecteurs de mouvement dans les espaces secondaires et seulement là où l'installation de composantes et de conduits visibles n'aura aucun effet physique ou visuel négatif sur les <i>éléments caractéristiques</i> des espaces principaux.
26	Explorer la possibilité d'utiliser le chauffage centralisé ou d'autres systèmes énergétiques ou de services publics en les combinant avec ceux des bâtiments environnants, de façon à répartir la demande et à réduire les exigences et les besoins en équipement.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA
– CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 188)

	CONSEILLÉ	DÉCONSEILLÉ
29	Rétablir si possible la ventilation et l'éclairage naturels caractéristiques, par exemple les impostes et les puits de lumière qu'il est possible d'ouvrir.	Introduire des systèmes mécaniques étanches et de l'éclairage artificiel dans les bâtiments conçus pour la lumière et la ventilation naturelles.
30	S'assurer que l'introduction de nouveaux types de systèmes mécaniques tels que les systèmes solaires, géothermiques ou d'échange de chaleur aura le moins d'incidences possible sur les <i>éléments caractéristiques</i> du lieu patrimonial.	
31	Travailler avec des spécialistes de l'efficacité énergétique pour trouver la solution la plus appropriée et qui aura le moins d'incidences sur les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du lieu.	Modifier des systèmes mécaniques et électriques caractéristiques sans avoir d'abord examiné les solutions de rechange pour l'efficacité énergétique qui pourraient être moins dommageables pour les éléments caractéristiques et la valeur patrimoniale du lieu.

3.12. ÉLÉMENTS INTÉRIEURS

Cette section contient des lignes directrices pour la modification *durable* des éléments intérieurs, surtout s'ils sont reconnus comme *éléments caractéristiques* d'un lieu patrimonial. Elles indiquent également comment protéger les éléments intérieurs en les entretenant et en les réparant, et comment réduire au minimum les répercussions découlant de l'introduction de nouveaux éléments et de l'intervention sur des éléments intérieurs non caractéristiques d'un bâtiment historique.

Parmi les éléments intérieurs, on compte les éléments fonctionnels, purement décoratifs ou ornés qui rehaussent la texture, l'échelle et l'intérêt architecturaux de l'intérieur d'un bâtiment. La plupart des éléments décoratifs ont des origines fonctionnelles. Par exemple, les moulures décoratives masquent l'intersection, dont la finition est difficile, entre des composantes et matériaux. Les finitions de plancher, de mur et de plafond présentent quant à elles différentes qualités matérielles et décoratives qui renforcent l'importance d'un espace dans la hiérarchie spatiale d'un bâtiment. L'évidence de la hiérarchie spatiale est particulièrement importante dans les intérieurs à fort caractère patrimonial et à grande intégrité. Ces espaces font souvent partie de relations dynamiques où l'altération des finitions d'un espace pourrait affaiblir la clarté de l'ensemble ou d'un espace connexe.

Outre les finitions de plancher, de mur et de plafond, on compte parmi les éléments intérieurs les appareils fixes visibles associés aux systèmes de construction (robinets, lavabos, luminaires, thermostats, composantes de foyer, interphones, radiateurs et téléphones), les voies de circulation (ascenseurs, escaliers et escaliers mécaniques), l'ameublement permanent (bancs et bancs d'église, comptoirs

de caisse et cloisons) et les décorations d'ouverture (portes, fenêtres et puits de lumière).

Il est important d'évaluer la visée fonctionnelle d'un élément intérieur avant de l'altérer, car il pourrait être lié à un système de construction. Dans les espaces plus hauts et vastes comme les comptoirs bancaires et les salles d'attente d'installations de transport, les systèmes mécaniques et électriques sont souvent intégrés aux comptoirs et aux bancs de l'étage inférieur, où la distribution des services est plus efficace. L'altération de ces éléments pourrait donc nuire à la viabilité des systèmes mécaniques ou électriques des espaces connexes.

La relation entre les espaces intérieurs et extérieurs des bâtiments de l'époque moderne est amoindrie en raison de leur transparence accrue. Ce changement provient de la séparation entre l'enveloppe du bâtiment et sa structure et de l'amélioration des technologies d'assemblage du vitrage. Alors que la maçonnerie, le poids visuel et la permanence étaient autrefois des éléments désirables, les nouvelles technologies permettent d'établir des relations plus harmonieuses et parfois éphémères entre les espaces. Les éléments intérieurs peuvent donc contribuer à la composition de la forme extérieure des bâtiments de l'ère moderne.



Image 43. Le revêtement de plafond et le plancher en bois franc ont été conservés dans le cadre de la réhabilitation d'une ancienne usine riveraine transformée en bâtiment institutionnel. On remarque l'utilisation efficace de la lumière naturelle grâce aux fenêtres à claire-voie, ce qui réduit les coûts énergétiques. École d'architecture de l'Université de Waterloo, Cambridge (Ontario).
Source : Portes ouvertes Ontario



Image 70. Espace commercial au rez-de-chaussée en voie de *réhabilitation*. Le plafond a été rehaussé à la hauteur d'origine de façon à exposer les chapiteaux de colonne décoratifs et à permettre l'installation de plus grandes fenêtres de devanture de magasin, qui laisseront la lumière naturelle pénétrer plus loin dans l'espace. Édifice Dineen, Toronto (Ontario). Source : Urban Toronto

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

Les *éléments intrinsèquement durables* des bâtiments existants (surtout s'ils sont historiques) comprennent :

- les cloisons vitrées dotées d'impostes ouvrantes;
- les finitions intérieures durables et robustes, dont les planchers en terrazzo, les finitions en pierre, les éléments métalliques et les finitions en bois.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la *durabilité* des bâtiments existants, et surtout des bâtiments historiques, comprennent :

- les substances désignées impossibles à encapsuler;
- la difficulté de modifier des finis décoratifs pour accéder aux cavités derrière lors de la modification ou du renforcement d'un système de construction.



Image 71. La rotonde d'un bâtiment de filtration agrémentée d'une gamme de matériaux, dont de la pierre, du bronze ornemental et du plâtre. Usine de filtration d'eau RC Harris. Toronto (Ontario). Source : *Torontoist*

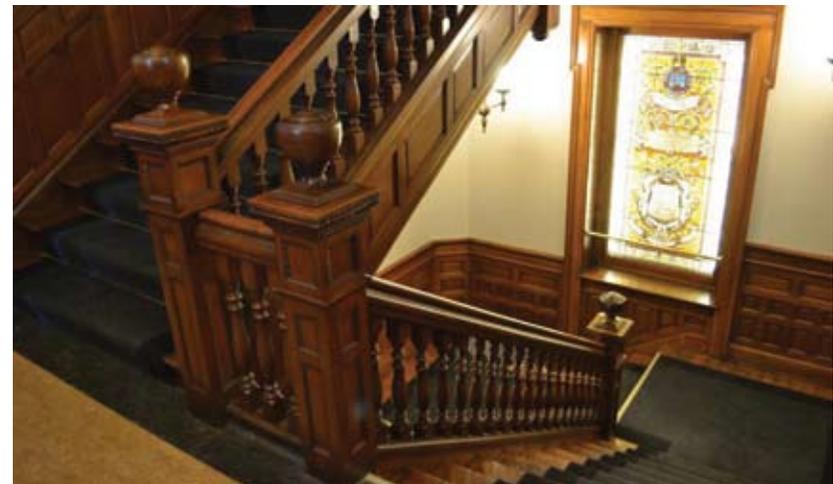


Image 72. Boiserie architecturale conservée dans le cadre d'un projet de *réhabilitation* et d'agrandissement. Palais de justice du Comté d'Elgin, St. Thomas (Ontario). Source : FGMDA

INTERRELATIONS

Voici quelques exemples d'interrelations entre différents éléments d'un bâtiment et ses éléments intérieurs :

Fenêtres, portes et devantures de magasin

- La modification du fenestrage peut exiger le retrait temporaire ou permanent ou l'ajustement de l'encadrement et des moulures. Elle peut aussi avoir une incidence sur les finitions de plancher, de mur et de plafond.

Entrées, porches et balcons

- La modification d'une entrée peut exiger le retrait temporaire ou permanent ou l'ajustement de l'encadrement et des moulures. Elle peut aussi avoir une incidence sur les finitions de plancher et de mur.

Aménagement intérieur

- La modification des éléments intérieurs peut perturber l'évidence des relations spatiales.

La modification d'un ascenseur peut provoquer la perte des éléments intérieurs de cabine à *valeur patrimoniale*.

Systèmes mécaniques et électriques

- La modification des composantes mécaniques et électriques visibles, comme les luminaires et les grillages, risque de perturber l'efficacité du système de construction.
- Il peut être nécessaire d'altérer un ameublement permanent pour mettre à niveau des systèmes mécaniques qui y sont intégrés.



Image 73. Machinerie intérieure conservée comme vestige industriel. Evergreen Brick Works, Toronto (Ontario). Source : DTAH



Image 74. De nouvelles cloisons vitrées délimitent une salle de réunion et permettent à la lumière naturelle de pénétrer dans la pièce depuis un espace central doté d'un puits de lumière. Triffo Hall. Source : Barry Johns Architecture Limited

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DES ÉLÉMENTS INTÉRIEURS

	CONSEILLÉ
1	Choisir , à la conception des nouvelles interventions, des matériaux de source durable tout en respectant le caractère patrimonial du lieu.
2	Choisir , à la conception des nouvelles interventions, des matériaux qui respectent le caractère patrimonial du bâtiment et possèdent des caractéristiques <i>durables</i> semblables.
3	Réutiliser les éléments existants des interventions précédentes qui s'inscrivent dans le caractère patrimonial du bâtiment afin de réaliser les nouvelles interventions.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA – CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 174)

	CONSEILLÉ	DÉCONSEILLÉ
31	Respecter les objectifs d'efficacité énergétique en conservant les éléments intérieurs favorisant l'économie d'énergie, par exemple les volets intérieurs, les impostes ou les vestibules caractéristiques.	Négliger d'intégrer les éléments intérieurs, par exemple les grilles de ventilation ou les cache-radiateurs, dans le cadre d'améliorations des systèmes de chauffage et de ventilation.
32	Respecter les objectifs d'efficacité énergétique en améliorant les luminaires caractéristiques au lieu de les remplacer.	
33	Travailler avec des spécialistes de l'efficacité énergétique pour trouver la solution la plus appropriée et qui aura le moins d'incidences sur les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.	Modifier les éléments intérieurs sans avoir d'abord examiné les solutions de rechange pour l'efficacité énergétique qui pourraient être moins dommageables pour les <i>éléments caractéristiques</i> et la <i>valeur patrimoniale</i> du bâtiment historique.



3.13. MATÉRIAUX

Les éléments fonctionnels d'un bâtiment sont tous construits à partir de matériaux différents de façon à créer des assemblages (planchers, murs, plafonds, etc.). Il faut traiter chaque matériau en fonction de ses caractéristiques propres et de l'assemblage dont il fait partie.

Cette section comporte une série de lignes directrices pour la conservation *durable* de matériaux donnés qui peuvent être lues en complément des considérations relatives à la *durabilité* offertes dans les *Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada (2010)*.

Les lignes directrices proposées dans cette section portent sur les interventions de conservation de matériaux spécifiques dans le cadre d'un projet de conservation *durable*. Les types d'interventions éventuels dont il est question ici comprennent l'entretien, la réhabilitation et la substitution à l'identique de matériaux divers.

DURABILITÉ

La *durabilité* des matériaux et des assemblages est une caractéristique essentielle pour la construction et la conservation durables de bâtiments. Plus un matériau est durable, plus sa durée de vie sera longue et plus son remplacement ou sa réparation se feront rares. La durée de vie globale d'un assemblage augmente lorsque les matériaux qui le composent doivent être remplacés moins régulièrement.

Dans un assemblage, les matériaux ont des rapports mutuels dynamiques. Ils doivent donc tous posséder des caractéristiques durables semblables pour réduire les pertes lorsque d'autres matériaux moins durables arrivent à la fin

de leur vie utile. Si un assemblage contient des matériaux moins durables, ils doivent être faciles d'accès pour qu'on puisse les remplacer avec le moins d'incidence possible sur les matériaux adjacents en bon état.

Il est important de bien entretenir les matériaux durables pour optimiser leur durée de vie. Cela dit, la durabilité n'est pas synonyme d'absence d'entretien. La pierre taillée est un exemple de matériau très durable qui, s'il est bien entretenu, peut durer des siècles sous certaines conditions environnementales. Cependant, la maçonnerie doit être rejointoyée périodiquement à l'aide d'un mortier compatible offrant une protection sacrificielle à la pierre. Les fenêtres historiques installées et réparées à l'aide de mastic de vitrage sont un autre exemple de la nécessité d'entretenir des assemblages durables. Au fur et à mesure que le mastic vieillit, il durcit et devra ultimement être remplacé lorsqu'on repeindra les cadres en bois ou en acier. En remplaçant le mastic et en repeignant les cadres, on prolonge donc la durée de vie de l'assemblage.



Image 75. Réhabilitation d'un cadre de fenêtre en bois. Yacht Club de Beaconsfield, Beaconsfield (Québec). Source : FGMDA

MATÉRIAUX D'ORIGINE LOCALE

Autrefois, on s'approvisionnait en matériaux de construction de sources locales pour compenser le coût ou l'indisponibilité du transport sur de longues distances. Cette stratégie a eu des conséquences architecturales, structurales et urbanistiques importantes puisque les matériaux disponibles ont défini l'apparence globale, la finition, la taille et la volumétrie des bâtiments. Ces matériaux d'origine locale confèrent à un site un haut degré de spécificité que l'on retrouve dans plusieurs types de bâtiment (commerciaux, résidentiels et institutionnels).

Parmi les matériaux d'origine locale, mentionnons le bois de forêts locales utilisé comme élément portant, revêtement et finition, l'argile servant d'élément portant et de revêtement extérieur ainsi que les pierres taillées utilisées comme éléments portants, revêtements extérieurs et finitions intérieures. L'utilisation de ces types de matériaux procurait aussi du travail aux gens de métier locaux, puisque le perfectionnement des compétences connexes pouvait jouer un rôle crucial dans le caractère patrimonial d'un lieu.

Notons qu'un matériau donné ne convient pas forcément à tous les climats. Par exemple, les bois côtiers sont mieux adaptés aux climats maritimes puisqu'ils résistent à de forts taux d'humidité et de salinité dans l'air. Retenons que, puisque les matériaux d'origine locale sont généralement extraits sur place, ils ont une bonne tolérance à l'environnement de la région. En d'autres mots, les matériaux et les assemblages d'origine locale sont les produits d'une évolution : leur adaptation au climat régional génération après génération est à leur avantage. Ainsi, on considère que les matériaux d'origine locale sont à la fois appropriés d'un point de vue historique, particulièrement dans le cas de bâtiments vernaculaires, et *durables*, puisqu'une quantité réduite d'énergie est consommée pour leur transport et, dans certains cas, leur fabrication.

Les matériaux et les assemblages provenant d'autres climats doivent faire l'objet d'essais rigoureux avant d'être adoptés dans d'autres conditions climatiques. Cette évaluation est cruciale dans le cas de matériaux plus récents qui sont produits aux fins de distribution nationale et internationale. L'évaluation de ces matériaux est particulièrement importante s'ils sont introduits dans des bâtiments à *valeur patrimoniale*, car elle permet de confirmer la compatibilité des matériaux et des assemblages de remplacement.

INTERRELATIONS

Chaque matériau possède des caractéristiques uniques qui devront être respectées dans le cadre de tout projet de conservation durable. Pour en savoir plus sur les systèmes de construction pouvant contenir des matériaux précis, consultez les lignes directrices ci-dessous.



Image 76. Projet de réhabilitation de l'enveloppe extérieure d'un mur en maçonnerie en cours. Université de Montréal, Montréal (Québec).
Source : MTBA Associates Inc.



Image 77. Revêtement en calcaire, renfort en maçonnerie et structure en acier, chaque élément influençant les deux autres. Édifice Sir-John-A.-Macdonald, Ottawa (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

BOIS ET PRODUITS DÉRIVÉS DU BOIS

Éléments intrinsèquement durables

Les *éléments intrinsèquement durables* associés au bois et aux produits dérivés du bois comprennent :

- la *durabilité*, lorsque le matériau est conservé;
- le bois plus ancien, autrefois tiré d'arbres matures, qui est généralement de plus grande qualité que le bois actuellement disponible en raison des caractéristiques des forêts anciennes (taille, cernes annuels);
- les assemblages, qui favorise le remplacement localisé;
- le bois recyclé ou les déchets de bois qui peuvent être utilisés dans la fabrication de produits dérivés du bois comme les panneaux de lamelles orientées (OSB) et le bois en placage stratifié (LVL);
- le renouvellement des ressources, lorsque leur extraction est gérée;
- l'efficacité des projets de construction favorisée par la main-d'œuvre locale.

Défis pour la durabilité

Les défis en matière de *durabilité* du bois et des produits dérivés du bois comprennent :

- la non-durabilité des ressources naturelles lorsque leur extraction n'est pas gérée;
- les substances toxiques présentes dans certains enduits protecteurs du bois;
- les substances toxiques présentes dans certains produits dérivés du bois fabriqués comme les résines et les adhésifs;
- l'épuisement possible des sources de bois locales.



Image 78. La structure en bois et le plancher ont été conservés dans le cadre de ce projet de réutilisation adaptative. Ancienne usine McGregor Socks (désormais les bureaux de Stantec), Toronto (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DU BOIS ET DES PRODUITS DÉRIVÉS DU BOIS

	CONSEILLÉ
1	Désassembler des surfaces en placage de bois, si possible, pour avoir accès à des cavités capables d'intégrer des mises à niveau <i>durables</i> de manière entièrement réversible, en causant le moins de répercussions possible aux surfaces en placage de bois et aux surfaces adjacentes.
2	Appliquer des enduits protecteurs compatibles avec le matériau donné et exempts de toxines.
3	Traiter la dégradation localisée plutôt que remplacer un assemblage complet.
4	Utiliser des produits dérivés du bois exempts de toxines.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA – CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 221)

	CONSEILLÉ
22	Choisir des matériaux de substitution en fonction de leurs caractéristiques physiques et visuelles pour remplacer le bois qui provient de vieux arbres, le bois exotique ou le bois qui n'est plus disponible.

MAÇONNERIE

Éléments intrinsèquement durables

Les *éléments intrinsèquement durables* associés à la maçonnerie comprennent :

- la *durabilité*, lorsque le matériau est conservé;
- les assemblages qui favorise le remplacement localisé;
- la possibilité de la retirer et de l'utiliser dans d'autres bâtiments;
- la possibilité d'utiliser de la maçonnerie recyclée et résiduelle pour créer des composites, du gravier et des agrégats;
- sa facilité d'utilisation par la main-d'œuvre.

Défis pour la durabilité

Les défis pour la *durabilité* de la maçonnerie comprennent :

- sa faible capacité d'adaptation lorsqu'elle entre dans la composition de cloisons intérieures;
- l'épuisement des sources d'argile et de pierres locales;
- sa dépendance aux ressources épuisables, aux limites d'extraction des carrières ou aux quotas de fabrication, et les répercussions liées à la fabrication des produits de béton usinés.



Image 79. Inspection de la maçonnerie. Colline du Parlement. Ottawa (Ontario).
Source : MTBA

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DE LA MAÇONNERIE

	CONSEILLÉ
1	Utiliser de la maçonnerie d'origine locale si cette mesure s'inscrit dans le caractère patrimonial du bâtiment.
2	Conserver les cloisons intérieures en maçonnerie.
3	Intégrer des murs extérieurs en maçonnerie aux espaces intérieurs d'une annexe pour réduire les pertes de matériaux et préserver la masse thermique.
4	Réinstaller des éléments en saillie extérieurs en maçonnerie qui protègent l'enveloppe du bâtiment.
5	Préserver la perméabilité de la maçonnerie en évaluant soigneusement l'incidence de produits d'enduit au besoin.
6	Préserver la relation entre la maçonnerie et le mortier et utiliser un mortier approprié. Le mortier doit avoir un rapport sacrificiel avec la maçonnerie.
7	Peser le pour et le contre des considérations de durabilité et d'approvisionnement local dans le choix de pierres et de maçonnerie nouvelles ou de remplacement.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA – CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 228)

	CONSEILLÉ
21	Choisir des matériaux de substitution qui proviennent de sources durables, dans la mesure du possible – par exemple, remplacer des pierres détériorées à l'identique par des pierres récupérées sur un bâtiment en démolition.

BÉTON

Éléments intrinsèquement durables

Les *éléments intrinsèquement durables* associés au béton comprennent :

- la *durabilité*, lorsque le matériau est conservé;
- les assemblages en panneaux préfabriqués qui favorisent le remplacement localisé;
- la masse thermique;
- les matériaux pouvant être recyclés (acier) et réutilisés à l'intérieur de composites (maçonnerie).

Défis pour la durabilité

Les défis pour la *durabilité* du béton sont les suivants :

- la consommation de quantités importantes de matériaux bruts (sable, gravier, eau et acier) et d'énergie pour sa production et son transport;
- les installations monolithiques peuvent être difficiles à réhabiliter localement;

- l'évolution constante des détails et de la qualité de construction pose des difficultés importantes, surtout si le climat est rigoureux (p. ex., le recouvrement partiel d'une barre d'armature en acier provoque l'expansion de celle-ci et l'effritement et la détérioration du béton).



Image 80. Façade en béton coulé en place. MacMillan Bloedel Building, Vancouver (Colombie-Britannique). Source : MTBA Associates Inc.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DU BÉTON

	Conseillé
1	Nettoyer le béton aussi délicatement que possible puisque les méthodes plus vigoureuses risquent d'endommager la surface et d'exposer la barre d'armature partiellement recouverte.
2	Conserver les composantes en béton pour leur rétention thermique.
3	Étudier la possibilité d'intégrer de l'isolation et d'autres mises à niveau <i>durables</i> dans les cavités sous-jacentes aux panneaux préfabriqués si l'enveloppe du bâtiment s'y prête.
4	Remplacer de manière ciblée les panneaux détériorés des systèmes au lieu de procéder à un remplacement complet.

MÉTAUX ARCHITECTURAUX ET STRUCTURAUX

Éléments intrinsèquement durables

Les *éléments intrinsèquement durables* associés aux métaux architecturaux et structuraux comprennent :

- la *durabilité*, lorsque le matériau est conservé;
- la recyclabilité des métaux;
- la tolérance du matériau aux traitements localisés (p. ex., remplissage et soudage);
- l'oxydation de nombreux métaux, dont le bronze, le cuivre et l'aluminium, qui ajoute une couche protectrice.

Défis pour la durabilité

Les défis pour la *durabilité* des métaux architecturaux et structuraux comprennent :

- l'extraction du métal et sa production, procédés potentiellement polluants et très énergivores;

- les métaux qui ne peuvent pas être extraits localement;
- les enduits protecteurs pouvant se détériorer avant le métal qu'ils protègent;
- les enduits protecteurs pouvant contenir des substances toxiques;
- la toxicité de certains métaux comme le plomb, pouvant restreindre les méthodes de traitement possibles.



Image 81. Grille métallique architecturale. Édifice College Park. Toronto (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DES MÉTAUX ARCHITECTURAUX ET STRUCTURAUX

	CONSEILLÉ
1	Réinstaller des éléments en saillie métalliques, comme des corniches et des avant-toits, qui protègent l'enveloppe du bâtiment.
2	Conserver les profils de meneau et la dimension des panneaux tympan durant la réhabilitation ou la mise à niveau d'un mur-rideau en verre et en métal.
3	Réhabiliter les composantes métalliques en raccordant et en remplissant les zones détériorées.
4	Conserver ou réinstaller les composantes métalliques en bon état d'un assemblage après avoir réhabilité les surfaces adjacentes.
5	Concevoir des interventions en acier de construction en utilisant des raccords boulonnés réversibles.
6	Recycler tous les éléments en métal extraits des éléments secondaires impossibles à préserver.

VERRE ET PRODUITS VERRIERS

Éléments intrinsèquement durables

Les *éléments intrinsèquement durables* associés au verre et aux produits verriers comprennent :

- la capacité de recycler le verre et les produits verriers et de les intégrer à des composites;
- l'accès à la lumière naturelle fourni par le verre et les produits verriers intégrés aux fenêtres, aux portes et aux cloisons;
- la longue durée de vie des fenêtres à vitrage simple.

Défis pour la durabilité

Les défis pour la *durabilité* du verre et des produits verriers comprennent :

- la valeur d'isolation faible ou nulle du verre et des produits verriers intégrés au fenestrage;
- la durée de vie réduite des fenêtres scellées en raison des gaz de remplissage et des garnitures d'étanchéité;
- les assemblages en verre pouvant contenir des matériaux toxiques (p. ex., ruban de plomb et mastic composé d'amiante);
- le verre pouvant être endommagé par une force légère, qui varie selon l'épaisseur et le type du verre, et exigeant des substitutions prématurées.



Image 82. Vitraux intérieurs. Résidence Leahurst pour infirmières. Kingston (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DU VERRE ET DES PRODUITS VERRIERS

	CONSEILLÉ
1	Réhabiliter et réinstaller des fenêtres et des puits de lumière condamnés pour accroître l'accès à la lumière naturelle.
2	Renforcer les systèmes en verre en ajoutant des contre-fenêtres intérieures.
3	Conserver les assemblages multicouches à vitrage simple (fenêtres et contre-fenêtres) exempts de gaz de remplissage.
4	Réhabiliter les produits verriers décoratifs des luminaires pour en rehausser l'efficacité.
5	Préserver le verre intérieur et les cloisons en blocs de verre.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA – CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 242)

	CONSEILLÉ
16	Conserver et entreposer soigneusement les éléments en verre historiques et y faciliter l'accès en vue de leur réutilisation éventuelle.

PLÂTRE ET STUCCO

Éléments intrinsèquement durables

Les *éléments intrinsèquement durables* associés au plâtre et au stucco comprennent :

- la finition protectrice des matériaux sous-jacents;
- la facilité de réparation, le plâtre et le stucco pouvant être réparés et leur finition, refaite à l'identique;
- les matériaux naturels comme le plâtre et le stucco à base de chaux;
- la capacité du plâtre et du stucco poreux d'améliorer l'aération sous la surface (p. ex., facilite l'extraction de l'humidité indésirable des murs);
- un enduit de finition appliqué qui réduit les pertes (p. ex., aucun résidu de coupe).

Défis pour la durabilité

Les défis pour la *durabilité* du plâtre et du stucco comprennent :

- la toxicité du plâtre et du stucco, dont la composition chimique ou les produits de finition peuvent incorporer des substances toxiques;

- le manque d'ouvriers compétents capables d'appliquer du plâtre et du stucco à base de chaux, ce qui réduit la possibilité de réhabilitations.



Image 83. Des spécialistes de la conservation participent à un projet de réhabilitation d'un plafond et de finitions en plâtre. Édifice Sir-John-A.-Macdonald, Ottawa (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DU PLÂTRE ET DU STUCCO

	CONSEILLÉ
1	Comprendre comment l'air et l'humidité circulent dans les matériaux en plâtre et en stucco avant de modifier une enveloppe de bâtiment et éviter d'altérer le comportement de l'assemblage lors d'interventions.
2	Réhabiliter les finitions en plâtre et en stucco en procédant à des réparations et des remplacements localisés à l'identique.
3	Contrôler régulièrement les finitions en plâtre et en stucco pour prévenir la croissance d'organismes et les détériorations associées.

MATÉRIAUX DIVERS

Cette section concerne les matériaux ou composés fabriqués, en particulier les composantes matérielles qui définissent le caractère d'un bâtiment et qui n'appartiennent pas aux catégories susmentionnées. Les conclusions des NLDCLPC sur les matériaux divers s'appliquent, peu importe la *valeur patrimoniale* d'un bâtiment :

Les matériaux qui font l'objet de cette section peuvent eux-mêmes constituer des éléments caractéristiques d'un lieu patrimonial ou encore faire partie d'assemblages ou de systèmes caractéristiques. Les matériaux tels que le plastique, le plexiglas, l'amiante, l'asphalte, le caoutchouc, le chaume, la tourbe et la fibre de verre sont utilisés de bien des façons en construction. Les revêtements de sol, dont le liège, le linoléum, le tapis ou les carreaux de céramique et les éléments décoratifs ou fonctionnels comme les tissus, les revêtements muraux et les panneaux acoustiques peuvent eux aussi faire partie des éléments caractéristiques d'un lieu patrimonial. Les matériaux modernes légers et peu cassants, tels que le plastique, remplacent le verre, le métal ou le bois dans la fabrication de revêtements extérieurs, de cloisons intérieures, de marquises, de treillis et d'enseignes. NLDCLPC, p. 246.

Éléments intrinsèquement durables

Les *éléments intrinsèquement durables* varient selon le matériau.

Défis pour la durabilité

De nombreux matériaux modernes comme le plastique, la bakélite, le plexiglas, l'amiante, l'asphalte, le caoutchouc et la fibre de verre peuvent être difficiles, voire impossibles à remplacer, puisqu'ils ne sont plus fabriqués ou peuvent contenir des substances toxiques.



Image 84. Revêtement mural en carreaux de mosaïque conçu par l'artiste B.C. Binning. Ancien bâtiment de BC Hydro, Vancouver (Colombie-Britannique).
Source : MTBA Associates Inc.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION DURABLE DE MATÉRIAUX DIVERS

	CONSEILLÉ
1	Désassembler les <i>éléments caractéristiques</i> avant de procéder aux mises à niveau <i>durables</i> , si cette mesure ne perturbe pas l'intégrité du matériau, et les réassembler à la fin.
2	Réinstaller les éléments visibles à l'intérieur des systèmes de substitution s'il s'agit d' <i>éléments caractéristiques</i> .
3	Réinstaller les auvents en matériaux moins durables pour procurer de l'ombrage aux fenêtres et aux devantures de magasin.
4	Appliquer des enduits protecteurs compatibles avec le matériau donné et qui sont exempts de toxines.

NORMES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LA CONSERVATION DES LIEUX PATRIMONIAUX AU CANADA – CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DURABILITÉ (PAGE 249)

	CONSEILLÉ
15	Récupérer les matériaux divers caractéristiques qui ne sont plus fabriqués pour les réutiliser ailleurs dans le bâtiment.

3.14. FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN

Cette section contient des lignes directrices pour les activités de fonctionnement et d'entretien *durables* qui touchent tous les éléments fonctionnels d'un bâtiment, surtout s'ils sont reconnus comme *éléments caractéristiques* d'un lieu historique. Elle indique également comment réduire au minimum les répercussions des activités de fonctionnement et d'entretien sur les éléments non *caractéristiques* d'un bâtiment, qu'il soit historique ou non.

Le fonctionnement et l'entretien continu d'un bâtiment impliquent une consommation importante d'énergie pendant toute sa durée de vie. Le fonctionnement d'un bâtiment est généralement influencé par ses locataires, ses usagers et les activités connexes. Les activités d'entretien sont notamment la remise en service et le nettoyage des systèmes de construction, ainsi que l'inspection régulière, les réparations et la mise à niveau ou la *réhabilitation* de ses éléments fonctionnels.

Il est important d'évaluer les stratégies de fonctionnement et d'entretien dès la création du plan de *réhabilitation durable*, puis de façon continue, surtout s'il est possible d'améliorer la fonctionnalité des systèmes existants en ne soumettant le bâtiment de base à aucun ou presque aucun changement. En outre, le fonctionnement et l'entretien influencent directement l'intégrité des matériaux.

Les activités de fonctionnement et d'entretien visent tous les éléments fonctionnels d'un bâtiment. Elles tiennent compte de la relation mutuelle entre les éléments pour créer l'enveloppe et influencent le comportement et le rendement des systèmes.

L'entretien régulier des matériaux de construction, des éléments fonctionnels et des assemblages permet non seulement de prolonger leur durée de vie, mais aussi d'améliorer la *durabilité* environnementale et économique du bâtiment. En faisant appel à la main-d'œuvre locale dans les projets de réparation, de *mise à niveau* et de *réhabilitation* plutôt qu'aux fabricants éloignés, qui nécessitent transport et remplacements fréquents, on rehausse la durabilité sociale, économique et environnementale du bâtiment.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

Les *éléments intrinsèquement durables* des bâtiments existants (surtout s'ils sont historiques) comprennent :

- les fenêtres à châssis ouvrant et les bouches de chauffage et de climatisation contrôlés séparément;
- les contre-fenêtres, les volets de fenêtres à châssis ouvrant et les auvents qui permettent de temporairement adapter le système de construction pour en optimiser le rendement;
- les puits de lumière et les aménagements intérieurs qui permettent de temporairement adapter le système de construction pour en optimiser le rendement;
- les assemblages de construction qui procurent un accès facile aux composantes qui s'usent rapidement (p. ex., coupe-froid) et les matériaux d'une durée de vie semblable;
- les matériaux durables exigeant moins d'entretien, dont la brique et la pierre naturelle, qui nécessitent tout de même un certain entretien (comme le rejointoiement régulier) pour profiter d'un rendement et d'une durée de vie optimaux;
- les éléments structuraux polyvalents convenant aux différents usages et occupants et nécessitant peu de modifications.



Image 85. Fenêtres à châssis ouvrant de l'étage supérieur d'un bâtiment patrimonial polyvalent. Halifax (Nouvelle-Écosse). Source : Shelley Bruce

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

Les défis pour la *durabilité* des bâtiments existants, et surtout des bâtiments historiques, comprennent :

- l'incompatibilité des durées de vie des éléments d'assemblages scellés, qui doivent être complètement remplacés même si un seul élément est détérioré;
- les systèmes de construction devant être régulièrement reconfigurés de façon à réduire les pertes;
- les gestionnaires d'immeubles qui ne possèdent pas toujours les connaissances requises pour entretenir les éléments ou systèmes patrimoniaux;
- les usagers qui ne savent pas toujours comment utiliser les éléments ou systèmes patrimoniaux;
- les usagers qui ne tiennent pas toujours compte de l'énergie consommée;
- les reports d'entretien dus à la négligence ou à des problèmes budgétaires.



Image 86. Éclairage d'aire de travail à commande personnelle. Ancienne usine McGregor Socks (désormais les bureaux de Stantec), Toronto (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.



Image 87. Louvres punkah directionnels intégrés aux éléments d'ameublement modernes d'un ancien comptoir bancaire. Annexe de la Bibliothèque du Parlement (réhabilitation de l'ancienne Banque Scotia), Ottawa (Ontario). Source : MTBA Associates Inc.

INTERRELATIONS

Voici quelques exemples d'interrelations entre différents éléments du bâtiment et les activités de fonctionnement et d'entretien :

Généralités

- Les mises à niveau *durables* qui influencent le fonctionnement et l'entretien d'un bâtiment comprennent souvent les mises en service régulières et demandent une connaissance approfondie de son rendement. Cette connaissance permettra de déceler les problèmes et de les régler rapidement, et ainsi de réduire les traitements correctifs.
- La surveillance d'un éventail de problèmes liés au rendement d'un bâtiment est une bonne pratique d'intendance, qui est d'ailleurs requise par certains *systèmes de cotation* de la *durabilité*. Il faut minimalement privilégier la surveillance des éléments les plus importants ainsi que des rendements potentiels et l'intégrer aux projets de *réhabilitation* et aux programmes d'entretien régulier.

Systèmes mécaniques et électriques

- L'entretien et la remise en service des systèmes de construction améliorent le rendement opérationnel du bâtiment en réduisant l'empreinte carbone, les émissions de gaz à effet de serre, la consommation de combustibles fossiles et les coûts de fonctionnement.
- Le remplacement des ampoules électriques et la mise à jour des systèmes dans le cadre d'un programme d'entretien augmentent l'efficacité des systèmes existants.

Toits

- L'examen des joints, des revêtements et des sous-couches favorise la réparation rapide d'endroits localisés, ce qui optimise la durée de vie des assemblages et la protection du bâtiment.

Murs extérieurs

- L'intégration de campagnes d'examen et de réparation à un programme d'entretien optimisera la durée de vie des matériaux (p. ex., rejointoiement de la maçonnerie ou revêtement, réparation et remise en état du bois).

Fenêtres, portes et devantures de magasin

- Le nettoyage des fenêtres accroît l'accès à la lumière naturelle et atténue la dégradation liée à l'accumulation de contaminants sur les cadres.
- L'inspection et le remplacement réguliers des joints améliorent le rendement thermique.
- On peut favoriser le contrôle localisé des fenêtres à châssis ouvrant en veillant à ce qu'elles demeurent fonctionnelles, notamment après des travaux d'entretien (p. ex., peinture).

Entrées, porches et balcons

- L'inspection et l'entretien des enduits protecteurs, qui ont une visée sacrificielle, permettent de protéger les matériaux de base comme le bois, l'acier ferreux et le fer.

Éléments intérieurs

- En effectuant des inspections et un entretien réguliers, on optimise la durée de vie des matériaux et favorise les traitements préalables à la détérioration.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES PROJETS DE RÉHABILITATION AXÉS SUR LE FONCTIONNEMENT ET L'ENTRETIEN

	CONSEILLÉ
1	Comprendre la relation entre l'entretien d'un bâtiment, son rendement énergétique et son rendement économique.
2	Entretien régulièrement les ressources historiques ou patrimoniales, leurs <i>éléments caractéristiques</i> et les éléments de moindre importance (le calendrier dépendra des matériaux et assemblages en question). On peut ainsi préserver la structure historique ou
3	Sensibiliser les locataires, les occupants, les gestionnaires et les propriétaires aux paramètres de fonctionnement et à la vocation prévue de leur bâtiment.
4	Procéder régulièrement à des remises en service complètes de tous les systèmes de construction et confirmer qu'ils fonctionnent comme prévu.
5	Installer des commandes localisées et adaptées à l'usage au niveau des systèmes à commande centrale.
6	Faire un suivi localisé de la consommation d'énergie à l'aide de compteurs divisionnaires pour mieux comprendre la consommation et repérer les pertes pouvant être évitées.
7	Utiliser des produits nettoyants écologiques et adopter des politiques de nettoyage écoresponsables qui sont compatibles avec les <i>éléments caractéristiques</i> du bâtiment.
8	Interdire de fumer dans les bâtiments et à moins de huit mètres des entrées, des prises d'aspiration extérieures et des fenêtres à châssis ouvrant pour améliorer la qualité de l'air à l'intérieur et réduire les répercussions sur les éléments intérieurs et la santé
9	Entretien les assemblages caractéristiques en service comme les trappes d'aération fonctionnelles.
10	Conserver les documents de construction d'origine pour suivre l'évolution de l'emplacement des éléments et des systèmes du bâtiment.
11	Remplir un journal d'entretien pour tous les systèmes de construction en y consignant les traitements appliqués, les produits utilisés ainsi que les travailleurs y ayant participé.
12	Entretien, entreposer et ériger des éléments saisonniers comme des auvents, des volets et des contre-fenêtres, si possible.

4. POUR EN SAVOIR PLUS

4.1 BIBLIOGRAPHIE ET RESSOURCES

La bibliographie annotée ci-dessous offre un aperçu de certaines sources répertoriées.

ADVISORY COUNCIL ON HISTORIC PRESERVATION. *Sustainability and Historic Federal Buildings*, 2011. [<http://www.achp.gov/docs/SustainabilityAndHP.pdf>]

- Document rédigé en réponse au décret-loi 13514 (*Executive Order 13514: Federal Leadership in Environmental, Energy and Economic Performance*) dans le contexte de la *National Historic Preservation Act*. En voici les grandes lignes : inclure des équipes de processus conceptuels intégrés composées de spécialistes de la *préservation* et de la *durabilité*; s'assurer que les *éléments caractéristiques* sont clairement intégrés dès le lancement du projet; procéder à des analyses énergétiques au début du projet; s'assurer que les spécialistes de la *préservation* et de la *durabilité* évaluent l'évolution de la construction; rédiger un plan général pour la réduction de la consommation d'énergie et y inclure des interventions potentielles; évaluer la relation entre l'usage proposé et le bâtiment existant, les répercussions sur les éléments patrimoniaux et la quantité de matériaux requis pour la réutilisation; en dernier recours, déterminer si des éléments peuvent être réutilisés dans d'autres projets tout en évitant les fausses références historiques.

ARUP. *Low Carbon Heritage Buildings: A User Guide*, Kirklees Council et YoHr Space, 2011. [<http://www.yourclimate.org/pages/low-carbon-heritage-buildings>]

ATHENA SUSTAINABLE MATERIALS INSTITUTE
[<http://www.athenasmi.ca/index.html>]

BRAND, Stewart. *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, Viking Press, 1995.

BRITISH COLUMBIA HERITAGE BRANCH (DIRECTION DU PATRIMOINE DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE), Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles). *Conservation Management Plan for the Grist Mill at Keremeos: A guide to future management, land-use planning and operations*, 2013. [http://www.for.gov.bc.ca/ftp/heritage/external/!publish/web/Grist_Mill_CMP_final.pdf]

BRITISH COLUMBIA HERITAGE BRANCH (DIRECTION DU PATRIMOINE DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE), Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles), 2012. *Fact Sheet: Heritage Sites are an asset to communities*, 2012. [http://www.for.gov.bc.ca/ftp/heritage/external/!publish/Web/FS_Heritage_Funding_Feb2012_FINAL.pdf]

BRITISH COLUMBIA HERITAGE BRANCH (DIRECTION DU PATRIMOINE DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE), Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles). *Fact Sheet: How does historic conservation contribute to sustainable development?*, mis à jour en 2011. [http://www.for.gov.bc.ca/ftp/heritage/external/!publish/web/How_does_HC_contribute_to_sustainable_development.pdf]

BRITISH COLUMBIA HERITAGE BRANCH (DIRECTION DU PATRIMOINE DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE), Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles). *Fact Sheet: Work With What You Have: Traditional Building Design*, mis à jour en 2011. [http://www.for.gov.bc.ca/ftp/heritage/external/!publish/web/Work_With_What_You_Have-Traditional_Building_Design.pdf]

BRITISH COLUMBIA HERITAGE BRANCH (DIRECTION DU PATRIMOINE DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE), Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles), 2013. *Our Heritage – Historic Places: Heritage Strategy for British Columbia*. [http://www.for.gov.bc.ca/ftp/heritage/external/!publish/web/Heritage_Historic_Places2013_final.pdf]

BUILDING OWNERS AND MANAGERS ASSOCIATION (BOMA) CANADA. BOMA BEST. [<http://www.bomabest.com/>]

THE BUILDING TECHNOLOGY HERITAGE LIBRARY (BTHL) [<https://archive.org/details/buildingtechnologyheritagelibrary>]

- Collection de catalogues architecturaux, de livres sur les plans résidentiels et de guides de construction technique américains et canadiens datant d'avant 1964. Les catalogues commerciaux constituent une source primaire importante pour la documentation des pratiques de conception et de construction de jadis. Ces documents peuvent servir de référence pour la *préservation* et la conservation de structures anciennes et pour la recherche. La BTHL contient des documents provenant de diverses collections

privées et institutionnelles, qui font rarement partie des collections des bibliothèques d'architecture et professionnelles. La première grande collection de catalogues architecturaux commerciaux est celle du Centre Canadien d'Architecture, qui contient plus de 4 000 catalogues datant du début du XIX^e siècle jusqu'à 1963. En plus de ces catalogues, les contributions initiales comprennent aussi un grand nombre de catalogues de plans résidentiels qui susciteront l'intérêt des propriétaires de maisons anciennes. L'expansion future de la BTHL comptera des documents plus récents sur la conservation des bâtiments.

BURNS, John A. *Energy Conserving Features in Older Homes*, U.S. Department Of Housing and Urban Development et U.S. Department of the Interior, Washington, 1980.

CONSEIL DU BÂTIMENT DURABLE DU CANADA (CBDCa). *LEED Canada pour les nouvelles constructions et rénovations importantes*. [http://www.cagbc.org/building_rating_systems/leed_rating_system.php]

CARROON, Jean. *Sustainable Preservation: Greening Existing Buildings*, John Wiley & Sons Inc., 2011.

- Un ouvrage précurseur sur les problèmes liés à la *préservation durable*. Il est structuré de façon à faire référence aux *systèmes de cotation de la durabilité* en tenant compte de tous leurs aspects, dont l'eau et le site, l'énergie, la salubrité intérieure et les ressources matérielles. Il se penche aussi sur les piliers théoriques de la *durabilité* et de la *préservation* ainsi que sur leurs liens mutuels; parmi les autres problèmes abordés, on compte les stratégies visant les procédures, le fonctionnement et l'entretien, les résidences et le passé récent.

COMITÉ TECHNIQUE DE L'APT POUR LA PRÉSERVATION DURABLE (APT TC-SP). [http://www.apti.org/index.php?submenu=technical_committees&src=gendocs&ref=Sustainable_Preservation&category=technical_committees]

- Le comité technique (TC-SP) de l'Association internationale pour la préservation et ses techniques sert de forum de discussion, de révision et de partage d'information sur la relation entre la conservation du patrimoine et la durabilité environnementale. Il sert aussi de réseau pour d'autres intervenants de la préservation et de la construction de bâtiments écologiques. Voir aussi les « Outils en ligne » à la fin de la présente section pour en savoir plus.

CLUVER, John H. et Brad RANDALL. *Saving Energy in Historic Buildings: Balancing Efficiency and Value*, *APT Bulletin: Journal of Preservation Technology*, 41:1, 2010.

- Cet article explore la modélisation énergétique comme moyen de déterminer les stratégies les plus efficaces pour mettre à niveau un bâtiment éducatif patrimonial. En voici les grandes lignes : il est essentiel de garantir que le banc d'essai utilisé est pertinent; il est nécessaire de s'informer davantage sur le rendement des constructions historiques; le modèle énergétique tient d'abord compte des coûts, du fonctionnement, de l'entretien et de la substitution; dans le cadre d'interventions majeures, l'importance des coûts initiaux atténue les bienfaits des retombées; en général, la solution idéale combine une série d'interventions de petite ou de moyenne envergure; la mise à niveau d'un système atténuera les retombées associées à la mise à niveau d'un autre, ce qui illustre bien l'interrelation entre les éléments fonctionnels d'un bâtiment.

FORSTER, Alan M., et autres. *Green Maintenance for Historic Masonry Buildings: An Emerging Concept*, *Building Research & Information*, 39:6, 2011. [<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613218.2011.621345>]

GODWIN, P.J. *Building Conservation and Sustainability in the United Kingdom*, *Procedia Engineering*, vol. 20.

GRIMMER, Anne E., Jo Ellen HENSLEY et Audrey T. TEPPER. *The Illustrated Guidelines on Sustainability for Rehabilitating Historic Buildings*, U.S. Department of the Interior, National Park Service, Technical Preservation Services, 2011. [<http://www.nps.gov/tps/standards/rehabilitation/sustainability-guidelines.pdf>]

GUNN, Cynthia. *Examen du lien entre la conservation architecturale et la conservation naturelle*, rapport de recherche, Fiducie nationale du Canada, 2001. [<https://www.fiducienationalecanada.ca/sites/heritagecanada.org/files/GreenReport2French-Read.pdf>]

HENSLEY, Jo Ellen et Antonio AGUILAR. *Improving Energy Efficiency in Historic Buildings*, U.S. Department of the Interior, National Park Service, Technical Preservation Services, 2011. [<http://www.nps.gov/tps/how-to-preserve/preservedocs/preservation-briefs/03Preserve-Brief-Energy.pdf>]

HISTORIC ENGLAND. *Energy Efficiency and Historic Buildings: Draught-proofing windows and doors*, 2012. [<https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/eehb-draught-proofing-windows-doors/eehb-draught-proofing-windows-doors.pdf/>]

HISTORIC ENGLAND. *Energy Efficiency and Historic Buildings: Application of Part L of the Building Regulations to historic and traditionally constructed buildings*, Londres, 2011. [<https://content.historicengland.org.uk/>]

images-books/publications/energy-efficiency-historic-buildings-ptl/eehb-partl.pdf/]

- Ce document offre des exemples illustrés et concrets de mises à niveau durables de bâtiments classés (conformément à la Section L). En voici les grandes lignes : les principes de durabilité favorisent la conservation des bâtiments existants, surtout si leur rendement énergétique peut être accru; les interventions doivent tenir compte des conséquences imprévues (c.-à-d. l'accélération de la dégradation du bois d'œuvre ou les problèmes créés par l'isolation); comprendre le comportement du bâtiment avant de procéder aux interventions (p. ex., les bâtiments historiques contiennent souvent des matériaux perméables comme du mortier et du plâtre); l'introduction de substituts modernes ayant une perméabilité différente crée des problèmes de taille; trouver des façons d'améliorer le comportement des occupants en installant des commandes et compteurs divisionnaires optimisés; réduire les pertes thermiques causées par les infiltrations d'air et les réseaux de gaines; fixer des normes raisonnables pour la climatisation et la ventilation; préparer des documents pertinents durant l'intervention; bien tenir compte du rendement d'une annexe en relation avec les ressources existantes et créer des connexions qui réduisent la dégradation du bâtiment existant; éviter les ponts thermiques dans tout projet d'isolation; comprendre le comportement de l'humidité dans le bâtiment; explorer les options de mises à niveau possibles avant de remplacer une fenêtre (étanchéité aux courants d'air, coupe-bise, bouche-trous, contre-fenêtres intérieures, volets extérieurs réutilisés ou réinstallés, rideaux isolés, etc.); envisager d'isoler les zones où les dommages peuvent être atténués (p. ex.,

dans les cavités sous les planches de plancher et les espaces sous le toit s'ils restent ouverts pour laisser l'air circuler); les nouveaux systèmes pourraient tacher les surfaces patrimoniales et créer de nouvelles configurations pour la circulation de l'humidité; le remplacement de luminaires à base de tungstène nécessitera un chauffage accru.

HISTORIC ENGLAND. *Regeneration and the Historic Environment*, 2005. Désormais non disponible en ligne.

HISTORIC ENGLAND. *Vacant Historic Buildings: An owner's guide to temporary uses, maintenance and mothballing*, 2011. [<https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/vacanthistoricbuildings/acc-vacant-historic-buildings.pdf/>]

HISTORIC SCOTLAND. *Embodied Energy Considerations For Existing Buildings*, Technical Paper 13, 2011. [<http://www.historic-scotland.gov.uk/technicalpaper13.pdf>]

ICOMOS. *Principes conjoints ICOMOS-TICCIH pour la conservation des sites, constructions, aires et paysages du patrimoine industriel*, 2011. [http://www.international.icomos.org/Paris2011/GA2011_ICOMOS_TICCIH_joint_principles_EN_FR_final_20120110.pdf]

ICOMOS. *Principes de la Valette pour la sauvegarde et la gestion des villes et ensembles urbains historiques*, 2011. [http://www.international.icomos.org/Paris2011/GA2011_CIVVIH_text_EN_FR_final_20120110.pdf]

INTERNATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT (IISBE). *GB Tools/Green Building Challenge*. [<http://greenbuilding.ca/>]

JACKSON, Mike et Diana S. WAITE (éd.). *APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology*, Special issue on Sustainable Preservation, 37:4, 2005.

KESIK, Ted. *Measures of Sustainability*, Canadian Architect, Architectural Science Forum. [http://www.canadianarchitect.com/asf/perspectives_sustainability/measures_of_sustainability/measures_of_sustainability_intro.htm]

KINNEY, LARRY ET AMY ELLSWORTH. *The Effects of Energy Efficiency Treatment on Historic Windows*, The Center for ReSource Conservation, 2011. [<http://ohp.parks.ca.gov/pages/1054/files/5%20effectsenegyonhistoricwindows.pdf>]

LIEUX PATRIMONIAUX DU CANADA. *Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada, deuxième édition*, Parcs Canada, 2010. [<http://www.historicplaces.ca/media/18081/81468-parks-s+gfre-web2.pdf>]

- Les NLDCLPC contiennent des renseignements sur la *réhabilitation* durable; ce document se veut un complément de l'ouvrage *Accroître la résilience*.

LIEUX PATRIMONIAUX DU CANADA, Parcs Canada. Fiches de renseignements sur l'énergie, les déchets, la croissance intelligente, etc. [www.historicplaces.ca/fr/home-accueil.aspx]

MAAHSEN-MILAN, Andreina et Kristian FABBRI. *Energy Restoration and Retrofitting: Rethinking Restoration Projects By Means of a Reversibility/Sustainability Assessment*, Journal of Cultural Heritage Online, 2013. [<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207413000265>]

MADDEX, Diane (éd.). *New Energy from Old Buildings*, National Trust for Historic Preservation, Washington, 1981.

MOSTAFAVI, Mohsen et David LEATHERBARROW. *On Weathering: the Life of Buildings in Time*, 1993.

OIKONOMOU, A. et F. BOUGIATIOTI. *Architectural Structure and Environmental Performance of Traditional Buildings in Florina, NW Greece*, Building and Environment, 46:3, 2011.

PARK, SHARON C. *Preservation Briefs 24: Heating, Ventilating, and Cooling Historic Buildings, Problems and Recommended Approaches*, Technical Preservation Services, U.S. Department of the Interior, Washington, 1991. [<http://www.nps.gov/tps/how-to-preserve/briefs/24-heat-vent-cool.htm>]

PARK, SHARON C. *Preservation Briefs 37: Appropriate Methods for Reducing Lead-Paint Hazards in Historic Housing*, Technical Preservation Services, U.S. Department of the Interior, Washington, 1995. [<http://www.nps.gov/tps/how-to-preserve/briefs/37-lead-paint-hazards.htm>]

POLLOCK-ELLWAND, Nancy. *Common Ground and Shared Frontiers in Heritage Conservation and Sustainable Development: Partnerships, Policies and Perspectives*, International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 18:3, 2011.

POWTER, Andrew et Susan ROSS. *Sustainable Historic Places: A Background Paper*, Lieux Historiques Canada, Parcs Canada, 2005. (Non publié)

PRESERVATION GREEN LAB. *The Greenest Building: Quantifying the Environmental Value of Building Reuse*, National Trust for Historic Preservation, 2011. [<http://living-future.org/ilfi/ideas-action/research/building-reuse/greenest-building-quantifying-environmental-value-building>]

- Étude rédigée par le Preservation Green Lab du National Trust for Historic Preservation des États-Unis pour chiffrer les avantages et les désavantages de la réutilisation adaptative des bâtiments. En voici

les grandes lignes : la réhabilitation d'un bâtiment existant est une stratégie généralement plus durable que la construction d'un nouveau bâtiment; la consommation énergétique d'un bâtiment varie grandement selon son enveloppe, ses systèmes CVCA, son entretien, le comportement de ses occupants et sa durée de vie; les bâtiments anciens présentent souvent plusieurs stratégies intrinsèquement durables (conception passive, bienfaits des bâtiments adjacents et capacité de survie passive); les systèmes CVCA, l'éclairage intérieur et la ventilation représentent une part importante de la consommation d'énergie globale; la consommation d'énergie varie selon la région climatique; aux États-Unis, les constructions résidentielles occupent une plus grande superficie que les constructions commerciales aux États-Unis; il est important d'optimiser le bâtiment et de tenir compte du comportement des occupants avant de procéder à des rénovations; la composition du réseau énergétique influence les répercussions environnementales des bâtiments; les bâtiments rénovés exigeant moins de matériaux neufs sont plus susceptibles de réduire les émissions de carbone à court terme; les codes de l'énergie peuvent freiner le réaménagement de bâtiments existants.

PRESERVATION GREEN LAB. *Saving Windows, Saving Money: Evaluating the Energy Performance of Window Retrofit and Replacement*, National Trust for Historic Preservation, Portland, 2013. [http://www.preservationnation.org/information-center/sustainable-communities/green-lab/saving-windows-saving-money/120919_NTHP_windows-analysis_v3lowres.pdf]

PRESERVATION GREEN LAB. *Realizing the Energy Efficiency Potential of Small Buildings*, National Trust for Historic Preservation, Portland, 2013. [<http://www.preservationnation.org/information-center/sustainable-communities/green-lab/small-buildings/#.VI7kKCujO-0>]

preservationnation.org/informationcenter/sustainable-communities/green-lab/smallbuildings/#.VI7kKCujO-0]

- Étude rédigée par le Preservation Green Lab du National Trust for Historic Preservation des États-Unis. Il est important de tenir compte des bâtiments qui hébergent des petites entreprises parce qu'ils représentent une grande part du paysage bâti, tout en constituant un marché complexe à cerner en raison des ressources limitées et des faibles parts détenues par chaque propriétaire. On y fait plusieurs recommandations : créer des solutions simples associées à des retombées concrètes; prévoir des solutions qui seront mises en place au moment des grands travaux d'amélioration; aligner les améliorations durables aux autres étapes importantes du cycle de vie (achat du bâtiment, mises à niveau du cycle de vie, nouveaux locataires, etc.); mettre l'accent sur les résultats plutôt que sur les processus pour atténuer les incidences négatives des approches du code actuel; identifier les sources de gaspillage, mesurer les résultats, explorer la mise en service comme source initiale de rendement; créer des plateformes de données ouvertes, recueillir et publier les renseignements.

Responsible Retrofit of Traditional Buildings [http://www.ihbc.org.uk/recent_papers/docs/STBAresponsible_retrofit2012.pdf]

ROSS, Susan. *Sauver le patrimoine est essentiel au développement durable*, Magazine *Heritage*, printemps 2006. [http://www.fiducienationalecanada.ca/sites/heritagecanada.org/files/Red%20River%20College_FR.pdf]

ROSS, Susan et Andrew POWTER. *Sustainable Historic Places*, 2008. [<https://www.nationaltrustcanada.ca/sites/www.heritagecanada.org/files/SustainableHistoricPlaces-R2008-05-EN.pdf>]

THE ROYAL ARCHITECTURAL INSTITUTE OF CANADA. *2030 Challenge: Climate Change and Architecture*. [https://www.raic.org/sites/default/files/involvement/documents/2030factsheet_e.pdf]

SMITH, Baird M. *Preservation Briefs 3: Conserving Energy in Historic Buildings*, Technical Preservation Services, Department of the Interior, Washington, 1978. [<http://www.gsa.gov/portal/content/111638>]

STEIN, Carl. *Greening Modernism: Preservation, Sustainability, and the Modern Movement*, W. W. Norton & Company, 2010.

- Ce livre de portée générale remet en question un certain nombre d'idées préconçues sur la *durabilité* des bâtiments modernes. Il recadre les stratégies conceptuelles utilisées dans les bâtiments modernes et illustre les *éléments intrinsèquement durables* prévus.

Sustainability and Heritage in a World of Change [http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/public_programs/sustain.html]

TEUTONICO, Jeanne Marie et Frank MATERO. *Managing Change: Sustainable Approaches to the Conservation of the Built Environment*, Getty Conservation Institute, 2003.

The Secretary of the Interior's Standards for Rehabilitation & Illustrated Guidelines on Sustainability for Rehabilitating Historic Buildings

- Lignes directrices consolidées pour la *réhabilitation* et associées aux approches *durables* comprises

dans les lignes directrices nationales de l'US Secretary pour la *réhabilitation*, avec illustrations. Le document comprend notamment les sections suivantes : *durabilité*, planification, entretien, fenêtres, intempérisation, CVCA et circulation d'air. En voici les grandes lignes : avant d'adopter toutes mesures de conservation d'énergie pour rehausser la *durabilité* d'un bâtiment historique, ses caractéristiques de rendement énergétique existantes doivent être évaluées. La clé du succès d'un projet de *réhabilitation* est d'identifier et de comprendre tous les facteurs d'origine perdus et existants du rendement énergétique du bâtiment historique et ses éléments caractéristiques pour en garantir la conservation.

VANCOUVER HERITAGE FOUNDATION. *Heritage and Sustainability*. [<http://www.vancouverheritagefoundation.org/learn-with-us/heritage-sustainability/>]

VANCOUVER HERITAGE FOUNDATION. *Heritage Conservation in a Green and Growing City*, 2012. [<http://www.vancouverheritagefoundation.org/learn-with-us/heritage-information-resources-research/research/>]

- Étude commandée par Heritage Vancouver dans le but d'explorer les attitudes des citoyens par rapport à la *durabilité* et à la conservation. En voici les grandes lignes : la conservation du patrimoine concerne davantage la préservation du caractère, de l'identité unique et de l'histoire des communautés que celle de lieux précieux comme les musées; un *sentiment d'appartenance* s'acquiert progressivement et inconsciemment lorsqu'on habite un lieu, se familiarise avec ses propriétés physiques et accumule des anecdotes associées à l'espace qu'il définit; les mesures écologiques proposées doivent tenir compte des répercussions des gaz à effet de serre liés aux démolitions.

VANCOUVER HERITAGE FOUNDATION. 1220 Homer St.

- Courte étude de cas sur la conservation *durable* d'un ancien bâtiment industriel converti en bureau d'architectes. Même si ce dernier n'est pas considéré comme patrimonial, on a adopté plusieurs mesures dans cet esprit pour procéder à la réutilisation adaptative, dont la compréhension de tous les aspects du bâtiment dès le début du projet et la création d'approches spécifiques à sa nature unique. Un nouveau puits de lumière et une ouverture dans un plancher laissent pénétrer la lumière naturelle et rehaussent l'effet de cheminée au cœur du bâtiment. La masse thermique de la structure massive est intégrée au système CVCA et, avec des fenêtres à châssis ouvrant, vient s'ajouter à un zonage bien pensé pour éviter l'installation d'un système CVCA à conduits. Les occupants sont aussi incités à assurer le contrôle de leur milieu grâce aux fenêtres à châssis ouvrant et à des commandes informatiques pour la ventilation. Voir l'annexe C.

**VANCOUVER HERITAGE FOUNDATION,
666 + 662 Union Street.**

- Courte étude de cas sur la conservation *durable*. Elle explore des approches sensibles et *durables* visant la hausse de la densité d'un quartier urbain de Vancouver. La proposition comprenait un examen de la *morphologie* du secteur, composé de plus petites allées, et un grand changement d'échelle à l'avant permettant d'intégrer plusieurs nouvelles unités à deux maisons unifamiliales voisines. Les résidences patrimoniales ont été conservées malgré l'introduction d'une nouvelle habitation dans l'allée et d'une nouvelle unité inférieure pour exploiter le changement d'échelle. D'autres stratégies de *durabilité* ont été intégrées au site, dont de nouveaux systèmes

CVCA, un service de partage de véhicules et des cases à vélos. Dans l'ensemble, le projet était axé sur la compréhension du caractère fondamental du secteur, son maintien et sa bonification adaptée, ainsi que sur la hausse de la densité du zonage existant et du nombre d'utilisateurs des services avoisinants. Voir l'annexe C.

**VANCOUVER HERITAGE FOUNDATION.
*The Friedman Building.***

- Courte étude de cas sur la conservation *durable* d'un bâtiment d'enseignement moderne des années 1950 qui a été soumis à une mise à niveau *durable* et à une reconfiguration de la programmation. Avec ses aires de plancher étroites, sa grille portante répétitive et sa façade préassemblée, son architecture était propice à la réutilisation adaptative. Doté d'une enveloppe extérieure peu isolée, le bâtiment a subi plusieurs mises à niveau successives qui visaient à résoudre ce problème. Par la suite, il a été transformé en fonction d'un nouveau programme d'enseignement ayant un profil de demande énergétique différent. On a retravaillé les éléments intérieurs en introduisant de la lumière naturelle dans les corridors, en ouvrant ceux-ci et en ajoutant de nouveaux matériaux *durables*. On a également réhabilité et mis à niveau la façade. Néanmoins, la fonction pédagogique du concept d'origine a été préservée dans l'ensemble. Les architectes ont affirmé qu'en général, et en raison de plusieurs facteurs, les bâtiments modernes sont mieux adaptés à la réhabilitation qu'à la restauration. Celui-ci a ainsi été conservé à un coût inférieur à celui d'une nouvelle construction, et l'université a ainsi pu résoudre d'autres carences physiques dans le cadre du projet. Voir l'annexe C.

WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE. *Sustainable Historic Preservation*, Historic Preservation Subcommittee, National Institute of Building Sciences, 2012. [http://www.wbdg.org/resources/sustainable_hp.php?r=historic_pres]

WHYTE, Bruce, Terry HOOD et Brian P. WHITE (éd.). *Cultural and Heritage Tourism: A Handbook for Community Champions*, The Federal-Provincial-Territorial Ministers' Table on Culture and Heritage, 2012.

YOUNG, Robert A. *Stewardship of the Built Environment: Sustainability, Preservation, Reuse*, Island Press, 2012.

YUNG, Esther Hiu Kwan, Edwin Hon Wan CHAN et Ying XU. *Sustainable Development and the Rehabilitation of a Historic Urban District – Social Sustainability in the Case of Tianzifang in Shanghai*, Sustainable Development Online, 2011. [<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sd.534/full>]

OUTILS DE CONCEPTION EN LIGNE GRATUITS

Guidance Wheel: Responsible Retrofit Knowledge Centre [<http://responsible-retrofit.org>]

Développeur : Sustainable Traditional Buildings Alliance (STBA), regroupement d'organisations sans but lucratif visant à promouvoir et à créer un environnement bâti traditionnel plus durable au Royaume-Uni.

La roue (*Wheel*) se veut à la fois un guide décisionnel et un outil d'information sur la mise à niveau de bâtiments traditionnels. Elle est conçue pour soulever les différents avantages et problèmes potentiels en faisant référence aux données les plus pertinentes et les plus précises et en offrant une approche globale de conception, de mise en œuvre et d'utilisation de projets de réaménagement.

OSCAR: Online Sustainable Conservation Assistance Resource

[www.oscar-apti.org]

Développeur : Comité technique de l'Association internationale pour la préservation et ses techniques (APT TC-SP).

OSCAR est un outil décisionnel interactif qui aide les utilisateurs à trouver des solutions de réhabilitation durable optimales pour les bâtiments patrimoniaux tout en préservant leur structure et importance historiques. Lancement complet : novembre 2015.

Impact Estimator: Life Cycle Assessment Software

[<http://calculatelca.com/software/impact-estimator/download-impact-estimator/>]

Développeurs : Athena Institute et Morrison Hershfield
Cet évaluateur d'impact (*Impact Estimator*) est un outil logiciel qui évalue des bâtiments et les assemblages complets selon une méthodologie d'analyse du cycle de vie (ACV). Les concepteurs peuvent aisément afficher et comparer les répercussions environnementales des nouveaux bâtiments et des rénovations majeures proposées.

4.2 GLOSSAIRE

Adaptabilité du bâtiment (*building adaptability*) : capacité d'un bâtiment à être utilisé à plusieurs fins et de plusieurs façons tout au long de sa vie. Par exemple, un bâtiment doté de murs ou de cloisons amovibles permettra à différents usagers de modifier l'espace. En outre, l'adoption d'un concept durable permettra à un bâtiment de s'adapter à de multiples environnements et conditions.

Analyse du cycle de vie ou ACV (*life cycle assesment ou LCA*) : aussi appelée bilan écologique et analyse « du berceau au berceau », cette technique permet d'évaluer les répercussions environnementales associées à toutes les étapes de la vie d'un produit (c.-à-d. de l'extraction brute au traitement, puis à la fabrication, la distribution, l'utilisation, la réparation et l'entretien, et l'élimination ou le recyclage des matériaux).

Approche d'intervention minimale (*minimum intervention approach*) : approche qui permet d'atteindre les objectifs fonctionnels fixés et de protéger le plus longtemps possible les caractéristiques et attributs d'un bâtiment avec le minimum d'intervention physique.

ASHRAE : société américaine des ingénieurs en chauffage, en réfrigération et en conditionnement d'air. Voir l'annexe B.

Conservation de bâtiment (*building conservation*) : utilisation et gestion éclairées d'un bâtiment dans le but de prévenir les changements indésirables, comme les altérations irréfléchies ou incompatibles, le délabrement, la destruction, les abus ou la négligence.

Conservation du patrimoine (*heritage conservation*) : ensemble des actions ou processus qui visent à sauvegarder les *éléments caractéristiques* d'une ressource culturelle afin

d'en préserver la *valeur patrimoniale* et d'en prolonger la vie physique. Il peut s'agir de *préservation*, de *réhabilitation*, de *restauration* ou d'une combinaison de ces approches de conservation.

Développement durable (*sustainable development*) : principe directeur de la vie humaine sur une planète aux ressources limitées proposant aux sociétés humaines un avenir souhaitable où les conditions de vie et la consommation des ressources satisferont aux besoins de l'homme sans nuire à la *durabilité* des systèmes naturels et de l'environnement, de manière à ce que les besoins des générations futures puissent également être satisfaits. Quant aux bâtiments existants et patrimoniaux, le développement durable tient compte de facteurs bien précis, comme la durée de vie des matériaux et des assemblages, la polyvalence (ou la capacité à s'adapter à de nouvelles normes, applications et circonstances), l'approvisionnement local en matériaux et en main-d'œuvre et les répercussions écologiques réduites par la rétention de l'énergie grise et les répercussions évitées associées à la réutilisation de matériaux de construction en bon état.

Durabilité (*durability*) : caractère de ce qui est durable, c.-à-d. de nature à durer longtemps sans se détériorer.

Durabilité (*sustainability*) : capacité des systèmes et des processus à perdurer en causant des répercussions négatives minimales sur les écosystèmes et la qualité de vie. Cette définition s'applique aussi au terme *durable*. Depuis les années 1980, le principe directeur de la durabilité est le *développement durable*.

Les *Normes et lignes directrices* définissent la *durabilité* comme « un ensemble d'objectifs (économique, social et environnemental) à coordonner et à aborder pour assurer la viabilité à long terme des collectivités et de la planète ».

Écologie intégrée de bâtiment (*whole building ecology*) : en 1969, alors qu'il travaillait sur le programme spatial, Buckminster Fuller a dit : « La synergie est le seul mot de notre langue qui a trait au comportement de systèmes entiers, impossible à prévoir par la simple observation de ses composantes individuelles ou de ses sous-groupes de composantes. »

S'inspirant de ces concepts de synergie et d'interconnectivité, la conception intégrée de bâtiment se divise en deux parties : une approche de conception intégrée et un processus de groupe intégré. L'approche de conception « intégrée » exige que tous les intervenants du projet, ainsi que l'équipe de planification technique, de conception et de construction, examinent les objectifs, les matériaux, les systèmes et les assemblages sous tous leurs angles. Cette approche diffère du processus de planification et de conception typique, qui dépend de l'expertise de spécialistes travaillant dans des domaines précis, plus ou moins isolés les uns des autres.

Éléments caractéristiques (*character-defining elements*) : matériaux, formes, emplacement, configurations spatiales, usages et connotations ou significations culturelles qui contribuent à la valeur d'un *lieu patrimonial* qu'il faut protéger.

Élément intrinsèquement durable (*inherently sustainable feature*) : caractéristique d'un bâtiment ou d'un site qui, par sa conception, ses matériaux, sa fabrication ou ses systèmes naturels, incarne les principes de *durabilité*.

Empreinte carbone (*embodied carbon*) : quantité de carbone libérée durant la construction d'un bâtiment, y compris pendant l'extraction, la fabrication, le transport et l'assemblage final des matériaux.

Énergie grise (*embodied energy*) : énergie totale utilisée pour la création du bâtiment et des matériaux qui le composent.

Note : l'énergie utilisée pour construire une structure est de 15 à 40 fois supérieure à sa consommation énergétique annuelle. Les systèmes de cotation actuels ne tiennent pas compte de cette *énergie grise* dans le calcul des coûts énergétiques et des frais d'exploitation annuels.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (*Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]*) : organisme intergouvernemental scientifique fondé à la demande des gouvernements membres en 1988 par deux organisations des Nations Unies, l'*Organisation météorologique mondiale* (OMM) et le *Programme des Nations Unies pour l'environnement* (PNUE), puis ratifié par l'*Assemblée générale des Nations Unies* grâce à la résolution 43/53. Tous les membres de l'OMM et du PNUE peuvent adhérer au GIEC.

Le GIEC rédige des rapports connexes à la *Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques* (CCNUCC), le principal traité international sur les changements climatiques. Les rapports du GIEC portent sur les « renseignements scientifiques, techniques et socioéconomiques requis pour comprendre la base scientifique des risques des changements climatiques causés par l'homme, leurs *répercussions* potentielles et les différentes options d'*adaptation* et d'*atténuation*. »

Le GIEC ne dirige pas ses propres projets de recherche, pas plus qu'il ne surveille le climat ou ses phénomènes connexes. Il fonde son évaluation sur la littérature publiée, notamment les sources évaluées par les pairs ou non.

Des milliers de scientifiques et d'autres experts contribuent bénévolement à la rédaction et à la révision des rapports, qui sont ensuite passés en revue par divers gouvernements. Les rapports du GIEC contiennent un *Sommaire pour les personnes responsables de l'élaboration des politiques*, qui doit être soumis à l'approbation, ligne après ligne, des délégués de tous les gouvernements participants (généralement plus de 120 pays).

Malgré les controverses dont il a été l'objet au fil des ans (certains scientifiques ont affirmé que leurs découvertes avaient été diluées par l'organe administratif du GIEC), le GIEC est une autorité reconnue mondialement dans le domaine des changements climatiques. Ses rapports sont acceptés par les plus éminents scientifiques en matière de climat et par les gouvernements participants. Le GIEC et Al Gore se sont d'ailleurs partagé le *prix Nobel de la Paix* en 2007. Voir l'annexe A.

Intégrité matérielle (*material integrity*) : degré de complétude et état d'un matériau donné par rapport à son état d'origine à l'installation.

Intendance durable (*sustainable stewardship*) : l'entretien, le maintien et la gestion durables d'un bâtiment. L'intendance est le principe moral qui englobe la planification et la gestion responsables des ressources. Les concepts d'intendance peuvent s'appliquer à l'environnement, à l'économie, à la santé, aux biens et plus encore.

Morphologie (*morphology*) : forme ou structure de toute chose, comme un bâtiment, un site ou un quartier.

Préservation (*preservation*) : action ou processus visant à protéger, à entretenir ou à stabiliser des matériaux existants, la forme ou l'intégrité d'un lieu patrimonial, ou d'une de ses composantes, tout en protégeant la *valeur patrimoniale* du lieu.

Processus de conception intégré (*integrated design process*) : approche conceptuelle utilisée dans la réalisation de bâtiments à haut rendement énergétique et qui contribue à la conservation du patrimoine et à la durabilité des collectivités. Il s'agit d'un processus collaboratif qui :

- met l'accent sur la conception, la construction, l'exploitation et l'occupation d'un bâtiment tout au long de sa vie;

- est conçu pour permettre au client et aux autres parties prenantes de fixer et d'atteindre des buts et objectifs fonctionnels, environnementaux, culturels, sociaux et économiques clairement définis et complexes;
- prévoit une équipe de conception multidisciplinaire dotée des compétences requises pour régler tous les problèmes conceptuels émanant des objectifs;
- passe par différentes étapes de spécificité grandissante pour créer les solutions les mieux intégrées qui soient, en se basant sur des stratégies de construction globales.

Mise à niveau (*retrofit*) : transformation de bâtiments ou de systèmes existants pour les adapter aux besoins changeants des occupants, tout en visant l'atteinte d'un meilleur rendement énergétique et d'une plus grande *durabilité*. Selon le pourcentage d'*énergie grise* qu'ils contiennent, les bâtiments mis à niveau sont souvent plus durables que les nouvelles constructions.

Réhabilitation (*rehabilitation*) : action ou processus visant à permettre un usage continu ou contemporain compatible avec le *lieu patrimonial*, ou avec l'une de ses composantes, tout en protégeant la *valeur patrimoniale* du lieu.

Répercussions évitées (*avoided impact*) : répercussions globales de la construction de nouveaux bâtiments sur l'environnement qui peuvent être évitées si l'on fait appel à d'autres moyens. Elles sont au cœur d'une approche utilisée dans *l'analyse du cycle de vie*, notamment lorsqu'il faut répartir le fardeau écologique pour des raisons de *recyclage* ou de *réutilisation* et déterminer ainsi l'*impact environnemental* d'un produit, d'un élément fonctionnel d'un bâtiment ou du bâtiment au complet.

Résilience du bâtiment (*building resiliency*) : capacité d'un bâtiment à fonctionner dans des conditions extrêmes, notamment les températures extrêmes, l'élévation du niveau de la mer, les désastres naturels, etc. Tandis que l'environnement bâti fait face aux effets imminents du changement climatique mondial, les propriétaires, les concepteurs et les constructeurs peuvent concevoir des installations pour optimiser la *résilience de leur bâtiment*.

Restauration (*restoration*) : action ou processus visant à révéler, à faire retrouver ou à représenter fidèlement l'état d'un *lieu patrimonial*, ou d'une de ses composantes, comme il était à une période particulière de son histoire, tout en protégeant la *valeur patrimoniale* du lieu.

Sentiment d'appartenance ou esprit du lieu (*sense of place*) : ensemble de caractéristiques qui rendent un lieu authentique et unique; amalgame d'éléments naturels et culturels mariant le caractère physique d'un espace à des souvenirs, une culture et une histoire. Le sentiment d'appartenance relève de l'expérience humaine vécue dans un paysage naturel ou urbain donné, procurant ainsi une forte identité et un caractère profondément ressentis par ses visiteurs et chéris par ses résidents.

Systèmes de cotation (*rating systems*) : nombreux systèmes mis sur pied partout dans le monde pour classer les bâtiments selon leur degré de *durabilité*. Certains offrent des certifications fondées sur la démonstration authentique du degré de *durabilité* atteint. En Amérique du Nord, les *systèmes de cotation* les plus couramment utilisés sont LEED^{MD} et Green Globes^{MD}.

Valeur patrimoniale (*heritage value*) : importance ou signification esthétique, historique, scientifique, culturelle, sociale ou spirituelle pour les générations passées, actuelles ou futures. La *valeur patrimoniale* d'un lieu historique repose

sur ses éléments caractéristiques tels que les matériaux, la forme, l'emplacement, les configurations spatiales, les usages et les connotations et significations culturelles.

ANNEXE A

LA RÉHABILITATION DURABLE POUR LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Voici quelques extraits du Rapport d'évaluation 2007 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) soulignant l'importance de réaménager et de réhabiliter notre parc immobilier existant pour lutter contre le changement climatique :

Les mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) produites par les bâtiments sont classées en trois catégories :

1. réduction de la consommation d'énergie et de la quantité d'énergie grise à l'intérieur des bâtiments;
2. utilisation de carburants à faible teneur en carbone contenant une plus grande part d'énergie renouvelable;
3. contrôle des émissions de GES autres que le dioxyde de carbone.

L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments existants offre le potentiel d'atténuation le plus important, le plus varié et le plus rentable dans la lutte contre le changement climatique.

Il sera possible, dans les années à venir, de réduire considérablement les émissions de dioxyde de carbone provenant de l'énergie consommée dans les bâtiments grâce

aux technologies de rendement énergétique perfectionnées qui sont déjà répandues et éprouvées (grande concordance, degré élevé d'évidence).

On peut atteindre une grande part de ces réductions tout en diminuant les coûts de cycle de vie, ce qui entraînera une baisse des émissions de dioxyde de carbone et une hausse des profits. Cependant, en raison de la longue durée de vie des bâtiments et de leur équipement, ainsi que des nombreuses et solides barrières commerciales qui se dressent dans ce secteur, il est fréquent qu'on ne puisse pas appliquer ces technologies fondamentales au niveau requis pour réduire les coûts du cycle de vie (grande concordance, degré élevé d'évidence).

Un examen de la documentation (80 études) démontre qu'il serait mondialement possible et rentable de réduire environ 29 % des émissions de référence projetées d'ici 2020 dans le secteur résidentiel et le secteur commercial, pourcentage le plus élevé parmi tous les secteurs à l'étude dans ce rapport (grande concordance, degré élevé d'évidence).

De plus, on peut éviter au moins 3 % des émissions de référence à un coût de 20 \$ US/CO₂t, et 4 % de plus si l'on débourse 100 \$ US/CO₂t. Cependant, vu les nombreuses possibilités peu coûteuses, les options à coût élevé ont fait l'objet d'une évaluation restreinte, et ces données sont sous-estimées (grande concordance, degré élevé d'évidence).

Même si le comportement des occupants, la culture, le choix des consommateurs et l'utilisation de technologies sont des facteurs déterminants de la consommation d'énergie à l'intérieur des bâtiments et qu'ils jouent un rôle fondamental dans la mesure des émissions de dioxyde de carbone (grande concordance, faible degré d'évidence), la réduction potentielle obtenue par des moyens non technologiques est rarement évaluée, et l'influence éventuelle des politiques

ANNEXE A : LA RÉHABILITATION DURABLE POUR LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

les encadrant, peu connue. Puisque les études se penchent très peu sur les options écoénergétiques à la disposition des usagers, qu'on omet souvent les options non technologiques et leurs avantages connexes et qu'on exclut les bâtiments intégrés et évolués à haut rendement écoénergétique, le potentiel réel est vraisemblablement plus grand (grande concordance, faible degré d'évidence).

Il existe une vaste gamme de technologies et de savoir-faire accessibles et rentables qui n'ont pas été largement adoptés, même s'ils peuvent faire diminuer considérablement les émissions de GES des bâtiments. Il s'agit entre autres de concepts d'énergie solaire passive, de systèmes d'éclairage et d'appareils électriques écoénergétiques, de systèmes de ventilation et de climatisation à haut rendement, de chauffe-eau solaires, de matériaux et de techniques d'isolation, de matériaux de construction à haut pouvoir réfléchissant et de vitrage multiple. En matière de consommation d'énergie, les plus grandes économies (75 % ou plus) sont réalisées dans les bâtiments plus récents conçus et exploités comme des systèmes intégraux.

Sur l'ensemble du parc immobilier, les principales réductions d'émissions de carbone d'ici 2030 seront réalisées grâce à la mise à niveau des bâtiments existants et au remplacement de l'équipement énergivore, et ce, en raison du faible taux de renouvellement du capital (grande concordance, degré élevé d'évidence).

La mise en œuvre de mesures d'atténuation des émissions de carbone dans les bâtiments a de nombreux avantages connexes. Même si ces mesures ont fait l'objet de peu d'évaluations financières, on estime que leur valeur globale est supérieure à celle des économies d'énergie (concordance moyenne, faible degré d'évidence).

Parmi les avantages économiques figurent la création d'emplois et d'occasions d'affaires et la hausse de la compétitivité économique et de la sécurité énergétique. On compte également l'offre de prestations sociales aux foyers à faible revenu, un accès accru aux services énergétiques, l'amélioration de la qualité de l'air intérieur et extérieur, ainsi qu'une amélioration du confort, de la salubrité et de la qualité de vie.

Or, il y a des barrières commerciales importantes à surmonter, et il faut mettre en pratique plus rapidement et adéquatement les politiques et les programmes d'efficacité énergétique et de décarbonisation pour atteindre le potentiel d'atténuation à coût faible ou négatif mentionné. Les barrières sont notamment les coûts élevés de la collecte de renseignements fiables sur les mesures de rendement énergétique, le manque d'incitatifs adéquats (p. ex., entre les propriétaires qui assument le coût des mesures d'efficacité énergétique et les locataires qui en bénéficient), l'accès limité au financement, les subventions sur les prix de l'énergie, ainsi que la fragmentation du secteur de la construction et du processus de conception en plusieurs professions, métiers, étapes de travail et industries.

Ces barrières sont particulièrement fortes et variées dans les secteurs résidentiel et commercial. On ne peut donc les surmonter qu'à l'aide de moyens d'action diversifiés (grande concordance, degré moyen d'évidence).

Diverses politiques gouvernementales se sont avérées utiles dans nombre de pays pour réduire les émissions de dioxyde de carbone de source énergétique dans les bâtiments (grande concordance, degré élevé d'évidence).

Parmi celles-ci, notons les normes continuellement mises à jour pour les appareils électriques, les codes et l'étiquetage énergétiques des bâtiments, les mesures de tarification

ANNEXE A : LA RÉHABILITATION DURABLE POUR LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

de l'énergie et les incitatifs financiers, les programmes de gestion de la demande des services publics, les programmes de leadership énergétique du secteur public, dont les politiques d'approvisionnement et les initiatives d'éducation et de formation, et la promotion des entreprises de services écoénergétiques. Le plus grand défi demeure la création de stratégies efficaces pour la mise à niveau de bâtiments existants en raison de leur faible taux de renouvellement. Puisque la sensibilisation au changement climatique et aux choix technologiques, culturels et comportementaux est une condition préalable importante à l'application de politiques pleinement exploitables, celles-ci doivent s'accompagner de programmes offrant aux consommateurs un meilleur accès à l'information et de meilleures connaissances.

En résumé, même si ce sont dans les bâtiments que l'on trouve les moyens les plus économiques de réduire les émissions de GES parmi tous les secteurs examinés dans le présent rapport, il faudra, pour bâtir un avenir moins pollué par le carbone, décupler les efforts pour créer des programmes et des politiques liés à l'efficacité énergétique dans les bâtiments et aux sources d'énergie à faible émission de carbone, mesures qui devront aller certainement bien au-delà de celles prises aujourd'hui.

ANNEXE B

DES COMPÉTENCES OUBLIÉES : COMMENT NOUS AVONS DÉLAISSÉ LA CONCEPTION DURABLE

N.B. : Dans cette analyse de l'évolution des bâtiments issus du génie architectural, de la conception des immeubles de bureaux modernes et des répercussions de la climatisation, on constate une attitude vis-à-vis de la *durabilité* écologique très différente de celle manifestée de nos jours. Les extraits d'articles suivants, tirés de l'*ASHRAE Journal*, illustrent comment nous sommes parvenus aux créations architecturales des années 1950 et 1980, ce qui est très révélateur sur le plan de la conception durable, particulièrement pour la *réhabilitation* et le *réaménagement* durables de ces bâtiments à l'heure actuelle.

HISTORIQUE DE L'ASHRAE

L'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration & Air Conditioning Engineers) est née en 1959 de la fusion de l'American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHAE), fondée en 1894, et de l'American Society of Refrigerating Engineers (ASRE), fondée en 1904.

Les débuts du manuel de l'ASHRAE, qui a une forte influence générale sur la conception architecturale depuis les années 1950, remontent à 1922, lorsque l'American Society of Heating and Ventilating Engineers (ASH&VE) a publié son guide de chauffage et de ventilation.

LES IMMEUBLES DE BUREAUX DE L'APRÈS-GUERRE

ASHRAE JOURNAL – Air Conditioning in Office Buildings After World War II: The First Century of Air Conditioning. Auteur : David Arnold, F.R.Eng., membre de l'ASHRAE

À la fin des années 1930, alors que l'économie sortait de la grande dépression, les ventes de matériel de climatisation doublèrent en un an, s'élevant à plus de 30 millions de dollars dans les cinq premiers mois de 1937. Tous les grands fabricants (General Electric, Frigidaire, Carrier, York, Westinghouse, etc.) produisaient des climatiseurs individuels, que l'on installait principalement dans des bureaux.

La plupart des bâtiments climatisés construits avant la Seconde Guerre mondiale possédaient des systèmes dits « tout air ». Le grand espace nécessaire à l'installation de conduits verticaux s'avéra un important facteur de dissuasion pour les promoteurs cherchant à rentabiliser chaque mètre carré au maximum. L'ère des bureaux à espaces ouverts n'était pas encore arrivée.

Climatisation et murs-rideaux

Pendant la guerre, où un moratoire sur les bâtiments civils a entraîné une pénurie de projets, l'une des principales revues d'architecture, *Architectural Forum*, publia une édition spéciale sur les tendances de l'après-guerre. Le rédacteur, Howard Myers, invita plusieurs architectes éminents, notamment Louis Kahn, William Lescaze, Mies van der Rohe et Pietro Belluschi, un architecte italien moins connu établi à Portland, en Oregon, à effectuer la conception architecturale de divers projets de construction potentiels pour une ville de taille moyenne une fois que les restrictions de la période de guerre auraient été levées. Myers stipula que ces dessins devaient « démontrer une approche sophistiquée mais non excessive » en matière de planification de la construction et d'équipement, et qu'ils devaient tirer parti des technologies disponibles à cette époque, mais pas encore répandues.

Myers fit appel à Belluschi pour la conception d'un immeuble de bureaux. Ce dernier écrivit : « Nos hypothèses ont été influencées par la puissance des métaux légers et par leur production extrêmement abondante pour le matériel de guerre; ils ne demanderont qu'à être utilisés une fois la crise terminée. » Apparemment, son intention était de climatiser le bâtiment en employant de grandes quantités d'aluminium pour le revêtement extérieur, les cadres des panneaux muraux, les entrées d'air externes, les persiennes intérieures et même les plateaux de dalles de plafonds. On peut voir l'ampleur de cette utilisation d'aluminium dans la coupe transversale de son projet (image 1). Cette coupe démontre également comment il proposait d'assurer le confort intérieur au moyen de climatiseurs individuels, d'entrées d'air localisées individuelles et de panneaux de chauffage par rayonnement dans le plafond. Pour couronner le tout, les grandes fenêtres étaient munies de persiennes en aluminium.

L'Equitable Building

Belluschi mit ses idées en pratique avant la fin de la guerre. En effet, l'Equitable Savings and Loan Association désirait construire un nouveau siège social à Portland. Même si la conception architecturale de ce bâtiment était à première vue semblable à celle du projet d'*Architectural Forum*, Belluschi introduisit plusieurs changements importants qui eurent des répercussions sur son environnement intérieur tout autant que sur son apparence.

Le bâtiment fut salué par *Architectural Forum* comme étant la première « tour de cristal et de métal », que l'on attendait d'ailleurs depuis longtemps. Un de ses éléments les plus spectaculaires était « ses immenses surfaces vitrées d'un vert glauque. » Celles-ci étaient constituées de double vitrage étanche, le panneau extérieur étant fait de verre absorbant la chaleur, ce qui réduisait la transmission solaire de 40 %.

Belluschi s'était assuré que ce vitrage traité réduirait non seulement la charge thermique solaire, mais aussi l'éblouissement causé par le ciel, ce qui éliminerait le besoin de persiennes ou de stores. Apparemment, « certains locataires exprimèrent leur inquiétude face au manque d'ombre, mais après plusieurs mois passés dans des conditions satisfaisantes, peu d'entre eux installèrent des persiennes. »

J. Donald Kroeker, l'ingénieur mécanicien, était aussi innovateur que l'architecte. Ce bâtiment fut un des premiers à être entièrement chauffé et climatisé par de l'eau tirée de puits par une thermopompe. Les systèmes de climatisation fonctionnaient par commande automatique, et chaque étage comptait un système de circulation d'air muni de conduits individuels reliés à chaque face du bâtiment et aux zones intérieures. De plus, ces installations comprenaient une option de prise d'air extérieur à 100 %. Kroeker affirma que ce système réduisit les coûts de fonctionnement de 10 à 25 % par rapport aux coûts seuls de chauffage et de ventilation.

L'édifice, maintenant appelé le Commonwealth Building, est considéré comme le prototype de l'immeuble moderne complètement climatisé. Le système de climatisation fut installé pour compenser l'apport de chaleur provenant des larges fenêtres étanches sans avoir recours à des persiennes ou à des stores. En fin de compte, il s'agit peut-être là d'un précédent malheureux sur le plan énergétique et écologique.

L'édifice des Nations Unies

L'édifice des Nations Unies, à New York, a été le premier grand bâtiment international construit après la guerre. On mit sur pied un comité consultatif multinational pour sa conception, composé de plusieurs architectes éminents, dont Le Corbusier. Le directeur de planification et architecte principal de l'édifice était Wallace K. Harrison,

En dépit de problèmes causés par les murs-rideaux, la combinaison de verre teinté, de stores vénitiens et du système d'éjectoconvecteurs haute vitesse à distribution périphérique dut s'avérer une réussite, car cette configuration fut répétée dans de nombreux bâtiments au cours des 20 ou 30 années suivantes. Toutefois, et étrangement pour un bâtiment climatisé, les fenêtres de la tour étaient à châssis ouvrant, bien qu'il ne semble exister aucune explication officielle sur le fait qu'elles ne suivaient pas le modèle établi par Belluschi.

Le Lever House

On adopta des principes semblables dans la conception du Lever House, achevé en 1952, deux ans après l'édifice des Nations Unies. Contrairement à ce dernier, le Lever House est entouré de murs-rideaux sur les quatre côtés. C'est l'un des premiers bâtiments dotés de fenêtres étanches et d'une nacelle de lavage de vitres automatisée et soutenue par un palan à rail au niveau du toit. Puisqu'il ne possède que 21 étages, l'usage de conduits d'air à haute vitesse a éliminé le besoin de salles de machinerie intermédiaires.

Son apparence claire, presque transparente, devint très prisée; des bâtiments semblables apparurent d'ailleurs dans la plupart des villes occidentales entre les années 1950 et 1960. La climatisation est si fondamentale à la conception de ce bâtiment qu'il ne pourrait pas fonctionner sans elle. Le Lever House et l'Equitable Building furent deux des premiers immeubles de bureaux pour lesquels ce fut le cas.

Exportation du concept

Ces bâtiments furent conçus comme des structures étanches et transparentes sans compromis apparent sur l'environnement intérieur. Mais lorsque ce style fut utilisé ailleurs, les architectes ne comprirent pas toujours le rôle essentiel que jouait la climatisation dans le concept. Ce

problème, combiné à l'échec des premiers murs-rideaux, contribua à la mauvaise réputation des bâtiments de ce style.

L'un des premiers projets de construction majeurs de l'après-guerre au Royaume-Uni fut entrepris dans le quartier Barbican à Londres, qui avait été grandement endommagé par les bombardements. Six tours de bureaux dans le style du Lever House faisaient partie des plans. Les autorités locales établirent des paramètres pour l'apparence et la taille de chaque bâtiment, notamment l'installation de murs-rideaux et une hauteur maximale de 3,3 m (11 pi) par étage. À l'époque, comme les bureaux londoniens étaient rarement climatisés, ils étaient ventilés naturellement au moyen de fenêtres à châssis ouvrant. Cette solution n'était qu'un substitut médiocre, les spécifications ne tenant pas compte de l'importance de la climatisation dans les bâtiments modèles comme le Lever House.

Malheureusement, l'apparence moderne et sophistiquée de ces bâtiments établit un modèle qui fut repris dans plusieurs projets de développement au début des années 1960, à Londres comme dans le reste de l'Occident. Même si on se rendit rapidement compte de la nécessité de climatiser ce type de bâtiments indépendamment de leur emplacement géographique, peu d'entre eux furent construits avec des étages de hauteur adéquate. Ainsi, ces immeubles n'offrent pas des conditions de travail confortables et se prêtent difficilement aux changements. D'ailleurs, bon nombre d'entre eux seront démolis prématurément, ce qui a déjà été le cas à Londres.

C'est dans les années 1960 que les bureaux climatisés firent leur apparition à Londres. La construction d'immeubles de bureaux connut un nouvel essor et, étant donné le rendement insatisfaisant des imitations du Lever House, bon nombre d'entre eux furent climatisés. Pour suivre l'exemple

établi aux États-Unis, on eut le plus couramment recours aux systèmes d'éjectoconvecteurs. Des systèmes à deux conduits furent également installés dans quelques bâtiments, mais on les considéra rapidement comme trop coûteux. Au fur et à mesure qu'ils se familiarisèrent avec les éjectoconvecteurs haute vitesse, les ingénieurs prirent conscience des défauts suivants :

- espace requis pour héberger les unités terminales et les conduits à haute vitesse (en périphérie du bâtiment);
- bruit émis par les tuyères des éjecteurs;
- risque de bruit causé par des fuites dans les joints des conduits à haute vitesse;
- consommation d'énergie des circuits de génération d'air à haute vitesse ou par pression.

Certains architectes résolurent le problème de l'hébergement des conduits en les plaçant à l'extérieur de la structure plutôt qu'en périphérie du bâtiment et en conférant une forme plus sculptée à la façade. Par la suite, en Europe, les éjectoconvecteurs furent remplacés par les ventilo-convecteurs et les systèmes à débit d'air variable.

Autres systèmes de climatisation

Pendant l'essor de la construction des années 1980, lorsque les systèmes à débit d'air variable étaient la méthode principale de climatisation, certains concepteurs se mirent à rechercher de nouvelles solutions de refroidissement. Les architectes et les ingénieurs travaillant sur des projets tels que Gateway Two à Basingtoke, en Angleterre, étudièrent l'idée d'assurer le confort intérieur grâce à la ventilation naturelle seule. Ce bâtiment, qui fut achevé en 1983, est situé dans une zone climatique tempérée et protégé contre un apport solaire excessif. Le concept de l'atrium qui a été

employé permettait une ventilation et un éclairage naturels. On a évité d'installer des plafonds suspendus dans les bureaux et mis à profit la masse thermique de la structure pour limiter les hausses et les variations de température intérieure. En surveillant le rendement du bâtiment de près, on a pu établir un principe selon lequel, dans les conditions climatiques du Royaume-Uni, il n'est pas toujours nécessaire de climatiser les édifices de prestige.

L'idée d'étanchéiser les fenêtres et de les maintenir fermées dans les bâtiments climatisés a été remise en question par plusieurs concepteurs, notamment ceux de la KölnTurm à Cologne, de l'édifice de Scandinavian Airlines System (SAS) à Stockholm et du siège social européen de Dow près de Zurich. Le principe général des systèmes de ces bâtiments est d'allier les avantages d'une ventilation naturelle à ceux de la climatisation pour permettre un plus grand confort tout en consommant moins d'énergie. Le concept du bâtiment « climatisé » naturellement ventilé gagne en popularité au Royaume-Uni. Ces bâtiments ont en commun les facteurs suivants :

- installation de fenêtres à châssis ouvrant dans les murs à haut rendement;
- absence d'air de recirculation;
- refroidissement passif (poutrelles de refroidissement et plafonds froids);
- contrôle sur place par les occupants;
- vitrage transparent plutôt que teinté ou réfléchissant;
- dispositifs pare-soleil.

ANNEXE B : DES COMPÉTENCES OUBLIÉES : COMMENT NOUS AVONS DÉLAISSÉ LA CONCEPTION DURABLE

La technique qui consiste à employer la ventilation naturelle et la climatisation dans un même bâtiment à différentes périodes de l'année est appelée « mode mixte ». C'est une solution de rechange qui vise à allier les meilleurs éléments des systèmes mécaniques et naturels. Les bâtiments et les systèmes d'ingénierie sont intégrés et conçus de manière à fonctionner en mode naturel autant que possible pour réduire au minimum la consommation d'énergie. Les systèmes mécaniques ne sont employés que lorsque la température externe atteint des conditions extrêmes. Le siège social d'une société émettrice de cartes de crédit situé à Northampton, en Angleterre, est un exemple de bâtiment employant ce mode mixte, la ventilation de nuit contribuant à un refroidissement passif. On emploie aussi un bassin de refroidissement la majeure partie de l'année et des réfrigérants à l'ammoniac dans des conditions extrêmes. Le bassin alimente les poutrelles de refroidissement avec de l'eau naturellement rafraîchie lorsque la température reste aux environs de 20 °C (68 °F). Lorsqu'elle dépasse ce seuil, on utilise le bassin pour rejeter la chaleur des condenseurs des réfrigérants.

À l'heure actuelle, plutôt que de suivre le modèle américain, on met au point des techniques adaptées aux conditions climatiques et à l'emplacement géographique, techniques qui répondent à une prise de conscience des répercussions environnementales potentielles de la climatisation.

Conclusions

Les répercussions de la climatisation des immeubles de bureaux ont entraîné deux effets majeurs : d'un côté, la possibilité de concevoir et de construire des immeubles sans la contrainte de mesures passives pour assurer une fraîcheur confortable, et de l'autre, la possibilité d'introduire de nouveaux matériaux et de nouvelles techniques de construction tout en sachant (parfois partiellement) que

la climatisation procurera un environnement confortable. L'enveloppe extérieure d'un bâtiment constitue la barrière principale entre les environnements interne et externe, dont les lacunes ou autres problèmes sont compensés par les systèmes environnementaux. Il est désormais difficile de savoir si la piètre opinion de la climatisation dans les années 1950 et 1960 est attribuable à la médiocrité de certains murs-rideaux ou aux systèmes de refroidissement inadéquats. Les systèmes de revêtement extérieur qui ont résulté de ces essais permettent un degré d'isolation du climat extérieur comme seul Le Corbusier l'envisageait. L'inconvénient de cette technologie, c'est qu'il coûte moins cher de construire des bâtiments légers et de les étanchéiser avec leur revêtement mural plutôt que de mettre en place des moyens de contrôle passif, comme l'exposition de la masse thermique ou l'installation de fenêtres à châssis ouvrant. Par conséquent, ces bâtiments resteront fort probablement climatisés pendant toute leur durée de vie, qu'ils puissent ou non être refroidis de manière naturelle, sans tenir compte des répercussions environnementales de la climatisation.

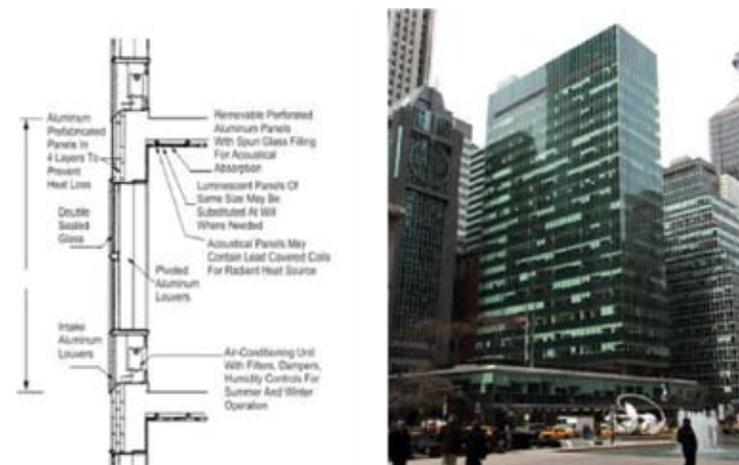


Image 1 (à gauche) : étude de conception réalisée en 1943 par Belluschi pour un immeuble de bureau en « 194X »; image 2 (à droite) : Lever House, 1952

ANNEXE C : ÉTUDES DE CAS

CENTERBEAM PLACE



La nouvelle façade sud (arrière), conçue dans le respect du contexte existant, procure un apport solaire passif et une cour pour les activités extérieures.

Source : Jim Bezanson

Emplacement 56, 60, 64, 70 et 74, rue Prince William
8, 12, 16 et 20, rue King
7, 11, 19 et 21, rue Canterbury
Saint John (Nouveau-Brunswick)

Équipe de projet Commercial Properties Ltd.
Thomas Johnson Architect Inc.
FCC Engineering
Lawrence R A Engineering Ltd.
Johnson Mechanical Contractors

Date de construction d'origine De 1877 à 1880

Date de réhabilitation Phase 1 : de 2002 à 2005
Phase 2 : de 2005 à 2008

Usage d'origine Bureaux et commerces de détail

Nouvel usage prévu Bureaux et commerces de détail

Depuis plusieurs années, la plupart des onze structures indépendantes visées par ce projet de réhabilitation complexe appartiennent à Commercial Properties Ltd. Son président-directeur général, John K. F. Irving, a acquis les bâtiments restants pour aménager l'intégralité de cet îlot urbain remarquable menant vers les quartiers résidentiels de Saint John. CenterBeam, un fournisseur de services TI, est le principal locataire des étages supérieurs du complexe réhabilité. Au rez-de-chaussée se trouvent des commerces de détail, des institutions financières et des restaurants.

DESCRIPTION DU BÂTIMENT

Le projet porte sur la *réhabilitation* de onze bâtiments de style Second Empire ou d'inspiration italienne conformément aux pratiques exemplaires de conservation du patrimoine décrites dans les *Normes et lignes directrices pour la conservation des lieux patrimoniaux au Canada* (2003). En outre, les philosophies de conservation du patrimoine, d'adaptation des bâtiments et de réduction de l'impact environnemental ont incité Commercial Properties à insérer un nouveau bâtiment à l'intérieur de l'îlot de la rue Canterbury et à assurer l'intégration des façades de celui-ci dans l'ensemble.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

- Maçonnerie massive (triple paroi porteuse) avec une excellente masse thermique.
- Murs de fondation en moellons appuyé sur le roc constituant une excellente structure pour la réhabilitation.
- Fenêtres en bois de 135 ans pouvant être réparées et entretenues.

ÉTUDE DE CAS : CENTERBEAM PLACE

- Corniches en saillie protégeant les murs en brique plus bas.
- Cour arrière améliorant l'accès à la lumière naturelle.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

- Trouver des artisans et des gens de métiers compétents qui comprennent les techniques de construction traditionnelles.
- Conserver les murs mitoyens tout en créant un aménagement à aire ouverte.
- Intégrer les aires de circulation horizontale et verticale dans ce qui était autrefois onze bâtiments indépendants sur une rue en pente. Mettre à niveau les systèmes électrique et mécanique pour qu'ils répondent aux besoins des locataires actuels et respectent les exigences du code en vigueur sans compromettre les *éléments caractéristiques*.

STRATÉGIES CLÉS POUR UNE RÉHABILITATION DURABLE

- Préserver les éléments caractéristiques.
- Utiliser des matériaux et des détails traditionnels pour les travaux de réparation et de remplacement.
- Privilégier l'utilisation de matériaux appropriés plutôt que ceux qui sont facilement accessibles et faire appel à des artisans et à des gens de métier expérimentés qui comprennent les matériaux visés.
- Conserver les fenêtres en bois existantes, qui ont été améliorées par l'installation de verres thermos et de pellicules écoénergétiques du côté intérieur.
- Réutiliser les briques d'époque récupérées.
- Construire un nouveau bâtiment en insertion/ bâtiment intercalaire doté de grandes fenêtres orientées vers le sud de façon à obtenir un apport solaire passif et à réduire les besoins en chauffage.



Hall intérieur situé à l'arrière des bâtiments existants et qui combine éléments nouveaux et éléments existants (source : Commercial Properties Limited)



La nouvelle insertion comble l'ancien espace vide sur la rue et s'intègre au contexte avec des fenêtres et matériaux de tailles compatibles (source : Jim Bezanson)



Détail de fenêtre sur la rue King : des pellicules écoénergétiques ont été installées à l'intérieur pour augmenter le rendement thermique, tout en préservant ces *éléments caractéristiques* (source : Jim Bezanson).

YACHT CLUB DE BEACONSFIELD



Emplacement	26, chemin Lakeshore, Beaconsfield (Québec)
Équipe de projet	FGMDA François Goulet (structure) Hai Nguyen, Les Consultants LBCD (mécanique et électricité)
Date de construction d'origine	1810
Date de réhabilitation	De 2004 à 2005 : Toit De 2006 à 2008 : Maçonnerie et fenêtres
Usage d'origine	Résidence
Nouvel usage prévu	Club nautique

DESCRIPTION DU BÂTIMENT

Ce bâtiment modeste a été construit en 1810 à titre de résidence privée. Il a été transformé en vignoble appelé « The Homestead » en 1874 et héberge actuellement le Yacht Club de Beaconsfield. Construite en pierres calcaires porteuses et munie d'un toit à ossature en bois, la structure présente de nombreuses caractéristiques traditionnelles de l'architecture coloniale tardive du Canada français. Elle a été restaurée dans le respect de son style du début du XX^e siècle.

STRATÉGIES CLÉS POUR UNE RÉHABILITATION DURABLE

- Renforcer l'ossature lourde du toit en bois d'œuvre par des raidisseurs ou à l'aide de plaques d'acier.
- Réparer et réinstaller les lucarnes d'origine.
- Réhabiliter les fenêtres en bois d'origine.
- Ajouter un coupe-froid autour des cadres de fenêtres.
- Installer de nouvelles contre-fenêtres en bois.
- Ajouter de l'isolant dans le plancher du grenier et améliorer sa ventilation.
- Rejointoyer tous les joints de mortier et réparer les pierres fissurées pour créer un pare-air et réduire le risque de pénétration de l'eau de pluie.
- Éviter le remplacement des pierres extérieures ou, si nécessaire, se les procurer localement autant que possible.
- Installer une nouvelle couverture en acier inoxydable durable.



Réhabilitation d'une fenêtre en bois. Source : FGMDA



Renforcement de l'ossature du toit en bois d'œuvre à l'aide de membrures d'acier.



Avant-toit en saillie prononcée orienté vers le sud.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

- Les avant-toits en saillie prononcée de la façade sud réduisent l'apport de chaleur en été. Au nord, les avant-toits minimes optimisent l'éclairage naturel toute l'année.
- Les murs de maçonnerie massive procurent une inertie naturelle à la perte de chaleur en hiver et à l'apport de chaleur en été.
- Le recouvrement extérieur en pierre et les fenêtres en bois sont faciles d'accès pour l'entretien.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

- Améliorer le rendement thermique des murs extérieurs en maçonnerie porteuse.
- Renforcer l'ossature du toit en bois d'œuvre et remédier au fléchissement.
- Choisir une approche d'amélioration des fenêtres en bois d'origine qui permet d'allier rendement thermique, durabilité et caractère patrimonial.



Du coin supérieur gauche : installation d'une nouvelle contre-fenêtre inspirée du modèle d'origine pour améliorer le rendement de la fenêtre existante. Maçonnerie rejointoyée et réparée. Lucarnes réhabilitées et nouvelles fenêtres.

ÉDIFICE SIR-JOHN-A.-MACDONALD



Élévation de la rue Wellington avec l'annexe illustrée en contexte. Les fenêtres patrimoniales existantes et les ouvertures de l'annexe laissent pénétrer une grande quantité de lumière naturelle dans le bâtiment. Source : NORR/MTBA

Emplacement	144, rue Wellington, Ottawa (Ontario)
Équipe de projet	MTBA Mark Thompson Brandt Architect & Associates Inc. NORR Architects Engineers Planners John G. Cooke & Associates Ltd. Halsall Associates
Date de construction	De 1930 à 1932 (conçu par E. I. Barott)
Date de réhabilitation	De 2011 à 2015
Usage d'origine	Siège social de la Banque de Montréal à Ottawa
Nouvel usage prévu	Centre des congrès de la Chambre des communes

La réutilisation adaptative et l'agrandissement de l'ancien bâtiment de la Banque de Montréal, classé par le BEÉFP et médaillé d'or de l'IRAC, transforment ce « chef-d'œuvre architectural canadien » (énoncé de valeur patrimoniale du BEÉFP) et son vaste comptoir bancaire en installations éducatives, cérémoniales et festives sur la Colline du Parlement. Des espaces secondaires et tertiaires adaptés et une nouvelle annexe viennent compléter le grand hall réhabilité et les autres principaux espaces patrimoniaux pour fournir à la Chambre des communes un centre des congrès de pointe.

Ce bâtiment robuste de plus de 80 ans à forte valeur patrimoniale a été soumis à différentes stratégies de réhabilitation et d'adaptation nécessaires à la conservation de sa structure patrimoniale et au respect des objectifs de durabilité du client. Parmi les matériaux réhabilités, on comptait la pierre extérieure, les pierres intérieures, la pierre de béton Benedict intérieur (préfabrication historique), des boiseries raffinées, du plâtre ornemental et de grandes fenêtres en bronze et en acier. Il a fallu bien évaluer toutes les interventions pour équilibrer les notions de durabilité, de gestion et d'intégrité des ressources à long terme et de protection du patrimoine.

DESCRIPTION DU BÂTIMENT

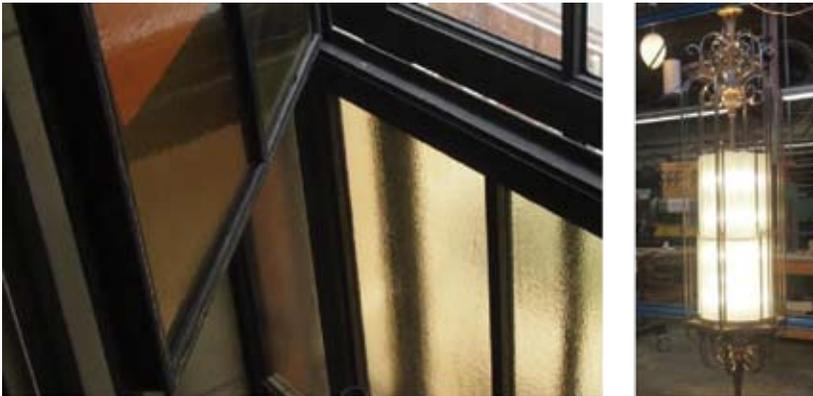
L'architecture du bâtiment est un exemple éloquent de classicisme moderne combiné à un plan traditionnel du style Beaux-arts et à des ornements Art déco, des détails en pierre raffinés (sculptés et lisses), de grandes fenêtres modernes aux cadres profilés et d'élégants grillages de fenêtre. Il s'agit d'un lieu historique unique présentant une valeur patrimoniale à la fois intérieure et extérieure, ainsi qu'une grande *intégrité matérielle*. Son comptoir bancaire principal de 84 mètres carrés (900 pieds carrés) présente

ÉTUDE DE CAS : ÉDIFICE SIR-JOHN-A.-MACDONALD

des matériaux d'origine agrémentés d'un plafond à caissons légèrement voûté et d'un fini peint métallique.

La réhabilitation de certains matériaux d'origine nécessitait l'enlèvement, l'amélioration, puis la réinstallation de marbre fin et de fenêtres en bronze et en acier, l'agrandissement et la mise à niveau des systèmes structurel, mécanique et électrique ainsi que l'insertion de nouveaux systèmes de sécurité, acoustique et multimédia d'envergure.

Pour tenir compte du décuplement de l'occupation, on a installé dans le hall principal un nouveau système hybride combinant chauffage et climatisation par rayonnement et une ventilation par déplacement d'air. Le fonctionnement du système est semblable à celui du système mécanique d'origine, notamment en réchauffant et en refroidissant à faible puissance, ce qui augmente son efficacité. Le projet cible une mention Green Globes 70, l'équivalent de la certification LEED niveau argent.



De gauche à droite : fenêtres en bronze réhabilitées avec joint en silicone appliqué sur la fenêtre intérieure; chandelier restauré doté d'éclairage à DEL.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

- Masse thermique des murs en maçonnerie à triple paroi.
- Matériaux durables, robustes et réutilisables.
- Éclairage naturel et résilience passive.
- Énergie grise des éléments du bâtiment.
- Emplacement privilégié au centre-ville, près des services de transport en commun.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

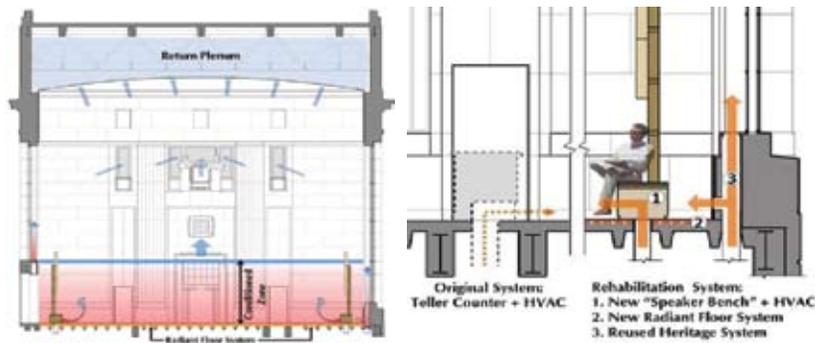
- Améliorer l'enveloppe du bâtiment en protégeant les composantes patrimoniales à l'intérieur et l'extérieur.
- Intégrer des éléments à haut rendement à des aires patrimoniales.
- Conserver l'intégrité élevée des matériaux patrimoniaux.
- Composer avec un modèle de système mécanique ancien et une enveloppe « scellée ».
- Intégrer un nouveau système de chauffage par rayonnement à partir du plancher dans le hall principal.



De gauche à droite : photo du hall principal prise avant l'intervention.

Source : MTBA

Rendu du hall principal après la réhabilitation. Source : doublespace photography

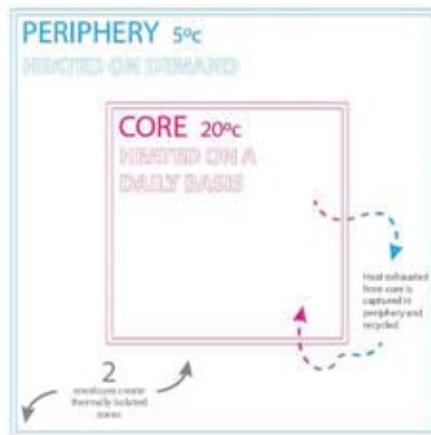


Coupe illustrant les stratégies durables mises en œuvre dans le hall principal. Pour réduire les charges de chauffage et de refroidissement, la température du hall principal n'est régulée qu'au niveau de la « zone conditionnée », ce qui évite la consommation inutile d'énergie. Source : NORR/MTBA

STRATÉGIES CLÉS POUR UNE RÉHABILITATION DURABLE

- Réduire les déchets en conservant une grande partie des matériaux.
- Améliorer le comportement de l'enveloppe du bâtiment.
- Réhabiliter les grandes fenêtres en bronze et en acier.
- Préserver les matériaux intérieurs et extérieurs naturels et durables.
- Adapter les systèmes mécanique et électrique écoénergétiques.
- Installer des systèmes de contrôle automatisé du bâtiment.
- Installer des appareils favorisant la conservation de l'eau.
- Installer des systèmes de chauffage par rayonnement à partir du plancher.
- Utiliser des matériaux de toiture à albédo élevé.

GEMINI HOUSE



De gauche à droite : extérieur du bâtiment avec fenêtres patrimoniales réhabilitées et restaurées. Celles-ci servent de contre-fenêtres améliorant l'efficacité des fenêtres sous-jacentes; diagramme illustrant l'approche de « boîte dans une boîte ».

Gemini House est un projet expérimental en cours que subventionne l'Université de Toronto pour mettre à l'essai le concept résidentiel GEMINI NTED, créé par des chercheurs de l'Université de Toronto et de l'Université Ryerson. Selon les données préliminaires, on pourrait réduire la consommation d'énergie de la résidence à un tiers des normes du Code du bâtiment de l'Ontario de 2012. On surveille continuellement la consommation d'énergie afin de mettre au point d'autres techniques d'économie d'énergie.

STRATÉGIES CLÉS POUR UNE RÉHABILITATION DURABLE

- Réduire la consommation d'énergie à un tiers des normes énergétiques du Code du bâtiment de l'Ontario de 2012, tout en préservant l'apparence d'une résidence historique.
- Construire une maison dans une maison : bâtir une enveloppe de qualité extérieure entre des zones intérieures pour chauffer le moins d'espace possible au quotidien.
- Récupérer et recycler la chaleur qui s'échapperait autrement vers l'extérieur.
- Utiliser les caractéristiques existantes du bâtiment pour créer des stratégies de chauffage et de refroidissement passifs.

Emplacement	31, avenue Sussex, Toronto (Ontario)
Équipe de projet	ERA Architects Inc. Université de Toronto Université Ryerson
Date de construction d'origine	Vers 1880
Date de réhabilitation	2013
Usage d'origine	Résidence
Nouvel usage prévu	Résidence pour membres du corps professoral invités et cas type du concept résidentiel GEMINI NTED

DESCRIPTION DU BÂTIMENT

- Éléments du style Second Empire à l'intérieur et l'extérieur.
- Maçonnerie à double paroi sur mur de fondation en moellons. 209 m² (2 250 pi²).



De gauche à droite : des puits de lumière éclairent naturellement le centre du bâtiment; l'intérieur de la tourelle procure un refroidissement passif; préservation de caractéristiques intérieures comme le plafond en plâtre et la cage d'escalier.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

- L'intérieur de la tourelle existante transformée en cheminée solaire passive procure un refroidissement passif.
- Le plan d'étage existant, qui partage la résidence en zones autonomes, permet d'utiliser une stratégie de chauffage victorienne pour ne chauffer que certaines pièces au besoin.
- Les fenêtres d'origine sont transformées en contre-fenêtres auxquelles sont ajoutées des fenêtres à triple vitrage haute efficacité.
- L'orientation plein sud favorise les apports de chaleur en hiver.
- Les puits de lumière procurent un éclairage naturel au centre du bâtiment.



De gauche à droite : la résidence avant sa réhabilitation; photo de l'isolant du mur intérieur prise pendant la construction; détail d'un grillage de ventilation à l'intérieur d'une double-fenêtre du mur sud.

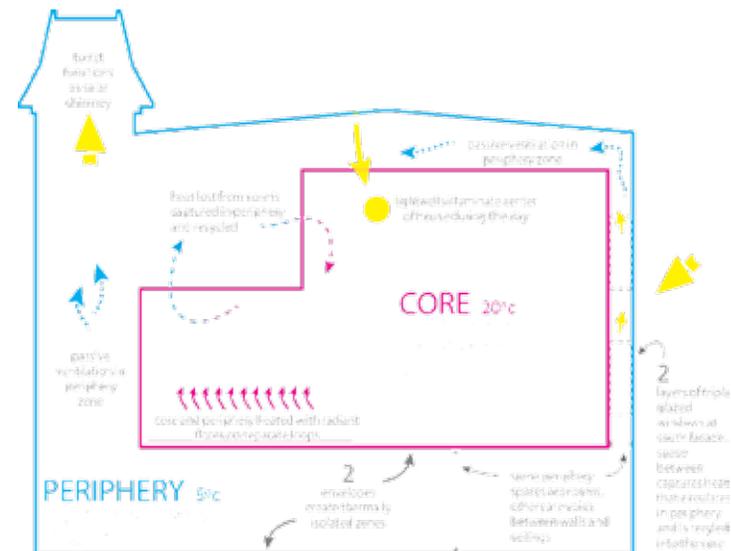


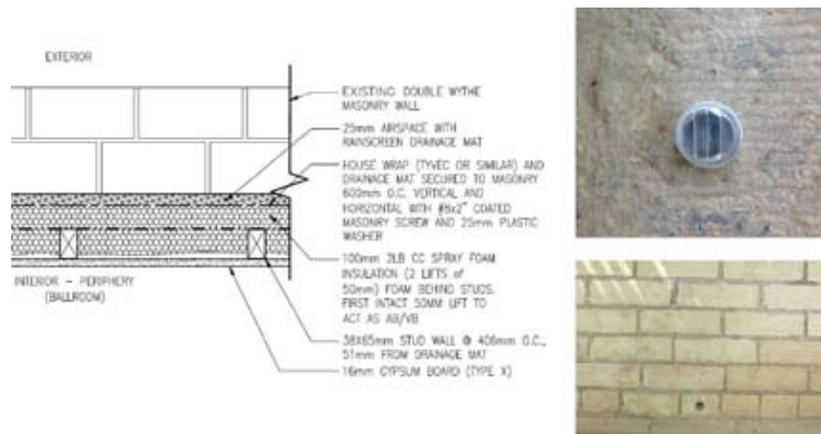
Diagramme d'interaction des systèmes de construction durables

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

- Transformer une structure peu efficace pour qu'elle respecte les normes mondiales rigoureuses en matière d'habitation à basse consommation d'énergie.
- Orchestrer et adapter la construction de manière à préserver la structure patrimoniale intérieure et les éléments patrimoniaux extérieurs, dont le plâtre ornemental, les fenêtres, la charpenterie et la maçonnerie polychrome.

ÉTUDE DE CAS : GEMINI HOUSE

- Mettre en évidence la fonction du nouveau système tout en conservant la nature domestique de la résidence existante.
- Mettre au point une méthode permettant à la brique patrimoniale d'expulser l'humidité, comme prévu à l'origine, tout en ajoutant une valeur d'isolation importante à la structure du mur.



Détails du mur. Une lame d'air ventilée a été créée entre le mur en maçonnerie existant et le nouvel isolant à l'aide d'un tapis de drainage. Des trous sont percés et des bouchons d'aération sont installés sur les parties supérieure et inférieure du mur en maçonnerie, ce qui permet à l'air de circuler pour disperser l'humidité accumulée. Anciennement, la chaleur s'échappant de l'intérieur faisait évaporer l'humidité accumulée, ce qu'on empêcherait en installant un mur fortement isolé.

RÉNOVATION DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT DE LA COMMISSION DES ACCIDENTS DU TRAVAIL



Le bâtiment de la Commission des accidents du travail rénové. Les joints de dilatation en acier inoxydable sont visibles sur la façade est ainsi qu'à la base des colonnes.

Nom du bâtiment	Bâtiment de la Commission des accidents du travail
Lieu	333, rue Broadway, Winnipeg (Manitoba)
Équipe de projet	1 x 1 architecture Inc. Smith Carter Architects and Engineers Ltd. Crosier Kilgour and Partners Ltd. SMS Engineering Ltd. Akman Construction Ltd. Alpha Masonry Ltd.
Date de construction d'origine	1961
Date de réhabilitation	2013
Usage d'origine	Immeuble de bureaux
Nouvel usage prévu	Immeuble de bureaux

Conçu par Smith, Carter, Searle and Associates, le bâtiment a été initialement construit sur commande de la Monarch Life Assurance Company en 1961. Cet immeuble phare, finaliste de la Médaille Massey pour l'architecture en 1964, a été soigneusement dessiné pour exprimer la solide confiance et l'assurance de l'entreprise, son dévouement envers ses clients et ses employés, ainsi que son engagement envers le développement économique de Winnipeg.

DESCRIPTION DU BÂTIMENT

À l'instar de nombreux bâtiments du milieu du XX^e siècle, l'enveloppe et le revêtement mural extérieurs se détérioraient et devaient être réparés à cause de déficiences dans l'enveloppe du bâtiment. En tout, 4 044 panneaux en granit ont été retirés, réparés et réinstallés à leur emplacement d'origine à la suite de l'élimination de l'amiante et de l'installation d'une nouvelle enveloppe à haut rendement. Cette mesure a provoqué un déplacement de plus ou moins 13 cm (5 po) du revêtement de pierre, et il a fallu installer de nouveaux joints de dilatation en acier inoxydable s'étendant sur toute la hauteur de la façade en granit du bâtiment.

Choisi pour sa durabilité et sa souplesse, un panneau en composite d'aluminium a été utilisé sur les soffites du rez-de-chaussée et du sixième étage au lieu du stucco d'origine. Les 192 fenêtres ont toutes été remplacées par de nouvelles unités comportant un couvre-meneau en acier inoxydable s'agençant au concept d'origine.

On a installé autour du toit de nouvelles pierres de chaperon, fournies par Cold Spring Granite, du Minnesota (la carrière ayant fourni le granit 50 ans plus tôt), pour préserver les détails d'origine au niveau de la façade, tout en offrant une jonction appropriée avec la membrane.

ÉTUDE DE CAS : RÉNOVATION DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT DE LA COMMISSION DES ACCIDENTS DU TRAVAIL

L'approche globale préconisée pour la rénovation de l'enveloppe du bâtiment était de redonner à la façade son état d'origine. On a pu y parvenir en « défaisant » les modifications précédentes moins éclairées, notamment en raffinant soigneusement les détails, puisque le revêtement des murs devait être déplacé vers l'extérieur, et en restant fidèle à la palette de matériaux d'origine. Alors que les façades de nombreux bâtiments modernes sont modifiées à la légère en raison de problèmes d'entretien, de difficultés économiques ou de la déficience du concept d'origine, la restauration du bâtiment de la Commission des accidents du travail respecte ce symbole intemporel des bâtiments patrimoniaux de cette période.



De gauche à droite : les contreplaqués temporaires offrent une protection contre les éléments durant la construction et les palissades forment une enceinte de confinement durant le retrait de l'amiante; en tout, 4 044 panneaux en granit d'origine ont été nettoyés, catalogués et entreposés à l'extérieur du chantier.

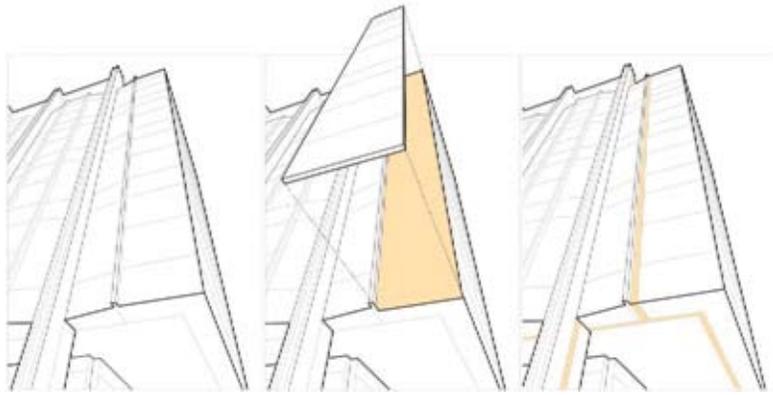
STRATÉGIES ET TECHNIQUES CLÉS POUR LA RÉHABILITATION DURABLE

- Récupérer et réinstaller les panneaux de recouvrement en granit existants.
- Mettre à niveau l'enveloppe du bâtiment pour améliorer son rendement.
- Installer de nouvelles fenêtres à haut rendement.
- Préserver et utiliser une palette de matériaux hautement durables.
- Garantir que le projet fini respecte le concept d'origine.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

- Réutilisation de l'ensemble du bâtiment dans le but escompté.
- Réutilisation des matériaux de revêtement durables existants pour réduire les pertes.
- Amélioration de la superstructure existante en acier très durable et souple pour respecter les exigences du code.
- Rénovation d'un immeuble de bureaux situé au centre-ville réduisant l'étalement urbain et favorisant l'utilisation des services de transport en commun.

ÉTUDE DE CAS : RÉNOVATION DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT DE LA COMMISSION DES ACCIDENTS DU TRAVAIL



Déplacement vers l'extérieur du revêtement en granit nécessaire pour l'introduction d'une nouvelle enveloppe à haut rendement. L'image de droite illustre l'emplacement des joints de dilatation en acier inoxydable.



De gauche à droite : carte postale du bâtiment d'origine; façade restaurée, 2013.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

- « Défaire » les modifications précédentes peu éclairées.
- Obtenir des matériaux qui s'agencent à ceux d'origine.
- Réinstaller le revêtement de pierre en utilisant un support en acier porteur pour respecter les exigences du Code national du bâtiment en vigueur.
- Travailler en présence de matières dangereuses.
- Éviter d'endommager les panneaux existants durant la construction.

IMMEUBLE SALT



Les nouvelles ouvertures laissent entrer amplement de lumière naturelle dans le bâtiment.

Emplacement

85, 1^{re} Avenue Ouest, Vancouver (Colombie-Britannique)

Équipe de projet

Acton Ostry Architects
Glotman Simpson
Cobalt Engineering
Morrison Hershfield
Recollective Consulting
Commonwealth Resource Management

Date de construction d'origine

1930

Date de réhabilitation

2009

Usage d'origine

Raffinerie de sel

Nouvel usage prévu

Restaurant et brasserie artisanale

La réhabilitation de l'immeuble Salt offrait une rare occasion d'intégrer des concepts de réutilisation adaptative et de réhabilitation patrimoniale à des initiatives de durabilité. Ce bâtiment est un des rares projets patrimoniaux au Canada à avoir obtenu une certification LEED Canada pour le noyau et l'enveloppe (NE), niveau or. La coquille de ce bâtiment, situé dans le quartier du village olympique de Vancouver, a été restaurée pour que le bâtiment puisse servir de lieu de rencontre pour les athlètes lors des Jeux olympiques d'hiver de 2010. Par la suite, le bâtiment a accueilli un restaurant et une brasserie artisanale.

DESCRIPTION DU BÂTIMENT

L'immeuble Salt, construit en 1930, était à l'origine une usine de raffinage du sel expédié à Vancouver depuis San Francisco. Au fil de son histoire, l'accès nord est passé de maritime à ferroviaire en raison de l'évolution des transports et de la réhabilitation du terrain. La structure du bâtiment comportait une fondation composée de 300 pieux de bois et une structure élaborée de poutres triangulées en bois massif, surmontée de fenêtres à claire-voie s'étendant sur toute la longueur du bâtiment.

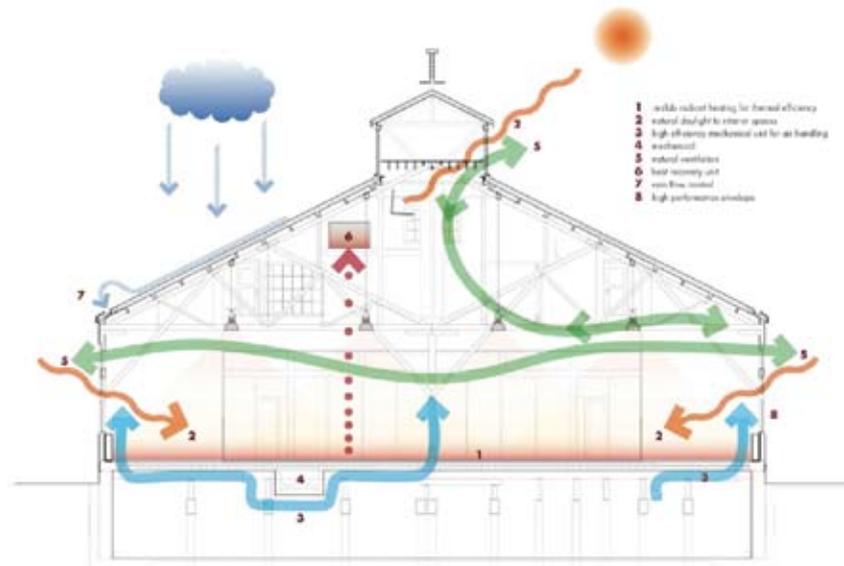
Durant la réhabilitation, le bâtiment a été soulevé d'un mètre sur de faux pieux métalliques de manière à l'aligner sur le niveau de la rue du quartier avoisinant. On a réparé le système de poutres triangulées en bois en remplaçant les membrures défectueuses ou manquantes et en installant des plaques de connexion en acier. De grandes ouvertures ont été pratiquées dans les façades pour que la lumière naturelle pénètre profondément dans le bâtiment en prévision de sa nouvelle vocation.



Poutres triangulées en bois massif de longue portée réhabilitées et contrôleur d'éclairage.

STRATÉGIES ET TECHNIQUES CLÉS POUR UNE RÉHABILITATION DURABLE

- Modifier les murs extérieurs à partir de l'intérieur en ajoutant de l'isolant et une cavité pare-pluie de façon à préserver le parement en bois existant.
- Préserver et réhabiliter les éléments à caractère patrimonial, dont les fenêtres en bois à vitrage simple et les événements en lattes de cèdre.
- Installer des systèmes de chauffage dans la dalle, de ventilation à faible débit et de récupération de chaleur.
- Relier le bâtiment au système d'énergie centralisé du quartier (district).
- Introduire un nouveau vitrage d'envergure sous le porche avant ombragé pour augmenter l'apport de lumière naturelle dans le bâtiment.



Coupe illustrant les stratégies durables.

ÉLÉMENTS INTRINSÈQUEMENT DURABLES

- Fenêtres à claire-voie laissant la lumière naturelle pénétrer profondément dans le bâtiment.
- Large toit permettant d'installer un système de collecte et de stockage de l'eau de pluie.
- Plancher et fondation solides.

DÉFIS POUR LA DURABILITÉ

- La préservation du parement extérieur d'origine à déclin et des vues de l'intérieur du platelage de toit d'origine ont rendu difficile l'installation d'un écran pare-pluie et d'isolant dans les murs et dans le toit. En effet, le bâtiment d'origine avait été construit en tant que structure semi-ouverte exempte d'isolant dans les murs et le toit.
- La restauration des fenêtres en bois à vitrage simple à faible résistance thermique a exigé des interventions sur d'autres éléments.
- Il a fallu investir de nombreuses heures de travail dans la réhabilitation et la réparation de la structure d'origine (qui était gravement endommagée) avant de pouvoir justifier sa réutilisation.



De gauche à droite : le bâtiment a été soulevé d'un mètre à l'aide de 300 faux pieux métalliques; vue des pieux et des fenêtres, nouvelles et anciennes; façade restaurée et nouvelle aire couverte.

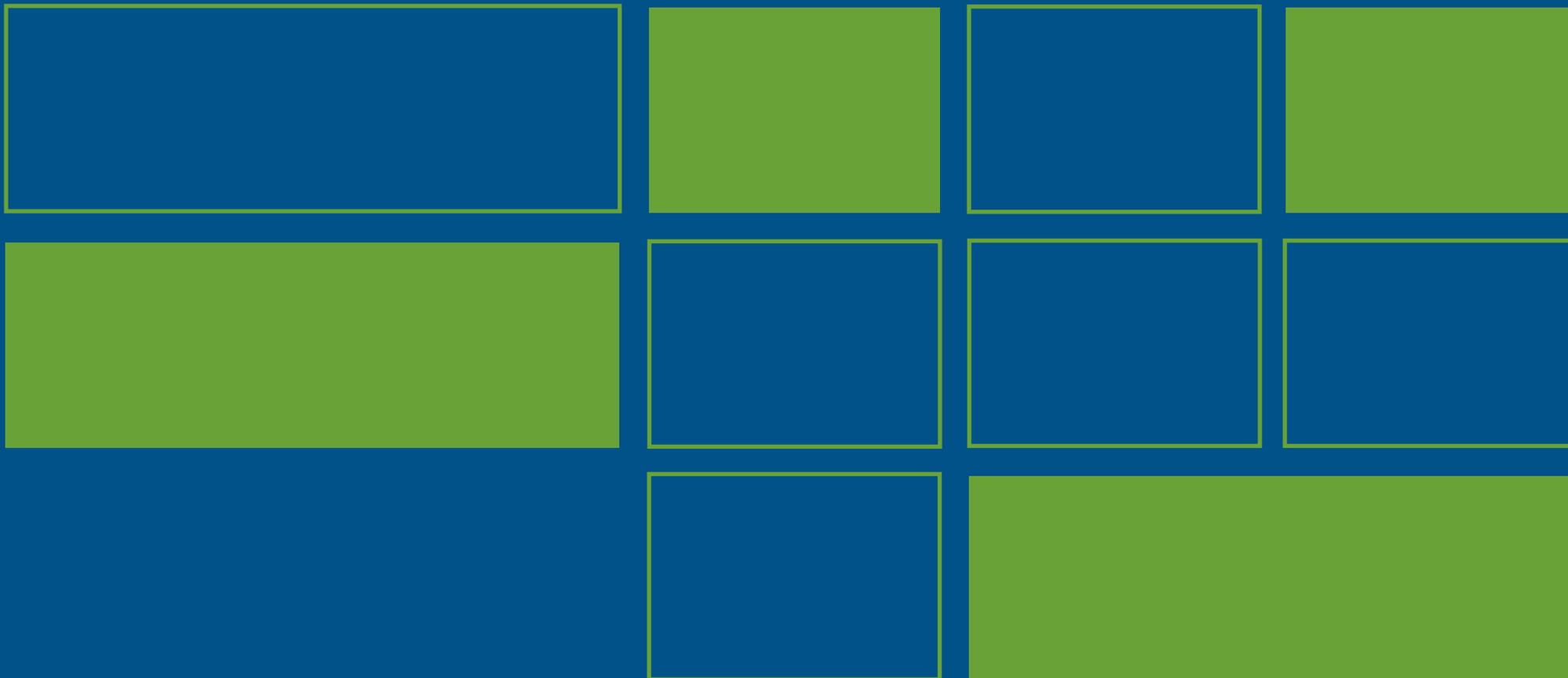
Les études de cas suivantes sont accessibles en ligne en anglais seulement :

1220 Homer Street : <http://www.vancouverheritagefoundation.org/wp-content/uploads/2013/01/11.02.2010-Homer-st.pdf>

Édifice Friedman : <http://www.vancouverheritagefoundation.org/wp-content/uploads/2013/01/11.02.2010-Friendman-for-print.pdf>

666 + 662 Union Street : <http://www.vancouverheritagefoundation.org/wp-content/uploads/2013/01/11.03.2010-Union-st.-pdf.pdf>

ACCROÎTRE LA RÉSILIENCE:
LIGNES DIRECTRICES PRATIQUES POUR LA RÉHABILITATION DURABLE DE BÂTIMENTS AU CANADA
COLLABORATION FÉDÉRALE, PROVINCIALE ET TERRITORIALE SUR LES LIEUX HISTORIQUES AU CANADA (CFPTLHC)



*Cette ressource d'apprentissage a été exécutée sur commande de, et soutenue financièrement par :
la Table sur la culture et le patrimoine des ministres fédéral, provinciaux et territoriaux (FPT)*

*Also offered in English under the title
"Building Resilience: Practical Guidelines to Sustainable Rehabilitation of Buildings in Canada"*