



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada



1<sup>RE</sup> ÉDITION

# Guide de *Commissioning*\*

## des Nouveaux Bâtiments



\*voir note sur la terminologie au bas de la page II

**CanmetÉNERGIE**  
*Leadership en écoInnovation*

**Canada**

# GUIDE DE COMMISSIONING<sup>1</sup> (CX) DES NOUVEAUX BÂTIMENTS

Le présent Guide de Cx (ci-après nommé le « Guide de RNCan ») est la propriété de Ressources naturelles Canada. Il s'agit d'une adaptation du document *California Commissioning Guide: New Buildings* (ci-après le « Guide CCC»), publié à l'origine par Portland Energy Conservation, Inc. (PECI) pour le compte du California *Commissioning Collaborative* avec l'appui financier de la California Energy Commission<sup>2</sup>.



L'adaptation du Guide CCC pour le Canada a été réalisée sous l'égide de CanmetÉNERGIE, en collaboration avec l'Office de l'efficacité énergétique (OEE), dans le cadre de l'Initiative écoÉNERGIE pour les bâtiments et les habitations de Ressources naturelles Canada (RNCan)<sup>3,4</sup>.



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada

Canada

## Source de la photographie de la page couverture :

Terri Meyer Boake, Université de Waterloo, Waterloo, Canada.

1 Le terme anglais « commissioning » a été retenu car aucun terme français équivalent n'existait au moment de la production de ce guide. Le terme « mise en service » parfois employé ne représente qu'un élément partiel du processus de qualité qu'englobe le terme anglais. En effet, le terme anglais « commissioning » inclut notamment les phases de préconception, de conception et de construction qui précède la mise en service d'un bâtiment. Le terme « mise en service » qui est une opération par laquelle on assure, pour la première fois, le fonctionnement d'un appareil ou d'une machine en effectuant les essais et les réglages nécessaires (réf. : Office de la langue française du Québec) est trop restrictif et ne rend que partiellement l'important concept de globalité mis de l'avant par le terme anglais. Le terme francisé « commissionnement », parfois employé en Europe, n'a pas été retenu car en plus de ne pas être officialisé, il n'est pas utilisé au Canada. Le terme « commissioning » a ainsi été retenu parce qu'il a été considéré préférable à celui d'utiliser un terme inconnu du marché, incomplet ou inadéquat. Le présent guide étant à sa première version, la terminologie utilisée sera réévaluée lors de sa prochaine édition.

2 Le Guide de RNCan n'a pas été officiellement révisé par le CCC et celui-ci n'endosse aucun des produits ou services commerciaux mentionnés aux présentes. En outre, CCC et P E C I ne donnent aucune garantie, expresse ou implicite, et n'assument aucune responsabilité légale à l'égard du contenu de ce Guide.

3 Les unités impériales ont été converties en unités métriques lorsque cela est utile. Parfois, afin de refléter la réalité du marché ou parce que la conversion des unités n'était pas nécessaire pour comprendre le concept présenté, les unités impériales originales ont été conservées.

4 Les sommes en devise américaine (\$ USD) ont été converties à parité en devise canadienne (\$ CAN) selon le taux de change publié par la Banque du Canada pour le 31 janvier 2008. Aucun autre taux de change n'a été appliqué pour tenir compte des autres différences dans les coûts qu'il pourrait y avoir entre les États-Unis et le Canada.

# GUIDE DE COMMISSIONING DES NOUVEAUX BÂTIMENTS

1<sup>RE</sup> ÉDITION

ADAPTÉ PAR  
CanmetÉNERGIE

DÉVELOPPÉ À L'ORIGINE PAR  
PORTLAND ENERGY CONSERVATION, INC.

MARS 2010



## REPRODUCTION

Le présent document peut être reproduit, sans permission spéciale, en totalité ou en partie dans n'importe quel format, à des fins éducatives ou non lucratives, à la condition que la source soit mentionnée. Ressources naturelles Canada aimerait recevoir une copie des publications dans lesquelles le présent document est mentionné. Par ailleurs, certains éléments se trouvant dans ce document peuvent être assujettis aux droits d'auteur détenus par d'autres organisations. Dans de tels cas, la reproduction de ces données ou éléments graphiques peut faire l'objet de restrictions; il peut être nécessaire de demander à l'auteur ou au titulaire du droit d'auteur de donner son accord avant toute reproduction. Pour plus de renseignements au sujet du droit d'auteur et des restrictions qui s'appliquent à la reproduction, veuillez communiquer avec Ressources naturelles Canada ([www.rncan.gc.ca](http://www.rncan.gc.ca)).

## EXONÉRATION

Le présent document est diffusé uniquement à des fins d'information et ne représente pas nécessairement les opinions du gouvernement du Canada et son contenu ne peut être interprété comme une recommandation d'un produit commercial ou d'une personne. Le gouvernement du Canada, ses ministres, ses hauts fonctionnaires, ses employés et ses agents ne donnent aucune garantie et n'assument aucune responsabilité à l'égard de ce document.

Mars 2010

ISBN : 978-1-100-91348-3

Catalogue no. : M154-19/2009F-PDF

© Ministre de Ressources naturelles Canada 2009-2010.

*This document is available in English under the title  
"Commissioning (Cx) Guide for New Buildings."*

## À PROPOS DU GUIDE DE COMMISSIONING<sup>5</sup>

Le *commissioning* (voir la note 1 à la page II traitant de l'utilisation en français du terme anglais) d'un bâtiment représente un processus intensif d'assurance de la qualité qui s'étend sur toute la durée des étapes de la création, de la conception, de la construction et de la mise en service, y compris la première année d'opération. Le processus aide à garantir que le rendement du nouveau bâtiment répond aux attentes du propriétaire pour ce qui est de l'opération et de la consommation d'énergie, d'eau, ainsi que de la *qualité de l'environnement intérieur*.

Ce *Guide de commissioning des nouveaux bâtiments* (appelé le « Guide de Cx » ci-après) :

- décrit le processus de *commissioning d'un bâtiment*. Vous pouvez le lire de bout en bout, mais vous pouvez également lire seulement les parties qui vous intéressent;
- s'adresse aux *propriétaires*, aux *gestionnaires* et aux *opérateurs de bâtiments*, mais il peut également intéresser quiconque participe de près ou de loin au processus de *commissioning*;
- répond aux questions suivantes :
  - Qu'est-ce que le *commissioning d'un bâtiment* et pourquoi y recourir ?
  - Quels sont les bénéfices et les coûts du *commissioning* ?
  - Comment puis-je embaucher l'*autorité de commissioning* et l'intégrer à mon équipe actuelle ?
  - En quoi consiste le processus de *commissioning* et comment s'intègre-t-il aux étapes de la conception et de la construction ?
  - Comment le processus de *commissioning* garantira-t-il l'opération efficace de mon bâtiment à long terme ?
  - Que dois-je faire pour lancer le processus de *commissioning* ?

### Conseils utiles



Indique une définition. Vous trouverez des définitions tout au long du texte ainsi que dans le **glossaire** se trouvant à la fin du Guide de Cx.



Indique que des renseignements supplémentaires sur le sujet sont donnés ailleurs dans le Guide.



Indique un sujet important.

---

5 Ibid. 1, page II.

## REMERCIEMENTS

De nombreuses personnes ont fourni de l'information ou des conseils pendant l'élaboration et l'adaptation de ce document. CanmetÉNERGIE de Ressources naturelles Canada tient à remercier les personnes suivantes pour leur aide, outre celles qui ont participé à l'élaboration de la version originale du Guide par Portland Energy Conservation, Inc. (PECI) et la California *Commissioning* Collaborative (CCC) :

***Guide de commissioning de RNCAN*** : Alexandre Monarque, Sonia Ringuette, Gilles Jean, Alexandre Prieur, Alain Trépanier, Sylvie Lavoie de CanmetÉNERGIE de RNCAN, Philip B. Jago, Michel Lamanque, Ian Meredith, Sadettin Yilmaz de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE) de RNCAN, John Kokko, David Braun et Caitlin Carpenter d'Enermodal Engineering, Kirstin Pinit et Tudi Haasl de Portland Energy Conservation, Inc. (PECI), Pierre-Luc Beaupré de Projet Bleu, Daniel Bourque de Kolostat, Jean Bundock du Groupe-Conseil Roche, Alex Fleming de Demand Side Energy Consultants, David F. Shipley de Marbek Resource Consultant, Tom Kovendi de Cadillac Fairview Corporation, Charles E. Dorgan de l'Université de Wisconsin-Madison, Joe Stano du Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa), et Vanessa Mitchell de l'Association canadienne de normalisation (CSA).

Dans le cadre des diverses consultations qui ont été menées, de nombreux autres organismes ont fourni leurs commentaires et leurs suggestions d'améliorations. Leur contribution est respectueusement reconnue.

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
Qu'est-ce que le <i>commissioning</i> de bâtiment? .....	2
Les objectifs du processus de <i>commissioning</i> .....	4
Pourquoi le <i>commissioning</i> est-il important? .....	5
Le <i>commissioning</i> et LEED® Canada .....	6
<b>BÉNÉFICES ET COÛTS DU COMMISSIONING DES NOUVEAUX BÂTIMENTS</b> .....	9
Les bénéfices du <i>commissioning</i> ? .....	10
Les coûts du <i>commissioning</i> ? .....	14
<b>L'ÉQUIPE DE COMMISSIONING</b> .....	17
L'équipe de <i>commissioning</i> et leurs responsabilités .....	18
Choisir l'Autorité du <i>commissioning</i> (ACx)? .....	23
<b>LE PROCESSUS DE COMMISSIONING</b> .....	29
Le processus de <i>commissioning</i> .....	31
Préconception .....	31
Conception .....	35
Construction .....	39
Occupation et opération .....	45
<b>STRATÉGIES VISANT LA PERSISTANCE DES BÉNÉFICES</b> .....	47
Stratégies visant à assurer la persistance des bénéfices .....	48
De bonnes pratiques d'O&M débutent dès la phase de conception .....	48
Manuels d'O&M et séquences d'opérations .....	49
Formation du personnel du bâtiment .....	51
Maintenance préventive .....	53
Suivi du rendement .....	54
Plan de recommissioning .....	57
<b>POUR DÉBUTER</b> .....	61
<b>ANNEXE A - ACRONYMES</b> .....	63
<b>ANNEXE B - GLOSSAIRE</b> .....	65

1

2

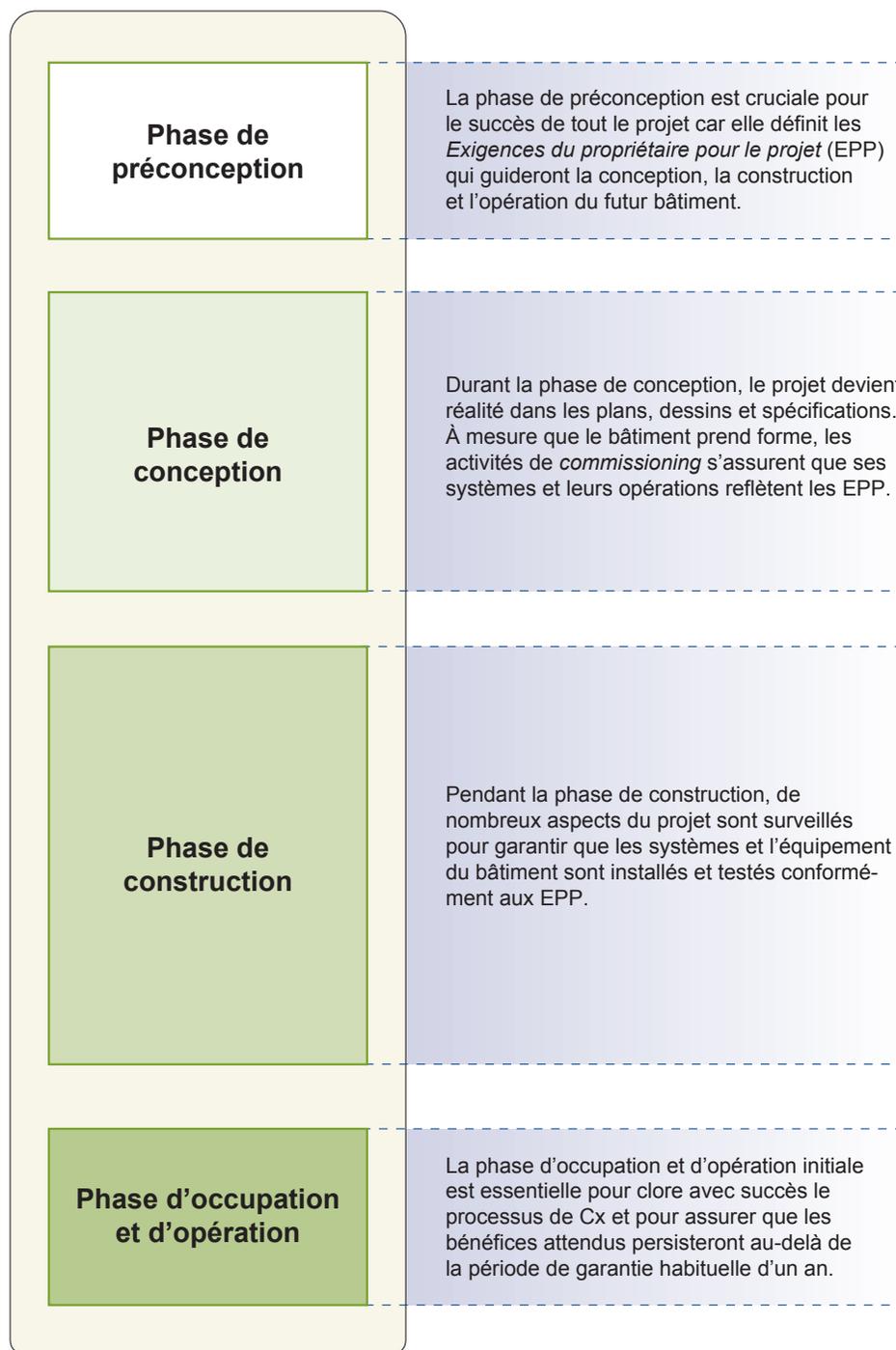
3

4

5

6

## APERÇU DU PROCESSUS DE *COMMISSIONING*



# CHAPITRE 1

## INTRODUCTION

Le présent chapitre présente le processus de *commissioning* de bâtiment.

Il répond aux questions suivantes :

- Qu'est-ce que le *commissioning* de bâtiment ?
- Quels sont les objectifs du processus de *commissioning* ?
- Pourquoi le *commissioning* est-il important ?
- Quel est le lien entre le *commissioning* et le programme LEED® Canada ?



## **D** Commissioning (Cx)

« Le *commissioning de bâtiment*, souvent présenté avec l'abréviation Cx, est un processus axé sur la qualité. Son objet est de faire en sorte, de vérifier et d'attester que le rendement des installations, des systèmes et des assemblages répond aux objectifs et aux critères définis. »

Traduit à partir de :  
ASHRAE Guideline 0 :  
The Commissioning Process.

## **D** Recommissioning (RCx)

Pour bien comprendre le processus de RCx, consultez le *Guide de recommissioning (RCx) pour les propriétaires et les gestionnaires de bâtiments*, offert gratuitement au site : [www.canmetenergie.rncan.gc.ca/guide\\_rcx.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/guide_rcx.html)

## **I** En savoir plus sur le recommissioning

Des renseignements plus détaillés sur le RCx sont fournis au chapitre 5 : *Stratégies visant à assurer la persistance des bénéfices du Cx*.

## QU'EST-CE QUE LE COMMISSIONING<sup>6</sup> DE BÂTIMENT ?

Le terme *commissioning* (voir la note 1 à la page II traitant de l'utilisation en français du terme anglais) vient du domaine de la construction navale. Un navire qui a passé au travers d'un processus de *commissioning* est jugé prêt à servir. Toutefois, avant d'obtenir ce titre, il doit passer par plusieurs étapes. Son équipement est installé et testé, les problèmes sont identifiés et corrigés, et le futur équipage reçoit une formation approfondie. Ce n'est que lorsque ses installations, ses systèmes et son équipage ont complété avec succès un rigoureux processus d'assurance de la qualité que l'on peut considérer que le navire a fait l'objet d'un *commissioning*.

Le *commissioning d'un nouveau bâtiment (Cx)* est un processus intensif d'assurance de la qualité qui commence dès la préconception et qui se poursuit pendant les étapes de conception, de construction, de mise en service, d'occupation et d'opération durant la première année. Le *commissioning* garantit que le nouveau bâtiment fonctionne selon les attentes initiales, qu'il répond aux *Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)*, et que le personnel du bâtiment est en mesure d'opérer l'équipement et les systèmes installés et d'en assurer la maintenance.

Des termes comme *commissioning total d'un bâtiment (Total Building Cx)*, *commissioning intégré à la conception globale (Whole Building Design Cx)*, *conception intégrée incluant le commissioning (Integrated Design Including Cx)* et *commissioning initial (Initial Cx)* sont également utilisés dans le contexte du *commissioning* d'un nouveau bâtiment. Tous ces termes désignent des processus aux objectifs communs, mais l'intensité des efforts déployés pour les réaliser et les résultats atteints peuvent varier. Le présent Guide de Cx traite de tous les aspects couvert par ces termes spécifiques.

Le *commissioning d'un bâtiment existant (CxBE)* englobe le recommissioning et le *rétrocommissioning*.

Le *rétrocommissioning* est un processus de *commissioning* qui s'applique aux bâtiments existants qui n'ont jamais fait l'objet d'un *commissioning*. Ce processus vise à améliorer la façon dont les équipements et les systèmes fonctionnent ensemble. Souvent, ce processus permet de régler des problèmes qui se sont manifestés pendant la conception ou la construction du bâtiment, ou au cours de son utilisation. Le processus d'inspection, de diagnostic et de réparation permet d'assurer que les équipements

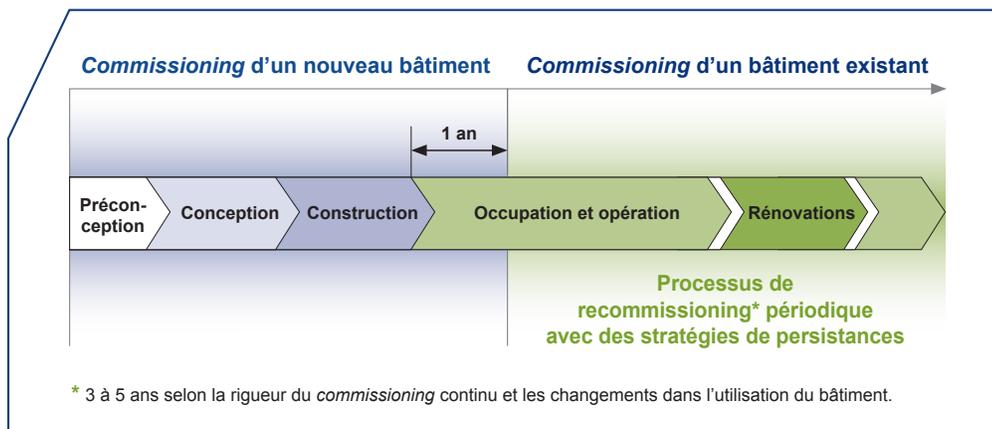
**Remarque importante :** Dans le cadre de ce guide, le terme *recommissioning (RCx)* a été choisi comme le terme générique pour les bâtiments existants. Bien que similaire, le processus de *rétrocommissioning* est défini comme une action ponctuelle sur un bâtiment existant qui n'a pas déjà fait l'objet d'un *commissioning*.

et les systèmes du bâtiment fonctionnent de manière optimale pour répondre aux besoins des occupants.

Le *recommissioning* (RCx) est un processus de ré-optimisation des bâtiments existants qui ont déjà fait l'objet d'un *commissioning* ou d'un rétrocommissioning. Il permet de s'assurer que les bénéfices du *commissioning* persistent avec le temps. Ce processus garantit que l'équipement et les systèmes du bâtiment fonctionnent de façon optimale afin de répondre aux besoins actuels des occupants. Il offre une méthode d'investigation rigoureuse pour déceler les problèmes et les difficultés d'intégration. Le principal objectif d'un RCx consiste à mettre en évidence des améliorations opérationnelles « à peu de frais ou sans frais », en fonction de l'utilisation courante du bâtiment, pour améliorer le confort des occupants et réaliser des économies d'énergie. Cette activité peut être réalisée seule ou dans le cadre d'un projet de rénovation.

Le rendement optimal d'un bâtiment après le *commissioning* peut être maintenu grâce à des stratégies de recommissioning et de persistance comme le *commissioning* continu. En *commissioning* continu, des dispositifs de surveillance et des logiciels de suivi des tendances sont installés pour permettre une surveillance continue et optimiser les activités de maintenance planifiées par l'inclusion de procédures opérationnelles. Le RCx est habituellement réalisé tous les trois à cinq ans selon le degré de rigueur appliqué au processus de *commissioning* continu ou chaque fois que le bâtiment subit un changement d'utilisation significatif (voir *Figure 1*).

**Figure 1** - *Commissioning* au cours du cycle de vie d'un bâtiment



**Adapté de :** Agence internationale de l'énergie (AIE). « *Commissioning tools for improved energy performance* », résultats de l'annexe 40 du groupe ECBCS de l'AIE, 2005, p. 14.

## **D** Propriétaire du bâtiment

Le terme *propriétaire* peut faire référence à différentes personnes liées à un bâtiment. Dans ce guide, le terme *propriétaire* désigne quiconque prend les décisions concernant les installations du bâtiment.

## **D** Autorité, consultant, agent, chef, coordonnateur, spécialiste du commissioning

Ces titres, souvent utilisés de façon interchangeable, font généralement référence à une personne embauchée pour diriger un processus de *commissioning*.

Dans ce Guide, l'expression *Autorité du commissioning (ACx)* a été retenue pour désigner un membre du personnel du propriétaire, un professionnel de la conception ou un entrepreneur chargé de diriger le processus de *commissioning*, ou un tiers indépendant.

L'ACx doit avoir une bonne expérience du type d'installations visées par le projet, ainsi qu'une expérience générale des systèmes électriques, de CVCA, d'éclairage, de contrôle, des moteurs et d'enveloppe des bâtiments.

Le programme LEED® Canada établit clairement les qualifications exigées de l'ACx affecté à un projet LEED (voir aussi p. 6).

## LES OBJECTIFS DU PROCESSUS DE COMMISSIONING

Tous les types de *commissioning d'un bâtiment* poursuivent les mêmes objectifs : aménager un bâtiment qui répond aux besoins particuliers du propriétaire et des occupants, qui fonctionne aussi efficacement que possible, qui fournit un environnement de travail sûr et confortable, et qui est exploité et maintenu par du personnel ou un entrepreneur en services qualifié.

Le *commissioning* est un travail d'équipe, généralement dirigé par l'*Autorité du commissioning (ACx)* qui s'assure que le bâtiment correspond aux attentes du propriétaire à chaque étape du processus. Étant donné que chaque projet de bâtiment est unique, l'ACx adaptera le processus en fonction des objectifs propres au projet concerné. Le présent Guide présente un processus détaillé permettant d'atteindre chacun de ces objectifs. La portée du *commissioning* dépendra de l'envergure, de la complexité et du budget du projet.

Les étapes du processus de *commissioning* énoncées dans les attributions de l'ACx peuvent également varier mais, de façon générale, elles comprennent les activités suivantes :

### **Documenter les exigences du bâtiment en matière de fonctionnement et de rendement.**

L'ACx collabore avec le propriétaire et l'équipe de conception pour s'assurer que le document énonçant les *Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)* définit clairement les critères du propriétaire en matière de rendement et de maintien du fonctionnement. Dans l'idéal, cette tâche est réalisée durant la phase de préconception du projet.

### **Fournir les outils et la documentation permettant d'améliorer les livrables de l'équipe du projet.**

Ceux-ci incluent les *Registres des problèmes*, dans lesquels est consigné l'historique des problèmes rencontrés à chaque étape de la réalisation, depuis leur découverte jusqu'à leur résolution, ainsi qu'un *Rapport de commissioning*, qui expose les résultats des inspections et des essais fonctionnels de rendement.

### **Vérifier et attester que les systèmes fonctionnent conformément aux EPP.**

Pour s'assurer que le rendement du bâtiment correspond aux attentes, l'ACx assiste à la mise en service des équipements, il rédige et observe la procédure d'*essai fonctionnel*, il s'assure que l'étalonnage, les essais, le réglage et l'équilibrage du système de contrôle sont réalisés selon les normes, et il documente ces activités.

**Veiller à ce que le propriétaire et le gestionnaire du bâtiment reçoivent une documentation sur les systèmes et une formation du personnel adéquates et précises.** L'ACx voit à ce que les livrables relatifs à la documentation et à la formation soient dans le cahier des charges. Il effectue le suivi jusqu'à leur livraison et établit un programme exhaustif de formation (y compris la formation du personnel chargé de l'opération du bâtiment) sur les équipements et les systèmes.

**Amener une vision globale aux processus de conception et de construction qui intègre et améliore ces fonctions traditionnellement distinctes.** Le processus de *commissioning* prévoit des réunions périodiques des membres de l'équipe de projet et encourage le groupe à travailler ensemble pour solutionner les problèmes rencontrés.

## POURQUOI LE COMMISSIONING EST-IL IMPORTANT ?

Les bâtiments modernes sont complexes et leurs systèmes hautement interactifs. Cette interactivité accrue, ajoutée à l'omniprésence de systèmes de contrôle perfectionnés, se répercute sur le fonctionnement général du bâtiment de telle façon que des problèmes apparemment négligeables peuvent nuire considérablement à son rendement.

Même si tout le soin voulu a été apporté à la conception du bâtiment, si les systèmes, l'équipement et les matériaux ne sont pas installés et exploités comme prévu, le bâtiment ne fonctionnera pas correctement.

Aujourd'hui plus que jamais, l'efficacité du fonctionnement d'un bâtiment est directement liée à l'efficacité et à la fiabilité des sous-systèmes et des composants et, par conséquent, des connaissances et des ressources dont dispose le personnel pour les opérer et les entretenir. Toutefois, dans le milieu de la construction, les équipes de projet doivent trop souvent jongler avec des contraintes budgétaires qui les poussent à mettre de côté les processus d'assurance de la qualité.

Un choix qui n'est pas sans conséquence puisqu'il résulte en des bâtiments ayant un rendement faible et dans lesquels :

- Les problèmes liés aux systèmes et à l'équipement augmentent inutilement les factures énergétiques.
- Les réparations et les remplacements inopinés ou excessifs causés par des pannes prématurées coûtent de l'argent au propriétaire et font perdre du temps au personnel.
- Une piètre *qualité de l'environnement intérieur* entraîne l'absentéisme des employés; des plaintes et un haut taux de roulement des locataires et dans les cas les plus graves, des poursuites et des rénovations coûteuses.

Le *commissioning* est un moyen éprouvé pour améliorer le rendement des bâtiments. Comme il s'agit d'un processus et non d'une série de mesures normatives disparates, le *commissioning* s'adapte aux besoins uniques du propriétaire, de l'équipe de conception et des futurs occupants. S'il est rigoureusement appliqué, ce processus évite les solutions de fortune et traite les problèmes à la racine, garantissant ainsi que les systèmes du bâtiment fonctionnent efficacement et de manière fiable, et que les améliorations seront durables.

Comme on l'explique dans le Guide, le *commissioning* :

- met les besoins et les exigences du propriétaire au premier plan à chaque étape du projet, pour garantir que le produit final répond à ses attentes;
- rehausse le rendement global du bâtiment en optimisant ses caractéristiques de conception à haute performance énergétique et en traitant directement les questions telles que les essais de performance des équipements et l'intégration des systèmes;

### **D** Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)

Un document décrivant en détail les exigences fonctionnelles du propriétaire pour un projet et ses attentes quant à l'utilisation et à l'opération du bâtiment. Cela inclut les objectifs du projet, les critères mesurables du rendement, les facteurs financiers, les analyses comparatives, les critères de succès et tous renseignements à l'appui. Les termes *document d'intention du projet* ou *requis du propriétaire* sont parfois utilisés pour désigner ce type de document. Le terme EPP a été retenu aux fins du présent Guide.

### Élaborer le Plan de *commissioning*

« La collaboration avec des tiers pour le *commissioning* a décidément été un atout dans ce projet. Elle nous a permis de relever des problèmes de construction très tôt dans le projet, au moment où il est le plus facile de les régler. Par exemple, nous avons apporté des changements dans la tuyauterie avant le remplissage de ceux-ci. Ce processus nous a également obligés à reconnaître toute l'importance de vérifier l'équipement dès la réception. Nous mettons actuellement au point notre propre procédure d'assurance de la qualité, qui comprendra le contrôle de l'équipement dès l'arrivée sur le chantier. »

- Jim Domanko  
Gestionnaire de projet  
Botting and Associates Alberta Ltd.  
Calgary, Alberta, Canada.

## D Base de conception

La Base de conception (BDC) est un document préparé par les concepteurs pour identifier les décisions, les systèmes et les choix qui ont été faits pour satisfaire à chacune des exigences du propriétaire pour le projet, ainsi qu'aux exigences réglementaires, aux normes et aux directives en vigueur. On désigne parfois la BDC par des termes comme *énoncé de conception* et *devis préliminaire*. Aux fins du présent Guide, le terme *Base de conception (BDC)* a été retenu.

« On peut dire que l'étape la plus importante pour livrer le bâtiment que son propriétaire veut et à payer pour, est de s'assurer que toute l'équipe de conception et de construction convienne de la nécessité d'un commissioning approfondi fait dans les règles de l'art sous la gouverne d'un agent de commissioning chevronné et compétent. »

- **Stephen Carpenter, ing.**  
Président, Enermodal  
Engineering Ltd.

## Nouvelle norme de CSA sur le commissioning des bâtiments

L'Association canadienne de normalisation (CSA) développe actuellement une nouvelle norme nationale sur le *commissioning* des bâtiments. Cette norme CSA Z320, présentement disponible pour une période de 60 jours (mai 2010) d'examen publique, devrait être publiée vers la fin de 2010.

- **Vanessa A. Mitchell, ing.**  
Chef de projet, Association  
canadienne de normalisation (CSA)

- assure la qualification des membres du personnel du bâtiment et leur accès à toute la documentation requise, de sorte qu'ils peuvent opérer et maintenir les systèmes et l'équipement du bâtiment dès qu'ils entrent en fonction.

Le *commissioning* représente un processus intensif d'assurance de la qualité, essentiel pour livrer un bâtiment de qualité supérieure intégrant des concepts et des normes bien connus d'optimisation du rendement comme le processus de conception intégrée, les bâtiments à consommation énergétique nette zéro, les bâtiments à haut rendement énergétique, les bâtiments à consommation réduite d'énergie, les bâtiments verts et les bâtiments LEED.

## LE COMMISSIONING ET LEED® CANADA

### Qu'est-ce que le système d'évaluation LEED Canada ?

LEED est l'acronyme de *Leadership in Energy and Environmental Design* qui un programme de certification par tierce partie et un point de référence international pour la conception, la construction et l'exploitation de bâtiments durables à haut rendement. Administré par le Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCA)<sup>7</sup>, LEED Canada pour les nouvelles constructions comprend des directives énonçant les critères d'un bâtiment écologiquement supérieur dans chacune des six catégories suivantes :

- Emplacements durables
- Efficacité de la gestion de l'eau
- Énergie et atmosphère
- Matériaux et ressources
- Qualité de l'environnement intérieur
- Innovation.

Pour obtenir la certification LEED Canada NC, un projet doit répondre à toutes les exigences préalables (sept au total, dont le *commissioning* de base) et obtenir un minimum de 40 points sur les 110 possibles. Les projets gagnent des points pour divers crédits choisis s'ils satisfont aux exigences des six catégories. Plus un projet obtient de points, plus sa cote LEED est élevée (argent, or, platine). Ce système de points offre une grande flexibilité quant aux manières d'obtenir une certification LEED pour un bâtiment. Une fois la première étape achevée, une trousse de certification

<sup>7</sup> Les systèmes d'évaluation LEED Canada sont une adaptation des systèmes LEED du U.S. Green Building Council (USGBC), élaborés spécifiquement en fonction des climats, des pratiques de construction et des règlements canadiens. Ils sont adaptés au marché canadien par un processus inclusif qui implique les parties prenantes et les experts représentant les secteurs variés de l'industrie canadienne.

est créée pour documenter les mesures qui ont été mises en application, laquelle est soumise à l'examen du CBDCA aux fins de l'octroi d'une cote LEED. Le CBDCA remet ensuite une plaque et publie une reconnaissance sur son site Internet. Il existe des systèmes d'évaluation distincts pour les nouvelles constructions (LEED Canada NC), les bâtiments existants - exploitation et entretien (LEED Canada BE : E&E) et plusieurs autres catégories.

## Quelles sont les exigences LEED Canada NC en matière de *commissioning* ?

Tous les bâtiments soumis à la certification LEED Canada NC (LEED Canada pour les nouvelles constructions et les rénovations importantes) doivent faire l'objet d'un processus de *commissioning* de base conforme aux directives du système d'évaluation LEED. Ces directives définissent également un crédit de *commissioning* pour les pratiques exemplaires de gestion donnant droit à un point supplémentaire. Bon nombre des mesures qui seront intégrées pour atteindre le niveau d'efficacité énergétique requis pour obtenir la cote LEED sont pointues et interdépendantes. C'est pourquoi le *commissioning* serait recommandé, même s'il n'était pas exigé par LEED, pour s'assurer que le bâtiment fonctionne aussi bien dans la réalité que sur papier.

Les responsables des projets soumis à la certification LEED doivent consulter la version la plus récente du système d'évaluation des bâtiments durables de LEED Canada. Des renseignements supplémentaires au sujet de LEED Canada sont affichés sur le site du CBDCA, à [www.cagbc.org](http://www.cagbc.org).

## Qui peut fournir des services de *commissioning* reconnus par LEED Canada ?

Le mieux est de confier le *commissioning* à un membre du personnel du propriétaire. Si ce n'est pas possible, il est préférable de recourir à un tiers mais, pour assurer la conformité à cette exigence préalable LEED, on peut confier la responsabilité du *commissioning* à l'entreprise chargée de la conception, sous réserve que la personne choisie ne participe pas directement à la conception du projet, à la gestion des travaux de construction ou à la supervision.

Au titre du crédit LEED pour pratiques exemplaires de *commissioning*, une autorité indépendante doit assumer les tâches suivantes :

- examen indépendant de l'étude préliminaire
- examen indépendant des documents de construction
- examen indépendant des documents soumis par l'entrepreneur

### Que signifie LEED® ?

LEED est l'acronyme de *Leadership in Energy and Environmental Design*, un système d'évaluation des bâtiments durables créé par le U.S. Green Building Council (USGBC) et adapté par le Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCA). Il établit un standard pour définir un « bâtiment durable ». Il est employé par les propriétaires, les architectes, les ingénieurs et les entrepreneurs comme une approche globale d'évaluation des bâtiments et de leurs systèmes sur la durée de leurs cycles de vie. Les nouvelles constructions peuvent recevoir l'un des quatre niveaux de certification LEED Canada : certifié, argent, or et platine.

*« Le commissioning fournit aux propriétaires une compréhension de comment les systèmes installés rencontrent leurs exigences opérationnelles et fournit aux opérateurs les compétences associées à l'opération du bâtiment sur la base de la conception – ce sont des éléments cruciaux dans un programme continu de bâtiments à haut rendement. »*

**- Joe Stano, M.Sc.A.,  
PCMV, PA LEED®**  
Gestionnaire du programme  
CAP VERT  
Conseil du bâtiment durable  
du Canada (CBDCA)



# CHAPITRE 2

## BÉNÉFICES ET COÛTS DU *COMMISSIONING* DES NOUVEAUX BÂTIMENTS

Commencer le *commissioning* tôt dans un projet de nouveau bâtiment présente de nombreux avantages : coûts de construction moindres; économies d'énergie; meilleure *qualité de l'environnement intérieur*; efficacité accrue de l'opération; meilleure coordination entre les membres de l'équipe durant la conception et la construction; amélioration et simplification du processus de réception du bâtiment et diminution des réclamations au titre de la garantie. Ce chapitre traite des bénéfices et des coûts auxquels le propriétaire, le gestionnaire ou l'opérateur d'un bâtiment peut s'attendre.

**Le chapitre répond aux questions suivantes :**

- Quels sont les bénéfices du *commissioning* ?
- À quelles économies de coûts un propriétaire peut-il s'attendre ?
- Comment le *commissioning* réduit-il la consommation d'énergie du bâtiment ?
- Combien coûte le *commissioning* ?



## ! Économies lors de la construction

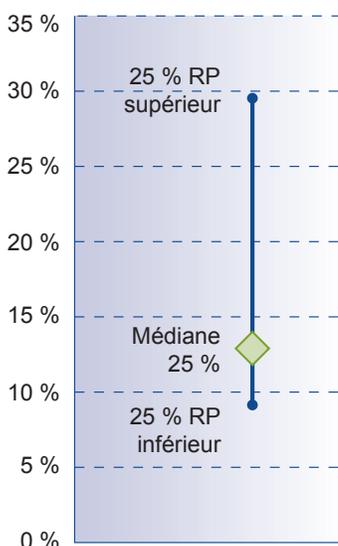
Une étude portant sur 6 nouveaux projets de construction a montré que le *commissioning* diminue les demandes de modification de 87 % et les rappels des entrepreneurs de 90 %, pour une réduction de 4 à 9 % du coût total de la construction.

- Joy Altwies

"Information from a Commissioning Process Case History"

Présentation PowerPoint pour Energy 2002, Palm Springs, CA, É.-U.

## Économies d'énergie associées au *commissioning* d'une nouvelle construction



Adapté de : Mills, E. « *Building Commissioning: A Golden Opportunity for Reducing Energy Costs and Greenhouse-Gas Emissions* », Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), 2009.

## LES BÉNÉFICES DU COMMISSIONING

Les bénéfices du *commissioning* sont considérables. Chacun des participants aux processus de conception et de construction en tirera des avantages, de même que le propriétaire du bâtiment, son personnel et ses futurs occupants.

Voici une liste non exhaustive des bénéfices du *commissioning* :

- Économies de coûts de construction
- Meilleure coordination entre les phases de la conception, de la construction et de l'occupation
- Diminution des défaillances des systèmes à la réception du bâtiment
- Économies d'énergie
- Meilleure *qualité de l'environnement intérieur*

## Économies de coûts : les bénéfices de commencer tôt

Lorsque le *commissioning* débute dès la conception d'un nouveau projet de construction, il en résulte des économies considérables. Il est moins onéreux de corriger les erreurs sur papier que sur le chantier. Étant donné que le *commissioning* permet de déceler et de résoudre des problèmes potentiels, il réduit les modifications coûteuses et évite d'avoir à rappeler l'entrepreneur. Il contribue également au respect du calendrier et du budget du projet.

## Économies réalisées grâce au *commissioning*

Le *commissioning* permet de réaliser des économies considérables dans un projet de nouveau bâtiment. Les économies de coûts sont généralement indiquées sous forme de fourchette, dans la mesure où les économies réelles varient en fonction du type de bâtiment, de son emplacement et de l'envergure du processus de *commissioning*. Une étude approfondie aux États-Unis a permis d'établir les fourchettes suivantes :

Description	Fourchette
Valeur des économies d'énergie	0,22 à 2,58 \$/m <sup>2</sup>
Valeur des économies non énergétiques	3,12 à 92,86 \$/m <sup>2</sup>

Source : Mills, E., H. Friedman, T. Powell, N. Bourassa, D. Claridge, T. Haasl, et M.A. Piette. « *The Cost-Effectiveness of Commercial-Buildings Commissioning* », Lawrence Berkeley National Laboratory, 2004. <http://eetd.lbl.gov/Emills/PUBS/PDF/Cx-Costs-Benefits.pdf>.

Les propriétaires qui se demandent comment financer le *commissioning* en dépit des budgets de conception et de construction restreints doivent comprendre que les économies réalisées durant la phase de construction compenseront largement pour les coûts supplémentaires de conception et de *commissioning*. En fait, les économies réalisées durant la construction font en sorte que le *commissioning* s'autofinance.

## Coordination améliorée entre les phases de conception et de construction

Le *commissioning* améliore la communication entre tous les membres de l'équipe. Des communications claires et fréquentes sont essentielles pour livrer un bâtiment conforme aux attentes du propriétaire. Tout au long du projet, le *commissioning* permet de suivre la progression et de résoudre les problèmes en mettant l'accent sur la communication autour des problèmes urgents. Au cours des réunions de *commissioning*, les participants sont encouragés à prendre en considération les points de vue des uns et des autres, en ne perdant jamais de vue les attentes du propriétaire quant au rendement du bâtiment. Ainsi, l'équipe du projet sera mieux outillée pour trouver les meilleures solutions à long terme pour chaque problème et, par conséquent, pour assurer que les systèmes fonctionnent comme prévu. De plus, c'est le meilleur moyen d'éviter les erreurs courantes telles que l'installation de systèmes trop gros ou peu efficaces, d'équipement inapproprié, ou la programmation erronée des séquences d'opérations.

Lorsque la date d'occupation approche et que les problèmes s'accumulent, le propriétaire est souvent appelé à prendre rapidement des décisions importantes. L'ACx peut l'épauler en lui expliquant les conséquences de chacune de ses décisions sur le bâtiment et sur les *Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)*.

## Moins de défaillances des systèmes à la réception du bâtiment

Durant les mois qui précèdent la réception du bâtiment, l'équipe du projet concentre souvent son attention sur les systèmes et sur les équipements les plus cruciaux pour obtenir les permis nécessaires et pour préparer le bâtiment en vue de l'occupation. Durant cette étape, il n'est pas rare que les lacunes ou les défaillances des systèmes passent inaperçues, et ces problèmes ne disparaîtront pas comme par enchantement après la réception du bâtiment.

Les défaillances peuvent rester dans l'ombre pendant des années et nuire de façon pernicieuse aux commandes du bâtiment, au rendement énergétique, à la fiabilité de l'équipement et au confort des occupants. Certaines seront portées à l'attention du personnel du bâtiment soit par les plaintes des occupants, soit au cours d'opérations de maintenance régulières. D'autres ne seront jamais détectées et entraîneront une consommation excessive d'énergie, une qualité de l'environnement intérieur inacceptable et un besoin accru de maintenance.

*« Le commissioning offre beaucoup plus que des économies d'énergie. Il s'agit d'une stratégie de gestion du risque qui devrait faire partie intégrante de toute démarche systématique de rendement énergétique et de réduction des émissions. Le commissioning garantit aux propriétaires qu'ils en ont pour leur argent dans leurs projets de construction ou de rénovation. »*

Source : Mills, E. « *Building Commissioning: A Golden Opportunity for Reducing Energy Costs and Greenhouse-Gas Emissions* », Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), 2009.

*« Depuis 25 ans, le processus de commissioning a énormément évolué. Tout d'abord confiné à la phase de mise en route, il procure actuellement des bénéfices optimaux dès la phase de préconception jusqu'à celle de l'occupation. L'équipe et le chef d'équipe peuvent mettre la main à la pâte à toutes les phases du projet, et faire en sorte que le propriétaire reste imprégné de la philosophie propre au commissioning pendant toute la vie utile du bâtiment. L'équipe d'assurance de la qualité se colle aux exigences du propriétaire pour le projet et veille à ce que la qualité soit au rendez-vous à toutes les étapes, depuis l'étape de préconception jusqu'à la fin de la première année. En plus de recevoir un bâtiment aussi près que possible de ses besoins et de ceux des occupants, le propriétaire profitera de bénéfices élevés. »*

- Charles E. Dorgan, ing, Ph.D, CxAP  
Professeur émérite  
Engineering Professional  
Development Department  
University of Wisconsin-Madison  
Wisconsin, É.-U.

« Grâce à l'ACx qui a collaboré à notre projet, j'ai eu pour la première fois la certitude que tout fonctionnait bien avant de fermer le chantier, et c'était un immense soulagement. À ce jour, nous n'avons reçu aucune plainte et aucun rappel. L'ACx a notamment découvert que la roue thermique ne fonctionnait pas après l'activation de la commande. C'est à ce moment que j'ai été vraiment convaincu de l'utilité du commissioning. Si personne n'avait vérifié, ni moi ni personne n'aurait su qu'il y avait ce problème. »

- Al Hilcox

Ingénieur mécanique pour Nelco,  
chantier du Morningside Mall,  
Scarborough, Ontario, Canada.  
(Candidat à LEED Canada)

Même si on lui procure la formation et la documentation souhaitées, le personnel du bâtiment n'a pas toujours le temps ou les connaissances nécessaires pour corriger les problèmes persistants, ou il trouvera à régler les symptômes sans jamais réussir à s'attaquer à la racine du mal. Lorsqu'un bâtiment souffre de lacunes que seul l'entrepreneur peut régler, il revient souvent au personnel de coordonner les rappels et d'aider à résoudre le problème.

Le *commissioning* réduit la probabilité que ces problèmes subsistent après la réception du bâtiment. Il aide l'équipe du projet à déceler les défaillances des systèmes dès que possible et assure leur suivi jusqu'à ce qu'elles soient corrigées. La détection précoce des problèmes et la systématisation des processus de redressement sont quelques exemples seulement des outils que le *commissioning* met à la disposition de l'équipe du projet pour livrer un bâtiment qui fonctionne adéquatement dès sa réception.

## Économies d'énergie

De plus en plus de *propriétaires de bâtiments* veulent réduire la consommation d'énergie de leurs installations. Le *commissioning des bâtiments* garantit que les systèmes et l'équipement, ainsi que tous les éléments relatifs au rendement énergétique sont installés et fonctionnent correctement. L'ACx veille à ce que le bâtiment livré réponde aux objectifs du propriétaire en matière de rendement énergétique. Le *commissioning* est réussi lorsqu'un nouveau bâtiment fonctionne aussi efficacement que possible et conformément aux attentes du propriétaire.

Le processus de *commissioning* fait appel à plusieurs stratégies pour réduire la consommation d'énergie d'un bâtiment. Le processus de *commissioning* vise à mettre en lumière d'éventuelles failles dans les mesures de rendement énergétique au moment de leur intégration au reste du système. Pendant la construction, l'ACx fait en sorte que l'équipement livré corresponde aux *EPP*, aux plans du concepteur et au cahier des charges. Il observe également l'installation de l'équipement afin de s'assurer qu'il peut être entretenu et qu'il fonctionne correctement. Les *essais fonctionnels* s'inscrivent dans le prolongement du processus d'assurance de la qualité et permettent de vérifier que les systèmes du bâtiment fonctionnent de façon efficace les uns avec les autres. Par exemple, pendant les *essais fonctionnels*, le *commissioning* contribue à résoudre les erreurs de programmation des systèmes de contrôle qui rendraient les opérations inefficaces.

Bien qu'il soit difficile de quantifier les économies d'énergie des nouveaux bâtiments sans posséder les données de base nécessaires, le *commissioning* garantira que les stratégies de rendement énergétique donneront les résultats escomptés.

## Meilleure qualité de l'environnement intérieur

La *qualité de l'environnement intérieur* (QEI) d'un bâtiment influe sur la santé, le confort et la productivité de ses occupants. Les conséquences d'une piètre QEI varient en gravité, mais elles ne sont jamais à négliger. Ainsi, une température et un éclairage mal contrôlés peuvent créer un milieu de travail inconfortable, peu propice à l'apprentissage. L'efficacité et la productivité de l'organisme tout entier peuvent en

souffrir. Dans les cas plus graves, une mauvaise qualité de l'air peut provoquer maux de tête, fatigue et fortes réactions allergiques.

La mauvaise *qualité de l'air intérieur* (QAI) peut avoir plusieurs causes :

- Humidité et moisissures dans l'enveloppe du bâtiment
- Apport insuffisant en air extérieur
- Mauvaise circulation de l'air
- Régulation inappropriée de la ventilation
- Mauvaise installation du système de distribution d'air

L'inconfort et une piètre qualité de l'air résultent souvent des défauts de conception, d'installation, d'utilisation et d'entretien du système CVCA. Le *commissioning* s'attaque directement à ce type de problèmes par une observation attentive de la construction, des essais fonctionnels et la formation du personnel.

Une pressurisation incorrecte du bâtiment peut nuire à la *qualité de l'air intérieur*. Ce point revêt une importance particulière dans les installations abritant, des morgues, des piscines intérieures ou toute autre zone où la mise en pression est censée bloquer la circulation des odeurs et des toxines d'un endroit à l'autre. Un *commissioning* bien réalisé garantit que les différences de pression entre les zones sont correctes.

« *L'un des plus grands avantages du commissioning nous est arrivé en prime. Après que les concepteurs eurent établi une séquence des opérations de commande optimale qui nous permettrait de réaliser nos objectifs en matière d'efficacité énergétique, nous avons dû nous rendre à l'évidence qu'elle était trop complexe pour nos opérateurs. Avec l'aide de l'ACx, l'équipe de conception a réussi à simplifier considérablement la séquence tout en préservant l'intégrité des mesures d'efficacité énergétiques.* »

- Jim Sawers  
 Directeur technique, Campus de  
 l'Université de Calgary  
 Alberta, Canada

## Le coût de l'inconfort

Les problèmes de confort touchent tous les propriétaires de bâtiments, autant ceux qui les occupent que ceux qui les louent.

### Productivité réduite

Le manque de confort nuit à la productivité. Les occupants perdent du temps à se plaindre et sont plus susceptibles de prendre des congés de maladie. Comme le personnel du bâtiment passe davantage de temps à répondre aux réclamations relatives au confort, il en a moins pour effectuer les tâches de maintenance régulières.

### Fidélisation des locataires

L'état d'insalubrité chronique peut faire perdre au propriétaire d'un bâtiment des locataires et de l'argent. Lorsque les locataires s'en vont, les recettes des loyers et les commissions de location sont perdues. En outre, le bouche-à-oreille ne tardera pas à répandre la rumeur sur le mauvais état d'un bâtiment et les périodes d'inoccupation iront croissant.

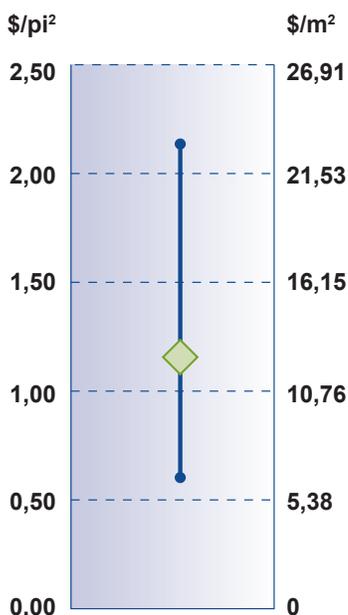
### Augmentation des obligations

Les propriétaires font de plus en plus souvent l'objet de poursuites en raison de la mauvaise *qualité de l'air intérieur* dans leurs bâtiments. Il en résulte des coûts élevés pour le propriétaire, des désagréments pour les locataires, et du temps perdu de part et d'autre.

« Ces 20 dernières années, nous avons fait un suivi des problèmes détectés et résolus au cours du processus de commissioning. Dans un projet type, le propriétaire a récupéré l'ensemble des coûts du processus de commissioning une fois la phase de conception achevée à 80 % environ, grâce à la réduction des ordres de modification et des demandes d'information, à l'amélioration du fonctionnement des systèmes et à la réduction des opérations de maintenance. »

- Chad Dorgan  
Autorité de commissioning (ACx)

### Coût du commissioning d'une nouvelle construction



Source : Mills, E. *Building Commissioning: A Golden Opportunity for Reducing Energy Costs and Greenhouse-Gas Emissions*, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2009.

## LES COÛTS DU COMMISSIONING

Le coût du *commissioning* dépend de la taille et de la complexité d'un projet, ainsi que de l'envergure du processus.

Le coût du *commissioning* est difficile à estimer. Il n'existe pas de convention pour déterminer quels frais sont inclus dans le coût total du *commissioning*. Les honoraires de l'ACx sont les plus faciles à établir, mais il faut également comptabiliser les coûts associés à d'autres membres de l'équipe participant au processus ainsi que les coûts de correction des problèmes que le processus aura permis de déceler. Étant donné cette difficulté, les coûts du *commissioning* sont généralement représentés sous forme de fourchette de coûts potentiels plutôt que par un montant précis en dollars. Cependant, quelle que soit la manière dont ils sont définis, les coûts du *commissioning* représentent une infime partie du budget global de la construction, et une partie encore plus petite des coûts engendrés par le bâtiment durant son cycle de vie.

### Les coûts du *commissioning*

Coûts réels du *commissioning*, d'après une étude aux É.-U. portant sur 69 projets de *commissioning*.

Description	Valeur ou fourchette
Coût total du <i>commissioning</i>	6,56 à 22,17 \$/m²
Honoraires de l'ACx (en % du coût total du <i>commissioning</i> )	74 à 86 %
Honoraires de l'ACx (en % du coût total de construction)	0,3 à 1,1 %

Source : Mills, E., H. Friedman, T. Powell, N. Bourassa, D. Claridge, T. Haasl, et M.A. Piette. « *The Cost-Effectiveness of Commercial-Buildings Commissioning* », Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), 2004. <http://eetd.lbl.gov/Emills/PUBS/PDF/Cx-Costs-Benefits.pdf>.

Lorsqu'on prend en considération la valeur en dollars des bénéfices du *commissioning*, son coût est souvent compensé à plus de 50 %. En effet, le *commissioning* réduit les coûts nets du bâtiment durant tout son cycle de vie et il peut réduire les coûts initiaux s'il est entrepris dès le début de la phase de conception du projet.

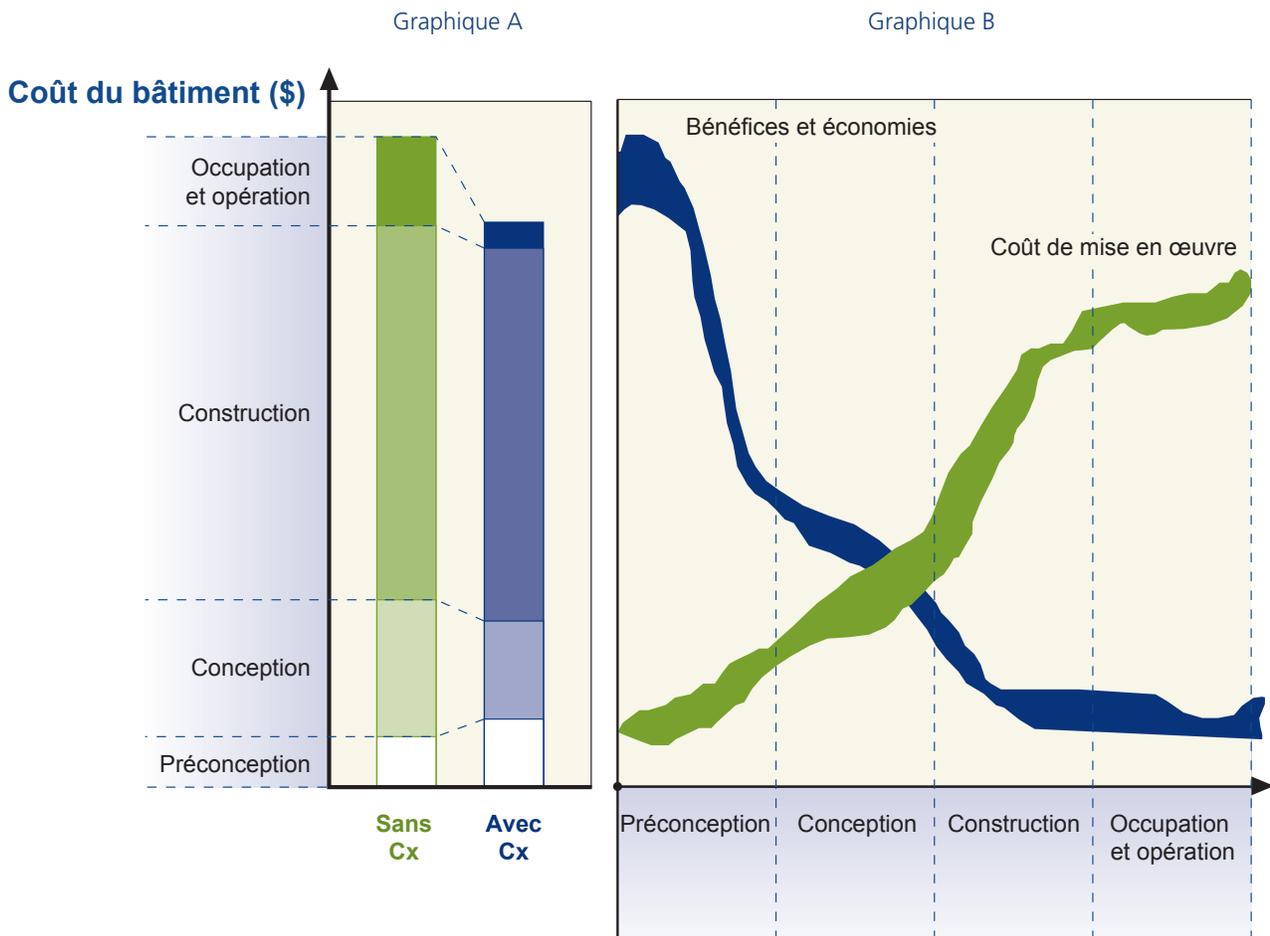
D'autres facteurs influent sur le coût du *commissioning* :

- Taille du projet – Plus le projet est petit, plus le prix au m<sup>2</sup> est élevé car une partie des coûts de documentation (p. ex. élaboration des EPP) est relativement fixe.
- Complexité des systèmes de CVCA – Le *commissioning* de certains systèmes (tels que les systèmes de distribution de l'air sous les planchers) requiert plus de temps, tandis que d'autres types d'équipements sont plus simples et permettent d'utiliser des méthodes d'échantillonnage (par ex. unités terminales de base).
- Calendrier du projet – Plus la construction s'étend sur une longue durée, plus les réunions de *commissioning* sont nombreuses. Le roulement augmente également, nécessitant un effort supplémentaire pour coordonner les parties concernées par le *commissioning*.
- Objectifs de durabilité du projet – Si le projet vise une certification de bâtiment écologique, il faut prévoir du temps et des efforts pour satisfaire aux exigences et rassembler la documentation demandée.
- Connaissances de l'équipe du projet en matière de *commissioning* – Les propriétaires, architectes, ingénieurs et entrepreneurs qui connaissent bien le domaine du *commissioning* ont moins besoin de supervision au cours de la réalisation des tâches principales.
- Niveau d'expérience du personnel d'opération et de maintenance – Le personnel expérimenté aura moins besoin d'être formé, mais pourrait poser des questions plus pointues aux entrepreneurs et à l'ACx durant les séances de formation.
- Type de contrat de construction – L'ACx peut intervenir à différents moments tout au long du projet et exiger des efforts qui ne sont pas de même niveau que dans les projets traditionnels conception-soumission-construction.

**Figure 2** – Le processus de *commissioning* : une nouvelle façon d’envisager les coûts d’un projet et de réaliser des économies

Graphique A : Comparaison des coûts de construction de projets intégrant ou non un processus de *commissioning*.

Graphique B : Bénéfices et économies potentielles par rapport au coût de mise en œuvre des changements durant les phases du *commissioning*.



Adapté de : « *The Commissioning Process for Delivering Quality Constructed Projects* », University of Wisconsin-Madison, 2009.

# CHAPITRE 3

## L'ÉQUIPE DE *COMMISSIONING*

La constitution de l'équipe de *commissioning* est généralement la première étape, et c'est aussi l'une des plus importantes pour mettre le projet bien en selle.

Le chapitre qui suit répond aux questions suivantes :

- Qui doit faire partie de l'équipe de *commissioning* et comment les responsabilités sont-elles habituellement attribuées ?
- Quel est le rôle de l'ACx et qui peut l'assumer ?
- Comment évaluer les compétences de l'ACx ?
- Quel est le processus de sélection de l'ACx ?
- Quels sont les programmes de certification des ACx disponibles ?



### ! Membres potentiels de l'équipe de Cx

- Autorité du *commissioning* (ACx)
- Propriétaire du bâtiment ou son représentant
- Gestionnaire et personnel du bâtiment
- Consultants en conception
- Représentants des entrepreneurs, sous-traitants et fabricants
- Spécialistes des systèmes

### ! Rôle de l'équipe de Cx

L'équipe de *commissioning* ne gère pas la conception et la construction du projet. Son rôle consiste à évaluer les décisions liées à la conception et à la construction en fonction des EPP, à découvrir les défaillances dues à l'installation et au fonctionnement de l'équipement et des systèmes, et à collaborer à l'intégration de la procédure de *commissioning* aux différentes activités de construction.

### ! Le rôle clé de la communication

Les membres d'une équipe de conception et de construction doivent communiquer clairement et ouvertement afin d'atteindre leurs buts. Le processus de *commissioning* favorise une bonne communication en établissant des objectifs clairs pour ce qui est du rendement attendu et parce qu'il prévoit des réunions régulières entre tous les membres de l'équipe.

## L'ÉQUIPE DE COMMISSIONING ET LEURS RESPONSABILITÉS

L'équipe de *commissioning* travaille en étroite collaboration pour déceler les problèmes de manière précoce dans le processus de conception et de construction. Elle fait un suivi jusqu'à leur résolution finale, garantissant ainsi que le bâtiment livré répond aux besoins du propriétaire.

Il est essentiel pour le succès du projet de *commissioning* de définir clairement et de documenter les responsabilités de chaque membre de l'équipe.

Il est important de préciser que ni l'équipe de *commissioning* ni l'ACx ne gèrent les processus de conception et de construction. Les membres de l'équipe ne sont pas autorisés à diriger les travaux, ni à accepter un bâtiment ou un système. Leur travail consiste plutôt à faciliter la communication, à résoudre les problèmes et à documenter le rendement.

Ensemble, l'ACx et le propriétaire distribuent les rôles et les responsabilités aux membres de l'équipe. Les budgets et les caractéristiques spéciales du projet influenceront sur la structure de l'équipe; l'ACx peut aider le propriétaire à réunir une équipe qui corresponde au mieux à la taille et à la complexité du projet.

Les rôles et responsabilités sont généralement définis lors de la réunion préliminaire de *commissioning*, qui doit avoir lieu au début du projet et à laquelle tous les membres de l'équipe doivent assister. Lors de cette réunion, le propriétaire et l'ACx fixent les responsabilités de chaque membre de l'équipe, ainsi que la portée du projet de *commissioning*, le processus et le calendrier. Les rôles et responsabilités sont également définis dans le *Plan de commissioning* (voir **Chapitre 4**).

### Autorité du *commissioning* (ACx)

L'ACx peut être un membre du personnel du propriétaire, un professionnel de la conception, un entrepreneur ou un *consultant tiers indépendant*. L'ACx veille à ce que le *commissioning* se déroule conformément aux exigences établies pour le bâtiment. Il dirige le processus et, à ce titre, il planifie, programme et coordonne les activités en la matière. Lors de la conception, l'ACx collabore avec l'équipe du projet afin de s'assurer que les attentes du propriétaire quant à l'opération du bâtiment sont énoncées de manière adéquate dans les *Exigences du propriétaire pour le projet*, et soumet les commentaires de l'équipe sur les propositions des professionnels de la conception, y compris la *Base de conception*, les dessins de conception et les cahiers de charges.

Au cours de la construction, l'ACx visite fréquemment le chantier, documente toute lacune qu'il constate dans un *registre des problèmes*, préside les réunions de l'équipe de *commissioning* et rédige les procès-verbaux, supervise le démarrage des systèmes, dirige les *essais fonctionnels* des systèmes et de leurs composants, et vérifie que toute la documentation a été distribuée et la formation donnée, en intégralité et avec exactitude. Pendant la phase d'occupation et d'opération, l'ACx effectue des visites périodiques sur les lieux, procède aux essais qui n'ont pas pu être effectués durant la construction et, suivant la portée du projet, il continue à aider le propriétaire et le personnel du bâtiment à résoudre tout problème opérationnel qui subsiste.

### Les responsabilités de l'ACx

- Organiser et diriger l'équipe de *commissioning*
- Garantir que les attentes du propriétaire sont énoncées de manière adéquate dans les *Exigences du propriétaire pour le projet*
- Examiner les propositions relatives à la conception
- Contribuer à la documentation des exigences du *commissioning* à inscrire au cahier des charges
- Préparer et mettre à jour le *Plan de commissioning*
- Organiser et présider les réunions de *commissioning*, et en dresser les procès-verbaux
- Observer la construction
- Observer et documenter les *essais fonctionnels*
- Élaborer le *Manuel des systèmes*
- Préparer un calendrier de formation du personnel et une liste de l'équipement; assister aux séances et vérifier que la formation est acceptable
- Préparer et soumettre la version définitive du *Rapport de commissioning*
- Effectuer des visites périodiques du bâtiment pendant la première année d'occupation, réaliser les essais différés et conseiller le personnel du bâtiment
- Élaborer et tenir à jour tous les documents d'examen et les registres des problèmes (p. ex., examens de la conception, des soumissions, de la construction, des visites du chantier et du démarrage, rapports sur les *essais fonctionnels*, examens des formations, examen du manuel d'O&M, examens à l'expiration des garanties)

## Le propriétaire du bâtiment ou son représentant

Le propriétaire apporte une contribution décisive au succès de tout processus de *commissioning*. Ses principales responsabilités sont de soutenir l'équipe de *commissioning* et de communiquer clairement ses attentes quant à la manière dont le bâtiment devrait fonctionner. Cependant, il est tout aussi important que le propriétaire se fasse le porte-étendard du *commissioning*, non seulement en secondant l'ACx, mais également en supportant la responsabilité de l'équipe à résoudre les problèmes. Le soutien du propriétaire favorise le bon déroulement du processus de *commissioning* et la correction des problèmes du bâtiment et, ce faisant, il optimise les bénéfices du *commissioning*.

En plus d'appuyer les rôles et les responsabilités de *l'équipe de commissioning*, le propriétaire guide le processus en exprimant clairement ses attentes quant au fonctionnement du bâtiment. Ces attentes doivent être bien documentées, car elles servent de base non seulement pour le *commissioning* lui-même, mais aussi pour presque toutes les décisions qui devront être prises pendant la conception et la construction.

### Responsabilités du personnel du propriétaire

- Communiquer clairement leurs attentes et leurs objectifs à l'égard du projet (p. ex. définir les EPP)
- Déterminer le budget du *commissioning* et embaucher l'ACx.
- Désigner le personnel qui défendra les intérêts du propriétaire durant le processus de *commissioning*
- Travailler avec l'ACx pour déterminer la portée et les objectifs du processus de *commissioning*
- Examiner et commenter les rapports soumis par l'ACx
- Approuver les essais de démarrage et les tests fonctionnels
- Faire participer le futur personnel du bâtiment au processus aussi tôt que possible
- Intégrer les recommandations de l'ACx aux instructions données à l'équipe de construction et aux avis d'approbation des systèmes du bâtiment.

## Gestionnaire et personnel du bâtiment

Le futur personnel du bâtiment peut participer au processus de *commissioning* et en tirer profit. Pour tirer le plein bénéfice de ce processus, le personnel du bâtiment doit être sélectionné et entrer en jeu aussitôt que possible.

Au stade de la conception, le gestionnaire ou l'opérateur devrait contribuer à l'élaboration des *EPP*. Durant les dernières étapes de la conception, le point de vue d'un gestionnaire ou d'un opérateur peut mener à des changements qui ne coûteront rien mais qui amélioreront sensiblement la capacité du personnel à opérer et à maintenir le bâtiment. Leurs suggestions peuvent concerner des modifications très utiles aux conventions de désignation des points de contrôle, aux messages d'alarme et aux plans graphiques du système de gestion de l'énergie. Le personnel du bâtiment peut également avoir son mot à dire pour ce qui est du choix des systèmes, de l'aménagement et d'autres éléments qui ont une influence sur la maintenance des équipements.

En participant au processus de *commissioning*, le personnel du bâtiment comprendra les différents systèmes, leurs interactions et le plan de conception bien avant la réception du bâtiment et son occupation. L'observation des *essais fonctionnels* et la participation aux formations offertes par les entrepreneurs et l'ACx approfondiront aussi sa compréhension de l'équipement et des stratégies de contrôle.

### Responsabilités du personnel du bâtiment

- Examiner la conception pour s'assurer qu'elle est maintenable
- Participer à des visites périodiques du chantier
- Participer aux réunions de *commissioning*
- Observer les *essais fonctionnels*
- Participer aux séances de formation

### Les représentants des entrepreneurs et des fabricants

Les représentants des entrepreneurs et des fabricants construisent les installations. Ils fournissent, installent, mettent en route et souvent, mettent à l'essai les systèmes du bâtiment et leurs composants. Leurs responsabilités à l'égard du *commissioning* sont toutefois limitées à celles énoncées dans le cahier des charges.

Suivant les instructions à cet égard, les représentants des entrepreneurs et des fabricants doivent vérifier que les systèmes du bâtiment achevé fonctionnent comme prévu. En règle générale, leurs tâches incluent la collaboration avec l'ACx afin de garantir que les étapes clés du *commissioning* sont intégrées au calendrier de la construction; l'exécution d'essais de rendement (élaborés par l'ACx) sur les systèmes qu'ils installent; le soutien à la résolution des défaillances et la documentation de démarrage des systèmes. Il leur appartient également de mettre à disposition la documentation concernant l'O&M des systèmes et d'assurer la formation du personnel du bâtiment.

## ! Élaboration de la Base de conception

Les consultants élaborent leur Base de conception (BDC) et doivent y consigner comment chacun des critères définis dans les Exigences du propriétaire pour le projet a été appliqué dans la conception.

## Responsabilités des représentants des entrepreneurs et des fabricants

Les activités requises des représentants des entrepreneurs et des fabricants à l'égard du *commissioning* figurent au cahier des charges. En voici quelques-unes :

- Assister aux réunions préliminaires à l'appel d'offres et à la construction
- Collaborer avec l'équipe de *commissioning* pour remédier aux défaillances
- Intégrer les étapes clés du *commissioning* au calendrier de la construction
- Rédiger les manuels d'O&M
- Fournir à l'ACx tous les dessins d'atelier requis et répondre aux demandes d'information
- Fournir la documentation nécessaire à l'élaboration du *Manuel des systèmes*
- Vérifier les *essais fonctionnels* élaborés par l'ACx
- Élaborer et offrir les formations à l'intention du personnel du bâtiment
- Seconder l'ACx pendant l'exécution des essais fonctionnels

## Les professionnels de la conception

Le groupe des professionnels de la conception comprend notamment l'architecte, les ingénieurs en conception mécaniques et électrique, ainsi que d'autres sous-consultants spécialisés. Les professionnels de la conception élaborent des plans et des spécifications qui correspondent aux besoins et aux attentes du propriétaire du bâtiment. Pour ce qui concerne le *commissioning*, ils collaborent avec l'ACx afin de documenter les attentes du propriétaire quant à l'opération du bâtiment dans les *EPP*, de préparer leurs Bases de conception respectives et de coopérer avec l'équipe de *commissioning* pour résoudre les problèmes qui surgissent pendant la conception et la construction.

Les responsabilités des professionnels de la conception en matière de *commissioning* peuvent varier en fonction de leurs intérêts et des besoins du propriétaire. À l'étape de la conception, ils répondent aux questions soulevées par l'ACx et font en sorte que le processus de *commissioning* soit exposé de façon détaillée dans le cahier des charges. Pendant la construction, mais également une fois que le bâtiment est opéré et occupé, ils aident à résoudre tout problème lié à la conception, à l'équipement, à l'installation ou au fonctionnement. Dans les projets complexes, les professionnels de la conception peuvent examiner les plans de *commissioning* et d'essais fonctionnels, et assister à certains de ces essais.

Il est important de préciser que le *commissioning* ne dégage aucunement les consultants de leurs responsabilités à l'égard de la conception, de la vérification sur place ou de l'approbation des systèmes qu'ils ont conçus.

## Les spécialistes des systèmes

Si des systèmes spéciaux sont prévus dans les plans de conception, un spécialiste peut s'associer à l'équipe de *commissioning*. Le spécialiste des systèmes peut effectuer des examens de la conception, observer les travaux de construction et réaliser des essais. Les résultats de ces derniers et les recommandations du spécialiste des systèmes seront vérifiés par l'ACx. Il peut également être demandé au spécialiste des systèmes d'examiner la documentation relative aux systèmes qu'il a mis à l'essai et de donner une formation aux opérateurs sur la façon d'utiliser l'équipement.

## CHOISIR L'AUTORITÉ DU COMMISSIONING (ACx)

**L'une des premières et des principales décisions qu'aura à prendre le propriétaire a trait au choix de l'autorité du *commissioning*.**

Comme il a été mentionné au début du chapitre, l'ACx est à la tête de l'*équipe de commissioning*, il veille au bon déroulement du processus et il en assume l'entière responsabilité. Il doit comprendre le processus de *commissioning* dans ses moindres détails et être capable d'en élaborer les spécifications. Il n'est pas nécessaire que l'ACx possède une expertise technique, mais il peut employer des technologues spécialisés ou conclure un partenariat. Cependant, il doit absolument posséder une expérience de terrain des systèmes et des commandes de CVCA. Étant donné que chaque projet est unique, le choix de l'ACx doit tenir compte de la pertinence de son expertise et de son expérience par rapport aux objectifs et à l'étendue du projet.

## Compétences de l'ACx

Plus le projet est complexe, plus l'ACx doit être chevronné. Pour les projets de construction assortis de besoins spéciaux ou vocationnels critiques comme pour les hôpitaux ou les laboratoires, il est impératif de choisir une personne qui dispose d'une expérience directe du domaine. Les projets individuels peuvent exiger une ACx ayant plus ou moins de compétences, ou des compétences différentes de celles qui sont décrites ci-dessous. Les paragraphes qui suivent donnent une vue d'ensemble des compétences le plus souvent requises.

*« La Corporation de la Ville de Cambridge a engagé une ACx et lui a demandé d'examiner la conception du bâtiment, d'élaborer et d'intégrer un plan de commissioning, de vérifier le rendement fonctionnel selon les critères optimaux, l'installation de l'équipement ainsi que la formation, et de produire un rapport sur le commissioning. La démarche systématique de l'ACx et le programme d'assurance de la qualité mis en œuvre ont joué un rôle crucial dans l'obtention de la certification LEED Or pour le bâtiment. Nous avons la certitude que les systèmes répondent aux critères opérationnels, énergétiques et de confort qui garantissent un environnement de travail sain aux employés municipaux et au public*

**- Slobodanka Lekic**  
Gestionnaire de la construction  
des bâtiments  
Ville de Cambridge,  
Ontario, Canada.

« Je tiens à souligner le rôle immense que peut jouer une ACx dans une équipe de conception, dès le début du projet. Je ferais cependant une petite mise en garde : faites attention à choisir le « bon » agent de Cx. Il doit posséder le savoir technique requis, une bonne expérience du fonctionnement des bâtiments et des systèmes, et il doit avoir la formation requise. De plus, il doit aborder la documentation et la vérification de façon systématique. »

- **Tom Kovendi, ing.**  
 Directeur, Gestion de portefeuille  
 Portefeuille du Bureau de Toronto  
 La Corporation Cadillac  
 Fairview Limitée  
 Toronto, Ontario, Canada.

### **Connaissances techniques**

Pour tous les projets de *commissioning*, l'ACx devrait posséder de l'expérience et des connaissances techniques à jour dans les domaines de la conception, de la construction et de l'opération de bâtiments. Il doit aussi avoir une expérience de terrain approfondie et récente de tous les aspects du processus de *commissioning*. L'ACx peut employer des technologues spécialistes pour les systèmes qu'il connaît moins, ou conclure des partenariats. Cependant, étant donné leur rôle crucial dans le processus de *commissioning*, il est primordial que l'ACx possède de bonnes connaissances techniques des principes de base, de la conception et de l'opération des systèmes de CVCA, ainsi que de la mise en place de systèmes de contrôle.

### **Expérience pertinente**

L'ACx doit avoir de l'expérience en dépannage des systèmes visés par le *commissioning*. Il doit avoir exercé des fonctions similaires au sein de projets aux besoins comparables. La complexité du projet de *commissioning* déterminera le nombre de collaborations à des projets similaires antérieurs exigées de l'ACx.

### **Compétences en matière de communication et d'organisation**

L'ACx doit avoir d'excellentes aptitudes pour la communication écrite et orale. La diplomatie et l'aptitude à résoudre des conflits sont également essentielles, de même que les compétences organisationnelles.

### **Références et échantillons de travail**

L'ACx doit fournir des références et des échantillons issus de sa collaboration à d'autres projets de *commissioning* similaires.

### **Objectivité**

Quel que soit le projet de *commissioning* auquel il collabore, l'ACx doit être en mesure de donner un point de vue objectif et impartial.

## Arrangements concernant l'ACx

Divers candidats peuvent être envisagés pour le rôle d'ACx. À cet égard, les propriétaires et gestionnaires de bâtiment ont au moins quatre possibilités : leur propre personnel; l'ingénieur concepteur ou l'architecte; un entrepreneur ou un consultant en *commissioning* indépendant. Pour éviter tout *conflit d'intérêts*, l'idéal est que l'ACx relève directement du propriétaire. Si le projet doit être soumis à la certification LEED Canada, reportez-vous à la section « Le *commissioning* et LEED Canada » du **Chapitre 1**.

### Personnel du propriétaire

Lorsque des membres du personnel du propriétaire ont de l'expérience en matière de *commissioning*, ou s'ils connaissent très bien les systèmes du bâtiment et qu'ils peuvent suivre une formation sur le processus de *commissioning*, ils peuvent devenir des ACx très efficaces. Les propriétaires qui mènent plusieurs projets de construction de front peuvent créer des équipes internes qui agiront à titre d'ACx dans leurs installations. Les enseignements qu'ils tireront du processus de *commissioning* seront un atout inestimable pour le maintien du rendement du bâtiment. Cela étant dit, le propriétaire doit toujours évaluer attentivement si son personnel dispose du temps et des compétences nécessaires pour jouer ce rôle.

### Ingénieur en conception ou architecte

Certains ingénieurs en conception ou architectes ont la compétence requise pour agir à titre d'ACx. La connaissance que les professionnels de la conception ont du projet peut faire gagner du temps. Cependant, il peut leur manquer le recul nécessaire par rapport au projet et passer à côté d'éléments par ailleurs évidents pour quelqu'un ayant une nouvelle perspective. Il est toujours difficile d'avoir un œil impartial sur son propre travail.

Lorsque le rôle de l'ACx est assumé par un professionnel de la conception, il faut absolument réfléchir à la question des conflits d'intérêts potentiels. L'entreprise de conception doit présenter un plan visant à minimiser les problèmes, et les exigences de *commissioning* doivent être incluses dans le contrat du professionnel de la conception. Dans ce cas, il serait approprié de confier certaines tâches, comme les examens de la conception, à un consultant indépendant.

S'il engage un professionnel de la conception comme ACx, le propriétaire doit garder à l'esprit trois points importants. Premièrement, le *commissioning* n'est généralement pas inclus dans les honoraires du professionnel. Deuxièmement, ces professionnels n'ont pas forcément les connaissances nécessaires pour superviser tous les aspects du processus de *commissioning* comme par exemple, obtenir et analyser des données tirées d'enregistreurs de données portatifs et du système de contrôle automatique des bâtiments (SCAB, voir page 40), ou des systèmes de dépannage. Troisièmement, le propriétaire peut s'attendre à devoir superviser de plus près les activités de *commissioning*.

### Entrepreneur

Les entrepreneurs ont souvent les connaissances et les aptitudes nécessaires pour effectuer les essais de l'équipement qu'ils installent, en particulier si les exigences de *commissioning* du projet sont clairement définies. Quand l'entrepreneur assume le rôle de l'ACx, le potentiel de conflit d'intérêts ne doit pas être ignoré. Un ingénieur d'essais peut être engagé pour effectuer le *commissioning* de l'équipement et rendre compte des résultats directement au propriétaire. Dans ce cas aussi, le

### **!** Évaluation des compétences de l'ACx

Lorsqu'un propriétaire évalue les compétences d'une ACx, il devrait procéder de la manière suivante :

1. Évaluer ses connaissances techniques et son expérience des systèmes et des problèmes de bâtiments similaires.
2. Évaluer ses aptitudes non techniques, notamment dans les domaines de la communication et de l'organisation.
3. Déterminer si le *commissioning* fait partie de l'offre de services de base de l'entreprise ou de la personne envisagée.
4. Demander des références et prendre contact avec les personnes mentionnées.
5. Demander et examiner des échantillons de travail.

### **D** Conflit d'intérêts

Situation dans laquelle une personne occupant une position de confiance possède des intérêts divergents dans les sphères de sa vie professionnelle ou privée.

**D ACx indépendant**

Il s'agit d'une personne engagée directement par le propriétaire d'un bâtiment et qui n'a aucune relation, responsabilité ou affiliation à l'égard d'un autre membre de l'équipe de conception et de construction.

**! Échantillons de documents**

Des échantillons de DP peuvent être téléchargés au site [www.canmetenergie.nrcan.gc.ca/cx\\_outils.html](http://www.canmetenergie.nrcan.gc.ca/cx_outils.html).

propriétaire ou l'équipe de conception devra faire preuve de plus de diligence dans la supervision des activités de *commissioning*, et il devrait se doter d'un plan visant à minimiser les risques de conflits d'intérêts.

Les propriétaires doivent également être conscients que même si les entrepreneurs peuvent en général réaliser des essais sur les systèmes qu'ils installent, il se peut qu'ils ne soient pas en mesure de le faire pour d'autres pièces d'équipement ou de diagnostiquer les problèmes d'intégration du système. En outre, les exigences d'un *commissioning* complet ne sont probablement pas incluses dans les honoraires de l'entrepreneur.

**Consultant indépendant en commissioning**

On entend par consultant indépendant en *commissioning* toute entreprise ou tout consultant à titre individuel embauché directement par le propriétaire. Même si le consultant est engagé par l'intermédiaire de l'entreprise du concepteur, il relèvera exclusivement du propriétaire du bâtiment et s'assurera en toute objectivité que l'équipe du projet livre un bâtiment qui correspond aux attentes du propriétaire. Le consultant tiers peut être un concepteur ou un entrepreneur, mais il ne doit pas faire partie de l'équipe livrant le projet de conception ou de construction. Ainsi, le propriétaire s'assure de l'objectivité de l'ACx. Lorsqu'il choisit un consultant tiers, le propriétaire doit évaluer soigneusement son expérience en *commissioning* sur des projets similaires.

**Processus de sélection**

À l'égal de l'évaluation des compétences de l'ACx, le processus de sélection sera fonction de la complexité et des besoins particuliers du projet. Que l'intention soit d'engager un ingénieur en conception, un architecte, un entrepreneur ou un consultant indépendant, il existe deux méthodes de sélection valides : la sélection par proposition et la sélection par qualification.

**Sélection par proposition**

Dans ce processus de sélection, le propriétaire émet une demande de propositions (DP). Ce processus peut prendre beaucoup de temps et coûter cher, car il nécessite que le propriétaire décrive le processus de *commissioning* et la rigueur souhaités, puis qu'il examine attentivement chaque proposition pour s'assurer que les ACx offrent des éventails de services comparables.

**Sélection par qualification**

L'ACx est choisie sur la base de ses compétences et de ses barèmes de tarification, fournis en réponse à une demande de qualification (DDQ). Bien que ce processus soit généralement plus simple que la DP, il oblige néanmoins le propriétaire à évaluer soigneusement les compétences des candidats, à interroger leurs anciens clients et à examiner leurs références.

## Programmes de certification en *commissioning*

Au moins cinq organismes offrent des programmes de certification en *commissioning*. On trouve une liste partielle de tels organismes au site Web de CanmetÉNERGIE<sup>8</sup>. Chacun a ses propres exigences et accorde un titre différent aux personnes certifiées. Certaines certifications exigent que le candidat réussisse un test, alors que d'autres exigent de faire la démonstration d'une expérience pertinente accumulée au gré de leur collaboration à divers projets de *commissioning*. D'autres encore sont axées sur les enjeux du processus de *commissioning*, ou sur les compétences techniques. Dans tous les cas, la certification ne remplace jamais l'expérience. Le propriétaire doit toujours évaluer attentivement les compétences des postulants, qu'ils soient ou non certifiés à titre d'ACx.

*« La majorité des propriétaires ne se rendent jamais compte des dysfonctionnements de leur bâtiment. Souvent, ils ont payé pour des systèmes mécaniques, électriques ou de plomberie qui fonctionnent mal et qui sont mal installés. Le processus de commissioning, réalisé par un consultant indépendant, est le meilleur moyen pour le client de s'assurer que le bâtiment est doté de tous les composants commandés, et qu'ils fonctionnent conformément aux plans de conception. »*

**- Richard Puczkowski**  
Directeur de projet  
Bovis Lend Lease

---

8 [www.canmetenergie.rncan.gc.ca/cx\\_agent\\_certification.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/cx_agent_certification.html)



## LE PROCESSUS DE *COMMISSIONING*

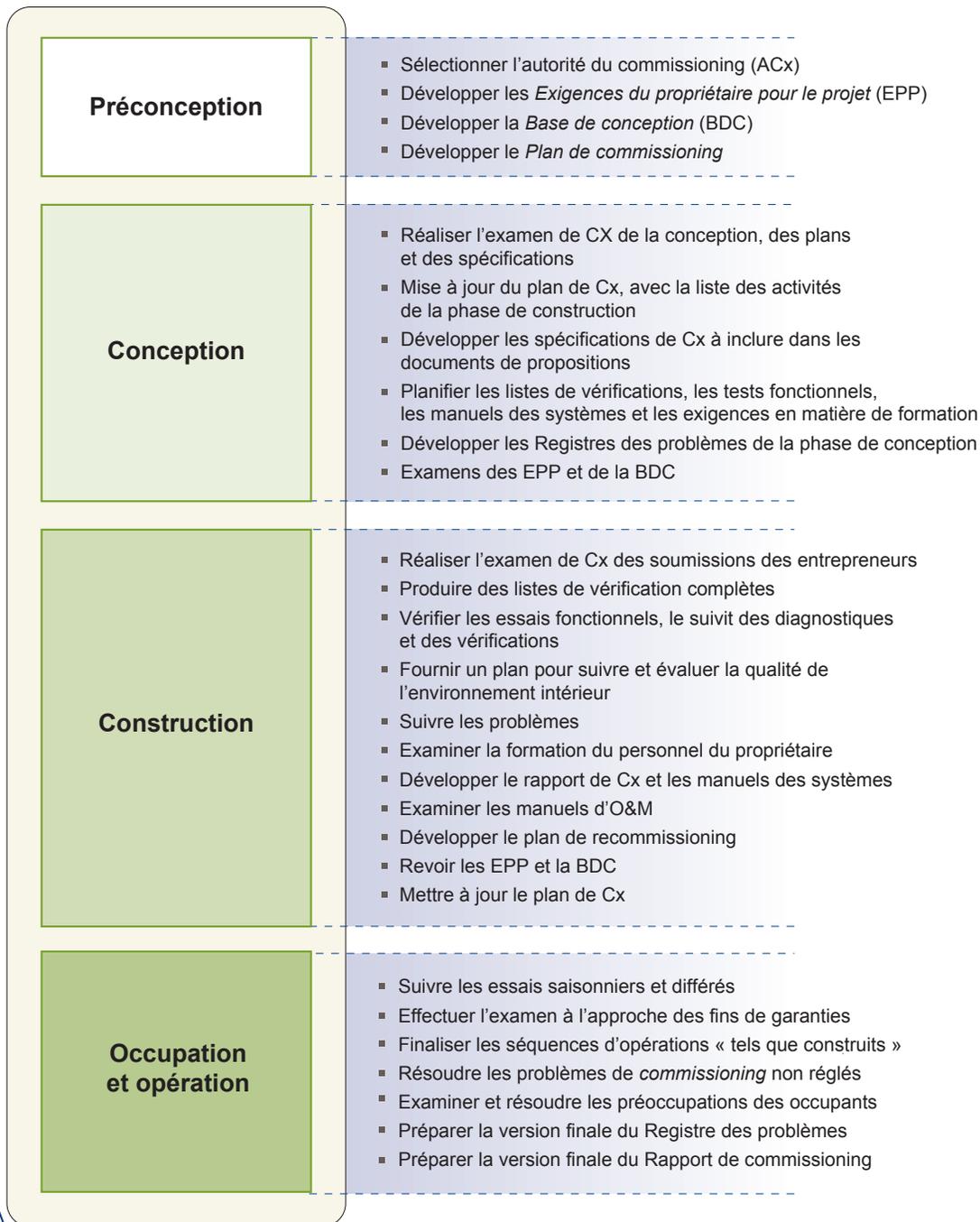
Le *commissioning* commence dès la préconception et se poursuit jusqu'au terme de la première année d'opération et d'occupation. Cependant, dans un certain sens, le *commissioning* n'est jamais terminé. Même lorsque le bâtiment est occupé, il faudra procéder périodiquement au *recommissioning* pour maintenir le niveau de rendement du bâtiment.

Le chapitre qui suit répond aux questions suivantes :

- Quelles sont les phases du processus de *commissioning* ?
- Quelles sont les étapes de la préparation d'un projet ?
- Quelle sorte de document faut-il préparer durant un processus type de *commissioning* ?
- Quel est le rôle du suivi des tendances, de l'enregistrement de données et des essais fonctionnels dans le *commissioning* ?
- Qui définit et effectue habituellement un essai fonctionnel ?



## ACTIVITÉS ET LIVRABLES PRINCIPAUX DU PROCESSUS DE COMMISSIONING (CX)



## LE PROCESSUS DE COMMISSIONING

En matière de *commissioning*, il n'existe pas de démarche toute faite qui s'adapte à tous les projets de bâtiment.

Ce chapitre décrit les activités types de *commissioning* pour chaque phase du projet : préconception, conception, construction, occupation et opération. Il est important de noter que le processus de *commissioning* doit être adapté aux besoins particuliers de chaque projet de bâtiment.

Durant toutes les phases du *commissioning*, l'ACx doit interagir avec plusieurs membres des équipes de conception, de construction et d'opération. Pour tirer le plein avantage du *commissioning*, il est essentiel d'établir un processus clair de partage de l'information dès le début du processus.

## PRÉCONCEPTION

Les activités de préconception sont cruciales pour le succès du projet. Elles constituent une base solide pour les activités de *commissioning* et de construction.

Pendant la phase de préconception, l'ACx prend part à l'élaboration des *Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)*, un document essentiel pour guider la conception, la construction et l'opération du futur bâtiment.

### Choix de l'ACx

Au cours de la préconception, le propriétaire du bâtiment collabore avec l'architecte afin d'établir une vision globale du projet. Ensemble, ils déterminent l'aspect qu'aura le bâtiment et comment il fonctionnera. C'est le moment idéal pour choisir l'ACx.

### Livrables de la phase de préconception

- Document *Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)*
- *Base de conception (BDC)* des consultants
- Grandes lignes du *Plan de commissioning*, énonçant les activités de la phase de conception

### ! Échantillons de documents

La documentation est une pierre angulaire du processus de *commissioning*. Pour en simplifier la préparation, il existe de nombreuses sources d'échantillons et de modèles de documents.

*Cx Assistant* est un outil Web gratuit qui aide les propriétaires et les concepteurs à choisir un éventail approprié de services de *commissioning* pour leur projet. *Cx Assistant* définit trois types de projets de *commissioning* et met à disposition des échantillons pour chacun d'eux.

*Cx Assistant* a été créé par *Energy Design Resources*, un composant éducatif du programme *Savings By Design*, dédié à l'efficacité énergétique des nouvelles constructions en Californie. De plus, différents organismes tels que l'ASHRAE, le BCA, le NEBB, l'ACG et la CCC mettent à disposition des échantillons de documents<sup>9</sup>.

+ Les responsabilités de l'ACx et des autres membres de l'équipe de *commissioning* sont décrites au **Chapitre 3, L'équipe de commissioning**.

<sup>9</sup> Les renseignements offerts dans des sites non soumis à l'autorité du Gouvernement du Canada (c.-à-d. non assujettis à la Loi sur les langues officielles) ne sont disponibles que dans la(les) langue(s) employées dans ces sites.

## Exigences LEED® Canada

Les pré requis de LEED en matière de *commissioning* sont les suivantes :

- Organigramme de l'équipe de *commissioning*
- Exigences du propriétaire pour le projet
- Base de conception
- Plan de *commissioning*
- Tables des matières des manuels d'opération et de maintenance
- Rapport de *commissioning*

« Le processus de *commissioning* garantit en amont les bénéfices qui peuvent être réalisés et la réussite d'un projet parce qu'il définit les fondements sur lesquels s'appuieront les décisions et les mesures qui seront prises au cours du processus. Le propriétaire d'un bâtiment en construction qui investit de l'argent pour que le *commissioning* commence plus tôt et judicieusement dans le processus de construction s'assure que les résultats seront supérieurs et plus rapides. »

- **Alexandre Monarque, ing.**  
Adm. A., QCx, PCMV  
Gestionnaire de projet,  
CanmetÉNERGIE  
Ressources naturelles Canada

L'ACx a de nombreuses responsabilités. Il fait en sorte que les membres de l'équipe du projet comprennent leur rôle dans le processus de *commissioning*. Il encourage la communication et il veille à ce que la résolution des problèmes se fasse dans une ambiance positive et axée sur l'esprit d'équipe.

Une ACx qualifiée possède une expérience approfondie en matière de dépannage et de résolution des problèmes. Ses capacités de diagnostic, de contrôle, d'essai et d'analyse lui permettent d'anticiper les problèmes et de recourir aux solutions les plus rentables.

L'implication précoce de l'ACx dans le projet présente plusieurs avantages :

- Les architectes et les ingénieurs concepteurs auront plus de facilité à mettre en application ses suggestions si elles sont formulées durant la préconception. Les décisions clés, telles que le choix des systèmes, sont souvent prises à cette étape, et même des discussions officieuses entre l'ACx et l'équipe de conception peuvent avoir un impact considérable.
- L'attention que l'ACx porte aux répercussions des choix de conception sur les pratiques d'opération et de maintenance permettra de concevoir un bâtiment plus facile à opérer et à maintenir.
- La participation de l'ACx à l'équipe dès le départ permet aux autres membres de l'équipe de mieux reconnaître et d'apprécier la valeur du *commissioning*.

## Base de conception

La Base de conception (BDC) est un document écrit qui décrit les concepts et les caractéristiques que le concepteur entend intégrer pour satisfaire aux *Exigences du propriétaire pour le projet*. La BDC est un document évolutif, qui peut être mis à jour lorsque la propriété change de main ou que les exigences du bâtiment changent. La BDC devrait au minimum contenir les renseignements suivants :

- Objectifs et raison d'être de chaque système et comment ces objectifs seront atteints
- Conditions intérieures et extérieures de conception
- Hypothèses relatives à l'occupation, à l'utilisation et au calendrier
- Hypothèses relatives aux charges internes
- Descriptions des zones
- Exigences relatives à la ventilation
- Exigences relatives à l'enveloppe
- Dimensionnement de l'équipement et critères appliqués
- Séquences d'opérations de base
- Stratégies de régulation du rendement énergétique et de l'eau
- Plan de conception des mesures d'efficacité
- Références aux documents de conformité locaux, provinciaux ou fédéraux pertinents

## Tenue d'une réunion de *commissioning* pendant la phase de préconception

La réunion de *commissioning* durant la phase de préconception permet de présenter l'ACx au restant de l'équipe et d'affiner la définition de la portée, du budget et du degré de rigueur attendu du processus de *commissioning*. L'ACx organise et dirige la réunion. Parmi les participants qui peuvent être invités se trouvent notamment le propriétaire ou son représentant, les professionnels de la conception, le gestionnaire de la construction mandaté par le propriétaire, ainsi que des représentants du personnel d'opération ou de futurs occupants du bâtiment. Bien que la composition de *l'équipe de commissioning* puisse changer en cours de projet, cette réunion doit permettre au propriétaire et à l'ACx de commencer à définir les responsabilités de chaque membre et de communiquer les attentes du propriétaire quant à l'opération du bâtiment.

## Élaboration des *Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)*

Les *Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)* décrivent les attentes du propriétaire quant à la manière dont l'installation sera utilisée et opérée. Elles décrivent les caractéristiques physiques et fonctionnelles du bâtiment, et fixent les critères de rendement et d'acceptation.

Les *EPP* sont essentielles dans la mesure où elles serviront de base au processus décisionnel pour toute la durée du processus de conception et de construction. De plus, l'ACx se fondera sur les *EPP* pour évaluer l'évolution du projet.

Le principal rôle de l'ACx à l'étape de la préconception consiste à aider le propriétaire et l'équipe du projet à documenter les *EPP*. L'élaboration des *EPP* est un travail d'équipe auquel participent le propriétaire, l'équipe de conception et l'ACx. Le partage des responsabilités doit se faire selon les besoins et il est essentiel que les propriétaires expliquent clairement quel rôle chaque membre de l'équipe est censé jouer.

Le niveau de détails des *EPP* sera fonction de la taille et de la complexité du projet, des préférences du propriétaire et de l'expérience de l'équipe de conception. Elles doivent au minimum établir les buts et les objectifs du propriétaire pour le bâtiment. Dans l'idéal, chacun des éléments figurant dans le document doit être assorti de critères de rendement et d'acceptation. Pour les projets LEED, les *EPP* doivent être élaborées durant la phase de préconception, parallèlement aux objectifs LEED.

## Élaboration de la Base de conception (BDC)

Chacun des consultants en conception établit une Base de conception (BDC) propre à sa discipline. La BDC donne les grandes lignes des principales attentes du propriétaire : conditions climatiques; niveaux d'occupation; exigences relatives à l'espace; aux processus et à l'efficacité. Le document étaye les décisions prises à la phase de préconception à l'égard des systèmes et des types de produits intégrés à l'ensemble. Il énumère en outre les exigences, les normes et les lignes directrices réglementaires applicables et donne une description détaillée et la liste de chacun des éléments qui serviront de fondements à la conception. La BDC est toujours de nature évolutive et l'ACx l'examine et le modifie avec les consultants au cours de la conception afin de le garder conforme aux *EPP*.

### **D** Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)

Document qui expose en détail les exigences fonctionnelles du propriétaire pour le projet et ses attentes quant à l'utilisation et à l'opération du bâtiment. Sont inclus les objectifs du projet, les critères mesurables du rendement, les facteurs financiers, les analyses comparatives, les critères de succès et des renseignements à l'appui.

### **D** Élaboration des *EPP*

Un atelier peut être organisé en vue de la rédaction des *EPP*. Un guide expliquant comment organiser un tel atelier est affiché au site [www.canmetenergie.rn-can.gc.ca/cx\\_guide\\_atelier\\_opp.html](http://www.canmetenergie.rn-can.gc.ca/cx_guide_atelier_opp.html).

Consultez le guide de référence LEED Canada NC 2009 pour avoir davantage de renseignements sur la création des *EPP*.

### **D** Base de conception (BDC)

La Base de conception (BDC) est un document préparé par les concepteurs pour identifier les décisions, les systèmes et les choix qui ont été faits pour satisfaire à chacune des exigences du propriétaire pour le projet, ainsi qu'aux exigences réglementaires, aux normes et aux directives en vigueur. On désigne parfois la BDC par des termes comme *énoncé de conception* et *devis préliminaire*. Aux fins du présent Guide, le terme *Base de conception (BDC)* a été retenu.

### ! Modèle de Plan de Cx

Le « *Model Commissioning Plan and Guide Specifications* » de PECE présente en détail le processus de *commissioning* du nouvel équipement durant les phases de conception et de construction des projets majeurs. Au-delà des directives de *commissioning*, ce document regorge de renseignements de base sur la terminologie, le contenu, le format et les formulaires utilisés couramment pour la production des cahiers de charges et l'exécution du *commissioning*.

Source : *Model Commissioning Plan and Guide Specification* de PECE ([www.canmetenergie.rncan.gc.ca/plan\\_cx\\_modele.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/plan_cx_modele.html))

## Ébauche du Plan de *commissioning*

Chaque projet de *commissioning* découle d'un *Plan de commissioning*, qui définit la portée et le budget du processus de *commissioning*. Ce livrable est créé par l'ACx avec la collaboration du concepteur. Il établit les lignes directrices que devront suivre les membres de l'équipe, en indiquant les différentes marches à suivre et les différents processus, le calendrier des activités, ainsi que leurs rôles et responsabilités respectifs. Il contient aussi les formulaires et les modèles qui serviront à documenter les activités.

Le *Plan de commissioning* est un document évolutif, qui prend forme tout au long du processus de *commissioning*. Par conséquent, le propriétaire ou son représentant devrait prévoir de le réviser à certains moments clés. Par exemple, pendant la phase de préconception, il conviendra de définir les tâches liées au *commissioning* pour la phase de conception. Bien qu'il ne soit généralement pas possible d'établir les tâches propres à la construction, il peut être utile à l'étape de la préconception d'élaborer un plan initial pour mieux orienter l'effort de *commissioning*. C'est pendant la phase de conception que les activités de la phase de construction seront formulées et documentées dans le *Plan de commissioning* et dans le cahier des charges du projet. C'est à ce moment également qu'il sera possible de donner un aperçu des types d'essais qui seront réalisés et des étapes clés du *commissioning* qui seront intégrées au calendrier de construction.

## Plan de *commissioning*

Le *Plan de commissioning* est un document évolutif qui définit les activités de *commissioning* du projet, son calendrier, ses exigences en matière de documentation, ainsi que les rôles et les responsabilités des membres de l'équipe. La version définitive du *Plan de commissioning* devrait inclure les renseignements suivants :

- Renseignements généraux sur le bâtiment et information de contacts
- Objectifs du projet
- Vue d'ensemble du processus de *commissioning*, y compris une description des activités et des produits de travail associés à chacune des phases de la conception et de la construction
- Description du bâtiment et de ses systèmes, y compris une liste des composants et des systèmes visés par le *commissioning*
- Calendrier de *commissioning*
- Liste des membres de l'équipe, leurs responsabilités et les livrables attendus
- Description des protocoles de gestion, de rapport et de communication
- Description détaillée des procédures d'essai
- Description détaillée des procédures de suivi
- Activités et horaire de formation recommandés
- Documents de construction et procédure d'examen des documents soumis par l'entrepreneur

## CONCEPTION

Durant la phase de conception, le concept à l'origine du projet devient réalité dans les dessins créés par les architectes et les ingénieurs, leurs esquisses de documents de construction et leurs cahiers des charges. L'objet du *commissioning* à mesure que le bâtiment prend forme est d'assurer que ses systèmes et leur fonctionnement continuent de respecter les objectifs du propriétaire.

Pendant la conception, l'ACx examine les documents de conception et de construction, il intègre le *commissioning* aux documents d'appel d'offres et planifie les activités de *commissioning* qui se dérouleront pendant la construction. En parallèle, l'ACx tient un *Registre des problèmes* dont il faudra assurer le suivi ultérieurement.

### Livrables de la phase de conception

- Comptes rendus réguliers de l'avancement du *commissioning*
- Examens des EPP et des BDC
- *Registre des problèmes* rencontrés durant la phase de conception
- *Plan de commissioning* à jour, indiquant les activités de la phase de construction et les exigences du *commissioning* à intégrer aux documents d'appel d'offres

### Examen de la conception centré sur le *commissioning*

Pendant la conception, l'équipe de conception prend des décisions concernant la manière d'atteindre les objectifs du propriétaire qui sont décrits dans les *EPP*. L'ACx fait un examen attentif des documents de conception afin de vérifier qu'ils sont clairs, complets et conformes aux *EPP*. Il fait de même avec la *Base de conception*, dans laquelle les concepteurs décrivent en détail les concepts et les caractéristiques qu'ils comptent intégrer aux schémas, ainsi que les raisonnements et les hypothèses qui ont déterminé leurs choix. L'ACx établira également les critères d'acceptation qui feront en sorte qu'au cours des *essais fonctionnels*, il sera démontré que les systèmes correspondent à la fois aux *Exigences du propriétaire pour le projet* et à la *Base de conception*.

### Exigences LEED® Canada

Les pré requis de LEED en matière de *commissioning* prévoient que l'ACx examine les *Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)* et la *Base de conception (BDC)* durant la phase d'élaboration des documents de préconception, et qu'il contre-vérifie les documents de conception soumis ultérieurement à la lumière des EPP et de la BDC.

### **D** Critères d'acceptation

Ces conditions déterminent la conformité d'un aspect du projet aux exigences qui doivent être remplies pour qu'il passe à l'étape suivante. Les *critères d'acceptation* doivent être énoncés dans les *Exigences du propriétaire pour le projet*.

## Exigences LEED® Canada

Au titre du crédit LEED pour pratiques exemplaires en matière de commissioning, l'ACx doit examiner les documents soumis par l'entrepreneur.

### ! Examen de la conception

L'examen de la conception est un processus au cours duquel l'ACx examine les documents de conception pour s'assurer que la conception répondra aux exigences du propriétaire pour le projet. L'examen vise à améliorer la conception et favorise la communication entre les concepteurs, les propriétaires et les constructeurs.

Ces examens peuvent déceler les problèmes suivants :

- Obstacles aux essais fonctionnels
- Problèmes de rendement du système
- Amélioration de l'efficacité énergétique
- Problèmes de qualité de l'air ou de l'environnement intérieur
- Problèmes liés à l'opération et à la maintenance

L'examen de la conception se fait en plusieurs étapes tout au long de la phase de conception du projet :

1. Pendant la conception des schémas, l'ACx effectue un examen général pour garantir un niveau minimal de qualité; il contrôle notamment la lisibilité, le marquage et la cohérence feuille après feuille. Ensuite, l'ACx examine les conséquences des choix de systèmes pour s'assurer que la conception correspondra aux spécifications des EPP. Enfin, l'ACx vérifie si la configuration des systèmes qui est proposée dans les schémas correspond aux EEP et à la BDC.
2. À peu près à mi-chemin du processus de conception, l'ACx procède à un examen de la coordination, qui lui permettra d'établir l'interaction des systèmes et les risques de conflits.
3. Vers la fin de la phase de conception, l'ACx effectue un contrôle final. Pendant la phase d'ébauche du cahier des charges, l'ACx fait un contrôle détaillé pour éliminer toute erreur.

L'ACx devra porter une attention particulière à certaines décisions importantes prises pendant la phase de conception :

- Dimensionnement et sélection des systèmes et de l'équipement du bâtiment
- Accessibilité des équipements aux fins de l'opération et de la maintenance
- Impact énergétique des décisions de conception
- Détails de la conception des commandes, en comparaison avec les équipements commandés
- Capacité de l'interface des systèmes de contrôle à faciliter la visualisation et la découverte des pannes d'équipements pendant les essais fonctionnels
- Repérage et accès aux ports de test, aux détecteurs et aux équipements de mesures in situ en vue des *essais fonctionnels* et du *recommissioning*
- Repérage des obstacles potentiels à la bonne marche des activités d'O&M durant la phase de conception de l'installation et suggestions d'autres manières de procéder

Les problèmes auxquels il faudra revenir sont inscrits dans le *Registre des problèmes de la phase de conception*, ainsi que la solution apportée, le cas échéant. L'ACx mettra régulièrement à jour le *Registre des problèmes* et le soumettra aux commentaires du propriétaire et de l'équipe de conception lors des réunions

L'ACx doit expliquer clairement les conséquences des problèmes soulevés. Cependant, il ne lui appartient pas d'approuver les recommandations découlant du *Registre des problèmes*. Ce rôle incombe au propriétaire qui doit évaluer les recommandations de l'ACx, en débattre avec l'équipe de conception et décider s'il faut consacrer du temps à résoudre un problème.

## Mise à jour du *Plan de commissioning*

Pendant la phase de conception, le *Plan de commissioning* peut être mis à jour par modification ou adjonction des éléments suivants :

- Composants, systèmes et assemblages visés par le *commissioning*
- Calendrier de *commissioning* durant la construction et l'occupation, jusqu'à la fin de la période de garantie
- Rôles et responsabilités des membres de l'équipe
- Exigences relatives à la documentation et aux comptes rendus, y compris les procédures et les formats
- Protocoles de communication
- Procédures de *commissioning*
- Références complètes du cahier des charges du projet

## Élaboration des exigences du *commissioning*

Les exigences du *commissioning* définissent les responsabilités de l'entrepreneur à cet égard, y compris l'installation et le démarrage de l'équipement, la documentation et les *essais fonctionnels*. Il est essentiel d'inclure ces exigences dans les *documents contractuels*. Si le *commissioning n'est pas* inclus, le propriétaire doit s'attendre à recevoir un ordre de modification pour les tâches de *commissioning* supplémentaires.

Le concepteur est responsable de l'élaboration des exigences détaillées du *commissioning*, même si dans la pratique il est plus probable que l'ACx ébauche le texte et revoie les exigences avant qu'elles soient publiées. Les exigences du *commissioning* devraient décrire :

- Comment les entrepreneurs sont censés interagir avec l'ACx pour ce qui est de la supervision de la construction et des procédures d'essais
- Les exigences relatives à la formation du personnel, en particulier si des entrepreneurs ou des représentants des fabricants pourraient être mis à contribution
- Les appareils ou les instruments spéciaux qui doivent être installés pour obtenir des mesures pendant les tests de rendement
- La ou les parties chargées de rédiger les *Manuels d'O&M* de l'équipement et de fixer les délais de livraison à l'ACx.

### Exigences LEED® Canada

Les pré requis de LEED en matière de commissioning prévoient l'adjonction des exigences relatives au *commissioning* dans les documents de construction.

### ! Exigences du *commissioning* inscrites au cahier des charges

Il est essentiel d'inclure les exigences du *commissioning* dans le cahier des charges. Si tel n'est pas le cas, le propriétaire doit s'attendre à recevoir un ordre de modification pour les tâches supplémentaires de *commissioning*.

### D Registre des problèmes

Répertoire officiel et évolutif des problèmes et des préoccupations (avec les solutions), que l'ACx ou tout autre membre de l'équipe de *commissioning* a rencontrés pendant les travaux de construction. Le Registre des problèmes se divise usuellement en trois volets : observation des activités liées à l'installation; observation de la mise en route et essais fonctionnels.

Beaucoup d'entrepreneurs seront des néophytes pour ce qui concerne de nombreux aspects du processus de *commissioning*, en particulier les essais complets du système. Lorsque c'est le cas, les propriétaires doivent s'assurer que les entrepreneurs sont correctement informés de ce que le *commissioning* nécessite de leur part **avant qu'ils fassent leur soumission**. Les propriétaires peuvent le faire en invitant l'ACx à présenter le processus et ses exigences lors d'une réunion préliminaire à l'appel d'offres et en fournissant des échantillons de *protocoles d'essai* et d'autres documents aux entrepreneurs avant la fin du délai de soumission.

Il faut commencer à prévoir les listes de vérification, les essais fonctionnels, les Manuels d'O&M et des Systèmes, ainsi que les exigences en matière de formation.

Vers la fin du processus de construction, des vérifications (ou *essais préfonctionnels*) et des essais fonctionnels seront réalisés. Le Manuel d'O&M et les *Manuels des systèmes* seront élaborés et le personnel recevra une formation. (Toutes ces tâches sont décrites de manière plus détaillée dans la section qui suit sur la construction). Ces activités nécessitant une planification précise, l'ACx commence généralement à les préparer avant le début de la construction.

## Tenue du Registre des problèmes pendant la construction liés au *commissioning*

L'ACx doit tenir un répertoire officiel et évolutif des problèmes et des préoccupations (avec les solutions), que l'ACx ou tout autre membre de l'équipe de *commissioning* a rencontrés pendant les travaux de construction. Parfois appelé liste des problèmes, le Registre des problèmes se divise habituellement en trois volets : observation des activités liées à l'installation, observation de la mise en service et *essais fonctionnels*.

Le *Registre des problèmes* de l'ACx ne remplace pas la liste des problèmes que les consultants ont l'habitude de dresser pendant la construction. Ces deux documents servent des objectifs complètement différents. Les listes des consultants indiquent si les équipements ont été livrés et installés conformément au cahier des charges. Le *Registre des problèmes* de l'ACx documente les causes des problèmes de fonctionnement et d'interaction des équipements. De plus, le *Registre des problèmes* de l'ACx et la liste des problèmes du consultant ne sont pas montées de la même façon. La liste des problèmes est créée au cours d'une visite du bâtiment, qui a généralement lieu lorsque la construction est presque achevée. Au contraire, l'ACx alimente son *Registre des problèmes* tout au long du processus de *commissioning*.

## CONSTRUCTION

Pendant la construction, l'ACx surveille de nombreux aspects du projet pour garantir que les systèmes et l'équipement du bâtiment sont installés et testés conformément aux exigences du propriétaire.

L'ACx assure le suivi des points nécessitant davantage d'attention dans un *Registre des problèmes*. Si le *commissioning* n'a pas commencé avant la construction, l'ACx peut quand même mener toutes les activités durant les phases de la construction, de l'occupation et de l'opération. Il devra néanmoins bien comprendre ce qui a été fait durant la phase de la conception et il devra tout de même examiner les *EPP* et la *BDC*. Si les exigences du *commissioning* n'ont pas été intégrées au cahier des charges, il est probable que leur exécution en cours de construction donne lieu à des ordres de modification et occasionne un coût supplémentaire pour le propriétaire. Cependant, les recommandations de l'ACx devraient réduire les frais d'opération et de maintenance en bout de ligne. Dans l'idéal, l'ACx devrait intervenir le plus tôt possible mais, si ce n'est pas le cas, les bénéfices resteront considérables pour tout ce qui concerne l'opération du bâtiment.

### Livrables de la phase de construction

- EPP et BDC à jour
- *Plan de commissioning* à jour, y compris le calendrier de la construction
- Comptes rendus des examens faits par l'ACx des soumissions de l'entrepreneur
- *Listes de vérification* remplies et résultats des essais fonctionnels
- Compte rendu des formations terminées
- Ébauche du *Manuel des systèmes*
- Procès-verbaux des réunions de *commissioning*
- *Registre des problèmes* mis à jour au besoin
- Rapports d'étape du *commissioning*
- Ébauche du *Rapport de commissioning*

### **Commissioning et répertoire normatif MasterFormat™**

Le système MasterFormat™ est un répertoire normatif pour l'écriture des spécifications de conception et de construction de bâtiments commerciaux. L'édition 2004 (mise à jour en janvier 2009) stipule qu'un résumé de la portée du Cx doit figurer à la section 01 Exigences générales, sous la rubrique 01 91 13, Exigences générales du Cx.

Toutes les autres sections comportent une rubrique sur le Cx, où les exigences pertinentes pour la section en question doivent être mentionnées (p. ex. 23 08 00 Cx des systèmes CVCA, 25 08 00 Cx des systèmes automatisés intégrés et 26 08 00 Cx des systèmes électriques). Cette étape cruciale vise à garantir que tous les intervenants comprennent les exigences du Cx qui les concernent. L'édition 2004 du *MasterFormat* est à disposition sur le site Internet de Devis de construction Canada : [www.canmetenergie.rncan.gc.ca/cx\\_canada\\_construction\\_documents\\_f.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/cx_canada_construction_documents_f.html)

### **Installation et rendement**

L'exigence préalable du *commissioning* en profondeur du programme LEED prévoit la vérification de l'installation et du rendement des systèmes qui feront l'objet du *commissioning*.

### ! Directives relatives au commissioning pour les entrepreneurs

Étant donné que les essais complets de système qui sont réalisés au cours du *commissioning* sont nouveaux pour de nombreux entrepreneurs, il peut être utile de leur fournir des échantillons de *protocoles d'essais*, afin de leur donner une idée de la rigueur exigée. Il est également important de définir clairement les rôles et les responsabilités durant les essais.

### Exigences LEED® Canada

#### Examen des soumissions

Pour obtenir le crédit LEED pour pratiques exemplaires de *commissioning*, l'ACx doit passer en revue les soumissions de l'entrepreneur.

#### Installation et rendement

Les pré requis de LEED en matière de *commissioning* prévoient la vérification de l'installation et du rendement des systèmes qui feront l'objet du *commissioning*.

### ! Manuel des systèmes

Si la portée des travaux justifie la production d'un *Manuel des systèmes*, le *Manuel d'O&M* et les *Séquences d'opérations* en constitueront une partie importante.

## Réunions de la phase de construction

Les réunions périodiques de l'*équipe de commissioning* sont au cœur du processus. L'ACx coordonne la réunion de démarrage avec le propriétaire, le directeur de la construction, l'équipe de conception et les représentants de chacun des sous-traitants (entrepreneur général, en mécanique, en électricité, en systèmes de contrôle et spécialiste des essais et des équilibrages). Dans l'idéal, cette réunion a lieu avant le début de la construction. La réunion de démarrage présente aux membres de l'équipe le calendrier des activités de *commissioning*, les rôles et responsabilités, les procédures de documentation et les attentes en matière de résolution des problèmes et de communication. Elle donne également l'occasion aux membres de l'équipe de faire part à l'ACx de leurs idées et suggestions à ajouter au *Plan de commissioning*.

Tout au long du processus de construction, l'ACx assiste à des réunions de planification et de chantier afin de rester informé de l'avancement des travaux de construction. Au besoin, l'ACx assiste aux réunions régulières de construction, et un point de l'ordre du jour lui est consacré. Plus tard pendant la construction, l'ACx tiendra habituellement des réunions dédiées aux questions de *commissioning*. Le ou les représentants du propriétaire devraient assister aux réunions de l'*équipe de commissioning* pour être tenus au courant de tout changement qui risque de compromettre la conformité du projet aux *EPP*, des problèmes de *commissioning* et du calendrier de formation du personnel du bâtiment.

## Examen des documents de construction

Il peut être utile que l'ACx vérifie si les documents de construction satisfont aux *EPP* et qu'il y recueille les renseignements qui seront utilisés pour rédiger les *essais fonctionnels* et le *Manuel des systèmes*. Cela peut inclure :

- Les examens de divers aspects des soumissions de l'entrepreneur sur l'efficacité énergétique; les exigences en matière de maintenance et autres détails requis pour assurer la conformité aux *EPP*
- La sélection de l'équipement et des capteurs et leur tolérance aux essais
- Les tests de démarrage recommandés par le fabricant
- Les données de garantie
- Les soumissions concernant les systèmes de contrôle, pour y insérer les points de contrôle requis
- Les soumissions concernant les systèmes de contrôle, pour connaître les capacités fonctionnelles de suivi des tendances
- Le contenu du *Manuel d'opération et de maintenance (O&M)*

Le soutien du propriétaire peut véritablement aider l'ACx à obtenir la documentation au moment voulu. L'ACx doit considérer attentivement les remplacements proposés et les écarts par rapport aux documents antérieurs afin de s'assurer qu'ils n'auront pas d'effets négatifs.

## Examen des *Manuels d'opération et de maintenance*

Les *Manuels d'opération et de maintenance (O&M)* permettent de conserver la connaissance opérationnelle de l'installation malgré le roulement de personnel. Les *Manuels d'O&M* sont également une référence précieuse pour les activités de *commissioning* durant la phase de construction, et le cahier des charges devrait exiger des entrepreneurs qu'ils les fournissent en même temps que les soumissions. L'ACx s'assure que les *Manuels d'O&M* sont complets et pertinents, et il vérifie que l'information est claire, correcte et qu'ils sont accessibles aux fins de l'observation, des essais et de la formation.

## Observation permanente de la construction

Tout au long de la construction, l'ACx assiste aux réunions de chantier, observe le processus de construction et tient un *Registre des problèmes*. Si l'ACx découvre des problèmes qui risquent de compromettre la conformité des systèmes ou de l'opération du bâtiment par rapport aux attentes du propriétaire en matière de rendement, il les répertorie dans le *Registre des problèmes*. L'ACx utilise également ce dernier pour faire le suivi des correctifs apportés. Une fois achevé, le *Registre des problèmes* devient partie intégrante des archives permanentes de la construction.

## Listes complètes de vérification

Les entrepreneurs recourent à des *listes de vérification* pendant la phase de démarrage, lorsque l'équipement est mis en route. Parfois appelées « essais préfonctionnels ». Elles établissent la liste des activités qui doivent être réalisées avant et pendant le démarrage pour s'assurer que l'équipement est installé correctement et prêt pour les *essais fonctionnels*. Une fois achevées, elles fournissent des renseignements essentiels sur l'équipement, son état au moment de la livraison et les problèmes qui sont apparus au cours du démarrage. Les listes de vérification permettent à l'ACx de contrôler que l'installation est correcte. Après la réception du bâtiment, elles servent d'outils au personnel du bâtiment pour les tâches de maintenance.

Normalement, c'est l'ACx qui dresse les *listes de vérification*, mais il peut recourir aux listes établies par d'autres intervenants (celles du fabricant ou listes génériques) après examen. Il peut les modifier au besoin pour les rendre conformes et applicables à un ouvrage en particulier. Les entrepreneurs remplissent les listes de vérification lorsqu'ils exécutent le démarrage de l'équipement, souvent sous la supervision de l'ACx. Il peut arriver que l'ACx recoure à des contrôles ou à des échantillonnages ponctuels pour s'assurer que les listes de vérification ont été remplies avec exactitude.

### **Gestion du calendrier de construction**

L'entrepreneur général élabore le calendrier du projet et l'ACx devrait tenir compte du calendrier de la construction pour établir les jalons importants du *commissioning* et des essais. L'ACx examine également le calendrier pour y déceler tout conflit potentiel et pour s'assurer qu'il restera suffisamment de temps pour les essais vers la fin du projet.

### **Liste de vérification**

Document indiquant les étapes à suivre pour vérifier qu'un équipement est prêt pour les *essais fonctionnels*.

## D Essais fonctionnels

Tests visant à évaluer le fonctionnement dynamique de l'équipement et des systèmes au moyen de méthodes de surveillance manuelles ou automatisées, ainsi que de l'observation passive ou d'essais actifs. Les essais fonctionnels permettent d'évaluer la capacité du système à répondre aux *EPP*. Ils ne sont pas normalement réalisés sur les systèmes testés et approuvés par des autorités de réglementation. Cependant, l'énoncé de travail de l'ACx peut prévoir sa participation à ce type d'essais, si le propriétaire le souhaite.

## D Contrôles automatiques du bâtiment

Différents systèmes peuvent remplir ce rôle. Dans le présent Guide, on a choisi l'appellation Système de gestion de l'énergie (SGÉ) pour désigner tous les types de systèmes de contrôle automatique d'un bâtiment. D'autres termes sont utilisés couramment dans le même sens :

SCAB – Système de contrôle automatique de bâtiment

SGI – Système de gestion des immeubles

SCND – Système à commande numérique directe

SCADA – Système d'acquisition et de contrôle des données

## D Enregistreur de données

Dispositif électronique autonome de collecte de données, doté de capteurs servant à recueillir de l'information au fil du temps. Les données recueillies sont notamment les températures, la pression, le courant, l'humidité, ou toute autre information liée à l'opération.

## Essais fonctionnels axés sur le rendement

Lorsque la phase de construction tire à sa fin, l'ACx consacre une bonne partie de son temps à faire des essais fonctionnels axés sur le rendement et de la surveillance afin de recueillir des données sur le fonctionnement des systèmes. Les essais et la surveillance lui permettent de vérifier le bon fonctionnement du système global et de ses composants individuels, suivant les exigences de rendement énoncées dans les *EPP*.

Dans de nombreux cas, il est impossible d'observer tous les différents régimes de fonctionnement du bâtiment et l'*équipe de commissioning* doit procéder à des essais de rendement fonctionnel pour mettre le système à l'épreuve en observant, en mesurant et en enregistrant son rendement pour chaque régime de fonctionnement.

L'ACx prépare, observe et documente les procédures d'essai qui seront menées par les entrepreneurs, mais d'autres arrangements sont possibles. L'ACx et les entrepreneurs fixent la date des essais et font les préparatifs nécessaires, y compris la vérification et le calibrage des points de contrôle ou des capteurs de température. Les *essais fonctionnels* consistent habituellement à faire subir au système toute une série de régimes de fonctionnement et à observer comment il répond. L'ACx enregistrera méticuleusement toutes les activités et observations sur une feuille de données prédéfinie, puis il fera en sorte que tous les systèmes soient remis dans un état « normal ». Pendant les essais fonctionnels, l'ACx utilise un *Registre des problèmes* pour noter tous les problèmes de rendement qui peuvent apparaître et dont il faudra faire le suivi jusqu'à la résolution. La participation des futurs opérateurs du bâtiment aux essais rend le processus plus efficace et leur fournit une occasion unique d'approfondir leur compréhension des systèmes et des commandes.

À l'entrée en service de l'équipement et des systèmes, on peut commencer le suivi du rendement. Les compteurs, enregistreurs de données portatifs et systèmes de gestion de l'énergie (SGÉ) du bâtiment recueillent des données permettant d'observer son rendement suivant les modes et les conditions d'opération. Des séries chronologiques de données sont recueillies et analysées, permettant l'échantillonnage et le stockage de divers paramètres à des intervalles établis.

Parmi les variables dont on suit habituellement les tendances, on trouve les paramètres de fonctionnement, les données météorologiques, l'état et la durée de fonctionnement de l'équipement, les positions des actionneurs et les valeurs de consignes. À partir des données recueillies, l'*équipe de commissioning* peut calculer les facteurs importants, analyser les statistiques et créer des graphiques montrant les tendances horaires, quotidiennes, hebdomadaires ou mensuelles, ou encore l'influence de la variation d'un paramètre sur un autre. En analysant ces renseignements, l'ACx obtient les caractéristiques du rendement et vérifie si les systèmes fonctionnent correctement.

Il existe deux méthodes de collecte des données : le suivi des tendances à l'aide du SGÉ et la collecte de données au moyen d'enregistreurs de données portatifs. Les fonctionnalités de suivi des tendances varient considérablement d'un SGÉ à l'autre. La portée de ces fonctionnalités détermine la mesure dans laquelle les SGÉ peuvent être utilisés pour les diagnostics. Évidemment, le SGÉ doit être installé, être opérationnel

et avoir été testé avant de pouvoir être utilisé pour recueillir des données relatives au rendement dans le reste du système. Les entrepreneurs en systèmes de contrôle peuvent participer à la détermination des tendances à contrôler.

Les enregistreurs de données portatifs peuvent être des outils de diagnostic extrêmement utiles, surtout si les possibilités du SGÉ sont limitées en ce qui a trait à la collecte, au stockage ou à la présentation des données. Les enregistreurs de données portatifs fonctionnent à piles, ils sont petits, légers et il est facile de les installer et de les retirer sans perturber les occupants du bâtiment. Bon nombre d'entre eux sont livrés avec des logiciels perfectionnés qui permettent de télécharger les données, de les représenter sous forme graphique et de les analyser sur un ordinateur de différentes manières. Comme ils sont portatifs, ces enregistreurs de données peuvent être utilisés à l'endroit désiré (l'un des points faibles du suivi avec un SGÉ, dont les capteurs sont déjà en place). Les enregistreurs de données portatifs s'avèrent donc un excellent complément de la surveillance par SGÉ.

### Quand les équipements ne fonctionnent pas

Si le rendement de l'équipement n'est pas conforme aux spécifications pendant les essais fonctionnels, l'ACx consigne le problème en détail dans le *Registre des problèmes* et le soumet à l'équipe du projet pour trouver une solution. Si un problème quelconque n'est pas du ressort de l'entrepreneur selon l'énoncé des travaux, l'ACx communiquera les conséquences potentielles au propriétaire qui devra décider s'il est justifié d'engager des dépenses supplémentaires pour le corriger. Un élément doit être ajouté à l'énoncé des travaux pour permettre à l'ACx de collaborer avec l'équipe de projet afin d'obtenir un rendement acceptable pour les éléments ajoutés.

### Protocole d'essai

Le *protocole d'essai* décrit exactement le mode opératoire d'un essai particulier à réaliser. Il énonce :

- L'objet de l'essai
- Les instructions à suivre pour réaliser et documenter l'essai
- L'équipement requis
- Les critères d'acceptation
- Les précautions à prendre
- Les conditions préalables à l'essai
- Les étapes détaillées de la procédure pour les essais
- La procédure de restauration des conditions normales de fonctionnement
- L'analyse requise
- Les signatures requises

### ! Entrepreneur en systèmes de contrôle et essais fonctionnels

L'entrepreneur en systèmes de contrôle joue un rôle déterminant dans le processus de *commissioning* et il est important de documenter son rôle dans le cahier des charges. Le système de contrôle peut aider à réaliser les essais de rendement de l'équipement et des interactions du système.

### ! Échantillons : le pour et le contre

L'analyse des échantillons peut être une façon efficace de diminuer les coûts du *commissioning*. Plutôt que d'examiner, d'inspecter ou de tester chaque élément, il s'agit de prélever des échantillons au hasard. Cependant, pour que l'analyse d'échantillons soit efficace, le *commissioning* doit commencer pendant la phase de préconception et l'échantillonnage doit porter en priorité sur les composants et les systèmes les plus importants ou les plus enclins aux pannes. Les attributions de l'ACx et le cahier des charges doivent définir ce point en détail.

### ! Ressources

Préparée par PECEI et le LBNL à l'intention du Département de l'Énergie des États-Unis et le *Public Interest Energy Research Program* de la *California Energy Commission*, une bibliothèque comprenant des formulaires d'essais fonctionnels et des documents d'orientation est disponible dans le *Functional Testing Guide* (c.-à-d. « Guide d'essais fonctionnels ») disponible en ligne à : [www.canmetenergie.rncan.gc.ca/cx\\_ftguide\\_f.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/cx_ftguide_f.html).

## Exigences LEED® Canada

Les pré requis de LEED en matière de *commissioning* prévoient la production d'un *Rapport de commissioning* et la prestation de formations suivant les exigences. Pour obtenir le crédit supplémentaire pour pratiques exemplaires de *commissioning*, un *Manuel des systèmes* doit être créé.

### **D** Plan de recommissioning

Document contenant toute l'information requise pour effectuer le RCx d'une installation. Le plan peut inclure des tâches particulières, leur description et leur calendrier. D'autres renseignements utiles peuvent y figurer, parmi lesquels les exigences opérationnelles pour les systèmes principaux, les *essais fonctionnels* et des modèles de documents.

### **D** Rapport de commissioning

Le *Rapport de commissioning* est rédigé par l'ACx et donne une vue d'ensemble du processus des résultats. Il comporte généralement :

- Un exposé relatant l'évaluation qu'a faite l'ACx de la conformité aux *documents contractuels* et aux *EPP* de chacun des systèmes mis en service, ainsi que tout problème non résolu relevant du *commissioning*
- Des exemplaires de la documentation du projet, y compris le *Plan de commissioning*, le rapport de vérification de l'installation, les essais fonctionnels, les rapports et examens individuels de *commissioning* et les *Registres des problèmes*, ainsi que toutes les communications importantes, telles que courriels, notes de service et lettres.

## Élaboration du Rapport de *commissioning* et du Manuel des systèmes

Lorsque toutes les tâches de *commissioning* de la phase de construction sont achevées, l'ACx remet au propriétaire le *Rapport de commissioning* et le *Manuel des systèmes*. Le *Rapport de commissioning* est un document essentiel qui retrace le travail de *commissioning* accompli et évalue si chaque équipement soumis au *commissioning* correspond aux prescriptions des *EPP*.

Le *Manuel des systèmes* est un dossier complet qui aide le propriétaire à mieux comprendre, opérer et maintenir les systèmes du bâtiment. Ce dossier est monté par l'ACx si tel le précise l'étendue des travaux. Il ne faut pas confondre le *Manuel des systèmes* avec les *Manuels d'O&M*, qui n'en constituent qu'une partie. Le *Manuel des systèmes* comprend également les renseignements recueillis pendant le processus de *commissioning* et donne un point de vue du bâtiment fondé sur les systèmes plutôt que sur les équipements.

## Élaboration d'un *Plan de recommissioning*

Le *commissioning* produit des bâtiments de haute performance qui sont conformes aux attentes de leur propriétaire, qui fonctionnent efficacement et qui procurent à leurs occupants un environnement intérieur sûr et confortable. Toutefois, ce n'est pas parce qu'un bâtiment est occupé qu'il faut cesser les efforts. Le maintien du rendement optimal du bâtiment nécessite un *recommissioning* périodique. Le *Plan de recommissioning* aidera le propriétaire et le personnel du bâtiment à planifier et à préparer le *recommissioning*. L'ACx peut aider à ébaucher ce plan, idéalement vers la fin du processus de *commissioning*, car les *Exigences du propriétaire pour le projet* et le rendement des systèmes du bâtiment sont bien documentés à ce stade.

## Vérification de la formation du personnel du propriétaire

La documentation et la formation relatives à l'opération et à la maintenance sont primordiales pour assurer la santé opérationnelle de l'installation à long terme.

Une formation approfondie dispensée par l'entrepreneur donne au personnel l'information dont il a besoin pour opérer le bâtiment. L'importance de cette étape ne doit pas être sous-estimée puisqu'elle favorise la persistance des bénéfices à long terme. L'ACx travaille en collaboration avec le ou les représentants du propriétaire et le personnel du bâtiment pour s'assurer que les calendriers de formation correspondent aux prescriptions des *documents contractuels* et des *EPP*. Souvent, l'ACx questionnera les membres de l'*équipe de commissioning*, y compris le personnel du bâtiment, afin de déterminer les besoins en formation. Les exigences en la matière doivent être définies dans le cahier des charges afin que l'ACx puisse contrôler leur conformité.

Si des *documents contractuels* indiquent que des représentants des entrepreneurs, des concepteurs ou des fabricants sont chargés de dispenser des formations, l'ACx peut recommander des éléments à inclure au programme ou superviser ces séances et fournir un rapport écrit sur l'exhaustivité du contenu.

La formation du personnel peut prendre de multiples formes. Un représentant du fabricant peut animer des séances sur place, le personnel peut avoir à se déplacer à l'extérieur, à l'usine par exemple, ou la formation peut se donner en ligne ou par vidéo. De même, le contenu peut varier énormément. Les séances de formation peuvent comprendre une visite approfondie et ciblée des installations au cours de la construction, additionné de séances magistrales. On peut trouver utile de filmer les séances de formation sur vidéo afin de les projeter à de futurs employés.

## OCCUPATION ET OPÉRATION

Dès la réception, le bâtiment passe aux mains du propriétaire et des opérateurs. Bien que le projet soit considéré comme terminé, certaines tâches de *commissioning* continuent pendant la période de garantie, qui est habituellement d'un an. L'engagement actif de l'ACx durant la période initiale d'occupation est essentiel au succès du processus de *commissioning*.

### Résolution des problèmes de *commissioning* qui perdurent

Il n'est pas rare de voir que certains problèmes de *commissioning* restent irrésolus, même après la réception du bâtiment. Dans ce cas, l'ACx peut aider le propriétaire à relancer l'entrepreneur concerné, son implication de longue date dans le projet lui permettant de déterminer la meilleure manière de résoudre un problème. Il appartient néanmoins au propriétaire de décider s'il souhaite résoudre un problème particulier ou non, à plus forte raison s'il doit payer des frais supplémentaires.

### Essais saisonniers et reportés

Les essais saisonniers visent à vérifier le fonctionnement d'un système selon les saisons. Ils devraient être faits au minimum en hiver et en été. Certains essais des systèmes de chauffage et de refroidissement peuvent être effectués hors-saison, dans des conditions simulées, mais les conditions naturelles donnent généralement des résultats plus

### Exigences LEED® Canada

Le crédit LEED supplémentaire pour pratiques exemplaires de *commissioning* prévoit la production d'un plan de résolution des problèmes des occupants liés à la qualité de l'air intérieur, un plan de résolution des problèmes de *commissioning* qui subsistent dans l'année suivant l'achèvement de la construction, ainsi qu'un examen après 10 mois d'opération afin de corriger les problèmes rencontrés.

« *Le commissioning nous offre une assurance de la qualité qui nous garantit que les systèmes ont été installés comme il avait été prévu dans les plans. Les services reçus ont été cruciaux dans la réalisation de nos immeubles durables. Les connaissances de pointe dans le domaine des SCAB dont a fait montre l'équipe de commissioning ont joué un rôle pivot dans la réussite du projet.* »

- **Richard Zhang, ing.**  
Ingénieur en mécanique pour les  
bâtiments durables  
Municipalité régionale de York,  
Ontario, Canada

fiables. Les essais reportés en raison de l'état du chantier ou de l'équipement ou encore de conditions météorologiques difficiles, seront eux aussi réalisés lorsque le bâtiment sera occupé.

## Examen à l'approche de la fin de la garantie

Peu avant l'expiration de la garantie, habituellement d'une année, fournie par l'entrepreneur, l'ACx peut se rendre dans le bâtiment pour examiner le fonctionnement des systèmes et interroger le personnel. L'ACx peut aider ce dernier à corriger les problèmes de rendement ou toute question relative à la garantie. Il peut aussi profiter de l'occasion pour ajouter des renseignements concernant l'installation au *Rapport de commissioning*.

## Livrables de la phase d'occupation et d'opération

- Rapport sommaire des essais saisonniers
- Examen de garantie de chaque système
- Séquences d'opérations « tels que construits »
- Conclusions de la phase d'occupation et d'opération à inclure à la version définitive du *Registre des problèmes*
- Version définitive du *Registre des problèmes*
- Version définitive du *Rapport de commissioning*
- *Plan de Recommissioning* ou de *commissioning continu*

# CHAPITRE 5

## STRATÉGIES VISANT LA PERSISTANCE DES BÉNÉFICES

Une fois le nouveau bâtiment livré et après s'être assurés que tous les systèmes fonctionnent de manière optimale, que peuvent faire un propriétaire, un gestionnaire ou un exploitant pour maintenir cette efficacité opérationnelle ?

**Le présent chapitre répond aux questions suivantes :**

- Comment faire en sorte que la conception et la construction favorisent l'instauration de bonnes pratiques d'opération et de maintenance ?
- Que devraient contenir des *Manuels d'O&M* de l'ensemble des équipements et des systèmes d'un bâtiment ?
- Quand faut-il amorcer la formation du personnel du bâtiment ?
- Quel devrait être le contenu d'un programme de maintenance préventive couvrant l'ensemble des équipements et des systèmes d'un bâtiment ?
- Comment faire le suivi du rendement du bâtiment ?
- À quelle fréquence le bâtiment devra-t-il faire l'objet d'un recommissioning ?



**D** Le **recommissioning** (RCx), est un processus de ré-optimisation des bâtiments existants qui favorise la persistance des bénéfices du *commissioning*. Ce processus garantit que l'équipement et les systèmes du bâtiment fonctionnent de façon optimale afin de répondre aux besoins actuels des occupants. Il offre une méthode d'investigation rigoureuse pour déceler les problèmes et les difficultés d'intégration. Le principal objectif consiste à mettre en évidence des améliorations opérationnelles « à peu de frais ou sans frais », en fonction de l'utilisation courante du bâtiment et en vue d'améliorer le confort des occupants et de réaliser des économies d'énergie. Cette activité peut être réalisée seule ou dans le cadre d'un projet de rénovation.

## STRATÉGIES VISANT LA PERSISTANCE DES BÉNÉFICES

Quelques décisions clés feront toute la différence dans la persistance ou non des bénéfices du *commissioning* :

- L'introduction de pratiques d'O&M dès la phase de conception
- L'élaboration de *Manuels d'O&M* bien structurés et exhaustifs
- La formulation claire et précise des *Séquences d'opérations* « *tels que construits* »
- La formation continue du personnel du bâtiment
- L'élaboration de plans de maintenance préventive
- La mise en place d'une procédure de suivi du rendement
- L'élaboration d'un *Plan de recommissioning*

## DE BONNES PRATIQUES D'O&M DÉBUTENT DÈS LA PHASE DE CONCEPTION

Comme pour le *commissioning*, l'efficacité des pratiques d'O&M sera supérieure si elles sont instaurées dès la phase de conception d'un projet.

Le processus de *commissioning* soulève des considérations liées à l'O&M pendant les phases de préconception et de conception. Durant ces phases, l'ACx met en lumière les obstacles potentiels à une bonne O&M dans la conception du bâtiment et propose des solutions de remplacement. Il peut formuler des recommandations très concrètes :

- Dégager les accès pour faciliter la maintenance et le remplacement des filtres; graisser les roulements; resserrer les courroies; nettoyer les évaporateurs et les condenseurs; remplacer les serpentins, les moteurs, etc.; adapter l'équipement de refroidissement pour l'hiver, etc.
- Aménager un accès plafond direct pour chaque boîte à bornes

Le *commissioning* donne également l'occasion à tous les membres du personnel du bâtiment de donner leur avis pendant les premières étapes de la conception. Le personnel du bâtiment est souvent le mieux placé pour dire quelles seront les conséquences des décisions sur sa capacité à entretenir le bâtiment. Il peut faire d'excellentes suggestions qui permettront d'améliorer considérablement les opérations courantes. Par exemple, il peut s'agir d'assurer la cohérence avec les conventions de désignation des points de contrôle, de prendre en considération la compétence du personnel pour faire le choix de l'équipement, et de faire en sorte que tous les équipements sont accessibles pour la maintenance régulière, la réparation et le remplacement.

## MANUELS D'O&M ET SÉQUENCES D'OPÉRATIONS

**Les *Manuels d'O&M* et les *Séquences d'opérations* contiennent des renseignements essentiels sur l'équipement du bâtiment et seront utilisés pendant des années.**

### Manuels d'O&M

Les *manuels d'O&M* définitifs et conformes à l'exécution doivent être bien structurés, détaillés et livrés à temps pour la formation du personnel.

Pour que le personnel du bâtiment puisse utiliser les *Manuels d'O&M* efficacement, l'information qu'ils contiennent doit être bien organisée. Un index ou une table des matières les rendront plus faciles à utiliser et s'ils sont créés au début du projet, ils pourront servir de liste de contrôle des éléments reçus. Il peut s'avérer utile d'organiser les manuels par système plutôt que selon le numéro de spécification.

L'information contenue dans les *Manuels d'O&M* doit être suffisamment détaillée pour aider le personnel du bâtiment à faire fonctionner, à entretenir et à réparer l'équipement. Trop souvent, les entrepreneurs attendent jusqu'à la dernière minute pour remettre les parties qu'ils souhaitent intégrer aux *Manuels d'O&M*. Certains attendent la fin de la construction, voire plus tard, lorsque le bâtiment est déjà occupé. Si l'ACx prévoit utiliser les *Manuels d'O&M* pour élaborer les *essais fonctionnels* ou à titre de référence aux fins de la formation du personnel, l'échéance de la remise devrait figurer au cahier des charges et tomber aussitôt que possible après l'approbation des soumissions.

La mise à jour des *Manuels d'O&M* peut commencer dès qu'ils sont terminés. Après les *essais fonctionnels* et la formation du personnel, l'ACx peut intégrer aux *Manuels* des renseignements recueillis au cours du *commissioning*, tels que les documents soumis relativement à l'équipement, les documents de conception, les stratégies de contrôle, les séquences d'opérations conformes à l'exécution et des exemplaires des rapports des essais de *commissioning*. Lorsque le bâtiment est occupé, il appartiendra au personnel de mettre les manuels à jour lorsque un nouvel équipement sera installé, y compris des listes de vérification et les modifications apportées à l'équipement et à leur utilisation.

Il est important de noter qu'en règle générale, le cahier des charges stipule que les entrepreneurs doivent produire des *Manuels d'O&M*. Pour en optimiser l'utilité, le cahier des charges doit indiquer les exigences quant au niveau de détail, à la structure et à la présentation, au contenu et à la date de remise des manuels d'O&M.

L'énoncé des attributions de l'ACx doit détailler les exigences liées au contenu des *Manuels d'O&M* et concernant l'examen des versions provisoires et définitives des manuels pour en vérifier la conformité au cahier des charges et aux besoins du propriétaire.

## Séquences d'opérations

Les *Séquences d'opérations* indiquent au personnel du bâtiment comment le système de contrôle devrait fonctionner. Le personnel a absolument besoin de telles séquences pour vérifier si le système fonctionne correctement et pour résoudre les problèmes. Les séquences fournies dans les dessins contractuels et dans le cahier des charges donnent un bon aperçu, mais il faut habituellement les mettre à jour et les détailler pour la version conforme à l'exécution, qui elle-même sera intégrée au *Manuel des systèmes*. Ce dernier devrait exposer en détail toute interaction essentielle du système que les *Séquences d'opérations* ne couvrent pas. Au minimum, une *Séquence d'opérations* détaillée devrait être créée pour chaque système de CVCA et d'éclairage.

### Contenu type des *Manuels d'O&M* :

- Coordonnées de l'entrepreneur en installation
- Coordonnées du fournisseur ou du fabricant
- Données sur les produits (numéro d'étiquette, marque, modèle, numéro de série, options installées)
- Données des essais et courbes de rendement (pompes, ventilateurs, refroidisseurs, etc.)
- Instructions d'installation
- Exigences relatives au fonctionnement
- Exigences relatives à la maintenance préventive
- Listes des pièces (pièces de rechange, outils spéciaux, sources locales)
- Procédures de dépannage tenant compte de la conception et de l'utilisation de l'équipement
- Documents soumis relativement à l'équipement
- Documents de conception
- Stratégies de contrôle
- Séquences d'opérations
- Exemplaires des rapports des essais de *commissioning*
- Exemplaires du rapport d'essai, de réglage et d'équilibrage
- Information sur les garanties
- Schéma unilingue des dessins de contrôle
- Diagrammes de câblage in situ pour les tensions secteurs et les connexions des contrôles

## FORMATION DU PERSONNEL DU BÂTIMENT

La formation est essentielle pour assurer l'excellence du programme d'O&M. Si les opérateurs et les gestionnaires n'ont pas les connaissances et le savoir-faire appropriés, il sera impossible d'assurer le rendement optimal du bâtiment au fil du temps.

Le personnel du bâtiment devrait recevoir de la formation tout au long du projet, dès la phase de la construction et avant l'achèvement de la majeure partie. C'est le meilleur moyen pour le personnel de se familiariser avec les systèmes et l'équipement installés dans le bâtiment. L'observation des *essais fonctionnels* peut constituer la première étape de la formation du personnel dans le nouveau bâtiment.

L'ACx du *commissioning* collabore avec le propriétaire pour établir un plan de formation qui préparera le personnel à maintenir le rendement après la réception du bâtiment. La formation se déroulera probablement sur plusieurs jours et pourra englober des séances en classe, des démonstrations pratiques et une orientation sur place. Le mieux est de donner la formation durant la construction, lorsque les parois du bâtiment sont encore ouvertes et que les points d'accès sont visibles. C'est une excellente raison pour commencer à penser à la formation dès la phase de conception.

Si le personnel est intégré au projet vers la fin des travaux de construction, la première séance de formation devrait lui fournir une vue d'ensemble du projet, y compris les objectifs du projet énoncés dans les *Exigences du propriétaire pour le projet* et dans la *Base de conception*. Les gestionnaires et les opérateurs pourront ainsi mieux comprendre pourquoi le bâtiment a été construit et comment il est censé fonctionner, et notamment dans quelles contraintes.

Si les activités d'O&M sont dirigées par un gestionnaire qui n'a aucune connaissance technique, l'ACx s'entendra avec les entrepreneurs sur les moyens qui seront pris pour lui faire comprendre les possibilités du bâtiment, sa vocation et les exigences à l'égard de la maintenance des systèmes. L'accent sera mis sur la préparation du gestionnaire pour qu'il soit en mesure de répondre aux réclamations des occupants tout en respectant le plan de conception. Il faudra également fournir au gestionnaire la liste des ressources disponibles pour l'assister dans la maintenance du bâtiment.

### Formation continue

Des opérateurs qualifiés, qui ont eu l'occasion d'étudier la façon d'optimiser l'opération d'un bâtiment, sont davantage susceptibles de maintenir un niveau de rendement élevé année après année. Les opérateurs devraient être encouragés à approfondir leurs connaissances et à augmenter leur savoir-faire en suivant des cours dans les centres de formation locaux et chez les fabricants d'équipement.

#### Exigences liées à la formation dans le cahier des charges

Pour garantir la rigueur de la formation, les exigences en la matière doivent être clairement énoncées dans le cahier des charges et la supervision de la formation doit être incluse dans les attributions de l'ACx. Voici les éléments qui devraient se trouver dans le cahier des charges :

- Les exigences de l'entrepreneur concernant le contenu du matériel didactique et l'animation des séances de formation
- Les matières à enseigner et la durée de la formation
- Les participants ciblés
- Le moment où la formation sera dispensée et sous quelle forme (sur place, en usine, en classe, avant ou après la construction)
- Les règles quant à la documentation de la formation (documentation écrite, vidéo)

#### Formation postérieure à la construction

Si la formation ne commence pas avant que la construction soit achevée, il est essentiel que le personnel fasse un tour du chantier avant que les parois définitives soient montées. Il pourra ainsi constater de visu comment les systèmes sont reliés, ce qui est de loin préférable à un examen sur papier. Une autre possibilité consiste à demander aux entrepreneurs de filmer ou de photographier les systèmes juste après leur installation.

## Types de formations suggérées pour le personnel du bâtiment

- Description des systèmes et de l'équipement, ainsi que des garanties
- Instructions et procédures de fonctionnement : permutations été-hiver et commandes manuelles-automatiques
- Instructions et procédures d'urgence
- Fonctionnement et réglage des amortisseurs, des valves et des systèmes de contrôle
- Instructions de réglage visant à maintenir les paramètres opérationnels
- Exigences et calendriers de maintenance de l'équipement essentiel
- Problèmes communs de dépannage, causes et correctifs
- *Qualité de l'air intérieur*, santé, confort visuel et acoustique, questions de sécurité
- Recommandations concernant des outils spéciaux et les stocks de pièces de rechange
- Démonstration pratique de la manœuvre de l'équipement et des systèmes
- Examen des *Manuels d'opération et de maintenance* et du lieu où ils se trouvent
- Visite du bâtiment
- Examen des documents liés aux EPP
- Conduite et programmation du système de gestion de l'énergie (SGÉ)
- Séquences et stratégies de contrôle
- Programmation du thermostat
- Rapports et documents de *commissioning* pertinents
- Quand et comment effectuer le recommissioning des systèmes du bâtiment
- Pratiques saines en matière de gestion de l'énergie
- Équipements moins courants ou spéciaux comme les épurateurs, les hottes ou les points d'eau (p.ex. fontaines)

## MAINTENANCE PRÉVENTIVE

Une maintenance préventive permet d'économiser de l'énergie, de prolonger la durée de vie de l'équipement et d'éviter des pannes inopinées.

Pour que la maintenance préventive soit efficace, le personnel du bâtiment doit surveiller l'équipement de manière continue et documenter toutes les activités de maintenance.

### Élaboration d'un Plan de maintenance préventive

Le *Plan de maintenance préventive* peut être mis en œuvre par l'entremise d'un système informatisé de gestion de l'entretien (SIGE) ou manuellement. Le plan se compose d'une liste de vérification des tâches de maintenance et d'un calendrier de mise en œuvre. La plupart des renseignements requis auront été récoltés durant le processus de *commissioning* ou se trouvent dans les *Manuels d'O&M*.

Les listes de vérification de la maintenance préventive doivent être conservées séparément pour chaque équipement et être mises à jour après la réalisation des tâches de maintenance. Il peut être utile de structurer ces listes comme des registres, en laissant assez d'espace pour la signature d'au moins deux personnes : le technicien qui effectue le travail de maintenance et le superviseur qui vérifie que la tâche a été effectuée.

Le calendrier de maintenance préventive est généralement fonction des intervalles de service recommandés par le fabricant, souvent calculés en heures de fonctionnement de l'équipement.

La plupart des grands entrepreneurs en systèmes de contrôle offrent des modules de maintenance préventive pour leurs logiciels, qui suivent automatiquement les activités et avertissent le personnel lorsqu'une activité de maintenance est requise. Ces systèmes peuvent fournir au personnel du bâtiment des renseignements précieux, en particulier s'ils sont en fonction avant l'occupation et que le personnel a l'habitude de s'en servir.

Il peut être utile d'examiner le *Plan de maintenance préventive* lors d'une réunion annuelle sur les enseignements tirés, à laquelle participeront le personnel du bâtiment, les consultants et le propriétaire. Cette réunion permet à toutes les parties d'étudier si l'intention relative à l'opération du bâtiment a changé, d'examiner les activités de maintenance et de partager des renseignements sur les plans et les exigences pour l'année à venir. Il peut être bénéfique d'engager une tierce personne pour animer et diriger la réunion, afin que les participants puissent se concentrer sur la discussion.

### **Le Plan de maintenance préventive**

Le Plan de maintenance préventive comporte plusieurs avantages qui font économiser temps et argent aux propriétaires :

- Il maintient l'efficacité de l'opération de l'installation.
- Il rallonge la durée de vie de l'équipement.
- Il augmente l'efficacité énergétique.
- Il réduit les pertes d'équipement, de temps, de productivité et par conséquent, de revenus.

### ! Contrats de service de maintenance

Un contrat de service devrait englober toutes les procédures de maintenance préventive recommandées par le fabricant, telles qu'elles sont décrites dans les *Manuel d'O&M*.

## Le Plan de maintenance préventive

Le *Plan de maintenance préventive* devrait comporter une liste à jour de l'équipement. Pour chaque équipement, les renseignements ci-dessous devront être inclus. La plupart d'entre eux seront recueillis au cours du processus de *commissioning*.

- Numéro unique d'identification de l'équipement
- Information de la plaque de fabrication
- Nom du fabricant
- Nom et numéro de téléphone du fournisseur
- Emplacement de l'équipement
- Date d'installation
- Durée de vie prévue
- Efficacité prévue
- Calendrier de maintenance
- Description des tâches de maintenance
- Formulaires de collecte et de documentation des renseignements requis

## Sous-traitance de la maintenance préventive

Lorsque le personnel du bâtiment n'est pas disponible ou n'est pas formé pour réaliser les tâches de maintenance préventive, il est recommandé de conclure un contrat de service de maintenance avec le fournisseur de l'équipement, l'entrepreneur en installation ou un entrepreneur en services de maintenance. Les consultants engagés durant la phase de construction devraient recevoir la même formation que celle qui aurait été dispensée à du personnel interne. Dans les cas où la maintenance est faite à externe, les *Manuels d'O&M* doivent être facilement accessibles à l'entrepreneur en services de maintenance.

## SUIVI DU RENDEMENT

Le suivi du rendement du bâtiment aide le personnel à détecter les problèmes à un stade précoce, avant qu'ils ne mènent à des plaintes de la part des locataires, à des coûts énergétiques élevés ou à des pannes inopinées des équipements. En réalité, dans les bâtiments actuels, il est parfois impossible de déceler certains problèmes sans un suivi du rendement. Il existe trois principales stratégies en matière de suivi du rendement : l'analyse comparative, le suivi des coûts énergétiques et l'analyse des tendances.

## Analyse comparative

Pour les *propriétaires* et les *opérateurs de bâtiments*, l'analyse comparative est une manière de faire le suivi de la consommation d'énergie au fil du temps et de la comparer à celle d'autres bâtiments. Les propriétaires de plusieurs bâtiments peuvent recourir à ce type d'analyse pour comparer leurs bâtiments entre eux et établir leur liste de priorités quant aux améliorations à apporter. Un bâtiment devrait faire l'objet d'une analyse comparative à la fin de la première année d'occupation.

Il existe plusieurs outils en ligne pour l'analyse comparative de bâtiments. L'un des plus complets et largement applicables est le gestionnaire de portefeuille ENERGY STAR® conçu par l'Agence de la protection de l'environnement des États-Unis<sup>10</sup>. Des produits canadiens sont également offerts ou sont en cours de production. Ressources naturelles Canada (RNC), par l'entremise de son Office de l'efficacité énergétique (OEE), offre une base de données nationale sur la consommation d'énergie, tirée de l'Enquête sur la consommation d'énergie par les bâtiments commerciaux et institutionnels (2000), au site de l'OEE.

Le gestionnaire de portefeuille ENERGY STAR est un outil interactif de gestion de l'énergie qui permet de faire le suivi et l'évaluation de la consommation d'énergie et d'eau dans plusieurs bâtiments. En plus d'aider à l'établissement des priorités en matière d'investissement, de dépistage des bâtiments non conformes aux normes de rendement et de contrôler les améliorations en efficacité, il soutient la préparation en vue de la certification de rendement énergétique supérieur. Cet outil Web recueille les données des factures d'énergie et utilise les caractéristiques du bâtiment fournies par le personnel pour classer le bâtiment par rapport à d'autres qui sont similaires. Aux fins de la comparaison, le gestionnaire de portefeuille prend en considération des facteurs qui échappent au contrôle du personnel du bâtiment, tels que le climat, le taux d'occupation, les heures d'opération et l'espace utilisé. Les bâtiments qui obtiennent un score supérieur ou égal à 75 peuvent demander la cote ENERGY STAR. Le gestionnaire de portefeuille est un outil d'analyse comparative de bâtiments largement répandu.

### Outils d'analyse comparative

Gestionnaire de portefeuille ENERGY STAR®  
[www.energystar.gov/benchmark](http://www.energystar.gov/benchmark)

Enquête sur la consommation d'énergie par les bâtiments commerciaux et institutionnels (2000)  
[http://www.oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/donnees\\_f/bases\\_de\\_donnees.cfm](http://www.oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/donnees_f/bases_de_donnees.cfm)

### Exigences LEED® Canada

Mesures et vérification : le crédit 5, Énergie et atmosphère (EAc5) exige d'exercer une surveillance en vue de garantir la responsabilité et l'optimisation continues de l'efficacité énergétique et de l'utilisation d'eau du bâtiment.

### ! Ressources

Les systèmes d'information sur l'énergie (SIE) recueillent les données d'un système de contrôle en vue d'une analyse et d'un rapport approfondis.

### Logiciel d'optimisation continue

CanmetÉNERGIE a développé un logiciel qui scrute en continu les composantes électromécaniques du bâtiment. Grâce à 800 règles logiques et 275 indices de performance, il détecte et diagnostique les illogismes d'opération et les mauvaises performances des systèmes et anticipe les pannes. Ses diagnostics permettent de maintenir à long terme une opération optimisée et de prévenir les problèmes de confort et de surconsommation d'énergie. L'utilisation du logiciel, commercialisé sous le nom de DABOMC, a permis de générer des économies d'énergie de 10 % à 25 % dans les bâtiments où il a été installé jusqu'à présent. Source : [www.canmetenergie.nrcan.gc.ca/cx\\_continu\\_logiciel.html](http://www.canmetenergie.nrcan.gc.ca/cx_continu_logiciel.html)

<sup>10</sup> Au cours de la rédaction du présent Guide de Cx, l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada participait à la création d'une version canadienne du gestionnaire de portefeuille américain Energy Star®. De plus amples renseignements à cet égard sera disponible en ligne sur le site : [www.canmetenergie.nrcan.gc.ca](http://www.canmetenergie.nrcan.gc.ca).

« Le recommissioning d'un bâtiment bien entretenu doit être fait tous les trois à cinq ans. Après avoir complété 41 projets de conservations énergétiques au siège social d'Adobe et réalisé des économies justes en deçà du 1 million de \$ par année, nous avons procédé au recommissioning des trois bâtiments et découvert des économies additionnelles de 273 000 \$. »

- **George Denise**  
 Directeur général des installations  
 Cushman et Wakefield,  
 Adobe Systems Inc.  
 San Jose, Californie, États-Unis

## Suivi de la consommation énergétique

Le suivi de la consommation énergétique et le dépannage sont déterminants pour garantir le rendement du bâtiment à long terme. Alors que l'analyse comparative met en parallèle la consommation énergétique de plusieurs bâtiments, cette méthode mesure la consommation énergétique d'un bâtiment en particulier au fil du temps, permettant au personnel de comprendre les tendances de consommation du bâtiment. En observant le rendement sur une période donnée, les opérateurs de bâtiments peuvent mettre le doigt sur les problèmes avant qu'ils ne soient causes d'inconfort pour les occupants ou de panne prématurée de l'équipement. Il existe de nombreux logiciels pour établir des bilans énergétiques des bâtiments. Le suivi de la consommation peut aussi se faire de façon automatisée, au moyen d'un système d'information sur l'énergie (SIE).

## Contrôle du rendement

Grâce aux capacités de traitement des données des systèmes de contrôle du rendement, le personnel peut être « à l'écoute » du fonctionnement d'un bâtiment au fil du temps. Pour être utile, le système de contrôle doit posséder suffisamment de mémoire pour indiquer les tendances et archiver les données. Il est également important de connaître la capacité de stockage du système et la capacité de téléchargement et d'enregistrement des données sur un disque dur.

Lorsque le personnel ne connaît pas bien les fonctionnalités d'établissement des tendances du système de contrôle ou qu'il ignore comment établir des tendances et extraire les données recueillies, il peut être judicieux de demander au fournisseur du système de contrôle ou à l'ACx de donner une formation à au moins un ou deux opérateurs du bâtiment. Le personnel devrait aussi recevoir une formation sur la manière d'analyser et d'interpréter les données. Pour aider les membres du personnel qui sont responsables de cette tâche, il est possible de définir et d'évaluer les principaux paramètres et de « mettre en boîte » des diagrammes de diagnostics illustratifs, de sorte que les données recueillies pourront être examinées dans leur format le plus informatif pour faciliter le diagnostic des problèmes particuliers.

Si cette tâche est prévue au *Plan de commissioning*, un membre compétent de *l'équipe de commissioning* peut insérer des « alarmes intelligentes » dans le système de contrôle. Celles-ci observent les valeurs simultanées de plusieurs variables à un moment précis ou comparent les variables aux valeurs limites fixées pour chaque mode d'opération. Les opérateurs doivent recevoir une formation sur la signification des alarmes, l'intervention requise, le réglage de leurs propres alarmes et les ajustements à apporter aux alarmes existantes pour éviter les désagréments des fausses alarmes.

## PLAN DE RECOMMISSIONING

Le recommissioning consiste à soumettre un bâtiment une nouvelle fois au processus de *commissioning* afin qu'il continue de fonctionner de façon optimale.

Le plan de *recommissioning* devrait être établi à l'intérieur du processus de *commissioning* initial d'un nouveau bâtiment.

Plusieurs paramètres doivent être pris en compte pour déterminer si un processus de *recommissioning* s'impose : changements de vocation du bâtiment; qualité et calendrier des activités de maintenance préventive; fréquence des problèmes opérationnels.

Les processus de *recommissioning* et de *commissioning d'un nouveau bâtiment* se ressemblent, mais les étapes à suivre et les buts sont légèrement différents. Habituellement, le processus de *recommissioning* commence par la formulation des exigences actuelles de l'installation après examen des *Exigences du propriétaire pour le projet*, afin d'établir si elles ont changé. Si c'est le cas, les systèmes sont passés en revue pour déterminer si des changements correspondants doivent être apportés à l'équipement ou aux opérations. Les systèmes sont ensuite inspectés, comme ils le seraient au cours du *commissioning* d'un nouveau bâtiment et tous les problèmes sont répertoriés dans un *Registre des problèmes*.

Des essais fonctionnels de rendement et des indications de tendances peuvent servir à définir si les systèmes fonctionnent toujours comme prévu. Des améliorations mineures peuvent être apportées aux systèmes pendant le *recommissioning* et certains nécessiteront même un travail de conception, de planification et de budgétisation plus importants. La documentation du bâtiment sera également examinée pour déterminer si des mises à jour ou des formations sont requises. Enfin, les exigences actuelles de l'installation sont établies (*EPP* mises à jour) et reflètent tous les changements apportés aux systèmes et aux fonctions du bâtiment.

Même si un tiers indépendant a dirigé le processus initial de *commissioning*, le personnel du bâtiment peut mener le travail de *recommissioning*, à condition qu'il en ait le temps, les ressources et les capacités. La participation active du personnel du bâtiment au *commissioning* présente l'avantage considérable de lui donner l'expérience nécessaire pour réaliser les projets de *recommissioning* ultérieurs.

### **D** Guide de recommissioning (RCx)

Ce document gratuit illustre comment utiliser le RCx comme méthode efficace de réduction des dépenses et d'augmentation des revenus grâce à une opération améliorée du bâtiment. Le document permet de mieux comprendre l'incidence du processus de recommissioning et donne des moyens pour échanger sur les problèmes, les bénéfices, ainsi que la nécessité de mettre le personnel à contribution. Télécharger le Guide de recommissioning à [www.canmetenergie.rncan.gc.ca/guide\\_rcx.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/guide_rcx.html).

### **D** Outil de présélection en recommissioning

Cet outil gratuit permet de cibler les bâtiments les plus propices au RCx. Prioriser un parc immobilier et sélectionner les bâtiments ayant les plus grandes chances de succès peut faciliter la planification à long terme et aider les propriétaires à profiter de courtes périodes de retour sur l'investissement. Cet outil est conçu pour être utilisé à l'étape de la planification du processus normalisé de RCx. Télécharger cet outil de RCx à [www.canmetenergie.rncan.gc.ca/rcx\\_outil\\_preselection.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/rcx_outil_preselection.html).

### **!** Ressources en recommissioning

CanmetÉNERGIE et l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada développent des guides, des outils, des formations techniques, des études de cas, etc. Pour en savoir plus, consulter le site suivant : [www.canmetenergie.rncan.gc.ca/fra/rcx.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/fra/rcx.html).

**LEED Canada BE : E&E 2009**

La certification LEED Canada pour bâtiments existants : Exploitation et entretien 2009 (LEED Canada BE : E&E 2009) est axée sur l'amélioration du rendement de la consommation d'énergie, des systèmes et des opérations des bâtiments existants. Le système d'évaluation LEED aide les propriétaires et les opérateurs de bâtiments existants à mesurer les paramètres d'opération, les améliorations et la maintenance sur une base continue afin d'optimiser l'efficacité opérationnelle tout en minimisant l'impact sur l'environnement. Cette certification prend en compte tout ce qui a trait au nettoyage et à la maintenance (y compris l'utilisation de produits chimiques), aux programmes de recyclage, d'entretien extérieur et de mise à niveau des systèmes dans l'ensemble du bâtiment.

Le crédit englobe la vérification de la consommation d'énergie et la mise en œuvre des recommandations à l'égard de la consommation d'eau et d'énergie. Le programme de Cx doit comprendre des mesures de Cx continu, soit la planification, les tests de systèmes, la vérification du rendement, des mesures correctives au besoin, des mesures continues et la documentation des problèmes opérationnels permettant un traitement proactif. Des pratiques exemplaires de gestion doivent être adoptées; elles comprendront la mise en œuvre de pratiques d'O&M réglementées, documentées et évaluées, visant à garantir une gestion de l'énergie et de l'eau efficace et durable.

**Quand faut-il effectuer un recommissioning ?**

Une réponse positive à plus de deux des questions ci-dessous indique qu'il est peut-être temps de procéder à un recommissioning :

- La consommation d'énergie a-t-elle augmenté de façon injustifiée? L'augmentation représente-t-elle plus de 10 % par rapport aux niveaux des années précédentes?
- Les plaintes touchant le confort ont-elles augmenté?
- La consommation d'énergie la nuit a-t-elle augmenté?
- Le personnel du bâtiment est-il au courant de problèmes qu'il n'a pas le temps ou les compétences pour résoudre?
- Les défaillances du matériel et de l'équipement sont-elles fréquentes?
- La programmation des systèmes de contrôle a-t-elle été modifiée ou remplacée pour résoudre rapidement un problème?
- Y a-t-il eu d'importants projets d'amélioration par les locataires (agrandissements)?
- Pour les bâtiments de plus de 50 000 pieds carrés : S'est-il écoulé au moins cinq ans depuis le dernier *commissioning* ou *recommissioning*?
- Certains des principaux systèmes consommateurs d'énergie ou de contrôle ont-ils été remplacés récemment?

Remarque : Pour en savoir plus, se reporter au Chapitre 4 du Guide de recommissioning, ainsi qu'à l'Outil de présélection en recommissioning, offerts gratuitement à [www.canmetenergie.rncan.gc.ca/guide\\_rcx.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/guide_rcx.html).

**Commissioning continu**

Il existe différentes stratégies pour maintenir le rendement optimal d'un bâtiment après le *commissioning* initial. Parmi elles, se trouve le *commissioning* continu, un processus itératif intégrant des techniques de recommissioning et qui vise la persistance des bénéfices entre deux processus de recommissioning. Aux fins du *commissioning* continu, les dispositifs de surveillance et les logiciels d'étude des tendances laissés sur place assurent le suivi continu et intègre des procédures opérationnelles qui rehaussent l'efficacité des activités de maintenance courantes. Le recommissioning est habituellement effectué à des intervalles allant de trois à cinq ans, selon la rigueur appliquée au processus de *commissioning* continu, ou au besoin si un bâtiment subit un important changement de vocation (voir **Figure 3**).

Pour assurer le *commissioning* continu, le personnel du bâtiment reçoit des instructions détaillées sur l'exécution de tâches d'O&M stratégiques qui permettront de maintenir les bénéfices du *commissioning* et ceux du recommissioning. Le recommissioning se

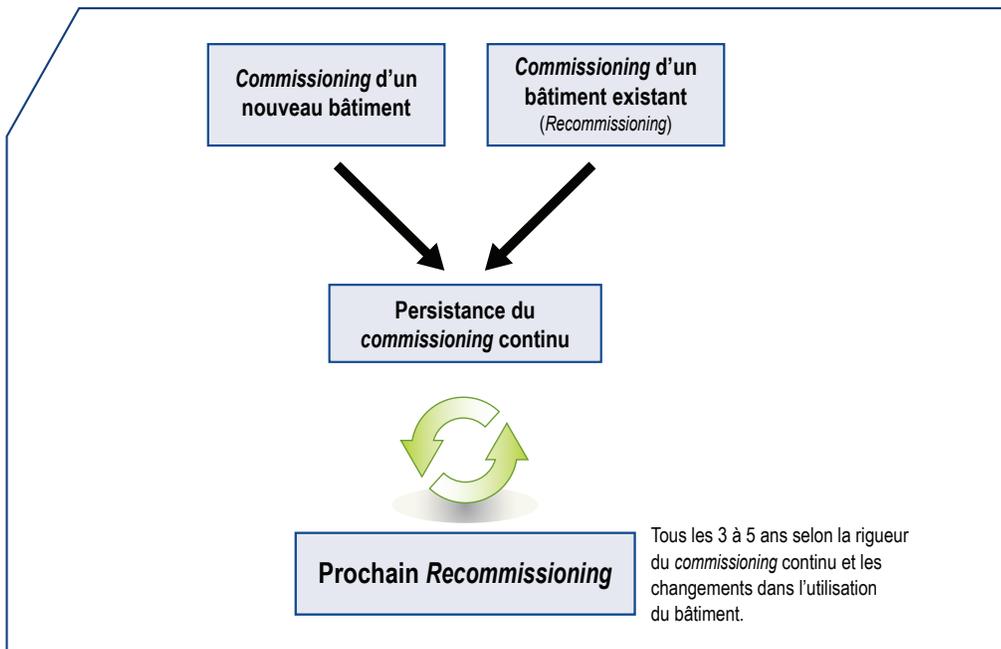
déroule aux trois ou cinq ans et procure un portrait instantané du fonctionnement d'un bâtiment à un moment précis, alors que le *commissioning* continu est plutôt dynamique de nature, parce qu'axée sur le suivi du rendement.

Le *commissioning* continu mise à la fois sur la participation du personnel du bâtiment et sur divers dispositifs de surveillance pour permettre des diagnostics en continu. Il accorde une grande importance à la formation du personnel du bâtiment et à l'acquisition de la compétence requise pour utiliser l'équipement de surveillance par l'entremise d'exercices d'analyse, de l'automatisation des diagnostics et d'alarmes « intelligentes ».

La surveillance continue établit la base pour assurer l'efficacité de l'opération. Tout écart par rapport à cette base indique que des améliorations opérationnelles seraient souhaitables ou qu'il faut réparer immédiatement un équipement. Il se peut qu'un RCx reste nécessaire, mais à intervalles moins fréquents, auquel cas il sera mieux ciblé puisque le programme de *commissioning* continu aura permis de former du personnel compétent et de faire l'analyse des données de suivi.

**D** Les termes *commissioning continu* (*Ongoing Cx*), *commissioning axé sur la surveillance* (« *Monitoring-Based Cx - MBCx* ») ou « *Continuous Commissioning®* » (marque déposée de *Texas Engineering Experiment Station*) désignent divers programmes et méthodes de suivi du rendement d'un bâtiment au fil du temps.

Figure 3 - Méthodes d'optimisation de l'opération d'un bâtiment pendant sa durée de vie



Source : CanmetÉNERGIE, Ressources naturelles Canada. *Guide de recommissioning (RCx) pour les propriétaires et les gestionnaires de bâtiments*, ISBN 978-1-100-10035-7, Cat. M39-123/2008F-PDF, 2008, accessible à [www.canmetenergie.rncan.gc.ca/guide\\_rcx.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/guide_rcx.html).



# CHAPITRE 6

## POUR DÉBUTER

Comment un propriétaire ou un gestionnaire de bâtiment doit-il lancer un processus de *commissioning*? Voici quelques étapes essentielles qui l'aideront à donner un bon départ à son programme :

### S'informer sur le *commissioning*

De plus en plus, le concept de *commissioning* fait sa marque dans les marchés et la gamme des outils et des ressources offerts ne cesse de s'enrichir. Pour en savoir plus sur le *commissioning*, explorez les ressources mentionnées dans ce guide, consultez les ressources en ligne et parlez avec des tiers de leurs expériences en la matière, y compris des concepteurs et des entrepreneurs. Vous trouverez une liste à jour des ressources offertes dans le domaine du *commissioning* au site Web de CanmetÉNERGIE de Ressources naturelles Canada, à [www.canmetenergie.rncan.gc.ca/cx\\_f.html](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca/cx_f.html).

### Déterminer quelles ressources sont disponibles (locales, gouvernementales, services publics)

Prenez contact avec les représentants des services publics et les organismes gouvernementaux pour obtenir leur aide et leurs conseils dans le domaine du *commissioning*, ainsi que d'autres produits et services liés à l'efficacité énergétique.

### Commencez tôt! Déterminez si un projet à venir est un bon candidat au *commissioning*, avant même la conception

Commencez à penser aux besoins particuliers de *commissioning* et établissez la portée du processus à mettre en œuvre pour y répondre. Envisagez d'organiser un atelier sur les « leçons tirées » d'un projet achevé récemment, afin de définir les problèmes que le *commissioning* aurait pu traiter. Si un processus complet ne peut pas être mis en œuvre, essayez de voir si quelques stratégies ciblées de *commissioning* sont réalisables. Ralliez les membres de l'organisation en leur offrant une présentation sur le *commissioning* ou en invitant une ACx qui en expliquera les avantages au personnel. Ciblez les personnes les plus susceptibles d'avoir des réticences et assurez-vous qu'elles assistent à la présentation.



## Trouvez un projet qui ferait un bon candidat pour le *commissioning* et définissez-en la portée et les objectifs

Cherchez des ACx de la région et examinez leurs compétences en cherchant à déterminer si leur expérience convient aux besoins du projet. Une fois que l'ACx est choisie, le propriétaire collaborera avec cette personne pour définir clairement la portée du processus de *commissioning* et ses objectifs. Après avoir présenté l'ACx à son équipe de conception, il verra à ce que toutes les parties comprennent leurs rôles et responsabilités. Notamment, il faudra établir quand et comment se dérouleront les évaluations et les examens des soumissions des entrepreneurs.

Le propriétaire demandera à l'ACx d'élaborer un *plan de commissioning* détaillé, d'organiser une réunion de démarrage, des visites du chantier, de lui livrer des rapports sur l'avancement du projet ainsi qu'un *Registre des problèmes* et un *Rapport de commissioning*.

## Déterminez les ressources internes de *commissioning*

Le propriétaire désigne un membre de l'équipe du projet qui le représentera pendant le processus de *commissioning*. Il sera prioritaire de désigner très tôt les membres du personnel d'O&M du bâtiment qui participeront au processus du début à la fin.

## Intégrez les exigences de *commissioning* au cahier des charges

Il est absolument essentiel d'inscrire les exigences du *commissioning* au cahier des charges pour obliger les entrepreneurs à participer au processus. Autrement, ces derniers pourraient produire un ordre de modification si on leur demande d'effectuer des tâches de *commissioning*.

## Militez en faveur du *commissioning* au sein de votre organisme

Si vous occupez un poste à responsabilités, prenez les commandes. D'autres personnes vous suivront. Si vous êtes totalement engagé dans le processus de *commissioning*, vous pourrez mieux communiquer vos attentes et participer activement et avec intérêt au processus. Vous en tirerez un maximum d'avantages et vous en convaincrez d'autres de la valeur du *commissioning*.

### Ressources de Ressources naturelles Canada

- Site Web de CanmetÉNERGIE : [www.canmetenergie.rncan.gc.ca](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca)
- Site Web de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE) : [oee.rncan.gc.ca](http://oee.rncan.gc.ca)

# ANNEXE A

## ACRONYMES

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
BDC	Base de conception
CBDcCa	Conseil du bâtiment durable du Canada
CCC	California <i>Commissioning</i> Collaborative
PCMV	Professionnel certifié en mesurage et vérification
CND	Commande numérique directe
CRÉ	Contrat de rendement énergétique
CVCA	Chauffage, ventilation et climatisation d'air
Cx	<i>Commissioning</i>
DCC	Devis de construction Canada
DDF	Détection et diagnostic des fautes
DDQ	Demande de qualification
DP	Demande de propositions
EPA	Environmental Protection Agency (Agence de protection de l'environnement, É.-U.)
EPP	Exigences du propriétaire pour le projet
ERÉ	Essai, réglage et équilibrage
ESE	Entreprise de services éconergétiques
O&M	Opération et maintenance
INÉ	Impact non énergétique
PIMVR	Protocole international de mesure et de vérification du rendement
LEED®	Leadership in Energy and Environmental Design
MEFV	Mécanisme d'entraînement à fréquence variable
M&V	Mesure et Vérification
OEE	Office de l'efficacité énergétique
PECI	Portland Energy Conservation, Inc.
QAI	Qualité de l'air intérieur



QCxP	<i>Qualified Commissioning Process</i> (titre de qualification sur le processus de commissioning)
QEI	Qualité de l'environnement intérieur
RCI	Rendement du capital investi
RCx	Recommissioning
RNCan	Ressources naturelles Canada
SCAB	Système de contrôle automatique de bâtiments
SGÉ	Système de gestion de l'énergie
SIE	Système d'information sur l'énergie
SIGE	Système informatisé de gestion de l'entretien
USGBC	U.S. Green Building Council
W	Watt

# ANNEXE B

## GLOSSAIRE

### Autorité du *commissioning* (ACx)

Personne qui coordonne le processus de *commissioning*. Il peut s'agir d'un consultant indépendant dans le domaine du *commissioning* ou d'un membre du personnel expérimenté dans le domaine.

### Base de conception (BDC)

Document dans lequel les concepteurs répertorient les décisions, les systèmes et produits choisis pour répondre aux Exigences du propriétaire pour le projet et aux exigences réglementaires, aux normes et aux directives en vigueur à ce moment. On désigne parfois la BDC par des termes comme *énoncé de conception* et *devis préliminaire*. Aux fins des présentes, le terme *Base de conception (BDC)* a été retenu.

### Bénéfices non énergétiques

Avantages qui vont au-delà des économies d'énergie. En général, les avantages non énergétiques comprennent des avantages environnementaux, l'appréciation de la valeur de la propriété, la prolongation de la durée de vie de l'équipement et la réduction du temps de panne, l'amélioration du confort et de la productivité des occupants et la réduction des risques.

### *Commissioning* (Cx)

Processus d'assurance de la qualité qui s'étend sur toute la durée de la conception d'un nouveau bâtiment et se poursuit pendant les étapes de la construction, de la mise en service, de l'occupation et de la première année d'opération. Le *commissioning* garantit que le rendement du nouveau bâtiment est conforme aux attentes et qu'il correspond aux *Exigences du propriétaire pour le projet*. Le processus prévoit également que le personnel du bâtiment acquière les compétences requises pour opérer et maintenir les systèmes et l'équipement.



## *Commissioning* de bâtiments existants

Voir *Recommissioning (RCx)*.

## Conflits d'intérêts

Situation dans laquelle une personne occupant un poste de confiance a des intérêts professionnels et personnels opposés.

## Consultant indépendant en *commissioning*

Une autorité de *commissioning* embauché directement par le propriétaire du bâtiment et n'ayant aucune relation, responsabilité ou affiliation avec d'autres membres de l'équipe de conception et de construction.

## Critères d'acceptation

Conditions déterminant la conformité d'un aspect du projet aux exigences qui doivent être remplies pour qu'il passe à l'étape suivante.

## Demande d'information

Demande adressée par les entrepreneurs aux concepteurs en vue de clarifier certains détails de la conception.

## Dessins de coordination

Dessins montrant le travail de tous les professionnels, créés pour éliminer tout conflit logistique et spatial entre les équipements et les systèmes.

## Documents contractuels

Large éventail de documents liant toutes les parties participant à la construction, y compris le cahier des charges, les accords de prix, les processus de gestion de la construction, les accords ou exigences de sous-traitance, les procédures ou exigences relatives aux soumissions, les plans, les spécifications, les ordres de modification, les addenda, les demandes d'information et le *Plan de commissioning*.

## Documents d'intention de conception

Voir *Exigences du propriétaire pour le projet*.

## Équipe de *commissioning*

Principaux représentants de chacune des parties participant au projet, chargés d'apporter des idées et d'effectuer les tâches nécessaires au succès du projet de *commissioning*. Parmi les membres de l'équipe, on peut trouver l'ACx, le *propriétaire du bâtiment* ou son représentant, le personnel du bâtiment, les professionnels de la conception, les entrepreneurs ou des représentants des fabricants, des spécialistes en essais et le coordonnateur LEED.

## Essais fonctionnels

Essais visant à évaluer le fonctionnement dynamique et l'opération de l'équipement et des systèmes en utilisant des méthodes de surveillance manuelles ou automatisées, ainsi que d'observation passive ou un procédé d'essai actif. Les essais fonctionnels servent à évaluer la capacité du système à répondre aux *Exigences du propriétaire pour le projet*.

## Examen de la conception

Processus d'examen au cours duquel l'ACx étudie les documents de conception pour s'assurer que celle-ci correspond aux *Exigences du propriétaire pour le projet*.

## Exigences du propriétaire pour le projet (EPP)

Document exposant en détail les exigences fonctionnelles du propriétaire pour le projet et ses attentes quant à l'utilisation et à l'opération du bâtiment. Sont inclus les objectifs du projet, les critères mesurables du rendement, les facteurs financiers, les analyses comparatives, les critères de succès et les renseignements à l'appui.

## Liste de vérification

Liste écrite indiquant les étapes à suivre pour vérifier qu'un équipement a été installé et mis en route comme il se doit pour être pleinement opérationnel et passer les essais fonctionnels.

## Manuel d'opération et de maintenance (O&M)

Document fournissant toute l'information nécessaire à l'opération et à la maintenance de l'équipement installé.

## Manuel des systèmes

Document composite centré sur les systèmes et incluant les Manuels d'O&M et d'autres renseignements utiles au propriétaire et au personnel du bâtiment pour opérer et maintenir celui-ci.

## Plan de *commissioning*

Document décrivant l'organisation, le calendrier, l'affectation des ressources et les exigences en matière de documentation du projet de *commissioning*.

## Plan de recommissioning

Document contenant tous les renseignements requis pour effectuer le recommissioning d'un bâtiment. Ce plan comprend les tâches spécifiques, leur description et leur calendrier. D'autres renseignements utiles peuvent y être ajoutés, comme les exigences opérationnelles des systèmes principaux, les essais fonctionnels et les modèles de documents

## Propriétaire du bâtiment

Le terme *propriétaire* peut désigner différentes personnes jouant divers rôles dans le bâtiment. Dans le présent document, il désigne toute personne qui prend des décisions concernant les installations du bâtiment.

## Protocole d'essai

Formulaire de test qui décrit exactement le mode opératoire de l'essai à réaliser. Il comprend de la documentation concernant entre autres l'équipement requis, les précautions à prendre, les étapes détaillées de la marche à suivre et les procédures de restauration des conditions normales de fonctionnement.

## Qualité de l'air intérieur (QAI)

Caractéristiques de l'air intérieur, y compris la composition gazeuse, la température, le taux d'humidité relative et les niveaux de contaminants aériens.

## Qualité de l'environnement intérieur (QEI)

Caractéristiques de l'ensemble des aspects des conditions intérieures, y compris la qualité de l'air, le confort thermique, l'éclairage et le bruit.

## Registre des problèmes

Répertoire officiel et évolutif des problèmes ou des sujets de préoccupation, ainsi que des solutions appliquées, rencontrés par l'ACx ou par tout autre membre de l'équipe de *commissioning* au cours du processus. En règle générale, des registres des problèmes sont créés à trois étapes du processus de *commissioning* : l'examen de la conception; l'observation de la construction et les essais fonctionnels.

## Recommissioning (RCx)

Processus de ré-optimisation des bâtiments existants qui favorise la persistance des bénéfices du *commissioning*. Ce processus garantit que l'équipement et les systèmes du bâtiment fonctionnent de façon optimale afin de répondre aux besoins actuels des occupants. Il offre une méthode d'investigation rigoureuse pour déceler les problèmes et les difficultés d'intégration. Le principal objectif consiste à mettre en évidence des améliorations opérationnelles « à peu de frais ou sans frais », en fonction de l'utilisation courante du bâtiment et en vue d'améliorer le confort des occupants et de réaliser des économies d'énergie. Cette activité peut être réalisée seule ou dans le cadre d'un projet de rénovation.

## Rétrocommissioning

Voir *Recommissioning (RCx)*.

## Séquence d'opérations

Exposé décrivant comment les différents systèmes (mécanique, électrique, gestion de l'énergie et contrôle) sont censés fonctionner au démarrage et à l'arrêt, et dans les divers modes d'opération et cas de figure (inoccupation, mode manuel, incendie, coupure de courant, verrouillage de sécurité,), y compris les stratégies d'efficacité énergétique.







CanmetÉNERGIE

[www.canmetenergie.rncan.gc.ca](http://www.canmetenergie.rncan.gc.ca)