



Réseau Energie et Bâtiments

# **Guide de gestion efficace des bâtiments**

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>LE GUIDE DE GESTION EFFICACE</b>	<b>8</b>
<b>1.1</b>	<b>Pourquoi un guide de gestion efficace?</b>	<b>8</b>
<b>1.2</b>	<b>Secteurs visés</b>	<b>8</b>
<b>1.3</b>	<b>Public cible</b>	<b>9</b>
<b>1.4</b>	<b>Objectifs</b>	<b>9</b>
<b>1.5</b>	<b>EnviroCompétences</b>	<b>10</b>
<b>1.6</b>	<b>Réseau énergie et bâtiments (REB)</b>	<b>10</b>
<b>1.7</b>	<b>Collaborateurs à la rédaction du guide</b>	<b>11</b>
1.7.1	Comité « Bâtiment » – 2007-2008	11
1.7.2	Équipe de rédaction et validation - version 2012	11
1.7.3	Équipe de revue et mise à jour 2016	12
<b>2.</b>	<b>LE CADRE ADMINISTRATIF</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Comprendre le milieu dans lequel on évolue</b>	<b>13</b>
2.1.1	Rôles et responsabilités : qui fait quoi dans la gestion des bâtiments	13
<b>2.2</b>	<b>Budget d'exploitation</b>	<b>20</b>
2.2.1	Revenus	20
2.2.2	Frais d'exploitation	22
2.2.3	Frais d'immobilisation	23
2.2.4	Subventions	23
2.2.5	Ressources financières disponibles pour l'exploitation	24
2.2.6	Déficit d'entretien	24
2.2.7	Planification budgétaire	26
<b>2.3</b>	<b>Gestion de l'information et collecte des données</b>	<b>28</b>
2.3.1	Inventaire, caractéristiques et état des structures et équipements	29
2.3.2	Bonnes pratiques de gestion de l'information	30
<b>2.4</b>	<b>Gestion du personnel</b>	<b>31</b>
2.4.1	Dotation et rétention	32
2.4.2	Relations de travail et gestion de la performance	32
2.4.3	Développement organisationnel et formation	33
2.4.4	Références et outils	34
<b>2.5</b>	<b>Gestion de l'entretien ménager</b>	<b>34</b>
<b>2.6</b>	<b>Gestion de la sécurité</b>	<b>36</b>

2.6.1	Service anti-intrusion	37
2.6.2	Contrôle d'accès	37
2.6.3	Gestion et duplication des clés	38
2.6.4	Surveillance par caméra	38
2.6.5	Gardiennage	38
2.6.6	Mise en place et gestion du plan de sécurité d'incendie	39
2.6.7	Plans de mesures d'urgences	40
2.6.8	Établissement de bons canaux de communication	42
2.6.9	Autres éléments de prévention et de facilitation du retour à normale	42
<b>3.</b>	<b>LA SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>Responsabilités du gestionnaire</b>	<b>44</b>
3.1.1	Responsabilité du gestionnaire dans immeuble utilisé par plusieurs employeurs	44
3.1.2	Responsabilité du gestionnaire par rapport à ses employés	45
3.1.3	Responsabilité du gestionnaire par rapport à ses sous-traitants pour des travaux d'entretien ou d'opération	45
3.1.4	Responsabilité du gestionnaire par rapport à des sous-traitants pour des travaux de rénovation / réaménagement / construction	46
<b>3.2</b>	<b>Principes généraux en santé et sécurité du travail</b>	<b>47</b>
3.2.1	Un établissement équipé et aménagé pour assurer la protection du travailleur	47
3.2.2	Méthodes de travail, formation et information aux travailleurs sur la santé et la sécurité au travail	48
3.2.3	Inspection des lieux de travail	50
<b>3.3</b>	<b>En cas d'accident de travail</b>	<b>50</b>
<b>4.</b>	<b>LA GESTION ÉNERGÉTIQUE</b>	<b>52</b>
<b>4.1</b>	<b>Facturation énergétique – connaître les tarifs et suivre sa consommation</b>	<b>52</b>
4.1.1	Connaître la structure tarifaire de l'énergie	52
4.1.2	Effectuer le suivi de sa consommation et de ses coûts énergétiques	62
<b>4.2</b>	<b>Comparaisons énergétiques</b>	<b>65</b>
4.2.1	Quelques données de comparaisons énergétiques	67
4.2.2	Outil Portfolio Manager d'Energy Star	68
4.2.3	Facteurs de conversion	69
<b>4.3</b>	<b>Analyse énergétique</b>	<b>69</b>
4.3.1	Objectifs	70
4.3.2	Préparation et méthodologie	70
4.3.3	Établissement des critères d'acceptabilité des mesures d'économie d'énergie : une étape importante	71
4.3.4	Aperçu des méthodes de calculs énergétiques	72
4.3.5	Exemple de bilan énergétique	76
<b>4.4</b>	<b>Remise au point ou recommissioning</b>	<b>78</b>
4.4.1	Définition du recommissioning	78
4.4.2	Coûts et retour sur l'investissement	79

4.4.3	Mesures typiques de recommissioning	79
4.4.4	Étapes d'un projet de recommissioning	80
<b>4.5</b>	<b>Commissioning continu</b>	<b>82</b>
<b>4.6</b>	<b>Réalisation de projets d'efficacité énergétique</b>	<b>82</b>
4.6.1	Description des modes de réalisation	82
4.6.2	Étape de réalisation d'un projet en mode conventionnel	83
4.6.3	Étapes de réalisation d'un projet en mode ESE	87
<b>5.</b>	<b>LA GESTION ENVIRONNEMENTALE</b>	<b>89</b>
<b>5.1</b>	<b>Gestion de l'eau</b>	<b>89</b>
5.1.1	Situation actuelle au Québec	89
5.1.2	Méthodes de suivi et de réduction de la consommation d'eau	90
<b>5.2</b>	<b>Gestion des déchets et recyclage</b>	<b>94</b>
5.2.1	Récupération et recyclage	94
5.2.2	Organismes et programmes gouvernementaux	95
<b>5.3</b>	<b>Gestion des matières dangereuses</b>	<b>96</b>
5.3.1	Réservoirs de matières dangereuses et de produits pétroliers	97
5.3.2	Règlement sur les halocarbures	97
5.3.3	BPC	98
5.3.4	Amiante	99
<b>5.4</b>	<b>Les gaz à effet de serre (GES)</b>	<b>101</b>
5.4.1	Importance actuelle et future des GES pour les gestionnaires immobiliers	102
<b>5.5</b>	<b>Certifications vertes</b>	<b>103</b>
5.5.1	Objectifs	103
5.5.2	LEED Canada 2009 – Nouvelles constructions et rénovations importantes – Noyau et enveloppe (LEED NC & NE)	103
5.5.3	LEED Canada 2009 – Bâtiments existants – Exploitation et entretien (LEED BE:EE)	105
5.5.4	LEED Canada v4	107
5.5.5	BREEAM – In-Use International	107
5.5.6	HQE	109
5.5.7	Certification BOMA BEST	111
5.5.8	Investissements liés aux certifications pour les bâtiments existants	112
5.5.9	LBC – Living Building Challenge	114
5.5.10	The WELL – Santé et bien-être de ses occupants	115
<b>6.</b>	<b>LES SYSTÈMES MÉCANIQUES</b>	<b>117</b>
<b>6.1</b>	<b>Notion de confort intérieur et qualité de l'environnement intérieur</b>	<b>117</b>
6.1.1	Quelques définitions	117
6.1.2	Références réglementaires et normatives	118
6.1.3	Paramètres du confort physique	119

<b>6.2</b>	<b>Ventilation et conditionnement de l'air</b>	<b>123</b>
6.2.1	Références réglementaires et normatives	123
6.2.2	Différents types de systèmes	127
6.2.3	Tâches de maintenance typique	133
6.2.4	Notions d'efficacité énergétique et opportunités	134
<b>6.3</b>	<b>Refroidissement : production et distribution de froid</b>	<b>140</b>
6.3.1	Quelques définitions liées au refroidissement	141
6.3.2	Références réglementaires et normatives	142
6.3.3	Différents types de systèmes de refroidissement	147
6.3.4	Tâches de maintenance typique	151
6.3.5	Notions d'efficacité énergétique et opportunités	155
<b>6.4</b>	<b>Chauffage : production et distribution de chaleur</b>	<b>159</b>
6.4.1	Références réglementaires et normatives	159
6.4.2	Différents types de systèmes de chauffage	163
6.4.3	Tâches de maintenance typique	170
6.4.4	Notions d'efficacité énergétique et opportunités	172
<b>6.5</b>	<b>Humidification</b>	<b>180</b>
6.5.1	Références réglementaires et normatives	180
6.5.2	Différents types de systèmes	182
6.5.3	Notions d'efficacité énergétique et opportunités	186
<b>6.6</b>	<b>Plomberie</b>	<b>188</b>
6.6.1	Références réglementaires et normatives	188
6.6.2	Différents types de réseaux	191
6.6.3	Réseaux de drainage	194
6.6.4	Tâches de maintenance typique	196
6.6.5	Notions d'efficacité énergétique et opportunités	197
<b>6.7</b>	<b>Protection incendie</b>	<b>199</b>
6.7.1	Références réglementaires et normatives	200
6.7.2	Différents types de systèmes	202
6.7.3	Tâches de maintenance typique	205
6.7.4	Notions d'efficacité énergétique et opportunités	205
<b>6.8</b>	<b>La régulation automatique</b>	<b>206</b>
6.8.1	Définition	206
6.8.2	Références réglementaires et normatives	206
6.8.3	Différents types de systèmes	207
6.8.4	Tâches de maintenance typiques	209
6.8.5	Notions d'efficacité énergétique et opportunités	209
<b>6.9</b>	<b>Transport vertical</b>	<b>210</b>
6.9.1	Références réglementaires et normatives	210
6.9.2	Différents types d'ascenseurs	212
6.9.3	Tâches de maintenance typique	215
6.9.4	Notions d'efficacité énergétique et opportunités	216

<b>7.</b>	<b>LES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES</b>	<b>217</b>
<b>7.1</b>	<b>Catégories de systèmes électriques</b>	<b>217</b>
7.1.1	Références réglementaires et normatives	217
<b>7.2</b>	<b>Distribution électrique</b>	<b>219</b>
7.2.1	Différentes composantes	219
7.2.2	Tâches de maintenance typique	220
7.2.3	Notion d'efficacité énergétique et opportunités	221
<b>7.3</b>	<b>Alimentation de secours</b>	<b>221</b>
7.3.1	Groupes électrogènes	222
7.3.2	Commutateurs de charges	222
7.3.3	Tâches de maintenance typiques	224
7.3.4	Notions d'efficacité énergétique et opportunités	224
<b>7.4</b>	<b>Éclairage intérieur</b>	<b>225</b>
7.4.1	Références réglementaires et normatives	225
7.4.2	Différentes composantes	225
7.4.3	Différents appareils d'éclairage	227
7.4.4	Tâches de maintenance typique	228
7.4.5	Notions d'efficacité énergétique et opportunités	228
<b>7.5</b>	<b>Systèmes de câblage structuré pour les réseaux de communication</b>	<b>231</b>
7.5.1	Références de standardisation et guides de conception	232
7.5.2	Différents éléments d'un système de câblage structuré	234
7.5.3	Tâches de maintenance typique	235
<b>7.6</b>	<b>Système d'alarme incendie</b>	<b>235</b>

## **NOTE LIMITATIVE**

Le présent guide traite de gestion efficace des bâtiments et ne s'applique pas nécessairement à des circonstances et à des faits particuliers. La matière du guide, du cours ou des documents de référence qui y sont inclus sont basés sur des normes, des codes et des pratiques qui sont susceptibles de changements. Pour ces raisons, on ne doit pas user du présent contenu comme substitut à des conseils professionnels spécialisés en rapport avec une question particulière.

Le contenu a été préparé avec soin par des professionnels et révisé par un comité de validation. Il vise à informer et former les gestionnaires immobiliers, les professionnels et tous les autres intervenants susceptibles de travailler de près ou de loin à l'exploitation, l'entretien, la réalisation de projets et l'optimisation des bâtiments. EnviroCompétences, le Réseau énergie et bâtiments (REB) et les rédacteurs n'acceptent aucune responsabilité légale relativement à son contenu ou aux conséquences pouvant résulter de son usage.

## **DROIT D'AUTEUR**

Nul ne peut reproduire ce document, d'aucune façon que ce soit, sans avoir reçu au préalable l'autorisation écrite du Réseau énergie et bâtiments.

Réseau énergie et bâtiments (REB) a obtenu de l'AQME tous les droits sur les différents guides produits par l'AQME.

### **Note :**

Dans le présent guide, le masculin est utilisé sans aucune discrimination, uniquement dans le but d'alléger le texte.

1<sup>re</sup> édition – 2012

2<sup>e</sup> édition – 2016

3<sup>e</sup> édition – septembre 2019

## **1. LE GUIDE DE GESTION EFFICACE**

### **1.1 Pourquoi un guide de gestion efficace?**

La gestion immobilière est un emploi qui implique d'avoir des connaissances dans une foule de domaines : administration, finances, réglementation, communications, entretien ménager, maintenance et réparations, sécurité, mécanique et électricité du bâtiment, architecture pour ne nommer que ceux-là. Les décisions et les actions des gestionnaires immobiliers et de leur personnel ont par ailleurs un impact majeur sur la consommation énergétique de nos bâtiments. Ce guide propose un aperçu d'actions et d'opportunités qui peuvent améliorer le rendement d'un bâtiment et ainsi réduire ses coûts d'opération tout en augmentant le confort de ses usagers.

### **1.2 Secteurs visés**

Le guide de gestion efficace vise d'abord le domaine du bâtiment commercial et institutionnel, de même que les bâtiments multi-locatifs majeurs et certains bâtiments industriels s'apparentant aux bâtiments commerciaux.

Le domaine du bâtiment commercial et institutionnel et tout ce qui l'entoure est un important secteur d'activités économiques au Québec comme ailleurs. Pourtant, bien que le bâtiment soit tantôt un milieu de vie, un milieu d'étude ou un milieu de travail, le public en général ne connaît que peu ou pas le fonctionnement de ces bâtiments, les acteurs qui en assurent l'exploitation et l'entretien qu'ils nécessitent. Par ailleurs, ces bâtiments sont généralement d'importants consommateurs d'énergie et leur empreinte environnementale est considérable.

Qu'entend-on par bâtiment « commercial et institutionnel »? Globalement, on y inclut tout ce qui est commerce de gros, entreposage, commerce de détail, magasin d'alimentation, industrie de l'information et industrie culturelle, les édifices à bureaux, les édifices liés à l'administration publique, l'éducation, la santé et les services sociaux, l'industrie de l'hébergement et de la restauration, les organismes religieux, etc. C'est principalement cette clientèle que vise le présent guide. Les intervenants des bâtiments multi-locatifs et des bâtiments industriels sont aussi visés bien que leur réalité diffère quelque peu.

Selon l'Enquête sur la consommation d'énergie du secteur commercial et institutionnel publié par Ressources naturelles Canada en juin 2007, le Québec compterait 95 947 établissements commerciaux et institutionnels, totalisant une surface de 176 422 988 m<sup>2</sup> <sup>(1)</sup>. Ces bâtiments consommeraient environ 14 % de l'énergie secondaire. Ce secteur serait donc le 4<sup>e</sup> poste de consommation après l'industrie (38 %), l'habitation (17 %) et le transport des passagers (16 %) <sup>(2)</sup>.

### **1.3 Public cible**

Le *Guide de gestion efficace des bâtiments* vise d'abord à fournir un outil de référence pour les gestionnaires immobiliers et les responsables d'exploitation des bâtiments. Il vise aussi le personnel d'opération intéressé, les professionnels (ingénieurs mécaniques, énergistes, architectes, technologues, etc.), les fournisseurs et tout autre intervenant impliqué dans l'exploitation, l'entretien, l'opération et l'optimisation des bâtiments.

Évidemment, le guide se veut un outil adapté d'abord au personnel débutant dans le domaine de la gestion immobilière ou dans ses services connexes.

Par ailleurs, les personnes cumulant une certaine expérience dans le domaine y trouveront très probablement aussi leur compte à divers niveaux : rappels de certains concepts, bonnes pratiques et références, opportunités d'efficacité énergétique, pour ne nommer que ceux-là.

### **1.4 Objectifs**

- Fournir un guide présentant les différents enjeux liés à l'exploitation et l'entretien des bâtiments;
- Décrire l'environnement général dans lequel évoluent un gestionnaire immobilier, les professionnels, le personnel d'opération et les autres intervenants;
- Présenter différents éléments s'appliquant au bâtiment qui devraient faire partie d'une bonne gestion humaine, environnementale et énergétique;
- Au point de vue technique, présenter les différents systèmes mécaniques et électriques assurant le fonctionnement d'un bâtiment, les pratiques d'entretien qui y sont liées, ainsi que certaines opportunités d'efficacité énergétique.

<sup>1</sup> Enquête sur l'utilisation commerciale et institutionnelle d'énergie : Bâtiments, 2009. Rapport sommaire, mars 2013.

<sup>2</sup> État de l'énergie au Québec, 2016. Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal.

## **1.5 EnviroCompétences**

EnviroCompétences est l'organisme qui a permis la mise sur pied du présent guide. EnviroCompétences a pour mission de soutenir les employeurs et la main-d'œuvre par la mise en œuvre de projets visant le développement des ressources humaines et des compétences ainsi que la promotion des métiers et des professions liés à l'environnement.

En conformité avec la Politique d'intervention sectorielle d'Emploi-Québec et avec les orientations adoptées par la Commission des partenaires du marché du travail en matière d'intervention sectorielle, en juin 2004, tout en adhérant à la mission d'Emploi-Québec, EnviroCompétences a les mandats suivants :

- Développer la formation continue de la main-d'œuvre;
- Identifier les besoins du secteur en matière de gestion des ressources humaines et d'organisation du travail et développer des pistes et des moyens d'intervention pour y répondre;
- Élaborer des mesures pertinentes en matière de stabilisation de l'emploi, de création d'emplois et de réduction du chômage dans le secteur; mesures touchant tant la main-d'œuvre que les entreprises;
- Prendre en compte les problématiques de clientèles ciblées sur le plan de l'emploi et proposer aux entreprises du secteur des pistes d'action lorsque ces clientèles constituent une partie significative de la main-d'œuvre du secteur ou lorsque se présentent des possibilités réalistes d'intégration de ces clientèles au marché du travail dans le secteur;
- Assurer la circulation de l'information auprès des entreprises et de la main-d'œuvre du secteur, notamment en ce qui concerne la planification et la réalisation des activités du comité.

## **1.6 Réseau énergie et bâtiments (REB)**

OBNL indépendant et privé, le Réseau Énergie et Bâtiments (REB) a pour mission de mettre en commun l'expérience des membres afin de maximiser et maintenir la performance énergétique des bâtiments. De plus, il vise à être un partenaire fiable et crédible en utilisation rationnelle des énergies et en réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Il souhaite rassembler toutes les personnes associées directement ou indirectement au bâtiment et à l'énergie. Il veut optimiser l'utilisation des énergies dans une perspective de transition énergétique, de résilience climatique, d'impact social et environnemental, tant à l'échelle d'un bâtiment que de celle de la communauté.

## **1.7 Collaborateurs à la rédaction du guide**

### 1.7.1 Comité « Bâtiment » – 2007-2008

Les membres de ce comité ont été les créateurs de la première mouture du guide de gestion efficace. Ce premier manuscrit, présentant les lignes directrices du travail à accomplir, a été la réalisation des personnes suivantes :

- Martin Bazinet, Cofely services
- Daniel Choinière, Canmet
- Jacques J. Chouinard, Banque Nationale
- Eddy Cloutier, Bouthillette Parizeau
- Jérôme Conraud-Bianchi, OMHM
- Yves Gilbert, Université Concordia
- Isabelle Jutras, AQME
- Yves Lacharité, SIQ
- Jean Lacroix, AQME
- Daniel Lafleur, Société de contrôle Johnson
- Paul Langlois, retraité actif
- Cyril Pepin, retraité actif
- Maxime St-Denis, TPSGC
- Pierre Tellier, Hydro-Québec

### 1.7.2 Équipe de rédaction et validation - version 2012

À partir des lignes directrices tirées dans la version 2008, le travail de rédaction a été repris et validé par l'équipe suivante :

- Responsable du projet : Dominique Dodier, directrice générale, EnviroCompétences
- Coordination du projet : Stéphanie Trudelle, directrice de projets, EnviroCompétences
- Collaboration : Martin Vézina, chargé de projets, AQME

- Rédaction du guide : Eddy Cloutier, ing. et son équipe, Bouthillette Parizeau
- Le comité de validation:
  - Martin Bazinet, Cofely Services
  - Marc Beauchemin, Gaz Métro
  - Alain Durand, Opsis
  - Daniel Lafleur, Société de contrôles Johnson
  - Martin Vézina, AQME

### 1.7.3 Équipe de revue et mise à jour 2016

Le comité bâtiment a procédé à une revue et mise à jour du document en 2016.

- Martin Bazinet – Engie (Cofely)
- Karine Brisson – Hydro-Québec
- Roland Charneux – Pageau Morel
- Marc-Antoine Chenail – Bouthillette Parizeau
- Jérôme Conraud – Université McGill
- Daniel Choinière – Canmet
- Marc Francoeur – Gaz Métro
- Daniel Lafleur – Groupe Petra
- Philippe Lavallée – UQAM
- Mathieu Leclerc - Pageau Morel
- Benoît Paillé – CSDM
- Louis-Michel Raby – Johnson Control
- Pierre A. Tellier – Hydro-Québec

## 2. LE CADRE ADMINISTRATIF

### 2.1 Comprendre le milieu dans lequel on évolue

#### 2.1.1 Rôles et responsabilités : qui fait quoi dans la gestion des bâtiments

L'exploitation d'un bâtiment implique une grande variété de professions. Les besoins et les équipes de travail varient beaucoup dépendamment de la taille de l'immeuble à exploiter et de sa fonction. Ainsi, pour de plus petits bâtiments, les équipes sont réduites et sont constituées de personnes appelées à couvrir, tant bien que mal parfois, plusieurs aspects de l'opération du bâtiment.

Par exemple, il est courant dans de petits bâtiments que le concierge ait un rôle élargi à l'entretien des systèmes de chauffage, ventilation et climatisation, à l'entretien général, etc. De même, le gestionnaire immobilier d'un petit bâtiment peut couvrir une foule d'aspects : gestion de projet, location des espaces, gestion directe des plaintes, etc.

Pour des bâtiments de plus grande ampleur, les tâches peuvent être hautement spécialisées quand le besoin l'exige. Le gestionnaire immobilier, dans ce cas, aura généralement une équipe pour le supporter dans diverses tâches et il se concentrera sur la bonne marche générale et certaines tâches plus critiques.

Bien qu'il soit difficile d'établir un organigramme de la gestion immobilière qui couvre toutes les situations et tous les modes de gestion qui existent, la figure de la page suivante se veut une généralisation des différents services et professions impliqués dans le maintien en état des bâtiments. Globalement, peu importe l'organisation, le gestionnaire peut choisir entre impartir certaines responsabilités à des sous-traitants externes ou embaucher du personnel et gérer tout à l'interne.

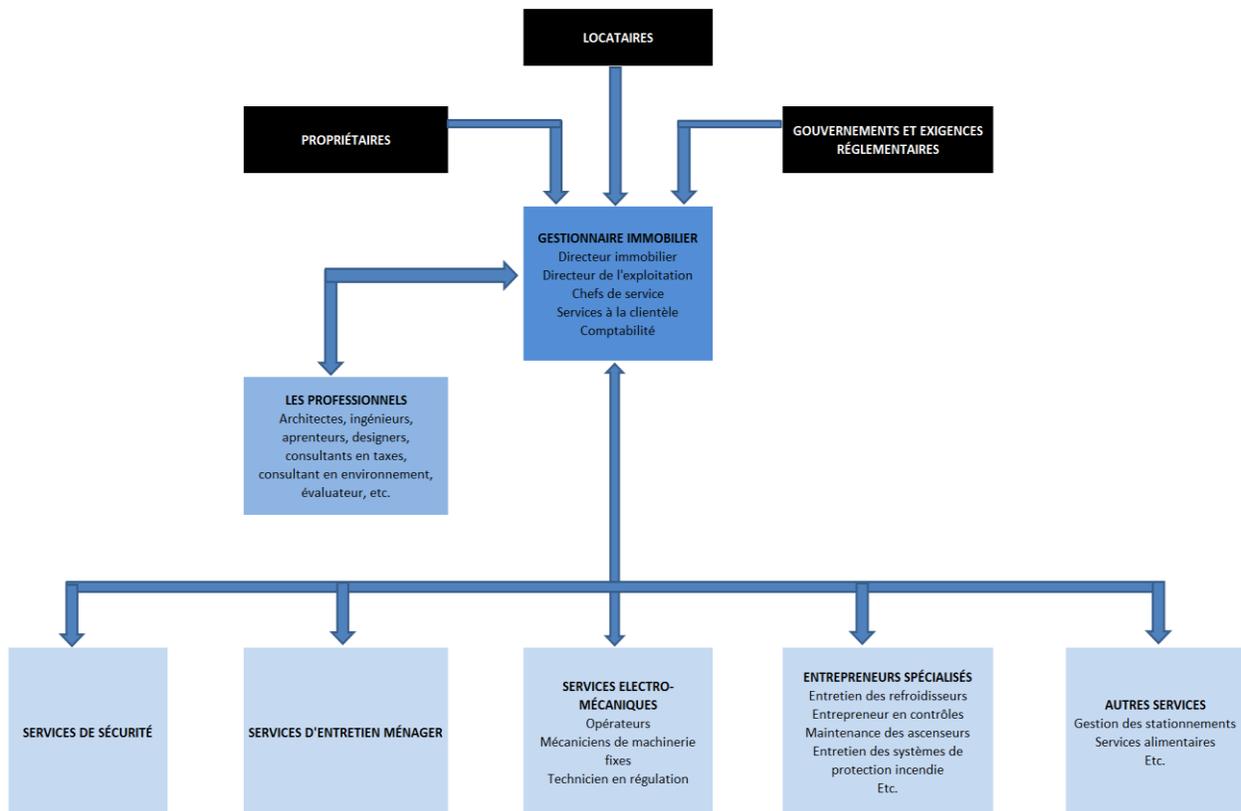
- Les locataires et les occupants

Évidemment, les locataires en autorité et les usagers sont la raison d'être absolue d'un bâtiment. Sans eux, le bâtiment est inutile. Ultimement, ils sont donc à la base de presque toutes les activités de gestion immobilière.

Les locataires ont des attentes :

- Obtenir des conditions de qualité de l'environnement intérieur adéquates pour leurs activités;
- Payer un loyer raisonnable ainsi que des frais d'opération compétitifs;
- Obtenir un service à la clientèle irréprochable.

Figure 1 : Organigramme de la gestion immobilière



- Le propriétaire

Le propriétaire est l'autre grand décideur qui vient influencer les activités de gestion immobilière. Il y a bien sûr différents types de propriétaires : propriétaire-occupant ou non, privé ou public; le bâtiment peut aussi appartenir à un propriétaire unique ou à un fond commun de placement.

Chacun a des attentes différentes, mais en général, l'objectif d'un propriétaire est d'obtenir une rentabilité sur son investissement, ce qui implique donc de :

- Maximiser les revenus de location et donc l'occupation du bâtiment et la valeur locative;
- Optimiser les dépenses en effectuant les travaux nécessaires et en évitant les déficits d'entretien, tout en assurant l'obtention de services au meilleur prix possible;
- Maintenir ou améliorer la valeur marchande de l'immeuble (ce qui est aussi en lien avec les deux points précédents).

Mentionnons aussi que certains propriétaires font de la spéculation, c'est-à-dire qu'ils achètent et vendent des immeubles dans le but d'obtenir un profit rapide.

Sauf dans le cas des spéculateurs, afin d'atteindre ces objectifs, le propriétaire confie la gestion de son bâtiment à un gestionnaire immobilier ou à une équipe de gestion immobilière. Ce personnel peut être directement à son emploi ou peut aussi être sous-traité à une firme spécialisée en gestion immobilière.

- Le gestionnaire immobilier

C'est réellement le chef d'orchestre du bâtiment. Il reçoit toutes les demandes des locataires, du propriétaire et des instances gouvernementales et est chargé d'en assurer l'exécution. Selon l'ampleur du bâtiment à gérer et le type d'organisation, il sera appuyé par une équipe plus ou moins nombreuse. En charge, on retrouve généralement un directeur immobilier qui est réellement aux commandes de l'organisation. Il peut être appuyé par un directeur de l'exploitation, des chefs de service, des préposés aux services à la clientèle et une équipe comptable.

Afin de répondre aux demandes de la clientèle et du propriétaire, il dispose aussi de personnel au niveau de la sécurité, de l'entretien ménager, des services techniques, des services professionnels, etc. Ces personnes peuvent être directement à son emploi ou être des sous-traitants.

Le gestionnaire immobilier est un généraliste qui doit avoir des connaissances dans des domaines très diversifiés. Bien qu'il soit normalement entouré par d'autres professionnels, il doit tout de même avoir des connaissances suffisantes pour poser les bonnes questions et être en mesure de bien orienter la gestion du bâtiment. C'est d'ailleurs une des raisons d'être du présent guide.

Les rôles du gestionnaire immobilier incluent :

- Préparation des budgets d'opération et des budgets d'immobilisation;
  - Préparation des états financiers;
  - Émission de rapports de suivi périodiques;
  - Suivi des opérations quotidiennes;
  - Suivi des fournisseurs de services;
  - Supervision et vérification de l'état des lieux et de la prestation de services;
  - Relations avec les locataires et le propriétaire;
  - Relations avec les instances gouvernementales, principalement la municipalité;
  - Recherche de locataires et activités de marketing;
  - Gestion de projet pour les projets de rénovation, réaménagement ou construction dans le bâtiment;
  - Gestion des projets spéciaux tels que les accréditations environnementales.
- Les professionnels

Ce sont généralement des spécialistes dans des domaines plus pointus. Ils peuvent parfois faire partie du personnel du gestionnaire immobilier, mais c'est rarement le cas, car il n'est pas toujours possible de justifier leur présence à temps complet.

En général, ils font partie de firmes de consultation externe qui exécutent des mandats pour plusieurs clients sur une base annuelle. Le fait qu'ils réalisent des projets pour plusieurs clients devient un avantage, car ils amènent à la table un bagage technique et une expérience qui dépasse des limites du bâtiment. Plusieurs professionnels sont impliqués à un niveau ou à un autre dans la vie du bâtiment :

- L'architecte : Au-delà du fait qu'il est un des principaux acteurs dans la conception d'un nouveau bâtiment, sa présence est nécessaire à plusieurs moments dans la vie de celui-ci. Il est un acteur incontournable lors des réaménagements, des travaux de rénovation, lors de l'élaboration des plans directeurs de maintien d'actif et lors de la plupart des travaux qui touchent à l'enveloppe du bâtiment.
- Les ingénieurs mécaniques et électriques : Ils sont aussi très souvent sollicités par les gestionnaires immobiliers. Ce sont les spécialistes de la conception, la mise en place, la mise en service et l'opération des systèmes de ventilation, chauffage, refroidissement, contrôles et électricité des bâtiments. Ils sont très impliqués lors des travaux de réaménagement et de rénovation, ainsi que lors de l'établissement des plans directeurs de maintien d'actifs. Traditionnellement, ils sont aussi très impliqués comme spécialistes en efficacité énergétique et au niveau des certifications environnementales comme LEED et BOMA BEST.
- Les ingénieurs en structure : Ils sont moins sollicités dans les bâtiments existants, mais ont tout de même un rôle à jouer, particulièrement lors des travaux de rénovation ou lors des vérifications sur l'état structural du bâtiment.
- Les arpenteurs-géomètres : Ils sont parfois sollicités pour la détermination des superficies locatives ou pour actualiser les certificats de localisation, ou encore, pour différents travaux de mesurage.

- Le consultant en taxes et les évaluateurs : Les taxes municipales à défrayer pour un immeuble sont en fonction de la valeur de l'immeuble. Cette valeur varie dans le temps en fonction des évaluations municipales. Liés à cela, des consultants en taxes et des évaluateurs indépendants effectuent des vérifications et des contestations sur la valeur de l'immeuble et les taxes payées.
- Le conseiller en environnement : Il est impliqué dans tout ce qui touche à la gestion des déchets, du recyclage, du compostage s'il y a lieu, de la gestion des déchets dangereux et des produits nocifs, etc. Son rôle peut aussi toucher les certifications environnementales, la sensibilisation des usagers, la conformité environnementale (demande de CA, vigie, etc.), les achats écoresponsables et les critères durables pour le choix des matériaux.

- Les services de sécurité

Le gestionnaire immobilier doit assurer la mise en place d'un service qui permet d'assurer un niveau de sécurité conforme à la vocation des lieux. Lorsque l'ampleur et les activités du bâtiment le requièrent, ce service de sécurité peut comporter des agents de sécurité effectuant diverses tâches de surveillance et contrôle. Cet élément est décrit plus en profondeur à la section 2.7.

- Les services d'entretien ménager

Le gestionnaire immobilier est responsable d'assigner et de coordonner toutes les tâches d'entretien ménager normales de l'immeuble. Ces activités sont décrites à la section 2.6 du présent guide. Encore une fois selon l'ampleur du bâtiment et les exigences locatives, ce service peut comporter une ou plusieurs personnes. Pour les petits édifices, le travail est parfois effectué par un concierge assurant une présence quelques fois par semaine. À l'inverse, les immeubles majeurs ont un service imposant, avec des employés présents de jour et de soir. Les services électromécaniques et les entrepreneurs spécialisés.

Aux sections 6 et 7 du présent guide sont décrits la plupart des systèmes mécaniques et électriques qui assurent le bon fonctionnement du bâtiment : chauffage, refroidissement, ventilation, protection incendie, plomberie, ascenseurs et systèmes de transport, contrôles, etc. Or, plusieurs de ces systèmes nécessitent la présence périodique (voir permanente, dans certains cas) d'opérateurs et de personnel attiré à leur entretien.

Toujours selon les besoins et l'ampleur des systèmes, on retrouve donc généralement du personnel attiré à ces tâches. Voici des exemples de personnes qui sont requises pour la bonne marche des systèmes ou pour les travaux d'entretien ou les réparations mineures :

- Mécaniciens de machines fixes : requis pour plusieurs installations où l'on retrouve des chaudières ou des refroidisseurs;
- Technicien en mécanique du bâtiment : souvent impliqué dans la réception et la résolution des plaintes de confort liées au chauffage, refroidissement, ventilation, régulation, etc.;
- Technicien en régulation automatique;
- Électricien, plombier, menuisier, peintre, etc.

En plus du personnel pour les tâches courantes, il est très courant de devoir attribuer des contrats d'entretien pour des éléments spécifiques requérant une expertise plus spécialisée qui ne peut pas être présente en permanence dans le bâtiment :

- Entretien des ascenseurs;
- Entretien des systèmes de protection et d'alarme-incendie;
- Entretien des refroidisseurs et des chaudières;
- Entretien des systèmes de contrôles (souvent assuré par le manufacturier);
- Entretien des systèmes de contrôle d'accès et des caméras de sécurité;
- Lavage des vitres (particulièrement pour les édifices en hauteur).

- Autres services

En plus de tous les services déjà énumérés et qui sont les plus courants ou imposants, le gestionnaire immobilier doit aussi s'occuper et faire exécuter les travaux et services liés à :

- L'entretien paysager;
- Le déneigement et le déglçage;
- Les services antiparasitaires;
- La gestion des stationnements;
- Les services alimentaires;
- Plusieurs autres possibles en fonction de la situation et de la fonction du bâtiment.

Comme on le constate encore, la tâche du gestionnaire immobilier est excessivement diversifiée.

## **2.2 Budget d'exploitation**

Évidemment, comme dans n'importe quel secteur, les ressources financières sont le nerf de la guerre en gestion immobilière. Revenus, frais d'exploitation, frais d'immobilisation, profits : toutes les composantes de l'équation doivent s'équilibrer pour assurer le succès de l'entreprise tout en satisfaisant les attentes des locataires et la compétitivité par rapport au marché. Commençons par définir un peu les différents termes.

### **2.2.1 Revenus**

Pour les édifices commerciaux (en location), les revenus sont évidemment déterminés par les baux commerciaux. Les baux commerciaux ont tendance à être plus complexes que les baux résidentiels. En effet, il y a différents types de baux commerciaux et de plus, leur signification est assez variable sur le marché.

Par exemple, voici certaines définitions à ce sujet :

- Bail brut

Ce type de bail est ce qui se rapproche le plus des baux résidentiels, en ce sens que le locataire paie un montant fixe pour son loyer, sans autres frais additionnels. C'est donc dire que le montant du loyer inclut autant les frais d'opération et d'exploitation, les taxes, l'énergie, l'impôt foncier, l'amortissement, le profit du propriétaire, etc. Pour certains propriétaires, les coûts de l'énergie sont en surplus du bail brut.

- Bail net

Ce bail comprend un loyer périodique fixe auquel vient s'ajouter une partie ou la totalité de l'impôt foncier.

- Baux « nets nets » et « nets nets nets »

Leur signification sur le marché est assez variable. Le lecteur comprendra cependant qu'en général, plus il y a de « net », plus grande la proportion des frais d'exploitation est transférée au locataire. Par exemple, le bail « triple net » veut pratiquement dire que l'ensemble des locataires se retrouve à payer la totalité des dépenses reliées à l'immeuble en question. Les dépenses sont alors réparties au prorata de la superficie occupée par les différents locataires.

Cette distinction est tout de même importante, car il est évident que le type de bail influence la façon de gérer l'immeuble. Pour des baux bruts, il peut être tentant de couper à tout prix dans l'entretien de l'immeuble (danger de déficit d'exploitation) pour dégager un profit à court terme. À l'inverse, des baux « triples nets » peuvent ne pas être le meilleur incitatif pour le gestionnaire pour optimiser ses dépenses d'exploitation, encore une fois à court terme. Au final cependant, afin de demeurer compétitifs dans un marché qui l'est considérablement, les gestionnaires immobiliers n'ont pas d'autre choix que de tenter de réduire leurs frais d'exploitation, lesquels ont un impact direct sur leurs loyers.

Les revenus ont un impact direct sur la marge de manœuvre du gestionnaire pour entretenir et exploiter son bâtiment. Évidemment, tous les édifices ne génèrent pas des revenus de location, pensons notamment aux bâtiments dont les différents paliers de gouvernements sont propriétaires et occupants. Cela ne signifie pas que les gestionnaires immobiliers de ces bâtiments ont la tâche plus facile, au contraire parfois. En effet, les bâtiments publics ne peuvent augmenter leurs sources de revenus facilement, mais sont aux prises avec les mêmes défis d'entretien que les autres propriétés.

### 2.2.2 Frais d'exploitation

Les dépenses d'entretien (soit l'action de garder un bien en bon état de fonctionnement pour le service auquel il est destiné) sont généralement classées comme dépenses d'exploitation. Les coûts de main-d'œuvre et d'avantages sociaux, de matériaux, de services associés à ces actions constituent la base du budget d'exploitation. Les réparations sont normalement aussi classées comme dépenses d'exploitation.

Les réparations importantes au niveau des coûts qui n'ajoutent essentiellement rien à la valeur du bien ni ne rallongent sa vie au-delà de la période prévue sont également considérées comme des dépenses d'exploitation plutôt que des dépenses en immobilisation. Certaines organisations feront une distinction entre les dépenses d'entretien planifiées et les dépenses d'entretien non planifiées au moment de la préparation des budgets.

En résumé, les principaux frais d'exploitation sont :

- L'entretien ménager et l'entretien extérieur;
- Les services de sécurité et de contrôle d'accès;
- Le transport vertical;
- La maintenance et l'opération, les réparations, les produits et les équipements;
- Les assurances;
- Les taxes foncières;
- L'énergie;
- Tous autres frais liés à l'opération et l'exploitation du bâtiment.

### 2.2.3 Frais d'immobilisation

Les améliorations peuvent relever de l'exploitation ou d'immobilisations. Si l'amélioration n'ajoute pas à la vie ou à la valeur de l'actif, elle est associée à l'exploitation. Un remplacement de fenestration par de nouvelles fenêtres permettant une économie en énergie ajoute de la valeur au bien. Dans ce cas, il s'agit bien d'une dépense d'immobilisation.

La dépense en immobilisation répond normalement à un des critères suivants :

- La dépense permet une amélioration d'un bien existant;
- Le bien sera en fonction pour une période qui dépasserait la période originale d'amortissement;
- La dépense représente le remplacement d'un bien autonome, déjà amorti;
- L'implantation d'immobilisation pourra se répartir sur plusieurs années financières.

À l'intérieur de certaines organisations, les dépenses en immobilisation sont en compétition avec d'autres dépenses ou d'autres projets visant la mission de l'entreprise comme la production ou la visibilité. Ceci est plus vrai chez les propriétaires occupants ou dans le milieu industriel.

### 2.2.4 Subventions

Il est parfois possible que certaines organisations ou ministères encouragent les investissements dans un type d'équipements ou pour amortir les coûts des travaux d'économie d'énergie, d'infrastructure ou d'embellissement d'un secteur. Le responsable de l'exploitation verra parfois dans ces sommes additionnelles la justification nécessaire auprès de son administrateur pour améliorer un actif tout en consommant moins d'énergie par exemple. Un bon gestionnaire se doit d'être à l'affût de ces sources additionnelles de revenus.

### 2.2.5 Ressources financières disponibles pour l'exploitation

Les ressources financières sont fonction soit des revenus de location qu'une entreprise pourra tirer d'un immeuble soit du budget alloué par l'organisation qui en a la responsabilité (propriétaires-occupants). Certains types de bâtiments qui ont des fonctions spécifiques se comparent donc difficilement entre eux.

Dans les budgets, il y a plusieurs catégories : amortissement de la construction initiale ou de l'achat, immobilisation et maintien d'actifs, entretien/exploitation/réparation, main-d'œuvre, matériaux, services, énergie (électricité, gaz naturel, mazout, etc.), eau, taxes, profits, etc.

La somme de ces montants se transforme en frais refacturés qui influencent le prix de location et du même coup, la valeur marchande de l'immeuble. Plus le bâtiment est utilisé en termes d'occupation ou de location, plus il y a de personnes pour partager les frais fixes.

Ce qu'il faut retenir, c'est que les administrateurs d'immeubles cherchent à maintenir des frais généraux les plus bas possible, mais aussi les plus stables. Ceci influencera la trésorerie de l'immeuble et dictera le niveau des budgets disponibles.

En période d'appréciation immobilière, l'administrateur sera plus enclin à emprunter des sommes importantes pour des rénovations et du maintien d'actifs puisqu'en théorie l'immeuble prend de la valeur. Les revenus et l'appréciation de la valeur de l'immeuble dictent donc le niveau d'immobilisation qu'il peut assumer.

### 2.2.6 Déficit d'entretien

Des analyses de chercheurs démontrent que l'on doit consacrer entre 2 et 4% de la valeur de remplacement de l'immeuble pour effectuer la maintenance et les réparations nécessaires dans un immeuble (Committing to the Cost of Ownership : Maintenance and Repair of Public Buildings – 2000 – The National Academy of Sciences). Ces valeurs peuvent varier selon son âge, sa fonction, la complexité des installations, l'entretien ou les remplacements d'équipements différés ou même son emplacement. À l'intérieur même d'une catégorie d'immeubles, il peut y avoir de bonnes différences.

On parle parfois de déficit d'entretien dans un bâtiment. En fait, cela équivaut au montant nécessaire pour prévenir l'usage prématuré de certaines composantes du bâtiment qui ne sont plus à leur état initial. Si ce retard n'est pas contrôlé, des conséquences importantes ou des dépenses plus graves pourraient survenir dans le futur. Le déficit d'entretien (entretien différé) n'est pas visible initialement, cependant si l'entretien est négligé, les bris peuvent augmenter rapidement. Cela peut être une toiture, un ascenseur, un refroidisseur, une dalle de stationnement ou une salle de toilettes, etc. D'où les notions de durée de vie utile, de composantes critiques et de priorisation. Habituellement, les composantes qui sont cachées ou qui sont tenues pour acquises passent deuxièmes dans les priorités. On voudra refaire la peinture de l'entrée plutôt que de remplacer une pompe mal en point, par exemple. Tout cet enchaînement de pensées permet de comprendre où sont investies les ressources financières disponibles et met en lumière l'importance d'un bon programme d'entretien, particulièrement pour les éléments moins « visibles ».

Un bon programme d'entretien vient assurer la durée de vie des composantes, ce qui réduit la pression sur les budgets. Cela permet de prévoir les remplacements de composantes et d'éviter en partie les dépenses urgentes imprévues. La qualité de construction initiale affectera également les frais tout au long de la vie du bâtiment. Cette notion de cycle de vie tend à être valorisée dans les nouveaux bâtiments avec des certifications environnementales, entre autres.

La même notion d'équilibre budgétaire se retrouve dans les ressources allouées pour l'entretien du bâtiment. Si le bâtiment n'exige pas un personnel qualifié tel que des mécaniciens de machines fixes pour surveiller les équipements sous-pression, alors ils feront appel à du personnel d'entretien général qui couvrira plusieurs disciplines au meilleur de leurs connaissances ou des sous-traitants sur appel sans ressources permanentes. Tout revient à la notion de capacité de payer.

Il est important de s'intéresser à la préparation budgétaire puisque c'est à cette période que l'influence du responsable d'exploitation mettra en lumière les vraies priorités relatives à sa mission d'exploitant.

### 2.2.7 Planification budgétaire

L'élaboration d'un budget est une tâche cruciale puisqu'il permet de bien prévoir et de planifier les différentes dépenses pour l'année à venir. Pour les administrateurs et propriétaires, le budget annuel est un des éléments les plus scrutés pour évaluer la qualité de la gestion du bâtiment. Le budget permet donc, entre autres, aux propriétaires d'évaluer la performance administrative de son équipe de gestion.

Un bon budget se doit d'être détaillé et transparent. Le budget doit aussi refléter les attentes des administrateurs tout en assurant le confort et la sécurité des occupants dans un environnement sain, ainsi que le maintien des équipements et de la valeur marchande de l'immeuble.

Les administrateurs sont réfractaires aux variations importantes des budgets d'une année à l'autre. En général, les dépenses d'opération, récurrentes d'une année à l'autre, devraient être isolées du plan quinquennal (ou triennal). Le plan quinquennal comprend tous les travaux considérés comme des immobilisations : remplacement d'équipements, de toitures, de remise aux normes, etc.

- Budget d'opération - Plan de gestion des immeubles « PGI » (lutte contre le déficit d'entretien)

Il faut d'abord connaître les montants réels des budgets antérieurs et ensuite anticiper avec l'aide des contremaîtres, des chefs de groupes et des sous-traitants les besoins financiers pour l'année à venir. Il est important d'impliquer ces gens, car ils seront sensibilisés à l'importance des budgets et seront valorisés dans leurs fonctions.

Mises à part les augmentations des salaires et du coût de la vie, les montants attribuables à l'opération d'un immeuble ne devraient pas varier en plus ou en moins de 2 % pourvu que tous les travaux d'entretien préventif soient réalisés, que les augmentations des sous-traitants soient à l'intérieur des augmentations du coût de la vie et que les dépenses d'énergie soient ajustées avec les degrés-jours standardisés.

En premier lieu, l'administrateur dresse son budget afin de répondre aux besoins précis du bâtiment. De plus, ce budget doit être en accord avec les postes budgétaires établis selon les besoins, soit salaires, énergie, entretien ménager, sécurité, entretien mécanique, plomberie, ascenseurs et travaux architecturaux, etc. Ensuite, afin d'exercer un contrôle efficace, il procédera à une ventilation des postes budgétaires en fonction des activités qui leur sont propres.

Les chiffriers « Excel » sont des outils incontournables pour l'élaboration des budgets. Il est possible de modifier les variables incorporées telles que les augmentations de salaire, les pourcentages des bénéfices marginaux, les nombres de pièces de remplacement, etc. Cela permet une flexibilité indispensable ne serait-ce que pour adapter le budget pour l'année suivante.

Un montant est alloué à chaque sous-poste dont la totalité reflète le montant total pour le poste en question. Lors d'une demande d'achat pour les pièces contenues dans ce sous-poste, l'administrateur, avant d'autoriser la dépense, prend connaissance du montant budgétaire alloué à ce sous-poste, autorise l'achat et soustrait la dépense du montant du sous-poste concerné.

Ces chiffriers permettent de détecter instantanément un dépassement budgétaire toujours possible. Cependant, l'administrateur peut déplacer des coûts d'un sous-poste à un autre sans avoir à se justifier à une instance supérieure à condition que cela se passe dans le même poste comptable – c'est le principe des vases communicants. Cette procédure permet à l'administrateur d'exercer en tout temps le contrôle des dépenses, car quelquefois il peut s'écouler un ou deux mois avant la réception d'une facture.

- Budget d'immobilisation - Plan de gestion des biens « PGB » (lutte contre le déficit fonctionnel et mise aux normes).

Avec le temps, certains travaux sont rendus nécessaires afin de moderniser les équipements électromécaniques, limiter les coûts énergétiques, diminuer les travaux d'entretien et adapter l'édifice aux nouvelles normes et règlements dans le respect de l'environnement. Sur le plan comptable, les coûts associés à ces travaux sont généralement imputés aux frais d'immobilisation et ne font donc pas partie des budgets d'opération, car ceux-ci sont transférés dans les frais d'opération payés par les locataires.

Étant prévisibles, et dans certains cas quelques années en avance, les coûts devraient être inclus dans le plan (quinquennal ou triennal), donnant ainsi à la Direction générale, et non à l'administrateur, l'occasion de choisir à l'avance l'année des travaux (c'est-à-dire les dépenses) afin de prévoir des provisions bancaires et leur amortissement.

- Maintien des actifs

Les actifs représentent les biens physiques présents ou constituant le bâtiment. Leur valeur évolue dans le temps selon leur amortissement et leur dépréciation. Non seulement le responsable de l'exploitation a avantage à connaître l'état de l'inventaire des équipements des immeubles sous sa responsabilité, il devrait aussi idéalement connaître la durée de vie utile restante de chaque équipement. À la fin de la vie utile, il est opportun d'en profiter pour améliorer l'efficacité énergétique de l'immeuble.

Les remplacements font aussi partie du plan (quinquennal ou triennal) pour les mêmes raisons citées précédemment. Leur remplacement devrait être priorisé en fonction de leur degré d'importance dans la qualité de l'opération de l'immeuble.

### **2.3 Gestion de l'information et collecte des données**

Avant toute chose, il est primordial pour le responsable de l'exploitation, de bien cerner ses données de base. Il peut paraître futile de rappeler l'importance d'inventorier, de qualifier et par la suite maintenir à jour les informations sur les structures et équipements sous sa responsabilité (ou à tout le moins de s'assurer de la validité des informations disponibles au moment de sa prise en charge).

Cependant, les exigences des opérations quotidiennes font souvent en sorte que ce portrait d'ensemble est régulièrement escamoté. L'inventaire, les caractéristiques et l'état des structures constituent l'ossature autour desquels seront bâtis les plans d'entretien, le plan de main-d'œuvre, le budget d'opération ainsi que les plans d'investissement. Une connaissance aigüe du bâtiment et de ses systèmes est donc essentielle. Les décisions prises seront donc d'autant plus pertinentes si elles s'appuient sur des éléments reflétant la réalité.

### 2.3.1 Inventaire, caractéristiques et état des structures et équipements

Certaines organisations regroupent les informations dans ce qui est convenu d'appeler le manuel d'exploitation. Les éléments suivants caractérisent ce document :

- Coordonnées des personnes, des services d'urgence et de sécurité des immeubles, des locataires et de tous autres intervenants significatifs;
- Les superficies (locatifs, communs, toit, murs extérieurs, stationnement, de gazon, etc.). À cet effet, la norme « ANSI/BOMA Z65.1-2010 Méthode normalisée pour mesurer la superficie des locaux des immeubles à bureau » devrait faire partie du bagage d'un gestionnaire immobilier. Elle définit la façon de faire pour déterminer différents types de superficies;
- Le nombre d'occupants, d'étudiants, de visiteurs, etc.;
- Liste des équipements (type, emplacement, âge, caractéristiques, responsable, fréquence d'entretien, durée de vie, criticité des composantes);
- Fiches des produits utilisés;
- Liste des plans disponibles (papier et informatique);
- Statistiques d'énergie et d'eau, la liste des compteurs (\$, kWh, m<sup>3</sup> de gaz, litres d'huile, m<sup>3</sup> d'eau);
- Caractéristiques de l'immeuble (année de construction et/ou de rénovation, nombre d'étages, nombre d'escaliers, nombre d'issues, entrée d'eau, pourcentage de fenestration, isolation typique, entrée électrique, entrée de gaz naturel, type de surface et pourcentage de chacun, ascenseurs, etc.)
- La valeur de remplacement de l'immeuble;

- Les horaires d'utilisation;
- L'horaire du personnel;
- Toutes autres informations jugées pertinentes pour bien maîtriser son bâtiment.

### 2.3.2 Bonnes pratiques de gestion de l'information

Encore une fois, la qualité de l'information est garante des bonnes décisions prises par le gestionnaire immobilier. Afin de maintenir en tout temps une qualité d'informations optimales, certaines procédures peuvent être mises en place :

- Identifier un responsable de l'intégrité des données de base;
- Effectuer une mise à jour continue des données (ajouts, retraits, modifications) afin d'éviter la nécessité d'effectuer des révisions complètes d'informations (ce que personne n'a jamais le temps de faire de toute façon);
- Lors des projets de réaménagement et de rénovation, exiger d'obtenir des professionnels des plans « tels que construit » les plus exacts possible, en format papier et en format informatique;
- En tout temps, éviter d'autoriser à des entrepreneurs ou des professionnels l'emprunt des documents originaux, particulièrement si aucune copie n'existe. Souvent, par oubli ou accident, les originaux se perdent alors et de l'information inestimable est égarée. L'établissement devrait plutôt exiger aux professionnels de consulter les documents sur place, vérifier quels sont les documents pertinents à obtenir en copie, et assurer soit même l'acheminement de l'information;
- Établir une procédure de redondance de l'information : il est de mise d'avoir des « back-up » situés à l'extérieur du bâtiment pour conserver l'information cruciale. De même, les plans et les documents disponibles seulement en format « papier » devraient être numérisés et archivés dès que possible.

## **2.4 Gestion du personnel**

Le concept de gestion du personnel a beaucoup évolué au cours des dernières années. Que ce soit au plan légal ou sur le plan démographique, les gestionnaires sont appelés à jouer un rôle de plus en plus important et de plus en plus complexe auprès des employés. Toutefois pour plusieurs gestionnaires, encore aujourd'hui, la gestion du personnel se résume à deux choses : le recrutement et la gestion des problèmes des employés. Toutefois, dans les faits, la gestion du personnel est beaucoup plus complexe et stratégique.

Compte tenu du marché du travail qui s'est beaucoup transformé au cours des dernières décennies, c'est maintenant un marché d'employés et non plus d'employeurs. Avec la nouvelle réalité générationnelle, la gestion du personnel représente une responsabilité capitale pour tout gestionnaire.

Pourquoi porter une attention particulière à la gestion du personnel?

- Réduire le taux de roulement dû à des départs volontaires ou à des terminaisons d'emploi;
- Éviter les poursuites;
- Augmenter la performance des employés et la satisfaction des clients; donc la rentabilité de l'entreprise;
- En bref : Pour gérer les coûts.

Compte tenu du fait que plusieurs gestionnaires immobiliers occupent des postes au sein d'entreprises n'ayant pas nécessairement de service des ressources humaines, il est d'autant plus important que ces derniers soient sensibilisés au rôle critique que représente la gestion du personnel.

La gestion du personnel inclut différentes activités plus ou moins reliées entre elles qui affectent de près ou de loin la satisfaction des employés au travail. Selon le type d'entreprise et le nombre d'employés, les responsabilités sont différemment attribuées.

Les principales activités sont :

- La dotation (incluant le recrutement) et rétention;
- La rémunération (paie, assurance groupe, régime de retraite);
- Relations de travail (aspect légal) et gestion de la performance;

- Développement organisationnel et formation.

#### 2.4.1 Dotation et rétention

La dotation (ou le recrutement) représente une fonction importante pour les gestionnaires. Une fois que le bon candidat est sélectionné et embauché, il faut l'intégrer et en assurer la rétention. Comme dans plusieurs sphères de la vie, la première impression est capitale. Il est donc essentiel que l'accueil du nouvel employé soit planifié et se déroule bien. Cette étape ne consiste plus uniquement à demander à l'employé de compléter les formulaires pour la paie et lui assigner un poste de travail. L'intégration se déroule maintenant sur plusieurs semaines, voire des mois. Premièrement, l'employé doit avoir l'impression qu'il est attendu et avoir tous les outils en main afin d'accomplir son travail.

Cet encadrement doit se poursuivre tout au long de l'emploi de l'employé. Ce dernier s'attend à des contacts réguliers avec son gestionnaire, avoir de la rétroaction régulièrement (incluant au minimum une évaluation formelle par année) et être informé par la direction. Autrefois, les employés espéraient faire leur carrière au complet auprès du même employeur. Maintenant, un employeur espère conserver ses employés le plus longtemps possible.

Quelques étapes à respecter pour une intégration réussie :

- S'assurer que l'espace de travail (incluant le téléphone, le poste informatique, adresse de courriel, boîte vocale) est prêt à l'arrivée du nouvel employé.
- Prévoir un calendrier d'intégration (personnes à rencontrer, formations prévues, échéancier).
- Prendre du temps avec l'employé pour apprendre à le connaître et lui faire part des attentes à son égard.
- Faire le point après 3 mois pour s'assurer que les deux parties sont satisfaites.

#### 2.4.2 Relations de travail et gestion de la performance

Il est essentiel de faire un suivi de la performance de l'employé. Trop souvent, les gestionnaires ferment les yeux sur une performance inadéquate ou sur un problème de comportement. Il est essentiel de rediriger le tir le plus rapidement possible. Souvent, le simple fait d'adresser la situation permettra de corriger le problème. Si ce n'est pas le cas, il faut agir.

- Il est important de documenter les événements, la date, l'impact de la situation indésirable (sur le client, le travail, l'équipe, etc.);
- Rencontrer l'employé et lui faire part du problème et du changement désiré. S'assurer que l'employé a bien compris ce qu'on lui reproche;
- Faire un suivi après un mois pour s'assurer que la situation s'améliore.

Il est essentiel de gérer les problèmes lorsqu'ils surviennent. Ne pas le faire pourrait occasionner différents problèmes tels que :

- Des coûts supplémentaires pour l'entreprise (client insatisfait, erreurs nécessitant de refaire le travail);
- Irritants auprès des employés performants (sentiment qu'il n'est pas nécessaire de performer pour conserver son emploi).

#### 2.4.3 Développement organisationnel et formation

La formation et le développement de la carrière sont aussi des éléments clés dans la rétention du personnel. Bien que ce ne soit pas l'ensemble des employés intéressés à progresser, c'est le cas pour la majorité. À cet effet, il est essentiel d'inclure la discussion sur les aspirations professionnelles dans les échanges avec l'employé. Le moment de l'évaluation annuelle est un bon moment pour l'aborder. La formation aidera à concrétiser les aspirations de l'employé.

Selon la *Loi favorisant le développement et la reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre*, communément appelée la loi 90, tous les employeurs ayant une masse salariale annuelle de plus d'un million de dollars doivent :

- investir, au cours d'une même année civile, l'équivalent d'au moins 1 % de cette masse salariale dans la réalisation d'activités de formation qui visent le développement des compétences de votre personnel;
- déclarer le montant investi au ministère du Revenu du Québec.

Bref, la gestion du personnel constitue un élément capital que tout gestionnaire devrait prioriser dans le cadre de ses activités quotidiennes.

#### 2.4.4 Références et outils

Plusieurs outils sont disponibles afin de faciliter la tâche du gestionnaire concernant la gestion de personnel. Entre autres :

- Envirocompétence : Comité sectoriel de main d'œuvre en technologie de l'information et des communications.  
<http://www.technocompetences.qc.ca/gestionrh>
- Commission des Normes du travail : Site officiel gouvernemental  
<http://www.cnt.gouv.qc.ca/>
- Emploi Québec : Loi favorisant le développement et la reconnaissance des compétences de la main-d'œuvre.  
<http://emploi quebec.net/entreprises/formation/loi-compétences/index.asp>
- Commission de l'équité salariale : Site officiel gouvernemental.  
<http://www.ces.gouv.qc.ca/>

### 2.5 Gestion de l'entretien ménager

Parmi les nombreuses responsabilités du gestionnaire immobilier, l'entretien ménager de base est probablement parmi les plus simples, mais aussi, parmi les plus visibles pour les locataires. C'est donc un service important puisqu'un déficit de ce côté est très facilement remarquable et entraînera de l'insatisfaction et des plaintes des locataires (en plus de rendre plus difficile la location des espaces vacants).

Afin de faire réaliser ces tâches, le gestionnaire immobilier a généralement le choix entre l'embauche de personnel à sa charge ou la sous-traitance de ce service à des firmes spécialisées. En entretien ménager, la sous-traitance est très présente dans de nombreux types d'immeubles. Il n'est donc pas nécessaire d'expliquer en long et en large les tâches d'entretien ménager puisque ce sont des tâches que tous connaissent raisonnablement bien.

En résumé, l'entretien ménager inclut évidemment :

- La collecte des paniers de rebuts;
- La collecte des matières recyclables;

- L'entretien des salles de toilettes (nettoyage, remplissage des savonnères, alimentation en papier sanitaire, papier essuie-mains, etc.);
- Le nettoyage général des espaces à bureaux, espaces communs ou autres (dépoussiérage, lavage des espaces de travail, lavage des planchers, nettoyage des tapis, etc.

Afin d'assurer une qualité du travail effectué et une uniformité, le responsable de l'équipe d'entretien ménager définit le programme de nettoyage selon les besoins et les exigences locatives. Dans une entreprise de moyenne envergure, des routes sont assignées aux concierges avec des tâches régulières quotidiennes et des tâches spécifiques à des journées prédéterminées de la semaine. La majorité des concierges travaillent en quart du soir, par contre il doit y avoir un ou plusieurs concierges de jour responsables d'assurer des tâches régulières réduites et ponctuelles en cas de dégâts. La configuration des routes de travail et l'audit qualité peuvent être assurés par des firmes spécialisées.

La portée des travaux confiés au personnel d'entretien ménager varie selon l'ampleur du bâtiment et la présence ou non d'autres corps de métier. Certaines tâches d'entretien général peuvent parfois être confiées soit aux préposés à l'entretien soit aux concierges dépendamment de la structuration de la main d'œuvre :

- Manutention, déménagement de mobilier et de matériel bureautique;
- Remplacement de lumières défectueuses;
- Nettoyage des drains de toit;
- Entretien des stationnements;
- Déneigement;
- Travaux d'entretien général (ajustements, fixation, etc.);
- Toute autre tâche de même nature spécifique à l'entreprise.

Le responsable de l'exploitation doit s'assurer de couvrir l'ensemble des tâches et dans un contexte conventionné la ligne séparatrice doit être claire, sans confusion.

## 2.6 Gestion de la sécurité

### Quelques raisons pour lire ce chapitre :

- ✓ Le gestionnaire immobilier est l'ultime responsable de la sécurité de son bâtiment et de ses occupants.
- ✓ Le gestionnaire immobilier a pour responsabilité d'évaluer les risques et implanter les procédures de communication, d'évacuation et les plans d'urgence requis pour les affronter.
- ✓ L'accès contrôlé et sécuritaire des lieux est une attente importante des locataires.

Le niveau de sécurité dépend grandement des budgets disponibles, des exigences des assureurs et de la volonté du gestionnaire. Cependant, il est dans l'avantage du gestionnaire de l'immeuble de mettre en place des services de sécurité permettant de satisfaire les attentes de sa clientèle et assurant la protection du bâtiment.

Plusieurs facteurs déterminent l'importance et la diversité des services de sécurité pouvant être implanté dans un immeuble.

En voici certains :

- L'ampleur du bâtiment;
- Les activités des occupants (par exemple, les exigences de sécurité d'une institution financière, d'une entreprise de services professionnels et d'un commerce de détail sont très différentes);
- Le lieu où est situé le bâtiment et son aménagement extérieur (les services de sécurité dans les grandes villes ont tendance à être plus imposants);
- Les modalités des baux.

Après l'évaluation de ces facteurs, il incombe au gestionnaire de sélectionner le ou les services de sécurité approprié.

Les services à considérer sont les suivants :

#### 2.6.1 Service anti-intrusion

Les services contre les intrusions sont fréquemment exigés par les assureurs. Pour ce faire, des détecteurs de mouvement, de bris de glace, d'ouverture de porte et/ou de fenêtre peuvent être utilisés. Habituellement, ces détecteurs déclenchent une alarme locale, laquelle est souvent reliée à une centrale gérée par une firme spécialisée qui s'occupe de contacter les ressources nécessaires et le représentant du propriétaire ou du locataire concerné. Les policiers peuvent être appelés à se rendre directement sur les lieux, mais ils attendent habituellement le gestionnaire ou la personne en charge de l'immeuble avant de pénétrer dans les lieux.

Ce service peut être bonifié par l'ajout d'un système de détection d'incendie relié directement au service d'incendie et à la centrale de gestion du système.

#### 2.6.2 Contrôle d'accès

Le contrôle d'accès est le moyen le plus facile et le plus couramment utilisé par les gestionnaires d'immeuble. De plus, ce système permet de connaître les allées et venues des usagers du bâtiment.

Le contrôle d'accès peut s'effectuer au moyen de :

- Carte d'accès;
- Code de sécurité;
- Reconnaissance digitale.

Lors de l'utilisation de ce service, il est important de s'assurer que le système est relié à un relai incendie. Ce relai désactive le système de contrôle d'accès afin de faciliter l'évacuation du bâtiment en cas d'urgence. La fonctionnalité du relai doit être obligatoirement testée annuellement par un spécialiste selon la norme CAN-ULC S536.

### 2.6.3 Gestion et duplication des clés

La tenue d'un registre présentant les clés en circulation est une bonne pratique de sécurité. Par ailleurs, notons que depuis peu, une nouvelle loi interdit de dupliquer des clés soi-même. Il est donc nécessaire de faire appel à un serrurier certifié.

### 2.6.4 Surveillance par caméra

Plusieurs types de caméra peuvent être utilisés pour surveiller les différents accès du bâtiment ou des endroits précis à l'extérieur tel qu'un stationnement ou une façade. Le mode d'enregistrement peut aussi dépendre de la technologie sélectionnée. Par exemple, les caméras numériques peuvent permettre d'enregistrer seulement en présence de mouvement tandis que d'autres caméras enregistrent en continu. La durée d'enregistrement dépend de la capacité de stockage du disque dur utilisé.

Lors de l'utilisation de caméra de sécurité, il est obligatoire d'apposer un affiche ou un pictogramme afin d'aviser les passants ou occupants qu'ils sont sous surveillance. De plus, il est important de s'assurer de ne pas capter d'images des endroits privés du voisinage. Comme la sécurité est très souvent question de perception, il n'est pas rare que les gestionnaires appliquent des affiches et/ou fausses caméras afin de dissuader les malfaiteurs.

### 2.6.5 Gardiennage

Il est possible de faire appel à un service de gardiennage pour surveiller les lieux, offrir de l'information aux visiteurs et s'assurer d'une surveillance continue des lieux (par des rondes). De plus, il est possible de demander qu'un gardien ait suivi un cours de secourisme afin qu'il puisse donner les premiers soins. Cela peut être un atout important pour certains occupants de l'immeuble.

Depuis peu, une nouvelle loi oblige les compagnies de gardiennage à être accréditées. Les gardiens doivent détenir un permis de travail mais ils ne doivent pas nécessairement avoir suivi une formation de secourisme. Le recours aux services de gardiennage peut être très utile en cas de réclamation d'assurances puisque les gardiens produisent des rapports d'activités servant à établir une preuve. Ces agents de sécurité peuvent être sur les lieux quelques heures par jour ou en tout temps selon la demande du gestionnaire.

Lorsque les services d'un agent sont suscités, un bon gestionnaire devrait :

- Établir un plan de ronde de surveillance;
- Définir les tâches à faire et observations à inscrire dans un rapport;
- Définir la fréquence des rondes et nombre de rapports par quart de travail;
- Vérifier tous les rapports quotidiens et évaluer les recommandations inscrites;
- Conserver les rapports pour une durée minimale de 2 ans (très utiles en cas de poursuites ou réclamations).

#### 2.6.6 Mise en place et gestion du plan de sécurité d'incendie

La sécurité du public est la première responsabilité du gestionnaire immobilier et du service de sécurité, avant même la sécurité des lieux. Pour assurer cette sécurité, le responsable de l'exploitation doit avoir élaboré, avec l'aide des occupants, un plan d'évacuation des locaux.

Pour ce faire, chaque locataire doit avoir au sein de ses employés une équipe de personnes responsables pour diriger les employés vers les escaliers, s'assurer que tous les occupants de son secteur ont pris connaissance de l'alarme, interdire l'utilisation des ascenseurs et aviser le Service d'incendie de l'état de l'évacuation de leur secteur en précisant la présence de personne à mobilité réduite. Un moniteur doit être attribué à chaque personne à mobilité réduite afin de lui venir en aide et de rester avec lui lors de l'évacuation. Un lieu de rassemblement sécuritaire doit être déterminé et communiqué à tous les occupants. Si possible, une entente peut être convenue avec un immeuble pour accueillir les locataires en cas d'incendie en période hivernale. Il est obligatoire de faire approuver le plan d'évacuation par le Service des incendies de la municipalité. De même, toutes modifications doivent y être communiquées.

Des exercices d'évacuation doivent être faits, au minimum une fois par année. Dès le déclenchement d'une alarme d'incendie, le bâtiment devient pratiquement propriété du service d'incendie.

Une fois les lieux sécurisés par les pompiers, le retour dans les locaux peut s'effectuer. La supervision du retour des occupants de l'étage endommagé est de la responsabilité du locataire et du propriétaire.

### 2.6.7 Plans de mesures d'urgences

Au-delà de la procédure normale d'évacuation en cas d'incendie, il est prudent que le gestionnaire établisse certains plans de mesures d'urgences selon la sévérité des évènements pouvant survenir. La sévérité d'un évènement dépend de la probabilité qu'il survienne aux seins de l'immeuble et de son impact sur les occupants et/ou bâtiment.

L'établissement de ces plans est à la discrétion du gestionnaire mais certains peuvent être exigés par les compagnies d'assurances.

Voici certains risques pouvant nécessiter l'établissement de procédures spéciales :

- Inondation

Très souvent exigé par les compagnies d'assurances, il est nécessaire pour limiter les dommages matériels et assurer la sécurité des occupants.

- Tempêtes de neige

Fréquentes au Québec, ces évènements peuvent incommoder de manière sérieuse les occupants. Ils peuvent être la cause de chute et blessure mais aussi limiter ou obstruer complètement l'accès au bâtiment.

- Période caniculaire

Particulièrement dans les centres d'hébergement pour personnes âgées, dont plusieurs ne sont pas encore climatisés, une procédure pour les périodes caniculaires doit être mise en place. Ce besoin a été particulièrement mis en lumière en Europe il y a quelques années lorsqu'une canicule a causé le décès de plusieurs centaines de personnes âgées.

- Déversement de contaminants

Risque important, surtout avec les systèmes CVAC et les réservoirs pétroliers.

- Possibilité d'épidémie

Particulièrement dans le cas des centres hospitaliers, des procédures spéciales doivent être mises en place pour gérer les risques d'épidémie à l'intérieur même de l'établissement et par rapport aux employés, visiteurs, patients, etc.

- Appel à la bombe

Bien que moins fréquents, dans certains cas il peut être nécessaire de mettre en place un plan pour traiter les appels à la bombe. À titre d'exemple, voici un aperçu des procédures qui peuvent être mises en place :

- Les agents de sécurité, ainsi que certains membres de l'équipe préposée à l'entretien, doivent avoir reçu une formation sur la recherche de colis suspects.
- L'immeuble est divisé en sections. Le nombre de sections est égal au nombre d'employés disponibles. Chaque section fait l'objet d'un plan descriptif, identifiant les endroits à vérifier : corridors publics, toilettes, escaliers, soit tous les espaces autres que les espaces locataires. Le but est de chercher tout objet anormal dans ces lieux (boîtes, sacs ou autres).
- Dès la réception d'un appel à la bombe et après avoir avisé le 911, un code spécial sur le système de communication de la sécurité et du service d'entretien réunit les membres qui ont reçu une formation. Ils sont informés de l'appel à la bombe et les plans des secteurs à vérifier sont distribués. La recherche doit se faire rapidement, mais sans panique et sans alerter les occupants.
- Si dans un secteur donné, un objet anormal est identifié, il faut demander à l'équipe d'évacuation de l'étage concerné de procéder sans panique à l'évacuation. Si l'objet est dans une cage d'escalier, il faut aviser l'équipe d'utiliser un autre escalier.
- Une fois l'arrivée sur les lieux des policiers, ceux-ci seront informés des résultats de la recherche. La suite des actions à prendre relève de leur responsabilité.

### 2.6.8 Établissement de bons canaux de communication

Malgré toute la planification possible, il est pratiquement impossible de prévoir toutes les possibilités pouvant survenir dans un établissement. Dans tous les cas, un élément crucial est l'établissement d'une bonne procédure de communication qui permettra de traiter le plus rapidement possible d'éventuels imprévus.

Le gestionnaire immobilier doit donc avoir mis en place une chaîne téléphonique pyramidale qui permet de rejoindre tous les membres de son personnel. Advenant un désastre, l'équipe de direction peut alors aviser rapidement tout son personnel en appelant quatre ou cinq personnes pour les prévenir. À leur tour, ces personnes appellent leur groupe d'employés et ainsi de suite, dépendamment de l'importance de l'immeuble. De même, le propriétaire doit être en mesure de contacter tous ses locataires et ces derniers devraient idéalement avoir leur propre chaîne de communication pour avertir leurs employés d'un événement quelconque.

Afin d'être efficace, ce système se doit d'être rapidement accessible et mis à jour régulièrement.

### 2.6.9 Autres éléments de prévention et de facilitation du retour à normale

En plus des éléments mentionnés précédemment, d'autres activités peuvent permettre à un gestionnaire immobilier prévoyant d'assurer la sécurité et le retour rapide aux conditions normales d'exploitation. Voici des exemples de bonnes pratiques :

- Archivage (physique ou virtuel) de copies des dossiers importants, des plans architecturaux et électromécaniques dans un local (ou un serveur informatique) hors de l'immeuble;
- Établissement d'une liste de fournisseurs et de compagnies de location pour les premiers besoins afin de contrôler et sécuriser les lieux (génératrices, pompes, appareils d'éclairage, émetteurs-récepteurs portatifs, ventilateurs, appareils de chauffage, roulottes, refroidissement ou chauffage d'urgence, etc.).

### 3. LA SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL

#### Quelques raisons pour lire ce chapitre :

- ✓ Prendre connaissance que le gestionnaire du bâtiment est considéré comme un employeur au sens de la Loi sur la Santé et la Sécurité du Travail (LSST).
- ✓ Avoir un aperçu des obligations vis-à-vis la sécurité de ses travailleurs.
- ✓ Avoir un aperçu de ses responsabilités vis-à-vis les entrepreneurs et sous-traitant qui travaillent dans son bâtiment.

La santé et la sécurité au travail sont des aspects importants dans la gestion d'un bâtiment. Le gestionnaire du bâtiment est considéré comme un employeur selon la Loi sur la Santé et la Sécurité du Travail (LSST). À titre d'employeur, il est donc régi par les droits et obligations propres à l'employeur. Les travailleurs visés par cette loi incluent tout le personnel du gestionnaire de l'immeuble (mécaniciens de machines fixes, électriciens, frigoristes, préposés à l'entretien général, conciergerie, personnel clérical, etc.) ainsi que toute personne qui exécute un travail en vertu d'un contrat de travail ou d'apprentissage, et ce, même sans rémunération.

La Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail (CSST) porte une attention particulière au domaine de l'immobilier et s'attend à ce que les gestionnaires de ce même domaine connaissent et mettent en application intégralement les directives émises par celle-ci.

Le gestionnaire agissant selon la LSST en tant qu'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs, en se conformant à la LSST ainsi qu'au Règlement en Santé et Sécurité du Travail (RSST) et toute autre norme ayant force de loi. Il doit entre autres :

- S'assurer que les immeubles sur lesquels il a autorité sont équipés et aménagés de façon sécuritaire pour les travailleurs, en vertu de la RSST et de toutes autres normes mentionnées dans celui-ci;
- Désigner des membres de son personnel chargés de répondre aux questions de santé et de sécurité et en afficher la liste de façon à être visible par les travailleurs;

- S'assurer que l'organisation, les méthodes et les techniques de travail pour chacun des corps de métiers soient sécuritaires;
- Fournir gratuitement aux travailleurs les équipements de protection individuelle et s'assurer que les travailleurs les utilisent lors de leur travail;
- S'assurer de gérer les risques associés aux matières dangereuses, aux contaminants et aux produits chimiques pouvant porter atteinte à la santé;
- Informer adéquatement les travailleurs sur les risques reliés à son travail et lui assurer la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que le travailleur ait l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire son travail.

Depuis la modification en date du 31 Mars 2004 au code criminel sur la responsabilité pénale des organisations, un gestionnaire peut être passible d'une peine d'emprisonnement s'il est reconnu coupable d'avoir obligé des employés à travailler dans des conditions dangereuses. Ces modifications, introduites par la loi C-21 imposent l'obligation à quiconque dirige l'accomplissement d'un travail, ou l'exécution d'une tâche, de prendre les mesures voulues pour éviter qu'il n'en résulte des blessures corporelles pour autrui.

Le manquement à cette obligation expose l'individu à des accusations de négligence criminelle.

Le site de l'ordre des conseillers en ressources humaines agréés (<http://www.portailrh.org/>) offre plus d'information sur la Loi C-21.

### **3.1 Responsabilités du gestionnaire**

#### **3.1.1 Responsabilité du gestionnaire dans immeuble utilisé par plusieurs employeurs**

La LSST stipule les obligations du gestionnaire dans un immeuble où il existe plusieurs employeurs (tel que des édifices à bureaux, des centres d'achats, etc.). L'article 56 de la LSST spécifie que le gestionnaire a la responsabilité de faire en sorte que, dans les parties qui ne sont pas sous l'autorité d'un de ses locataires-employeurs, les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité des travailleurs soient prises.

### 3.1.2 Responsabilité du gestionnaire par rapport à ses employés

Les responsabilités du gestionnaire par rapport à ses travailleurs ont été décrites dans la section précédente. Le gestionnaire de l'immeuble agit en tant qu'employeur envers ces travailleurs et doit se conformer à toutes les exigences telles que décrites par la LSST et la RSST.

### 3.1.3 Responsabilité du gestionnaire par rapport à ses sous-traitants pour des travaux d'entretien ou d'opération

Lorsque le gestionnaire émet un contrat de travail d'entretien à une entreprise (tel que conciergerie, lavage de vitres, déménagement, etc.) Il a la responsabilité de :

- S'assurer, sous forme d'engagement dans le contrat de travail que le sous-traitant applique des méthodes de travail sécuritaires et qu'ils sont conformes aux exigences tel que prescrit par la LSST et la RSST. Dépendamment du secteur d'activités, l'entreprise offrant le service doit avoir un programme de prévention et le gestionnaire devrait demander à consulter ce document.
- S'assurer que l'immeuble est équipé et aménagé de façon sécuritaire pour les travailleurs. Le gestionnaire a la responsabilité d'assurer que tout équipement fourni au sous-traitant et ses travailleurs, qu'il soit fixé à l'établissement ou fourni en tant que propriétaire, soit sécuritaire et maintenu en bon état.
- Assurer un minimum de supervision et de vigilance lors de l'exécution des travaux. On s'attend donc à ce que le gestionnaire effectue des visites lorsque les travaux sont réalisés et qu'il signale au sous-traitant les méthodes de travail non sécuritaires de ses travailleurs dans son établissement. Le but de cet exercice est de démontrer que le gestionnaire a accompli son devoir en tant que donneur d'ouvrage (et non d'employeur) et qu'il a exigé des méthodes de travail sécuritaire pour son bâtiment.

### 3.1.4 Responsabilité du gestionnaire par rapport à des sous-traitants pour des travaux de rénovation / réaménagement / construction

On entend par travaux de rénovation / réaménagement / construction, tout travail pouvant être considéré comme un chantier et requérant un ou plusieurs sous-traitants de différentes disciplines (plombiers, électriciens, peintres, etc.). Ces travaux sont alors régis par les exigences en santé et en sécurité d'un chantier de construction. En plus des responsabilités énumérées à la section sur les sous-traitants pour travaux d'entretien, le gestionnaire doit :

- Advenant le cas où le gestionnaire donne des contrats de travail séparés aux différentes disciplines, il agit alors à titre de maître d'œuvre ou entrepreneur général et doit appliquer les exigences de la CSST par rapport à un chantier de construction, et entre autres, s'occuper d'émettre la notice de l'ouverture du chantier auprès de la CSST.
- Lorsque le gestionnaire donne un contrat de travail à un entrepreneur général en y incluant les travaux à effectuer par chacune des disciplines, l'entrepreneur général retenu agit alors à titre de maître d'ouvrage et doit appliquer les exigences de la CSST par rapport à un chantier de construction, et entre autres, s'occuper d'émettre la notice de l'ouverture de chantier auprès de la CSST.
- Quiconque agit à titre de maître d'ouvrage a alors la même responsabilité que l'employeur et/ou le gestionnaire du bâtiment dans les espaces occupés par le chantier, c'est-à-dire, assurer un lieu de travail sécuritaire (alarme-incendie, extincteur portatif, garde-corps, etc.), s'assurer que les travaux sont effectués de manière sécuritaire en exigeant des permis de travail avec procédures, et des permis de travail « à chaud », si permis.

### **3.2 Principes généraux en santé et sécurité du travail**

Cette section portera sur les principes généraux en santé et sécurité qu'un employeur doit appliquer au sein de son établissement et faire respecter par ses travailleurs.

#### **3.2.1 Un établissement équipé et aménagé pour assurer la protection du travailleur**

Le gestionnaire d'un immeuble doit s'assurer de la protection des gens occupant son établissement, incluant les travailleurs. De ce fait, plusieurs normes, codes et règlements existent pour assurer la protection des personnes dans un immeuble. La protection des travailleurs est particulièrement régie par le RSST dans les endroits soit exclusifs ou non aux travailleurs. Le gestionnaire doit s'assurer que ses installations soient conformes au RSST et toutes autres normes mentionnées dans celui-ci. Voici quelques exemples, entre autres, des installations réglementées :

- Aménagement des lieux : voies d'accès et passages, ouvertures horizontales et verticales, garde-corps, escaliers de service, voies de circulation, escabeaux, etc.;
- Mesures de sécurité en cas d'urgence : plans d'évacuation, extincteurs portatifs, etc.;
- Qualité de l'air : évacuation de gaz, poussières, fumées et vapeurs afin de ne pas excéder les concentrations normalisées (à ce sujet, voir spécifiquement la section 6 au sujet de la ventilation);
- Entreposage et manutention de matières dangereuses : identification des produits chimiques utilisés, fiches signalétiques SIMDUT, dispositifs d'équipements d'urgence, entreposage des produits dangereux, etc.;
- Machines : protecteurs, arrêt d'urgence, poulies et courroies, machines à travailler le bois, etc.

### 3.2.2 Méthodes de travail, formation et information aux travailleurs sur la santé et la sécurité au travail

Le gestionnaire étant responsable d'assurer la santé et la sécurité de ses travailleurs, il est important pour lui d'établir les méthodes de travail de chacun des corps de métier afin d'assurer la protection du travailleur.

Il n'est pas question ici d'imposer et de détailler à son électricien ou encore son plombier les étapes qu'il doit prendre pour faire son travail. L'objectif de cette obligation vise à ajouter des éléments de protection du travailleur dans la procédure de travail. Cette méthode de travail doit donc être développée à l'aide de documentation par rapport aux travaux déjà identifiés à risques, ainsi que par une analyse des risques de chacune des activités entreprises par ses travailleurs. Il s'agit de dresser pour chacun des corps de métier différents sous son autorité, une liste générale des tâches régulièrement accomplies, les risques associés à ces tâches, les mesures préventives associées à ces tâches (procédures, permis de travail, etc.) et les moyens de contrôle (moyens permettant de s'assurer que les mesures préventives sont appliquées). Voici un exemple des procédures de travail sécuritaires établies et applicables à certains types d'environnement et de travaux :

- Procédure de cadenassage : Une procédure de cadenassage doit être appliquée lors de tout travail sur l'alimentation électrique, ou sur tout équipement ayant des pièces mobiles. Pour une liste de ressources disponibles sur le sujet, veuillez vous référer au document du centre de documentation de la CSST :

<http://www.centredoc.csst.qc.ca/pdf/BiblioSelect/Cadenassage.pdf>

- Procédure de travail pour les machines : Des procédures et des protecteurs physiques doivent être appliqués pour le travail avec des machines comportant des zones dangereuses accessibles.
- Procédures de travail pour travaux en hauteur, travaux dans des espaces clos, règles de circulation dans un entrepôt avec circulation de chariots-élévateurs et piétons.

- Un guide de travail en espace clos de la CSST est disponible au lien : [http://www.csst.qc.ca/NR/rdonlyres/CE82218C-1518-4B5B-B402-F033D401F675/3507/dc\\_200\\_160892.pdf](http://www.csst.qc.ca/NR/rdonlyres/CE82218C-1518-4B5B-B402-F033D401F675/3507/dc_200_160892.pdf)
- Les procédures de travail et de manutention des produits chimiques : Une formation SIMDUT (qui sera éventuellement remplacé par le système général harmonisé SGH) sur la manutention de différents produits chimiques doit être donnée aux travailleurs sur les différents produits utilisés. Si requis, Les équipements de protection individuels (EPI) doivent être fournis aux travailleurs. Le répertoire toxicologique de la CSST, <http://www.reptox.csst.qc.ca/>, est un bon outil de référence sur lequel de l'information sur les produits ainsi que le SIMDUT est disponible.

Les méthodes de travail établies doivent être connues et appliquées par tous, y compris les gestionnaires. Le rôle du gestionnaire en matière de formation et information se résume en 5 points :

- S'assurer que les règles de sécurité et les méthodes de travail soient communiquées à tous les employés avant qu'ils ne se présentent à leur poste;
- Organiser des sessions de formation au besoin;
- Faire des rappels périodiques des règles de sécurité à vos employés (lors des réunions d'équipe par exemple);
- Faire un suivi auprès des employés afin de vérifier leur compréhension des règles;
- S'assurer que les règles de sécurité soient respectées, et au besoin, appliquer des mesures disciplinaires.

Les règles de sécurité se doivent d'être simples, efficaces et précises, faute de quoi, il est probable que les employés ne les appliqueront pas dans leur totalité.

### 3.2.3 Inspection des lieux de travail

Les inspections s'avèrent un élément-clé de la prévention au niveau de la santé et de la sécurité au travail. Elles permettent au gestionnaire, en collaboration avec ses travailleurs, de faire ressortir des situations potentiellement ou même clairement dangereuses et d'apporter les correctifs nécessaires pour assurer la sécurité des travailleurs. Les inspections peuvent se faire de plusieurs façons.

Idéalement, le gestionnaire devrait utiliser une liste de contrôle ce qui permettrait d'évaluer les lieux de travail de façon précise et encadrée. Cette liste de contrôle peut être faite en collaboration avec les employés et reprendre les éléments les plus préoccupants dans leur travail de tous les jours (propreté, disponibilité des équipements de protections individuelles, sécurité des machines, etc.).

Les inspections peuvent être planifiées ou improvisées. Quoi qu'il en soit, elles doivent être régulières, simples et doivent générer des actions correctives. Le gestionnaire doit s'assurer que les éléments potentiellement dangereux soient corrigés dans des délais raisonnables afin d'éviter que la démarche ne perde de sa crédibilité. Un bon suivi s'avère la clé du succès en ce qui a trait aux inspections des lieux de travail.

### **3.3 En cas d'accident de travail**

Malgré tous les efforts et la bonne volonté des employeurs, il arrive malheureusement des accidents sur les lieux de travail. Il est important lors de ces événements que l'employeur démontre sa bonne volonté en témoignant d'une diligence raisonnable.

Ceci signifie entre autres que l'employeur soit en mesure de démontrer que les mesures de protection du travailleur étaient établies, que les équipements de protection étaient fournis, que la formation des employés était donnée, documentée et vérifiée, et que la supervision des règles de santé et sécurité était continue et documentée.

Lors d'un accident de travail, l'employeur a l'obligation d'informer la CSST de l'évènement par le moyen de communication le plus rapide (donc par téléphone). Dans les 24 heures suivantes, il doit aussi faire un rapport écrit avec les renseignements exigés par le règlement.

Cette procédure s'applique pour tout évènement entraînant soit :

- Le décès d'un travailleur;
- La perte totale ou partielle d'un membre, de son usage ou un traumatisme physique important;
- Des blessures ou des troubles subis par un groupe de travailleurs de façon à leur empêcher d'accomplir leurs fonctions pendant au moins un jour ouvrable (par exemple l'inhalation de gaz nocifs, monoxyde de carbone, etc.);
- Des dommages matériels de 150 000 \$ et plus.

Une enquête d'accident effectué par un inspecteur peut avoir lieu suite à l'avis d'accident. Entre temps, le lieu d'accident doit demeurer inchangé à l'exception d'une autorisation de l'inspecteur ou si la situation peut affecter la sécurité d'autres personnes.

## 4. LA GESTION ÉNERGÉTIQUE

### Quelques raisons pour lire ce chapitre :

- ✓ Pour un immeuble à bureaux typique, l'énergie représente environ 30 % des frais d'exploitation du bâtiment. L'énergie constitue donc souvent le 1<sup>er</sup> ou 2<sup>ième</sup> poste de dépenses.
- ✓ Des réductions de consommation énergétique sont réalisables dans la plupart des bâtiments.
- ✓ Une bonne gestion énergétique permettra au gestionnaire de réduire ses coûts d'exploitation. Même si la facture énergétique est souvent refilée aux locataires, une bonne gestion énergétique peut permettre d'être plus compétitif sur le plan des coûts de location, d'améliorer la valeur de l'immeuble et d'apporter une visibilité intéressante sur le plan environnemental.

Avec l'augmentation de la superficie des parcs immobiliers, de la complexité des systèmes énergétiques des bâtiments et des méthodes de facturation des fournisseurs d'énergie, l'établissement d'une méthodologie de travail systématique est indispensable pour suivre, gérer et optimiser les coûts et la consommation énergétique des bâtiments. Dans une perspective de développement durable, elle est aussi nécessaire pour la plupart des certifications vertes et pour le suivi des émanations de gaz à effet de serre.

Dans cette section, nous présenterons certains outils et certaines connaissances essentiels pour faire le suivi de la consommation énergétique d'un site immobilier et d'en relever les possibilités d'amélioration. Nous décrivons également les types de projets qui peuvent être effectués sur un bâtiment ou un groupe de bâtiments existants afin d'en améliorer le rendement énergétique. De plus, nous y présenterons les principales étapes et les outils nécessaires à la réalisation d'un tel projet.

### 4.1 Facturation énergétique – connaître les tarifs et suivre sa consommation

#### 4.1.1 Connaître la structure tarifaire de l'énergie

- Les tarifs d'Hydro-Québec

Hydro-Québec facture chaque client en fonction des caractéristiques de sa consommation puisque celle-ci influence les coûts de services pour acheminer l'électricité au bâtiment.

Certains tarifs ciblent la clientèle résidentielle et agricole uniquement. Les autres sont destinés à la clientèle d'affaires et sont divisés selon l'appel de puissance des clients. On trouve la description détaillée de chacun des modes de tarifications dans le guide qui se trouve à l'adresse suivante : [http://www.hydroquebec.com/publications/fr/tarifs/pdf/tarifs\\_distributeur.pdf](http://www.hydroquebec.com/publications/fr/tarifs/pdf/tarifs_distributeur.pdf)

Pour comprendre la tarification, il faut savoir que c'est la demande maximale (ou puissance maximale appelée) du client qui détermine la capacité et donc le dimensionnement du réseau qui alimentera l'ensemble d'un secteur. C'est pour cette raison qu'Hydro-Québec facture la puissance maximale appelée à l'intérieur du mois (puissance à facturer en kW) en plus de la consommation énergétique (en kWh). Selon le tarif, Hydro-Québec peut facturer une puissance souscrite qui fixe une demande minimale que le client devra payer chaque mois.

#### **Gestion de l'appel de puissance maximal**

- ✓ Le principe de facturation de la puissance électrique fait qu'il est généralement avantageux de chercher des moyens de réduire l'appel de puissance maximale du bâtiment. Les mesures de délestage (coupure d'une charge à un moment déterminé) ou de gestion de la pointe sont à considérer pour de nombreux bâtiments.

La consommation (ou quantité d'énergie consommée) est également facturée selon le nombre de kilowattheures utilisé par le client pendant le mois. Pour la plupart des tarifs, le prix varie selon des tranches de consommation. La première tranche de consommation est généralement plus dispendieuse, tandis que la deuxième tranche s'avère moins coûteuse. C'est le principe des tarifs « dégressifs » qui existent pour reconnaître le fait que l'investissement et les frais fixes pour desservir un client petit consommateur sont pratiquement les mêmes que pour un grand consommateur, toujours dans le même tarif.

### Tarifs dégressifs et regroupement des compteurs

- ✓ Le principe des tarifs dégressifs fait qu'il est souvent avantageux pour un propriétaire d'avoir un seul compte d'électricité avec Hydro-Québec. Le fait d'avoir un seul compte peut permettre de maximiser l'énergie consommée dans les tranches de tarification les moins coûteuses, voire d'accéder à un autre tarif plus avantageux.

À la puissance facturée, Hydro-Québec ajoute un facteur de correction qui dépend du facteur de puissance. Le facteur de puissance est l'indice de déphasage entre la lecture de l'ampérage et du voltage et dépend de l'ensemble des charges électriques, résistives (chauffage, éclairage incandescent, etc.), inductives (moteurs électriques, l'éclairage fluorescent, etc.) et capacitives (condensateurs) du bâtiment. Généralement, pour les bâtiments commerciaux et institutionnels, ce sont les charges inductives qui causent la détérioration du facteur de puissance. Le distributeur fixe donc, pour un tarif donné, un facteur de puissance minimal et charge une pénalité pour un facteur de puissance inférieur dans le but d'inciter les clients à avoir un déphasage minimal.

### Correction du facteur de puissance

- ✓ Des facteurs de puissance inférieurs à 90 % pour le tarif M (ou 95 % pour le tarif L) sont assez courants et entraînent des pénalités. Un gestionnaire qui analyse bien sa facture d'électricité peut trouver facilement cette information qui se situe aisément dans son relevé mensuel.
- ✓ Si les pénalités sont assez élevées, il peut être justifié de procéder à l'installation d'une banque de condensateurs. Cet équipement permet de contrebalancer les charges inductives du bâtiment et d'éliminer les pénalités en assurant un facteur de puissance supérieure aux exigences d'Hydro-Québec.
- ✓ De même, lors de l'achat d'un nouvel appareil présentant une importante charge inductive, le gestionnaire devrait s'assurer que cette charge n'entraîne pas une pénalité liée au facteur de puissance. Le meilleur exemple est pour l'ajout d'un refroidisseur. Il peut alors être judicieux de prévoir une compensation du facteur de puissance à même le nouvel équipement ou dans le projet.

Les tarifs G, M, L et LG (<http://www.hydroquebec.com/affaires/index.html>) sont ceux généralement utilisés pour la majeure partie des clientèles d'affaires, institutionnelles et industrielles, et sont présentés ici.

À noter que ces données sont à titre indicatif et qu'elles sont modifiées généralement une fois par an. Il vaut donc mieux se référer directement au site d'Hydro-Québec afin d'avoir des données à jour.

Le tarif G est le plus courant, puisqu'il s'applique à environ 90 % de la clientèle d'affaires d'Hydro-Québec. Il s'applique à l'abonnement d'un client dont la puissance à facturer minimale est inférieure à 100 kW.

**Tableau 1 : Structure du tarif G d'Hydro-Québec**

<i>Prix de la puissance</i>	
Redevance d'abonnement mensuelle	12,33 \$
Prix de la puissance au-delà de 50 kW	17,31 \$/kW
<i>Prix de l'énergie</i>	
- 15 090 premiers kWh	9,71 ¢/kWh
- Reste de l'énergie consommée	6,60¢/kWh

Tarifs en vigueur au 1er avril 2016.

Le tarif M s'applique à l'abonnement d'un client dont la puissance maximale appelée a été supérieure à 50 kW durant au moins une des douze périodes mensuelles de facturation précédentes. Ce type de contrat représente environ 4 % de la clientèle d'affaires d'Hydro-Québec.

**Tableau 2 : Structure du tarif M d'Hydro-Québec**

<i>Prix de la puissance</i>	
Puissance à facturer	14,37 \$/kW
<i>Prix de l'énergie</i>	
- 210 000 premiers kWh	4,93 ¢/kWh
- Reste de l'énergie consommée	3,66 ¢/kWh

Tarifs en vigueur au 1er avril 2016.

Les tarifs L et LG sont avantageux pour les très grands consommateurs qui s'engagent à payer une puissance souscrite de 5 000 kilowatts par mois. Hydro-Québec compte environ 250 contrats avec ce tarif. On parle ici d'établissements industriels, commerciaux et institutionnels de grande ampleur. Seuls quelques bâtiments commerciaux et institutionnels sont suffisamment de grands consommateurs pour profiter du tarif LG.

**Tableau 3.1 : Structure du tarif L d'Hydro-Québec**

<i>Prix de la puissance</i>	
Puissance à facturer	12,87 \$/kW
- Excédant de 110 % de la puissance souscrite l'hiver :	
• par jour où il y a dépassement	7,53 \$/kW
• maximum mensuel	22,59 \$/kW
<i>Prix de l'énergie</i>	
	3,26 ¢/kWh

Tarifs en vigueur au 1er avril 2016.

**Tableau 3.2 : Structure du tarif LG d'Hydro-Québec**

<i>Prix de la puissance</i>	
- Puissance à facturer	13,05 \$/kW
<i>Prix de l'énergie</i>	
	3,39 ¢/kWh

Tarifs en vigueur au 1er avril 2016.

#### **Avez-vous le bon tarif?**

- ✓ Autant pour l'électricité que pour le gaz naturel, différents tarifs s'offrent pour un bâtiment donné. Chaque tarif est avantageux pour certains clients, selon leur profil de demande et de consommation.
- ✓ Comme gestionnaire, il est de bonne pratique de vérifier périodiquement si votre tarif est toujours le meilleur pour votre usage. Cet exercice peut se faire auprès de vos représentants commerciaux, mais peut aussi être vérifié par des consultants spécialisés en efficacité énergétique.

#### - Les tarifs de Gaz Métro

Le gaz naturel de Gaz Métro provient majoritairement pour l'instant de l'Ouest canadien. Il doit donc être transporté jusqu'au réseau de distribution de Gaz Métro et passe par divers procédés (compression, transport et équilibrage) qui sont facturés par le distributeur. Les tarifs sont donc établis en fonction de ces services additionnés au coût de la molécule de gaz elle-même appelée fourniture. Les tarifs généralement utilisés dans le secteur institutionnel et commercial sont actuellement les tarifs D1, D3 et D5.

Le tarif D1 est offert à tous les clients, peu importe le volume consommé et ne fixe aucun volume minimum à consommer. Il est utilisé par la majorité des petits et moyens clients qui n'ont pas un volume de consommation suffisant pour profiter des autres tarifs. Ce tarif peut également être avantageux pour les clients ayant un profil de consommation très irrégulier. Cette tarification comprend un frais de base et des taux unitaires par volume retiré.

À titre indicatif, on retrouve à la page suivante un exemple de la grille tarifaire pour l'ensemble des services facturés par Gaz Métro, pour un tarif D1.

**Tableau 4 : Grille tarifaire exemple pour un tarif D1 de Gaz Métro**

<i>Gaz naturel fourni</i>	14,247 ¢/m <sup>3</sup>
<i>Transport (note 1)</i>	8,051 ¢/m <sup>3</sup>
<i>Équilibrage (note 2)</i>	6,295 ¢/m <sup>3</sup>
<i>Ajustements reliés aux inventaires</i>	(note 3)
<i>Distribution (tarif D1)</i>	
30 premiers m <sup>3</sup> /jour	25,657 ¢/m <sup>3</sup>
70 m <sup>3</sup> /jour suivants	17,519 ¢/ m <sup>3</sup>
200 m <sup>3</sup> /jour suivants	15,159 ¢/ m <sup>3</sup>
700 m <sup>3</sup> /jour suivants	11,483 ¢/ m <sup>3</sup>
2 000 m <sup>3</sup> /jour suivants	8,497 ¢/ m <sup>3</sup>
7 000 m <sup>3</sup> /jour suivants	5,969 ¢/ m <sup>3</sup>
20 000 m <sup>3</sup> /jour suivants	4,802 ¢/ m <sup>3</sup>
70 000 m <sup>3</sup> /jour suivants	3,981 ¢/ m <sup>3</sup>
excédant 100 000 m <sup>3</sup> /jour	3,301 ¢/ m <sup>3</sup>
<i>Frais de base (tarif D1)</i>	
Taux variant de 51,2471 à 565,045 ¢/compteur/jour	
<i>Système de plafonnement et d'échange des droits d'émission (SPEDE) (note 4)</i>	3,310 ¢/ m <sup>3</sup>

Tarifs en vigueur au 1er janvier 2016

Note 1 : Exemple donné pour la zone sud.

Note 2 : Pour les clients consommant plus de 75 000 m<sup>3</sup>/an, le coût d'équilibrage est calculé selon leur profil réel et non un coût moyen.

Note 3 : Les ajustements reliés aux inventaires de fourniture et de transport varient mensuellement. Il représente normalement une faible proportion de la facture totale.

Note 4 : Il s'agit du coût de droit d'émission relatif à la combustion du gaz naturel, il varie chaque mois. Le SPEDE est un outil économique du gouvernement du Québec visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Les combustibles consommés au Québec sont visés par le SPEDE, par l'entremise des distributeurs d'énergie tels que Gaz Métro. Les sommes perçues seront investies par le gouvernement, entre autres, dans des mesures visant la lutte aux changements climatiques.

Comme on le constate au tableau précédent, le coût du gaz est fonction de plusieurs facteurs.

Le tarif de distribution D3 s'adresse à une clientèle dont la consommation est relativement élevée (volume souscrit de 333 m<sup>3</sup>/jour) et ayant un coefficient d'utilisation égal ou supérieur à 60 %. Les frais de distribution de ces clients sont moins élevés que pour le tarif D1. De plus, ils sont admissibles à des réductions selon la durée du contrat, pouvant atteindre 26 % des frais de distribution au volume.

Le tarif D5 est un tarif spécial dit « interruptible ». En fait, ce tarif donne accès à des taux de distribution de gaz naturel très avantageux, mais en contrepartie, le client se soumet à des interruptions de service qui surviennent en saison hivernale, en pointe. Les établissements qui bénéficient de ce tarif sont normalement celles qui sont munies de centrales thermiques biénergie gaz naturel et mazout.

Pour avoir accès à tarif, le client doit souscrire à un volume minimal de 3 200 m<sup>3</sup>/jour. On parle donc ici de clients majeurs. Par exemple, plusieurs hôpitaux importants bénéficient de ce tarif de distribution. En plus d'avoir des taux plus bas, il est possible d'avoir un rabais additionnel (applicable uniquement sur la partie distribution de la facture) pouvant atteindre 70 % en fonction de l'engagement du client en termes d'obligation minimale annuelle (OMA) et de durée du contrat.

L'ensemble des tarifs est décrit en détail dans le document « Conditions de services et tarifs » de Gaz Métro. On peut retrouver ce document à l'adresse suivante : [http://www.gazmetro.com/data/media/conditionsservicetarif\\_fr.pdf?culture=fr-ca](http://www.gazmetro.com/data/media/conditionsservicetarif_fr.pdf?culture=fr-ca)

#### - Les tarifs de Gazifère

Gazifère est le seul autre distributeur de gaz naturel au Québec et il dessert uniquement la région de Gatineau. Le détail des tarifs applicables est décrit à l'adresse suivante :

<http://www.gazifere.com/fr/votre-compte/comprendre-votre-facture/conditions-de-service-et-tarif/>

En somme, Gazifère propose un tarif général, un tarif résidentiel et institutionnel ainsi que des tarifs pour des consommations souscrites allant de petit débit (300 à 2 800 m<sup>3</sup>/jour) à très grand débit (plus de 280 000 m<sup>3</sup>/jour).

Les deux premiers tarifs comprennent une obligation mensuelle fixe, un prix de distribution variant en fonction du volume retiré, un prix unitaire pour le transport et un prix unitaire pour la fourniture.

Les autres tarifs sont facturés de façon similaire, mais engagent le client à consommer un volume minimum souscrit.

- La fourniture de gaz naturel par un courtier

Gaz Métro offre les services de fourniture, de transport, d'équilibrage et de distribution. Toutefois, il est possible d'acheter la molécule de gaz à un fournisseur autre que Gaz Métro. Les services de transports et d'équilibrage peuvent également être obtenus d'un courtier.

Une liste de ces fournisseurs et courtiers est disponible sur le site de Gaz Métro au lien suivant : <http://www.gazmetro.com/fr/affaires/prix/prix-du-gaz/fournisseurs-de-gaz-naturel-a-prix-fixe/>

Pour la fourniture, Gaz Métro offre un tarif qui varie de façon mensuelle en fonction du marché. Les courtiers peuvent offrir à leurs clients des tarifs fixes, ce qui peut être un avantage pour les prévisions budgétaires. Cela ne signifie pas qu'on peut garantir des économies pour un mode ou l'autre de fonctionnement.

Pour des périodes de temps données, il peut arriver que les taux de Gaz Métro soient inférieurs et l'inverse est aussi vrai. L'avantage principal d'utiliser le service des courtiers se résume donc à une meilleure stabilité sur le plan budgétaire.

Soulignons que dans les dernières années, le prix de fourniture du gaz naturel a beaucoup diminué suite à la découverte de nouvelles sources d'approvisionnement. Les clients qui ont signé des contrats fixes à long terme avant ces diminutions paient donc aujourd'hui plus cher que le coût du marché. Historiquement, l'inverse a aussi été vécu, particulièrement en 2007-2008 où le prix de gaz naturel sur le marché était élevé.

- L'huile à chauffage (huile n°2 ou huile n°6)

Le mazout n°2 est utilisé à des fins de chauffage résidentiel, commercial et institutionnel. Il doit satisfaire aux normes de l'industrie et des administrations publiques quant à sa densité, à sa viscosité, à sa teneur en soufre et à sa puissance calorifique.

Le prix du mazout n°2 est actuellement d'environ 1,00 \$/L au Québec. Ce combustible a une puissance calorifique d'environ 38,53 MJ/litre.

Le mazout lourd (n°6, aussi connu sous le nom de « bunker ») est un combustible de pauvre qualité, hautement polluant et de consistance goudronneuse. Cette source d'énergie est utilisée principalement pour produire de l'électricité, pour alimenter les chaudières industrielles, notamment dans l'industrie des pâtes et papiers, et pour le transport maritime. Il sert également à chauffer certains grands édifices. On le retrouve principalement en région puisque les grandes villes en interdisent l'utilisation, notamment la Ville de Montréal. Le mazout lourd représentait 4,1 % des besoins énergétiques totaux du Canada en 2005. La principale cause de son utilisation est son faible coût.

- L'achat d'énergie à un réseau de distribution urbain

Un réseau de distribution urbain est un réseau offrant à ses clients de la vapeur, de l'eau chaude ou de l'eau refroidie produite à partir d'une centrale thermique importante et distribuée via des conduites enfouies ou situées dans des tunnels de service.

Il y en a relativement peu au Québec (le réseau de la CCUM, au centre-ville de Montréal en est un), même si le concept présente certains avantages :

- Élimination du besoin d'avoir certains équipements dans le bâtiment, ainsi que tout ce qu'ils impliquent (opération, entretien, main-d'œuvre, etc.);
- Accès à des tarifs énergétiques plus avantageux, car il y a regroupement de clients.

À l'inverse, cette solution peut aussi comporter certains désavantages :

- Dépendance face au fournisseur d'énergie urbaine;
- La présence d'un intermédiaire additionnel dans la chaîne énergétique, lequel doit générer un profit;
- Pour le chauffage, l'utilisation généralisée de la vapeur qui est un média de transport relativement peu efficace énergétiquement, par rapport à une production localisée d'eau chaude de chauffage;
- L'éloignement du centre de production par rapport à l'utilisation signifie aussi des pertes énergétiques dans le transport.

Mentionnons par ailleurs que l'énergie livrée par un réseau urbain est une énergie déjà transformée (en eau chaude, vapeur ou eau refroidie). La quantité d'énergie livrée est donc nette de l'inefficacité de production d'une centrale locale. Pour comparer les tarifs énergétiques d'une centrale urbaine versus une centrale locale, il est donc nécessaire de considérer les pertes de transformation de la centrale locale.

#### 4.1.2 Effectuer le suivi de sa consommation et de ses coûts énergétiques

##### **Pourquoi faire un suivi de sa consommation énergétique?**

- ✓ Ce que l'on mesure s'améliore.
- ✓ Le simple fait de comparer sa facture énergétique d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre peut permettre de déceler plusieurs anomalies et de forcer la recherche de solution pour trouver la cause d'une augmentation anormale des frais énergétiques.

Le suivi de la facturation énergétique se résume aux actions à prendre afin de détecter les variations de la consommation énergétique des bâtiments sur une base annuelle ou mensuelle. Elle aide les administrateurs à faire leurs prévisions énergétiques sur le plan budgétaire et fournit une base de données permettant de faire diverses analyses. Ces analyses permettent de cibler les anomalies qui entraînent une surconsommation. Par exemple, si l'on détecte une variation marquée d'une saison estivale à une autre on s'attardera à l'analyse des postes consommateurs qui fonctionnent surtout l'été.

En somme, ceci permet de dresser un portrait rapide et global de la consommation du bâtiment et de diriger notre analyse dans le cas d'une étude plus élaborée.

- Comment faire le suivi de la consommation énergétique

Pour être efficaces, la vérification et le suivi énergétique doivent être faits en compilant les factures pour chacune des sources d'énergie. À partir de ces données de facturation, il est possible de faire des normalisations par rapport aux conditions climatiques.

Ceci permet d'obtenir un portrait de la consommation dans le temps en tenant compte des variations dues à la température extérieure d'une année à l'autre. Plusieurs données climatiques sont disponibles sur le site d'environnement Canada et peuvent être téléchargées en format Excel à l'adresse suivante : [http://climat.meteo.gc.ca/climateData/canada\\_f.html](http://climat.meteo.gc.ca/climateData/canada_f.html)

Le tableau ci-dessous montre un exemple de suivi énergétique pour un compteur de gaz naturel dans une institution :

**Tableau 5 : Exemple <sup>(3)</sup> de suivi énergétique pour un compte de gaz naturel**

Nb jours	De	À	Consommation m <sup>3</sup>	\$	\$/m <sup>3</sup>	DJC (18 °C)	Prédiction Année de réf. 2009 (m <sup>3</sup> )
31	30-sept-08	31-oct-08	122 197	43 269,49 \$	0,354	307	
30	31-oct-08	30-nov-08	158 282	55 860,28 \$	0,353	468	
31	30-nov-08	31-déc-08	228 873	81 645,05 \$	0,357	764	
		Sous-total	509 352	180 775 \$			
<b>ANNÉE 2009</b>							
31	31-déc-08	31-janv-09	225 686	75 353,49 \$	0,334	956	251 866
28	31-janv-09	28-févr-09	186 024	59 435,86 \$	0,320	701	192 374
31	28-févr-09	31-mars-09	171 284	51 982,97 \$	0,303	591	172 980
30	31-mars-09	30-avr-09	128 090	36 852,32 \$	0,288	314	113 936
31	30-avr-09	31-mai-09	96 821	29 743,97 \$	0,307	166	87 207
30	31-mai-09	30-juin-09	63 472	18 119,25 \$	0,285	46	77 235
31	30-juin-09	31-juil-09	60 171	17 128,16 \$	0,285	8	78 895
31	31-juil-09	31-août-09	61 982	17 293,49 \$	0,279	20	78 895
30	31-août-09	30-sept-09	61 498	16 972,11 \$	0,276	91	79 178
31	30-sept-09	31-oct-09	151 382	41 755,44 \$	0,276	343	119 525
30	31-oct-09	30-nov-09	161 658	46 746,35 \$	0,289	407	131 898

<sup>3</sup> Dans le cas de cet exemple, le but était d'effectuer un suivi de la consommation de gaz en fonction de l'année de référence 2009.

Nb jours	De	À	Consommation m <sup>3</sup>	\$	\$/m <sup>3</sup>	DJC (18 °C)	Prédiction Année de réf. 2009 (m <sup>3</sup> )
31	30-nov-09	31-déc-09	218 039	66 568,71 \$	0,305	725	201 866
		<b>Sous-total</b>	<b>1 586 107</b>	<b>477 952,12 \$</b>	<b>0,301</b>	<b>4 368</b>	<b>1 585 857</b>
<b>ANNÉE 2010</b>							
31	31-déc-09	31-janv-10	220 966	68 418,71 \$	0,310	756	208 710
28	31-janv-10	28-févr-10	186 327	58 602,54 \$	0,315	636	178 406
31	28-févr-10	31-mars-10	188 097	57 959,98 \$	0,308	457	144 072
30	31-mars-10	30-avr-10	142 648	43 190,18 \$	0,303	256	101 069
31	30-avr-10	31-mai-10	92 146	27 400,03 \$	0,297	108	87 185
30	31-mai-10	30-juin-10	61 832	18 413,22 \$	0,298	32	76 760
31	30-juin-10	31-juil-10	59 293	17 917,42 \$	0,302	5	78 895
31	31-juil-10	31-août-10	63 386	18 697,26 \$	0,295	9	78 895
30	31-août-10	30-sept-10	84 826	24 632,16 \$	0,290	84	78 056
31	30-sept-10	31-oct-10	129 062	36 974,27 \$	0,286	300	110 911
30	31-oct-10	30-nov-10	169 572	47 792,94 \$	0,282	467	144 701
31	30-nov-10	31-déc-10	231 552	64 406,22 \$	0,278	739	204 975
		<b>Sous-total</b>	<b>1 629 707</b>	<b>484 404,93 \$</b>	<b>0,297</b>	<b>3 849</b>	<b>1 492 635</b>

Certaines explications s'imposent :

- Afin de faire la normalisation selon les conditions climatiques, les degrés-jours par rapport à 18°C ont été extraits des données d'Environnement Canada. Les degrés-jours d'un mois donné sont définis comme la somme de l'écart journalier entre 18°C et la température moyenne journalière si cette dernière est inférieure à 18°C. On retrouve ces données dans l'avant-dernière colonne. Prenez note que les degrés-jours publiés par Environnement Canada sont normalement par rapport à une température de référence de 18°C. Cependant, cette température de référence peut ne pas convenir à tous les usages. Pour obtenir les degrés-jours pour une autre température de référence, il faut simplement faire le calcul à partir des données de températures moyennes journalières, elles aussi publiées par Environnement Canada.

- En faisant une régression linéaire de la consommation d'énergie en fonction des degrés-jours, on obtient une équation qui permet de prédire la consommation mensuelle en fonction des conditions climatiques. Cette équation n'est pas nécessairement très précise sur une base mensuelle, mais sur une base annuelle, elle permet de prédire assez bien la consommation d'énergie de l'année de référence.
- Dans le cas présenté, cet exercice permet clairement de voir que la consommation réelle de 2010 (1 629 707 m<sup>3</sup>) est substantiellement plus élevée que la consommation prédite selon la référence 2009 pour les mêmes conditions climatiques (1 492 635 m<sup>3</sup>). On peut donc soupçonner que des changements ont été apportés au bâtiment ou que la performance de certains équipements consommant du gaz naturel s'est dégradée.
- Le suivi énergétique permet aussi de voir en un coup d'œil l'évolution du coût moyen du gaz naturel et le coût total du gaz naturel.
- Le suivi énergétique permet aussi de faire facilement des comparaisons mensuelles entre les mêmes mois de deux années, ce qui permet parfois de détecter certaines anomalies.

À ce chapitre, le but du présent guide n'est pas tant de décrire des méthodes précises pour effectuer un suivi énergétique que de faire réaliser aux intervenants l'importance et les avantages de faire cet exercice sur une base régulière.

## 4.2 Comparaisons énergétiques

### **Pourquoi faire des comparaisons énergétiques?**

- ✓ Il n'est pas nécessairement évident de savoir si son bâtiment performe bien sans pouvoir le comparer à d'autres bâtiments.
- ✓ Particulièrement lorsque l'on est responsable d'un parc d'immeubles, la comparaison énergétique peut permettre de cibler les bâtiments sur lesquels la consommation énergétique est anormalement élevée et d'y entreprendre des actions.

Dans le cas où l'on souhaite évaluer les potentiels d'amélioration du rendement énergétique d'un groupe de bâtiment, il est utile de pouvoir se référer à des statistiques pour comparer la performance d'un bâtiment à des semblables. Ceci permet de déterminer si un bâtiment d'une certaine vocation consomme plus ou moins que la moyenne de son groupe et de cibler les bâtiments où des économies sont réalisables. Cette technique est généralement utilisée à l'étape préliminaire des projets d'efficacité énergétique, mais doit être utilisée avec précaution, car plusieurs facteurs peuvent faire varier la consommation d'un bâtiment à l'intérieure d'une même vocation.

Les données statistiques doivent donc être utilisées à titre indicatif et non comme un absolu dans le cadre de calculs d'économies d'énergie. Les données statistiques sont également utilisées par des outils d'évaluation de la consommation énergétique telle que Portfolio Manager d'Energy Star.

#### 4.2.1 Quelques données de comparaisons énergétiques

Le tableau suivant présente des données statistiques d'intensité énergétique en GJ/m<sup>2</sup> pour différents types de bâtiments québécois et provenant de différentes sources. On remarque que les valeurs varient beaucoup d'une source à une autre, car celles-ci dépendent énormément de la banque de données et des bâtiments inclus dans les catégories.

	Intensité énergétique (GJ/m <sup>2</sup> )						
	Québec		Canada			États-Unis	
<b>Vente en gros et entrepôts</b>	1,41	1,90		1,55			0,74
<b>Transport et entrepôts</b>		1,63					
<b>Commerce de détails</b>	1,45	2,03		1,74			
Commerce (autre que commerce d'alimentation)	0,91			1,55			
Commerce d'alimentation	3,00			2,78			2,05
<b>Industrie de l'information et de la culture</b>	1,65	2,81		1,52			
<b>Bureaux</b>	0,90	1,63		1,42		1,28	0,94
<b>Administration Publique</b>	1,45			1,22			
<b>Éducation</b>	1,05	2,02		1,35			0,86
Écoles primaires et secondaires	0,98		0,71	1,01			
CEGEPs et collèges	0,92		1,35	1,42	1,48		
Universités	2,13		1,94	2,59	2,04		
<b>Soins de santé</b>	1,30	3,26		1,75			
Services ambulatoires	1,75			1,47			1,01
Hôpitaux	2,09		2,44	2,83	2,65		2,55
Infirmes et installations de soins à domicile	0,73			1,29			
Assistance sociale	0,68			0,83			
<b>Services d'hébergement</b>	1,19	3,22		1,88			1,18
<b>Services alimentaires et services de boissons</b>	2,69	3,22		3,06			
<b>Organisation religieuses</b>	1,50			1,08			
<b>Arts et divertissement</b>		2,38					
<b>Moyenne pour tous les types d'établissements</b>	1,26			1,54			

- Commercial and Institutional Consumption of Energy Survey 2007 : Commercial and Institutional Consumption of Energy Survey, summary report – June 2007, par Ressources Naturelles Canada, 47 pages (Le tableau "Energy intensity by activity sector, by region (GJ/m<sup>2</sup>)" peut également être trouvé à l'adresse suivante: <http://oe.nrcan.gc.ca/publications/statistics/cices06/chapter1.cfm?attr=0>)
- Office de l'efficacité énergétique 2009 : Comprehensive Energy Use database, Ressources Naturelles Canada, année 2009. Site : [http://oe.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/trends\\_com\\_qc.cfm](http://oe.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/trends_com_qc.cfm)
- Enquête sur la consommation d'énergie 2003 : La consommation d'énergie dans les universités, les collèges et les hôpitaux, Rapport détaillé 2003, par Ressources Naturelles Canada, 15 pages
- Bilan énergétique commissions scolaires 2008-2009 : Bilan énergétique du réseau des commissions scolaires 2008-2009, Ministère de l'éducation, du loisir et du sport, juillet 2010.
- Energy Benchmarking Report 2010 : Energy Benchmarking Report 2010 - Performance of the Canadian Office Sector, Real Property Association of Canada. Site: [http://www.realpac.ca/resource/resmgr/energy\\_benchmarking/rpbenchmarkingreports05c.pdf](http://www.realpac.ca/resource/resmgr/energy_benchmarking/rpbenchmarkingreports05c.pdf)
- Commercial Building Benchmark data 1999 : Benchmarking 101, 2003 Platts. Site: <http://www.santecoopergreen.com/portal/page/portal/santecooper/mybusiness/energymanagementtips/benchmarking101.pdf>

Le lecteur remarquera que certaines sources ont des valeurs nettement différentes de certaines autres. Les professionnels du domaine se butent couramment à ce problème, qui fait qu'il est encore difficile de comparer la consommation énergétique d'un bâtiment par rapport à d'autres. Il est donc suggéré de consulter les différentes études citées dans le tableau précédent afin de prendre connaissance des différentes hypothèses et méthodologies utilisées.

#### 4.2.2 Outil Portfolio Manager d'Energy Star

Portfolio Manager est un outil simple et gratuit de gestion de l'énergie, qui vous permet de suivre et de comparer la consommation d'énergie et d'eau d'un bâtiment par rapport à des bâtiments similaires. Portfolio Manager permet notamment de gérer et suivre la consommation d'énergie et d'eau du bâtiment, d'établir l'intensité énergétique du bâtiment, d'évaluer le rendement énergétique du bâtiment comparativement à des bâtiments similaires et d'estimer l'empreinte de carbone.

L'outil évalue la performance énergétique avec une cote de rendement, sur une échelle de 1 à 100, par rapport à des bâtiments similaires aux États-Unis (la base de données ne contient actuellement aucun bâtiment situé au Canada, situation qui devrait être corrigée dans les prochains mois). Des modèles statistiquement représentatifs sont utilisés pour comparer le bâtiment avec des bâtiments similaires à partir d'une enquête nationale. Une note de 50 indique que le bâtiment, au point de vue de sa consommation d'énergie, est plus performant que 50 % de tous les bâtiments similaires du pays. La cote de rendement est basée sur les sources d'énergie, les variations météorologiques ainsi que les changements dans les principales caractéristiques physiques et d'exploitation de chaque bâtiment (superficie, nombre d'occupants, heures d'occupation, nombre d'appareils informatiques, etc.).

Bien qu'utile, l'outil présente actuellement des limitations importantes pour les bâtiments québécois :

- La base de données contient uniquement des bâtiments américains. Ressources naturelles Canada travaille actuellement à corriger cet élément.
- L'électricité y est considérée comme une source d'énergie polluante, et donc pénalisée par rapport à des combustibles fossiles lors de l'établissement de la cote. Si cela est vrai aux États-Unis où l'électricité est générée par des centrales au mazout, au charbon et au gaz naturel, cette analyse a moins de sens dans le cas d'une production hydroélectrique.

L'outil est disponible en ligne à l'adresse suivante :

[http://www.energystar.gov/index.cfm?c=evaluate\\_performance.bus\\_portfoliomanager](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=evaluate_performance.bus_portfoliomanager)

#### 4.2.3 Facteurs de conversion

Le tableau ci-dessous présente certains facteurs de conversion utiles pour obtenir les intensités énergétiques en gigajoules par mètres carrés :

	Unité		Conversion	=	Unité
<i>Électricité</i>	kWh	x	0,0036 GJ/kWh	=	GJ
<i>Gaz naturel</i>	m <sup>3</sup>	x	0,03789 GJ/m <sup>3</sup>	=	GJ
<i>Huile n°2</i>	L	x	0,03880 GJ/L	=	GJ
<i>Huile n°6</i>	L	x	0,04250 GJ/L	=	GJ
<i>Propane</i>	L	x	0,02531 GJ/L	=	GJ

Source : Ministère Énergie et ressources naturelles du Québec

### 4.3 Analyse énergétique

#### **Pourquoi faire une analyse énergétique?**

- ✓ L'analyse permet de déterminer où va l'énergie dans le bâtiment et quelles sont les faiblesses qui pourraient être améliorées.
- ✓ Elle permet d'identifier les mesures d'efficacité énergétique et d'en estimer les impacts : économies potentielles, coûts d'implantation et autres.

L'analyse énergétique consiste à élaborer le bilan d'un bâtiment afin de répartir la consommation énergétique par poste (chauffage, climatisation, éclairage, charges aux prises, etc.), relever les systèmes ayant un faible rendement et proposer les modifications nécessaires afin de les améliorer.

Ce type d'étude est généralement effectuée par des professionnels ayant une solide expérience en efficacité énergétique, et particulièrement en mécanique et électricité du bâtiment, afin d'obtenir une estimation de rentabilité juste et réaliste pour les projets proposés.

#### 4.3.1 Objectifs

Le but principal d'une analyse énergétique est d'établir les mesures d'efficacité énergétique qui peuvent s'appliquer à un bâtiment donné et d'en déterminer les implications techniques ainsi que les coûts et les bénéfices qui en découleront. Ces informations permettront par la suite aux gestionnaires de projet de monter un projet d'efficacité énergétique en toute connaissance de cause.

#### 4.3.2 Préparation et méthodologie

Généralement, un audit énergétique comprend les étapes décrites dans le tableau suivant. Le livrable de ce type d'étude est un rapport d'étude complet présenté au décideur.

	Objectifs	Étapes et implications
<b>Relevés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprendre l'opération et le fonctionnement et être en mesure de faire la description complète des systèmes.</li> <li>Valider que les systèmes en place répondent adéquatement aux besoins des occupants et du bâtiment.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude des documents de construction (plans et devis, schémas et séquences de contrôle).</li> <li>Analyse de la facturation énergétique du bâtiment.</li> <li>Étude des documents d'exploitation (manuel d'exploitation, dessins d'atelier, rapports de balancement).</li> <li>Discussions avec les opérateurs pour déterminer le fonctionnement de l'installation, la cause des problèmes vécus, effectuer des tests fonctionnels, etc.</li> <li>Mise en place de courbes de tendances « trend log » dans le système d'automatisation et/ou mesurage de certaines caractéristiques des équipements si requis.</li> </ul>

	Objectifs	Étapes et implications
<b>Établissement du bilan énergétique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprendre où va l'énergie dans un bâtiment donné et établir une base solide pour réaliser des calculs d'économie d'énergie par la suite.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Répartition de la consommation d'énergie du bâtiment par usages et postes de consommation : chauffage, climatisation, ventilation, éclairage, eau chaude domestique, charges aux prises, etc.</li> <li>Outils utilisés : simulations énergétiques, analyse de la facturation, calculs par des méthodes d'ingénierie reconnues, etc.</li> </ul>
<b>Proposition de mesures</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proposer des mesures d'économie d'énergie et effectuer des recommandations sur celles-ci.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Établir les économies d'énergie et d'émissions de GES réalisables, les coûts d'implantation, les implications sur la qualité de l'environnement intérieur, les impacts environnementaux et les subventions admissibles.</li> </ul>
<b>Montage d'un projet d'efficacité énergétique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monter un projet combinant une ou plusieurs mesures proposées tout en respectant les objectifs d'économies, de budget et de rentabilité du gestionnaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une analyse financière du ou des projets proposés doit être faite pour les besoins décisionnels (période de recouvrement de l'investissement, valeur actuelle nette, taux de rendement interne ou autre).</li> </ul>

#### 4.3.3 Établissement des critères d'acceptabilité des mesures d'économie d'énergie : une étape importante

Chaque organisation a ses propres critères d'acceptabilité pour la réalisation de projets d'économie d'énergie. Pour certains, une période de recouvrement de l'investissement (PRI) inférieure à 5 ans est la règle.

D'autres établissements, particulièrement les institutions qui sont là pour demeurer et qui peuvent donc avoir une vision à plus long terme, des périodes de recouvrement de 10 ans sont possibles, et même parfois plus si le projet peut permettre de résoudre d'autres problématiques (vétusté, apport d'énergie renouvelable, etc.).

Certaines organisations utilisent d'autres critères financiers pour déterminer si un projet est souhaitable ou non : valeur actuelle nette (VAN), taux de rendement interne (TRI), etc.

Avant de lancer un exercice d'analyse énergétique exhaustif, il est nettement préférable de déterminer ces critères financiers de façon à éviter de travailler sur des éléments qui, de toute évidence, ne peuvent être acceptables financièrement. Par exemple, pour une organisation ne souhaitant pas implanter des mesures ayant une PRI supérieure à 5 ans, plusieurs mesures ne valent même pas la peine d'être abordées. Un bon professionnel en efficacité énergétique saura les départager selon son expérience et investir son temps sur des mesures qui respecteront probablement les critères financiers de son client.

#### 4.3.4 Aperçu des méthodes de calculs énergétiques

Tel que mentionné dans le tableau précédent, pour effectuer le bilan énergétique et évaluer la rentabilité des mesures d'efficacité énergétique proposées, plusieurs outils d'analyse peuvent être utilisés dont les logiciels de simulation et la méthode de calcul par fourchettes de températures « BIN ».

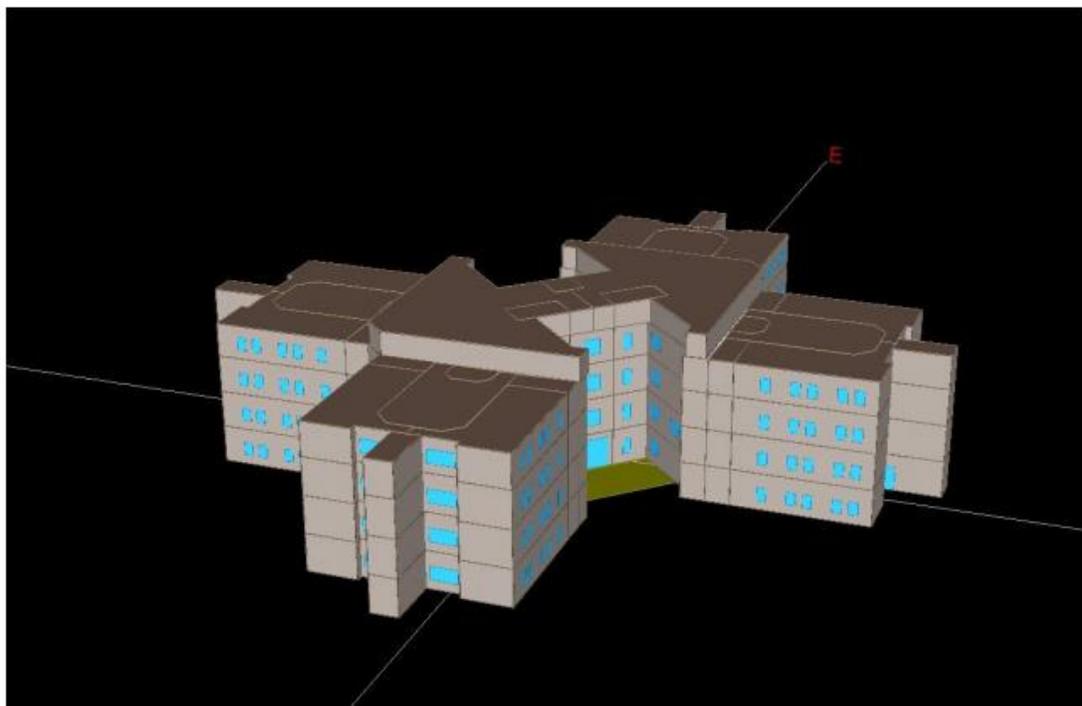
En voici un bref aperçu :

- Les logiciels de simulations

Il est aujourd'hui commun d'utiliser des logiciels de simulations afin d'évaluer la consommation énergétique des bâtiments. Ces logiciels représentent un outil précieux pour l'analyse énergétique, car ils permettent de voir où sont les postes consommateurs et d'évaluer plus précisément les économies engendrées par diverses mesures d'efficacité énergétique.

Plusieurs logiciels sont aujourd'hui utilisés par les firmes spécialisées. Les plus connus demeurent : eQuest, EnergyPlus, EE4, SIMEB, DOE2, Trace et HAP.

Figure 2 : Représentation d'un bâtiment simulé à l'aide du logiciel eQuest



Mentionnons qu'ils sont généralement plus précis que d'autres méthodes, car ils permettent d'évaluer tous les effets d'une mesure sur les différents systèmes du bâtiment. Ils réduisent aussi les risques d'erreur liés aux effets croisés (définition des effets croisés : *expression décrivant l'effet d'une modification entraînant des économies sur un poste de consommation, mais au détriment d'une augmentation d'un autre poste de consommation. Se dit aussi dans le cas où cet effet se produit suite à l'implantation simultanée de plusieurs mesures qui ont des effets l'une sur l'autre*).

Plusieurs logiciels sont disponibles et le niveau de complexité et la précision de chacun varient beaucoup. Il est donc primordial de choisir le logiciel en fonction de ce que l'on désire retirer de cet outil, car certains logiciels permettent de simuler précisément des changements apportés aux systèmes alors que d'autres permettent seulement d'obtenir un portrait global de la consommation énergétique. Le temps requis (et donc le coût de la simulation) est généralement directement lié avec le niveau de précision souhaité, c'est-à-dire qu'une simulation très précise et détaillée peut s'avérer coûteuse. Il faut donc déterminer le besoin réel avant de se lancer dans cet exercice.

Les simulations ont longtemps été plus coûteuses que d'autres méthodes pour déterminer les économies d'énergie d'un projet. Cela est de moins en moins vrai, particulièrement suite au développement de logiciels plus conviviaux et à la meilleure formation des professionnels les utilisant. Par ailleurs, la réalisation de simulations énergétiques peut faciliter l'obtention d'une aide financière pour un projet donné.

Le gestionnaire immobilier devrait travailler de concert avec son consultant en efficacité énergétique pour déterminer si la simulation est requise ou non, selon les différents paramètres et objectifs du projet.

- Méthode de calcul « BIN »

La méthode de calcul « BIN » est une autre façon d'évaluer la consommation énergétique d'un bâtiment ou d'un système pour différentes conditions climatiques. Si elle est moins précise qu'une simulation énergétique bien montée, elle est parfois suffisante pour les besoins d'un projet donné.

Cette méthode est basée sur le concept que toutes les heures d'une période donnée où une certaine température extérieure survient peuvent être regroupées et un calcul énergétique peut être fait pour ces heures en considérant que les équipements fonctionnent sous ces mêmes conditions.

Le tableau de la page suivante présente un exemple de données annuelles « BIN » établi à partir d'une moyenne des données météorologiques des années 2003 à 2006 pour l'aéroport de Montréal. Comme une de ces quatre années est une année bissextile, la moyenne des 4 années donne un total de 8 766 heures (365 jours et un quart).

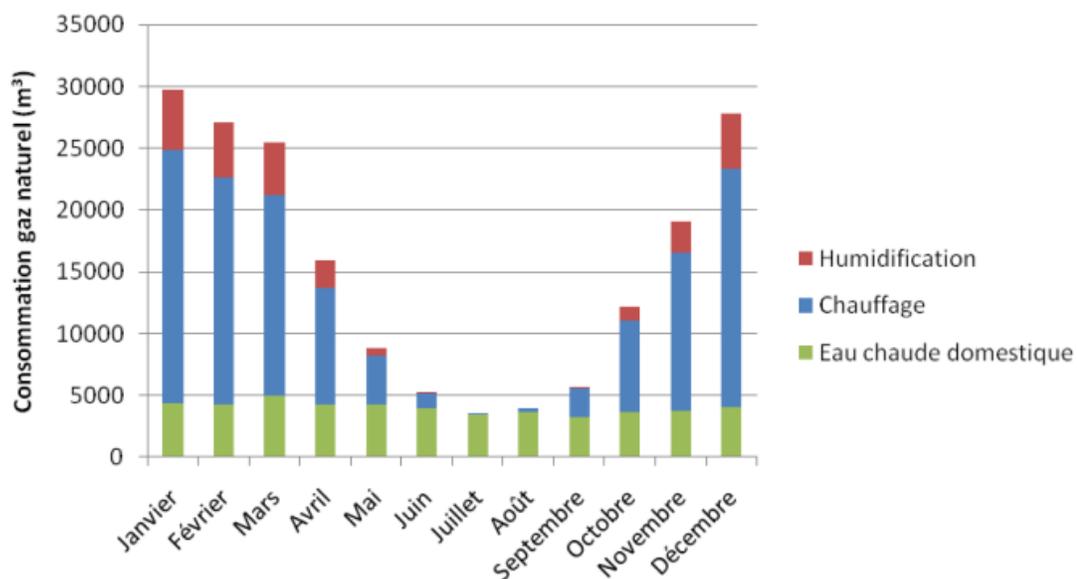
Les données « BIN » sont utilisées pour calculer la consommation d'énergie d'un système influencé par la température extérieure. Par exemple, pour calculer la consommation d'un système d'apport d'air extérieur dans le bâtiment, la méthode « BIN » peut être utilisée pour calculer les coûts de chauffage et de refroidissement associés à chaque fourchette de température.

**Figure 3 : Exemple de données "BIN"**

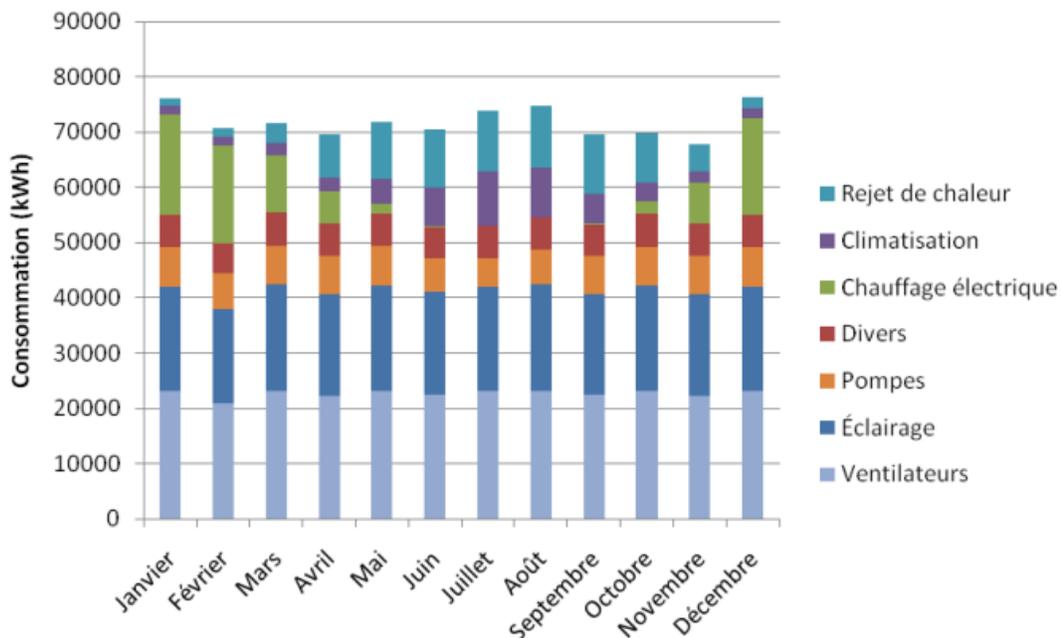
ÉTENDUE		BIN 24H
Température °C		
De	À	hr
35	37	0
33	35	1
31	33	14
29	31	56
27	29	131
25	27	248
23	25	373
21	23	476
19	21	541
17	19	532
15	17	503
13	15	452
11	13	405
9	11	423
7	9	423
5	7	463
3	5	499
1	3	503
-1	1	416
-3	-1	364
-5	-3	338
-7	-5	355
-9	-7	292
-11	-9	215
-13	-11	203
-15	-13	184
-17	-15	110
-19	-17	74
-21	-19	59
-23	-21	49
-25	-23	44
-27	-25	18
-29	-27	4
-31	-29	1
-33	-31	0
-35	-33	0
TOTAL		<b>8766</b>

#### 4.3.5 Exemple de bilan énergétique

Voici un exemple de ce qu'est un bilan énergétique. Le bâtiment étudié dans ce cas était un établissement d'hébergement occupé en permanence.

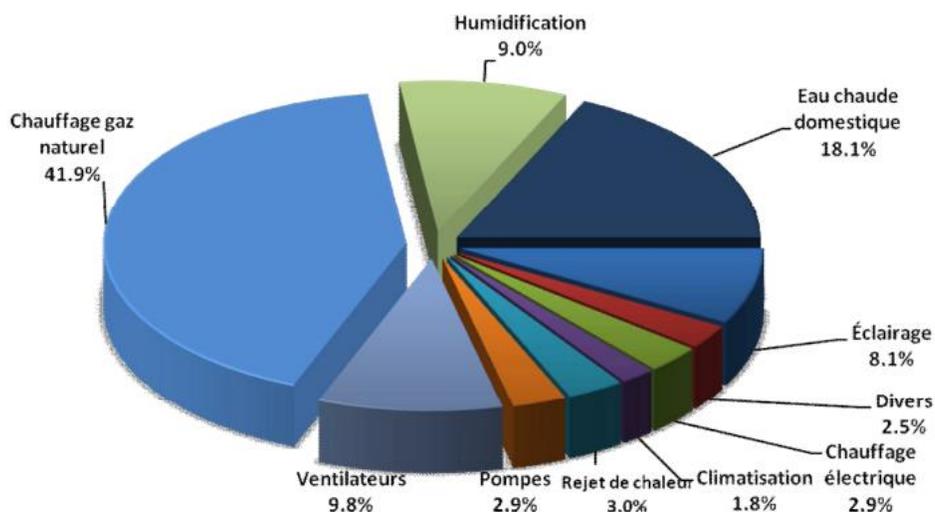


**RÉPARTITION MENSUELLE DE LA CONSOMMATION DE GAZ NATUREL**



**RÉPARTITION MENSUELLE DE LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ**

Figure 4 : Exemple de bilan énergétique



**RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION GLOBALE**

La répartition ci-dessus se veut un exemple et ne peut servir de généralisation. L'expérience tend à démontrer qu'en énergie, les systèmes mécaniques et électriques et les usages des bâtiments sont souvent trop différents d'un bâtiment à un autre pour faire des généralisations faciles et précises. Il importe donc de bien analyser chaque bâtiment pour en arriver à une bonne répartition de l'énergie.

#### **4.4 Remise au point ou recommissioning**

##### **Pourquoi lire cette section?**

- ✓ Les projets d'efficacité énergétique visent généralement à implanter des mesures impliquant d'importants coûts d'implantation. Les projets de remise au point, au contraire, visent l'utilisation optimisée des équipements existants et impliquent donc généralement peu de coûts.
- ✓ Le recommissioning peut généralement permettre des économies de l'ordre de 10 %, avec un recouvrement de l'investissement rapide.

##### **4.4.1 Définition du recommissioning**

Le recommissioning (RCx) est un processus d'optimisation d'un bâtiment qui s'effectue de façon cyclique après la mise en marche de celui-ci. Il vise l'utilisation optimale des systèmes de CVCA (chaudières, refroidisseurs, unités de ventilation et de distribution d'air, contrôle de l'éclairage, etc.) présents dans le bâtiment, afin de réduire la consommation énergétique, en maintenant ou en améliorant le confort et la qualité de l'air intérieur.

Le but d'un projet de recommissioning est en fait de :

- Réviser les besoins réels des occupants du bâtiment (type d'activités, horaire d'occupation, températures et humidité de consigne, etc.)
- S'assurer que les systèmes de chauffage, ventilation et conditionnement de l'air (CVCA) existants répondent adéquatement et efficacement à ces besoins.

#### 4.4.2 Coûts et retour sur l'investissement

Un projet de recommissioning est généralement peu coûteux puisqu'il implique seulement une optimisation du fonctionnement des systèmes existants, contrairement à un projet d'efficacité énergétique où l'installation d'équipements est normalement requise. La période de retour sur l'investissement d'un tel projet est généralement inférieure à 2 ans.

#### 4.4.3 Mesures typiques de recommissioning

Le tableau suivant liste et explique les mesures typiques qui sont implantées dans le cadre d'un projet de recommissioning.

Mesures typiques de recommissioning	Explication de la mesure
<b>Optimisation des horaires de fonctionnement</b>	Dû à l'évolution de l'utilisation du bâtiment, les horaires de fonctionnement des systèmes et de l'éclairage changent constamment. Trop souvent, on constate que certains systèmes fonctionnent selon un horaire étendu sans besoin réel.
<b>Optimisation des paramètres de fonctionnement</b>	Les points de consigne de température, de pression et d'humidité, sont souvent modifiés par le personnel technique du bâtiment en raison des demandes des occupants, par exemple. Ces changements ne vont cependant pas toujours dans le sens de la conception initiale et peuvent entraîner une surconsommation inutile des systèmes.
<b>Révision des séquences de contrôle</b>	Les différents systèmes de CVCA sont contrôlés de façon électronique ou pneumatique. Des algorithmes de contrôle s'assurent du fonctionnement. On constate cependant souvent que ces séquences sont loin d'être optimales du point de vue énergétique.
<b>Ajustement de l'air frais admis</b>	Les normes et les besoins d'air extérieur varient beaucoup. On constate souvent que l'apport d'air extérieur est soit insuffisant, soit trop élevé par rapport au besoin. C'est un poste de consommation énergétique majeur. Cette mesure engendre donc souvent de bonnes économies.
<b>Réparation d'éléments défectueux, balancement et nettoyage</b>	Chacun des éléments des systèmes doit être inspecté et son bon fonctionnement doit être validé par des tests fonctionnels sur place et à partir du système de contrôle du bâtiment. De plus, l'encrassement graduel des éléments de transfert de chaleur en réduit le rendement, il faut donc les inspecter et les nettoyer si nécessaire.

Mesures typiques de recommissioning	Explication de la mesure
<b>Étalonnage des sondes</b>	Des sondes désajustées peuvent entraîner des coûts énergétiques importants ou de l'inconfort par une mauvaise opération des systèmes CVCA.

#### 4.4.4 Étapes d'un projet de recommissioning

Typiquement, un projet de remise au point se déroule en quatre étapes : la planification, l'investigation, la mise en œuvre et le suivi post implantation. Le tableau suivant présente ces quatre étapes et les principales activités qui y sont attachées. À noter que les phases 2 et 3 peuvent parfois être réalisées de façon simultanée.

Phases d'un projet de recommissioning	Activités effectuées pendant la phase
<b>Phase 1 : Planification</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Première visite du bâtiment et premier contact avec les systèmes électromécaniques. Investiguer sur les besoins opérationnels et les besoins des occupants.</li> <li>• Prise de connaissance de la documentation disponible incluant : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les plans d'architecture</li> <li>- Les plans mécaniques</li> <li>- Les schémas et séquences de contrôle</li> <li>- Les manuels d'exploitation</li> <li>- La facturation énergétique du bâtiment</li> </ul> </li> <li>• Après la visite : déterminer de façon préliminaire les mesures de remise au point applicables au bâtiment ainsi que la stratégie de mesurage des résultats obtenus.</li> </ul>
<b>Phase 2 : Investigation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préciser les mesures de recommissioning applicables au bâtiment étudié.</li> <li>• Déterminer exactement le mode d'opération actuel des différents systèmes en utilisant les différents outils disponibles : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Élaboration des diagrammes des systèmes</li> <li>- Mise en place de courbes de tendances « trend log » dans le système d'automatisation</li> </ul> </li> </ul>

Phases d'un projet de recommissioning	Activités effectuées pendant la phase
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesurage</li> <li>- Étude des documents de design (plans et devis)</li> <li>- Étude des documents d'exploitation (manuel d'exploitation, dessins d'atelier, rapports de balancement)</li> <li>- Discussions avec les opérateurs pour déterminer la cause des problèmes vécus, tests fonctionnels, etc.</li> <li>• Établir une liste d'opportunités découlant des observations faites comprenant pour chacune des mesures :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description de la situation actuelle</li> <li>- Description des modifications suggérées</li> <li>- Coûts d'implantation</li> <li>- Bénéfices attendus</li> </ul> </li> </ul>
<b>Phase 3 : Implantation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantation des éléments de la liste d'opportunités approuvés par le gestionnaire :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Travaux d'automatisation des systèmes de CVCA (programmation)</li> <li>- Réparations mineures</li> <li>- Travaux de balancement</li> </ul> </li> <li>• Assurer la surveillance des travaux et vérifier les résultats obtenus</li> </ul>
<b>Phase 4 : Transfert</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Émission d'un rapport final d'optimisation.</li> <li>• Documentation des modifications apportées.</li> <li>• Formation des opérateurs aux changements apportés.</li> <li>• Élaboration des stratégies visant la pérennité des économies notamment en élaborant un plan de commissioning continu dédié aux opérateurs.</li> </ul>

## **4.5 Commissioning continu**

Le commissioning continu est une suite de recommissioning successifs à l'étape de l'exploitation et de l'entretien, visant à résoudre des problèmes opérationnels, à améliorer le confort, à optimiser l'utilisation de l'énergie et à recommander une modernisation au besoin. Il s'apparente à la mise en œuvre du plan de gestion d'énergie. Des outils informatisés peuvent faciliter le commissioning continu en permettant de détecter et diagnostiquer automatiquement et continuellement les anomalies d'opération des systèmes.

## **4.6 Réalisation de projets d'efficacité énergétique**

### 4.6.1 Description des modes de réalisation

Pour les projets d'efficacité énergétique se déroulant dans l'existant, deux modes de réalisation sont principalement utilisés : le mode dit traditionnel et le mode « Entreprise de services éconergétiques (ESE) ».

En somme, la différence entre ces deux modes de réalisation est que pour le mode conventionnel le propriétaire assume la majeure partie des risques liés aux projets et c'est lui qui est le maître d'œuvre du projet alors que pour le Mode ESE le propriétaire sélectionne une firme qui sera responsable de la réalisation complète du projet.

Dans ce dernier cas, le propriétaire a seulement un rôle d'approbation et l'ESE s'engage à rembourser la valeur de la sous-performance en termes de consommation énergétique dans le cas où les objectifs ne sont pas atteints.

Chacune des façons de faire a des avantages et des inconvénients qui sont décrits dans le tableau à la page suivante.

Comme dans n'importe quel domaine, on retiendra qu'autant en mode conventionnel qu'en mode ESE, le bon déroulement d'un projet découle surtout de la qualité des personnes qui y sont impliquées. Il y a de bons et de mauvais projets dans les deux façons de faire.

	Mode conventionnel	Mode ESE
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le propriétaire a le plein contrôle de son projet;</li> <li>Le propriétaire obtient la qualité de produits et services selon ses exigences;</li> <li>Le projet peut être moins coûteux, car il n'y a pas de frais pour la garantie de performance et moins de frais pour la gestion qui est réalisée à l'interne;</li> <li>Les mesures ont tendance à être estimées de façon conservatrice.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'ESE offre une garantie de performance sur le projet.</li> <li>L'ESE assume une grande part de responsabilités et de risques dans le projet.</li> <li>Réalisation généralement rapide du projet.</li> <li>L'ESE garantit le prix du projet (les surplus sont assumés par l'ESE, à l'exception évidemment des demandes additionnelles du client).</li> <li>Le suivi énergétique est presque toujours réalisé, dû à la présence de la garantie de performance.</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de garantie de performance;</li> <li>Le suivi énergétique du projet (post implantation) est plus rarement réalisé, car il est plus rare que quelqu'un soit mandaté pour le faire;</li> <li>Plus de travail pour le propriétaire ou gestionnaire du bâtiment;</li> <li>Possibilité de dépassement budgétaire pour le propriétaire si le projet n'est pas correctement conçu et géré.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frais additionnels pour la garantie de performance;</li> <li>Risque au niveau de la qualité des produits et de l'installation en raison d'offres de services trop agressives de la part des ESE (particulièrement lorsque la compétition est forte);</li> <li>Souci moins présent pour la facilité d'opération et d'entretien et la vision de développement à long terme. L'établissement doit veiller à cet aspect.</li> </ul>

#### 4.6.2 Étape de réalisation d'un projet en mode conventionnel

##### - Étape 1 - Définition de la portée du projet et des objectifs à atteindre (plan d'action)

Le plan d'action peut être réalisé directement par le propriétaire ou celui-ci peut avoir recours à un consultant spécialisé. Les objectifs généraux de cette étape sont les suivants :

- Analyse générale du site du projet afin de déterminer quels bâtiments sont particulièrement énergivores par rapport aux statistiques et de les classer par ordre de priorité;
- Dans les bâtiments sélectionnés, réaliser une estimation grossière des économies d'énergie et monétaires possibles et des investissements requis;
- Définir les objectifs du projet et les paramètres financiers acceptables;

- Établir un portrait de l'aide financière disponible pour le projet.
- Étape 2 - Appel d'offres de services professionnels pour la réalisation d'études d'efficacité énergétique/réalisation des études

Le but des études de faisabilité est d'établir avec plus de précision les mesures qui peuvent réellement s'appliquer à un bâtiment donné et d'en déterminer les implications techniques, les coûts et les bénéfices qui en seront retirés. Ces informations permettront par la suite aux décideurs d'établir le projet d'efficacité énergétique en toute connaissance de cause.

Encore une fois, dépendamment de l'expertise disponible à l'interne, il est courant que ces études soient réalisées par des professionnels en efficacité énergétique. Le résultat final de cette étape est normalement la livraison d'audits énergétiques des bâtiments touchés et le montage financier d'un projet pouvant être implanté par le propriétaire. Afin de minimiser les risques de sous-évaluer les investissements ou surévaluer les économies, les audits énergétiques devraient être du niveau 2 ou 3, tel qu'établi par l'ASRHAE.

- Étape 3 - Plans et devis pour l'implantation des mesures/Appel d'offres pour l'implantation des mesures

En général, l'implantation des mesures nécessite la réalisation de plans et devis. Cette étape comprend donc la réalisation de toutes les étapes menant à l'octroi du contrat pour construction (réalisation des plans et devis, lancement de l'appel d'offres, ouverture des soumissions et analyse).

- Étape 4 - Implantation des mesures d'efficacité énergétique

Cette étape consiste à mettre en place les mesures d'efficacité énergétique sélectionnées. Selon l'ampleur et la nature des travaux, elle peut impliquer un entrepreneur général ou spécialisé. Afin de s'assurer de la qualité des travaux et du respect des objectifs initiaux, les travaux sont normalement surveillés par la firme qui a réalisé les plans et devis, de même que par les représentants du propriétaire.

Cette phase se termine normalement par la mise en marche et l'émission de l'acceptation définitive des travaux par l'ingénieur.

- Étape 5 - Mise en marche du projet et formation des opérateurs

Cette phase consiste à effectuer de façon détaillée la mise en marche de chaque composante du système, la mise en service globale des systèmes et s'assurer qu'ils donnent les performances attendues lors de la conception.

C'est aussi à ce moment qu'on effectue tous les tests requis au niveau des débits d'air ou d'eau et des contrôles du système (paramètres, ajustements fins, opération dans les différents modes prévus, etc.) et que les opérateurs du bâtiment sont formés aux changements apportés.

- Étape 6 - Exploitation et suivi énergétique

La dernière phase du projet est d'exploiter le bâtiment et ses nouveaux systèmes. C'est une étape cruciale pour atteindre les économies anticipées, car les nouveaux systèmes doivent être entretenus et opérés correctement pour atteindre leurs performances attendues et durer.

En plus de l'exploitation, la mise en place d'un bon suivi énergétique (selon une méthode telle que le Protocole international de mesurage et de vérifications du rendement (PIMVR)) permettra de s'assurer de la pérennité et de l'optimisation des mesures implantées.

- Étapes 2 à 6 - Mise en service

La mise en service ou *commissioning* en anglais est un processus d'assurance qualité qui, dans sa version la plus complète, doit être initiée dès la phase de plans et devis d'un projet et se finit avec le suivi énergétique post projet. Des études ont démontré que le processus de mise en service permet de réaliser entre 10 et 15% d'économies sur un projet de construction.

Le niveau de mise en service doit être établi par l'équipe de projet et dépend de la nature et de l'envergure du projet. Le processus de mise en service est assuré par un agent de mise en service. Pour les projets de moindre envergure l'agent de mise en service fera souvent partie de la firme de consultants travaillant sur les plans et devis alors que pour les projets de plus grandes envergure on aura intérêt à faire affaire avec une tierce partie pour assurer plus de transparence dans le processus.

À l'étape de la conception, l'agent de mise en service s'assure que le projet répond aux besoins du client de la manière la plus efficiente possible; son rôle est de challenger l'équipe de conception pour réduire les coûts de construction et les futurs coûts d'exploitation.

Pendant la phase de construction du projet, l'agent de mise en service veille à la réalisation de tests statiques et d'essais dynamiques approfondis. Les tests statiques permettent de démontrer que les différentes composantes électromécaniques ont été correctement installées et fonctionnent. Les essais dynamiques permettent de démontrer que les équipements et systèmes fonctionnent de manière efficiente, telle que prévue. Les tests et essais sont documentés par des fiches standard qui, pour chaque test et essai, consignent les résultats attendus et les résultats observés. Une grande importance est attachée aux systèmes de contrôle des systèmes CVCA. Du fait de la nature de notre climat, il n'est pas rare de devoir attendre trois saisons (été, hiver et automne/printemps) pour pouvoir réaliser tous les essais dynamiques.

L'agent de mise en service s'assure que toutes les fiches de test et essais fassent partie du manuel de fin de projet et une grande importance est prêtée à la documentation et la formation.

Finalement, la mise en service devrait idéalement inclure une à deux années de suivi pour confirmer la performance des équipements et systèmes dans leur ensemble.

#### 4.6.3 Étapes de réalisation d'un projet en mode ESE

##### - Étape 1 - Qualifications

À l'étape des qualifications, les firmes « ESE » sont sollicitées par appel d'offres en déposant un document qui présente leur firme. À partir de ces informations qualitatives, le propriétaire et son comité de sélection retiennent la qualification de 2 à 4 firmes pour l'étape suivante.

##### - Étape 2 - Propositions

À cette étape, chaque firme retenue à l'étape précédente remet un document présentant sa proposition technique et financière. La proposition financière comprend normalement : le coût du projet global, les économies prévues, les subventions anticipées, les détails sur le financement proposé du projet (auprès d'une institution financière ou autre).

La sélection se fait généralement via un système de pointage qualitatif et par comparaison de valeurs actualisées nettes respectives des projets proposés.

##### - Étape 3 - Étude de faisabilité

La firme retenue à l'étape des propositions effectue ensuite une étude détaillée pour valider en profondeur les éléments de sa proposition technique. Cette étape sert à faire les ajustements pour s'assurer que le projet correspond bien aux besoins du propriétaire tout en respectant l'enveloppe du proposant.

Normalement, la firme ESE se doit de respecter la proposition financière faite précédemment (coût du projet, économies prévues, subventions anticipées).

##### - Étape 4 - Négociation contractuelle

En parallèle avec la réalisation de l'étude de faisabilité, des négociations contractuelles ont lieu afin de finaliser les différents paramètres du contrat, les clauses de pénalités, les garanties financières, etc.

Normalement, le contrat se signe après l'acceptation de l'étude de faisabilité par le propriétaire.

- Étape 5 - Plans et devis

La firme ESE réalise ou sous-traite la réalisation des plans et devis nécessaires à l'implantation des mesures finales déterminées à l'étude de faisabilité.

- Étape 6 - Construction

La firme ESE agit comme gestionnaire de projet et entrepreneur général dans l'implantation des mesures. Elle embauche les sous-traitants requis à la construction et à la mise en place des différentes mesures.

Elle gère l'ensemble des paramètres du chantier de construction.

- Étape 7 - Suivi énergétique et conciliation des économies

Comme les économies sont contractuellement garanties, il est obligatoire d'effectuer un suivi énergétique rigoureux pour déterminer la performance réelle du projet. Pour des raisons évidentes d'impartialité, il serait normalement recommandé que le suivi énergétique soit à tout le moins vérifié par une tierce partie indépendante.

À la fin de chaque année contractuelle, un rapport de conciliation est produit par la firme ESE et le cas échéant, un montant de bonus ou de pénalité peut être versé selon la performance du projet.

## 5. LA GESTION ENVIRONNEMENTALE

### Pourquoi lire cette section?

- ✓ Afin de se conformer aux règlements touchant l'abolition des certaines substances.
- ✓ Afin de promouvoir une gestion respectueuse de l'environnement et d'améliorer ainsi de hausser la notoriété du bâtiment.
- ✓ Afin de prendre connaissance des certifications « vertes ».
- ✓ Afin d'améliorer le confort des occupants.
- ✓ Afin d'améliorer la performance environnementale du bâtiment.

Avec la généralisation de la prise de conscience environnementale qu'a connue la société au cours des dernières années, il est de plus en plus fréquent de voir des gestionnaires de bâtiments soucieux des répercussions environnementales de l'exploitation de leurs bâtiments. Au-delà du respect de la réglementation, touchant l'abolition de l'utilisation de certains réfrigérants par exemple, des choix écologiques peuvent être faits. La gestion efficace de l'énergie, de l'eau, des déchets, du recyclage et des matières dangereuses permet d'améliorer l'empreinte écologique du bâtiment. À cet égard, un nombre grandissant de propriétaires d'édifices commerciaux et institutionnels agissent actuellement pour atteindre une reconnaissance officielle via des certifications vertes telles que BOMA BEST et LEED.

Cette section évoque les grandes lignes des principes de gestion de l'eau, des matières résiduelles et des matières dangereuses. On y décrit les principales méthodes utilisées à l'heure actuelle et l'impact environnemental que peut avoir l'implantation de ces dernières. Enfin, on aborde le volet « certification » touchant la gestion des éléments énumérés précédemment.

### 5.1 Gestion de l'eau

#### 5.1.1 Situation actuelle au Québec

Le Québec a la chance d'être doté en grande quantité d'une ressource naturelle enviable, l'eau potable. À l'heure actuelle, l'eau est offerte gratuitement dans la plupart des municipalités, peu importe la quantité consommée, sauf pour les bâtiments commerciaux et industriels. Cette

abondance n'incite pas les gens à être naturellement économes, mais encourage plutôt l'inverse, le gaspillage.

À moyen terme, cette situation est destinée à changer. En effet, plusieurs municipalités sont en processus d'installation de compteurs d'eau, particulièrement pour les secteurs commerciaux, institutionnels et industriels.

Il existe actuellement plusieurs mesures d'économie d'eau possibles dans les bâtiments, mais elles ne sont généralement implantées que dans le cadre de certifications environnementales, ou dans une moindre mesure, par souci environnemental. Cependant, il semble évident que la popularité de ces mesures augmentera de façon significative lorsque viendra le temps de payer un prix conséquent pour sa consommation d'eau potable. Les principales méthodes d'inspection et de gestion efficace de l'eau sont abordées à la sous-section suivante.

#### 5.1.2 Méthodes de suivi et de réduction de la consommation d'eau

##### - Compteur et sous-compteurs

La vaste majorité des nouvelles constructions sont dotées d'un compteur à l'entrée d'eau de la ville. Ce dernier permet de quantifier la consommation totale d'eau potable du bâtiment. Il serait de bonne pratique pour un gestionnaire de compiler les données de consommation à intervalle régulier et d'en effectuer le suivi de l'évolution. À noter que des gains importants sont souvent compilés aux endroits où l'eau est tarifée. Une variation à la hausse de la consommation aurait avantage à être questionnée et si possible, résolue.

L'installation de sous-compteurs, pour chaque usage principal par exemple, permettra aussi de mieux cibler les plus importants postes consommateurs d'eau du bâtiment pour éventuellement appliquer des mesures de réduction aux endroits-clés. L'ajout de sous-compteurs peut s'avérer utile pour un gestionnaire voulant s'assurer d'investir au bon endroit les montants requis à d'éventuelles mesures de réduction de consommation d'eau potable.

Par ailleurs, soulignons que la certification LEED ainsi que la nouvelle norme BOMA-BES<sub>t</sub> V3, pour des bâtiments existants, exigent toutes deux la présence d'un compteur d'eau principal, relevé de façon quotidienne, et accorde des points additionnels pour la présence de sous-compteurs permettant de mesurer plus de 40 % de la consommation totale d'eau potable.

- Réalisation d'un audit de consommation d'eau

L'audit de consommation d'eau sert à :

- Analyser la consommation globale du bâtiment;
- Déterminer quels sont les postes consommateurs et en quelle proportion;
- Proposer des possibilités d'économie d'eau et les chiffrer.

L'audit de consommation d'eau est un prérequis des certifications environnementales comme LEED et BOMA BES<sub>t</sub>.

- Installation d'appareils de plomberie économes en eau

Plusieurs appareils de plomberie sont maintenant conçus pour réduire fortement la consommation d'eau par rapport à des appareils conventionnels.

Les dispositifs économes les plus souvent rencontrés sont :

- Les cabinets d'aisance à faible débit : Il y a quelques années, plusieurs toilettes avaient des consommations de 13 litres d'eau par chasse. Sont ensuite apparues des toilettes consommant 6 litres d'eau par chasse, qui sont maintenant les toilettes conventionnelles. Les toilettes consommant 3 litres d'eau par chasse ainsi que les toilettes de 6 litres sont considérées par BOMA et LEED comme des toilettes à débit réduit. Les toilettes de 3 litres ne sont pas utilisables partout, il faut tenir compte du réseau pour un bâtiment existant. Le MAP est un élément important à tenir en compte dans le choix des toilettes à débit réduit.

- Les cabinets d'aisance à double chasse : ces appareils permettent à l'utilisateur de choisir le débit d'eau de la chasse en fonction des besoins. Ce dispositif est peu utilisé dans les bâtiments commerciaux et industriels.
- Les urinoirs à faible débit : les urinoirs conventionnels consomment généralement 3,8 litres d'eau par chasse. Les urinoirs à faible débit présentent quant à eux une consommation de 1,9 litre d'eau par chasse. À noter que les anciens urinoirs à chasse en continu (chasse automatique à toutes les 4 minutes, le jour, les soirs et la fin de semaine) sont très présents dans de plus vieux bâtiments. Ceux-ci utilisent une très grande quantité d'eau potable et doivent être remplacés.
- Les robinets et les pommes de douche à faible débit.
- Les robinets et dispositifs de chasse à détection infrarouge.
- L'installation d'aérateurs pour réduire le débit des robinets.

Par ailleurs, soulignons aussi l'existence d'urinoirs sans eau. L'installation de ces appareils peut permettre de carrément éliminer la consommation d'eau liée à ces équipements. À noter que dans le bâtiment existant, ces technologies doivent être utilisées avec prudence puisqu'elles nécessitent aussi des modifications à la tuyauterie de drainage. En effet, l'acidité de l'urine cause une dégradation très rapide de la tuyauterie de cuivre traditionnellement utilisée pour le drainage. Si cette technologie est retenue, il faut donc généralement faire des modifications qui dépassent le simple remplacement.

#### - Gestion de la consommation d'eau des tours de refroidissement

Les tours de refroidissement sont des appareils qui peuvent consommer énormément d'eau potable, particulièrement si elles ne sont pas gérées adéquatement au niveau du traitement chimique, de la filtration et des purges.

Afin de minimiser la consommation d'eau potable, il importe de s'assurer que de bonnes procédures de filtration et de traitement chimique soient mises en place, idéalement contrôlées automatiquement par des détecteurs tels que des conductivimètres. Une bonne gestion permettra de réduire au minimum les pertes liées aux purges.

Par ailleurs, il demeure que seulement par l'évaporation liée au rejet de chaleur, les tours de refroidissement sont d'importants consommateurs d'eau potable. En fait, les elles peuvent facilement représenter plus de 30% de la consommation d'eau d'un bâtiment sur une base annuelle.

- Arrosage des aménagements paysagers

Les aménagements paysagers peuvent s'avérer d'importants consommateurs d'eau. Afin de réduire la consommation d'eau potable qui y est liée, divers moyens peuvent être mis en place :

- Xéropaysagisme : cette mesure consiste à sélectionner les plantes de l'aménagement paysager pour éviter d'avoir à les arroser. La plupart du temps, il est possible de sélectionner des plantes adaptées à notre climat et pour lesquelles les précipitations normales sont suffisantes à la survie et au développement. Cette mesure devrait être considérée lors de réaménagement du paysagement. À noter que BOMA BEST et LEED recommandent de ne pas arroser les aménagements paysagers.
- Irrigation efficace : plusieurs techniques d'irrigation peuvent permettre de fortement réduire la quantité d'eau utilisée à cet usage :
  - Planifier l'arrosage au début ou à la fin de la journée pour éviter les périodes de forte évaporation;
  - Contrôle de l'irrigation en fonction de détecteur d'humidité du sol;
  - Prise de connaissance des prévisions météorologiques pour éviter d'arroser alors que de la pluie est prévue pour les prochaines heures;
  - Installation d'un compteur d'eau pour en suivre la consommation et détecter les fuites.

- Consommation d'eau non potable : une autre technique de réduction est d'éviter d'utiliser de l'eau potable pour les besoins d'irrigation. Pour ce faire, il faut mettre en place soit des systèmes d'accumulation d'eau pluviale, soit des systèmes de réutilisation d'eau ayant été utilisés à l'intérieur du bâtiment, mais qui peut encore être utilisée aux fins d'irrigation (eau grise des éviers, eau de condensation des serpentins de refroidissement, eau de pluie, etc.). Ces systèmes nécessitent cependant des investissements à évaluer.
- Les équipements refroidis à l'eau potable en continu : Il en existe plusieurs dans des bâtiments existants et leur consommation est très grande. Ils doivent être remplacés, certaines réglementations municipales exigent d'ailleurs leur remplacement pour 2017.

## **5.2 Gestion des déchets et recyclage**

### 5.2.1 Récupération et recyclage

La gestion des matières résiduelles dans un bâtiment consiste à mettre en œuvre un plan de recyclage des matériaux. À l'heure actuelle, il y a peu ou pas de réglementation gouvernementale ou municipale obligeant une entreprise, un commerce ou une institution à se soumettre à la récupération de ses matériaux. Il s'agit d'un processus volontaire.

Certains bâtiments ont un potentiel considérable au niveau du recyclage des matériaux qui sont utilisés à l'intérieur de ceux-ci. Par exemple, dans un édifice à bureaux, une quantité importante de papier est utilisée chaque jour. Ainsi, disposer de bacs, placés à des endroits stratégiques tels que près des photocopieurs et à chaque espace de travail, favorise la récupération du papier. En plus du papier, le carton, le verre, le plastique, les métaux ainsi que les déchets organiques sont tous sujets à être recyclés. La réutilisation de ces matériaux limite la quantité de déchets acheminés aux sites d'enfouissement ou autre.

Des économies importantes peuvent être générées par les programmes de récupération considérant les coûts élevés de disposition des déchets ainsi que la nouvelle taxe à l'enfouissement. Certains programmes de récupération sont d'autant plus très peu coûteux (ex. : papier).

Lorsque plusieurs matières résiduelles différentes sont récupérées, le tri de celles-ci est requis. Cela implique la disposition de plusieurs «îlots» de récupération multi-matières différentes (voir Recyc-Québec pour plus d'infos), identifiés selon les matériaux qu'ils accueillent. La récupération des matériaux au bâtiment est généralement offerte par des firmes spécialisées, en sous-traitance de la municipalité. Pour obtenir toutes les exigences concernant le recyclage, il est suggéré de communiquer avec sa municipalité.

Enfin, lors de projets de rénovation et de construction, un programme de récupération des résidus générés peut être mis en place. Ce programme peut être ponctuel ou régulier. Plusieurs récupérateurs offrent la récupération des résidus de construction/démolition en conteneur mixtes et se chargent de leur tri à leur centre, facilitant le travail pour les utilisateurs dans le cadre des projets.

#### 5.2.2 Organismes et programmes gouvernementaux

##### - RECYC-QUÉBEC

RECYC-QUÉBEC est une société visant la réduction à la source, le réemploi et le recyclage des matières résiduelles. Cette société, parrainée par le gouvernement du Québec, cherche à promouvoir la mise en œuvre de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles. Cette politique s'inscrit dans le cadre de la *Loi sur la qualité de l'environnement*.

La société propose entre autres, des programmes de gestion et certifications. Les solutions qu'elle propose visent une large étendue de matières résiduelles, des huiles usagées aux pneus usagés en passant par les plastiques, verres et métaux que l'on rencontre quotidiennement.

Plusieurs programmes d'aide financière ont été élaborés dans le cadre d'un Plan d'action 2011-2015, issue de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles.

Les détails de ces programmes ainsi qu'une liste de récupérateurs et des modèles du programme de récupération «Visez Juste!» sont disponibles sur le site internet de la société : [www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/](http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/)

### **5.3 Gestion des matières dangereuses**

Dans le cas des matières dangereuses, le niveau de responsabilité du propriétaire ou du gestionnaire est très élevé. En effet, si ces matières ne sont pas gérées de façon adéquate, il pourrait y avoir un risque potentiel de blessures, de contamination ou d'intoxication, dépendant de la nature des matières utilisées.

Pour prévenir tout incident, plusieurs mesures doivent être prises par le propriétaire ou gestionnaire :

- Assurer la formation SIMDUT <sup>4</sup> (Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail) pour le personnel utilisant les matières dangereuses;
- Répertorier les matières dangereuses utilisées dans l'immeuble avec les fiches signalétiques de chacune;
- Établir les consignes et normes claires d'entreposage des matières : soit dans des armoires coupe-feu pour les produits inflammables. Les autres matières doivent être entreposées dans un espace fermé et scellé pour ne pas que les produits puissent se déverser dans des drains, et dont l'air est évacué à l'extérieur de l'immeuble (Cette exigence n'est pas commune à tous les produits);
- Mettre à la disposition du personnel technique des produits de rinçage pour les yeux et une douche en cas d'éclaboussures ou blessures (si applicable);
- Garder sur place des trousseaux d'intervention d'urgence en cas de déversement;
- Avoir en tout temps les coordonnées d'intervenants spécialisés en cas d'urgence;
- Préconiser l'utilisation de produits écoresponsables lorsque possible, par exemple pour l'entretien ménager.

---

<sup>4</sup> <http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/simdut-2015/Pages/ressources-simdut.aspx>

### 5.3.1 Réservoirs de matières dangereuses et de produits pétroliers

Certaines matières dangereuses (huiles, produits pétroliers, etc.) sont entreposées en réservoirs. Afin de faire preuve de diligence et de réduire les risques reliés à ces équipements, il est important de mettre en place certaines mesures. D'abord, les réservoirs doivent être inventoriés et faire l'objet d'un plan de maintenance et de remplacement selon la réglementation en vigueur (Code de Construction, Code de sécurité, Règlement sur la matière dangereuses). Il est aussi important d'établir des critères d'installation et/ou de conception de ces équipements, par exemple, privilégier l'installation de réservoirs hors sol vu leur plus faible niveau de risque.

### 5.3.2 Règlement sur les halocarbures

La gestion des halocarbures est régie par de la réglementation et le personnel doit être formé et avoir la qualification environnementale telle que demandée par la réglementation sur les halocarbures.

Le propriétaire ou gestionnaire a la responsabilité de se conformer aux normes environnementales en vigueur sur les substances appauvrissant la couche d'ozone (halocarbures). Ces substances contiennent généralement du chlore, du fluor, du brome, du carbone et de l'hydrogène en proportion variable.

Par ailleurs, plusieurs de ces réfrigérants sont toxiques pour l'être humain, sont inflammables ou encore peuvent causer l'asphyxie. À cet effet, le propriétaire doit se conformer à la norme CSA B52 et aux règlements provinciaux et fédéraux (voir la section sur le refroidissement pour plus d'informations).

Voir le lien suivant pour la loi provinciale sur les halocarbures :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/halocarbures/enbref.htm>

Voici quelques sources potentielles d'halocarbures :

- La réfrigération (CFC, HCFC);
- Les aérosols (CFC, HCFC);
- Le gonflement des mousses (CFC, HCFC);
- Le nettoyage des composants électroniques (Méthyl Chloroforme);
- Les solvants (CFC, HCFC, Méthyl Chloroforme, Tétrachlorure de carbone);

- Les extincteurs d'incendie (HCFC, Halons, Tétrachlorure de carbone);
- La peinture (Tétrachlorure de carbone);
- La fabrication de pesticides (Tétrachlorure de carbone).

Les hydrochlorofluorocarbures (HCFC) ont été majoritairement développés pour remplacer l'utilisation des CFC qui sont beaucoup plus dommageables pour la couche d'ozone. Les HCFC ne possèdent que 2 à 5 % du potentiel d'appauvrissement des CFC.

Les halons n'ont jamais été produits au Canada mais ils ont été grandement importés. Depuis 2010, leur importation a été interdite.

L'utilisation du méthyl chloroforme est interdit au Canada depuis 2015.

Prendre note que le propriétaire ou le gestionnaire du bâtiment doit informer le MDDELCC de tout déversement de plus de 25 kg d'halocarbures.

### 5.3.3 BPC

Les biphényles polychlorés (BPC) ont été utilisés dans la fabrication de:

- Matériel électrique;
- Matériel d'éclairage (Ballast);
- Transformateurs (Huile minérale contenant des BPC, Askarel);
- Systèmes hydrauliques.

Les produits contenant des BPC peuvent endommager les écosystèmes et certains organismes se nourrissant d'organismes aquatiques. Même si aucune production de BPC n'a été effectuée au Canada, il est important de souligner que des BPC peuvent se retrouver dans des anciens appareils électriques qui datent de plus de 1977. À cette effet, la plaque signalétique qui se trouve sur l'équipement peut indiquer la présence ou non de BPC (appelé askarel à cette époque). Il est important d'inventorier les équipements électriques et de prévoir des modalités de gestion lors du remplacement des vieux équipements.

Depuis 1977, la fabrication, l'importation ainsi que la vente sont interdits en Amérique du Nord. Cependant, la loi canadienne permet aux propriétaires de produit contenant des BPC de les utiliser jusqu'à la fin de leur vie utile. Cela implique par contre que ces propriétaires respectent les réglementations sur le stockage des BPC ainsi que la manutention, le transport et la destruction ces derniers en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, 1999 (LCPE 1999).

#### 5.3.4 Amiante

L'amiante est l'appellation commune de quelques minéraux présents dans la nature qui sont incombustibles et qui peuvent se séparer en filaments. Le chrysotile, l'amosite, la crocidolite, l'anthophyllite, la trémolite et l'actinolite sont les six fibres que l'on appelle « amiante ». Le chrysotile est la seule forme d'amiante extraite au Canada. Elle se retrouve dans plusieurs applications tels que :

- Produit ignifuge dans les textiles et les produits du papier;
- Produit friction dans les freins et les garnitures d'embrayage;
- Agent pour ralentir l'usure dans les revêtements vinyliques;
- Agent cohésif dans les chaussées en asphalte;
- Produit de remplissage dans les résines, les plastiques, les matériaux de calfeutrage et d'étanchéité (exemple : revêtement mural, carreaux au sol ou au plafond, plâtre acoustique sur les murs ou plafond);
- Isolant pour les tuyaux, les chaudières et les bâtiments;
- Bardeaux de toiture.

Il est généralement reconnu que l'amiante friable pose des risques importants pour la santé, étant donné son potentiel cancérigène. Dans le domaine du bâtiment, les entrepreneurs spécialisés comme les tuyauteurs et les ferblantiers refuseront de démolir ou modifier des systèmes s'ils suspectent la présence d'amiante, et ce, tant qu'ils n'auront pas été convenablement désamianté. De même, la présence d'amiante suscite l'inquiétude des occupants lorsqu'elle est connue.

Au Québec, il n'est pas rare de retrouver de l'amiante dans les bâtiments construits ou rénovés avant 1985. Par exemple, l'isolation à l'amiante a été largement utilisée au Canada jusqu'en 1984, et c'est particulièrement très courant sur la tuyauterie et sur différents éléments de chauffage (chaudières, réservoirs, accessoires de tuyauterie).

Selon la pratique généralement établie, la présence d'amiante n'est pas nécessairement dangereuse pour la santé tant qu'elle n'est pas dans un état friable qui pourrait faire qu'elle dégage des particules qui puissent être respirées par les travailleurs ou les occupants. Lorsque l'amiante se retrouve encapsulée et stabilisée, elle est généralement reconnue comme peu risquée. Il est donc très important de s'assurer que les matières contenant de l'amiante ne sont pas endommagées, coupées ou modifiées. Pour plus de sûreté, il est de bonne pratique d'encapsuler les éléments qui peuvent l'être sous un recouvrement étanche.

Lors de travaux de rénovation touchant des éléments pouvant contenir de l'amiante, il est obligatoire de faire appel à des spécialistes en caractérisation pour déterminer la présence d'amiante. Ces spécialistes devront suivre une procédure qui peut varier en conséquence du degré de concentration d'amiante présent.

Dans tous les cas, voici ce qu'un gestionnaire immobilier diligent devrait faire à propos de l'amiante, particulièrement pour des bâtiments construits ou rénovés avant 1985 :

- Avoir en main un rapport de caractérisation du bâtiment au niveau de l'amiante : des firmes spécialisées offrent ce service. Elles visitent le bâtiment et prennent des échantillons sur divers matériaux susceptibles d'en contenir et font analyser le tout en laboratoire. Le rapport de caractérisation permet d'établir clairement si le risque existe ou non.
- Si de l'amiante est présente, deux choix s'offrent au gestionnaire :
  - S'assurer que l'amiante est encapsulée et que les activités normales ne risquent pas de provoquer l'émission de poussières d'amiante dans l'air. Faire réaliser des travaux pour assurer la stabilisation et la protection des matériaux touchés ;
  - Procéder à un désamiantage en règle.

Le désamiantage d'un bâtiment ou d'une section de bâtiment s'avère généralement coûteux, et c'est pourquoi il n'est pas nécessairement possible de procéder à un désamiantage complet sans de bonnes justifications. Lors de la réalisation de travaux de rénovation, le désamiantage des sections touchées par le projet est cependant obligatoire avant le début de tous autres travaux. Les méthodes utilisées, les implications et les coûts de désamiantages sont variables selon les quantités, le type de produit et la localisation dans le bâtiment.

#### **5.4 Les gaz à effet de serre (GES)**

Il est connu que les humains contribuent, par leurs activités quotidiennes, à augmenter l'effet de serre principalement responsable du réchauffement de la planète. Il est cependant possible de faire des choix afin de limiter notre participation à ce phénomène. Lors de la sélection d'unités de climatisation ou de chauffage, il est préférable de choisir des équipements à haute efficacité afin de réduire la consommation en combustible fossile.

Le type de réfrigérant peut aussi avoir un impact important au niveau des GES. Par ailleurs, avant toute chose, il importe de concevoir les bâtiments (ou de les rénover) en tentant de réduire au minimum les besoins énergétiques, ce qui demeurera toujours la meilleure façon de réduire les émissions de GES dans le secteur du bâtiment.

Les principaux gaz à effet de serre sont :

- La vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O);
- Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>);
- Le méthane (CH<sub>4</sub>);
- Le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O);
- L'ozone (O<sub>3</sub>).

#### 5.4.1 Importance actuelle et future des GES pour les gestionnaires immobiliers

##### Définitions :

- GWP : « Global warming potential ». Valeur représentant l'effet du réfrigérant sur l'effet de serre et le réchauffement de la planète. Valeur relative à l'effet du CO<sub>2</sub>. Par exemple, à masse égale, un réfrigérant ayant un GWP de 100 a cent fois plus d'impact que le CO<sub>2</sub>.
- NOx : Molécules faites d'azote et d'oxygène qui peuvent avoir un impact sur l'augmentation de l'effet de serre. Source polluante, les NOx sont aussi en partie responsable de l'acidification de l'air, des pluies et de l'eau pouvant accélérer l'eutrophication des étendues d'eau.

À l'heure actuelle, les émissions de GES des secteurs commerciaux et institutionnels ne sont pas un souci important du gestionnaire moyen. En effet, il n'y a actuellement pas de mécanisme ou réglementation contraignante forçant les propriétaires à documenter ou réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Néanmoins, certains propriétaires ont déjà débuté des programmes de réduction et de compensation de façon volontaire.

Au niveau des grands émetteurs industriels québécois, un système de plafonnement et d'échange de droit d'émissions de GES (SPEDE) est en place depuis 2013 et la réalisation des rapports d'émission est obligatoire et certains plafonds d'émission sont fixés. À cet effet, le MRN demande à chaque année aux organismes publics le bilan de leur GES afin d'en faire un bilan provincial. De plus, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2015, le SPEDE vise aussi les distributeurs de produits pétroliers et de gaz. Ces derniers doivent couvrir l'ensemble de leurs émissions.

## 5.5 Certifications vertes

### 5.5.1 Objectifs

Au cours des 10 dernières années, le concept de certification de bâtiments a pris un essor important au Québec, et généralement en Amérique du Nord. Ces certifications ont généralement des objectifs communs :

- Encourager les propriétaires à améliorer la performance environnementale des bâtiments dans lesquels nous vivons;
- Leur fournir un guide pour y arriver;
- Leur fournir un système de certification permettant de reconnaître les succès atteints.

Les certifications ont d'abord été créées pour les nouvelles constructions. Elles se sont par la suite diversifiées pour englober les bâtiments existants, les aménagements, les développements urbains, les habitations et d'autres applications. <sup>(5)</sup>

Les sous-sections suivantes réfèrent aux certifications disponibles pour reconnaître les efforts des propriétaires de bâtiments existants.

### 5.5.2 LEED Canada 2009 – Nouvelles constructions et rénovations importantes – Noyau et enveloppe (LEED NC & NE)

*Note : LEED NC & NE sera remplacé par LEED Canada v4 à l'automne 2016.*

La certification LEED NC & NE vise l'atteinte de résultats concrets dans 7 catégories touchant la qualité des bâtiments :

- L'aménagement écologique des sites;
- La gestion efficace de l'eau;

---

<sup>5</sup> Pour de plus amples informations sur les certifications internationales dans le contexte canadien : [http://www.alto2.ca/images/pdf/ALTO2\\_Les\\_certifications\\_internationales\\_BREEAM\\_HQE\\_LEED\\_dans\\_le\\_contexte\\_Canadien\\_et\\_Quebecois\\_Mars\\_2015.pdf](http://www.alto2.ca/images/pdf/ALTO2_Les_certifications_internationales_BREEAM_HQE_LEED_dans_le_contexte_Canadien_et_Quebecois_Mars_2015.pdf)

- L'énergie et l'atmosphère;
- Les matériaux et ressources;
- La qualité de l'environnement intérieur;
- L'innovation et le processus de design;
- Priorité régionale.

Pour obtenir une certification, un bâtiment doit respecter des critères minimums dans les cinq premières catégories énumérées (les préalables), en plus d'obtenir des points additionnels en atteignant des critères encore plus élevés dans chacune des sept catégories (les crédits).

Selon le nombre de crédits démontrés, le bâtiment peut atteindre le niveau « certifié », « argent », « or » ou « platine ». À titre indicatif, le seuil pour l'obtention d'une certification LEED NC est 40 points.

L'obtention d'une certification LEED découle d'un effort commun visant la réduction de l'empreinte écologique du bâtiment, tout en maintenant des standards élevés de confort pour les usagers. Ceci étant dit, deux catégories offrent l'opportunité de récolter plus de la moitié des points possibles (61 points sur 110 points possibles), soit l'aménagement écologique des sites et l'énergie et atmosphère.

L'aménagement écologique des sites vise une intégration « verte » du bâtiment dans son milieu. Bien que le seul préalable concerne la réduction de la pollution durant la construction, beaucoup de points sont accessibles entre autres en favorisant la proximité des services de base en communauté et l'accès aux transports en commun, en aménageant des espaces verts et en intégrant une gestion des eaux pluviales.

La catégorie « Énergie et atmosphère » offre parmi toutes les catégories la possibilité de récolter le plus de points. L'efficacité énergétique et le développement durable sont mis de l'avant et demeurent deux des éléments les plus importants d'une certification. L'optimisation de la performance énergétique du bâtiment, l'intégration d'énergies renouvelables, la mise en service améliorée et la gestion améliorée des frigorigènes sont essentiellement les crédits que la catégorie englobe.

Parmi tous les crédits visés par l'obtention d'une certification LEED, celui de l'optimisation de la performance énergétique du bâtiment est le plus important et mérite d'être considéré. Une récolte de 19 points, soit presque la moitié d'une certification, est possible.

### 5.5.3 LEED Canada 2009 – Bâtiments existants – Exploitation et entretien (LEED BE:EE)

Dans sa philosophie, le système LEED BE:EE ressemble beaucoup au système LEED pour les nouvelles constructions. Comme lui, il vise à atteindre des résultats concrets dans 5 catégories touchant la qualité des bâtiments :

- L'aménagement écologique du site;
- La gestion efficace de l'eau;
- L'énergie et l'atmosphère;
- Les matériaux et ressources;
- La qualité de l'environnement intérieur.

La structure et les niveaux de certification sont les mêmes que pour les nouvelles constructions.

L'énergie et l'efficacité énergétique sont excessivement importantes dans le cadre de la certification LEED BE:EE. En effet, plusieurs préalables et de nombreux crédits peuvent être atteints en efficacité énergétique.

Deux aspects méritent particulièrement d'être soulignés, soit l'évaluation de la performance énergétique et l'importance de la remise au point des systèmes mécaniques des bâtiments (recommissioning).

- L'évaluation de la performance énergétique

LEED Canada utilise l'outil « ENERGY STAR – Portfolio Manager » pour évaluer le niveau de performance d'un bâtiment donné. De façon simple, cet outil permet la saisie de certaines informations sur le bâtiment étudié : vocations, superficies, nombre d'occupants et horaire d'occupation, facturation énergétique.

À partir de ces données et par comparaison avec une banque de bâtiments similaires, l'outil « ENERGY STAR – Portfolio Manager » décerne une cote énergétique de 1 à 100 au bâtiment. Une cote de 1 signifie que le bâtiment est extrêmement énergivore, alors qu'une cote de 100 dénote un bâtiment excessivement efficace.

Cette cote est très importante pour une éventuelle certification LEED. En effet, elle définit un préalable et jusqu'à 18 crédits de la certification :

- Pour obtenir le préalable (obligatoire), le bâtiment doit se voir décerner une cote d'au moins 69.
  - Par la suite, une amélioration de la cote (de 71 à 95) signifie des points supplémentaires.
- Importance de la remise au point des systèmes mécaniques des bâtiments (recommissioning) pour LEED

Le recommissioning revêt une assez grande importance pour la certification LEED BE:EE. En effet, il permet l'atteinte d'un préalable et jusqu'à 6 crédits, en plus d'aider généralement à améliorer la performance énergétique du bâtiment.

L'engagement vers une certification LEED est un exercice sérieux qui peut impliquer des coûts importants dépendamment de l'état de départ du bâtiment. Une bonne façon d'amorcer ce type de projet est de d'abord réaliser une évaluation sommaire du bâtiment qui permettra d'établir les implications techniques et financières de la certification.

Soulignons cependant que bien qu'elle implique des coûts, la certification LEED BE:EE implique de grands avantages : réduction de l'empreinte environnementale et des émissions de GES, réduction des coûts liés à la consommation énergétique et amélioration du confort des occupants sont de ceux dignes de mention.

#### 5.5.4 LEED Canada v4

Disponible dans les mêmes systèmes d'évaluation qu'auparavant, la nouvelle version du plus célèbre système d'évaluation des performances des bâtiments est maintenant disponible après trois ans de développement. Le processus d'inscription ainsi que les frais d'inscription demeurent les mêmes. Cependant, une mise à jour technique complète a été réalisée pour l'ensemble des exigences. Alors que certains crédits ont subi d'importants changements, certains sont demeurés sensiblement les mêmes. La version LEED v4 promet de meilleurs résultats quant à l'empreinte écologique des bâtiments ainsi qu'un meilleur confort des occupants puisque, de façon générale, les exigences sont supérieures par rapport aux versions précédentes.

De nouveaux outils ont également été développés afin d'augmenter le nombre de ressources disponibles pour les projets canadiens. Le CBDCa ne développera pas de versions propres au Canada, mais offrira plutôt différentes options adaptées aux réalités canadiennes (autres voies de conformités alternatives).

Ceci permettra donc aux Canadiens d'avoir accès à tous les systèmes d'évaluations LEED via un outil permettant l'utilisation de normes canadiennes aux fins de la conformité.

Un aperçu de l'ensemble des modifications apportées au programme est disponible en suivant le lien suivant: <http://www.usgbc.org/resources/summary-changes-leed-2009-v4-bdc>

#### 5.5.5 BREEAM – In-Use International

BREEAM<sup>(6)</sup> (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) a grandement contribué à l'essor de la construction durable au Royaume-Uni. Le système d'évaluation des performances environnementales des bâtiments a pour objectif d'aider les clients à mesurer et à réduire l'impact écologique de leur bâtiment.

BREEAM est le premier système d'évaluation et de certification dans ce domaine. Il est présentement utilisé dans plus de 50 pays, dont le Canada.

---

<sup>6</sup> <http://www.breeam.com/>

Tout d'abord, une description du bâtiment doit être réalisée. Celle-ci doit comprendre une description des différents systèmes et permet entre autres de déterminer les différents bancs d'essais qui seront réalisés ainsi que les points qu'il est possible d'obtenir pour atteindre la certification.

Par la suite, le processus d'évaluation BREEAM In-Use se décompose en trois parties :

- Partie 1 - *Asset Performance* : Évaluation des qualités intrinsèques du bâtiment
- Partie 2 - *Building Management* : Évaluation de l'exploitation du bâtiment et de sa gestion.
- Partie 3 - *Occupier Management* : État des lieux, évaluation des pratiques, des politiques et directives.

Pour chacune de ces catégories, les neuf thèmes suivants sont étudiés d'un point de vue différent;

- L'Énergie;
- L'utilisation des terres et l'écologie;
- L'eau;
- La santé et le bien-être;
- La pollution;
- Les transports;
- Les matériaux;
- Les déchets;
- Le mode de gestion.

Chacune des parties est complétée sous forme d'un questionnaire à choix multiples accessibles lors de l'inscription. Les réponses doivent bien évidemment être documentées et les preuves doivent être déposées lors de la demande.

Une fois les formulaires complétés, une note est établie pour chacune des trois catégories puis est convertie en pourcentage. Le pourcentage obtenu correspond donc à l'un des cinq niveaux de certification, soit; passable, bon, très bon, excellent et exceptionnelle. La note est également associée à un nombre d'étoiles, une étoile étant passable et cinq étoiles étant exceptionnelle.

Dans le cadre de la certification BREEAM, les prérequis sont dépendants des niveaux de certifications. Cela signifie que peu de seuils minimums sont réellement imposés.

Contrairement aux certifications LEED et HQE, il est possible d'obtenir une certification avec peu de mesures en performance énergétique par exemple. Les prérequis dépendent directement des crédits et du niveau de certification visés.

BREEAM est donc reconnu pour accorder davantage de flexibilité quant aux choix des mesures comparativement à LEED et HQE par exemple.

#### 5.5.6 HQE

Le volet Exploitation de la certification HQE <sup>(7)</sup> (Haute qualité environnementale) vise à s'assurer que l'exploitation du bâtiment est réalisée en prenant compte des enjeux et préoccupations environnementales.

Tout comme la certification BREEAM, celle-ci comprend également trois principaux volets soit :

- SMEx (Système de management de l'exploitation)

Ce volet comprend toute la documentation formalisant les analyses, les décisions et modifications entreprises dans le but d'atteindre les performances environnementales visées. Il est en quelque sorte le pilote des deux volets suivants.

- QEBE (Qualité Environnementale des Bâtiments en Exploitation)

Ce volet permet d'identifier les enjeux environnementaux liés aux qualités intrinsèques du bâtiment ainsi qu'à son exploitation.

---

<sup>7</sup> Certifications NF HQE - bâtiments en exploitation - CertivéA ». <http://www.certivea.fr/certifications/certification-nf-hqe-batiments-tertiaires-en-exploitation>

- QEP (Qualité Environnementale des Pratiques)

Ce volet permet d'évaluer les impacts environnementaux conséquents de l'utilisation du bâtiment par les utilisateurs en lien avec leurs pratiques.

Les performances du bâtiment en lien avec les exigences de la qualité environnementale du bâtiment existant, de son exploitation et de son utilisation visent un ensemble de 14 cibles regroupées sous 4 thèmes :

- L'énergie :
  - Gestion de l'énergie
- L'environnement :
  - Relation du bâtiment avec son environnement immédiat
  - Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction
  - Chantier à faible impact environnemental
  - Gestion de l'eau
  - Gestion des déchets d'activités
  - Maintenance (pérennité des performances environnementales)
- Le confort :
  - Confort hygrothermique
  - Confort acoustique
  - Confort visuel
  - Confort olfactif
- La santé :
  - Qualité sanitaire des espaces
  - Qualité sanitaire de l'air
  - Qualité sanitaire de l'eau

Une note variant de 0 à 4 étoiles est décernée à chacun des thèmes en se basant sur un référentiel. Les gestionnaires ont cependant une bonne flexibilité dans leurs décisions grâce au principe d'équivalence mis en place.

Le processus de certification est assez simple et les délais plutôt courts. Suite à l'envoi du dossier de demande, un professionnel indépendant missionné par CertivéA réalise des audits sur site ou à distance afin de valider les performances atteintes et attribuer un des cinq niveaux de certification : passable, bon, très bon, excellent ou exceptionnel.

Ce niveau dépend de la somme des étoiles obtenues pour chacun des 4 thèmes précédents. Cependant, afin d'obtenir le plus haut niveau de certification (12 étoiles ou plus), il faut disposer d'un minimum de 3 étoiles sur le thème de l'énergie.

Tout comme la certification LEED, des prérequis sont exigés, quel que soit le niveau de certification visé. De plus, plus le niveau de certification est important, plus les prérequis sont exigeants.

#### 5.5.7 Certification BOMA BEST

La certification BOMA BEST est un autre système de reconnaissance de l'engagement des propriétaires envers la performance énergétique et l'impact environnemental de leur bâtiment (efficacité énergétique, économie d'eau potable, protection de la couche d'ozone, gestion des déchets et recyclage sont les principaux axes de cette certification).

La certification BOMA BEST offre 5 niveaux de reconnaissance, soient les niveaux 1 à 5. La certification de niveau 1 consiste essentiellement à réaliser un premier constat de son bâtiment et à s'engager à porter différentes actions dans le futur. En résumé, la certification de niveau 1 implique les actions suivantes :

- La réalisation d'un audit énergétique et l'identification des éléments qui pourraient être améliorés pour réduire la consommation d'énergie du bâtiment.
- La réalisation d'un audit de l'eau et l'adoption d'un plan visant à réduire à moyen terme la consommation d'eau d'un bâtiment.

- La réalisation d'un inventaire des réfrigérantes et autres substances pouvant potentiellement affecter la couche d'ozone, l'adoption d'un plan de match visant la réduction ou l'élimination de ces substances à moyen terme.
- La mise en place d'un programme de gestion des déchets et d'un programme de recyclage.
- La réalisation d'un inventaire des substances présentant un danger pour l'environnement ou les occupants (tel que l'amiante, BPC, etc.). La mise en place d'un plan pour traiter ces risques.
- L'adoption de politiques et la mise en place de procédures permettant de réduire l'empreinte environnementale du bâtiment, permettant aussi de recueillir les plaintes et les préoccupations des usagers.

Par la suite, si le propriétaire le désire, il peut entreprendre l'obtention d'un niveau supérieur de BOMA BEST. Pour ce faire, il doit remplir des questionnaires détaillés sur son bâtiment, sa consommation énergétique et l'exploitation. Selon les réponses à ces questions, des points sont obtenus et ces points permettent d'atteindre un niveau supérieur, s'ils sont obtenus en quantité suffisante.

Pour progresser, il faudra normalement apporter des améliorations au bâtiment et effectuer des modifications à son exploitation.

#### 5.5.8 Investissements liés aux certifications pour les bâtiments existants

Une question récurrente des propriétaires vise à évaluer les investissements requis pour obtenir une certification ou une autre. La réponse à cette question n'est pas simple, car elle dépend d'un ensemble de facteurs tels que :

- Certification visée ;
- Niveau de certification à obtenir;
- État du bâtiment pour lequel la certification est visée (un bâtiment peu performant devra faire l'objet d'investissements plus importants pour atteindre le niveau requis par la certification);
- Superficie du bâtiment et vocation.

Les investissements liés aux certifications peuvent en fait être scindés en deux composantes :

- Les investissements requis pour améliorer la performance du bâtiment au niveau de l'énergie, de l'utilisation de l'eau ou d'autres caractéristiques environnementales;
- Les investissements requis pour documenter la performance atteinte, étape essentielle pour obtenir la certification voulue.

Les premiers investissements sont souvent bénéfiques, car ils offrent généralement un retour sur l'investissement, des bénéfices environnementaux et/ou une amélioration du confort des occupants. Les seconds peuvent être plus discutables, puisqu'ils ne servent qu'à obtenir la visibilité liée à la certification.

Certains propriétaires moins préoccupés par la visibilité font donc le choix d'intégrer les exigences des certifications à leurs projets sans nécessairement assumer les frais de documentation (ou partiellement). Ces derniers n'obtiennent donc pas la certification, mais réalisent tout de même des progrès environnementaux, ce qui constitue une alternative.

À titre d'exemple, en 2016, pour un immeuble à bureaux de 20 000 m<sup>2</sup> en zone urbaine, les coûts de certifications sont les suivants :

BOMA-BEST – Industrie légère V3	LEED-EB – Bâtiment existants V4
5 300 \$ (incluant visite)	9 510 \$ (incluant inscription)

Ci-après les résultats comparatifs de l'évolution de la consommation des bâtiments BOMA Best :

FIGURE 19: AVERAGE EUI BY YEAR CERTIFIED – OFFICE BUILDINGS



FIGURE 20: AVERAGE EUI BY LEVEL CERTIFIED – OFFICES, ENCLOSED SHOPPING CENTRES AND LIGHT INDUSTRIAL BUILDINGS

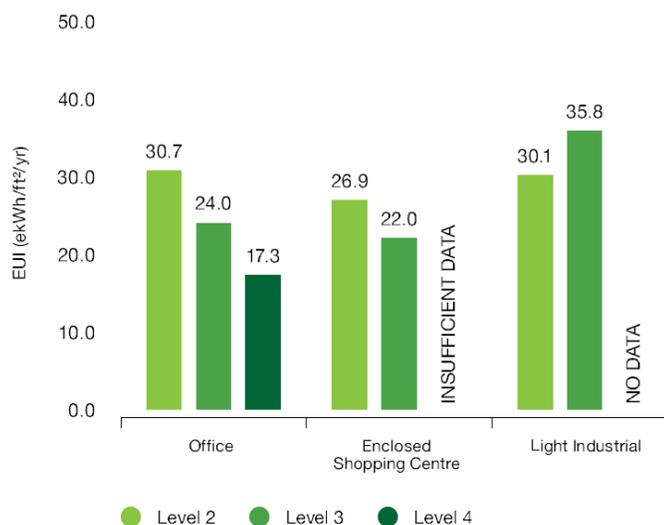


Figure 5: Extrait du 2015 BOMA BEST National Green Building report, page 22.

### 5.5.9 LBC – Living Building Challenge

Le Living Building Challenge n'est pas qu'une simple certification, c'est une philosophie en soi. Très ambitieuse, elle est la norme la plus avancée et la plus rigoureuse pour mesurer la durabilité d'un cadre bâti. Ce cadre bâti peut être un lieu public, un bâtiment ou même un quartier. LBC est adaptable à une multitude de types de projets. Elle vise non seulement les qualités environnementales, mais également la responsabilité sociale ainsi que la richesse de la culture.

Le programme se décline en sept catégories de performances (aussi appelé Pétales):

1. Site
2. Eau
3. Énergie
4. Santé

5. Matériaux
6. Équité
7. Beauté

L'ensemble des catégories est sous-divisé en 20 impératifs ayant chacun une zone d'intervention propre. Un certain nombre d'impératifs sont attribués à chaque typologie de projet et doivent absolument être TOUS complétés afin de se prévaloir de la certification. Des impératifs optionnels sont également disponibles pour les équipes de projet qui désireraient mettre la barre encore plus haute. Comparativement à d'autres systèmes d'évaluation, le LBC repose sur les résultats observés. Ainsi, des modélisations ou les hypothèses ne composent pas des pièces justificatives acceptables.

LBC est probablement le système exigeant le plus d'effort et susceptible d'engendrer les plus importantes dépenses monétaires puisqu'il exige un engagement total quant au respect des meilleures pratiques. Par exemple, les projets doivent générer leur propre énergie, avoir leur propre système d'approvisionnement en eau et doivent traiter leurs eaux usées de manière autonome.

Bien que dans le cadre de certains projets le défi semble irréaliste, il en demeure tout de même que LBC est une philosophie très inspirante et les quelques projets ayant réussi à répondre à ses exigences représentent de véritables chefs de file dans le domaine.

#### 5.5.10 The WELL – Santé et bien-être de ses occupants

La certification WELL <sup>(8)</sup> n'est pas un programme avec des objectifs environnementaux, mais consiste plutôt à la première certification au monde axé exclusivement sur le confort et la santé de ses occupants. Introduite par Delos et développée pendant plus de 7 ans en partenariat avec des scientifiques, des médecins, des architectes ainsi que des spécialistes du bien-être, WELL explore le lien entre les bâtiments et les impacts sur ses occupants.

---

<sup>8</sup> <http://delos.com/about/well-building-standard/>

Les exigences sont établies dans 7 catégories :

1. L'air
2. L'eau
3. La nourriture
4. La lumière
5. La mise en forme
6. Le confort
7. L'esprit

L'objectif du programme est de favoriser une saine hygiène de vie ainsi que le confort de ses occupants en préconisant des valeurs telles que la saine alimentation et l'exercice physique par exemple.

Une fois les performances du bâtiment validées suite à un audit sur place et à la remise de la documentation complétée, la certification peut être émise. Bien que l'inscription ait un coût, la documentation, quant à elle, est accessible gratuitement en ligne. La certification WELL comprend trois niveaux soit; argent, or et platine. Le comité chargé de la certification est le GBCI (Green Business Certification Inc.) qui administre également les programmes de certifications LEED.

## 6. LES SYSTÈMES MÉCANIQUES

### Pourquoi lire cette section?

- ✓ Pour connaître les différents systèmes mécaniques présents à l'intérieur d'un bâtiment et leur utilité.
- ✓ Pour connaître certaines normes à respecter en ventilation, chauffage, refroidissement et qualité de l'air.
- ✓ Pour avoir un premier contact avec les tâches d'entretien minimales de chaque système.
- ✓ Pour obtenir des idées sur les façons d'optimiser la consommation d'énergie des différents systèmes.

Les systèmes mécaniques et électriques des bâtiments ont pour but premier de répondre aux besoins des occupants. Comme nous passons environ 90 % de notre temps à l'intérieur de nos bâtiments, il est primordial que ceux-ci répondent à nos besoins de bien-être et de confort. Les systèmes qui maintiennent la qualité de l'environnement intérieur représentent, pour bon nombre de bâtiment, la majeure partie de l'énergie consommée par celui-ci. Ainsi, lorsqu'on pense à un bâtiment efficace, on s'attarde souvent en premier lieu à la consommation d'énergie engendrée par ces équipements. Or, la qualité de l'environnement intérieur peut s'avérer critique quant à l'efficacité d'un bâtiment et même jouer un rôle sur sa valeur marchande. Des systèmes offrant un confort optimal peuvent réduire l'absentéisme dans le cas d'un immeuble à bureaux en ayant un impact sur la santé des occupants et améliorer la productivité des employés.

### 6.1 Notion de confort intérieur et qualité de l'environnement intérieur

#### 6.1.1 Quelques définitions

- Confort intérieur

Le confort est utilisé ici pour décrire l'état d'esprit dans lequel l'individu exprime de la satisfaction face à son environnement. Comme il y a beaucoup de variation physique et psychologique d'une personne à une autre, il est difficile de satisfaire tout le monde dans un même espace. Ce concept est donc plutôt subjectif et le niveau de confort est souvent évalué à l'aide de sondages.

- Qualité de l'environnement intérieur

La qualité de l'environnement intérieur englobe principalement la qualité de l'air, la qualité de l'eau potable, l'éclairage, l'acoustique ainsi que certaines notions d'esthétisme et d'ergonomie des espaces. Le niveau de qualité pour chacun des éléments cités est généralement fixé par des normes ou des règles sur lesquelles on se base pour concevoir les systèmes qui desservent les différents espaces.

#### 6.1.2 Références réglementaires et normatives

Les ouvrages suivants donnent des références quant au confort et à la qualité des environnements intérieurs :

- ASHRAE 55-2013 : Cette norme d'ASHRAE est la principale référence en termes de confort thermique à l'intérieur des bâtiments. Le but de cette norme est de spécifier une combinaison de facteurs environnementaux de l'espace intérieur qui procurent un confort acceptable pour la majorité des occupants. Comme le confort est une mesure subjective, la norme établit des plages de température et d'humidité qui répondent au confort d'une certaine portion des occupants, en fonction de leur niveau d'habillement et de leur activité métabolique.
- LEED : La certification de bâtiment LEED comporte des crédits pour le confort optimal des occupants. Ces crédits se réfèrent à la norme ASHRAE citée plus haut, mais conçoivent également que le confort est une notion propre à chacun et privilégie l'accès à un contrôle individuel d'éclairage et de température.
- RSST : Le règlement sur la santé et la sécurité au travail traite des contraintes minimales à respecter dans certains milieux de travail. Il traite de contraintes thermiques, d'éclairage et de bruit, mais principalement dans une optique de sécurité individuelle, plutôt que de confort et de bien-être.

### 6.1.3 Paramètres du confort physique

#### - Confort thermique

Selon la norme ASHRAE 55, il existe 6 paramètres qui entrent en jeu dans la définition du confort thermique. Ces paramètres sont :

- La vitesse du métabolisme de l'individu;
- La tenue vestimentaire;
- La température de l'air;
- La température radiante (la différence de température entre les surfaces et la température de l'air peut causer des inconforts qui sont quantifiés dans la norme);
- La vitesse de l'air;
- L'humidité.

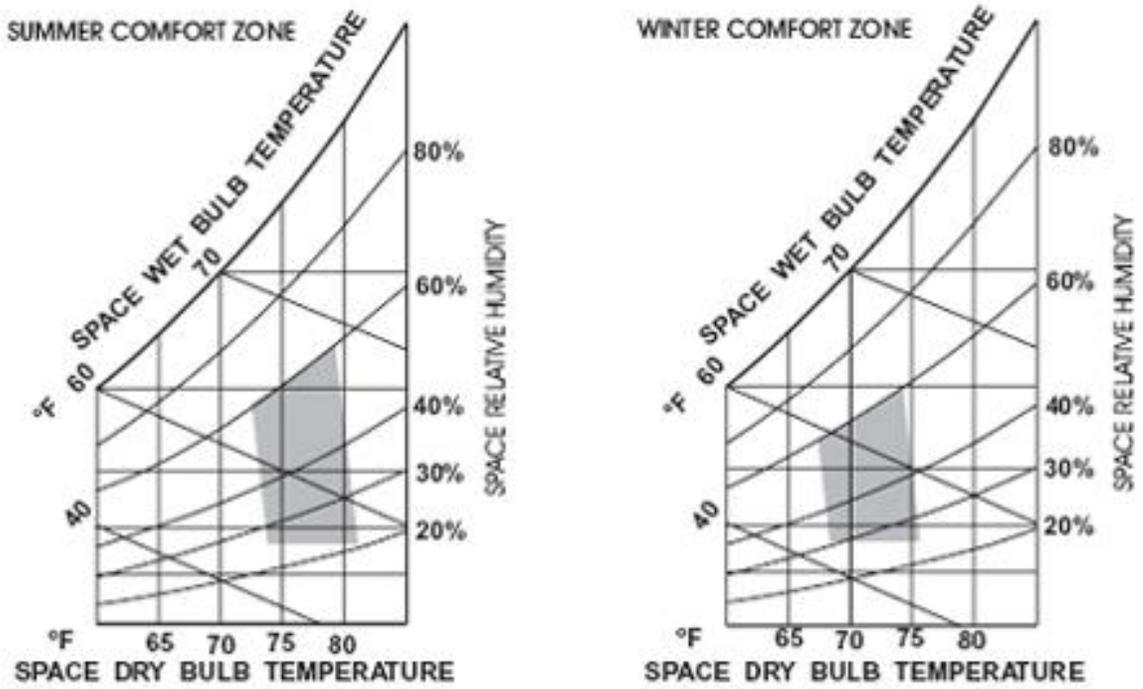
C'est évidemment sur les quatre derniers paramètres que les systèmes mécaniques tentent d'agir.

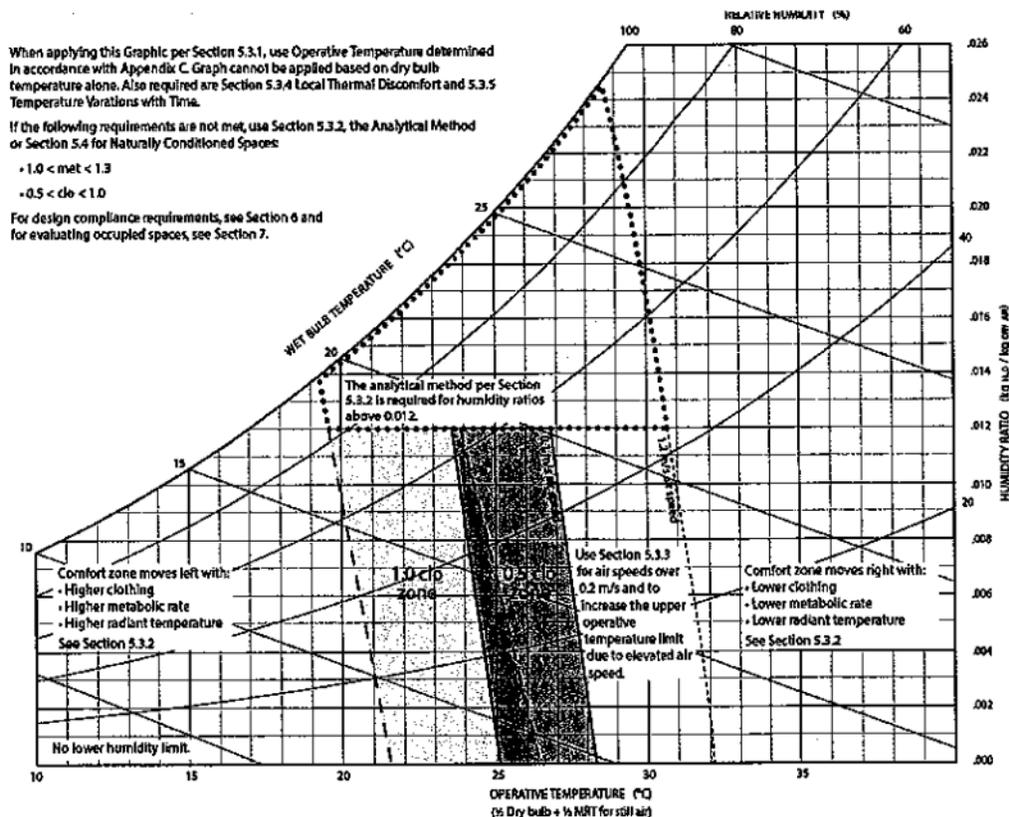
La norme ASHRAE 55-2013 offre une méthode pour évaluer graphiquement une zone de confort selon la température et le pourcentage d'humidité relative.

En somme, le graphique à la page suivante permet d'évaluer les conditions acceptables pour 80 % des occupants d'un espace à bureau (activité métabolique se situant entre 1 et 1,3 met). Deux zones sont représentées et correspondent à des niveaux d'isolation de 1,0 clo et 0,5 clo. Ces niveaux d'isolation sont des valeurs typiques pour des vêtements portés à des températures extérieures chaudes ou froides respectivement.

Finalement, le graphique considère une vitesse d'air inférieur à 20 m/s et un taux d'humidité de 0.012 kg H<sub>2</sub>O/kg d'air sec ou moins. Soulignons aussi qu'au-delà de cette norme, le règlement sur la qualité du milieu de travail spécifie que l'humidité relative doit être supérieure à 20%.

Figure 6 : ASHRAE 55-2013 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy





### Environnement acoustique

Le niveau de bruit influence beaucoup l'impression qu'ont les occupants sur la qualité de l'environnement. ASHRAE donne des limites générales de bruits de fond liés aux équipements de CVCA pour des espaces ayant différentes vocations. Le tableau suivant en montre un extrait.

Type de pièce	Niveau de bruit acceptable en RC*
Gymnase	40 à 50
Salle de conférence	25 à 35
Résidence, appartements	25 à 35
Espaces communs à bureaux	40 à 50
Bureau privé	25 à 35

Extraits du tableau Design Guidelines for HVAC-Related Background Sound in Rooms, ASHRAE 2007. *Sound and vibration control.*

\*RC (room criteria) est une mesure des bruits de fond évalué selon l'intensité du son pour une plage de fréquences.

Il est donc important que la conception des équipements CVCA soit faite dans le but de minimiser les bruits superflus. Certaines techniques de réduction de bruit peuvent être appliquées sur ces équipements, notamment, la sélection appropriée de diffuseurs, l'installation d'aubes directrices dans les coudes des conduits de ventilation et l'installation de silencieux à la sortie de certains équipements.

- Environnement visuel

Le niveau et la distribution de l'éclairage, la couleur de la lampe et la fréquence des ballasts doivent être pris en considération dans le choix de l'éclairage afin de réduire la fatigue des yeux selon le type d'occupation des espaces. Un contrôle de pièce permet également de satisfaire plus efficacement les besoins de chacun.

L'Illuminating Engineering Society (IES) propose des valeurs de niveau d'éclairage selon le type de tâche effectuée dans l'espace. Ce sujet est abordé plus amplement dans la section sur l'éclairage.

## 6.2 Ventilation et conditionnement de l'air

La ventilation se définit comme l'action de changer ou remplacer l'air d'un espace pour :

- Contrôler la température et l'humidité;
- Évacuer les odeurs, contaminants, composés organiques volatils (COV), fumées, poussières, etc.

La ventilation inclut autant l'introduction d'air extérieur que la recirculation d'air provenant du bâtiment. Notons que la ventilation peut être mécanique ou naturelle. Concrètement, la très grande majorité des bâtiments commerciaux, institutionnels et industriels sont munis d'une ventilation mécanique. La ventilation naturelle est plus rarement utilisée.

Qui dit ventilation, dit aussi conditionnement de l'air. En effet, que l'air provienne de l'extérieur du bâtiment ou qu'il soit recirculé, il doit passer par une batterie de systèmes qui en permettent le conditionnement : ré-oxygénation, la filtration, le chauffage, le refroidissement, la déshumidification ou l'humidification et la distribution dans les espaces.

Outre les fonctions énumérées ci-dessus, les systèmes de ventilation sont aussi utilisés pour :

- Contrôler le mouvement des fumées durant un incendie. Par exemple par la pressurisation des escaliers sous le niveau du sol;
- Contrôler les mouvements d'air et les différentiels de pression dans des applications spécifiques comme les laboratoires.

### 6.2.1 Références règlementaires et normatives

Le domaine des lois, codes et normes est complexe et en constante évolution. Le but de cette section est de présenter certaines des exigences parmi les plus pertinentes au niveau de la ventilation, et non d'en faire un inventaire exhaustif.

Par ailleurs, certaines organisations ou certaines municipalités possèdent leurs propres exigences qui peuvent parfois être plus sévères que les codes et normes présentés à cette section.

D'autres applications spécifiques requièrent aussi de consulter des normes qui ne sont pas détaillées ici.

- Loi sur le bâtiment - *Code de construction du Québec – Chapitre 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2010* (modifié)

Application : Tous les travaux de construction d'un bâtiment. C'est donc dire que les bâtiments existants n'ont pas à s'y conformer tant que des rénovations ou des modifications ne sont pas entreprises.

Consultation : Le Code doit être commandé au CNRC-NRC - Institut de recherche en construction pour avoir une version complète. Voir l'adresse suivante : [http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/publications/centre\\_codes/ccq\\_chapitre1\\_2010.html](http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/publications/centre_codes/ccq_chapitre1_2010.html).

En résumé : Au niveau de la ventilation, la partie 6 – Chauffage, ventilation et conditionnement d'air s'applique. Le code réfère lui-même à plusieurs autres normes, entre autres les normes et manuels de l'ASHRAE, les manuels de la SMACNA, les normes NFPA, la norme CSA Z317.2 (concernant les systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air dans les établissements de soins de santé), etc.

Il est à noter que le code demande que les installations de ventilation qui fournissent de l'air extérieur aux bâtiments doivent fournir au moins les débits exigés par la norme ASHRAE 62.1 « Ventilation for acceptable indoor air quality » ou être conforme à une autre méthode prévue dans cette norme. Le code spécifie entre autres aussi les exigences pour les garages de stationnement fermés et les logements.

- Règlement sur la santé et la sécurité du travail

Application : nouvelles constructions et bâtiments existants.

Consultation : gratuit sur le site <http://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/>

Ce règlement québécois fait partie de la « Loi sur la santé et la sécurité du travail ». En tant que tel, il vise surtout à assurer le respect d'exigences minimales pour la santé et la sécurité des travailleurs.

Notamment, le règlement a pour objet d'établir des normes concernant la qualité de l'air, la température, l'humidité, les contraintes thermiques et la ventilation en vue d'assurer la qualité du milieu de travail, de protéger la santé des travailleurs et d'assurer leur sécurité et leur intégrité physique. La section XI touche particulièrement la ventilation. On y retrouve entre autres les éléments suivants :

- Les taux minimums d'air frais requis dans différentes classifications d'établissements (annexe III du règlement);
- L'évacuation minimale à apporter pour les vestiaires, toilettes et salles de douches.

La section XII traite de l'ambiance thermique et spécifie notamment :

- La température minimale à maintenir dans les locaux selon l'usage;
- L'humidité minimale à maintenir.

L'annexe I du règlement spécifie aussi les taux maximums admissibles de divers contaminants dans l'air.

Il faut bien comprendre que ce règlement contient des critères qui visent à assurer la santé des travailleurs et non le confort des occupants. D'autre part, les limites de concentration de divers contaminants ont été fixées pour des milieux industriels et pour leurs effets bien spécifiques sur la santé. Compte tenu de ces faits, il est d'usage d'utiliser comme balise certains standards de l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) en vue d'assurer le confort et une bonne qualité de l'air intérieur aux occupants.

- Norme ASHRAE 62.1 « Ventilation for acceptable indoor air quality »

Application : Pour les nouvelles constructions et rénovations.

Consultation : Il faut l'acheter via le site internet suivant : <http://webstore.ansi.org/>.

En résumé : Cette norme est remise à jour périodiquement et la dernière version actuellement est ASHRAE 62.1-2016. Par contre, le Code de construction du Québec réfère actuellement à l'ASHRAE 62.1-2004, ce qui fait que c'est actuellement cette norme qui fait force de loi. Il est à noter cependant que les exigences de certifications LEED réfèrent normalement à la version la plus récente.

La norme ASHRAE 62.1 recommande un apport d'air extérieur calculé en fonction des paramètres suivants : la vocation de l'espace, le nombre de personnes pouvant s'y trouver, la superficie, le type de système de distribution et le nombre de zones alimentées par le système.

Outre cela, la norme spécifie entre autres les classes d'endroit où il est permis de recirculer de l'air, les taux d'évacuations minimums pour différents types de locaux, certaines exigences de conception, opération et maintenance.

- D'autres normes ou guides d'intérêt
  - NFPA-96 « Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operations » : pour tout ce qui a trait aux hottes de cuisine.
  - Guide de qualité de l'air intérieur dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux : publié par le Ministère de la Santé et des Services Sociaux (MSSS), ce guide, mis à jour en 2011, comporte d'intéressantes pratiques en ce qui a trait à la conception, l'opération et l'entretien des systèmes de ventilation, particulièrement dans le secteur hospitalier.
  - CSA Z317.2-2013 – Systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air (CVCA) dans les établissements de santé : exigences particulières. Un incontournable pour les établissements de santé, ce code spécifie entre autres toutes les normes de ventilation et d'apport d'air frais dans les milieux de santé.
  - CSA B52 – Code sur la réfrigération mécanique : en ce qui a trait à la ventilation des salles où les équipements de réfrigération sont situés.

## 6.2.2 Différents types de systèmes

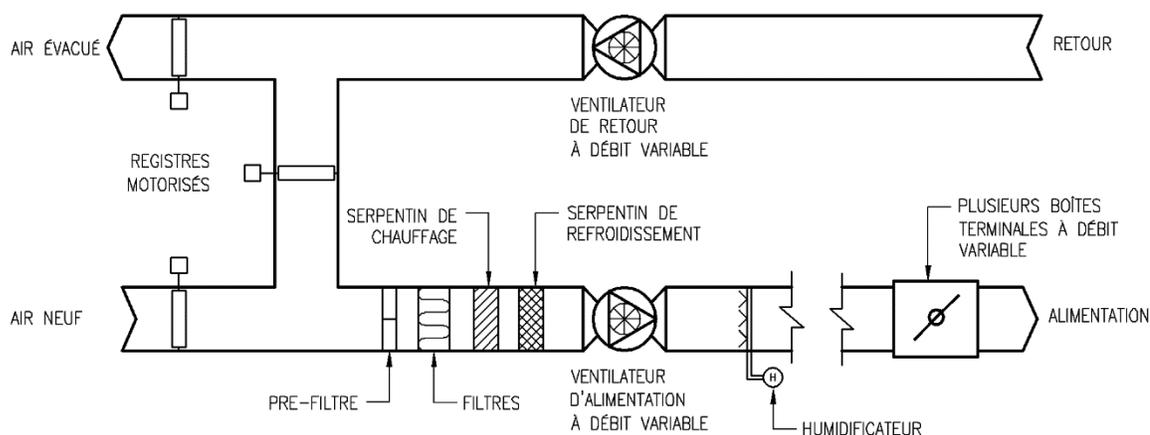
Il existe plusieurs types de systèmes de ventilation et de conditionnement de l'air. Dans un édifice moderne, ces systèmes peuvent assurer plusieurs fonctions : l'apport d'air extérieur, la filtration, l'humidification et la déshumidification, la distribution et la diffusion de l'air d'abord. La climatisation de la très grande majorité des bâtiments est aussi assurée par les systèmes de ventilation. Enfin, il y a aussi certains bâtiments ou secteurs dont le chauffage est assuré par les systèmes de ventilation.

L'objectif du guide étant de fournir une formation générale, nous nous limiterons à expliquer plus en profondeur le fonctionnement d'un système de ventilation typique d'un espace de bureaux. Cela nous permettra d'identifier les points importants d'un système.

### - Système à débit variable typique

Le schéma ci-dessous présente les composantes d'un système de ventilation typique pour un édifice à bureaux, souvent appelé système en « H » à cause de sa configuration. Le lecteur devrait prendre note que l'ordre de certains éléments peut varier selon la situation.

**Figure 7 : Système à volume variable typique**



Afin d'en expliquer brièvement le principe de fonctionnement, nous suivrons le cheminement de l'air de reprise (retour) à partir des pièces jusqu'au système de ventilation et ensuite le cheminement de l'air alimenté jusqu'aux pièces desservies.

Le ventilateur de retour puise l'air de l'espace desservi afin de l'acheminer jusqu'au système de ventilation. Afin d'effectuer ce travail, on retrouve dans les pièces des grilles de retour (souvent situées au plafond) qui permettent à l'air de sortir de la pièce pour être acheminé vers les conduits de ventilation de reprise jusqu'au ventilateur. Le ventilateur de retour propulse l'air vers le plénum de mélange. Dans le cas d'un système à débit variable, le ventilateur est muni d'un mécanisme permettant de contrôler le débit selon le besoin. Les deux mécanismes de contrôle de débit les plus courants sont :

- Le variateur de fréquence : il permet de réduire la vitesse du ventilateur. C'est le mécanisme le plus efficace pour moduler le débit. Les systèmes construits aujourd'hui utilisent pratiquement uniquement ce moyen.
- Les vannes d'entrée (souvent appelé « vortex » ou « inlet vannes ») : situées à l'entrée du ventilateur, elles modifient les caractéristiques de l'admission d'air au ventilateur pour réduire le débit. On les retrouve sur les systèmes datant généralement de plus de 10 ans. Elles sont moins efficaces énergétiquement.

Le plénum de mélange est normalement intégré au système de ventilation et sert à contrôler les proportions d'air évacué, air recirculé et air extérieur admis ou rejeté des espaces. Ce contrôle est généralement assuré par trois volets motorisés (registres) contrôlés par des actuateurs automatiques. Avant d'entrer dans la section « alimentation » du système, l'air est donc un mélange entre une proportion définie d'air extérieur et d'air recirculé provenant des espaces. L'air de reprise excédant est évacué à l'extérieur.

Le mélange d'air entre d'abord dans la section de filtration. À cet endroit peuvent se retrouver différents types d'éléments de filtration, avec des efficacités plus ou moins importantes.

Les efficacités de filtration sont maintenant définies par la norme ASHRAE 52.2-2012 – Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size. La mesure de l'efficacité des filtres est définie sur une échelle nommée MERV pour Minimum Efficiency Reporting Value.

En voici quelques-uns plus courants :

- MERV-8 : souvent retrouvés sous la forme de filtres plissés, jetables. Ils ont une épaisseur variant de 25 à 100 mm et sont contenus dans un support en carton. Ils sont conçus pour contrôler des particules aussi fines que 3 à 10 $\mu$  m. Concrètement, ils retiennent les insectes, le pollen, les spores et les moisissures. Pour une bonne partie des édifices commerciaux et institutionnels, c'est le seul niveau de filtration. Sur le schéma, ils sont représentés par l'élément « pré filtre ».
- MERV-13 : ce sont généralement les filtres à poches ou filtres à cartouches rigides. Pour être classé MERV-13, les filtres doivent être en mesure de capter les particules de 0,3 à 1,0  $\mu$ m. Concrètement, ces filtres sont en mesure de capter des bactéries, des fumées, les émissions d'automobile, etc. Comme ce sont des filtres coûteux, ils sont généralement précédés de filtres MERV-8 pour en prolonger la durée de vie. On retrouve ces filtres dans les édifices haut de gamme et les unités de soins hospitaliers.
- MERV-17 et plus : ce sont les filtres HEPA. Ils sont en mesure de capter plus de 99,97 % des particules de 0,3  $\mu$ m. Ils sont en mesure de capter des virus et des poussières de charbon. Ces filtres sont seulement utilisés dans des cas spéciaux : production pharmaceutique, laboratoires, salles propres, blocs opératoires, etc.

Le mélange d'air filtré entre ensuite dans un serpentin de chauffage. Comme son nom l'indique, il sert à chauffer l'air jusqu'à la température d'alimentation désirée. Plusieurs types de serpentins existent : serpentin à résistance électrique, serpentin à l'eau chaude, serpentins à vapeur, serpentins au gaz naturel à feu indirect ou direct. Sauf pour le serpentin électrique, le serpentin est normalement constitué de rangées de tubes où le fluide circule et libère sa chaleur. Pour maximiser l'échange thermique, les tubes sont munis d'ailettes.

Si de la climatisation ou de la déshumidification est requise, un serpentin de refroidissement peut aussi être présent. Encore ici, différents types de serpentins existent : serpentins à expansion directe et serpentin à l'eau refroidi.

- Le serpentin à expansion directe est un élément dans lequel c'est directement le réfrigérant qui circule. Il arrive sous forme d'un liquide froid au serpentin et ressort sous forme gazeuse après avoir absorbé la chaleur de l'air (donc après l'avoir refroidi).
- Dans le serpentin à eau refroidie, c'est de l'eau glacée (température typique de 7°C à l'entrée) qui circule dans le serpentin et absorbe la chaleur.

Dans les deux cas, en période estivale, le serpentin agit aussi comme élément de déshumidification. Comme la température du serpentin est inférieure au point de rosée de l'air, il y a formation de condensation et donc, déshumidification de l'air. Pour cette raison, un bac de condensation se retrouve sous le serpentin pour recueillir le condensé et l'évacuer.

Le ventilateur d'alimentation assure la circulation de l'air vers les zones desservies. Encore ici, dans le cas d'un système à débit variable, un mécanisme de contrôle de débit (le plus souvent, un variateur de fréquence) assure le contrôle adéquat du débit selon les besoins.

L'humidificateur effectue un apport d'humidité en saison hivernale pour maintenir l'humidité relative des pièces au point de consigne. Une section du présent guide dédiée à l'humidification peut être consultée.

À la sortie du système de ventilation, l'air alimenté est canalisé dans des conduits de ventilation vers les espaces desservis.

Arrivés près d'une pièce donnée desservie par le système de ventilation, des éléments terminaux assurent le contrôle du débit requis et/ou l'alimentation à une température adéquate. Plusieurs éléments sont possibles, mais on retrouve fréquemment :

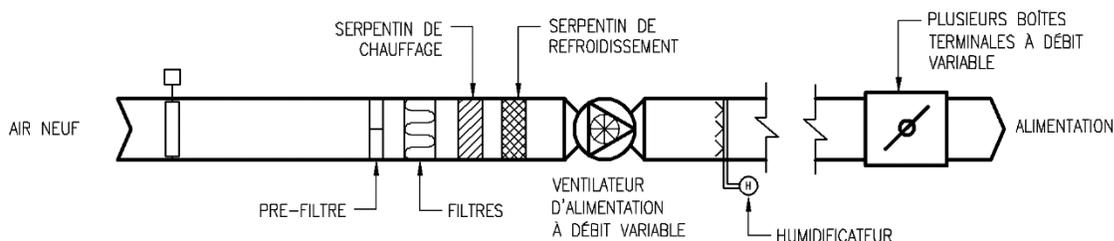
- Des boîtes à volume variable : éléments qui contrôlent le débit admis dans une pièce en fonction de la température de consigne, en respectant généralement des débits minimums et maximums.
- Des serpentins de réchauffe terminal peuvent être présents pour effectuer un réajustement de la température d'alimentation.

Enfin, l'air est diffusé dans la pièce par les diffuseurs généralement visibles au plafond (ils peuvent aussi être muraux et au plancher). Plusieurs types sont utilisés selon l'usage, la hauteur de la pièce, le type de système, etc.

- Système d'apport d'air extérieur

La figure ci-dessous présente un autre type de système assez courant. Le système d'apport d'air extérieur est un système admettant 100 % d'air frais. Comme il est bien sûr énergivore, on l'utilise normalement seulement pour des usages précis. Par exemple : compensation de l'air évacué par les hottes de cuisine, acheminement de l'air frais à d'autres systèmes de ventilation et laboratoires où il n'est pas permis, de recirculer l'air.

**Figure 8 : Système d'apport d'air extérieur**



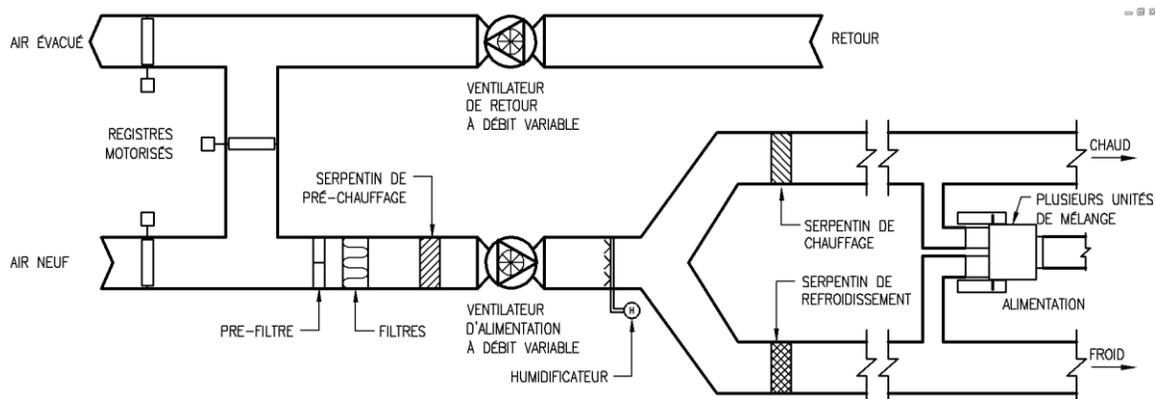
- Système à double conduit

Un autre type de système est le système à double conduit (ou double gaine). Le principe de ce système est d'acheminer l'air dans les pièces dans deux conduits distincts : un conduit chaud et un conduit froid. Près des pièces, des boîtes assurent le mélange d'air dans les bonnes proportions pour assurer le confort des occupants. Ce type de système peut être à débit constant ou à débit variable.

On retrouve fréquemment ce type de système dans les édifices construits avant les années 80. Il est fréquemment utilisé pour chauffer les espaces, ce qui élimine souvent le besoin d'avoir d'autres éléments de chauffage dans les pièces. Il est réputé économe, ce qui est particulièrement vrai pour les systèmes à débit constant. Il a aussi pour désavantage de nécessiter plus d'espace pour les conduits de ventilation.

Parmi ses avantages, notons cependant qu'il permet généralement un grand confort et qu'il permet de ne pas avoir de circulation d'eau sur les étages (chauffage par air), ce qui élimine les risques de dégâts d'eau. Des mesures peuvent permettre de le rendre aussi efficace que d'autres systèmes : débit variable, modulation intelligente des températures de gaine chaude et gaine froide, récupération de chaleur sur la gaine froide et rejet dans la gaine chaude.

Figure 9 : Système à double conduit



- Évacuations autonomes

En plus des systèmes de ventilation complets, un bâtiment possède aussi généralement un certain nombre d'évacuations autonome. Ces systèmes sont plus simples et sont normalement constitués de conduits d'évacuation et d'un ventilateur d'extraction. Le ventilateur d'extraction est souvent situé en toiture, mais il peut aussi être mural ou situé à l'intérieur de salles mécaniques.

Ces évacuations sont utilisées pour évacuer de l'air qui ne peut être recirculé à l'intérieur du bâtiment : air des vestiaires, toilettes, hottes de cuisine, hottes de laboratoire, dépôt de produits nocifs, etc.

6.2.3 Tâches de maintenance typique

L'entretien rigoureux des systèmes de ventilation permet de maintenir des conditions adéquates de qualité de l'air, de confort des occupants et une efficacité énergétique accrue. Le propriétaire d'un bâtiment devrait voir ces tâches comme l'entretien régulier d'une voiture : on comprend bien que sans entretien, la durée de vie et l'efficacité d'un véhicule sont réduites drastiquement. Il en va de même pour les systèmes de ventilation.

Le programme d'entretien exact de chaque système de ventilation devrait être établi selon les recommandations des fabricants des différents sous-systèmes, de concert avec les opérateurs responsables.

De façon générale cependant, le Ministère de la Santé et des Services sociaux a publié, à travers le « Guide de qualité de l'air intérieur dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux », une série de recommandations pour l'entretien des systèmes de ventilation. Évidemment, bien que ces recommandations visent d'abord les établissements de soins, elles sont aussi pertinentes pour n'importe quel type de bâtiment. Une adaptation devrait simplement être faite selon la sévérité des conditions à maintenir.

#### 6.2.4 Notions d'efficacité énergétique et opportunités

La ventilation est un très important poste de consommation énergétique. Que l'on pense à la puissance motrice des moteurs ou au chauffage, au refroidissement et à l'humidification de l'air neuf, les systèmes de ventilation sont directement responsables d'une part majeure des frais énergétiques de nos bâtiments. Plusieurs actions et vérifications peuvent permettre d'améliorer leur efficacité.

Voici quelques exemples de mesures d'efficacité énergétique :

- Bonnes pratiques d'entretien

La première mesure d'efficacité énergétique est de correctement entretenir ses systèmes de ventilation. Plusieurs mesures peuvent avoir un effet important :

- Au niveau des ventilateurs, des paliers correctement lubrifiés et l'ajustement ou le remplacement des courroies permettent un fonctionnement plus efficace, particulièrement pour les systèmes à débit variable.
- Plénum de mélange : l'étanchéité, l'intégrité et le bon fonctionnement des volets motorisés sont critiques dans le contrôle de l'admission d'air extérieur. Il n'est pas rare que des volets défectueux soient la cause d'une admission d'air extérieur exagérée et donc, d'une consommation énergétique importante.

- Remplacement au besoin des filtres : la perte de pression causée par le filtre augmente graduellement à mesure qu'il accumule les impuretés. L'augmentation de perte de pression impose une puissance motrice additionnelle au ventilateur d'alimentation, particulièrement pour les systèmes à débit variable.
- Propreté des serpentins de refroidissement et de chauffage : les serpentins de chauffage s'encrassent avec le temps, la poussière s'agglomérant autour des tubes et ailettes. C'est encore plus vrai pour les serpentins de refroidissement sujets à la condensation. L'encrassement des serpentins augmente la perte de pression au ventilateur, augmentant du même fait la puissance motrice. De plus, un serpentin encrassé échange évidemment moins facilement sa chaleur avec l'air, ce qui en réduit l'efficacité.

- Horaire et calendrier de fonctionnement

Le système le moins énergivore est le système en arrêt. Évidemment, on ne lésine pas avec la qualité de l'air et le confort intérieur.

Par contre, en dehors des heures d'occupation normales du bâtiment, il est crucial de s'assurer que :

- Un horaire de fonctionnement est implanté, permettant d'arrêter le système dès la fin de l'occupation normale du bâtiment, et le redémarrant lors du retour des occupants. Pour assurer un confort dès l'arrivée des occupants, il est d'usage de démarrer le système quelques minutes avant leur arrivée. Cette période devrait être souvent vérifiée et optimisée.
- Un calendrier de fonctionnement est implanté. Cette mesure est souvent absente, mais elle peut facilement permettre de réduire le fonctionnement du système de 10 à 15 jours par année (Congés fériés), ce qui peut représenter une économie de 5 % sur la consommation de ce système.

Pour les systèmes assurant le chauffage et/ou le refroidissement du bâtiment, il est possible d'implanter un redémarrage programmé au besoin pour assurer le maintien de conditions minimales en dehors des heures d'occupation.

- Gestion adéquate de l'admission d'air extérieur

Le chauffage, le refroidissement et l'humidification de l'air extérieur sont des postes de consommation importants. Il est donc important de s'assurer que les systèmes de ventilation admettent la bonne quantité d'air extérieur, pas plus et pas moins.

À cet effet, les éléments suivants devraient être observés régulièrement :

- Connaître la quantité d'air extérieur que le système doit admettre au minimum : trop souvent, cette information n'est même pas connue et consignée. Pour chaque système de ventilation, le minimum d'air extérieur à admettre en mode occupé devrait être connu, en termes de débit (en L/s ou en pieds cube par minute (pcm)). Ce minimum correspond en général aux prescriptions des normes telles que l'ASHRAE 62.1 ou à la compensation des évacuations autonomes en fonction.
- Faire ajuster et contrôler le système de façon à admettre uniquement le minimum requis en saison hivernale et estivale. En mi-saison, il peut parfois être avantageux de faire du refroidissement naturel, et donc, d'admettre plus d'air extérieur que le minimum.
- Il n'est pas suffisant de seulement contrôler l'air extérieur par un pourcentage d'ouverture des volets d'air extérieur. En effet, une commande de 15 % envoyée aux volets d'admission d'air ne veut absolument pas dire qu'il y a 15 % d'air admis. Un ajustement par un professionnel en balancement, assisté par un technicien en contrôles est nécessaire. Ceci devrait être refait périodiquement (à tous les 3 à 5 ans).

- Débit variable

Les systèmes à débit variable modulent leur débit au besoin réel, alors que les systèmes à débit constant ne sont pas en mesure de le faire. Dans tous les cas, les systèmes à débit variable sont nettement moins énergivores puisqu'ils permettent des économies de puissance motrice et de traitement de l'air.

Par contre, il n'est pas toujours facile ou possible de réaliser une conversion de débit constant à débit variable. Des investissements importants peuvent être requis. Plusieurs travaux peuvent être nécessaires : l'installation de boîtes à débit variable, l'installation de variateurs de fréquence et la modification des contrôles en font partie.

Pour déterminer si cette mesure est envisageable, le propriétaire devrait faire appel à des professionnels pour évaluer sa faisabilité et sa rentabilité. Lors des travaux de rénovation ou de réaménagement, on devrait en profiter pour l'implanter, ce qui se fera alors à moindre coût.

- Récupération de chaleur

Cette mesure est particulièrement à propos pour les systèmes admettant beaucoup d'air extérieur. Elle consiste à installer un système permettant de récupérer en partie la chaleur de l'air évacué pour préchauffer l'apport d'air extérieur. Plusieurs types de systèmes de récupération de chaleur existent. Parmi ceux-ci, mentionnons :

- La récupération par boucle d'eau glycolée : consiste à installer un serpentín dans l'évacuation et dans l'apport d'air extérieur et à faire circuler de l'eau glycolée entre les deux. Ce type de système peut permettre de récupérer aux environs de 40 % de la chaleur sensible de l'air évacué.

- La roue enthalpique : c'est un récupérateur de chaleur par accumulation. Il se compose d'un média de transfert hygroscopique formant de très nombreux petits canaux afin de permettre les échanges tant de chaleur sensible que d'humidité. L'accumulateur cylindrique en rotation lente est alternativement traversé dans une direction par le débit d'air d'évacuation du bâtiment où il se charge d'énergie et dans l'autre direction par l'air frais où il se décharge. Ce type de système peut permettre de récupérer aux environs de 70 % de chaleur sensible et latente (humidité).

D'autres types de récupérateurs de chaleur existent avec des propriétés différentes. Pour déterminer si cette mesure est envisageable, le propriétaire devrait faire appel à des professionnels pour évaluer sa faisabilité et sa rentabilité. Les modifications à faire pour l'implanter peuvent être importantes.

- Climatisation de salles de traitement informatique ou de salles de serveurs

Bien qu'il ne s'agisse pas d'une mesure d'efficacité énergétique à proprement parler, le choix d'une solution de refroidissement pour une salle informatique peut avoir d'importantes conséquences sur la consommation d'énergie d'un bâtiment.

En effet, la charge de climatisation d'une salle informatique varie typiquement très peu dans le temps, soit entre 80% et 100% de la charge selon le niveau d'activité des serveurs.

Voici quelques éléments de réflexion utiles :

- Puisqu'une salle de serveurs est typiquement en fonction 24h/24 et 7j/7, il est préférable que la climatisation soit effectuée par un système autonome. L'utilisation d'un système central desservant d'autres espaces nécessitera que ce système soit en fonction en tout temps, entraînant une importante surconsommation d'énergie.

De plus, si la température d'alimentation du système central est automatiquement rajustée à la hausse pour s'adapter aux charges réelles du bâtiment, il est probable que la présence d'une salle de serveurs nécessite une température d'alimentation inutilement basse pour les autres locaux desservis, qui pourraient par exemple nécessiter de la réchauffe terminale afin de conserver des conditions d'ambiance adéquates.

- Les conditions d'ambiance requises dans une salle informatique ne sont pas nécessairement aussi exigeantes que ce qu'on pourrait croire. L'ASHRAE a publié en 2005 un guide intitulé « Design Considerations for Datacom Equipment Centers » qui donne certaines recommandations concernant les conditions à maintenir dans une salle de traitement de données en fonction du type d'installation. En fonction du type d'installation, on y recommande une température entre 20 et 25°C à l'entrée des équipements informatiques. Ces valeurs peuvent être encore plus élevées pour des salles de télécommunications. Une salle informatique n'est donc pas une chambre froide.
- La configuration de la distribution d'air est primordiale puisqu'elle permet d'éviter de climatiser à outrance la salle pour gérer la présence de quelques points chauds. On privilégiera une ségrégation des flux froids et chauds (allées chaudes et froides ou alimentation sous le plancher et cheminées vers l'entreplafond, par exemple) et on alimentera l'air à proximité de la prise d'air des serveurs pour éviter le mélange avec l'air éjecté des cabinets informatiques. Ce faisant, on optimise le différentiel de température entre l'air alimenté dans le local et l'air extrait, ce qui permet d'alimenter de l'air à plus haute température et à un débit inférieur.

### 6.3 Refroidissement : production et distribution de froid

Dans le climat québécois, la production et la distribution de froid sont des systèmes qui consomment relativement peu d'énergie par rapport à d'autres postes de consommation. Pour beaucoup de bâtiments, le refroidissement représente moins de 10 % de la facture énergétique. Des exceptions existent cependant, particulièrement les bâtiments ayant d'importantes charges de procédé, d'importantes zones internes ou des applications spécifiques (aréna, entrepôt frigorifique, etc.) Malgré ce fait, l'été québécois, court, mais souvent chaud et humide, nous force à munir la plupart des bâtiments situés au sud du Québec de moyen pour permettre de tempérer ou climatiser l'air ambiant. Le tableau ci-dessous présente un aperçu des conditions de températures estivales qui peuvent être rencontrées dans différentes régions québécoises.

**Figure 10 : Conditions climatiques estivales dans différentes localités du Québec (source : Environnement Canada – données normales 1971-2000)**

	Montréal	Québec	Sherbrooke	Bagotville	Sept-Îles	Val-d'Or	Chapais	Kuujuaq
Maximum extrême (°C)	37,6 (1975-08-01)	35,6 (1953-07-17)	33,7 (1953-07-04)	36,1 (1994-06-16)	32,2 (1947-06-24)	36,1 (1975-07-31)	35,0 (1995-07-31)	33,1 (1999-06-24)
Humidex extrême (°C)	46,8 (1975-08-01)	49,3 (1975-08-01)	46,5 (1963-07-02)	43,9 (1953-07-18)	35,4 (1959-07-31)	47,9 (1955-07-31)	N/D	38,9 (1967-06-29)
Nb de jours avec Tmax > 20°C	112,7	93,5	101,0	83,4	30,2	78,1	61,1	18,9
Nb de jours avec Tmax > 30°C	7,6	4,6	3,4	7,1	0,3	3,8	1,6	0,3
Degrés-jours ref. (base 18°C)	241,6	133,3	100,7	102,1	9,4	86,7	59,4	6,0

Les ingénieurs responsables de la conception des systèmes de refroidissement doivent dimensionner les équipements pour être en mesure de faire face à de telles conditions.

Par contre, la conception ne se fait généralement pas pour le maximum extrême (ce qui causerait un surdimensionnement trop important), mais bien pour une température en dessous de laquelle la température extérieure se situe 97,5 % du temps : c'est la température de design. Pour Montréal, par exemple, la température de design est de 30°C, accompagnée d'une humidité relative de 54,8 %, selon l'annexe C du CNB-2010<sup>9</sup>.

### 6.3.1 Quelques définitions liées au refroidissement

- **COP** : Coefficient de performance énergétique des systèmes de climatisation ou de thermopompes. Cette valeur définit l'efficacité de production du refroidissement et se définit comme le rapport entre la quantité de froid produite et l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement du système. Cette valeur est adimensionnelle.
- **EER** : « Energy efficiency ratio ». Cette valeur exprime l'efficacité de production du refroidissement et se définit comme le rapport entre la quantité de froid produite en btu/h et l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement du système, en watt. Cette valeur a donc pour unité des btu/(W\*h).
- **ODP** : « Ozone depletion potential ». Valeur représentant le potentiel du réfrigérant d'être dommageable pour l'ozone stratosphérique. La valeur est relative au potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone du réfrigérant CFC-11, un des plus dommageables (c'est donc dire que l'ODP du CFC-11 est de 1.0).
- **kW/tonne** : autre valeur exprimant l'efficacité d'un refroidisseur. Cette valeur est calculée en divisant l'appel de puissance électrique du refroidisseur par la production de froid, exprimée en tonnes.

---

<sup>9</sup> CNB-2010 : température sèche 30°C, température humide 23°C, ce qui équivaut à 54,8% d'humidité relative. Plusieurs concepteurs préfèrent concevoir à une température sèche de 32,2°C et 50% d'humidité relative.

- **IPLV** : « Integrated part load value ». Valeur exprimant l'efficacité d'un refroidisseur sur toute sa plage d'opération. Cette valeur est calculée en déterminant d'abord la performance du refroidisseur à 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de charge. Un prorata est par la suite effectué en assignant un poids à chaque valeur, tel que défini dans la norme ARI Standard 550/590-1998 (1 % du temps à 100 % de charge, 42 % du temps à 75 % de charge, 45 % du temps à 50 % de charge et 12 % du temps à 25 % de charge).
- **Tonnes de refroidissement** : Unité exprimant la puissance ou capacité d'un équipement de refroidissement. Cette unité est utilisée principalement en Amérique du Nord, puisqu'elle provient du système impérial toujours en vigueur aux États-Unis. On parle de tonnes de refroidissement puisque les premiers systèmes de refroidissement utilisaient la fonte de glace pour parvenir à effectuer le travail de climatisation. Or, une tonne de glace, en fondant sur une période de 24 h, produit en fait 12 000 btu/h de froid. Une tonne de refroidissement est donc équivalente à une puissance de 12 000 btu/h ou environ 3,516 kW de froid.

### 6.3.2 Références réglementaires et normatives

Le domaine des lois, codes et normes est complexe et en constante évolution. Le but de cette section est de présenter certaines des exigences parmi les plus pertinentes au niveau du refroidissement, et non d'en faire un inventaire exhaustif. Par ailleurs, certaines organisations ou certaines municipalités possèdent leurs propres exigences qui peuvent parfois être plus sévères que les codes et normes présentés à cette section. D'autres applications spécifiques requièrent aussi de consulter des normes qui ne sont pas détaillées ici.

- Loi et règlement sur les mécaniciens de machines fixes

Application : La loi et le règlement sur les mécaniciens de machines fixes s'appliquent dans tous les édifices publics (au sens de la loi, les édifices publics incluent à peu près tous les types de bâtiments commerciaux, institutionnels et industriels, qu'ils appartiennent au gouvernement ou au privé). Elle touche autant les installations de refroidissement que de chauffage.

Consultation : Sur internet à l'adresse suivante :

<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca>.

En résumé : Au Québec, la Loi sur les mécaniciens de machines fixes et le Règlement sur les mécaniciens de machines fixes régissent la surveillance des centrales de production de froid et la formation du personnel requis pour effectuer cette dernière.

Comme la plupart des équipements de refroidissement sont des appareils sous pression (à l'exception des refroidisseurs à absorption), ils doivent être soumis à une surveillance d'un mécanicien de machines fixes tel que défini dans le règlement. Le niveau de surveillance exigé dépend principalement de quatre éléments :

- Le type d'équipements sous pression retrouvés dans le bâtiment (chaudières, refroidisseurs, turbines, etc.), par exemple, pour une même puissance de refroidissement, la surveillance requise pour un refroidisseur centrifuge est généralement moindre que pour un refroidisseur à déplacement positif comme les refroidisseurs à vis;
- La puissance individuelle de chaque équipement et totale pour l'installation;
- Le positionnement des équipements un par rapport à l'autre;
- Le fait que l'équipement soit en marche en arrêt durant une partie de l'année (le niveau de surveillance peut varier selon la saison).

La détermination du niveau de surveillance requis peut être relativement complexe lorsque différents types d'équipements sont présents. Les niveaux de surveillance sont (du moins au plus sévère) : conditionnelle, périodique, interrompue, continue. Sauf pour le niveau conditionnel qui ne requiert que certains contrôles automatiques, les autres niveaux de surveillance peuvent s'avérer particulièrement coûteux en main-d'oeuvre puisqu'ils nécessitent la visite à un intervalle déterminé ou même la présence continue d'un mécanicien de machines fixes qualifié pour superviser les équipements.

Le propriétaire devrait être conscient que le choix des équipements de refroidissement et la capacité installée peuvent impliquer des coûts de surveillance à considérer.

La loi et le règlement peuvent être retrouvés sur le site suivant :

<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca>.

Voir aussi la section « Chauffage » pour lequel ce règlement s'applique aussi.

- Code sur la réfrigération mécanique - CSA B52-13

Application : Le code vise la conception, la fabrication, l'installation, la vérification et l'entretien de toute installation frigorifique. Il s'applique pour les nouvelles constructions et les rénovations.

Consultation : Sur internet à [www.csa.ca](http://www.csa.ca).

En résumé : Le code définit principalement les exigences pour réduire au minimum les risques sur la santé et la sécurité liés à l'utilisation des réfrigérants et des équipements de réfrigération mécanique. Entre autres, il définit :

- Classifie les bâtiments et les installations selon des niveaux de risque;
- Classifie les frigorigènes selon leur toxicité et leur inflammabilité;
- Définit les exigences de conception des locaux techniques au niveau des issues de sortie, de la détection de fuite de réfrigérant, de la protection contre les explosions et de la ventilation de ces pièces.

- CAN/CSA-C743-09 - Performance Standard for Rating Packaged Water Chillers

Application : Pour tous les nouveaux refroidisseurs.

Consultation : Sur internet à [www.csa.ca](http://www.csa.ca)

En résumé : Le Règlement sur l'efficacité énergétique du Canada stipule que les nouveaux refroidisseurs doivent avoir des performances minimales conformes à la norme CAN/CSA C743.

Le tableau ci-dessous présente certaines valeurs exigées par cette norme.

Product Type	Size Category	Compliance Path			
		Path A		Path B	
		Full Load kW/kW	IPLV kW/kW	Full Load kW/kW	IPLV kW/kW
Air cooled with condenser	<528 kW	2.802	3.664	N/A	N/A
	≥528 kW	2.802	3.737	N/A	N/A
Air cooled without condenser	All Capacities	Air cooled chillers without condensers must be rated with matching condensers and comply with the air-cooled chiller efficiency requirements.			
Water cooled, reciprocating	All Capacities	Reciprocating units must comply with water cooled positive displacement efficiency requirements.			
Water cooled, positive displacement	<264 kW	4.509	5.582	4.396	5.861
	≥264 and <528 kW	4.538	5.718	4.452	6.001
	≥528 and <1055 kW	5.172	6.063	4.898	6.513
	≥1055 kW	5.672	6.513	5.504	7.177
Water cooled, centrifugal	<528 kW	5.547	5.901	5.504	7.815
	≥528 and <1055 kW	6.100	6.401	5.856	8.792
	≥1055 and <2110 kW	6.17	6.525	5.961	8.792
	≥2110 kW	6.17	6.525	5.961	8.792
Air Cooled Absorption Single Effect	All Capacities	0.600	N/A	N/A	N/A
Water Cooled Absorption Single Effect	All Capacities	0.700	N/A	N/A	N/A
Absorption Double Effect Indirect-Fired	All Capacities	1.000	1.050	N/A	N/A
Absorption Double Effect Direct-Fired	All Capacities	1.000	1.000	N/A	N/A

Source : CSA-C743-02

- Le Protocole de Montréal

En 1987, un accord visant à réduire et à terme éliminer complètement les substances qui appauvrissent la couche d'ozone a été signé à Montréal par 24 pays. Depuis, 191 pays ont signé et se sont engagés à respecter ce protocole. Il réglemente la consommation et la production des produits chimiques contenant du chlore et du brome destructeurs de l'ozone stratosphérique, tel que les CFC et les HCFC.

Les objectifs de réduction de la production et l'utilisation des produits chimiques ont été fixés relativement aux effets nocifs de chaque produit et du degré de développement du pays visé. Le Canada s'est donc entre autres engagé à respecter plusieurs objectifs visant à éliminer progressivement les CFC et les HCFC.

Réfrigérants les plus courants aujourd'hui en réfrigération dans les bâtiments et engagements du Canada

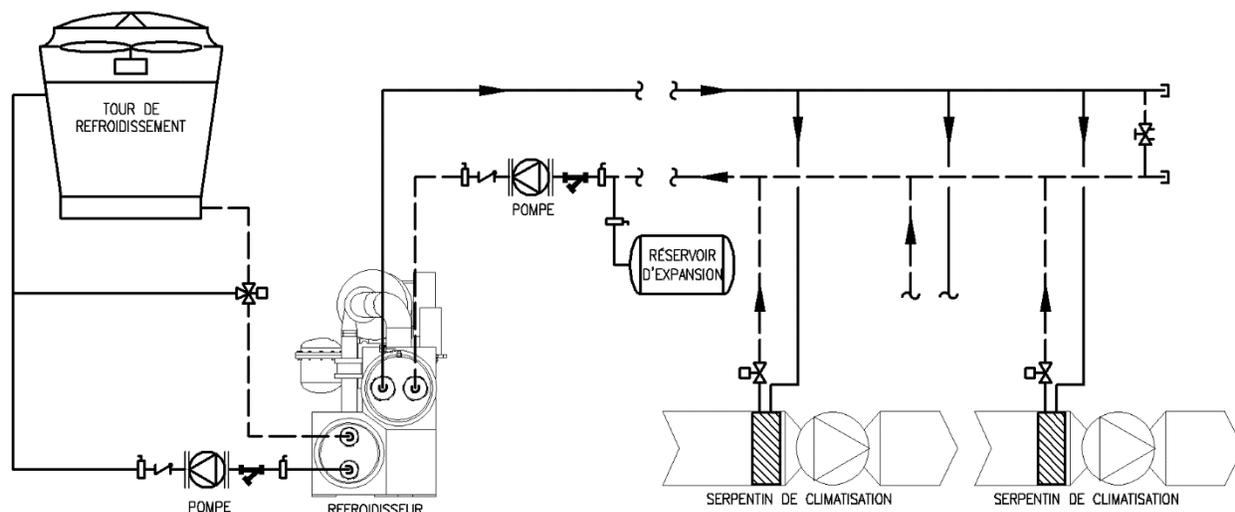
- **R-11** : aussi appelé CFC-11 est sans couleur et presque inodore, à l'état liquide dans les conditions atmosphériques. Ce produit est ininflammable. Dû à sa forte concentration de chlore, ce fréon est considéré comme un des réfrigérants ayant un ODP le plus élevé de (valeur référence de 1.0). Conformément au protocole de Montréal, la vente et l'utilisation du produit sont interdites depuis 1995. Par contre, il est possible que des systèmes de réfrigération au R-11 fonctionnent toujours. ODP = 1.0; GWP = 4 600.
- **R-22** : aussi appelé HCFC-22. Il est utilisé généralement dans des applications de climatisation. Il est apparu sur le marché comme réfrigérant alternatif aux CFC R-11 et R-12 dans les systèmes de réfrigération, lors de la « phase-out » de ceux-ci, malgré son ODP de 0,05. Ce gaz est presque incolore, ininflammable et fonctionne dans les systèmes de réfrigération de haute pression. En Amérique du Nord, la vente d'équipements fonctionnant au R-22 n'est plus permise depuis 2010, et la vente du réfrigérant doit être réduite à chaque année jusqu'à 2020, où l'élimination devrait être pratiquement complète. ODP = 0.055; GWP = 1 700.

- **R-123** : aussi appelé HCFC-123 est un produit alternatif au R-11 pour les systèmes de réfrigération et de CVCA à basse pression. Son utilisation dans les nouveaux systèmes de CVCA sera permise jusqu'en 2020, et sa production pour utilisation dans les systèmes existants sera permise jusqu'en 2030. Ce gaz est incolore et ininflammable. Il est courant sur le marché en tant que réfrigérant pour les applications de refroidisseurs centrifuges à haut tonnage et c'est l'un des réfrigérants les plus performants sur le marché. ODP = 0.02; GWP = 120.
- **R-134a** : ou HFC-134a. Ce réfrigérant a des propriétés thermodynamiques similaires au R-12, sans les effets d'appauvrissement de la couche d'ozone. Ce produit est à l'état gazeux dans les conditions atmosphériques, incolore et non inflammable. Par contre, lorsqu'il est exposé à une source de chaleur importante (250 °C), le R-134a peut produire un gaz toxique. De plus, la forme gazeuse de ce produit prend la place de l'air dans les poumons si inhalé excessivement, posant un danger d'asphyxie. Ce produit n'est pas touché par le Protocole de Montréal, puisqu'il ne pose pas de danger pour l'ozone. Il n'y a donc pas de processus de retrait actuellement prévu, ce qui explique que de plus en plus de refroidisseurs en soient munis. ODP = 0; GWP = 1 300.

### 6.3.3 Différents types de systèmes de refroidissement

Il existe plusieurs types de systèmes de production de froid. Le but ici n'est pas de tenter de les détailler tous, mais bien de présenter des situations courantes dans les bâtiments. La figure ci-dessous représente de façon simplifiée une centrale de production d'eau refroidie ainsi que son réseau de refroidissement.

Figure 11 : Réseau simplifié de production d'eau glacée et rejet de chaleur



- Le refroidisseur

La fonction du refroidisseur est de produire de l'eau refroidie (aussi appelée eau glacée) qui est alimentée dans le réseau de distribution du bâtiment. Typiquement, le refroidisseur est conçu pour produire de l'eau à environ 7°C (45°F). Cette eau est circulée dans les éléments de transfert de chaleur pour refroidir et déshumidifier l'air alimenté par les systèmes de ventilation, et de là, les pièces. Il existe plusieurs types de refroidisseurs. On peut d'abord les distinguer par le principe de réfrigération utilisé :

- Les refroidisseurs à cycle vapeur-compression : ce sont les refroidisseurs les plus courants au Québec. Les refroidisseurs de ce type sont toujours munis de quatre composantes principales : l'évaporateur, le compresseur, le condenseur et la soupape d'expansion. Le réfrigérant effectue un cycle complet entre ces quatre composantes. Par ailleurs, ces refroidisseurs sont souvent dénommés en fonction du type de compresseurs dont ils sont munis :
  - Les refroidisseurs à compresseurs centrifuges;
  - Les refroidisseurs à compresseurs à vis;
  - Les refroidisseurs à compresseurs à volutes;
  - Les refroidisseurs à compresseurs réciproques.

- Les refroidisseurs à absorption : ils sont en voie de disparition au Québec, mais il en demeure encore en fonction. Le cycle d'absorption utilise une source de chaleur pour produire du froid. Comparativement au cycle vapeur-compression, cette technologie peut facilement être cinq fois plus énergivore. En effet, le COP d'un refroidisseur à absorption varie de 0,7 à 1,2 (pour un refroidisseur à double effet) par rapport à près de 5 pour un refroidisseur centrifuge ou à vis. Leur faible efficacité explique leur disparition progressive, particulièrement dans le contexte québécois où l'électricité est peu coûteuse. Les refroidisseurs à absorption sont donc maintenant utilisés seulement dans des cas spéciaux comme lorsqu'il y a un rejet de chaleur disponible de toute façon (« waste heat »).

- Le réseau de distribution d'eau refroidie

L'eau refroidie produite par le refroidisseur est acheminée, via des pompes et un réseau de tuyauterie, aux différents éléments de transfert de chaleur : serpentins, ventilo-convecteurs et poutrelles de refroidissement. Ces éléments captent l'excès de chaleur présent dans les pièces ou dans l'air de ventilation et la rejettent dans l'eau refroidie, qui retournera donc à une température plus élevée vers le refroidisseur. Ce cycle est continu.

- Rejet de la chaleur à l'extérieur du bâtiment

Évidemment, la chaleur excédentaire captée par le réseau d'eau refroidie doit ultimement être rejetée à l'extérieur du bâtiment. Dans les installations de plus grande importance, la condensation des gaz réfrigérants se fait directement dans le condenseur situé sur le refroidisseur. Un circuit d'eau de tour (l'eau de rejet de chaleur) est utilisé comme caloporteur pour absorber la chaleur des gaz évaporés et assurer leur condensation. Cette chaleur est acheminée à l'extérieur de l'édifice vers une ou des tours de refroidissement (ce qui est représenté sur la figure précédente).

L'eau de tour (dont la température est typiquement d'environ 35°C aux conditions de design) est pulvérisée au haut de la tour de refroidissement. L'air induit mécaniquement par un ou des ventilateurs permet de refroidir l'eau par l'évaporation d'une fraction du débit circulé. L'eau refroidie (environ 29°C) est récupérée dans un bassin avant d'être retournée vers le ou les refroidisseurs.

- Traitement chimique

Les réseaux d'eau sont munis d'un système de contrôle d'addition de produits chimiques soit :

- De dispersants dans la boucle de l'eau refroidie pour éviter le colmatage des serpentins lorsque la circulation est arrêtée;
- D'algicides dans l'eau de condensation pour éviter la formation d'algues dans les tours occasionnées par le contact de l'eau chaude et de la lumière.

De plus, la ou les tours d'eau doivent être munies de systèmes pour diminuer la concentration des produits calcaires dans l'eau de condensation qui corrodent les refroidisseurs tout en affectant le transfert thermique dans les condenseurs.

Lorsque la concentration des solides calcaires en suspension dans l'eau, est trop élevée et s'il n'y a pas de système de filtration adéquat, il faut jeter à l'égout une partie de cette eau et la renouveler avec de l'eau neuve.

- Autres types de systèmes de refroidissement

Il existe évidemment d'autres types de systèmes de climatisation qui ont la même fonction et il y a aussi plusieurs variantes pour différents systèmes. En voici quelques-uns :

- Unités de ventilation munies de systèmes de refroidissement à expansion directe : Généralement situées au toit, il est très courant d'avoir des unités de ventilation munies de systèmes de refroidissement à expansion directe. Dans ces unités, la climatisation est assurée par des serpentins dans lesquels le réfrigérant circule directement. Des compresseurs sont situés à l'intérieur de ces unités et le rejet de chaleur se fait par des condenseurs à air. Ces unités de ventilation sont extrêmement courantes pour les édifices commerciaux de petite et de moyenne envergure.
- Unités de climatisation bi-bloc ou multi-bloc (split unit) : Ces unités sont normalement constituées de petites unités de ventilation-évaporation situées directement dans une ou des pièces et d'une unité de condensation au mur ou au toit du bâtiment. Des lignes de réfrigérant les relient.

#### 6.3.4 Tâches de maintenance typique

Les équipements liés à la production de froid sont parmi les plus dispendieux à entretenir dans un bâtiment. Leur présence entraîne une série de tâches à réaliser par le personnel d'opération ou par des sous-traitants spécialisés.

Sans être exhaustif, voici quelques éléments marquants au niveau de l'entretien :

- Entretien des refroidisseurs

Les refroidisseurs sont des machines relativement complexes qui comprennent de nombreuses composantes mécaniques, des circuits de réfrigérants, des échangeurs de chaleur et des systèmes de contrôles et de protections électroniques. Plusieurs tâches de maintenance de ces équipements doivent être confiées à un frigoriste qualifié. Il est donc courant que l'entretien de ces machines soit octroyé à des firmes spécialisées dans ce genre de travail.

La liste à la page précédente présente un exemple de tâches d'entretien devant être réalisées pour un refroidisseur centrifuge. Cette liste est un exemple simplifié seulement, le programme d'entretien de chaque machine devant être élaboré par le fabricant de l'équipement de concert avec le frigoriste en fonction de l'utilisation.

### **Exemple de tâches d'entretien sur un refroidisseur centrifuge**

#### Inspection et entretien annuel

- ✓ Vérifier le fonctionnement et le point d'interruption des différentes sécurités et protections.
- ✓ Vérifier le fonctionnement du microprocesseur et de la communication pour la présence d'anomalie.
- ✓ Vérification de toutes les sondes et transmetteurs (eau, réfrigérant et huile).
- ✓ Vérifier le refroidisseur d'huile et le chauffe-carter du refroidisseur d'huile.
- ✓ Vérifier le niveau d'huile et le régulateur, remplacer le filtre à huile.
- ✓ Vérifier et serrer toutes les connexions électriques et les terminaux, vérifier et nettoyer les contacteurs.
- ✓ Vérifier la résistance des bobines des contacteurs, les fusibles, les transformateurs.
- ✓ Faire un test de fuites et réparer les fuites.
- ✓ Vérifier le système de purge.
- ✓ Vérifier l'isolement du moteur du refroidisseur et du moteur de la pompe à l'huile.
- ✓ Vérifier les bornes et la résistance du bobinage du moteur du refroidisseur et du moteur de la pompe à l'huile.
- ✓ Vérifier les sondes de températures du moteur, l'actuateur et la tige de raccordement.
- ✓ Nettoyer les tubes du condenseur.
- ✓ Analyser le réfrigérant.
- ✓ Analyser l'huile.

#### Inspections particulières (1 fois tous les 2 ans par exemple)

- ✓ Nettoyage des tubes de l'évaporateur.
- ✓ Analyse de tous les tubes par courant de Foucault.
- ✓ Analyse de vibration.

Il faut retenir que l'entretien annuel d'un refroidisseur peut s'avérer coûteux et dépend beaucoup du type de machine et de sa capacité, de l'âge de celle-ci et du niveau d'entretien qui est requis. Généralement, lorsque ces tâches sont sous-traitées à des firmes spécialisées, on peut s'attendre à des coûts de l'ordre de 2 000 à 3 000\$ par an par refroidisseur pour des contrats d'entretien préventif. Pour des contrats d'entretien tout inclus (dans lequel le fournisseur s'engage à réparer les pièces défectueuses et fournir la main-d'œuvre et le matériel requis), les frais peuvent facilement aller aux environs de 6 000 à 10 000\$ par an.

- Entretien des tours de refroidissement et traitement chimique

L'entretien de la tour de refroidissement est un élément assez critique compte tenu des caractéristiques de cet équipement. Dans ce cas, en plus de viser la performance de la tour en rejet de chaleur et d'assurer sa durée de vie, l'entretien vise aussi à éviter le développement bactérien et les risques liés à la santé.

Il faut savoir que la tour de refroidissement est un circuit d'eau tempérée ouvert à l'atmosphère. Les conditions naturelles pour le développement de bactéries potentiellement dangereuses sont donc parfaites.

Des cas documentés dans le passé ont démontré que dans certaines conditions, le développement bactérien se produisant dans une tour de refroidissement insuffisamment entretenue ou mal positionnée par rapport aux entrées d'air de ventilation avait entraîné des maladies importantes, voire le décès de certains occupants. La bactérie Legionella est particulièrement visée. Afin d'éviter ces situations, l'entretien de la tour doit donc viser deux objectifs additionnels :

- Éviter que ne s'installent des conditions favorables au développement de bactéries, notamment la Legionella. Ces conditions sont notamment la formation de pellicules organiques à la surface de l'eau ou sur les parois, l'accumulation de solides en suspension, la présence d'algues, champignons et sédiments;

- Limiter la dissémination des bactéries en s'assurant d'éviter que la tour d'eau soit située près des prises d'air des systèmes de ventilation ou près des voies de circulation du public.

Afin de prévenir ces problématiques, le règlement modifiant le Code de sécurité intégrant des dispositions relatives à l'entretien d'une installation de tour de refroidissement à l'eau a été publié dans la Gazette officielle du Québec le 28 mai 2014, et est entré en vigueur le 12 juillet 2014. En tant que propriétaire d'une installation de tours de refroidissement à l'eau, vous devez, conformément à la section VII du chapitre Bâtiment du Code de sécurité (CBCS):

- Entretien votre installation suivant un programme d'entretien élaboré par un ou plusieurs membres d'un ordre professionnel;
- Tenir un registre complet comprenant certaines informations relatives à l'entretien de vos installations, notamment le suivi de l'échantillonnage et les résultats d'analyses de la concentration en *Legionella pneumophila*;
- Transmettre à la RBQ, dans les 30 jours suivant sa première mise en service et le 1er mars de chaque année, certaines informations sur vos installations par l'intermédiaire d'un formulaire de transmission de renseignements;
- Prélever ou faire prélever des échantillons en respectant le Protocole d'échantillonnage du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec et les faire analyser par un laboratoire accrédité pour déterminer la concentration en *Legionella pneumophila*;
- Vous assurer que le laboratoire accrédité transmette sans délai tous les résultats des analyses à la RBQ;
- Mettre en place des mesures qui élimineront la dispersion de l'eau par aérosol lorsqu'un résultat d'analyse indique une concentration en *Legionella pneumophila* de 1 000 000 unités formant des colonies par litre d'eau (UFC/L) ou plus.

La qualité du traitement chimique et la présence de filtration est particulièrement critique. Des firmes spécialisées œuvrent dans ce domaine et peuvent conseiller les propriétaires sur les mesures adéquates et particulières requises à chaque installation.

#### 6.3.5 Notions d'efficacité énergétique et opportunités

- Sélection d'unité de climatisation intégrant un refroidissement à haute performance

De façon généralement malheureuse pour l'efficacité énergétique, une part très importante des besoins de ventilation et climatisation des bâtiments est souvent effectuée par des unités de ventilation monobloc installées en toiture, communément appelées «*unité rooftop*».

Ces unités sont souvent peu efficaces pour les raisons suivantes :

- Construction de qualité souvent médiocre (étanchéité) et faible isolation;
- Possibilités de modulation souvent faibles dues aux caractéristiques inhérentes du refroidissement à expansion directe ou des serpentins de chauffage;
- Souvent contrôlées par des contrôles autonomes qui offrent peu de flexibilité pour des séquences évoluées;
- Leur positionnement en toiture signifie souvent un entretien plus ou moins régulier.

**Figure 12 : Unité de ventilation monobloc « rooftop »**



Source : <http://www.lennoxcommercial.com/products/packaged-rooftop-units/Energie/>

Au niveau du refroidissement, ces unités de ventilation intègrent normalement directement un serpentin de refroidissement à expansion directe, un ou des compresseurs, de même qu'un condenseur, le tout construit à même l'unité. Pour les unités plus anciennes, l'efficacité de refroidissement « rendement énergétique » (EER ou Energy Efficiency Ratio) était souvent inférieure à dix. Le coefficient EER est obtenu en divisant la quantité de froid générée (en btu/h) par la puissance électrique requise pour ce faire (en watts). Malheureusement, les unités existantes ne peuvent être que très peu améliorées. Par contre, lors du remplacement des unités, il devient intéressant d'en sélectionner d'autres offrant de meilleures performances en climatisation. Lors de ces remplacements, la municipalité devrait s'assurer qu'une optimisation soit faite au niveau de :

- La qualité de construction et d'isolation de ces unités de toit.
- La sélection d'une unité présentant une meilleure efficacité de refroidissement. Au-delà du coefficient EER, la sélection de la machine devrait surtout être faite en fonction du rendement énergétique saisonnier (SEER ou *Seasonal Energy Efficiency Ratio*) ou d'un facteur intégré (IEER ou *Integrated Energy Efficiency Ratio*) qui prend en compte un profil de charge plus représentatif du fonctionnement saisonnier de l'unité. Le respect des performances spécifiées par la norme ASHRAE 90.1 la plus récente serait aussi une bonne pratique.
- Lorsque des taux d'air neuf importants sont requis et quand la configuration le rend possible, l'intégration de roues thermiques directement dans les unités monoblocs devrait être envisagée.

Bien que l'installation d'unité monobloc en toiture soit très rarement appréciée par les ingénieurs en efficacité énergétique, ces unités demeurent très populaires, principalement en raison de leur faible coût d'acquisition. Il est donc important à tout le moins d'essayer d'en optimiser la performance.

- Sélection d'un refroidisseur à haute performance :

La performance d'un refroidisseur dépend de plusieurs facteurs, les principaux étant les températures à maintenir, le type de réfrigérant utilisé, le type de compresseur et le pourcentage de charge (l'efficacité d'un refroidisseur varie beaucoup en fonction de la modulation de l'unité). La sélection d'un nouveau refroidisseur peut donc être fortement optimisée. Par exemple, les mesures suivantes devraient faire l'objet d'une analyse :

- Sélection de refroidisseurs à compresseurs centrifuges lorsque possible. En général, les refroidisseurs à compresseurs sont applicables dès que la charge globale excède 150 tonnes de refroidissement. Les refroidisseurs centrifuges sont généralement plus efficaces que les refroidisseurs à vis ou les refroidisseurs à compresseurs réciproques. Un refroidisseur centrifuge classique présente donc un Integrated Part Load Value (IPLV) de l'ordre de 0,6 kW/T, alors que l'IPLV des refroidisseurs à compresseurs réciproques varie entre 0,8 à 1,2 kW/T.
  - Intégration d'entraînement à fréquence variable sur le moteur du compresseur. L'entraînement à fréquence variable permet des économies importantes au niveau de la puissance motrice, principalement au niveau de la modulation de capacité du refroidisseur. Un refroidisseur centrifuge présentant cette technologie peut atteindre une performance IPLV de l'ordre de 0,4 kW/T.
  - Choisir des refroidisseurs centrifuges à paliers magnétiques au lieu d'utiliser des roulements baignant dans l'huile, cette technologie utilise des paliers magnétiques, ce qui élimine une bonne partie du frottement avec le compresseur. Cette technologie peut permettre d'atteindre une performance IPLV inférieure à 0,4 kW/T.
- Optimisation de la tour de refroidissement
- Premièrement, lorsque possible, des tours de refroidissement à ventilateurs axiaux devraient être utilisées. En effet, ces dernières nécessitent généralement près de trois fois moins de puissance motrice qu'une tour de refroidissement à ventilateurs centrifuges.

- En deuxième lieu, l'utilisation d'entraînements à fréquence variable pour contrôler la vitesse du ventilateur permet aussi de réduire la puissance motrice consommée à la tour d'eau.

- Optimisation du réseau de distribution d'eau refroidie

Le réseau de distribution d'eau refroidie peut lui aussi être optimisé. Souvent, ces réseaux sont conçus pour fonctionner à débit constant, alors que les charges de climatisation sont fortement variables. Il est parfois possible de transformer le réseau d'eau refroidie à débit constant en réseau à débit variable, ce qui permet des économies très importantes au niveau de la puissance motrice. Cette transformation a cependant certaines implications :

- Les robinets de contrôle des serpentins de refroidissement doivent être de type « deux voies » et non de type « trois voies ».
- Des entraînements à fréquence variable doivent être installés pour moduler le débit d'eau selon la charge.

Des vérifications doivent être faites au niveau de la faisabilité puisqu'il n'est pas nécessairement possible de moduler le débit d'eau au refroidisseur. Dans certains cas, il peut être nécessaire de créer un réseau primaire à débit constant et secondaire à débit variable pour implanter la mesure.

## 6.4 Chauffage : production et distribution de chaleur

Dans notre climat, le chauffage est toujours un enjeu important, autant au niveau de l'opération que de la consommation énergétique. Nos bâtiments doivent être conçus pour soutenir des conditions climatiques très rigoureuses. Le tableau ci-dessous présente un aperçu des conditions de températures hivernales qui peuvent être rencontrées dans différentes régions québécoises.

**Figure 13 : Conditions climatiques hivernales dans différentes localités du Québec (source : Environnement Canada – données normales 1971-2000)**

	Montréal	Québec	Sherbrooke	Bagotville	Sept-Îles	Val-d'Or	Chapais	Kuujuuaq
Minimum extrême (°C)	-37,8 (1957-01-15)	-36,1 (1962-02-02)	-40,0 (1979-02-12)	-43,3 (1943-02-15)	-43,3 (1950-01-21)	-43,9 (1962-01-29)	-43,3 (1965-01-16)	-49,8 (1991-01-22)
Nb de jours avec Tmin < -20°C	16,9	31,1	35,7	50,9	47,9	64,7	65,0	105,0
Nb de jours avec Tmin < -30°C	0,5	1,7	6,5	9,9	6,3	18,7	19,2	44,6
Degrés-jours (base 18°C)	4518,7	5201,9	5151,1	5792,5	6276,9	6216,6	6613,9	8644,2

Les ingénieurs responsables de la conception des systèmes de chauffage doivent dimensionner les équipements pour être en mesure de faire face à de telles conditions. Par contre, la conception ne se fait généralement pas pour le minimum extrême (ce qui causerait un surdimensionnement trop important), mais bien pour une température au-dessus de laquelle la température extérieure se situe 97,5 % (ou 99 %, selon le concepteur) du temps : c'est la température de design. Pour Montréal, par exemple, les températures de design hivernales sont -23 °C (97,5 %) ou -26 °C (99 %), selon l'annexe C du CNB-2005.

### 6.4.1 Références règlementaires et normatives

Le domaine des lois, codes et normes est complexe et en constante évolution. Le but de cette section est de présenter certaines des exigences parmi les plus pertinentes au niveau du chauffage, et non d'en faire un inventaire exhaustif.

Par ailleurs, certaines organisations ou certaines municipalités possèdent leurs propres exigences qui peuvent parfois être plus sévères que les codes et normes présentés à cette section.

D'autres applications spécifiques requièrent aussi de consulter des normes qui ne sont pas détaillées ici :

- Loi sur le bâtiment - Code de construction du Québec – Chapitre 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2010 (modifié)

Application : Tous les travaux de construction d'un bâtiment. C'est donc dire que les bâtiments existants n'ont pas à s'y conformer tant que des rénovations ou des modifications ne sont pas entreprises.

Consultation : Voir la section 6.2 – Ventilation et conditionnement de l'air.

En résumé : Au niveau chauffage, la partie 6 – Chauffage, ventilation et conditionnement d'air s'applique. Le code réfère surtout à plusieurs autres normes telles que :

- CSA B-214 « Code d'installation des systèmes de chauffage hydronique »
  - CSA Z-317.2 « Systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air (CVCA) dans les établissements de soins de santé : exigences particulières »
  - CSA B-51 « Code sur les chaudières, les appareils et les tuyauteries sous pression »
  - CSA B-139 « Code d'installations des appareils de combustion au mazout »
  - CSA B-149.1 « Code d'installation du gaz naturel et du propane »
- Règlement sur la santé et la sécurité du travail

Application : Nouvelles constructions et bâtiments existants.

Consultation : Gratuite sur internet au <http://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/>

Ce règlement québécois fait partie de la « Loi sur la santé et la sécurité du travail ». En tant que tel, il vise surtout à assurer le respect d'exigences minimales pour la santé et la sécurité des travailleurs.

La section XII traite de l'ambiance thermique et spécifie notamment la température minimale à maintenir dans les locaux selon l'usage. Il faut bien comprendre que ce règlement contient des critères qui visent à assurer la santé des travailleurs et non le confort des occupants. Les températures minimales mentionnées à l'annexe IV sont présentées ci-dessous :

**Figure 14 : Températures minimales à maintenir selon le RSST s2.1**

<i>Nature du travail exécuté</i>	<i>Température minimale obligatoire</i>
– Travail léger en position assise, notamment tout travail cérébral, travail de précision ou qui consiste à lire ou à écrire	20 °C
– Travail physique léger en position assise, notamment travail de couture avec machine électriques et travail sur petites machines / outils	19 °C
– Travail léger en position debout, notamment travail sur machine / outil	17 °C
– Travail moyen en position debout, notamment montage et ébarbage	16 °C
– Travail pénible en position debout, notamment forage et travail manuel avec outils lourds	12 °C

Si ces températures constituent des limites à maintenir, elles n'assureront généralement pas le confort et la satisfaction d'une majorité d'occupants. Par exemple, maintenir une température de 20°C dans un environnement de bureaux générera généralement de nombreuses plaintes d'une bonne partie des occupants.

- Loi et règlement sur les mécaniciens de machines fixes

Application : La loi et le règlement sur les mécaniciens de machines fixes s'appliquent dans tous les édifices publics (au sens de la loi, les édifices publics incluent à peu près tous les types de bâtiments commerciaux, institutionnels et industriels, qu'ils appartiennent au gouvernement ou au privé).

Consultation : Sur internet à l'adresse suivante :  
<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca>.

En résumé : Au Québec, la Loi sur les mécaniciens de machines fixes et le Règlement sur les mécaniciens de machines fixes régissent la surveillance des centrales thermiques et la formation du personnel requis pour effectuer cette dernière.

L'esprit de ces lois et règlements est d'assurer une surveillance adéquate des équipements sous pression afin d'assurer la sécurité de tous. Différents modes de surveillance sont possibles et dépendent principalement de la puissance et du type d'équipements en place dans une centrale thermique.

De façon générale, plus la somme de la puissance des équipements en place est élevée et/ou plus la pression d'opération de ces équipements est haute, plus les exigences de surveillance sont sévères.

Le règlement définit quatre modes distincts de surveillance. Classées en ordre croissant d'exigence, les modes se vulgarisent comme suit :

- Surveillance conditionnelle : Aucune surveillance requise.
- Surveillance périodique :
- Visite quotidienne d'un mécanicien de machines fixes pendant laquelle il doit inspecter l'installation et remplir un registre des machines en fonction. On parle souvent d'une surveillance « 1 h sur 24 h ».
- Surveillance interrompue :
- Présence d'un mécanicien de machines fixes avec carte de compétence appropriée une heure sur deux, mais dont les absences ne doivent pas dépasser une heure. C'est donc dire que ce mode exige la présence 24 h sur 24 d'un mécanicien de machines fixes dans le bâtiment. Ce dernier peut cependant surveiller d'autres centrales simultanément (si elles ont un niveau de surveillance périodique seulement) ou effectuer d'autres tâches d'entretien.
- Surveillance continue :
- Présence continue d'un mécanicien de machines fixes avec cartes de compétence appropriée. Ce mécanicien ne peut s'absenter de la centrale et ne peut donc pas surveiller une autre centrale simultanément.

Inutile de dire que la surveillance des centrales thermiques peut s'avérer dispendieuse en main-d'œuvre pour un établissement, particulièrement dans le cas des édifices majeurs qui ont des surveillances interrompues ou continues.

#### 6.4.2 Différents types de systèmes de chauffage

Il existe plusieurs types de systèmes de chauffage. Sans avoir la prétention de tous les aborder, nous présentons ici les principaux types que l'on retrouve au Québec dans les bâtiments commerciaux et institutionnels.

- Chauffage par résistance électrique

Dû au faible coût de l'énergie électrique au Québec, nous avons toujours une forte proportion du chauffage qui est réalisé par des éléments électriques : plinthes sur la périphérie du bâtiment et serpentins électriques dans les conduits de ventilation.

On rencontre plus fréquemment ce type de système dans les bâtiments de plus petite ampleur, mais aussi dans des édifices majeurs.

Cette façon de faire présente principalement pour avantages des coûts d'acquisition et d'installation peu élevés, la simplicité du système et l'absence de réseaux d'eau pour le chauffage.

Par contre, elle présente certains inconvénients à mentionner : coût énergétique souvent plus élevé que le gaz naturel (particulièrement vrai depuis les cinq dernières années dans le secteur commercial et institutionnel), nécessite une entrée électrique considérablement plus puissante, difficulté d'offrir une redondance en cas de défaillance du réseau public (nécessiterait des génératrices démesurées) et impossibilité de changer facilement de source énergétique suite à la construction.

**Figure 15 : Serpentin électrique pour conduit d'air**



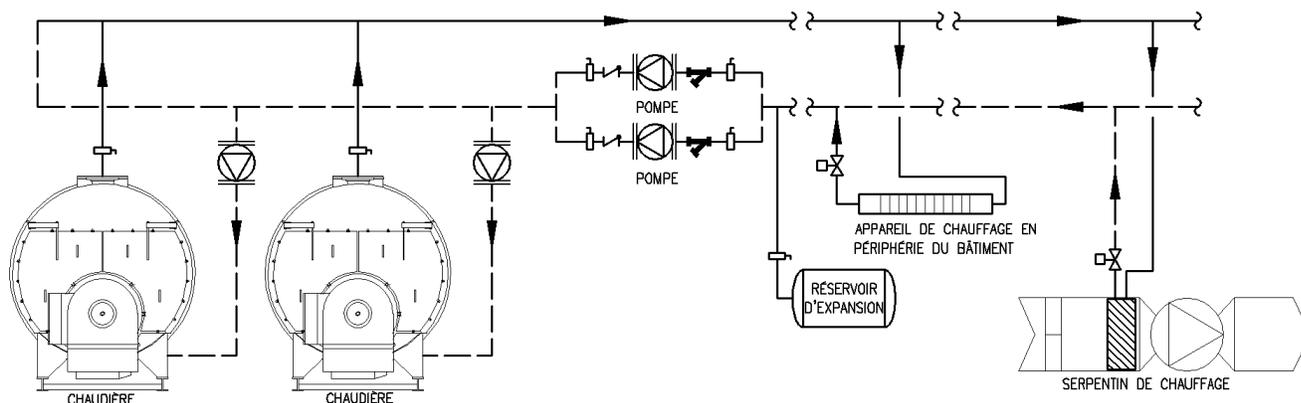
Source : [www.belthermal.com](http://www.belthermal.com)

- Chauffage à l'eau chaude

L'utilisation de chauffage à l'eau chaude est une autre façon de faire des plus courantes. Les systèmes de chauffage à l'eau chaude comprennent globalement trois sous-systèmes : les systèmes de production de chaleur, le réseau de distribution et les éléments de chauffe.

Le schéma ci-dessous présente de façon simplifiée le fonctionnement d'un réseau de chauffage.

Figure 16 : Réseau simplifié de chauffage à l'eau chaude



- Les systèmes de production de chaleur :

Les plus courants sont évidemment les chaudières, mais il faut aussi mentionner l'existence de la géothermie et des refroidisseurs « récupératifs » qui sont en mesure d'alimenter des réseaux de chauffage à basse température. Ces éléments seront cependant traités en détail dans une autre section du guide.

Les chaudières sont les systèmes de production d'eau chaude les plus courants. À l'exception des chaudières électriques qui utilisent des éléments résistifs pour chauffer l'eau, toutes les autres chaudières effectuent la combustion d'un combustible gazeux (gaz naturel ou propane), liquide (huile no 2 ou huile no 6) ou solide (charbon, bois, biomasse).

Le combustible est introduit dans une chambre de combustion où il est mélangé avec de l'air comburant avant d'être allumé. C'est le travail du brûleur d'effectuer le bon mélange combustible-comburant et d'effectuer l'ignition. Les gaz de combustion chauds échangent leur chaleur à l'eau qui circule dans les tubes (pour les chaudières « tubes à eau ») ou dans la coquille (pour les chaudières « tubes à feu »). En fin de course, les gaz de combustion sont expulsés via la cheminée.

- Le réseau de distribution d'eau chaude :

À partir de la centrale thermique ou chaufferie, des pompes alimentent le réseau de chauffage qui dessert les différents éléments de chauffe au périmètre ou dans les systèmes de ventilation. Les réseaux sont généralement constitués de tuyauterie en acier noir recouvert d'isolant en fibre de verre. Malheureusement, pour les réseaux plus anciens, la présence d'amiante comme matériel isolant est encore très courante.

- Éléments de chauffe :

Ils sont raccordés sur le réseau de distribution et servent évidemment à diffuser la chaleur à l'endroit voulu.

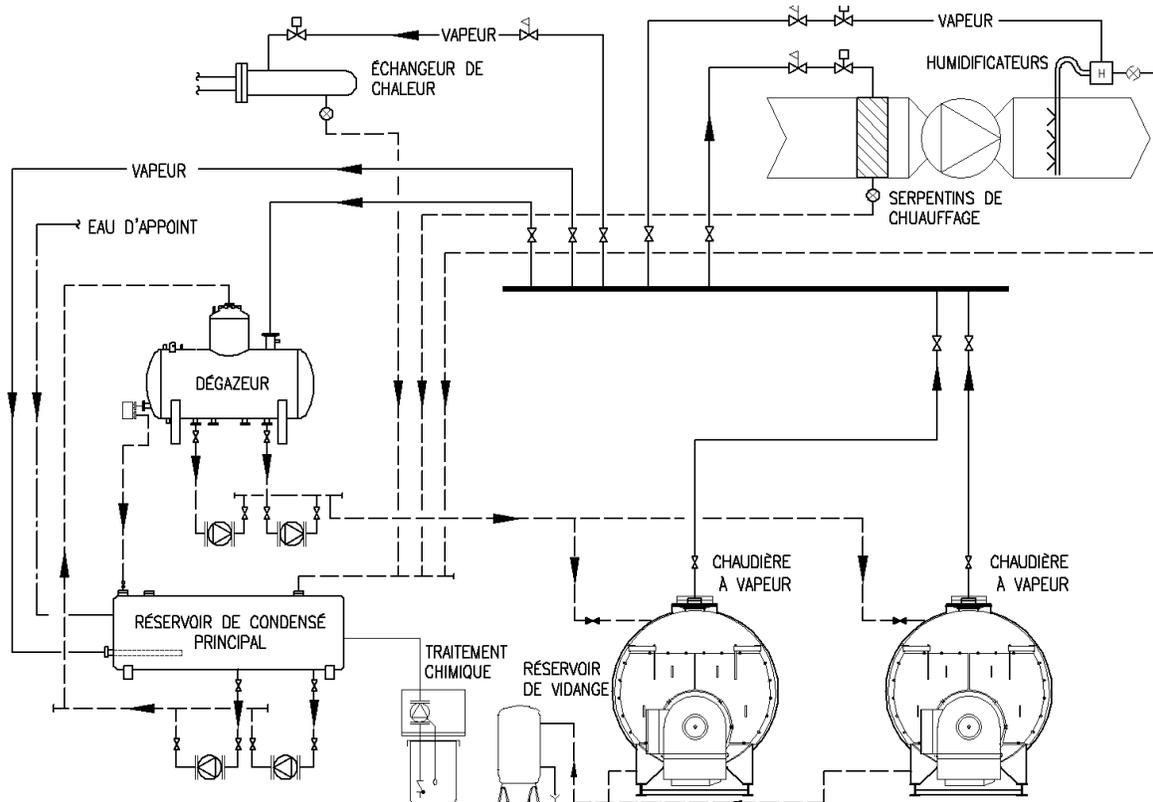
On en retrouve de tous types : convecteurs à ailettes, radiateurs en fonte, aérothermes, ventilo-convecteurs, serpentins (dans les systèmes ou conduits de ventilation), panneaux radiants, chauffage radiant au plancher, etc.

Pour contrôler la quantité de chaleur libérée, ils sont normalement munis de robinets de contrôle automatique. Ces robinets modulent leur ouverture en fonction de la température de pièce ou de la température d'alimentation de l'air.

- Chauffage à la vapeur

Après le chauffage par résistance électrique et le chauffage à l'eau chaude, le chauffage à vapeur est une autre façon de faire encore relativement courante, particulièrement pour les réseaux de chauffage urbain, les centres hospitaliers et les universités. La production et l'utilisation de vapeur dans les plus petits édifices à tendance à disparaître dues aux coûts d'exploitation plus élevés de tels systèmes, particulièrement pour les systèmes de petite capacité. Le schéma ci-dessous présente de façon simplifiée les grandes lignes d'un réseau de production de vapeur.

Figure 17 : Réseau simplifié de production et distribution de vapeur



Les systèmes de chauffage à la vapeur comprennent eux aussi trois sous-systèmes : les systèmes de production de vapeur, le réseau de distribution de vapeur et de retour de condensés et les éléments de chauffe.

- Systèmes de production de vapeur :

Les centrales de production de vapeur sont généralement plus complexes que les centrales de production d'eau chaude. Plusieurs sous-systèmes s'y retrouvent, chacun ayant une fonction spécifique à la production de vapeur :

- Le réservoir de retours de condensé principal : c'est un réservoir qui recueille le condensé provenant des différentes zones de chauffage. La vapeur, une fois utilisée dans les éléments de chauffe, redevient sous

forme liquide (le condensé) et est réacheminée en majeure partie vers ce réservoir.

- Le système d'eau d'appoint : les réseaux de vapeur ont toujours un certain pourcentage de pertes de vapeur ou d'utilisation de vapeur directe (donc sans retour) par exemple, les besoins d'humidification comblés par des humidificateurs utilisant la vapeur de réseau. Évidemment, l'eau utilisée doit être compensée en réintroduisant de l'eau potable, qui est généralement introduite au dégazeur. Lorsque la proportion d'eau d'appoint est importante, il peut être nécessaire de chauffer l'eau introduite pour éviter les chocs thermiques aux chaudières.
- Le traitement chimique : les réseaux de vapeur nécessitent un traitement chimique plus important que les réseaux d'eau chaude de chauffage (qui sont des réseaux dits « fermés »). Cela est principalement dû à l'introduction d'eau neuve dans le réseau, mais aussi au fait que le réseau est ouvert à l'atmosphère à certains endroits du cycle (réseau dit « ouvert »). Différents traitements chimiques sont possibles : adoucissement de l'eau d'appoint, désalcalinisation, injection de produits chimiques comme les sulfites, utilisation d'eau osmosée, etc.
- Le dégazeur : à partir du réservoir de condensés, l'eau est pompée dans le dégazeur. On y introduit aussi généralement l'eau d'appoint dans le réseau. Le rôle du dégazeur est d'assurer l'évacuation des gaz non condensables (comme l'oxygène et l'azote) du réseau de vapeur, et ce, avant d'introduire l'eau aux chaudières. Le principe physique utilisé pour dégazer l'eau est simplement de la chauffer en injectant de la vapeur dedans. À près de 100°C, à pression atmosphérique, les gaz incondensables sont naturellement évacués du liquide. Ce principe est facilement observable à l'œil nu lors de l'ébullition de l'eau sur une cuisinière. Pour les petites chaufferies, le dégazeur est parfois absent. La conséquence en sera généralement une consommation de produits chimiques plus élevée pour faire le même travail.

- Les pompes d'appoint aux chaudières : à partir du dégazeur, l'eau est pompée vers les chaudières. L'eau doit être introduite à une température suffisamment chaude pour éviter les chocs thermiques à la chaudière.
- Les chaudières : le principe de fonctionnement en est très similaire aux chaudières à eau chaude. La principale différence est au niveau du fait que le fluide change de phase dans son passage dans la chaudière. Au sommet de la chaudière (dans le ballon de vapeur pour une chaudière de type « tubes à eau »), la vapeur pressurisée est injectée dans le réseau d'alimentation. Plusieurs systèmes de contrôle assurent aussi l'opération sécuritaire et efficace de ce type de chaudière : contrôle de bas niveaux, contrôle de hauts niveaux, purges automatiques de surface, etc.
- Le réseau de distribution de vapeur, les éléments de chauffe et le réseau de retour de condensé

À partir de la centrale, la vapeur est distribuée vers les postes d'utilisation. Comme c'est un gaz pressurisé, il n'y a pas de pompes requises pour en assurer le déplacement.

La pression de vapeur dépend des applications qui y sont branchées et de l'ampleur du réseau. Des pressions de l'ordre de 100 psig sont assez courantes à la centrale thermique.

Par contre, la pression est réduite via des stations de réduction de pression avant les postes d'utilisation. La majorité des éléments de chauffe utilisent une pression de vapeur entre 5 et 15 psig. Notons que certains appareils, par exemple les stérilisateurs, nécessitent parfois une pression d'entrée entre 60 et 80 psig.

La vapeur est introduite dans les différents éléments de chauffe : échangeurs, serpentins, radiateurs, etc. Généralement, la quantité de vapeur est contrôlée par une soupape automatique. Dans l'élément de chauffe, au contact des parois froides du médium d'échange, la vapeur transfère sa chaleur.

Le condensé qui en résulte aboutit dans un purgeur à vapeur qui ne laisse passer que l'eau de condensation (par un système de flotteurs ou thermostatique). L'eau est ensuite généralement acheminée vers des réservoirs de condensés secondaires avant d'être pompée vers la centrale (en passant par le réseau de retour de condensé).

#### 6.4.3 Tâches de maintenance typique

Étant donné leur importance dans notre climat, il est excessivement important de bien entretenir les systèmes de chauffage. Un bon entretien préventif et des inspections régulières permettront de réduire les bris non planifiés et améliorer l'efficacité énergétique de la production de chauffage.

Voici un aperçu non exhaustif de certaines tâches d'entretien liées au chauffage. Pour établir une liste exhaustive, le gestionnaire ou la personne en charge doit consulter plusieurs sources adaptées à son installation : les recommandations des manufacturiers pour les différents équipements, les recommandations du personnel d'opération et des mécaniciens de machines fixes, les recommandations au niveau du traitement chimique, etc.

- Entretien des chaudières

C'est évidemment un des équipements les plus critiques et il doit normalement être sujet à un entretien annuel exhaustif, généralement en saison estivale. Les tâches d'entretien comprennent normalement des éléments tels que :

- Nettoyage des surfaces d'échange de chaleur, côté feu et côté eau. Du côté « feu », les accumulations de suie sont à éliminer. Du côté « eau », les accumulations de tartre sont à nettoyer. Cet élément est particulièrement important au niveau de l'efficacité énergétique puisque ces accumulations dégradent la performance de la chaudière.
- Inspection de l'état des tubes, remplacement au besoin des éléments affaiblis.

- Tests de combustion et ajustement du brûleur au niveau des mélanges combustibles-comburant. C'est un autre élément important en efficacité énergétique. Des excès d'air comburant trop importants entraînent d'importantes dépenses énergétiques. À l'inverse, un excès d'air comburant trop faible entraîne des risques de combustion incomplète, une émission de gaz nocifs et des risques de sécurité.
  - Vérification des éléments de protection et de sécurité tels que détecteurs de bas niveau, interrupteurs de débit, haute limite de température et pression, etc.
- Nettoyage des tamis et traitement chimique des réseaux

À différents endroits sur les réseaux d'eau se retrouvent des tamis qui servent à filtrer l'eau des réseaux et protéger les éléments critiques des particules abrasives. Ces tamis doivent être nettoyés périodiquement pour réduire la perte de pression aux pompes et assurer la libre circulation du fluide de chauffage. La fréquence de nettoyage dépend de l'âge du réseau.

D'autre part, bien que les réseaux de chauffage à l'eau chaude soient normalement des réseaux fermés, il demeure qu'il est normalement requis d'avoir un minimum de traitement chimique du réseau pour assurer d'éviter la corrosion prématurée et l'encrassement des composantes de chauffage côté eau. La sélection du bon produit chimique et du dosage doit être réalisée conjointement par un spécialiste dans le domaine. Des tests périodiques de l'eau du réseau permettent d'ajuster le dosage et s'assurer que la qualité de l'eau est conforme aux attentes.

- Entretien des pompes

Les pompes sont évidemment des éléments importants puisqu'elles permettent d'assurer la circulation du fluide de chauffage dans le réseau. À cet effet, pour les réseaux critiques, il est de pratique courante d'avoir des pompes en redondance pour assurer le maintien du service en cas de bris.

Les tâches d'entretien des pompes varient beaucoup en fonction du type de pompe.

Voici certains exemples de tâches :

- Lubrification des roulements, changements d'huile (selon le type de pompe);
  - Vérification de l'alignement moteur / pompe;
  - Vérification de l'état de l'accouplement ou des courroies, selon le cas;
- Nettoyage des éléments de transfert de chaleur

Échangeurs, serpentins, convecteurs : tous les éléments de chauffage nécessitent un nettoyage périodique. La fréquence varie selon la fonction de l'équipement, mais l'absence de nettoyage des éléments de transfert entraîne une réduction de leur efficacité et l'augmentation de la consommation énergétique.

#### 6.4.4 Notions d'efficacité énergétique et opportunités

Évidemment, dans un climat tel que celui du Québec, le chauffage représente un poste de consommation énergétique majeur. À titre d'ordre de grandeur, le chauffage peut représenter environ 40 % de la consommation énergétique d'un immeuble à bureaux. Plusieurs mesures de réduction de consommation sont possibles, en voici un échantillon :

- Chaudières au gaz naturel à efficacité intermédiaire (efficacité nominale de 85 %)

La majorité des systèmes de chauffage construits avant les années 2000 sont munis de chaudières possédant une efficacité énergétique relativement médiocre. Elles ont généralement une efficacité nominale de 80 % ou moins. Et en réalité, l'efficacité saisonnière (l'efficacité moyenne sur toute la saison et tenant en compte que l'efficacité de la chaudière varie selon la charge) est même inférieure à cette valeur.

Depuis les années 2000, de nombreuses chaudières présentes sur le marché offrent une plus haute efficacité énergétique, soit une efficacité nominale d'environ 85 %.

Des améliorations au niveau de l'échangeur thermique et une meilleure modulation des brûleurs de la chaudière permettent ce gain.

Il est important de noter que les chaudières à efficacité intermédiaire ne sont pas des chaudières dites « à condensation ». Elles ne doivent donc être installées que pour des applications où la température de l'eau chaude au retour de la chaudière est supérieure à 60°C en tout temps.

Concrètement, ces chaudières s'adaptent généralement très facilement en remplacement des technologies existantes. En effet, la plupart des bâtiments au Québec utilisant le chauffage par des réseaux d'eau chaude ont été conçus pour des températures supérieures à 60°C.

- Chaudières à condensation au gaz naturel (efficacité nominale supérieure à 90 %)

Les chaudières à condensation sont des chaudières qui récupèrent en partie la chaleur contenue dans la vapeur d'eau générée par la combustion du gaz naturel. La combustion du gaz naturel nécessite un apport d'air pour amener de l'oxygène à la combustion. Lorsque le gaz naturel brûle, les produits de combustion suivants sont principalement générés : de la chaleur, du CO<sub>2</sub>, de la vapeur d'eau et très peu de dioxyde de soufre. Or, dans la vapeur d'eau expulsée par la cheminée s'échappe du même coup un peu plus de 10 % de l'énergie calorifique du gaz naturel.

La chaudière à condensation permet de récupérer en partie l'énergie contenue dans cette vapeur d'eau. Son échangeur de chaleur doit cependant être construit dans un matériau particulièrement résistant à la corrosion puisque la condensation produite est acide à cause du dioxyde de soufre. Avant d'être rejetée au drain, cette eau de condensation doit être neutralisée chimiquement.

Il est très important de comprendre que pour donner une efficacité supérieure à 90 %, la chaudière à condensation doit absolument être raccordée à un réseau d'eau chaude dont la température de retour est inférieure à 55°C.

En effet, c'est à cette température que la condensation de la vapeur d'eau commence à être possible. En fait, plus la température de retour est basse, plus la chaudière à condensation sera efficace. Elle pourra donc atteindre plus de 95 % d'efficacité si d'excellentes conditions sont rencontrées.

La chaudière à condensation fonctionne normalement à plus basse température qu'une chaudière conventionnelle. Elle ne peut donc pas nécessairement être raccordée à un réseau conventionnel (température de l'ordre de 80°C), mais doit être raccordée à un réseau de chauffage à basse température. Cet élément est excessivement important, puisqu'il explique le fait que l'on ne peut pas nécessairement utiliser cette technologie pour n'importe quelle application.

- Chauffage solaire – technologie du mur solaire

Le préchauffage de l'admission d'air neuf par l'installation d'un mur solaire est une mesure assez populaire depuis quelques années chez la clientèle institutionnelle. La technologie est relativement simple : un recouvrement perforé (soit une tôle opaque ou des panneaux de polycarbonate transparents) est installé à un endroit stratégique (généralement le plus au sud possible).

L'admission d'air extérieur se fait au travers du recouvrement perforé et l'air est ensuite acheminé derrière ce dernier vers l'unité de traitement d'air. En passant dans et derrière le mur, l'air récupère une bonne partie du rayonnement solaire frappant le mur, ce qui entraîne des économies appréciables sur le préchauffage de l'air.

Selon la conception et le rayonnement solaire, l'air extérieur peut ainsi avoir un gain de 20°C (différentiel de température) lors de son passage dans le mur.

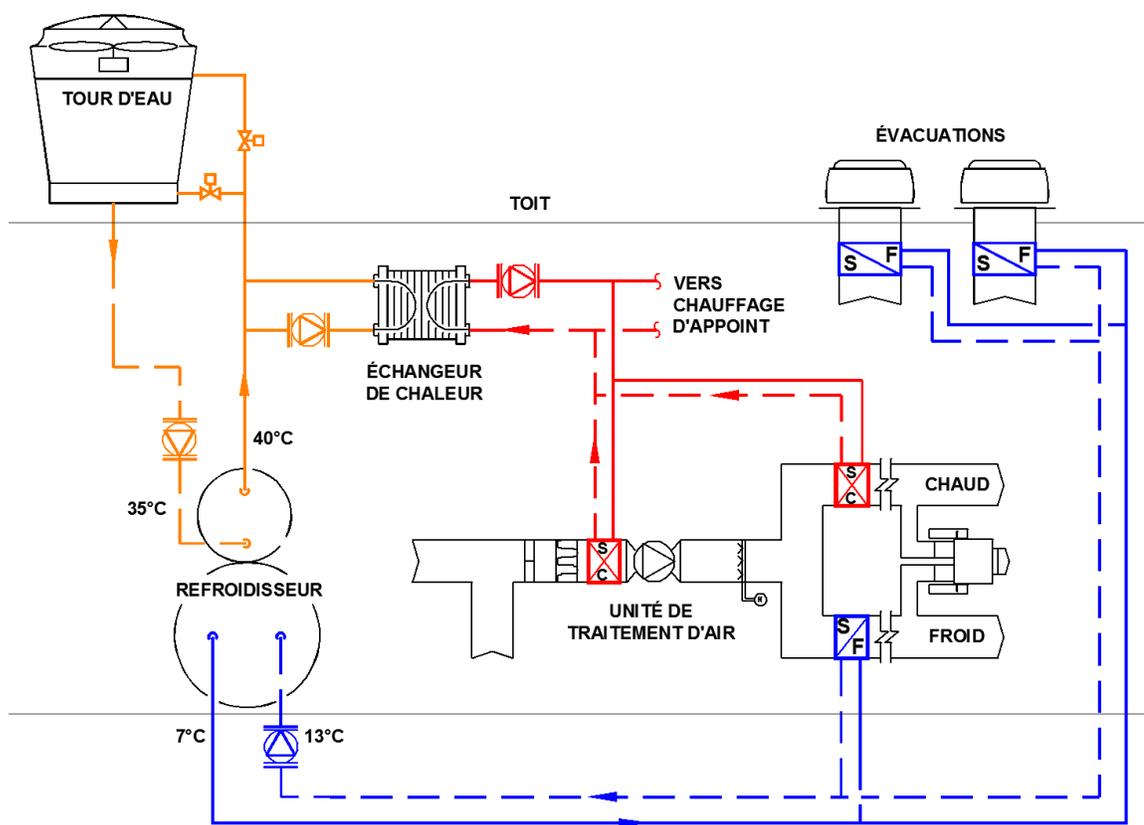
La technologie est très simple. Pour l'appliquer, il faut cependant que la prise d'air extérieur soit stratégiquement bien placée sur un mur du côté sud, sud-est ou sud-ouest et que l'on accepte, dans certains cas, de modifier quelque peu l'aspect architectural du bâtiment. En général, on tente d'installer le mur solaire en appentis ou à un endroit moins visible, mais avec la participation d'un architecte, il est possible de l'intégrer harmonieusement ailleurs.

- Récupération de chaleur des refroidisseurs

Il est relativement courant d'avoir des bâtiments où certains besoins de climatisation sont constants à l'année, même en période hivernale. C'est notamment le cas pour les bâtiments ayant une importante zone interne ou pour des besoins de refroidissement pour des salles de serveur, des salles électriques ou du procédé (arénas, cuisines, etc.).

En sélectionnant des refroidisseurs dits « récupératifs » et en ayant des éléments de chauffage requérant du chauffage à basse température (température généralement inférieure à 50°C), il est possible de rejeter la chaleur liée au refroidissement dans les réseaux de chauffage. Dans certains cas, il est même avantageux de refroidir l'air des évacuations pour en récupérer la chaleur. La figure ci-dessous montre un exemple de système de récupération de chaleur de ce type.

Figure 18: Système de récupération de chaleur rejetée par un refroidisseur



Cette mesure permet souvent des économies importantes, puisqu'elle permet d'utiliser l'énergie déjà payée à deux usages : refroidir certaines charges d'un côté et chauffer des charges de l'autre. Elle demande cependant une conception assez précise au niveau de la sélection des refroidisseurs et des températures des éléments de chauffe et de refroidissement.

- Abaissement de température en période inoccupée

Bien que simple, cette mesure est encore très souvent absente dans les bâtiments existants. Elle consiste à assurer une réduction de température ambiante en période inoccupée dans le bâtiment (généralement la nuit et la fin de semaine). La réduction de température varie selon le type de bâtiment, mais il est souvent d'usage de réduire à 17°C la nuit pour un immeuble à bureaux. La température peut être encore plus abaissée dans d'autres types de bâtiments. La plupart du temps, il faut procéder un peu par « essai-erreur » pour déterminer la température d'abaissement qui n'affectera pas le confort des occupants et qui permettra des économies.

Techniquement, l'abaissement se réalise souvent soit par l'installation de thermostats programmables ou directement par le système de contrôles centralisés (s'il est présent). Le coût de cette mesure est donc généralement faible et le retour sur investissement est normalement rapide (souvent moins de deux ans).

Des précautions sont cependant à prendre. En effet, comme la température est abaissée la nuit, il est important de la faire remonter à temps pour le retour des occupants, sinon des plaintes de confort peuvent être vécues. Aussi, lorsque le bâtiment est chauffé à l'électricité, des précautions additionnelles doivent être prises pour éviter que l'appel de puissance matinal (lors de la reprise du chauffage) ne vienne annuler les économies monétaires effectuées.

- Conversion des réseaux de vapeur

Il s'avère trop souvent que la vapeur soit un média excessivement inefficace pour le chauffage, particulièrement dans le cas des centrales de taille modeste qui ne peuvent bénéficier de tarifs intéressants d'énergie et de technologies accessibles ou rentables à partir d'une certaine taille. Différentes raisons l'expliquent :

- Les chaudières à vapeur ont la plupart du temps une efficacité moindre que les chaudières à l'eau chaude;
- Les réseaux de vapeur sont généralement plus chauds et subissent donc des pertes par conduction plus importantes;

- La production de vapeur implique des pertes additionnelles par les purges requises à la chaufferie, par les événements des réservoirs de condensé et par les trappes à vapeur qui peuvent être défectueuses.

Lorsque la vapeur n'est pas requise pour des usages spéciaux tels que le procédé, il est possible de convertir entièrement le réseau de chauffage pour éliminer la vapeur et la remplacer soit par un réseau à l'eau chaude, soit par des éléments électriques. Des économies de plus de 20 % de l'énergie de chauffage peuvent ainsi être réalisées. Cette mesure impliquera cependant souvent des travaux importants et coûteux (rénovation complète de la chaufferie et de certains éléments de chauffe).

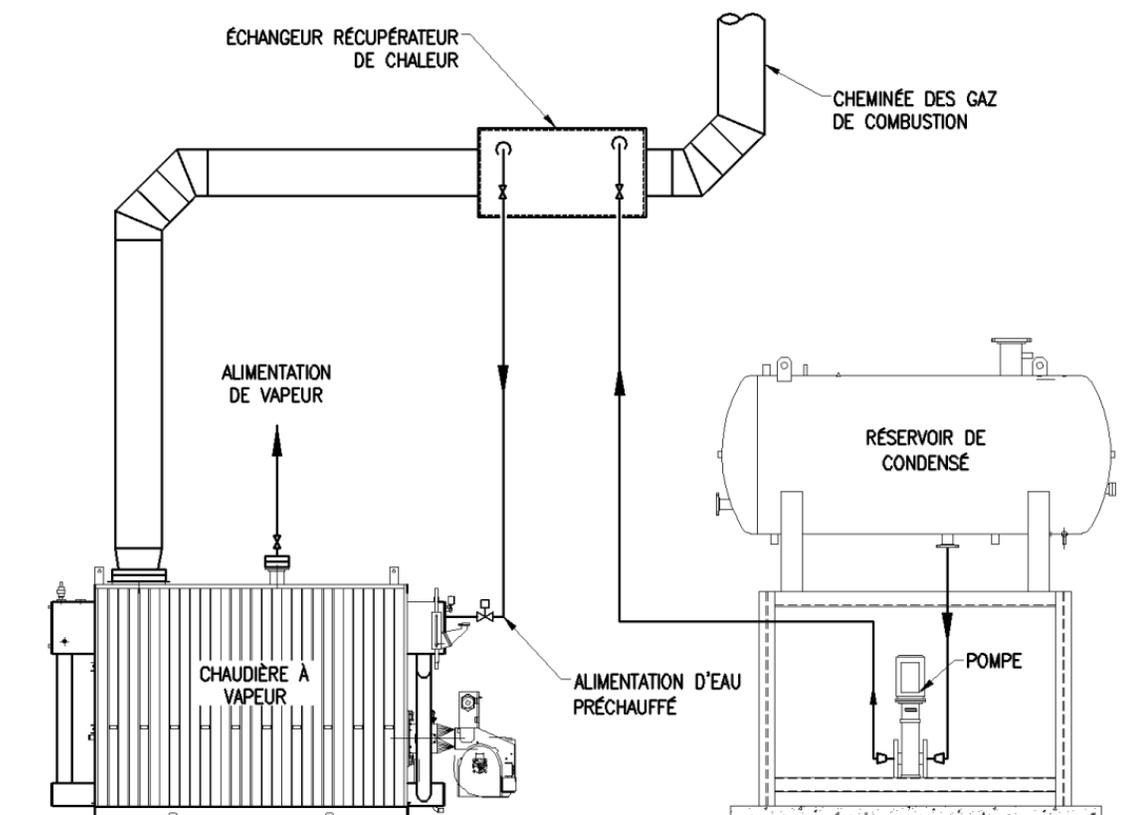
- Économiseur pour chaudière à vapeur

Dans les bâtiments où la vapeur se doit d'être conservée, les chaudières à vapeur ont, dans des conditions idéales, une efficacité de l'ordre de 80 % (c'est-à-dire que 80 % de l'énergie calorifique contenue dans le combustible est effectivement transférée à la production de vapeur et le 20 % résiduel est perdu essentiellement par la cheminée). Notez bien que dans les conditions réelles d'utilisation, l'efficacité est généralement inférieure à cette valeur.

Afin d'améliorer l'efficacité d'une telle installation, il est possible d'installer un économiseur pour récupérer en partie l'énergie évacuée par la cheminée. Un économiseur est en fait un échangeur de chaleur installé dans la cheminée, à la sortie de la chaudière, et qui transfère de l'énergie entre les gaz de combustion et l'eau d'appoint acheminée vers la chaudière. La figure ci-dessous montre un schéma qui représente ce concept. L'installation d'un économiseur conventionnel peut permettre d'augmenter l'efficacité de l'installation de 4 à 5 %.

Il existe aussi des économiseurs à condensation qui permettront une récupération de chaleur de l'ordre de 10 à 12 %. Ceux-ci exploitent le même principe que les chaudières à condensation décrites précédemment. Par ailleurs, ils sont soumis aux mêmes contraintes : nécessité d'avoir des besoins de chauffage à basse température, construction dans un matériel résistant à la corrosion, etc.

Figure 6 : Économiseur pour chaudière à vapeur



- Récupération de chaleur des purges sur les chaudières à vapeur

Les chaudières à vapeur font bouillir l'eau d'appoint pour produire la vapeur qui est distribuée sur le réseau. Toutes les impuretés et les minéraux contenus dans l'eau d'appoint ne sont pas transportés par la vapeur et se concentrent graduellement dans la chaudière. Il devient donc nécessaire de les évacuer, ce qui cause une perte énergétique plus ou moins importante selon la situation.

Deux types de purges sont effectués : les purges de fond et les purges de surface. Les purges de fond sont généralement effectuées manuellement de façon journalière alors que les purges de surface sont généralement des purges continues gérées automatiquement (ou manuellement par l'ajustement d'un robinet) pour maintenir un taux adéquat d'impuretés (le taux TDS) dans la chaudière.

Il est possible de récupérer en grande partie l'énergie des purges de surface par l'installation d'un récupérateur de chaleur servant à préchauffer l'eau froide d'appoint au réseau. Cet élément est en fait simplement un échangeur de chaleur entre les deux fluides. Typiquement, plus de 80 % de l'énergie évacuée par la purge de surface peut ainsi être récupérée. Des économies d'énergie typiques de l'ordre de 3 à 5 % de la consommation de combustible peuvent ainsi être réalisées. Les économies dépendent fortement du taux de purge requis à l'installation.

- Optimisation de l'efficacité de combustion

Une des composantes majeures de l'efficacité de toute chaudière est évidemment son brûleur. Le brûleur a pour tâche de faire un mélange adéquat entre le combustible et le comburant (l'air) avant de l'introduire dans la chambre de combustion.

Dans un monde idéal, le brûleur admettrait exactement la bonne quantité d'air pour brûler le combustible. C'est à ce point que l'efficacité de combustion serait optimale. En réalité, pour des raisons de sécurité, il est toujours requis d'avoir un excès d'air de combustion. En effet, un manque d'air de combustion causerait une combustion incomplète du combustible, une production de monoxyde de carbone en plus de dangers d'explosion.

À l'inverse, plus l'excès d'air de combustion est important, moins la chaudière est efficace énergétiquement. Une mesure possible est donc d'ajuster au mieux possible l'excès d'air pour que l'opération de la chaudière soit sécuritaire, mais efficace. Gaz Métro publiait en 2005 un article très exhaustif sur les façons de faire pour mieux contrôler l'air de combustion.

Le lecteur intéressé devrait se référer à cet article :

[http://www.grandeentreprise.gazmetro.com/publicationsressources/informatech/informatech19n3/volume\\_19\\_n3\\_3.htm](http://www.grandeentreprise.gazmetro.com/publicationsressources/informatech/informatech19n3/volume_19_n3_3.htm)

Selon une foule de facteurs, l'efficacité de combustion peut être améliorée de 2 à 8 % par un meilleur contrôle du mélange « combustible et comburant ».

## 6.5 Humidification

L'humidification sert principalement à maintenir un niveau de confort acceptable pour les usagers d'un bâtiment.

Tout d'abord, deux termes doivent être définis en rapport avec l'humidification, soit l'humidité relative (HR) et absolue (HA). L'humidité relative est une mesure de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. Elle est exprimée en pourcentage de la teneur maximale de vapeur d'eau que peut contenir l'air à une température donnée. En d'autres mots, l'humidité relative correspond au pourcentage de vapeur d'eau que l'air peut contenir avant qu'il y ait apparition de condensation. Par ailleurs, l'humidité absolue représente la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, à une pression et température donnée. Essentiellement, ce qu'il faut comprendre c'est que plus la température est élevée, plus l'air peut contenir une grande quantité de vapeur d'eau. Ainsi, de l'air à 31 °C et 30% HR contient en fait 3 fois plus d'humidité que de l'air à 13 °C et 30% HR.

À Montréal, la température moyenne en hiver oscillera plus ou moins entre -5 °C et -15 °C. À ces températures, bien que l'humidité relative puisse être de l'ordre de 50% HR, l'humidité absolue est près de 0. Ainsi, puisque l'air extérieur est sec, il est nécessaire d'humidifier l'air qui sera admis à l'intérieur du bâtiment pour maintenir un niveau de confort acceptable. Concrètement, les propriétaires maintiennent des taux d'humidité relative entre 20 et 30% HR dans la plupart des bâtiments. À noter que la consigne la plus fréquemment rencontrée est 30% HR. Certaines applications spécifiques, telles que les blocs opératoires et certains laboratoires, nécessitent le maintien d'une consigne située aux alentours de 40% HR.

### 6.5.1 Références réglementaires et normatives

Le domaine des lois, codes et normes est complexe et en constante évolution. Le but de cette section est de présenter certaines des exigences parmi les plus pertinentes au niveau de l'humidification, et non d'en faire un inventaire exhaustif. Par ailleurs, certaines organisations ou certaines municipalités possèdent leurs propres exigences qui peuvent parfois être plus sévères que les codes et normes présentés à cette section.

- Norme ASHRAE 55-2013 – « Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy »

Application : Norme sur le confort thermique, s'applique aux bâtiments neufs et existants.

Consultation : Il faut l'acheter via le site internet suivant : <http://webstore.ansi.org/>

En résumé : Essentiellement, cette norme suggère une zone de confort thermique que la majorité des occupants d'un bâtiment trouveront acceptable. Cette zone est établie selon le point de consigne de température, la consigne d'humidité relative et différents facteurs tels que l'activité métabolique et l'habillement des occupants.

Au niveau des taux d'humidité, la charte proposée par ASHRAE 55 est très permissive puisqu'elle vise le confort thermique des occupants. À ce niveau, elle ne fixe pas de limite inférieure pour les taux d'humidité à maintenir dans un bâtiment. Cependant, la norme prévient que le maintien d'un faible taux d'humidité relative peut provoquer d'autres sources d'inconfort telles que l'assèchement de la peau et des yeux, irritation cutanée, etc.

- Norme ASHRAE 62.1-2004 – « Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality »

Application : Norme la qualité de l'air à l'intérieur d'un bâtiment.

Consultation : Il faut l'acheter via le site internet suivant : <http://webstore.ansi.org/>

En résumé : La norme recommande une fréquence de nettoyage des humidificateurs d'une fois tous les trois mois, ou selon les manuels d'opération et de maintenance des humidificateurs.

- Norme CSA-Z317.2-13 – «Special Requirements for Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) Systems in Health Care Facilities»

Application : Les exigences minimales en CVAC dans les établissements de soin.

Consultation : Il faut l'acheter via le site internet suivant : <http://webstore.ansi.org/>

En résumé : Ne s'applique qu'aux établissements de soins. On y présente les consignes à maintenir selon le type de pièce. De plus, une section de la norme est dédiée à l'humidification et l'on y prescrit des recommandations et restrictions générales.

- D'autres normes ou guides d'intérêt
  - Guide de qualité de l'air intérieur dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux – Gouvernement du Québec – Recommandations sur les taux d'humidité à maintenir et prescriptions générales sur l'humidification.
  - Règlement sur la santé et la sécurité du travail – L.R.Q., c. S-2.1, r.13. – Le règlement stipule que le taux d'humidité relative ne doit pas être inférieur à 20%HR. Les bâtiments construits avant 1979 sont exempt de ce règlement.

#### 6.5.2 Différents types de systèmes

Il existe plusieurs types de systèmes d'humidification de l'air. Les systèmes sont couplés à des sondes d'humidité, qui sont généralement localisées dans le conduit de retour, pour représenter les conditions de la zone que l'unité dessert. Les sondes d'humidité peuvent aussi être localisées dans le conduit d'alimentation ou à l'intérieur des zones desservies.

Puisque les besoins d'humidification n'existent qu'en hiver, il est primordial que l'air qui traverse l'humidificateur ait au préalable été chauffé. Autrement, au contact de l'air froid, la vapeur d'eau se condense directement.

Aussi, comme décrit précédemment, l'air froid ne peut contenir que très peu d'eau. Il est donc pratiquement impossible d'humidifier avec de l'air froid.

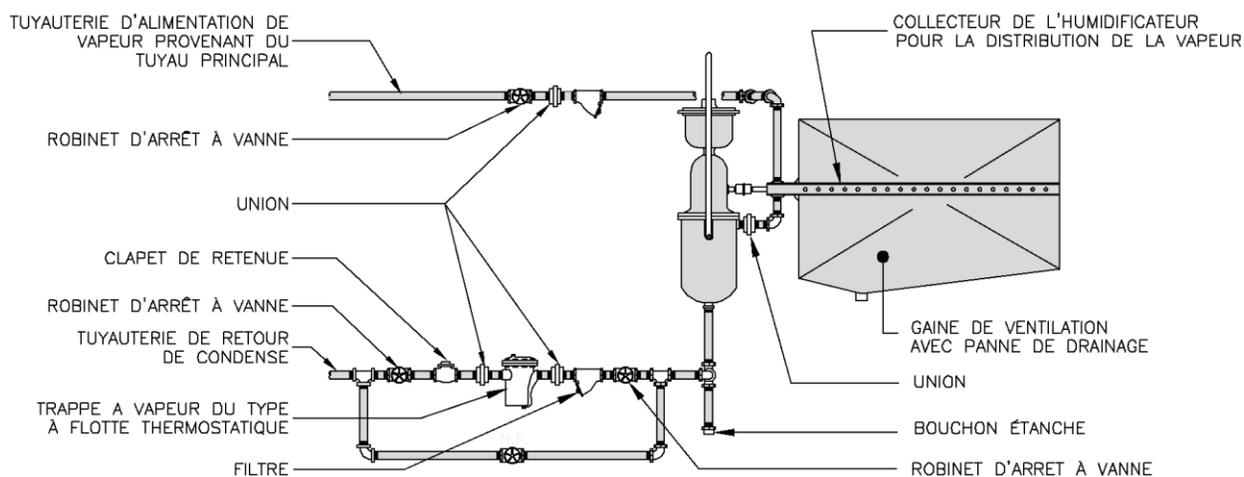
- Humidification par injection de vapeur provenant d'une centrale thermique

Ce type d'humidificateur est parmi les plus courants. Il est principalement composé d'un injecteur, soit un tube perforé, qui est localisé à même l'unité de traitement d'air ou à l'intérieur du conduit d'alimentation. La vapeur provient directement d'une centrale thermique. Il nécessite peu d'entretien, car la vapeur agit elle-même à titre d'agent nettoyant.

Ces systèmes sont à injection directe, ce qui signifie que la vapeur acheminée à l'humidificateur est pulvérisée directement dans les conduits de ventilation. Les humidificateurs sont généralement couplés à des soupapes de modulation sur le conduit d'alimentation de vapeur, pour ajuster l'humidification selon la demande.

La figure à la page suivante illustre ce type de système d'humidification.

**Figure 20 : Humidification par injection de vapeur provenant d'une centrale thermique**



- Humidificateur à électrodes (électrique)

Ce type d'humidificateur utilise l'énergie électrique pour produire la vapeur. Des électrodes sont submergées dans un bassin d'eau et sont chauffées électriquement jusqu'à ce que l'eau se transforme en vapeur. L'humidification se fait via l'alimentation de vapeur à l'injecteur.

Ces humidificateurs sont essentiellement composés d'un caisson distinct de l'unité de traitement d'air, où est produite la vapeur, et d'un injecteur à même l'unité ou à l'intérieur du conduit d'alimentation. Une conduite d'eau d'appoint doit être acheminée à l'humidificateur. Habituellement, pour éviter la formation de dépôt de minéraux à l'humidificateur, l'eau d'appoint est préalablement traitée via un adoucisseur.

- Humidificateur au gaz

Ce type d'humidificateur utilise la chaleur produite par la combustion du gaz naturel pour transformer l'eau en vapeur d'eau. L'humidificateur est généralement composé d'un caisson distinct de l'unité de traitement d'air et d'un injecteur à même l'unité ou à l'intérieur du conduit d'alimentation. L'humidification se fait via l'alimentation de vapeur à l'injecteur.

La vapeur est produite par un échangeur de chaleur submergé. Une conduite de gaz naturel et une conduite d'eau domestique doivent être acheminées à l'humidificateur. Les gaz de combustion doivent être évacués à l'extérieur du bâtiment à l'aide d'une cheminée et habituellement, l'eau d'appoint est préalablement traitée via un adoucisseur.

- Autres technologies d'humidification :

- Humidification par injection de vapeur « propre » provenant d'un échangeur vapeur-vapeur

Certaines organisations ont des inquiétudes quant aux produits chimiques utilisés pour le traitement d'eau d'appoint des chaudières. Pour éviter la propagation dans l'air de ces produits chimiques, la vapeur injectée provient d'un échangeur vapeur-vapeur alimenté en vapeur provenant de la centrale thermique.

Aucune norme n'existe à ce jour quant à l'humidification par injection de vapeur propre.

Ces systèmes sont coûteux et leur utilisation ne fait pas l'unanimité. Certaines organisations préfèrent s'assurer que les produits de traitement d'eau sont non toxiques et que leur utilisation est limitée au maximum.

- Humidification adiabatique

Deux types d'humidification adiabatique existent, soit l'humidification par atomisation et par pulvérisation. Les deux fonctionnent sous le principe de l'humidification via l'évaporation de l'eau.

L'humidification par atomisation consiste à injecter de fines gouttelettes d'eau froide qui s'évapore dans l'air, via des buses d'atomisation alimentées en eau et en air haute pression. En d'autres mots, cela consiste à alimenter un fin brouillard à l'intérieur du conduit de ventilation. L'humidificateur est muni d'un compresseur d'air et les buses d'atomisation sont évidemment localisées à même l'unité de traitement d'air.

Les humidificateurs à pulvérisation sont similaires aux humidificateurs par atomisation. Cependant, au lieu d'être alimentées en air haute pression et en eau, elles sont directement alimentées en eau haute pression via une pompe.

- Tâches de maintenance typique

Pour injecteurs à vapeur, peu d'entretien est requis puisque la vapeur agit à titre d'agent nettoyant. Cependant, il est recommandé de les nettoyer périodiquement pour s'assurer qu'il n'y est pas de dépôt dû à la condensation de la vapeur à même l'injecteur.

Pour les humidificateurs à électrodes et au gaz, il est recommandé de vidanger les humidificateurs et de les nettoyer périodiquement, principalement après une période d'inactivité. Autrement, l'eau contenue dans l'humidificateur à partir de laquelle la vapeur est produite est une source de bactéries légionelles si elle demeure stagnante sur une période de temps prolongée.

Les humidificateurs adiabatiques sont sujets à des accumulations d'eau par condensation sur les parois de l'unité de ventilation. Qui dit accumulation d'eau stagnante dit bactéries possibles et pour cette raison, la conception du système et son utilisation sont des éléments qui requièrent une attention particulière.

### 6.5.3 Notions d'efficacité énergétique et opportunités

L'humidification peut être un poste de consommation énergétique important et cela dépend principalement de la quantité d'air extérieur admise dans le bâtiment et du taux d'humidité que l'on souhaite maintenir en hiver. Pour un édifice à bureau conventionnel, l'humidification peut représenter de 5 à 10 % de la consommation énergétique annuelle du bâtiment. Voici quelques exemples de mesures d'efficacité énergétique :

- Ajustement adéquat du taux d'humidité désiré

Dans la plupart des bâtiments, la consigne d'humidité relative est maintenue entre 20 et 30%HR.

En excluant des cas spécifiques (blocs opératoires, laboratoires), maintenir une consigne d'humidité relative supérieure à 30%HR représente une consommation d'énergie superflue. Une révision des séquences de contrôles permet d'ajuster le tir, tout comme la calibration des sondes d'humidité. Les économies d'énergie seront d'autant plus importantes si les besoins d'humidité sont élevés. En d'autres mots, plus les systèmes de ventilation sont importants, plus les économies seront considérables.

- Horaire et calendrier de fonctionnement

L'abaissement de la consigne d'humidité relative ou la fermeture complète de l'humidification en période inoccupée (la nuit et la fin de semaine par exemple) engendre évidemment des économies d'énergie. De plus, cela constitue une mesure « discrète » au sens où les occupants du bâtiment n'y verront aucune différence.

Les inconforts liés à un faible taux d'humidité se développent habituellement sur de longues périodes de temps et ne se font pas sentir instantanément comme un inconfort thermique.

Cependant, il est important de mentionner que l'implantation de cette mesure n'est pas idéale pour tous les systèmes d'humidification. Puisque les systèmes au gaz et à électrodes immergées produisent la vapeur à partir de bassin d'eau stagnant, il est à risque de les mettre à l'arrêt sur des périodes prolongées.

À une température inférieure à 60 °C (140 °F), les conditions sont idéales pour le développement de bactéries dans l'eau. De plus, si l'eau d'appoint n'est pas traitée préalablement, des dépôts risquent de se former à l'humidificateur. Il n'y a pas de risque associé à l'abaissement ou la fermeture des systèmes la nuit. Cependant, si la fermeture d'un système se prolonge sur plusieurs jours, une vidange de l'humidificateur est recommandée avant sa réutilisation.

- Choix du type de système (adiabatique versus injection de vapeur)

L'installation d'un humidificateur adiabatique en remplacement d'un humidificateur à injection de vapeur peut engendrer des économies d'énergie. Toutefois, ceci n'est pas applicable aux systèmes de compensation d'air.

Essentiellement, un humidificateur adiabatique ajoute de la vapeur d'eau dans l'air en injectant de l'eau froide qui s'évapore. Un humidificateur à injection de vapeur injecte directement de la vapeur d'eau par la vapeur. Dans un cas, les surcoûts associés ne sont liés qu'au pompage de l'eau ou à la compression de l'air (adiabatique) alors qu'à l'inverse, la vapeur doit être produite (injection de vapeur). Ainsi, dans un système en H conventionnel, un humidificateur adiabatique utilise l'énergie contenue dans l'air du retour pour évaporer l'eau froide injectée, alors qu'un humidificateur par injection de vapeur est alimenté en vapeur qui doit avoir été produite préalablement.

En installant un humidificateur adiabatique au profit d'un humidificateur à injection de vapeur, des économies d'énergie sont engendrées en production de vapeur. Les économies d'énergie sont donc liées à la production de vapeur.

Pour s'évaporer, l'eau froide puise l'énergie dans l'air, ce qui se traduit par une baisse de température. Puisqu'en hiver la climatisation est assurée par du refroidissement gratuit, l'admission d'air frais peut être réduite, car l'humidificateur adiabatique, en plus d'humidifier, abaisse légèrement la température. Ainsi, si la quantité d'air frais admis au bâtiment est diminuée, les besoins d'humidification le sont aussi.

À noter que l'implantation d'un système adiabatique n'est pas toujours compatible avec les systèmes existants, car l'évaporation de l'eau dans l'air nécessite un espace supplémentaire à l'unité, qui n'est pas toujours disponible.

## 6.6 Plomberie

Dans un bâtiment, la plomberie est la discipline qui communément, a trait aux applications suivantes :

- Eau domestique
- Drainage sanitaire
- Drainage pluvial
- Gaz naturel

Le cadre normatif de chacune des applications est défini par les codes, lois et normes qui s'y rattachent et englobe tous les appareils reliés aux différents réseaux. L'étendue de la discipline va depuis l'entrée des réseaux dans le bâtiment jusqu'à la sortie de ceux-ci.

### 6.6.1 Références règlementaires et normatives

Les diverses applications sont toutes régies par des codes, lois et normes. La liste présentée ci-dessous fait état des principaux codes, lois et normes en vigueur et il est à noter qu'il s'agit d'un domaine en constante évolution.

De plus, il faut savoir que certaines organisations ou municipalités peuvent assujettir leurs bâtiments à des exigences plus restrictives que celles énoncées par les codes, lois et normes présentées ci-dessous. Enfin, d'autres applications spécifiques peuvent requérir la consultation de normes n'étant pas spécifiées dans la liste qui suit.

- Loi sur le bâtiment – Code national de la plomberie (CNP) – Canada 2010 (modifié)

Application : Nouvelles constructions et bâtiments existants.

Consultation : Le Code doit être commandé au CNRC-NRC - Institut de recherche en construction pour avoir une version complète.

Voir l'adresse suivante :

[http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/publications/centre\\_codes/ccq\\_chapitre3\\_cnp\\_2010.html](http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/publications/centre_codes/ccq_chapitre3_cnp_2010.html).

En résumé : Le code vise l'atteinte de trois objectifs principaux, soit la sécurité, la santé et la protection du bâtiment ou de l'installation contre les dégâts d'eau. En gros, le code traite des éléments suivants :

- Le drainage des eaux usées;
- La ventilation des réseaux de drainage;
- L'alimentation en eau potable;
- Les dispositifs anti refoulement (D.A.R.);
- La température des eaux de rejets et les rejets non conformes.

Le code est composé de trois divisions, soit les divisions A, B et C. La division A traite de la conformité, des objectifs et des énoncés fonctionnels alors que la division B fait état des solutions acceptables pour parvenir aux objectifs. La division C contient les dispositions administratives.

- Loi sur le bâtiment - Code de construction du Québec – Volume 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2010 (modifié)

Application : Tous les travaux de construction d'un bâtiment. C'est donc dire que les bâtiments existants n'ont pas à s'y conformer tant que des rénovations ou des modifications ne sont pas entreprises.

Consultation : Le Code doit être commandé au CNRC-NRC - Institut de recherche en construction pour avoir une version complète.

Voir l'adresse suivante :

[http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/publications/centre\\_codes/ccq\\_chapitre1\\_2010.html](http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/publications/centre_codes/ccq_chapitre1_2010.html)

En résumé : Au niveau plomberie, la partie 7 – Plomberie s'applique. Le code traite de ce qui touche la salubrité et la construction sans obstacle des toilettes dans un bâtiment.

- CSST - Règlement sur la santé et la sécurité du travail – Loi sur la santé et la sécurité du travail au Québec

Application : Nouvelles constructions et bâtiments existants

Consultation : gratuite à l'adresse suivante :

<http://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/>

En résumé : Ce règlement québécois fait partie de la « Loi sur la santé et la sécurité du travail ». En tant que tel, il vise surtout à assurer le respect d'exigences minimales pour la santé et la sécurité des travailleurs.

Notamment, le règlement a pour objet d'établir des normes concernant les douches oculaires et les douches d'urgence, advenant le cas où les travailleurs sont mis en danger de dommages ou d'irritation sévères suite à des contacts avec des matières corrosives, dangereuses ou toxiques. Ces éléments sont inclus à la section II du document et les points suivants y sont traités :

- Les aires et opérations de travail à risque;
  - Les types de douches oculaires et d'urgence;
  - Les particularités des solutions de rinçage, les moyens pour tempérer l'eau et la signalisation des installations.
- Autres codes, lois ou normes d'intérêts
    - Code de sécurité du Québec, L.R.Q. B-1.1 – Régie du bâtiment : Règlements sur la salubrité, le fonctionnement et la sécurité des appareils de plomberie dans un bâtiment
    - CSA-B64.10-01 : Guide de sélection, d'installation, d'entretien et de mise à l'essai à pied d'œuvre des dispositifs anti refoulements.
    - ASHRAE HVAC Applications 2015 – Chapitre 50 : Normes de calcul pour déterminer la capacité d'un chauffe-eau domestique.

- CAN/CSA-B149.1 : Code d'installation du gaz naturel et du propane dans un bâtiment. Englobe tout ce qui a trait à l'installation d'appareils, les accessoires, la tuyauterie, les pressions d'utilisation, la prise d'air de combustion, etc.
- ASPE Plumbing Engineering Design Handbook 4 – Plumbing components and equipment : Conception des intercepteurs de graisse tels que référés par le CNP 2010.
- BNQ 5700 – Gaz médicaux : Caractéristiques, méthodes d'essais, entretien et protocole de conformité.
- CSA Z7396 – Gaz médicaux : Réseaux de canalisation de gaz médicaux.

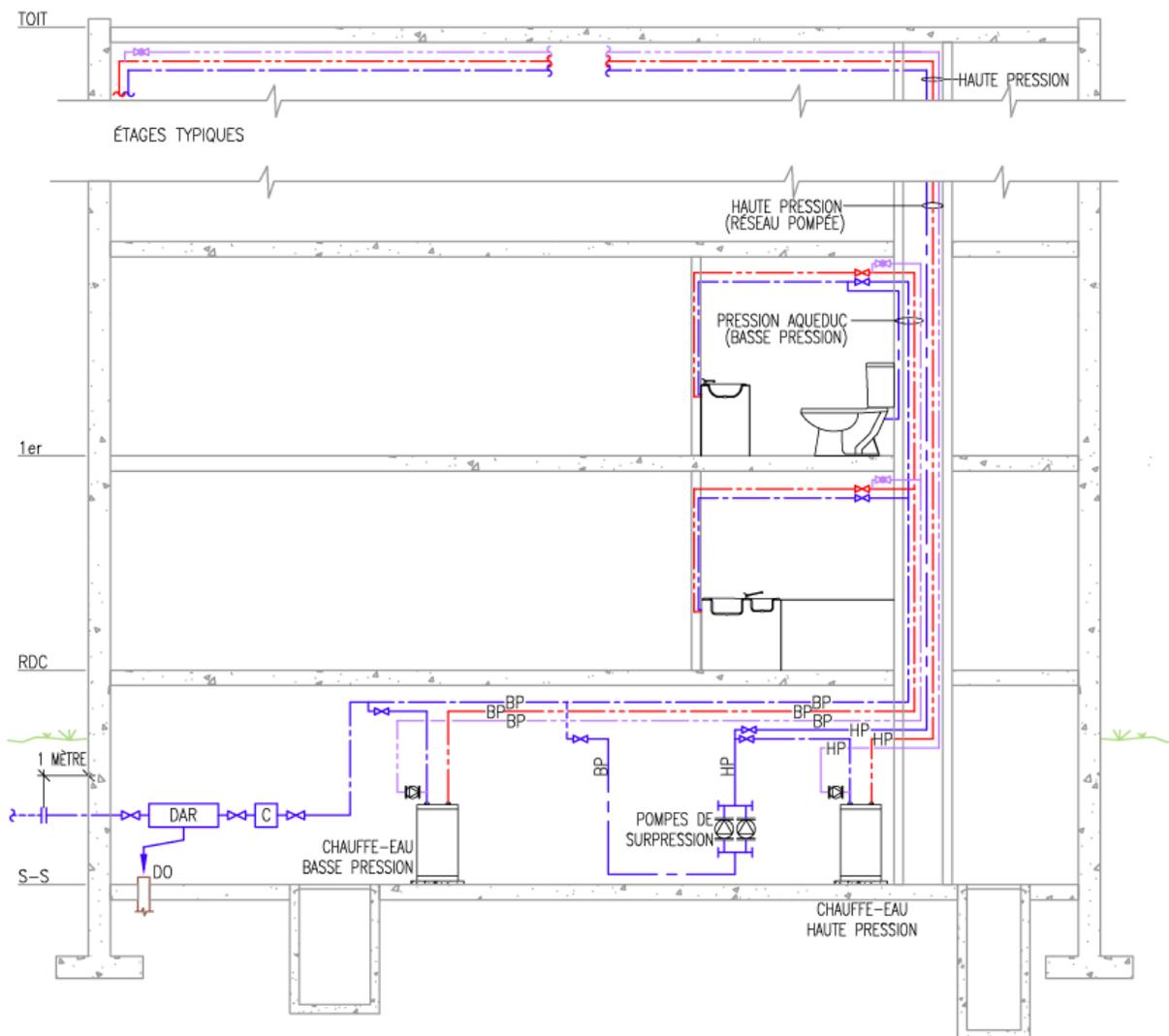
#### 6.6.2 Différents types de réseaux

De nos jours, les bâtiments abritent tous des réseaux de distribution d'eau domestique, des réseaux de drainage sanitaire et des réseaux de drainage pluvial. Suivant le besoin, certains bâtiments abritent des réseaux de gaz naturel et suivant la vocation, certains bâtiments disposent de réseaux de gaz médicaux.

- Réseau de distribution d'eau domestique

La figure à la page suivante illustre l'arrangement typique d'un réseau de distribution d'eau domestique dans un bâtiment.

Figure 21 : Illustration d'un réseau de distribution d'eau domestique



- Entrée d'eau du bâtiment

L'entrée d'eau de la ville du bâtiment est généralement située au 1<sup>er</sup> sous-sol de l'immeuble. Comme l'indique la figure 21, un réseau de distribution d'eau domestique est généralement composé d'un dispositif anti refoulement (DAR) et d'un compteur (C) à l'entrée d'eau de la ville. Les DAR, obligatoires depuis l'entrée en vigueur du Code national de la Plomberie 2005, servent à éviter la contamination potentielle du réseau d'eau de la ville. Les compteurs, installés pour des fins de contrôles ou de facturation, ne sont pas obligatoires.

- Pompes de surpression

Pour les bâtiments de 5 étages et moins, l'alimentation d'eau domestique se fait directement via l'entrée d'eau de la ville puisque la pression du réseau d'aqueduc est suffisante pour alimenter le bâtiment. Il est alors question d'un réseau basse pression.

Pour les bâtiments de 6 étages et plus, des pompes de surpression doivent être installées sur le réseau (dit haute pression) pour alimenter les étages supérieurs. Les étages inférieurs peuvent donc être directement alimentés par le réseau d'aqueduc ou encore via le réseau haute pression suivant l'installation de soupape de réduction de pression.

- Eau froide domestique

Une portion de l'eau de la ville est donc acheminée directement aux diverses sources de consommation d'eau froide domestique, soient les appareils sanitaires (lavabos, urinoirs, toilettes, fontaines, etc.), le réseau de protection d'incendie, les appareils mécaniques (chaudières, tours d'eau, humidificateurs) et dans certains cas, des systèmes d'arrosage pour les aménagements paysagers.

- Eau chaude domestique

L'autre portion d'eau de la ville est acheminée au chauffe-eau pour la production d'eau chaude domestique. Il existe deux types principaux de chauffe-eau, soit instantanés ou munis d'un réservoir. De plus, il existe différentes sources d'énergie pour la production d'eau chaude domestique, soit l'électricité, le gaz naturel, le propane et l'énergie solaire. Les chauffe-eaux alimentent généralement le réseau d'eau chaude domestique avec de l'eau à 140 °F (60 °C).

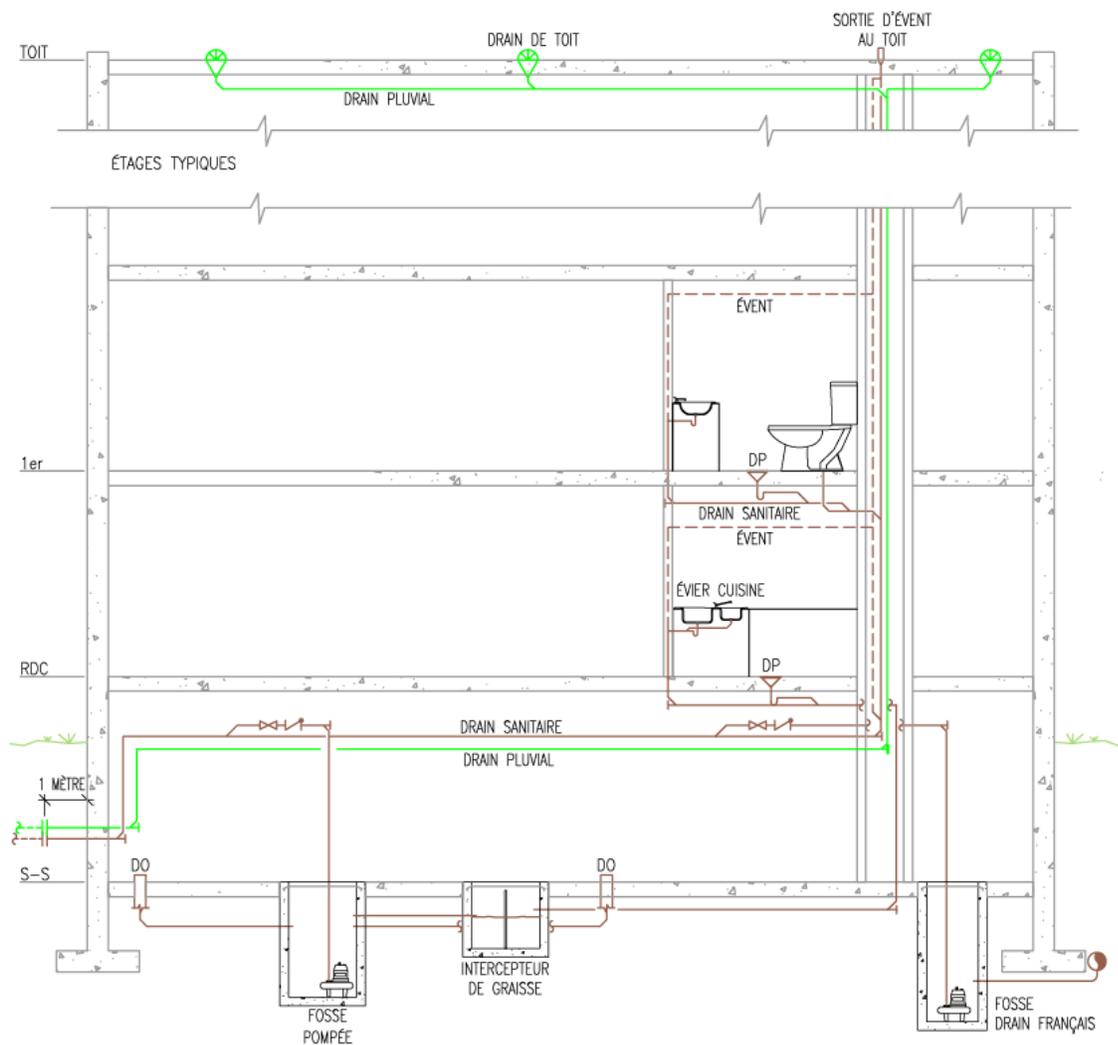
Puisque la demande d'eau chaude varie au cours de la journée, le réseau pourrait être sujet à des baisses promptes de température. Pour pallier à cela, deux méthodes sont courantes : la recirculation et les câbles autorégulant. La méthode la plus répandue consiste à recirculer la portion d'eau chaude non consommée au chauffe-eau via une boucle de recirculation (illustrée en mauve sur la figure 21).

La recirculation est assurée par une pompe dite de recirculation, et permet de maintenir la température du réseau constante en lui alimentant constamment de l'eau à une température de 140 °F. L'autre méthode, plus dispendieuse, consiste à munir la tuyauterie du réseau de câbles chauffants autorégulant, qui maintient localement la température du réseau à 140 °F.

### 6.6.3 Réseaux de drainage

La figure suivante illustre l'arrangement typique des réseaux de drainage sanitaire et pluvial.

**Figure 22 : Drainage sanitaire et pluvial**



#### - Drainage sanitaire

Le réseau de drainage sanitaire a pour but de récupérer les eaux usées du bâtiment et de les acheminer aux égouts de la ville. Le réseau de drainage sanitaire récolte à la source les eaux usées du bâtiment. Ces eaux usées proviennent des toilettes, urinoirs, lavabos, drains de plancher, appareils de cuisine, rejets d'appareils mécaniques, etc. L'eau récupérée à la fosse du drain français est aussi renvoyée au réseau de drainage sanitaire.

Pour différentes raisons, il est parfois impossible d'acheminer directement les eaux usées aux égouts de la ville, généralement située au 1<sup>er</sup> étage du bâtiment. Le drainage sanitaire est alors acheminé à une fosse habituellement munie de deux pompes, dite fosse pompée, qui renvoie les eaux usées aux égouts de la ville. La deuxième pompe est en relève à la première et est installée par mesure préventive.

Pour éviter que les odeurs « sortent » du drain sanitaire, des siphons doivent être présents à chaque renvoi. Pour éviter la propagation des odeurs, il est important qu'il ait de l'eau en permanence dans les siphons.

Pour équilibrer les différentiels de pression dans le réseau de drainage sanitaire, un évent est greffé au réseau. L'évent consiste à ventiler le réseau de drainage via une sortie au toit.

Pour le rejet des eaux usées pouvant contenir des substances telles des graisses, des huiles, du plâtre ou du sable, le drain associé sera généralement muni d'un intercepteur/séparateur afin de ne pas colmater le réseau de drainage. Un intercepteur peut aussi être installé en aval de la fosse pompée. Les intercepteurs doivent être nettoyés au besoin par des firmes spécialisées.

#### - Drainage pluvial

Dans le but d'éviter l'engorgement du réseau de drainage sanitaire, les bâtiments sont généralement munis d'un réseau de drainage pluvial. Le réseau récupère les eaux de pluie via des avaloirs de toit et les achemine aux égouts de la ville.

L'acheminement des eaux de pluie aux égouts peut soit se faire directement ou via un bassin de rétention. Le réseau de drainage pluvial est un réseau statique qui ne nécessite pas d'entretien particulier.

- Réseau de gaz naturel

Suivant le besoin, certains bâtiments sont alimentés en gaz naturel. L'entrée de gaz naturel peut être située à l'extérieur ou à l'intérieur du bâtiment et est composée d'un compteur de gaz naturel et d'une station de réduction de pression.

La pratique courante veut que la tuyauterie du réseau de gaz naturel soit peinte de couleur jaune. Les principaux équipements qui sont généralement alimentés en gaz naturel sont les suivants :

- Chaudières
- Unités de ventilation
- Chauffe-eau
- Équipements de cuisine
- Sécheuse
- Aérothermes, unités de chauffage radiant infrarouge, etc.
- Les équipements alimentés en gaz naturel sont aussi sujets à une maintenance régulière.

#### 6.6.4 Tâches de maintenance typique

Les principaux risques associés à la négligence de l'entretien des réseaux de distribution et de drainage sanitaire du bâtiment sont : prolifération de bactéries aux usagers et dégâts d'eau.

Parmi les tâches de maintenance typiques à effectuer, il y a :

- Drainage, rinçage et nettoyage des chauffe-eaux;
- Graissage des roulements, étanchéité des joints pour les pompes puisards, pompes de surpression, pompes de recirculation;

- Étanchéité des valves et robinets;
- Nettoyer les tamis et les intercepteurs/séparateurs;
- Tests à effectuer annuellement sur le D.A.R.

#### 6.6.5 Notions d'efficacité énergétique et opportunités

La plomberie ne constitue pas la discipline d'un bâtiment ayant le plus grand potentiel de récupération d'énergie. À ce niveau, les principales mesures d'efficacité énergétique à implanter dans un bâtiment sont la production d'eau chaude domestique via une source d'énergie renouvelable, comme le solaire par exemple, et la récupération d'énergie sur les eaux usées du réseau de drainage sanitaire.

Par ailleurs, il est à noter qu'une gestion efficace de l'eau, telle que proposée par les certifications LEED, est admissible via l'installation de dispositifs économes sur les appareils sanitaires ou encore par l'entremise de la récupération des eaux pluviales.

- Chauffe-eau au gaz naturel à condensation

Les chauffe-eau à condensation sont des équipements au gaz naturel qui présentent une excellente efficacité de production (généralement plus de 95% d'efficacité). Leur implantation en remplacement de chauffe-eau au gaz d'ancienne génération peut permettre des économies substantielles.

- Production d'eau chaude domestique par énergie solaire

Cette mesure consiste en le préchauffage et/ou la production d'eau chaude domestique par énergie solaire via l'installation de panneaux solaires thermiques. Cette mesure sera d'autant plus rentable si la consommation d'eau chaude domestique du bâtiment est importante, car ce sont durant les mois d'été, où l'ensoleillement est à son plus fort, que les capteurs récupèrent le plus d'énergie.

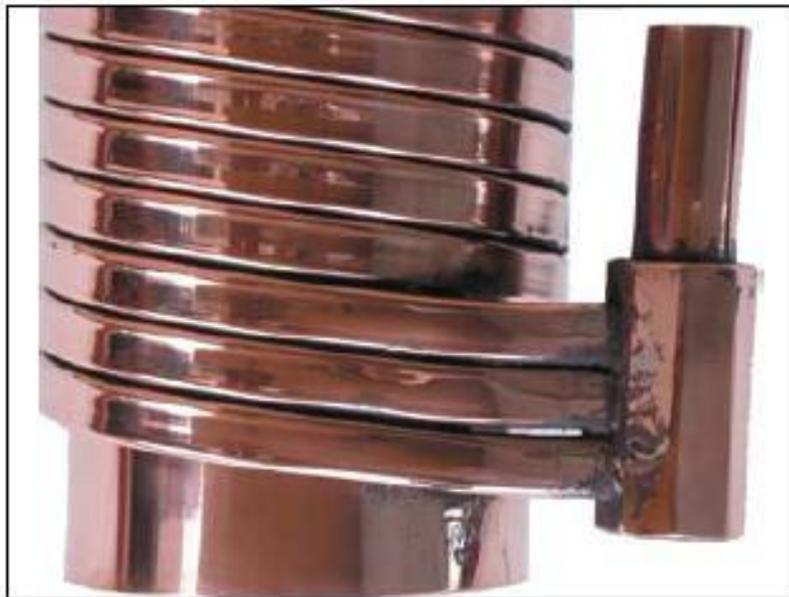
- Récupération d'énergie sur les eaux usées du réseau de drainage sanitaire

La récupération de chaleur sur les eaux usées est possible suivant l'installation d'un récupérateur de chaleur. L'énergie récupérée peut être utilisée pour le préchauffage de l'eau chaude domestique par exemple. L'échangeur de chaleur est composé d'un tuyau de cuivre, sur lequel sont soudées des branches de cuivre.

L'échangeur tire profit de la tension superficielle de l'eau, alors que les eaux usées s'écoulent sur la paroi intérieure du tuyau, un échange de chaleur est réalisé avec l'eau circulant en contresens dans les branches. Un tel échangeur est installé en substitut au drain d'une douche par exemple.

Les restrictions suivant l'implantation de cette mesure sont que l'échangeur doit être installé à la verticale et que l'écoulement entre les eaux usées et l'eau de récupération doit être simultané.

**Figure 23 : Récupérateur d'énergie du drainage sanitaire**



- Gestion efficace de l'eau

Une réduction de la consommation d'eau froide domestique est réalisable via l'installation de dispositifs économes sur les appareils sanitaires. De tels dispositifs sont :

- Urinoirs sans eau;
- Cabinet d'aisance avec réservoir à double chasse;
- Robinets à faible débit (aérateurs à faible débit, électronique ou bouton-poussoir);
- Pommeau de douche à faible débit.

Il est aussi possible de réduire la consommation d'eau froide domestique via la récupération des eaux pluviales. Les eaux récupérées peuvent être utilisées pour les cabinets d'aisance ou encore pour l'irrigation du terrain, suivant le besoin.

## **6.7 Protection incendie**

La protection incendie est une partie intégrante de la sécurité incendie à l'intérieur d'un bâtiment. En effet, le choix du type de système en fonction des risques existants fait partie d'un processus décisionnel auquel s'ajoute la mise en place d'autres dispositifs de sécurité tels que les murs et cloisons coupe-feu, le choix de matériaux résistants au feu, la compartimentation et l'aménagement de sortie de secours.

La pratique courante veut que la grande majorité des installations soient des systèmes d'extinction automatique à l'eau, connue sous l'appellation de systèmes de gicleurs, et c'est pourquoi l'emphase sera mise sur ce type de système dans la section qui suit.

### 6.7.1 Références règlementaires et normatives

Au Québec, le Code de construction du Québec (CNB modifié) et le Code national de prévention des incendies (CNPI) prévalent en ce qui a trait à la protection incendie. Ces deux normes toutefois, comme la majorité des codes et normes existants en sécurité incendie, font référence à la « National fire protection association » (NFPA). Bien que cette organisation publie des normes concernant tous les types et les aspects de la sécurité incendie, seulement les principales normes émises concernant l'installation de gicleurs à eau seront mentionnées puisqu'il s'agit du type de système le plus commun.

Il est à noter que les autorités telles que la Régie du bâtiment du Québec, le service des permis de la municipalité, le service des incendies de la municipalité et/ou les compagnies d'assurance peuvent assujettir leurs bâtiments à des exigences spécifiques (sans minimiser les demandes des autorités) qui diffèrent de celles énoncées par les normes contenues dans la liste qui suit. De plus, ces autorités peuvent assujettir les bâtiments à des versions spécifiques des normes présentées ci-dessous.

- Standard for the Installation of Sprinkler Systems – NFPA 13

Application : Concerne la mise en œuvre de nouvelles installations.

Consultation : La norme doit être commandée sur le site internet du NFPA. Voir l'adresse suivante : <http://www.nfpa.org/>.

En résumé : La norme vise la mise en œuvre d'un système de protection incendie par gicleurs de façon générale. Elle traite des différents systèmes, des méthodes de conception et des exigences minimales en termes de gicleurs. Le tout est formulé selon une hypothèse voulant qu'un système n'agisse en protection que d'un seul incendie à l'intérieur du bâtiment.

La norme définit cinq groupes d'applications visés par les extincteurs automatiques. Ces groupes d'applications se distinguent par un critère de risque d'incident défini par la charge combustible et la gravité de l'incendie pouvant survenir. À noter que cette classification diffère de celle adoptée par le CNB, qui a comme objectif principal la protection des vies humaines.

- Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems – NFPA 25

Application : Concerne la mise en œuvre de nouvelles installations ainsi que les installations existantes.

Consultation : La norme doit être commandée sur le site internet du NFPA. Voir l'adresse suivante : <http://www.nfpa.org/>.

En résumé : Cette norme vise les exigences minimales concernant les inspections périodiques, les tests à effectuer et la maintenance à faire sur les systèmes de protection incendie.

- Loi sur le bâtiment - Code de construction du Québec – Volume 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment

Application : Tous les travaux de construction d'un bâtiment (nouveaux ou existants).

Consultation : Le Code doit être commandé au CNRC-NRC - Institut de recherche en construction pour avoir une version complète. Voir l'adresse suivante :

[http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/publications/centre\\_codes/ccq\\_chapitre1\\_2010.html](http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/publications/centre_codes/ccq_chapitre1_2010.html)

En résumé : Le code traite de la conception et de la mise en œuvre des systèmes de protection-incendie. Le code réfère principalement aux normes de NFPA.

Le code est composé de trois divisions, soit les divisions A, B et C. La division A traite de la conformité, des objectifs et des énoncés fonctionnels alors que la division B fait état des solutions acceptables pour parvenir aux objectifs. La division C contient les dispositions administratives.

- Loi sur le bâtiment – Code national de prévention des incendies – Systèmes de protection contre l'incendie utilisant l'eau

Application : Pour les activités liées à la construction, à l'utilisation ou à la démolition de bâtiments et d'installations.

Consultation : Le Code doit être commandé au CNRC-NRC - Institut de recherche en construction pour avoir une version complète. Voir l'adresse suivante :

[http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/publications/centre\\_codes/csq\\_chapitre8\\_cnpi\\_2010.html](http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/publications/centre_codes/csq_chapitre8_cnpi_2010.html)

En résumé : La conception ou la construction d'éléments particuliers d'installations de protection incendie utilisant l'eau.

- Autres codes, lois ou normes d'intérêts
  - NFPA 10 – Norme sur les extincteurs portatifs.
  - NFPA 14 – Norme sur la conception et l'installation des réseaux de canalisation.
  - NFPA 20 – Norme sur l'installation des pompes de protection-incendie.

À noter qu'il existe des centaines de normes émises par le NFPA.

#### 6.7.2 Différents types de systèmes

Un système de protection incendie est principalement composé d'un agent extincteur (de l'eau dans la plupart des cas), de têtes de gicleurs, de dispositifs de commandes et de dispositifs de déclenchement. Les dispositifs de déclenchement s'enclenchent de façon automatique, et parfois manuellement. Les plus communs sont les têtes de gicleurs sensibles à la chaleur.

En protection incendie, ce sont les systèmes suivants qui se retrouvent dans 95 % des constructions. Les autres types de systèmes ne constituent qu'une minorité et ne seront pas abordés. La liste est établie en ordre de priorité :

- Les systèmes d'extinction automatique à l'eau – Installations sous eau

Les installations sous eau sont les plus simples, les moins coûteuses, les plus fiables et les plus répandues. Elles consistent en une canalisation remplie d'eau en permanence alimentée à partir d'une entrée d'eau, composée d'une soupape d'alarme. Au déclenchement d'une des têtes, l'eau s'écoule sans délai sur le secteur où le feu est situé. L'eau s'écoule seulement là où les têtes sont déclenchées. Puisque les canalisations sont pleines d'eau, le bâtiment doit être chauffé en permanence. Cette installation nécessite peu d'entretien et possède une longue durée de vie.

- Les systèmes d'extinction automatique à l'eau – Installations sous air (à sec)

L'installation sous air sera présente si la zone à protéger est située dans des locaux qui sont à risque de gel. Initialement, les canalisations de ces types de systèmes sont remplies d'air. Au déclenchement d'une des têtes, l'air s'échappe d'abord, et via l'ouverture de la soupape de retenue de l'entrée d'eau, les canalisations se remplissent d'eau.

- Les systèmes d'extinction automatique à l'eau – Installations de type préaction

L'installation d'un système de type pré action vise à limiter les dégâts d'eau accidentels. Plusieurs types de déclenchement existent, soit :

- Sans entrebarrage
- Simple entrebarrage
- Double entrebarrage.

Aux fins d'explication, nous utiliserons le plus populaire, soit double entrebarrage.

L'installation est composée d'un système de détection de produits de combustion et de têtes de gicleurs fermées. Initialement, les conduites sont remplies d'air. Sur l'activation d'un détecteur de produits de combustion, l'alarme de la première étape est enclenchée. Un signal sonore se fait entendre.

Sur l'activation d'un détecteur de produits de combustion et le déclenchement d'une tête de gicleur, l'alarme de la deuxième étape est enclenchée. Le système de gicleurs à préaction est alors amorcé. Si la tuyauterie du système de gicleurs est endommagée par un incident qui n'est pas en lien avec un incendie, l'eau n'entre pas dans le système. Une alarme de défaut est enclenchée.

- Les systèmes d'extinction automatique à l'eau – Installations de type préaction cyclique

Une installation de type préaction cyclique sera choisie dans la mesure où la zone à protéger contient des biens que l'on veut mettre à l'abri des dégâts d'eau. Pour ainsi dire, ce type de système est utilisé pour limiter la quantité d'eau déversée une fois le feu éteint. L'installation est composée d'un système de détection et de têtes de gicleurs fermées. Le système de détection est généralement couplé à des détecteurs de fumée. Un système de détecteur de chaleur est inclus pour analyser la température avec l'aide d'une minuterie qui ferme ou ouvre l'écoulement de l'eau.

Initialement, les canalisations du réseau sont remplies d'air. Les canalisations se remplissent d'eau via l'ouverture de la soupape de pré action seulement si le système de détection est déclenché et qu'une tête est ouverte. Si la tuyauterie du système de gicleurs est endommagée, l'eau n'entre pas dans le système. Une alarme de défaut est enclenchée. Ces systèmes sont plus coûteux à installer et à entretenir

- Systèmes d'extinction automatique au gaz (agent propre)

Les systèmes au gaz sont adaptés à la protection d'équipements électroniques tels que dans une salle d'informatique. Dans certains bâtiments existants, on retrouve des systèmes de protection aux halons.

Cette substance a été déclarée comme substance appauvrissant la couche d'ozone et son utilisation est désormais prohibée. Présentement, le gaz le plus utilisé est le Novec 1230.

Une croyance populaire veut que ce système soit installé en remplacement à un système de gicleurs à l'eau. Dans la pratique, il est courant que l'utilisation des deux systèmes soit combinée. Lors d'un incendie, le système au gaz sera priorisé et si le feu n'est pas contrôlé, le système de gicleur assure le combat de l'incendie. Le système fonctionne tel qu'au déclenchement d'un premier détecteur du système de détection, une alarme est enclenchée. Suivant le déclenchement d'un deuxième détecteur dans le même local, une deuxième alarme est enclenchée. Alors, un délai de pré décharge est activé (d'environ 30 secondes) et les volets motorisés des systèmes de ventilation se ferment. Puis, une importante quantité de gaz se décharge dans la pièce sur une courte période de temps. Pour maximiser la performance du gaz, il est important que la pièce soit étanche.

#### 6.7.3 Tâches de maintenance typique

La fonctionnalité d'un système de protection incendie est sous la gouverne du propriétaire du bâtiment. Ainsi, il découle de sa responsabilité de planifier les inspections et les essais des installations. Il est fortement suggéré aux gestionnaires de bâtiment de prendre connaissance de la norme « *Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems* » (NFPA 25). Ce document est la version à jour de *méthodes recommandées pour l'inspection, l'essai et l'entretien des systèmes d'extincteurs automatiques à eau (les publications du Québec)*.

Essentiellement, la norme établit les actions à entreprendre (inspection, test ou maintenance) sur les composantes des systèmes de protection incendie utilisant l'eau. La norme recommande la fréquence à laquelle ces actions doivent être prises. En pratique, ces tâches sont réalisées en sous-traitance par des entrepreneurs spécialisés en protection incendie.

#### 6.7.4 Notions d'efficacité énergétique et opportunités

Les systèmes de protection incendie sont des systèmes qui ne fonctionnent qu'en cas d'incendie. Leur consommation énergétique est nulle.

## 6.8 La régulation automatique

### 6.8.1 Définition

Régulation (terme normalisé par l'Office québécois de la langue française) : Action de régler automatiquement l'une des grandeurs de sortie d'un système par action sur les grandeurs d'entrée.

Un système de contrôle (régulation) automatisé d'un bâtiment (SCAB) régit les équipements mécaniques critiques de ce dernier. Ce système assurera par ses composantes de contrôles électriques, pneumatiques ou électroniques, principalement : le confort des occupants, la ventilation, le chauffage, et la climatisation du bâtiment.

Plus récemment, les systèmes s'étendent pour contrôler l'éclairage intérieur et extérieur et superviser l'état de fonctionnement de multiples équipements secondaires : eau chaude domestique, équipements d'un procédé, etc.

Les systèmes SCAB les plus rencontrés nommés DDC (*direct digital control*) comportent donc une série d'automates programmables reliés dans un réseau de communication. Le système est donc en mesure de recueillir les informations des différents systèmes mécaniques (les températures, l'état de fonctionnement des ventilateurs, des pompes, etc.) en temps réel via des transmetteurs électroniques raccordés aux entrées « input » des contrôleurs. Il est aussi en mesure de prendre action (commander l'ouverture d'une valve de chauffage, démarrer un ventilateur, etc.) par leurs interfaces de sortie (« output ») de ce même contrôleur. Un programme informatique résidant dans l'automate permettra de contrôler les sorties du contrôleur en accord avec les données interprétées en entrées.

### 6.8.2 Références réglementaires et normatives

Les systèmes de régulation automatisés ne sont pas régis par des règlements et normes à proprement dit. La construction des contrôleurs (nombres entrées et sorties, vitesse du processeur, capacité de mémoire interne, etc.) sont laissés à la discrétion du manufacturier du système SCAB.

Toutefois, le langage de communication utilisé entre les contrôleurs est, de nos jours, majoritairement orienté vers le protocole BACNET (Building Automation and Control Networks). Ce protocole de communication est maintenant devenu le standard pour ANSI, ASHRAE et ISO. Ce protocole est mis de l'avant particulièrement, car ceci a permis aux fabricants des équipements mécaniques importants (refroidisseurs, chaudières à l'eau et variateur de vitesse des moteurs, etc.) de fournir de manière simple un contrôleur compatible BACNET et à même leur équipement. Ceci fait, le système de régulation communique directement avec l'équipement sans passer par une interface secondaire (contrôleur SCAB) via des entrées et sorties pour commander ou interpréter des données d'un équipement.

Un autre objectif du protocole BACNET était de permettre une intégration de systèmes de contrôles de différents fabricants, à partir du moment où ils « parlent » dans un même langage. Concrètement, cette intégration demeure aujourd'hui relativement difficile.

### 6.8.3 Différents types de systèmes

Les systèmes de régulation des bâtiments sont divisibles en trois (3) catégories :

- les contrôles pneumatiques
  - électriques
  - électroniques DDC
- Les systèmes à contrôles pneumatiques

Ils furent les premiers systèmes de contrôles automatisés d'un bâtiment. Encore aujourd'hui, ils sont encore très répandus, particulièrement au niveau du contrôle des éléments terminaux.

Concept : Un réseau d'air comprimé fait de cuivre et de tubulure de plastique (maintenu à environ 20 psi) circule dans l'ensemble du bâtiment. À proximité des systèmes à contrôler, le réseau est intercepté par un contrôleur mécanique qui modulera l'air comprimé vers les différents équipements à contrôle pneumatique (soupape de chauffage, actuateur de volets d'air évacué, convertisseur pneumatique/électrique, etc.) Ici, le fil est carrément remplacé par de la tuyauterie d'air comprimé et aucun réseau de communication entre les contrôleurs n'est possible.

- Les systèmes à contrôles électriques :

Ils sont utilisés dans les bâtiments ou secteurs du bâtiment où la stratégie de contrôle est très simple. Exemple : lobby, salle technique, entrepôt, etc. Ce type de contrôle est largement répandu dans le secteur résidentiel.

Concept : Le plus souvent, sans interface de communication entre eux, les contrôleurs (souvent nommés thermostats) alimentés en électricité commanderont l'équipement en modulant un bas voltage ou simplement permettant l'alimentation électrique à celui-ci.

- Les systèmes électroniques DDC :

Ils sont ceux installés actuellement dans les bâtiments. Ils sont de loin les plus versatiles. Vu comme le système nerveux du bâtiment, il est capable d'envoyer des alarmes critiques à l'extérieur de son système, archiver les données à long terme, offrir une interface graphique facilitant la compréhension des systèmes. Le système DDC est clairement devenu un outil indispensable des bâtiments modernes.

Disponible depuis la fin des années 80, plusieurs manufacturiers différents ont envahi le marché. Basé sur une architecture informatique complexe (à peu de chose près semblable au réseau TCP/IP d'entreprise), le système permettra à l'opérateur du bâtiment, via un logiciel graphique schématisé de voir les valeurs en temps réel et commander des actions aux systèmes de mécaniques du bâtiment. Chaque système SCAB possède son interface homme/machine (logiciel SCAB) plus ou moins intuitive, ses méthodes de paramétrisation propriétaires et surtout son propre langage de programmation des contrôleurs.

Concept : Le logiciel homme/machine du SCAB est installé dans le poste informatique de la station opérateur. Il peut avoir une seule station par site, plusieurs ou même aucune si le système est très simple. Cette station peut être dans le bâtiment ou être à l'extérieur du bâtiment accessible par internet, un extranet ou par modem téléphonique.

Pour accéder aux données, la station de travail de l'opérateur est donc reliée au contrôleur maître via le réseau haute vitesse (standard TCP/IP à 10/100 MBps). Ce contrôleur maître fait un pont entre le réseau haute et basse vitesse du système SCAB. Les contrôleurs d'applications contrôlant les systèmes mécaniques par leurs entrées et sorties sont à la couche basse vitesse. Ils communiquent entre eux via un protocole de communication établie. La logique de contrôle est donc résidente dans chaque contrôleur d'applications. Selon les données interprétées en entrées et les paramètres de consignes fixés dans les contrôleurs, la programmation (séquence de contrôle) commandera les sorties aux valeurs requises.

#### 6.8.4 Tâches de maintenance typiques

La maintenance du système SCAB doit être principalement orientée vers les composantes de contrôles : étalonnage des transmetteurs (humidité, pression, température), ajustement – graissage - alignements des actionneurs motorisés (volets d'air, soupapes).

Dans le cas d'un système pneumatique, une attention spéciale doit être mise sur la station de production d'air comprimé. Une redondance des compresseurs est souvent prévue.

Dans le cas d'un système DDC, une sauvegarde complète de la base de données doit se faire annuellement.

#### 6.8.5 Notions d'efficacité énergétique et opportunités

Bien entendu, le système SCAB par sa définition permettra l'optimisation efficace des systèmes de mécaniques. Les systèmes contrôlés étant les systèmes les plus énergivores du bâtiment le système SCAB sera un acteur de premier plan dans une stratégie d'efficacité énergétique. Les paramètres configurés (valeurs de consigne, horaires de fonctionnement, séquence de contrôles, etc.) de manière fixe ou variables selon une séquence d'opérations devront donc être revus et validés régulièrement sous l'angle de l'efficacité énergétique.

- Quelques exemples :
  - Une sonde d'humidité de pièce décalibrée contrôlant un humidificateur à vapeur peut générer une consommation de vapeur inutile durant la saison hivernale.
  - Un système de ventilation fonctionnant en continu et desservant une cafétéria occupée seulement de jour est aussi une opportunité d'optimisation.
  - Prioriser le départ de l'équipement le plus efficace en première étape de chauffage devrait aussi être une stratégie à prendre pour optimiser l'efficacité moyenne de la chaufferie d'un bâtiment.
  - Plusieurs autres exemples sont aussi mentionnés dans chaque section de ce guide. Il est en effet parfois difficile de séparer les mesures ayant trait au contrôle des autres mesures proposées sur différents sujets.

## **6.9 Transport vertical**

Les ascenseurs sont présents dans presque tous les bâtiments commerciaux ou à logements de plus d'un étage. Ils sont évidemment nécessaires pour accommoder les occupants à mobilité réduite, mais servent souvent à accélérer et faciliter les déplacements de tous les usagers du bâtiment. Le nombre d'ascenseurs, leur capacité et leur vitesse doivent être sélectionnés afin de subvenir aux besoins des occupants. De plus, ces appareils représentent normalement un poste de consommation énergétique relativement mineur, mais il est tout de même possible de tenir compte lors de l'énergie lors du choix de ces appareils.

### 6.9.1 Références réglementaires et normatives

Le domaine des standards et des guides de conception est complexe et en constante évolution. Le but de cette section est de présenter certaines des exigences parmi les plus pertinentes au niveau du transport vertical, et non d'en faire un inventaire exhaustif. D'autres applications spécifiques requièrent aussi de consulter des normes qui ne sont pas détaillées ici.

- Loi sur le bâtiment – Code de construction du Québec – Chapitre IV applicables aux ascenseurs et aux autres appareils élévateurs.

Application : Cette loi règlemente tous les ascenseurs et autres appareils élévateurs, quelle qu'en soit leur destination ou utilisation.

Consultation : Pour plus d'informations consulter le site suivant :

[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/B\\_1\\_1/B1\\_1R2.HTM](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/B_1_1/B1_1R2.HTM)

En résumé : Ce chapitre traite de la construction des vides technique verticaux, des détecteurs d'incendie, du fonctionnement de cas d'urgence, des gicleurs, de l'alimentation électrique, de la numérotation des étages, et de la protection contre le bruit causé par les ascenseurs.

- Loi sur le bâtiment – Code de sécurité – Chapitre IV Ascenseurs et autres appareils élévateurs.

Application : Ascenseurs et autres appareils élévateurs.

Consultation : Pour plus d'informations consulter le site suivant :

[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/B\\_1\\_1/B1\\_1R3.HTM](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/B_1_1/B1_1R3.HTM)

En résumé : codes et normes servant de bases à l'application des exigences, la fréquence de vérification des appareils et exigence relative aux chambres mécaniques et registre relatif aux travaux de rénovation et d'entretien.

- Code ASME A17.5/CSA B44 (2011)

Application : ce code traite de la sécurité pour les ascenseurs, les monte-charges et les escaliers mécaniques.

Consultation : la nouvelle version de ce code est disponible sur le site de l'association canadienne de normalisation (Groupe CSA) à l'adresse suivante :

<http://shop.csa.ca/fr/canada/ascenseurs-et-monte-charge/csa-b441-11asme-a175-11-/inv/27005312011/?source=ProductDetailCrossSell>

En résumé : En vertu des chapitres du code de construction et du code de sécurité précédemment énumérés, la nouvelle norme dicte les exigences minimales concernant l'utilisation, l'exploitation, l'entretien, la vérification et la mise à l'essai des ascenseurs et autres appareils élévateurs. Plusieurs modifications ont été apportées à la version 2004 (ASME A17.1/CSA B44).

- Autres normes relatives :
  - CAN/CSA-B311 : ce code établit les exigences minimales relatives aux monte-personne installés de façon permanente et utilisés pour le transport vertical du personnel autorisé.  
<http://shop.csa.ca/fr/canada/ascenseurs-et-monte-charge/canca-b311-f02/inv/27016242002/>

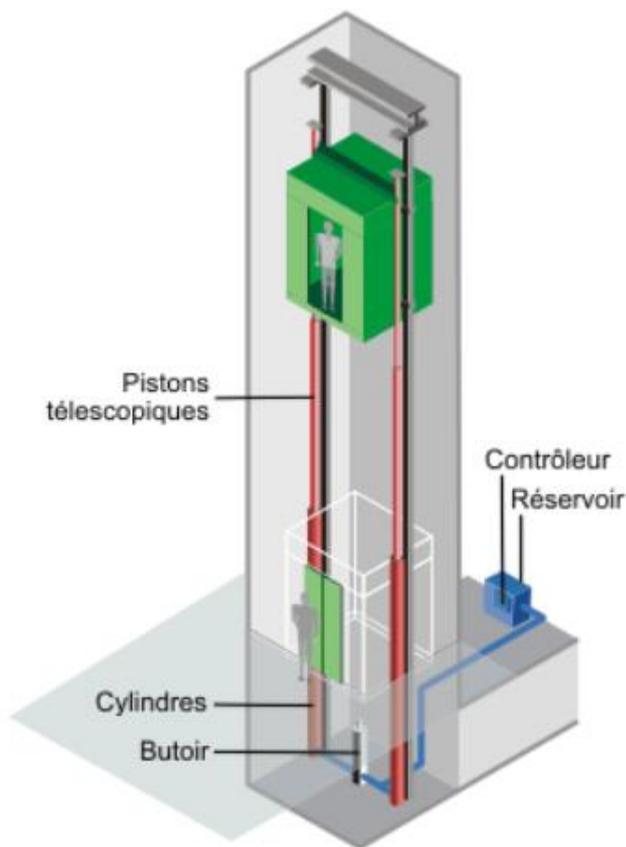
#### 6.9.2 Différents types d'ascenseurs

- Ascenseur hydraulique :  
<http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11532>

Ce type d'ascenseur fonctionne de manière hydraulique. En d'autres mots, une pompe contrôle le débit et la pression d'huile qui entre dans des pistons hydrauliques pour faire monter l'ascenseur. À l'inverse, la descente est contrôlée par une vanne permettant de faire sortir l'huile du cylindre et donc, d'abaisser l'ascenseur.

Les principales composantes de ce type de système sont illustrées à la figure suivante :

Figure 24 : Ascenseur hydraulique



Les principaux avantages de ce type d'ascenseurs sont :

- Relative facilité d'implantation dans un bâtiment existant;
- Déplacements précis;
- Simplicité de l'ajustement de vitesse.

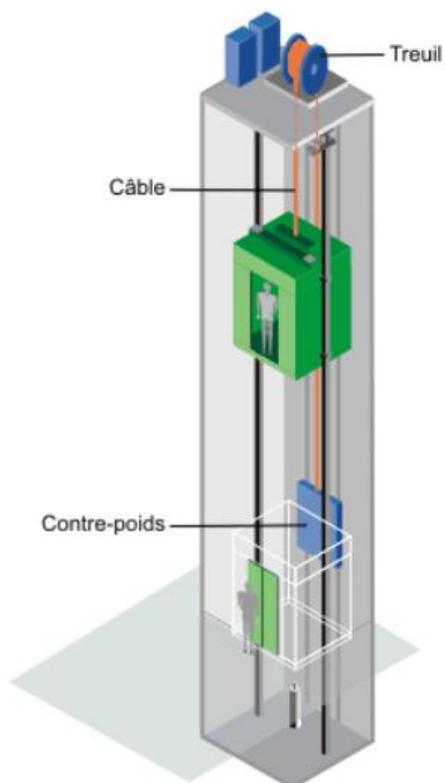
Tandis que les désavantages sont :

- Hauteur de déplacement limitée (trois ou quatre étages généralement);
- Consommation énergétique élevée;
- L'utilisation d'huile avec les risques qu'elle comporte (fuite, contamination).

– Ascenseur à traction à câbles

Ce type d'ascenseur fonctionne grâce à un câble relié entre une cabine et un contrepoids. Ils se différencient selon le type de motorisation : moteur-treuil à vis sans fin, moteur-treuil planétaire ou moteur à attaque directe. Peu importe le mode de traction, la présence du contrepoids réduit considérablement la charge. Ce type d'ascenseur est donc énergétiquement plus avantageux que l'ascenseur hydraulique. La figure ci-dessous présente les principales composantes de ce type d'appareil :

**Figure 25 : Ascenseur à câbles**



Les avantages sont :

- Possibilité de très longue course verticale (pas vraiment de limites);
- Déplacements précis (selon les modes de traction);
- Moins énergivore;
- Rapidité de déplacement.

Les désavantages sont :

- Besoins d'entretien plus exigeants.

### 6.9.3 Tâches de maintenance typique

Afin de s'assurer que les ascenseurs sont sécuritaires et fonctionnels, les gestionnaires confient l'entretien des ascenseurs à des compagnies spécialisées.

Afin de respecter les exigences du chapitre IV du Code de sécurité, un ascenseur doit être entretenu conformément aux dispositions de la norme CAN/CSA B44 – Code de sécurité sur les ascenseurs et monte-charge. Ce code donne les prescriptions d'inspection et d'examen des pièces et des fonctions, de nettoyage, de lubrification et de réglage des composants pertinents, et pour la réparation des pièces endommagées ou défectueuses. Il définit aussi les intervalles et la régularité de l'entretien.

Tous les appareils décrits dans les champs d'application du Code de sécurité des ascenseurs et monte-charges (ASME A17.1/CSA B44) et de la norme Appareils élévateurs pour personnes handicapées (CAN/CSA B355) sont assujettis, soit les ascenseurs, monte-charges, petits monte-charges, escaliers mécaniques, trottoirs roulants, monte-matériaux, monte-plats ou appareils élévateurs pour personnes handicapées.

Le chapitre IV Ascenseurs et autres appareils élévateurs du Code de sécurité contient des exigences qui touchent l'utilisation, l'entretien et le maintien en bon état des installations qui se résument de la manière suivante :

- Un programme d'entretien adapté doit être établi pour chaque appareil;
- L'appareil doit être utilisé aux fins pour lesquelles il a été conçu;
- L'appareil doit être maintenu en bon état de fonctionnement et de sécurité;
- Les correctifs nécessaires doivent être apportés à un appareil dès l'apparition de conditions de fonctionnement dangereuses;
- Un registre de renseignements concernant l'entretien de l'appareil ainsi que les schémas électriques à jour doivent être conservés dans le local des machines.

#### 6.9.4 Notions d'efficacité énergétique et opportunités

Il y a peu de mesures d'efficacité énergétique éprouvées qui s'appliquent au niveau des ascenseurs existants. La relativement faible consommation de ces appareils n'en fait généralement pas une première priorité dans l'implantation des mesures. Cependant, lors des constructions neuves ou de l'ajout d'ascenseurs, il y aurait lieu d'intégrer l'aspect énergétique dans le choix des nouveaux appareils. Les ascenseurs à traction sont beaucoup plus efficaces que les ascenseurs hydrauliques. De même, parmi les différents types d'ascenseurs à traction, ceux motorisés par des moteurs à attaque directe sont beaucoup plus efficaces. Ces possibilités doivent être mises en relation avec la faisabilité et les coûts liés aux différents choix.

Les ascenseurs les plus efficaces sont gérés par des contrôleurs et des logiciels plutôt que des relais électromécaniques. Des détecteurs de présence peuvent mettre la ventilation de la cabine, l'éclairage, la musique et les écrans d'affichage à l'arrêt lorsque l'ascenseur n'est pas occupé. Le contrôleur peut également gérer les demandes selon la destination afin de les regrouper de façon à réduire le nombre d'arrêts et le temps d'attente, ce qui peut entraîner une diminution du nombre d'ascenseurs requis.

Au niveau des ascenseurs à traction existants, une mesure potentielle pourrait être l'utilisation de moteurs régénératifs. Cette mesure permettrait de récupérer l'énergie en utilisant le moteur en mode générateur lorsque l'ascenseur ralentit, descend ou même lorsqu'il monte avec une charge légère (étant donné que dans cette condition, le contrepoids pourrait pratiquement faire monter l'ascenseur à lui-même). Cette mesure est documentée ailleurs dans le monde, mais à la connaissance des rédacteurs, ne serait pas utilisée actuellement au Québec.

## 7. LES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES

Depuis la fin du 21<sup>e</sup> siècle, les systèmes électriques sont devenus essentiels dans nos vies. Ces systèmes nous éclairent, chauffent, divertissent, refroidissent et éduquent, mais peuvent aussi nous enlever la vie, même nous la redonner. C'est pourquoi bien que l'électricité soit invisible, les systèmes électriques doivent être conçus, construits et entretenus selon des règles strictes et des procédures définies.

### 7.1 Catégories de systèmes électriques

Ces systèmes se subdivisent en quelques grandes catégories, soit :

- Distribution électrique;
- Alimentation de secours;
- Éclairage;
- Prises et services;
- Systèmes auxiliaires;
- Télécommunications;
- Alarme incendie.

#### 7.1.1 Références réglementaires et normatives

Le domaine des lois, codes et normes est complexe et en constante évolution. Le but de cette section est de présenter certaines des exigences parmi les plus pertinentes au niveau électrique, et non d'en faire un inventaire exhaustif. Par ailleurs, certaines organisations ou certaines municipalités possèdent leurs propres exigences qui peuvent parfois être plus sévères que les codes et normes présentés à cette section. D'autres applications spécifiques requièrent aussi de consulter des normes qui ne sont pas détaillées ici.

- Loi sur le bâtiment – Code de construction du Québec – Chapitre I – Bâtiment et Code national du bâtiment – Canada 2010 (Modifié) Ce code est entré en vigueur le 15 Juin 2015.

Application : Tous les travaux de construction d'un bâtiment. C'est donc dire que les bâtiments existants n'ont pas à s'y conformer tant que des rénovations ou des modifications ne sont pas entreprises.

Consultation : Le Code doit être commandé au CNRC-NRC - Institut de recherche en construction pour avoir une version complète.

Voir l'adresse suivante : <https://commerce-irc.nrc-cnrc.gc.ca/>.

En résumé : En électricité, ce code énumère principalement les exigences pour les systèmes d'alarme-incendie, pour les constructions de grande hauteur et tous les autres systèmes de sécurité des personnes.

- Loi sur le bâtiment – Code de construction du Québec – Chapitre V – Électricité (Code de l'électricité)

Application : Tous les travaux d'électricité et à tout appareillage électrique dans les installations électriques des bâtiments, construction et propriété.

Consultation : Le Code doit être commandé à la CSA – Canadian Standards Association pour avoir une version complète.

Voir l'adresse suivante : <http://shop.csa.ca/en/canada/electrical/c221-canadian-electrical-codes/icat/cec>

En résumé : Toutes les installations électriques doivent être installées selon les exigences de ce code.

- Norme C282-09 – Alimentation électrique de secours des bâtiments

Application : Cette norme s'applique à la conception, à l'installation, au fonctionnement, à l'entretien et à la mise à l'essai de l'appareillage, dont le rôle est d'assurer l'alimentation électrique de secours.

Consultation : Cette norme doit être commandée à la CSA pour avoir une version complète.

Voir l'adresse suivante :

<http://shop.csa.ca/fr/canada/normes-generales/c282-f09/inut/27012072009>

En résumé : Toutes les installations d'alimentation électrique de secours servant à la sécurité des personnes doivent être installées et entretenues selon les exigences de cette norme.

## **7.2 Distribution électrique**

La distribution électrique d'un bâtiment comprend l'entrée électrique, le mesurage, la distribution primaire/secondaire.

### 7.2.1 Différentes composantes

#### – Entrée électrique

Selon l'importance des besoins d'énergie du bâtiment, l'entrée électrique peut être à moyenne tension (12 ou 25 kV) ou basse tension (600, 120/208 ou 120/240 V). À noter que la tension à 120/208 V n'est plus proposée par Hydro-Québec et ne pourrait se retrouver que dans les plus vieux bâtiments.

L'entrée électrique peut être aérienne, souterraine ou aérosouterraine. Elle est composée d'au moins un sectionneur en amont et en aval du mesurage.

#### – Mesurage

Le mesurage sert à calculer la consommation énergétique du bâtiment pour permettre au fournisseur d'énergie (habituellement Hydro-Québec) de facturer l'électricité réellement consommée par le bâtiment.

Le mesurage est situé après le sectionneur principal et avant les charges du bâtiment.

Le Code d'électricité du Québec ne permet pas d'avoir deux mesurages à la même tension, sauf pour l'alimentation d'une pompe incendie ou d'un bâtiment jugé complexe (par exemple un centre d'achats).

La facturation d'électricité se divise en deux, soit :

- La demande mesurée en kilowatts (kW).
- La consommation mesurée en kilowatts-heure (kWh).

Par exemple, dix lampes de 100 W donnent 1 kW et dix lampes de 100 W fonctionnant pendant une heure ou une lampe de 100 W fonctionnant pendant dix heures donnent 1 kWh.

Les équipements reliés au mesurage sont scellés par le fournisseur d'énergie.

– Distribution primaire

La distribution primaire est composée de sectionneurs, de disjoncteurs et de transformateurs pour transformer la tension d'alimentation à la tension d'utilisation.

La tension d'utilisation est de 347/600 V et de 120/208 V ou 120/240 V. En règle générale, seuls les immeubles d'habitation ont une tension d'utilisation de 120/240 V.

– Distribution secondaire

La distribution secondaire est composée de panneaux de dérivation servant à alimenter les charges du bâtiment, soit l'éclairage, les forces motrices, les prises et services, les systèmes auxiliaires et le chauffage.

Ces panneaux comprennent principalement des disjoncteurs à boîtier moulé ou des sectionneurs à fusibles.

### 7.2.2 Tâches de maintenance typique

Les travaux électriques étant réglementés, ceux-ci doivent être réalisés par du personnel ou un entrepreneur spécialisé détenant les licences appropriées.

Pour éviter les risques d'accident, les tâches d'entretien doivent toujours être réalisées hors tension.

Avant la mise sous tension initiale, les tâches sont :

- Retrait des débris de construction;
- Nettoyage de l'intérieur des panneaux électriques, des sectionneurs et des transformateurs;
- Vérification du serrage des raccords et de l'ordre des phases.

Tous les ans, les tâches d'entretien sont :

- Prise de photos infrarouges pour vérifier les points chauds. Cette tâche doit être réalisée sous tension;
- Procéder au serrage des raccords selon les prises de photos.

Depuis peu, il est obligatoire de procéder à une étude d'analyse de danger d'arc électrique (« arc flash ») tous les cinq ans. Les résultats de cette étude sont consignés sur des étiquettes devant être apposées sur tous les équipements de distribution de plus de 120 V et les équipements de 120 V alimentés par un transformateur de 125 kVA et plus.

Ces étiquettes indiquent les catégories d'équipements de protection physique à revêtir lors d'opérations des équipements électriques.

#### 7.2.3 Notion d'efficacité énergétique et opportunités

Les seuls équipements qui génèrent des pertes d'énergie dans la distribution électrique sont les transformateurs. Ceux-ci devront être à haute efficacité en respectant au moins la norme CSA C802-2. Une nouvelle norme basée sur DOE 10 CFR Part 431 est en préparation et pourrait voir le jour en 2016 ou 2017.

Pour être en mesure d'évaluer les variations de la consommation énergétique, l'installation de compteurs électriques privés est recommandée sur l'entrée principale et sur les panneaux électriques alimentant les principales charges. Ces compteurs peuvent être reliés ensemble sur un ordinateur pour voir un temps réel la consommation électrique du bâtiment et produire des rapports. Également, lorsque ces lectures sont transmises en temps réel au système centralisé de gestion du bâtiment, il est possible de contrôler l'appel de puissance électrique et ainsi réduire la facture d'électricité.

### 7.3 Alimentation de secours

L'alimentation de secours comprend les groupes électrogènes, les commutateurs de charges et leurs systèmes auxiliaires.

L'installation et l'entretien des groupes électrogènes d'urgence sont régis par la norme CAS-C282-09 – Alimentation électrique de secours des bâtiments.

### 7.3.1 Groupes électrogènes

Les groupes électrogènes sont composés d'un moteur diesel, d'un alternateur, d'un panneau de contrôle, d'un réseau d'alimentation de carburant et de la ventilation requise pour la combustion du moteur et du refroidissement du groupe.

Il existe également des groupes à moteur au gaz naturel. Ces groupes peuvent être utilisés pour alimenter les installations électriques assurant la sécurité des personnes seulement si l'ingénieur-concepteur peut démontrer la fiabilité de l'approvisionnement du carburant. Il est à noter que Gaz Métro ne fournit plus de lettre de fiabilité depuis 2015, nous ne recommandons donc pas d'utiliser le gaz naturel dans une application relative à la sécurité des occupants.

Les groupes électrogènes doivent être en mesure d'alimenter les charges d'urgence dans un délai maximum de quinze secondes. Pour ce faire, le groupe est muni d'un chauffe-bloc, même si le groupe est installé à l'intérieur.

Le réseau d'alimentation de carburant est composé d'un réservoir journalier à proximité du groupe, assurant l'autonomie pour une durée d'environ quatre heures, et d'un réservoir principal.

Pour maintenir la garantie du groupe, le carburant doit être conçu pour le moteur (diesel) et non pour un appareil de chauffage (huile no 2).

### 7.3.2 Commutateurs de charges

Les commutateurs de charges (aussi appelés « interrupteurs de transfert ») servent à transférer les charges d'urgence de l'alimentation normale à l'alimentation d'urgence et vice-versa.

Pour l'alimentation des charges essentielles, les commutateurs de charges sont automatiques.

Lors d'une panne du réseau normal, le commutateur de charges transmet un signal de démarrage aux groupes électrogènes. Lorsqu'un groupe atteint sa fréquence et sa tension d'utilisation, le commutateur transfère sa charge du réseau normal en panne au réseau d'urgence. Cette opération s'effectue en environ dix secondes.

Lors du retour de l'alimentation normale, le commutateur, après s'être assuré de la stabilité de l'alimentation, retransfère ces charges de l'alimentation d'urgence au réseau normal. Le groupe électrogène fonctionne ensuite à vide une quinzaine de minutes pour assurer son refroidissement.

Dans les établissements de soins, de détention et les habitations, les commutateurs de charges automatiques doivent être munis de contournements permettant d'effectuer le transfert manuel des charges de l'alimentation normale à l'alimentation d'urgence lors de l'entretien de la partie automatique du commutateur.

- Réseaux d'urgences

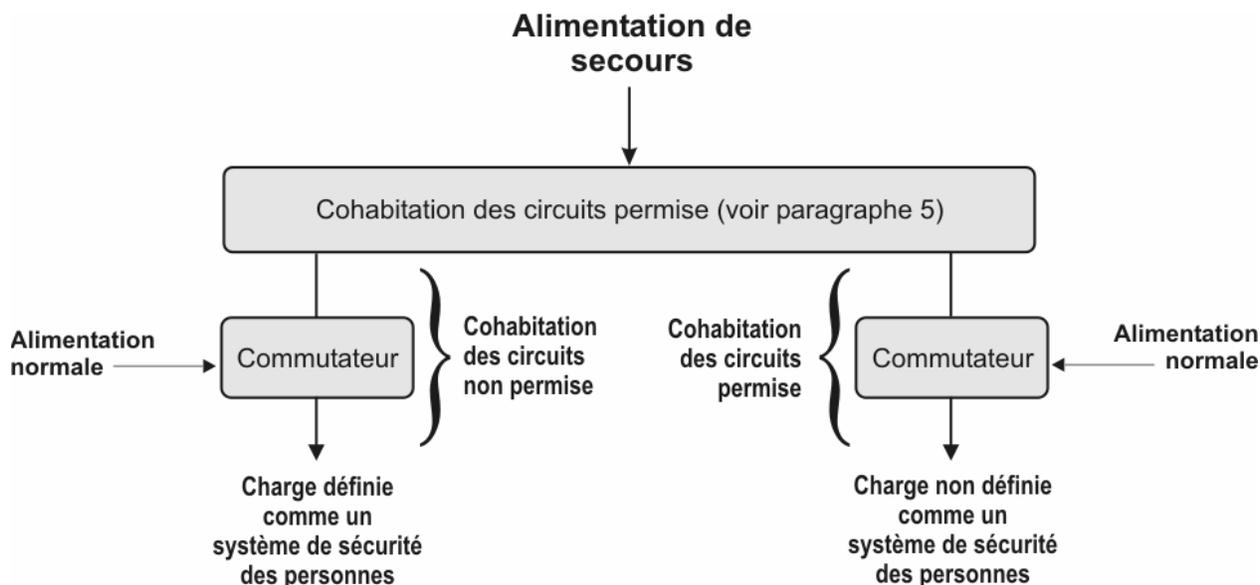
Les réseaux d'urgences servent à alimenter les charges essentielles à la sécurité des personnes et toutes les autres charges considérées nécessaires au maintien des opérations du bâtiment.

Les systèmes de sécurité des personnes comprennent l'éclairage de secours, le système d'alarme-incendie, les pompes incendie, les ascenseurs, les ventilateurs d'extraction des fumées, les ventilateurs et les registres de dissipation des fumées.

Depuis la mise en vigueur de l'édition 2010 du Code de l'électricité, les systèmes de sécurité des personnes doivent être alimentés par un réseau indépendant de tout autre câblage avec son propre commutateur de charge.

Voir ci-dessous une figure tirée du cahier explicatif du Code de l'électricité expliquant cette séparation dans l'alimentation des charges d'urgence.

Figure 26 : Séparation dans l'alimentation des charges d'urgence



### 7.3.3 Tâches de maintenance typiques

La norme CSA C282 énumère les tâches de maintenance à effectuer pour maintenir en fonction le système d'alimentation de secours d'un bâtiment. Ces inspections, essais et travaux sont sur une base hebdomadaire, mensuelle, semestrielle et annuelle.

### 7.3.4 Notions d'efficacité énergétique et opportunités

Tout comme pour une automobile, pour réduire la consommation en carburant des groupes électrogènes, les entretiens devront être effectués. Également, les groupes peuvent être choisis en respect des normes antipollution.

## 7.4 Éclairage intérieur

Toute personne voyante a besoin d'un minimum d'éclairage pour se déplacer, travailler et effectuer ses tâches quotidiennes.

Les systèmes d'éclairage se divisent en plusieurs grandes familles, soit l'éclairage de sécurité, fonctionnel, décoratif et de scène. Ce chapitre se limitera aux deux premières familles d'éclairage.

### 7.4.1 Références réglementaires et normatives

L'éclairage de sécurité est régi par des Codes, dont le Code de Construction du Québec, qui exige des niveaux d'éclairage minimum aux issues et aux chemins menant aux issues. Les niveaux d'éclairage et d'uniformité recommandés de l'éclairage fonctionnel sont indiqués dans le règlement sur la santé et la sécurité du travail, les manuels de l'Illuminating Engineering Society et tout autre organisme impliqué. Ces niveaux sont en fonction de la tâche à accomplir et de l'âge des travailleurs.

### 7.4.2 Différentes composantes

Un appareil d'éclairage est composé d'une source d'éclairage (lampe), d'un bloc d'alimentation (ballast et transformateur) et de l'appareil proprement dit (boîtier, réflecteur, diffuseur et douilles).

- Sources d'éclairages

Il existe trois grandes familles de sources d'éclairage :

- Le feu (Soleil, bougies, lampes incandescentes);
- L'arc électrique (Éclairs, lampes fluorescentes, lampes à décharge électrique haute/basse pression);
- L'électronique (Diodes électroluminescentes (DEL)).

Depuis les vingt dernières années, les sources d'éclairage ont bénéficié d'une évolution phénoménale. Jusqu'à 2005, l'éclairage général était assuré par des luminaires munis de lampes fluorescentes de type T-12 de 40 et 34 W et de ballasts magnétiques.

Depuis les années 80, et de façon plus populaire vers 1995, ces lampes ont été remplacées par des lampes fluorescentes T-8 de 32 W et de ballasts électroniques, en augmentant ainsi l'efficacité énergétique de l'ordre de 40 %.

Il est également possible d'utiliser des lampes T-8 de 30, 28 ou 25 W selon le niveau d'éclairage requis. Dans ce cas, il faut porter une attention particulière à la compatibilité entre les lampes et les ballasts pour éviter des problèmes d'allumage des lampes.

– Lampes

Les lampes fluorescentes disponibles sur le marché pour l'éclairage général sont de types T-5 et T-8. Le tableau ci-dessous présente les différences entre ces deux types de lampes.

Description	Type T-5 standard	T-8
Diamètre	5/8"	8/8"
Longueur	1200 mm	1220 mm (48")
Douilles	« Bi-pin » miniature	« Bi-pin » moyen
Puissance	28 W	25 à 32 W
Efficacité	104 lumens/W	95 à 100 lumens/W

En raison des différences de longueurs et de douilles, les lampes de type T-5 ne sont pas des lampes de remplacement des lampes de type T-8. De plus, ces lampes ont environ la même efficacité et le coût d'achat des lampes T-5 est supérieur.

Une autre caractéristique des lampes est la température de couleur. Les anciennes lampes de type T-12 ne disposaient que de trois températures de couleur, soit blanc chaud, blanc froid et lumière du jour. Avec l'amélioration du phosphore recouvrant l'intérieur des lampes, les températures de couleur sont maintenant de 2700, 3000, 3500, 4100, 5000 et 6500K. Plus la température est élevée, plus la lumière semble froide. À titre d'exemple, la température de couleur d'une lampe incandescente est de 2700K. À noter que les plus courants sont de 3500 et 4100K.

L'indice de rendu des couleurs est la capacité d'une source de lumière à produire l'ensemble du spectre lumineux. Cet indice est exprimé en pourcentage, ainsi, les lampes incandescentes ont un indice de 100 % et les bonnes lampes fluorescentes ont un indice d'au moins 85 %.

– Ballasts

Les lampes fluorescentes doivent être alimentées par un ballast pour leur démarrage et contrôle.

Depuis les vingt dernières années, les ballasts magnétiques ont été remplacés par des ballasts électroniques. Ces ballasts permettent un meilleur contrôle et une meilleure efficacité énergétique.

Il existe trois types d'allumage différents : instantané, rapide et programmé. La durée de vie des lampes fluorescentes est fortement influencée par le nombre et le type d'allumages. Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques des types d'allumage.

Description	Instantané	Rapide	Programmé
Coût	-	=	+
Durée de vie par allumage	-	=	+
Nombre d'heures optimal par allumage pour préserver la durée de vie des lampes	≥ 8	< 8 > 3	≤ 3

#### 7.4.3 Différents appareils d'éclairage

Les appareils d'éclairage général se divisent en trois familles :

– Éclairage direct

La lumière d'un appareil à éclairage direct est dirigée en entier vers le bas. Le contrôle de la lumière est effectué par des lentilles prismatiques en acrylique ou par des lentilles paraboliques. Habituellement, ces appareils d'éclairage sont encastrés ou en surface du plafond.

- Éclairage indirect

Dans le cas d'un appareil à éclairage indirect, la lumière est réfléchiée sur le plafond. Ce type d'éclairage élimine les reflets, mais donne un éclairage diffus qui ne semble pas naturel. Ces appareils d'éclairage sont nécessairement suspendus.

- Éclairage direct/indirect

Un type intermédiaire est l'éclairage direct/indirect. Dans ce cas, une proportion de la lumière est envoyée par le haut pour être réfléchiée par le plafond et une autre partie est dirigée directement vers le bas. Ces appareils d'éclairage sont encastrés ou suspendus.

#### 7.4.4 Tâches de maintenance typique

Pour le maintien des performances des systèmes d'éclairage, il faut remplacer les lampes brûlées et les ballasts défectueux. Pour réduire les coûts de remplacement, il est préférable d'effectuer un remplacement global à environ 80 % de la durée de vie des lampes plutôt que d'effectuer un remplacement au fur et à mesure que les lampes brûlent.

Selon le type d'environnement, pour préserver l'efficacité des luminaires, il peut être requis de nettoyer de façon périodique les surfaces réfléchissantes et les lentilles. Pour un édifice à bureaux typique, cet encrassement peut représenter une perte d'éclairage de 10 à 15% par rapport aux performances d'un luminaire neuf. Pour les fluorescents, la durée de vie est basée sur le nombre d'heure moyen avant que 50% des tubes brûlent.

Pour les DEL, la durée de vie L70 est basée sur le nombre d'heure avant que le luminaire atteigne 70% de l'éclairage initial.

#### 7.4.5 Notions d'efficacité énergétique et opportunités

Dans un premier temps, l'éclairage non requis devrait être éteint soit par l'ajout d'interrupteurs, de minuteries et de détecteurs de présence ou de luminosité.

Également, les lampes de type T-12 et les ballasts magnétiques devraient être remplacés en raison de leur mauvaise efficacité et qu'ils ne sont plus fabriqués. Les distributeurs peuvent continuer d'écouler leur stock. Ces lampes deviennent donc de plus en plus rares et dispendieuses.

Ces lampes et ballasts peuvent être remplacés par des lampes de type T-8 et des ballasts électroniques sans changer les appareils d'éclairage.

Selon les niveaux d'éclairage existants et requis, il peut être possible de réduire la quantité d'éclairage en optant pour des ballasts à facteur de ballast bas ou d'installer des lampes de 25, 28 ou 30 W au lieu des lampes standards de type T-8 de 32 W. Il faut s'assurer de la compatibilité entre les lampes et les ballasts choisis.

Selon les exigences de la Régie du Bâtiment, dans tous les cas de conversion, une nouvelle étiquette indiquant le nom ou la raison sociale de l'exécutant des travaux, la date de modernisation, la tension d'alimentation du luminaire, le type de lampes fluorescentes, la technologie de démarrage du ballast et la puissance des lampes fluorescentes doit être apposée près de l'étiquette existante.

Dans les cas de conversion où des conducteurs sont coupés et dénudés sur place, une nouvelle certification doit être obtenue par un organisme reconnu.

Se référer à la chronique suivante pour une description détaillée des exigences de la Régie du Bâtiment :

<http://www.rbq.gouv.qc.ca/electricite/les-interpretations/chroniques/nouvelle-approche-modernisation-de-luminaires-a-lampes-fluorescentes.html>

Selon l'âge et l'état des luminaires, il peut être rentable de remplacer ces appareils d'éclairage par des appareils d'une plus grande efficacité. Cette modification peut toutefois nécessiter des coûts de mise aux normes parasismiques.

Comme indiqué ci-dessus, si des dispositifs de contrôle entraînent des allumages fréquents des lampes, le ballast devra être de type à allumage programmé ou rapide.

L'éclairage DEL est de plus en plus utilisé. Pour certaines applications, il peut être plus efficace que l'éclairage traditionnel. Entre autres, pour l'éclairage extérieur, l'éclairage d'appoint tel que les lampes de tâche, les projecteurs, les encastrés. Pour l'éclairage général, avec gradation, il est en général avantageux d'utiliser de l'éclairage DEL. Lorsqu'il n'y a pas de gradation, l'éclairage traditionnel est légèrement moins coûteux, mais dans les prochaines années l'éclairage général sera aussi au DEL. À noter que ce type d'éclairage n'est pas affecté par les allumages fréquents.

Les éléments suivants sont à considérer avant d'utiliser des tubes DEL en remplacement des tubes fluorescents : Premièrement, la surchauffe des blocs d'alimentation. La performance de ces tubes devra être mesurée sur place, c'est à dire mesurer le niveau d'éclairage et l'uniformité avec les tubes fluorescents et ensuite avec ces tubes DEL de remplacement. Finalement, la durée de vie, le coût et les lumen par Watts sont à évaluer avant de prendre une décision.

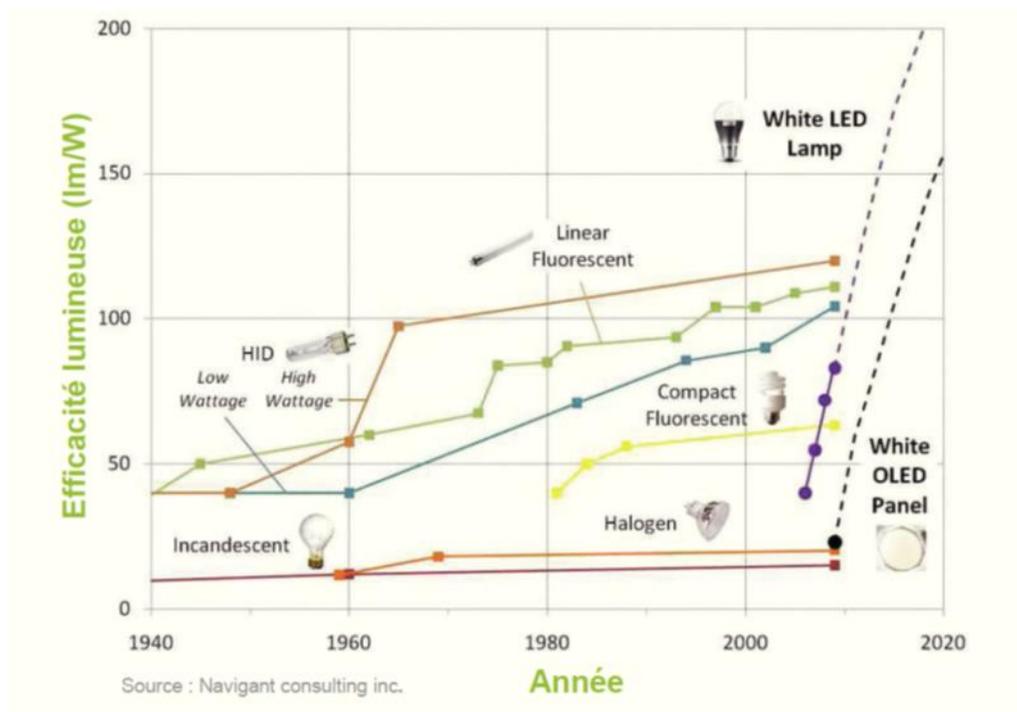
Avec les appareils d'éclairage aux DEL, il est très important d'éviter l'éblouissement, c'est à dire que l'occupant d'un local ne devrait pas voir la source DEL directement. Ceci est particulièrement vrai en éclairage général avec une installation basse tel que dans un stationnement.

Afin de procéder à l'achat de nouveaux appareils d'éclairage, vérifier s'ils sont listés par le Consortium DLC. Le "Design-Lights Consortium"(DLC) est une organisation sans but lucratif dédiée au développement de standards de performance et de diffusion d'information visant une plus grande utilisation d'appareils d'éclairage à haute efficacité. Cette association Nord-Américaine regroupe un grand nombre de compagnies de production et distribution d'électricité dont Hydro-Québec. Le consortium établit des normes de performance des appareils d'éclairage et maintient une liste à jour des appareils qui rencontrent ces standards de performance.

Voir le site internet : <https://www.designlights.org/>

La figure suivante présente la performance de différentes sources d'éclairage. Il est à noter que ce n'est pas le seul critère. L'appareil lui-même, sa capacité de diriger ou rediriger le flux lumineux ainsi que sa ventilation sont des critères importants affectant la performance de l'appareil.

Figure 27 : Performance de différentes sources d'éclairage.



## 7.5 Systèmes de câblage structuré pour les réseaux de communication

Le câblage structuré est la discipline qui est responsable des réseaux de câbles de communication dans un bâtiment. Les câbles de cuivre, à fibres optiques et coaxiaux sont utilisés selon les besoins.

Un système de câblage structuré diffère d'un système de câblage non structuré du fait que le premier a été conçu et installé par des professionnels et des ouvriers respectant de façon volontaire les standards de l'industrie des systèmes de transport de l'information. Un système de câblage structuré respecte des règles de conception et d'installation strictes visant à assurer la pérennité des réseaux de télécommunication.

Un système de câblage structuré consiste en une installation soignée et documentée du câblage de télécommunications, qui présente une certaine flexibilité quant à son utilisation et dont la durée de vie est maximisée. Le cœur d'un système de câblage structuré (ossature ou « backbone ») ne requiert habituellement que très peu de modifications au cours de sa durée de vie utile pour desservir les usagers qui l'utilisent.

### 7.5.1 Références de standardisation et guides de conception

Le domaine des standards et des guides de conception est complexe et en constante évolution. Le but de cette section est de présenter certaines des exigences parmi les plus pertinentes au niveau du câblage structuré, et non d'en faire un inventaire exhaustif. D'autres applications spécifiques requièrent aussi de consulter des normes qui ne sont pas détaillées ici.

- Standards de la série ANSI/TIA-568-C

Application : cette série de standards (C.0, C.1, C.2, C.3 et C.4) couvre toutes les installations de câblage de cuivre et de fibres optiques.

Consultation : cette série de standards doit être commandée à la TIA – Telecommunications Industry Association pour avoir une version complète. Voir l'adresse suivante :

<http://www.tiaonline.org/standards/buy-tia-standards>

En résumé : les infrastructures de câblage de cuivre et de fibres optiques des bâtiments commerciaux devraient suivre cette série de standards.

- Standard TIA-569-C

Application : ce standard couvre les supports de câblage et les minimums requis pour les espaces de télécommunications.

Consultation : ce standard doit être commandé à la TIA pour avoir une version complète.

Voir l'adresse suivante : <http://www.tiaonline.org/standards/buy-tia-standards>

En résumé : la conception et l'installation des supports de câblage et des espaces de télécommunications devraient être réalisées en suivant ce standard.

- Standard TIA-606-A

Application : ce standard couvre l'administration et l'identification des infrastructures de câblage structuré. L'administration comprend le registre des liens de câblage de toute sorte et est initialement préparé par l'entrepreneur en câblage en cours de projet.

Ce registre est tenu à jour par le propriétaire suite au projet lors des modifications au câblage. L'administration permet au propriétaire de connaître tous les détails sur ses installations de câblage structuré au cours de la vie du bâtiment. L'administration fonctionne de pair avec l'identification des câbles.

Consultation : ce standard doit être commandé à la TIA pour avoir une version complète. Voir l'adresse suivante :

<http://www.tiaonline.org/standards/buy-tia-standards>

En résumé : l'administration et l'identification des infrastructures de câblage structuré devraient être réalisées en suivant ce standard.

- Standard TIA-607-B

Application : ce standard couvre la mise à la terre et la continuité des masses pour les télécommunications à l'intérieur de bâtiments commerciaux.

Consultation : ce standard doit être commandé à la TIA pour avoir une version complète. Voir l'adresse suivante :

<http://www.tiaonline.org/standards/buy-tia-standards>.

En résumé : la mise à la terre et la continuité des masses pour les télécommunications devraient être réalisées en suivant ce standard.

- Guide de conception BICSI – Télécommunication Distribution Methods Manual

Application : ce guide de conception est l'outil primaire de conception des systèmes de télécommunications dans les bâtiments commerciaux. Il synthétise l'ensemble de l'information que l'on retrouve dans les standards TIA associés aux télécommunications en plus d'expliquer les meilleures pratiques de l'industrie.

Consultation : ce guide de conception doit être commandé à BICSI – Building Industry Consulting Service International pour avoir une version complète. Voir l'adresse suivante :

[https://www.bicsi.org/book\\_details.aspx?Book=TDMM-CM-13.0-v5&d=0](https://www.bicsi.org/book_details.aspx?Book=TDMM-CM-13.0-v5&d=0)

En résumé : Le concepteur des systèmes de télécommunications devrait utiliser ce guide à titre de référence principale.

#### 7.5.2 Différents éléments d'un système de câblage structuré

Il existe quatre types d'espaces de télécommunications :

- Entrée des services de télécommunications : Salle où les fournisseurs de services entrent leurs câbles et installent leurs équipements d'ordre général;
- Salle d'équipements : Salle névralgique où sont situés les serveurs informatiques d'une organisation;
- Salle de télécommunications : Salle raccordée à la salle d'équipement servant exclusivement à la distribution horizontale vers les postes de travail;
- Enceinte de télécommunications : Espace exigüe servant à la distribution horizontale vers les postes de travail d'un secteur particulier isolé du reste du bâtiment.

On divise un système de câblage structuré en deux distributions distinctes :

- Distribution d'ossature ou « backbone »;
- Distribution horizontale.

La distribution d'ossature assure l'interconnexion entre les espaces de télécommunications et la distribution horizontale, quant à elle, assure l'interconnexion entre les postes de travail et les salles ou les enceintes de télécommunications.

Quatre types de médium de câblage sont habituellement utilisés dans les bâtiments, soit :

- Câbles en cuivre à paire torsadée non blindée (catégorie 5, 6 ou 6A);
- Câbles à fibres optiques pour les liens haut débit (multimode et/ou monomode);
- Câbles en cuivre multipaires pour les lignes de téléphonie directes (catégorie 3);

- Câbles coaxiaux pour la câblodistribution.

### 7.5.3 Tâches de maintenance typique

La tenue d'un registre des liens (administration) assure le suivi de l'évolution de l'installation au fil du temps et permet au propriétaire du bâtiment de répondre rapidement et efficacement aux demandes de ses locataires.

De plus, la tenue d'un registre des liens permet d'éviter d'ajouter inutilement du câblage dans le futur en raison d'une mauvaise documentation ne permettant pas d'évaluer avec certitude la disponibilité des liens existants.

Enfin, le câblage devenu désuet et abandonné dans les murs et plafonds peut constituer une source importante de gaz toxiques lors d'un incendie. Le câblage devenu désuet occupe inutilement de l'espace, les conduits ne pouvant alors pas être réutilisés.

Lors d'une rénovation majeure, il est important de retirer ce câblage. De ce fait, il est primordial de détenir un registre des liens complet et à jour permettant de réaliser cette tâche efficacement.

## 7.6 Systeme d'alarme incendie

Les systèmes d'alarme incendie sont des systèmes extrêmement important pour la survie des occupants du bâtiment en cas d'incendie. Il est donc primordial qu'ils soient inspectés et maintenu en parfait état d'opération.

Les systèmes d'alarme incendie doivent être inspectés sur une base périodique par des techniciens agréés en vérification de systèmes d'alarme-incendie selon la norme CAN-ULC S536.