

2004RP-22

# **Analyse économique des activités du Service de sécurité incendie de Montréal : une étude exploratoire**

*Nathalie De Marcellis-Warin, Ingrid Peignier,  
David Boisclair*

---

**Rapport de projet**  
*Project report*

---

**Ce document a été produit dans le cadre du contrat de recherche avec la ville de Montréal  
(Services de Sécurité Incendie de Montréal)**

Montréal  
Novembre 2004

© 2004 Nathalie De Marcellis-Warin, Ingrid Peignier, David Boisclair. Tous droits réservés. *All rights reserved.*  
Reproduction partielle permise avec citation du document source, incluant la notice ©.  
*Short sections may be quoted without explicit permission, if full credit, including © notice, is given to the source*

## CIRANO

Le CIRANO est un organisme sans but lucratif constitué en vertu de la Loi des compagnies du Québec. Le financement de son infrastructure et de ses activités de recherche provient des cotisations de ses organisations-membres, d'une subvention d'infrastructure du Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche, de même que des subventions et mandats obtenus par ses équipes de recherche.

*CIRANO is a private non-profit organization incorporated under the Québec Companies Act. Its infrastructure and research activities are funded through fees paid by member organizations, an infrastructure grant from the Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche, and grants and research mandates obtained by its research teams.*

### Les organisations-partenaires / The Partner Organizations

#### PARTENAIRE MAJEUR

- . Ministère du Développement économique et régional et de la Recherche [MDERR]

#### PARTENAIRES

- . Alcan inc.
- . Axa Canada
- . Banque du Canada
- . Banque Laurentienne du Canada
- . Banque Nationale du Canada
- . Banque Royale du Canada
- . Bell Canada
- . BMO Groupe Financier
- . Bombardier
- . Bourse de Montréal
- . Caisse de dépôt et placement du Québec
- . Développement des ressources humaines Canada [DRHC]
- . Fédération des caisses Desjardins du Québec
- . Gaz Métro
- . Groupe financier Norshield
- . Hydro-Québec
- . Industrie Canada
- . Ministère des Finances du Québec
- . Pratt & Whitney Canada Inc.
- . Raymond Chabot Grant Thornton
- . Ville de Montréal
  
- . École Polytechnique de Montréal
- . HEC Montréal
- . Université Concordia
- . Université de Montréal
- . Université du Québec
- . Université du Québec à Montréal
- . Université Laval
- . Université McGill
- . Université de Sherbrooke

#### ASSOCIE A :

- . Institut de Finance Mathématique de Montréal (IFM<sup>2</sup>)
- . Laboratoires universitaires Bell Canada
- . Réseau de calcul et de modélisation mathématique [RCM<sup>2</sup>]
- . Réseau de centres d'excellence MITACS (Les mathématiques des technologies de l'information et des systèmes complexes)

# Analyse économique des activités du Service de sécurité incendie de Montréal : une étude exploratoire\*

*Nathalie De Marcellis-Warin<sup>†</sup>, Ingrid Peignier<sup>‡</sup>, David Boisclair<sup>§</sup>*

## Résumé / Abstract

La législation, la réglementation et les codes de sécurité mais aussi les activités des services d'incendie contribuent à la réduction du nombre d'incendies et des dommages associés. Mais ces mesures sont coûteuses. Le mandat du CIRANO consiste à effectuer une **étude exploratoire concernant l'analyse économique des activités du Service de sécurité incendie de Montréal**. Les recherches en cours montrent que l'existence d'un service de sécurité incendie présente des potentialités considérables (en termes d'efficacité et d'impacts). Le projet de recherche du CIRANO regroupe donc l'ensemble des éléments nécessaires pour permettre de bien structurer une réflexion future concernant (1) la justification de certains investissements et le partage des coûts associés ; (2) les décisions publiques d'allocation des ressources pour les services d'incendie ; (3) l'évaluation de la pertinence de mettre en place des partenariats (par exemple avec les assureurs ou avec d'autres intervenants en mesures d'urgence). Pour conclure, ce rapport propose un examen sommaire des principales options de financement à la disposition du SSIM, à partir d'une réflexion économique et de la réalité vécue dans d'autres juridictions, superposées à l'analyse coûts-bénéfices développée dans les chapitres précédents.

**Mots clés** : service de sécurité incendie, temps de réponse, évaluation économique, coûts et bénéfices, appareils de détection hâtive, assurance, partenariat, sécurité civile

---

\* Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des personnes qui ont contribué au rapport, et plus particulièrement Charles Saint-Onge, Pascal Caron, Henry Boyle, Gilbert Prévost, Michel Garant, Yann Davies, du Service de sécurité incendie de Montréal pour leurs commentaires et les discussions qu'ils ont pu avoir.

Le présent rapport se restreint à l'étude des activités d'intervention et de prévention incendie et l'implication au niveau de la sécurité civile. Il existe par contre, plusieurs autres activités auxquelles prennent part les pompiers, comme les activités de premiers répondants, la désincarcération, etc.

<sup>†</sup> Ph.D, chercheure au CIRANO et professeure adjointe au département de mathématiques et de génie industriel de l'École Polytechnique de Montréal, courriel : Nathalie.De\_Marcellis@cirano.qc.ca.

<sup>‡</sup> Ing. jr., directrice de projet à CIRANO, courriel : ingrid.peignier@cirano.qc.ca.

<sup>§</sup> B.Sc, M.A., directeur de projet au CIRANO.

*Legislation, regulation and security codes but also the activities of the fire department contribute to the reduction of the number of fires and the associated damage. But all these instruments are expensive. The CIRANO was contracted to perform an exploratory economic analysis of the activities of the fire department in Montreal. On-going research shows that the existence of a fire department present considerable potential (in terms of effectiveness and impacts). Thus the CIRANO's research project regroups all the elements necessary to make it possible to adequately structure a future reflection concerning : (1) the justification of certain investments and the sharing of costs associated; (2) public decisions of allowance of the resources for the fire protection organizations; (3) the evaluation of the relevance to set up partnerships (for example : with the insurers or other speakers in emergency management). To conclude, this report proposes a summary examination of the principal options of financing at the disposal of the SSIM, starting from an economic reflection and reality lived in other jurisdictions, overlaid on the analysis cost benefits developed in the preceding chapters.*

**Keywords:** *Fire protection department, response time, economic evaluation, costs and benefit, smoke alarm and sprinkler, insurance, partnership, civil safety*

## TABLE DES MATIÈRES

<b>SOMMAIRE EXECUTIF .....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>16</b>
<b>1 IDENTIFICATION DES ACTIVITÉS DES SERVICES DE SÉCURITÉ INCENDIE ET CRITÈRES DE PERFORMANCE .....</b>	<b>21</b>
1.1 Rôle et fonctions des pompiers .....	21
1.2 Notions générales de performance d'un service .....	24
1.3 Les Services de sécurité incendie : un élément essentiel dans la chaîne d'intervention.....	25
1.4 Identification des critères de performance des Services de sécurité incendie.....	27
1.4.1 <i>Les critères d'efficacité définis par la Corporation des officiers municipaux agréés du Québec(COMAQ).....</i>	<i>27</i>
1.4.2 <i>Les critères d'efficacité utilisés en Angleterre.....</i>	<i>29</i>
1.4.3 <i>Discussion et pertinence des indicateurs à retenir .....</i>	<i>31</i>
1.5 Premières notions d'analyse économique .....	38
<b>2 COÛTS DES ACTIVITÉS DU SERVICE DE SÉCURITÉ INCENDIE.....</b>	<b>41</b>
2.1 Identification des facteurs de coûts .....	41
2.2 Budgets et coûts du SSIM.....	42
2.3 Variables qui affectent le coût économique du Service de sécurité incendie .....	44
2.3.1 <i>Effectifs (staffing).....</i>	<i>45</i>
2.3.2 <i>Les accidents de travail.....</i>	<i>46</i>
2.3.3 <i>Les fausses alarmes.....</i>	<i>50</i>
<b>3 IMPACTS POTENTIELS DES INCENDIES.....</b>	<b>52</b>
3.1 Impacts directs : les dommages humains, matériels et environnementaux.....	54
3.1.1 <i>Dommages à la santé humaine et décès.....</i>	<i>54</i>
3.1.2 <i>Méthodologie d'évaluation du prix d'une vie humaine .....</i>	<i>55</i>
3.1.3 <i>Coûts en cas de blessures.....</i>	<i>60</i>
3.1.4 <i>Dommages à la santé subis par les pompiers .....</i>	<i>67</i>
3.1.5 <i>Pertes matérielles.....</i>	<i>69</i>
3.1.6 <i>Dommages environnementaux .....</i>	<i>71</i>
3.2 Impacts indirects .....	72
3.2.1 <i>Impacts indirects pour les particuliers .....</i>	<i>72</i>
3.2.2 <i>Impacts indirects pour les entreprises .....</i>	<i>73</i>
3.2.2.1 Effets financiers .....	74
3.2.2.2 Effets sur les employés.....	76
3.2.2.3 Effets sur la production.....	76

3.2.2.4	Effets sur les marchés.....	76
3.2.2.5	Exemples.....	78
3.2.2.6	Assurance des pertes indirectes.....	79
3.3	Ratio pertes directes / pertes indirectes.....	80

#### **4 BÉNÉFICES DE L'EXISTENCE ET DE LA PERFORMANCE DES SERVICES DE SÉCURITÉ INCENDIE : RÉDUCTION DE L'INCIDENCE ET RÉDUCTION DES DOMMAGES .....82**

4.1	L'impact du temps de réponse sur la réduction des dommages matériels et humains.....	84
4.1.1	<i>Réduction des pertes humaines dans le cas des bâtiments résidentiels</i> .....	84
4.1.2	<i>Réduction des pertes humaines dans les incendies de véhicules</i> .....	87
4.1.3	<i>Réduction des pertes matérielles dans le cas des bâtiments non résidentiels</i> .....	89
4.1.3.1	Temps de réponse et propagation du feu au-delà de l'étage d'origine.....	89
4.1.3.2	Temps de réponse et pourcentage de dommages dû à l'incendie.....	90
4.2	Impact de l'utilisation des mousses sur la réduction des dommages.....	93
4.3	Impact de la prévention et de l'éducation du public sur la réduction des dommages.....	96
4.4	Impacts des appareils de détection hâtive sur les dommages.....	99
4.4.1	<i>Impact des avertisseurs de fumée sur les dommages matériels et sur les vies</i> .....	99
4.4.1.1	Réduction du nombre de décès et blessés causés par l'incendie.....	100
4.4.1.2	Réduction des pertes matérielles engendrées par l'incendie.....	102
4.4.1.3	Campagne de prévention.....	103
4.4.2	<i>Coûts et avantages des avertisseurs de fumées</i> .....	105
4.4.2.1	Analyse coûts bénéfiques d'un programme d'avertisseur de fumée à Oklahoma City 105	
4.4.2.2	Coûts et avantages des avertisseurs de fumée : étude de la SCHL au Canada ....	108
4.4.3	<i>Impact des gicleurs sur les dommages matériels et sur les vies</i> .....	109
4.4.4	<i>Coûts Bénéfiques des gicleurs</i> .....	113

#### **5 ÉLÉMENT D'ANALYSE ÉCONOMIQUE DES SERVICES DE SÉCURITÉ INCENDIE.....117**

5.1	L'analyse coût-efficacité.....	117
5.2	L'analyse coûts-bénéfices.....	121
5.2.1	<i>ACB : Méthodologie et buts de l'exercice</i> .....	122
5.2.2	<i>ACB de projets : Différents cas de figure</i> .....	124
5.3	La demande de protection incendie.....	125
5.3.1	<i>La valeur d'option</i> .....	126
5.3.2	<i>L'incendie comme variable aléatoire : risques et probabilités</i> .....	127
5.4	L'offre des Services de sécurité incendie.....	128
5.4.1	<i>La fonction de production : un exemple</i> .....	129
5.4.2	<i>Les inputs et les outputs d'un Service de sécurité incendie et du SSIM</i> .....	130
5.4.3	<i>La fonction de coût : un aperçu</i> .....	132
5.4.4	<i>Les limites de l'offre et la demande pour un service public</i> .....	134
5.5	Conclusion : besoins d'informations et d'analyses spécifiques.....	136

<b>6</b>	<b>ASSURANCE, FINANCEMENT DU SERVICE ET PARTENARIATS.....</b>	<b>138</b>
6.1	L'assurance incendie.....	138
6.2	Le financement d'un Service de sécurité incendie : taxation et tarification.....	141
6.2.1	<i>Le SSIM.....</i>	<i>142</i>
6.2.2	<i>Nouveaux projets du SSIM : financement et partenariats.....</i>	<i>143</i>
6.2.3	<i>Partenariats d'opérations.....</i>	<i>146</i>
<b>7</b>	<b>SÉCURITÉ CIVILE À MONTRÉAL.....</b>	<b>148</b>
7.1	Organisation provinciale.....	148
7.2	Organisation à Montréal.....	151
7.3	Financement.....	152
7.3.1	<i>Contribution des autorités provinciales :.....</i>	<i>153</i>
	<b>CONCLUSIONS – RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>155</b>
	<b>PISTES DE RECHERCHE A EXPLORER ET TRAVAUX FUTURS.....</b>	<b>159</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>160</b>

---

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Encadré 1 : Cinq dimensions de performance sur lesquelles se basent les BVPIs (Source : ODPM, 2004) .....	30
Encadré 2 : Les troubles physiques dus à la chaleur pour les pompiers (Source : MSP, 2000) .....	68
Encadré 3 : Les troubles physiques dus au froid pour les pompiers (Source : MSP, 2000) .....	68
Encadré 4 : Risques liés à l'exposition à des liquides biologiques pour les pompiers (Source : MSP, 2000) .....	68
Encadré 5 : Valeur d'un pied carré de plancher par type de bâtiment au 1 <sup>er</sup> mai 2004 (source : document interne SSIM) .....	71
Encadré 6 : Coûts - Bénéfices du programme de distribution d'avertisseurs de fumée à Oklahoma City (source : Haddix & al., 2001) .....	108
Encadré 7 : Étapes simples de l'analyse coûts-bénéfices .....	122
<hr/>	
Figure 1 : Portée des indicateurs de performance .....	24
Figure 2 : Motifs pour mesurer la performance (COMAQ, 2000) .....	25
Figure 3 : La sécurité incendie vue comme une chaîne d'intervention .....	26
Figure 4 : Budget de dépenses du SSIM 2004 (Source : Budget 2004 de la Ville de Montréal) .....	42
Figure 5 : Budget de recettes du SSIM 2004 (Source : Budget 2004 de la Ville de Montréal) .....	44
Figure 6 : Activités des pompiers au moment de leur accident de travail (Source : Note de service SSIM, Direction, 16 février 2004) .....	49
Figure 7 : Type de blessures pour les accidents des pompiers de Montréal 2002 (Source : adapté de note de service SSIM – 16 février 2004) .....	69
Figure 8 : Siège de la lésion des blessures des pompiers de Montréal 2002 (Source : adapté de note de service SSIM – 16 février 2004) .....	69
Figure 9 : Facteurs influençant la réduction des dommages liés à l'incendie .....	82
Figure 10 : Rapport entre le temps de réponse et le taux de mortalité pour les bâtiments résidentiels (Source : adapté de ENTEC, 1997) .....	86
Figure 11 : Risque relatif de perte de vie comme fonction du temps de déplacement des Services de sécurité incendie et de la présence ou l'absence de système de gicleurs (Source : Bénichou & al., 1999) .....	110
Figure 12 : Risque relatif de perte de vie comme fonction du temps de déplacement des Services de sécurité incendie et de la protection avec ou sans système de gicleurs, pour la ville à l'étude (le pourcentage est égal à la probabilité du temps de déplacement des Services de sécurité incendie) (Source : Bénichou & al., 1999) .....	111
Figure 13 : Coûts et avantages de l'installation de gicleurs dans les maisons privées versus installation d'avertisseurs de fumée (Source : SCHL, 1990(b)) .....	116
Figure 14 : Schéma de la relation coûts bénéfices .....	119
Figure 15 : Exemple de fonction de production lorsque les inputs sont des compléments parfaits .....	131
Figure 16 : Un « marché » des services de protection incendie pour l'exemple considéré .....	135
Figure 17 : La couverture du risque incendie .....	140
Figure 18 : Schéma de la protection incendie dans le canton de Berne (Suisse) .....	147
<hr/>	
Tableau 1 : Dimensions étudiées et critères associés (Source : COMAQ, 2000) .....	28



Tableau 2 : Indicateurs de performance pour un Service de sécurité incendie identifiés par la COMAQ.....	29
Tableau 3 : Indicateurs de performance pour les Services de sécurité incendie en Angleterre et Pays de Galles (source : ODPM, 2004).....	30
Tableau 4 : Déploiement des ressources d'intervention en fonction du temps de réponse pour une attaque intérieure dans un bâtiment constituant un risque faible (Source : MSP, 2001).....	33
Tableau 5 : Déploiement des ressources d'intervention en fonction du temps de réponse pour un bâtiment constituant un risque faible (Source : MSP, 2001).....	34
Tableau 6 : Impact d'un changement dans le temps de réponse des pompiers sur le nombre de décès (source : cité dans ENTEC, 1997).....	35
Tableau 7 : Facteurs de coûts du Service de sécurité incendie.....	42
Tableau 8 : Dépenses par principaux objets et catégories d'emplois (Source : Budget 2004 de la Ville de Montréal).....	43
Tableau 9 : Investissements par projets et programmes (Source : Budget 2004 de la Ville de Montréal).....	43
Tableau 10 : Nature des coûts indirects d'un accident de travail (INRS, 1988).....	48
Tableau 11 : Répartition des accidents de service des sapeurs-pompiers professionnels en France (Source : Ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales – direction de la défense et de la sécurité civiles, 2003).....	50
Tableau 12 : Coûts épargnés et bénéfiques directs dus à la présence des Services de sécurité incendie.....	53
Tableau 13 : Coûts épargnés et bénéfiques indirects dus à la présence des Services de sécurité incendie.....	54
Tableau 14 : Comparaison internationale des valeurs de la vie humaine utilisées (Source : Tremblay, Pierre. La valeur associée à la sauvegarde d'une vie humaine dans le cadre de projets routiers. Université de Sherbrooke. 1995 p23).....	59
Tableau 15 : Coût du traitement des blessures graves nécessitant l'hospitalisation chez les civils...62	62
Tableau 16 : Synthèse des valeurs des vies humaines et des blessés dans la cas d'accidentés de la route.....	64
Tableau 17 : Coûts moyens des décès et blessés dans des incendies de résidence dans l'étude d'Oklahoma (source : adapté de Haddix & al., 2001).....	65
Tableau 18 : Tableau récapitulatif des coûts des blessés et des décès dus à l'incendie.....	67
Tableau 19 : Dommages au contenu en fonction des dommages aux bâtiments (Source : document interne SSIM).....	71
Tableau 20 : Pertes indirectes non résidentielles.....	80
Tableau 21 : Effectifs minimum et les actions nécessaires aux opérations de sauvetage et d'extinction dans un bâtiment constituant un risque faible.....	83
Tableau 22 : Relation entre le temps de réponse et le taux de mortalité par accident de personne (source : ENTEC, 1997).....	85
Tableau 23 : Pourcentage des accidents avec décès en fonction du temps de réponse (1994-1997) (Source : traduit de ENTEC, 1998).....	87
Tableau 24 : Impact d'un changement du temps de réponse sur le nombre d'incendies de véhicules avec décès sur la période 1994-1997 (Source : Traduit de ENTEC, 1998).....	89
Tableau 25 : Étude d'incendies entre 1963-1967 (Source : adapté de Hogg, 1971 <sup>14</sup> ).....	90
Tableau 26 : Etendue des dommages en m <sup>2</sup> par minute écoulée avant l'arrivée des pompiers.....	91
Tableau 27 : Estimation de la valeur des dommages par min (source : traduit d'ENTEC, 1999).....	92

Tableau 28 : Capacité des mousses dans la réduction de la température (Source : Grimwood, 2004)	95
Tableau 29 : Relation entre le nombre de décès et le temps de détection d'un incendie (Source : traduit de ENTEC, 1997)	96
Tableau 30: Facteurs de risque pour des incendies résidentiels fatals	98
Tableau 31 : Comparaison des articles de fumeur et des appareils de cuisine comme sources d'ignition	99
Tableau 32 : Impact des avertisseurs de fumée sur le temps de détection d'un incendie, le nombre de décès et sur le taux de confinement à la pièce d'origine , 1996- 2000 (Source : Office of deputy minister, 2002a)	101
Tableau 33 : Proportion de la présence d'avertisseurs de fumée dans les incendies avec décès (SSIM, 2004)	102
Tableau 34 : Coûts des incendies domestiques en fonction de la manière dont le feu a été détecté (source : Fires in the Home : finding from the 2000 British Crime Survey, 2001)	102
Tableau 35 : Coûts du programme d'Oklahoma City entre 1990 et 1992 (Source : adapté de Haddix &al., 2001)	107
Tableau 36 : Efficacité du programme dans la prévention des incendies et des dommages humains liés au feu (source : traduit de Haddix & al., 2001)	107
Tableau 37 : Impacts des avertisseurs de fumée sur les décès et blessés (Source : SCHL, 1990(a))	108
Tableau 38 : Impacts des avertisseurs de fumée sur les pertes matérielles	109
Tableau 39: Influence de la protection gicleur sur le montant des sinistres de 1980 à 1989 (USA)	113

## **SOMMAIRE EXECUTIF**

La législation, la réglementation et les codes de sécurité mais aussi les activités des services d'incendie contribuent à la réduction du nombre d'incendies et des dommages associés. Mais ces mesures sont coûteuses. Le mandat du CIRANO consistait à **effectuer une étude exploratoire portant sur l'analyse économique des activités du Service de sécurité incendie de la ville de Montréal (SSIM)**. Cette évaluation économique doit permettre d'identifier les enjeux pour la collectivité c'est-à-dire pour l'ensemble constitué des individus, des travailleurs, des entreprises, du gouvernement et des assureurs. Ce rapport nous a permis de dresser une **première ébauche des éléments essentiels à identifier lors de la conduite d'une évaluation des coûts et des bénéfices** (économiques et sociaux) des services de sécurité incendie. Cette évaluation pourrait permettre: (1) de justifier certains investissements et de justifier le partage des coûts associés ; (2) d'aider les décisions publiques d'allocation des ressources pour les services d'incendie ; (3) d'évaluer la pertinence de mettre en place des partenariats (par ex: avec les assureurs ou avec d'autres intervenants en mesures d'urgence).

Un des concepts novateurs introduit dans notre rapport est celui de **chaîne d'intervention pour la sécurité incendie**. Le premier maillon étant le citoyen – au sens large – (qui a une influence sur la réduction de l'occurrence) et le dernier maillon étant le service de sécurité incendie. Ce dernier maillon a une influence directe sur la réduction des impacts de l'événement et une influence indirecte sur la réduction de l'occurrence et des impacts via la prévention. Toutefois, il est important de prendre en compte l'ensemble des maillons de la chaîne et les interactions entre ces maillons pour diminuer le nombre de décès ainsi que l'ampleur des dommages matériels, puisqu'il a été montré qu'une chaîne est aussi forte que son maillon le plus faible (si l'un des maillons est faible ou absent, les chances de diminuer les dommages de l'incendie sont amoindries d'autant). **Ainsi, l'existence d'un Service de sécurité incendie supposément efficace est une condition nécessaire mais pas suffisante car elle n'aura pas tout l'impact escompté, si les autres maillons ne sont pas parfaitement intégrés et ne remplissent pas leur rôle**. Chaque maillon de la chaîne est très important et nous avons cherché à identifier leur influence sur l'efficacité du Service de sécurité incendie.

Suite à l'introduction de cette notion de chaîne d'intervention, nous avons étudié les coûts et les bénéfices du Service de sécurité incendie puis dans un deuxième temps, nous avons mis en évidence des facteurs qui influencent la réduction des dommages et de l'occurrence.

**Nous avons donc identifié tout d'abord les facteurs de coûts, à la fois de fonctionnement et d'intervention** des Services de sécurité incendie ainsi que les coûts des immobilisations. Il est important de voir que ces facteurs de coûts peuvent varier selon les modalités de fonctionnement du service. Nous **avons rapidement remarqué que les coûts du SSIM sont essentiellement des salaires** (à hauteur de 90 % sur un budget de 249 M\$ pour l'exercice 2004). Cependant, nous avons identifié des facteurs qui affectent les coûts. Trois éléments sont ressortis de nos réflexions et de la littérature : les effectifs, les accidents de travail et les fausses alarmes. Pour donner des ordres de grandeurs à ces coûts, par exemple, en 2002 à Montréal, il y a eu 252 accidents de travail, ce qui a entraîné plus de 50 000 heures perdues. D'autre part, il est difficile de mesurer le coût économique de fausses alarmes, mais le coût et le coût d'opportunité sont élevés dans le cas où les pompiers ne pourraient pas atteindre un vrai incendie parce qu'ils se sont occupés d'une fausse alarme incendie. Ces fausses alarmes représentent donc à la fois un coût pour le Service de sécurité incendie (coût d'une sortie sans intervention) mais aussi un coût pour la société (interruption d'affaire, évacuation (il a été évalué qu'un travailleur normal passe ½ h à 1 h interrompu par une fausse alarme)...).

Nous avons réalisé une revue de littérature afin d'identifier l'ensemble des **impacts des interventions des pompiers** en essayant de tenir compte aussi des autres maillons de la chaîne. L'existence d'un service de sécurité incendie génère de nombreux bénéfices qui sont plus ou moins facile à chiffrer. **On dénombre des bénéfices directs liés à la baisse du nombre d'incendies et à la diminution de la gravité des conséquences sur l'environnement, sur les bâtiments, sur la santé ou sur la vie humaine.** En 2002, il y a eu 16 décès suite à un incendie à Montréal. Ainsi, chaque vie sauvée ou blessure évitée – que cela touche les citoyens ou les pompiers – représente des coûts évités importants. Il existe de nombreuses variations du coût d'une vie humaine selon les pays, les organismes et la méthode de calcul utilisée mais par **exemple le coût d'une vie peut varier de 479 500 \$CAD (1994) pour la France à 3 498 900 \$CAD (de 1994) pour le Canada.** De la même manière, une étude réalisée par Santé Canada sur les risques d'incendie posés par la cigarette (Santé Canada, 2004), évalue les **coûts de traitement uniquement de brûlures suite à**

**un incendie à 78 738\$ CAD.** Cependant, les coûts des blessures reliés aux incendies ne peuvent se résumer aux coûts des soins de santé. Les coûts évités doivent tenir compte des dépenses engagées à titre préventif (avertisseurs de fumée ou extincteurs d'incendie), de la perte de productivité (Miller et al. (1993) estime à 9,7 à 34 jours la durée moyenne d'un séjour à l'hôpital pour traiter les blessures causées par l'incendie) ou de l'évaluation monétaire de la douleur et la souffrance (qui se mesure en terme de propension à payer pour l'éviter).

En outre, **l'intervention des pompiers a également un impact sur la réduction des dommages indirects.** Les études sur les bénéfices indirects des Services de sécurité incendie sont peu nombreuses, mais il n'y a aucun doute pourtant qu'ils sont très significatifs pour les entreprises (entre autre, baisse des primes d'assurance) et pour la société aussi (soutien du développement durable). Les pertes humaines ou matérielles rapportées à la suite d'un incendie ne traduisent en général qu'une partie des préjudices réellement subis par les gens directement concernés ou par la société à l'issue de ce genre de sinistre, mais le Bureau d'assurance du Canada et des agents d'assurance américains s'entendent pour dire que les pertes indirectes des incendies résidentiels sont de l'ordre de 1 à 5% des pertes directes, ce qui est relativement faible (Schaenman, 1994). A l'inverse, les dommages économiques et plus particulièrement les pertes d'exploitation sont très importants pour une entreprise et malheureusement très souvent négligés. Cette catégorie de pertes indirectes peut se révéler particulièrement néfaste pour les établissements d'affaires, où, en plus des frais occasionnés par la démolition des bâtiments affectés, par la location temporaire d'espaces et d'équipements, par la rémunération d'employés non productifs, par la restauration de fichiers informatiques, etc.. les coûts impliqués comprennent des sommes importantes reliées à la perte d'achalandage ou de part de marché. Ces événements vont causer des préjudices à l'entreprise, voir mettre en cause sa survie. Pendant la durée d'immobilisation, l'entreprise risque de subir des pertes énormes dont le montant varie en fonction de sa taille, de sa nature et de sa valeur. D'après le rapport réalisé conjointement en 1997 par Dataquest et Contingency Planning Request (Les Échos, octobre 2000), le coût moyen horaire des temps d'immobilisation s'élève à plus de 500 000 francs français (ce qui correspond à environ 125 000\$CAN). **Au Québec, il est estimé qu'une entreprise sur trois cessera définitivement ses activités ou ne rouvrira pas ses portes au même endroit après avoir été victime d'un incendie majeur.** En outre, aux États-Unis il a été montré qu'après un feu, 40% des petites entreprises assurées ne rouvriraient pas. D'autre part, il est important de

considérer l'entreprise dans son environnement : une interruption dans certains types d'entreprise peut impliquer non seulement l'entreprise elle-même mais aussi d'autres entreprises qui dépendent d'elle. En effet, certains événements indésirables (comme un incendie) peuvent affecter la chaîne logistique et perturber ou interrompre les flux d'informations ou de matières. **L'interruption inopinée de la production d'une seule entité peut paralyser tout un secteur d'activité (effet domino).**

Après avoir identifié l'ensemble des impacts que pouvaient avoir l'intervention des pompiers, nous nous sommes intéressés à connaître quels étaient les **facteurs internes et externes au service de sécurité incendie qui avaient une influence sur la réduction des dommages et de l'occurrence**. Nous nous sommes focalisés sur quatre facteurs qui sont : le temps de réponse des pompiers, le rôle de la prévention, le rôle des appareils de détection hâtive et celui de l'agent extincteur utilisé. Quelques chiffres tout d'abord pour illustrer **l'impact du temps de réponse** sur la diminution des dommages : une étude au Royaume-Uni montre que **le taux de mortalité par accident varie de 0.038 lorsque le temps de réponse des pompiers a lieu en moins de 5 minutes à 0.055, à 0.16 pour un temps de réponse de plus de 20 minutes en passant par 0.055 pour un temps de réponse compris entre 10 et 15 minutes (Entec, 1997)**. Le taux de dommages dus à l'incendie double si la réponse prend plus de 20 minutes au lieu de moins de 5 minutes (Entec, 1999). À la vue de ces chiffres, on comprend l'importance de l'intervention des pompiers. Toutefois, il est primordial de noter que la réponse des pompiers à l'incendie seule ne semble pas ramener le risque à des niveaux acceptables dans tous les cas. Il est donc intéressant d'étudier l'impact des options alternatives de protection incendie sur les dommages ainsi que les activités de prévention et d'éducation que pourraient faire les pompiers.

Par ailleurs, plusieurs **nouvelles technologies** pour combattre les incendies sont actuellement au cœur des discussions dans de nombreux centres de recherche en sécurité incendie, comme la mousse de catégorie A ou encore le SMAC, système de mousse à air comprimé. Avec la mousse de classe A, le temps nécessaire pour éteindre les incendies est réduit de moitié par rapport à l'utilisation d'eau uniquement, et avec le **SMAC, le temps d'extinction est réduit de plus de 80%**.

Le service de sécurité incendie est un maillon de la chaîne d'intervention en sécurité incendie mais il faut prendre en compte l'ensemble des maillons pour diminuer le nombre de décès et l'ampleur

des dommages matériels. En outre, il ressort de diverses études que la variable la plus importante pour éviter un incendie ou diminuer les dommages associés si l'incendie se déclare est **le temps de détection de l'incendie**. Les éléments importants qui influencent ce temps de détection sont la **présence d'appareils de détection mais aussi la prévention et l'éducation du public**. La prévention doit être une question d'investissement et non une dépense. Une étude réalisée au Royaume-Uni (Entec, 1997) montre la relation qui existe entre le temps de détection de l'incendie et le nombre de décès. Ainsi, les auteurs montrent que les 9% des incendies qui sont découverts en plus de 30 minutes sont responsables de 41% des décès. Il faut donc que les citoyens adoptent des comportements sécuritaires. D'ailleurs, certains facteurs socio-économiques ont été mis en évidence comme influençant la probabilité d'incendie et la probabilité de décès dans un incendie. Les facteurs de risque identifiés dans l'étude des décès survenus dans les incendies involontaires de logement incluent le tabagisme, l'alcool, le vieil âge, l'incapacité, la maladie, le fait de vivre seul, le fait de vivre dans un milieu défavorisé et ne pas avoir un avertisseur de fumée fonctionnel (Holborn & al., 2003). D'autre part, à Montréal, depuis 1995, plus de 9 fois sur 10 lors de décès dans des incendies, il n'y avait pas d'avertisseur de fumée ou il n'était pas fonctionnel. L'avertisseur de fumée permet une détection rapide du feu et permet ainsi aux pompiers d'arriver plus rapidement sur les lieux. Lorsque l'on regarde la courbe de propagation d'un incendie, il est indéniable que le temps de réponse est un critère important dans l'ampleur des dommages. D'une manière générale, plus l'intervalle entre l'ignition et la découverte du feu est court, plus le taux de mortalité est faible. Les avertisseurs de fumée tendent à raccourcir la période de détection du feu. Une étude de la SCHL (1990(a)) se penche sur l'efficacité des avertisseurs de fumée du point de vue de la prévention des décès, des blessures et des pertes matérielles attribuables au feu mais aussi sur les coûts et les avantages de l'installation d'avertisseurs de fumée dans les maisons qui n'en sont pas pourvues. Cette étude montre que les avertisseurs de fumée sauvent environ 26 vies par million de maisons neuves par année, et qu'ils permettent aussi de diminuer de moitié environ les pertes matérielles dues à l'incendie. Par ailleurs, les coûts d'installation et de maintenance des avertisseurs de fumée sont très faibles.

Les gicleurs ou autres éléments de protection ne sont pas substituables aux pompiers bien entendu, mais ils peuvent être complémentaires à un Service de sécurité incendie. En effet, plusieurs études ont montré l'importance des gicleurs sur la sécurité des personnes lors d'un incendie. Une étude de

Bénichou et al. (1999) a montré que le risque relatif de perte de vie est environ 60% plus petit lorsque l'on est en présence d'une protection par gicleur. Si l'on compare le rapport coût bénéfice de ces deux appareils de détection ou d'auto-protection, voici les conclusions que tirent des études de la SCHL (1990) : le coût pour chaque vie sauvée en présence de gicleurs s'établirait à au moins 38 millions de dollars. Par ailleurs, si l'on compare ce coût par vie sauvée aux coûts et aux bénéfices reliés à l'utilisation des avertisseurs de fumée, on constate que l'installation d'avertisseur de fumée est bien plus rentable. Le coût pour chaque vie sauvée en utilisant des avertisseurs de fumées dans toutes les maisons privées reviendrait à environ 300 000 dollars.

Les points précédents ont présenté les coûts associés à un service de sécurité incendie – celui de Montréal en particulier – et les impacts (ou bénéfices) découlant de ces activités. Ces éléments renvoient d'abord à la notion d'efficacité, au sens du terme anglais *effectiveness* : les interventions fonctionnent-elles ? Qu'est-ce qu'une « bonne » intervention en sécurité incendie ? Or puisque l'objet du présent rapport est de conduire une étude exploratoire en vue d'effectuer une analyse économique des activités du SSIM, il est indiqué de mettre finalement en parallèle les éléments qui précèdent et de voir vers quoi cela mène. En d'autres termes, il s'agit d'aborder ici la question suivante : **les bénéfices associés aux activités du SSIM sont-ils supérieurs aux coûts qu'elles engendrent ?** Différents cadres de réflexion sont présentés dans la dernière partie du rapport à partir des outils économiques traditionnels. Ces réflexions sont indicatives et donnent des directions que pourrait prendre une analyse exhaustive.

Enfin, pour finir, nous avons consacré quelques pages **aux activités de sécurité civile** du service de sécurité incendie. Cette partie est relativement courte étant donné que le poids en terme monétaire de cette activité dans les coûts du SSIM est très faible. Ainsi, une variation des coûts ou des bénéfices de cette division n'engendrerait pas d'impacts importants sur les coûts ou bénéfices du service au global. Seulement 0,5% du budget total du SSIM est accordé à la division sécurité civile (ce qui représente 1 280 400\$) et 1.9% du budget est accordé à l'organisation des secours (source : rapport annuel 2002 SSIM). En outre, les dépenses pour répondre à des mesures d'urgences sont toujours considérées comme extra-budgétaires. Il n'y a donc pas de réserve sur le budget du SSIM pour les mesures d'urgence.



## **INTRODUCTION**

Le mandat du CIRANO consiste à effectuer une étude exploratoire portant sur l'analyse économique des activités du Service de sécurité incendie de la ville de Montréal (SSIM). Cette évaluation économique doit permettre d'identifier les enjeux pour la collectivité c'est-à-dire pour l'ensemble constitué des individus, des travailleurs, des entreprises, du gouvernement et des assureurs.

Cette analyse doit prendre en compte l'environnement législatif et identifier les impacts potentiels des réglementations en prévention sur le niveau de service et sur le rôle du SSIM en matière de protection contre l'incendie et de sécurité civile. L'analyse doit également tenir compte de la problématique de la sécurité incendie dans son ensemble laquelle concerne nécessairement la rapidité d'intervention et l'efficacité des services en terme de réduction de l'impact et de réduction de l'occurrence. Les organisations, les propriétaires de bâtiments, les gouvernements et la société en général adopte volontairement et par contrainte également des mesures de protection et de prévention des incendies et participe à des activités de gestion des risques de manière à contrôler le risque posé par l'incendie. Mais l'ensemble de ces mesures entraîne des coûts considérables qui sont dépensés à tous les niveaux de l'économie. La question qui se pose alors est : jusqu'où contrôler le risque d'incendie et à quel prix ? Le problème est le suivant : s'agit-il de minimiser les coûts de la protection incendie ? Ou bien s'agit-il d'augmenter l'efficacité de la protection incendie en terme économique ? Ou bien encore, d'augmenter les coûts en augmentant substantiellement les bénéfices ? Il faudra cependant toujours tenir compte d'un niveau de risque acceptable pour la population. Nous n'allons pas répondre à ces questions par oui ou par non, mais par contre, notre rapport devrait aider à y voir plus clair.

Les coûts de toute nature associés à l'incendie sont beaucoup plus élevés que ce que l'on peut généralement imaginer au premier abord. Ils dépassent largement la valeur des seules pertes matérielles directement attribuables à l'incendie. Ils concernent aussi les dépenses des administrations publiques pour l'organisation de services de sécurité incendie, les ressources consacrées à la protection des bâtiments et des structures par les propriétaires, les gestionnaires et les occupants, les investissements dans des véhicules et des équipements de toutes sortes, les frais

généraux des compagnies d'assurance, l'ensemble des pertes indirectes occasionnées par le feu, voire la valeur qui est attribuée aux vies perdues et aux blessures subies par suite d'incendie. Une bonne compréhension de l'importance relative des principales composantes des coûts de l'incendie permettra en outre d'orienter l'élaboration de politiques ou de mesures de protection et de sensibiliser les décideurs à l'opportunité de certains investissements, de type préventif par exemple, par rapport à d'autres options qui pourraient se révéler moins pertinentes (MSP, 1996).

Notre étude exploratoire est très pertinente dans le cadre actuel des réflexions sur la sécurité incendie. De plus, il n'y a encore aucun rapport qui a été produit spécifiquement sur l'évaluation économique des activités des Services de sécurité incendie. La plupart des articles trouvés dans la littérature cherchent à évaluer le coût des incendies et non pas le coût du Service de sécurité incendie. A ce propos, il est important de bien faire la différence entre les deux. Lorsque l'on fait une évaluation économique des coûts des incendies, il faut considérer les coûts pour les systèmes de protection incendie des structures (système de protection incendie actif, système de protection incendie passif, maintenance de ces systèmes), mais dans notre cas, ce sont des coûts qui vont être supportés par le secteur privé et non par le SSIM<sup>2</sup>. Il est vrai que évaluer le coût économique total des incendies est important, cependant son usage est limité par le fait que les raisons pour lesquelles le coût total change peut être dû à plusieurs raisons : le nombre d'incendies varie, la localisation des incendies change et le coût moyen des incendies change.

Le projet de recherche du CIRANO va donc regrouper l'ensemble des éléments nécessaires pour permettre de bien structurer la réflexion concernant l'analyse économique des activités du Service de sécurité incendie de Montréal. Notre exposé va s'articuler autour de 6 chapitres.

Le premier chapitre va servir à cadrer notre analyse : il va permettre d'identifier les différentes activités des Services de sécurité incendie, puis de déterminer des critères de performance et de qualité associés à ces activités. On différenciera les critères liés à la prévention de ceux liés à l'intervention. En outre, nous introduirons la notion de chaîne d'intervention pour la sécurité

---

<sup>2</sup> Dans l'ensemble du rapport, nous allons parler des coûts pour le SSIM, mais en réalité, il s'agit plutôt de la Ville de Montréal qui supporte l'ensemble des coûts. Cependant, pour plus de clarté et comme nous parlons toujours de coûts bénéfiques pour le SSIM, nous conserverons l'expression « coûts pour le SSIM ».

incendie. Chaque maillon de la chaîne est très important (et surtout le premier maillon, qui symbolise le comportement sécuritaire des citoyens).

Le chapitre 2 va identifier les facteurs de coûts d'un Service de sécurité incendie. Dans un premier temps, une typologie des coûts sera dressée puis, dans un deuxième temps, les variables qui affectent ces coûts seront mises en évidence.

Les chapitres 3 et 4 vont identifier les impacts potentiels des incendies ainsi que les facteurs qui peuvent influencer la réduction des dommages.

Le chapitre 5 va effectuer une synthèse des chapitres 2, 3 et 4 afin d'examiner les différentes méthodes d'analyse coûts bénéfiques (ACB) applicables à la problématique des Services de sécurité incendie. Une approche économique plus englobante de la problématique de l'incendie sera traitée dans le chapitre et elle permettra d'identifier le « marché » de la protection des incendies, c'est à dire de connaître l'offre et la demande en sécurité incendie.

Le chapitre 6 va permettre de donner des pistes de réflexion en étudiant la problématique de l'assurance incendie et en faisant ressortir plusieurs modes de financement d'un service en sécurité incendie.

## **CHEMINEMENT DE L'ÉTUDE EXPLORATOIRE**

---

### **IDENTIFICATION DES ACTIVITÉS DES SERVICES DE SÉCURITÉ INCENDIE**

Les différentes activités



*Comment évaluer la performance de leurs activités (spécifiquement pour la protection incendie) ?*



### **CRITÈRES DE PERFORMANCE ET DE QUALITÉ DES SERVICES DE SÉCURITÉ INCENDIE**

Les critères liés à la prévention versus ceux liés à l'intervention

Comparaisons internationales

L'efficacité de l'intervention des pompiers



### **IDENTIFICATION DES FACTEURS DE COÛTS DE FONCTIONNEMENT D'UN SERVICE DE SÉCURITÉ INCENDIE**

Typologie des coûts :

*Coûts de fonctionnement et coûts d'intervention*

*Coûts du système de protection incendie des structures*



*Variables qui affectent le coût du service*



**IDENTIFICATION DES IMPACTS POTENTIELS DES INCENDIES**

Impacts directs :  
Dommages à la santé humaine, dommages environnementaux et pertes matérielles

Impacts indirects :  
pour les particuliers vs pour les entreprises

↓  
*Ratio pertes directes / pertes indirectes*

-----  
●  
-----  
**FACTEURS QUI INFLUENCENT LA RÉDUCTION DES DOMMAGES**

L'impact du temps de réponse  
L'impact de la prévention /éducation du public  
L'impact des appareils de détection hâtive

-----  
●  
-----  
**ELEMENTS D'ANALYSE ÉCONOMIQUE DES SERVICES DE SÉCURITÉ INCENDIE**

Analyse coût-efficacité  
Analyse coûts-bénéfices  
La demande de protection incendie  
L'offre des Services de sécurité incendie

-----  
●  
-----  
**ASSURANCE, FINANCEMENT DU SERVICE ET PARTENARIAT**

-----  
●  
-----  
**CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

# **1 Identification des activités des Services de sécurité incendie et critères de performance**

## **1.1 Rôle et fonctions des pompiers**

Nous allons tout d'abord décrire les missions et l'organisation du SSIM puis nous identifierons les activités du service. Le Service de sécurité incendie de la Ville de Montréal est le 6<sup>ème</sup> service nord-américain en terme de population servie. Il compte 65 casernes, 2284 pompiers, 61 agents de prévention et 142 véhicules (dont 68 autopompes, 51 véhicules élévation et 23 autres). Voici un descriptif de la mission et activités du service de sécurité incendie de Montréal<sup>3</sup> :

« Le Service de sécurité incendie de Montréal (SSIM) a pour mission de sauvegarder la vie, de protéger les biens et de préserver l'environnement des citoyens et des visiteurs par la prévention, l'éducation du public, l'implication communautaire et par des interventions lors d'incendies, d'urgences médicales ou de toute autre situation d'urgence, contribuant ainsi à la conservation du patrimoine et au développement durable de la communauté montréalaise » (Rapport annuel SSIM 2002).

- Les principales responsabilités et activités de la **direction du service** sont d'exercer le leadership au sein de l'organisation afin d'optimiser les ressources et de favoriser l'établissement de liens avec les partenaires municipaux ainsi que ceux de la communauté en matières de sécurité incendie et de sécurité civile. La direction du service est également responsable des communications avec les élus municipaux et les citoyens, ainsi que des représentations auprès des médias et des relations avec ceux-ci.
- La **Direction de la planification stratégique** assure l'amélioration continue de la qualité des services. Elle est aussi responsable de la collecte des données et de l'analyse des résultats en lien avec les objectifs. Enfin, elle détermine les problématiques liées aux activités du service et soutient les gestionnaires dans la recherche et la mise en place de solutions.
- La **Direction de l'organisation** des secours est responsable de la qualité de la répartition des véhicules et des effectifs sur les lieux des sinistres ainsi que des déploiements

---

<sup>3</sup> Budget 2004 de la Ville de Montréal Tome II.

temporaires au cours d'événements spéciaux. Elle est également chargée de l'élaboration du schéma de couverture de risques et du suivi du plan de mise en œuvre des mesures prévues au schéma.

- La **Direction des opérations Nord-Sud** a le mandat de réaliser les activités de prévention et d'intervention. Elle doit intégrer ces activités de façon à maximiser l'interaction des pompiers avec les agents de prévention afin d'améliorer la performance du service. Cette direction est déployée sur tout le territoire et elle assure un contact étroit avec la communauté locale.
- La **Direction du soutien administratif et technique** est responsable des activités liées à la gestion des ressources humaines, financières et matérielles. Elle a pour objectif d'instaurer un mode de gestion des ressources décentralisées dans les divisions. Cette direction est responsable des relations de travail, du développement des ressources humaines, de la formation continue ainsi que de la santé et de la sécurité du personnel. De plus, elle encadre et réalise les travaux de planification, de contrôle et de suivi des budgets de fonctionnement et d'investissement. Enfin, elle assure la fourniture, le soutien technique et l'entretien de l'équipement, des véhicules et des biens immobiliers.
- La **Direction de la sécurité civile** est responsable de l'organisation de la sécurité civile municipale, de l'élaboration et de la mise en œuvre du schéma de sécurité civile ainsi que des mesures visant à assurer la prise en charge des quatre grandes phases de la sécurité civile : la prévention, la préparation, l'intervention et le rétablissement de la situation après un événement.

On peut classer les activités des pompiers en fonction de deux objectifs majeurs : **l'intervention** (qui a pour objectif de diminuer les pertes lorsqu'un incendie survient) et **la prévention** (qui a pour objectif de diminuer l'incidence des incendies et les pertes associées). Ces deux objectifs passent entre autre pour les pompiers par une préparation à l'intervention accrue, une maintenance régulière de l'équipement et par une formation adéquate.

Différents types d'**interventions** peuvent être réalisées par les pompiers :

### **Incendies**

- Incendies de bâtiments et structures, de véhicules, de champs...etc

### **Autres interventions que l'incendie**

- Sauvetage en espace clos
- Sauvetage en hauteur
- Sauvetage nautique
- Accidents de véhicule
- Désincarcération automobile
- Interventions en présence de matières dangereuses
- Interventions en présence de monoxyde de carbone
- 1<sup>ers</sup> répondants
- inondations, autres événements naturels,...
- enquêtes et recherche des causes d'incendies.

Il est bon d'ajouter que la formation et l'entretien de l'équipement sont des concepts très importants pour la bonne marche de l'ensemble des interventions ci-dessus.

**Des activités de prévention** peuvent être réalisées par les pompiers. Par exemple,

- Visites résidentielles
- Mise à jour des plan d'attaque
- Recensements de matières dangereuses
- Exercice d'évacuation
- Visites industrielles
- Kiosque d'information
- Rencontre des groupes sociaux
- Éducation du public

Il est intéressant de noter tout de même que la part des activités de prévention au sein des tâches des pompiers est très faible (de l'ordre de 3% en moyenne selon des estimations su SSIM valables pour l'ancienne Ville de Montréal).



## 1.2 Notions générales de performance d'un service

### + Définition de la performance

« On dit qu'une organisation est performante lorsqu'elle obtient d'excellents résultats en fonction des moyens mis en oeuvre. La *performance* est très souvent reliée à la notion d'*amélioration* ou d'*excellence*, ce qui implique obligatoirement une comparaison. Dans une épreuve sportive, par exemple, la performance est associée et mesurée en fonction du résultat obtenu. » (COMAQ, Corporation des officiers municipaux agréés du Québec, 2000). La performance est en fait la manière dont et comment, en terme d'efficacité, un système ou un service rencontre ses objectifs. Même si, actuellement, on fait souvent référence aux ratios financiers pour exprimer la performance, le cadre de référence qui est décrit ici permet de tenir compte de l'ensemble de la réalité organisationnelle, et non uniquement des variables financières.

La définition d'indicateurs de performance ne peut se faire que dans un contexte dans lequel on se fixe des objectifs. Le but ultime des indicateurs de performance étant de contrôler l'efficacité et la qualité d'un service afin d'en améliorer sa gestion si nécessaire. Ainsi, on peut représenter ce concept sous un aspect dynamique :

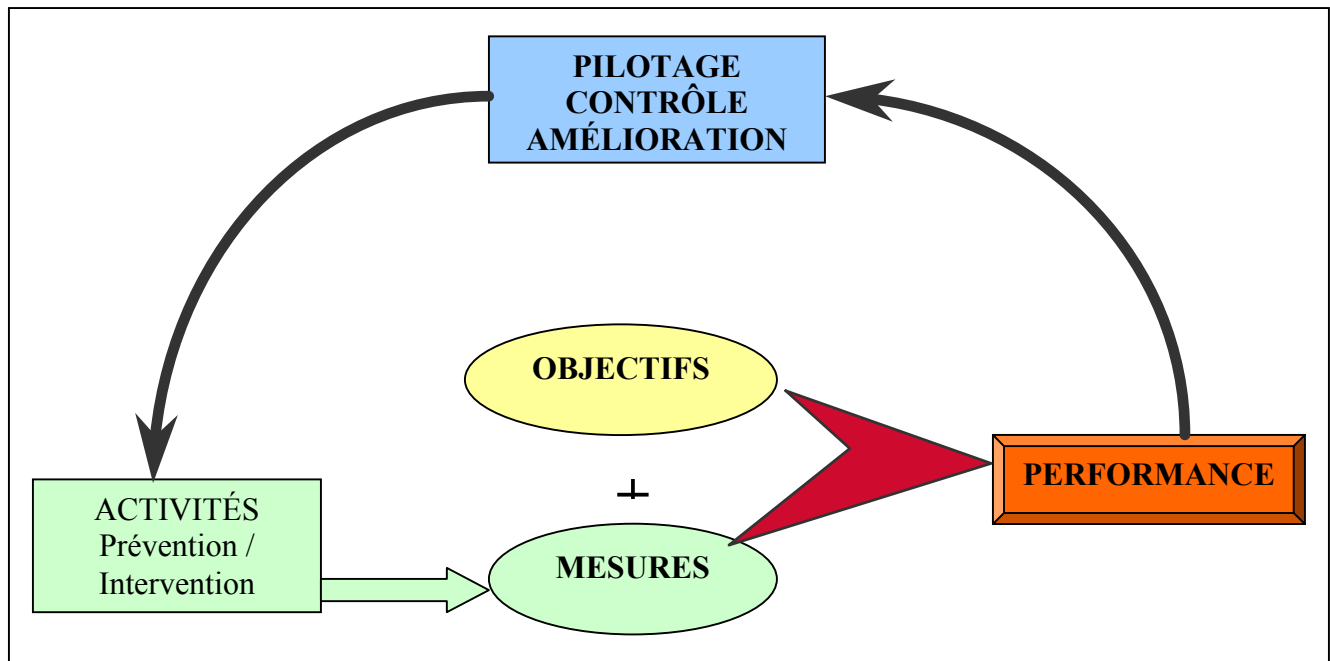


Figure 1 : Portée des indicateurs de performance

### **Motifs pour mesurer la performance**

Les motifs pour mesurer la performance dans les organismes municipaux sont représentés dans la figure suivante (COMAQ, 2000) :

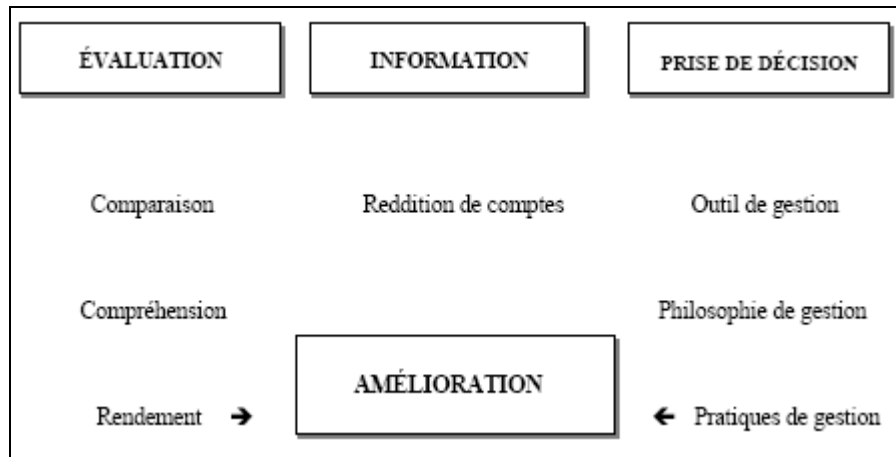


Figure 2 : Motifs pour mesurer la performance (COMAQ, 2000)

Cette partie se base essentiellement sur les conclusions du rapport de la Corporation des officiers municipaux agréés du Québec sur les indicateurs de performance pour les organismes municipaux du Québec<sup>4</sup>.

### **1.3 Les Services de sécurité incendie : un élément essentiel dans la chaîne d'intervention**

Si l'on considère la sécurité incendie comme une chaîne d'intervention, alors les Services de sécurité incendie représentent le dernier maillon. Cependant, il serait nécessaire d'identifier le rôle de chacun des autres intervenants dans la chaîne d'intervention (cette chaîne représente les différents acteurs qui interviennent dans un certain ordre lorsqu'il y a un incendie, des citoyens aux pompiers). Il a été montré qu'une chaîne est aussi forte que son maillon le plus faible – si l'un des maillons est faible ou absent, les chances de diminuer les dommages de l'incendie sont amoindries d'autant. Il faut donc prendre en compte l'ensemble des maillons de la chaîne. Ainsi, l'existence d'un Service de sécurité incendie supposément efficace est une condition nécessaire mais pas suffisante car elle n'aura pas tout l'impact escompté, si les autres maillons ne sont pas parfaitement

<sup>4</sup> Corporation des officiers municipaux agréés du Québec, 2000, « Indicateurs de performance pour les organismes municipaux du Québec ».

intégrés et ne remplissent pas leur rôle. Chaque maillon de la chaîne est très important et nous chercherons à déterminer leur influence sur l'efficacité du Service de sécurité incendie.

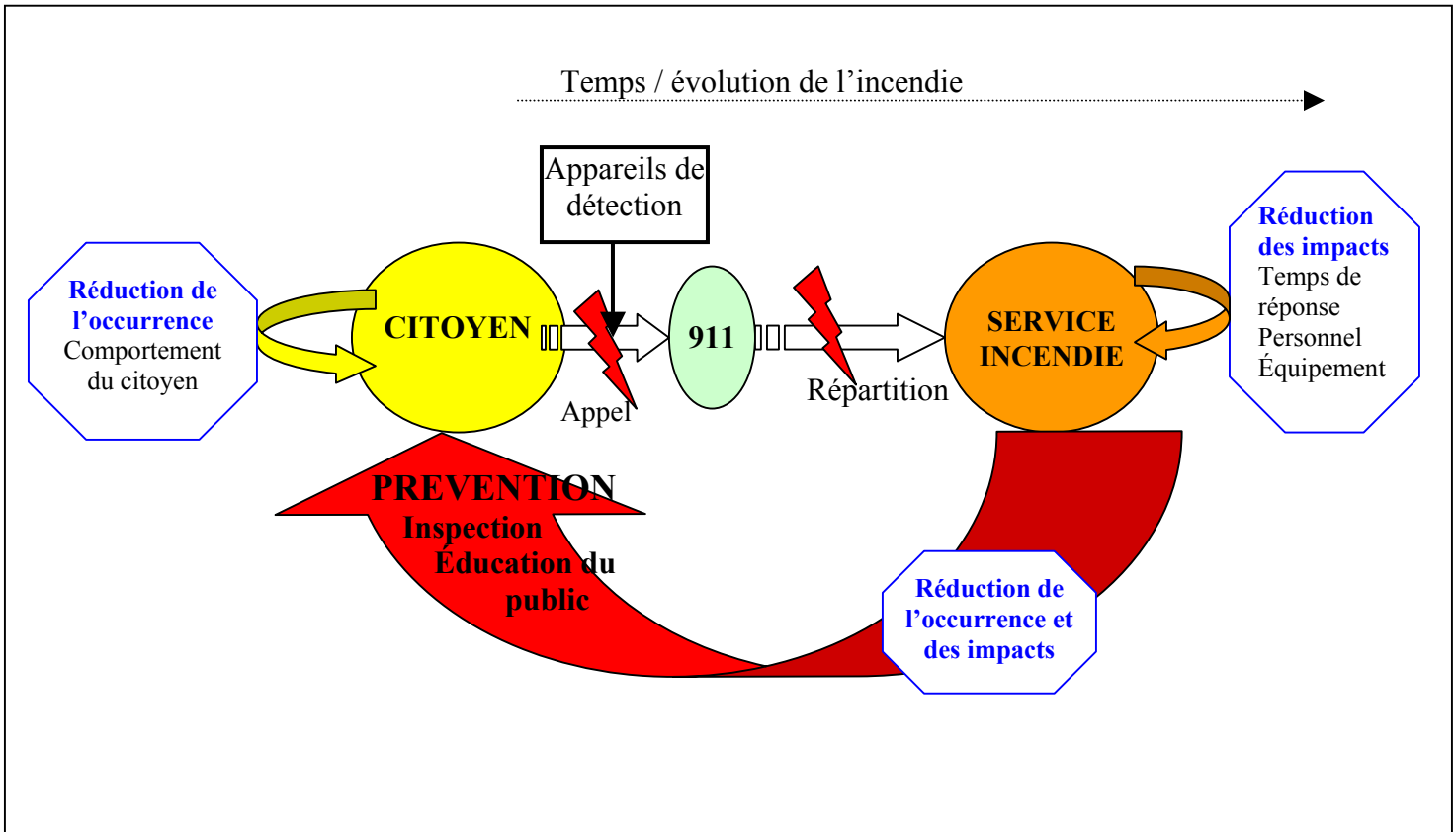


Figure 3 : La sécurité incendie vue comme une chaîne d'intervention

Il ressort de plusieurs études que la variable la plus importante pour éviter un incendie ou diminuer les dommages associés si l'incendie se déclare est le temps de détection de l'incendie. Les éléments importants qui influencent ce temps de détection sont nombreux : cela peut-être la présence d'appareils de détection hâtive ou encore une prévention accrue. L'installation des appareils de détection hâtive est une obligation municipale (ou encore une obligation du code de construction), mais il est fréquent que des citoyens, malgré cette obligation, n'installent pas ou ne changent pas les piles de leurs avertisseurs de fumée. C'est pourquoi il est important de s'intéresser à ce 1<sup>er</sup> maillon de la chaîne et faire en sorte que le citoyen adopte un comportement sécuritaire. Nous n'allons pas rentrer dans plus de détails à ce stade du rapport, mais nous allons dans le chapitre 4 (paragraphe 4.4), dédié aux réductions des dommages par l'intermédiaire des Services de sécurité incendie, étudier deux types d'appareils de détection (les avertisseurs de fumées et les gicleurs, qui sont aussi

des appareils d'auto-protection sur l'incendie puisqu'ils interviennent en éteignant et en contrôlant l'incendie), identifier leur coût, leurs bénéfices, et quels peuvent être les moyens à mettre en œuvre afin qu'ils puissent avoir tous les bénéfices attendus.

## 1.4 Identification des critères de performance des Services de sécurité incendie

### 1.4.1 Les critères d'efficacité définis par la Corporation des officiers municipaux agréés du Québec (COMAQ)

La mission et les objectifs stratégiques que l'on a définis dans le paragraphe précédent doivent être à la base de l'élaboration du système de gestion de la performance. Il importe d'associer les objectifs stratégiques à des mesures concrètes d'amélioration de la performance organisationnelle. Ce sont ces mesures que l'on appelle des **indicateurs**. Un indicateur est un élément ou un ensemble d'éléments d'information représentative par rapport à une préoccupation ou un objectif, résultant de la mesure tangible ou de l'observation d'un état, de la manifestation d'un phénomène, d'une réalisation.

Les objectifs stratégiques sont de sauver des vies (i.e. **l'augmentation du taux de survie**), de réduire les dommages potentiels et les séquelles (i.e. **la réduction de la morbidité**), et de **réduire les dommages matériels**. Afin de remplir ses objectifs et de bien planifier leur réponse, le Service de sécurité incendie va donc tenir compte des deux grandes catégories de risques<sup>5</sup> : les risques pour la vie (du pompier et/ou du citoyen) et les risques à la propriété. Ces deux grandes catégories peuvent être divisées en sous-catégories :

#### *Risques pour la vie :*

- ⇒ Risque individuel à la santé humaine : probabilité qu'un individu soit tué ou blessé dans un incendie
- ⇒ Risque sociétal à la santé humaine : probabilité qu'un nombre spécifique de personnes soit tué ou blessé dans un incendie

---

<sup>5</sup> Certaines décisions sont plutôt du ressort de la Ville de Montréal.

- ⇒ Risque pour la vie des pompiers : probabilité qu'un pompier soit tué ou blessé dans un incendie ou lors d'une intervention

*Risques à la propriété :*

- ⇒ Risque à la propriété : c'est la perte probable attribuable à un incendie dû aux dommages à la propriété
- ⇒ Risque au contenu : c'est la perte probable additionnelle attribuable à un incendie dû aux dommages à la propriété qui ne sera plus disponible
- ⇒ Risque environnementaux : c'est la perte additionnelle attribuable à un incendie dû à la pollution de l'environnement
- ⇒ Risque de continuité des affaires : cela tient compte de l'interruption de production due à l'incendie.

D'une façon plus générale, la littérature signale quatre dimensions permettant de classer les indicateurs de performance pour une organisation : la vitalité de l'organisation, l'efficacité économique, la valeur des ressources humaines et la légitimité de l'organisation auprès des groupes externes. Les dimensions de la performance sont définies à l'aide de critères. Ce sont des caractéristiques concrètes et observables de l'organisation. Il faut rechercher des critères facilement mesurables, peu coûteux à mesurer et valables. Voici un tableau qui représente le lien entre ces quatre dimensions et les critères que l'on peut utiliser pour mesurer et quantifier cette dimension pour des organismes municipaux :

DIMENSIONS	CRITÈRES
1. Vitalité	Qualité du service
2. Efficacité économique	Économie des ressources et productivité
3. Valeur des ressources humaines	Mobilisation, climat, rendement, développement
4. Relations avec les groupes de référence	Satisfaction du citoyen et de la communauté

**Tableau 1 : Dimensions étudiées et critères associés (Source : COMAQ, 2000)**

En résumé, voici comment nous pourrions synthétiser les différents indicateurs qui ont été retenus suite à la phase II de l'analyse de la COMAQ pour les Services de sécurité incendie (fonction

sécurité publique - activité : protection contre les incendies). Les indicateurs ont été classés selon qu'ils s'appliquent à la prévention ou à l'intervention.

Les facteurs correspondant à l'intervention reposent essentiellement sur deux objectifs :

- ⇒ Disponibilité (i.e. intervention ou non)
- ⇒ Délai raisonnable (i.e. lien délai/pertes)

Critères	Indicateurs	Formules de l'indicateur
<b>1. Prévention</b>	Pourcentage des logements résidentiels inspectés	$\frac{\text{Nombre de logements résidentiels inspectés}}{\text{Nombre total de logements résidentiels}} * 100$
	Pourcentage des locaux non résidentiels inspectés	$\frac{\text{Nombre de locaux non résidentiels inspectés}}{\text{Nombre total de locaux non résidentiels}} * 100$
	Pourcentage d'incendies de bâtiments déclarés	$\frac{\text{Pourcentage d'incendies de bâtiments déclarés}}{\text{Nombre total de bâtiments}} * 100$
	Pourcentage des heures consacrées à la prévention par les pompiers permanents	$\frac{\text{Pourcentage des heures consacrées à la prévention par les pompiers permanents}}{\text{Nombre d'heures travaillées par les pompiers permanents}} * 100$
<b>2. Intervention</b>	Pourcentage des pertes matérielles des bâtiments incendiées	$\frac{\text{Pertes matérielles des bâtiments incendiées}}{\text{Evaluation totale des bâtiments incendiés}} * 100$
	Temps de réponse moyen pour les feux de bâtiments	$\frac{\text{Somme du temps de réponse}}{\text{Nombre d'appels d'incendies}} * 100$

**Tableau 2 : Indicateurs de performance pour un Service de sécurité incendie identifiés par la COMAQ**

Le tableau précédent permet de synthétiser les différents indicateurs qui ont été retenus par un groupe de travail au Québec. Mais qu'en est-il ailleurs ? Est-ce que les indicateurs de performance sont comparables ? Nous allons donner l'exemple de la liste d'indicateurs qui a été dressée par le gouvernement britannique.

#### 1.4.2 Les critères d'efficacité utilisés en Angleterre

Le Gouvernement britannique a développé une série d'indicateurs connus sous le nom de « Best Value Performance Indicators » (BVPIs). Au préalable, une consultation avait été menée auprès des autorités locales afin de sélectionner les indicateurs à retenir pour évaluer la performance d'un service. Ces indicateurs (voir tableau ci-dessous) se rapprochent de ceux utilisés par la COMAQ.

*Objectifs stratégiques* : le pourquoi de l'existence d'un service et ce qu'il cherche à accomplir.

*Coûts/efficience* : le rapport entre les résultats obtenus et les moyens mis en oeuvre.

*Résultats des services offerts* : le lien entre les objectifs stratégiques et la prestation du service rendu.

*Qualité* : l'évaluation de la qualité du service offert en relation avec l'utilisateur.

*Accessibilité équitable* : la facilité et la qualité d'accès aux services offerts.

**Encadré 1 : Cinq dimensions de performance sur lesquelles se basent les BVPIs (Source : ODPM, 2004)**

Des indicateurs spécifiques sont utilisés pour les Services de sécurité incendie en Angleterre et Pays de Galles. (Department of the Environment, Transport and the Regions, 2000 et ODPM, 2004). Leur priorité principale est de réduire le nombre de décès et de dommages relatifs à l'incendie. Toutefois comme il a été observé que la majorité des décès se produisent en raison des incendies non volontaires qui surviennent dans les maisons, un grand nombre des indicateurs de performance qu'ils proposent sont spécifiques aux résidences.

Numéro de l'indicateur	Indicateurs
BV 142	Nombre d'appels par 10 000 habitants
BV 143	Nombre de décès et de blessés par 100 000 habitants
BV 144 (a- d)	Incendie non volontaire résidentiel confiné à la pièce d'origine
BV 146	Nombre de fausses alarmes malveillantes par 1000 habitants
BV 147	Délai moyen pour l'émission par les autorités compétentes d'un certificat de sécurité incendie
BV 149	Fausses alarmes provoquées par les appareils automatiques de détection incendie par 1.000 propriétés non-residentielles.
BV 150	Dépense par habitant pour la mise à disposition du service

**Tableau 3 : Indicateurs de performance pour les Services de sécurité incendie en Angleterre et Pays de Galles (source : ODPM, 2004)**

Il est intéressant de souligner que l'indicateur BV 143 «Nombre de décès et de blessés par 100 000 habitants » n'est pas considéré dans les indicateurs de la COMAQ, mais il est important d'en tenir compte si l'on souhaite caractériser l'efficacité des mesures de prévention dans le but d'optimiser le déploiement des ressources affectées à la prévention.

#### *1.4.3 Discussion et pertinence des indicateurs à retenir*

##### **+ Dommages reliés à l'incendie : évaluation « positive »**

Pour étudier la performance des Services de sécurité incendie, il pourrait être intéressant de réaliser une évaluation positive. En effet, plutôt que de se focaliser uniquement sur les pertes liées à l'incendie, il serait intéressant d'estimer les dommages évités. On pourrait mieux valoriser les actions des pompiers en comparant directement les coûts du service avec les bénéfices, c'est-à-dire les coûts évités.

##### **+ Prévention (inspection)**

Concernant l'indicateur de performance « Pourcentage des logements résidentiels inspectés » mis en évidence entre autre par la COMAQ, il serait important de le compléter avec un nouvel indicateur qui permettrait de mettre en évidence la qualité de l'inspection. En effet, le nombre de visites ne suffit pas à caractériser l'efficacité d'une mesure de prévention incendie.

De plus, un autre indicateur de prévention qui permettrait de connaître l'efficacité des inspections de logement par exemple devrait être le « taux de pénétration des avertisseurs de fumée en état opérationnel » (pour le secteur résidentiel). D'ailleurs, il apparaît dans le plan de développement 2004 –2008 du SSIM. Le résultat visé par le Service de sécurité incendie étant d'avoir un taux de pénétration en avertisseurs de fumée dans 85% des résidences en 2006 et dans 90% des cas en 2008. Actuellement<sup>6</sup> à Montréal, 16 à 20% des avertisseurs de fumée installés sont non fonctionnels. De plus 6 à 10% des unités résidentielles n'ont pas encore installé un avertisseur de fumée, ou, s'il y en avait un, il a été enlevé. On est donc en présence actuellement à Montréal d'un taux de pénétration des avertisseurs de fumées fonctionnels compris entre 70 à 78%. L'importance de ce critère pour évaluer la performance des activités de prévention et de sensibilisation des Services de sécurité incendie apparaît cruciale lorsque l'on constate qu'à Montréal en 2002, 100%

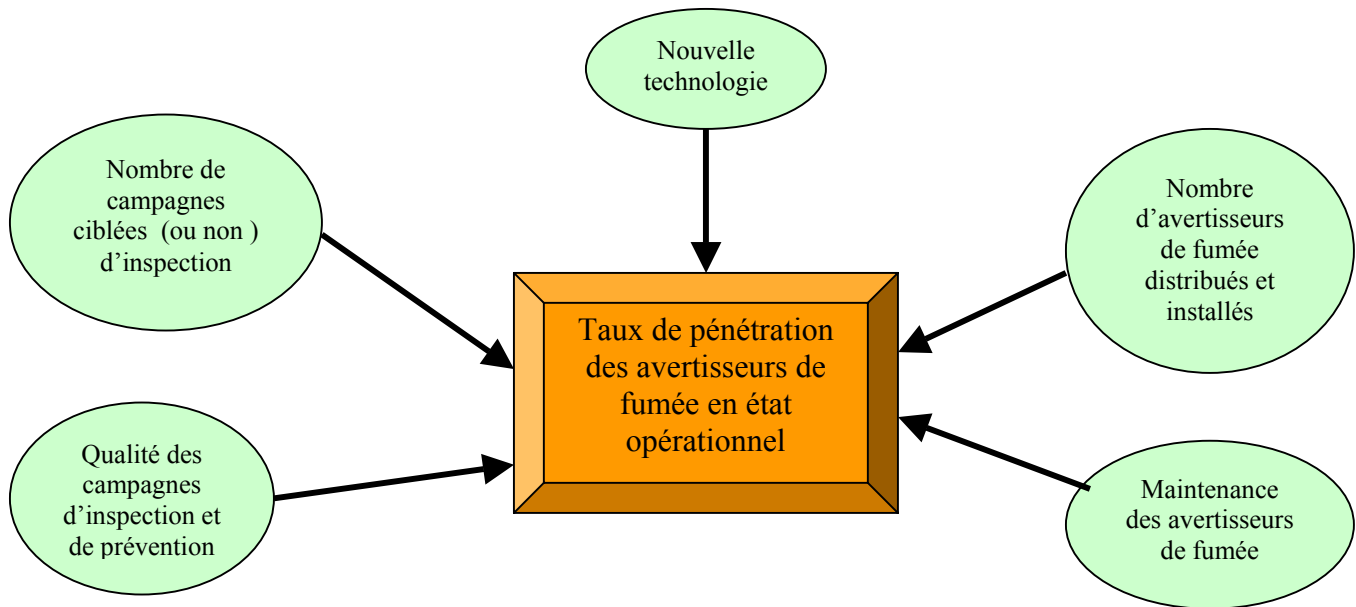
---

<sup>6</sup> Ces données viennent du rapport du SSIM, 2004, «Une stratégie globale pour augmenter le nombre d'avertisseurs de fumée fonctionnels parmi les unités résidentielles de Montréal ».



des décès lors d'incendie sont survenus dans des unités résidentielles dépourvues d'avertisseur de fumée fonctionnel.

L'amélioration de l'indicateur « taux de pénétration des avertisseurs de fumée en état opérationnel » est fonction de plusieurs facteurs. Ces facteurs ont été mis en évidence dans le plan de développement 2004 –2008 du SSIM. Voici une représentation schématique des implications de ces facteurs sur le taux de pénétration des avertisseurs de fumée.



### Pourcentage des pertes matérielles des bâtiments incendiés

Cet indicateur est à considérer avec un certain recul étant donné que les pertes évaluées par les pompiers sont souvent inférieures aux estimations faites par les assureurs. Une étude du Ministère de la sécurité Publique du Québec a montré que ces estimations sont entre 25 et 50 % en dessous des estimations des assureurs. Cet écart est dû à plusieurs facteurs, entre autres à un manque de standardisation, un manque de méthode et surtout un manque d'outils disponibles pour les pompiers.

### Agent extincteur

Nous allons aborder ce sujet plus en détails dans le chapitre 7. Cependant, nous pouvons déjà dire que l'efficacité de l'intervention des pompiers dépend entre autre de l'agent extincteur utilisé.

Ainsi, il pourrait être intéressant d’avoir un indicateur pour la proportion d’utilisation de tel ou tel agent extincteur. En outre, il pourrait être pertinent de développer des indicateurs combinés comme par exemple dommage par type d’agent extincteur utilisé.

**✚ Nombre d’heures perdues en accident de travail**

Cet indicateur « nombre d’heures perdues en accident de travail » a été mis en évidence dans le plan de développement 2004-2008 du SSIM. Il nous semble pertinent, compte tenu du fait que 92% des coûts du SSIM correspondent à des salaires (salaires qui incluent également le niveau de danger que comporte le métier de pompier).

**✚ Le temps de réponse**

L’indicateur « temps de réponse » est important et il est d’ailleurs mis en avant dans les orientations ministérielles émises suite à la loi sur la Sécurité Incendie du Ministère de la sécurité publique du Québec (MSP, 2001). En effet, les orientations ministérielles ont déterminé des encadrements concernant les temps d’intervention et l’effectif requis sur les lieux d’un incendie dans le cas des bâtiments constituant un risque faible. Ces orientations ont été retenues par la ville de Montréal pour se donner des objectifs et mieux cadrer certains de leurs indicateurs. Le tableau suivant indique les encadrements applicables pour la première unité – attaque initiale

TEMPS DE RÉPONSE	RESSOURCES D’INTERVENTION
<b>Moins de 5 minutes</b>	4 pompiers 1 150 litres/minute Une autopompe
<b>Entre 5 et 10 minutes</b>	Délai favorisant l’efficacité de l’intervention
<b>Entre 10 et 15 minutes</b>	Délai compatible avec une intervention efficace
<b>Plus de 15 minutes</b>	Délai préjudiciable à l’efficacité de l’intervention
	Délai préjudiciable à l’efficacité de l’intervention

**Tableau 4 : Déploiement des ressources d’intervention en fonction du temps de réponse pour une attaque intérieure dans un bâtiment constituant un risque faible (Source : MSP, 2001)**

Le tableau suivant indique les orientations applicables pour la force de frappe pour un bâtiment constituant un risque faible :

TEMPS DE RÉPONSE	RESSOURCES D'INTERVENTION
<b>Moins de 5 minutes</b>	10 pompiers 1 500 litres/minute Une autopompe
<b>Entre 5 et 10 minutes</b>	Délai favorisant l'efficacité de l'intervention
<b>Entre 10 et 15 minutes</b>	Délai favorisant l'efficacité de l'intervention
<b>Plus de 15 minutes</b>	Délai compatible avec une intervention efficace
	Délai préjudiciable à l'efficacité de l'intervention

**Tableau 5 : Déploiement des ressources d'intervention en fonction du temps de réponse pour un bâtiment constituant un risque faible (Source : MSP, 2001)**

L'indicateur « temps de réponse » est très important, mais il est également important de noter que l'impact relatif d'une augmentation ou d'une diminution du temps de réponse n'est pas le même. En effet, au Royaume Uni une étude (ENTEC, 1997) a permis de montrer l'impact sur les pertes humaines d'une augmentation du temps de réponse de 5 min et inversement d'une diminution du temps de réponse de 5 min. Les statistiques britanniques de 1995 rapportent qu'environ 60% des interventions incendie ont lieu dans un délai de 5 minutes et 35% ont lieu dans un délai de 6 à 10 minutes, i.e. 95% des feux dans les logements ont été traité par des pompiers dans un délai de 10 minutes après l'appel. L'étude a été réalisée en appliquant les approximations suivantes pour l'ensemble du Royaume Uni

- Pour une augmentation de 5 minutes, on a supposé que le taux de mortalité pour les incendies atteints en 6 à 10 minutes s'appliquait dorénavant à ceux actuellement atteints en 1 à 5 minutes, le taux de mortalité pour les feux atteints en 11 à 15 minutes s'appliquait à ceux actuellement atteints en 6 à 10 minutes, et ainsi de suite. On suppose ici que le taux de mortalité pour les incendies qui sont actuellement atteints en plus de 20 minutes reste inchangé.
- Pour une diminution de 5 minutes, on a supposé que le taux de mortalité pour les incendies atteints en 1 à 5 minutes s'appliquait dorénavant à ceux actuellement atteints en 6 à 10 minutes, et ainsi de suite. On suppose ici que le taux de mortalité pour les incendies qui sont actuellement atteints en moins de 5 minutes reste inchangé.

Voici les résultats mis en évidence dans l'étude ENTEC (1997) :

- Lorsqu'il y a une augmentation du temps de réponse de 5 minutes, on constate alors une augmentation de 20% dans le nombre de décès reliés au feu par an, i.e. 115 décès additionnels,
- Lorsqu'il y a une diminution du temps de réponse de 5 minutes, on constate alors une baisse de 7% dans le nombre de décès reliés au feu par an, i.e. 39 décès évités.

Temps de réponse (min)	Nombre de morts avec le temps de réponse courant	Nombre de morts avec un temps de réponse augmenté de 5 min		Nombre de morts avec un temps de réponse réduit de 5 min	
		Nombre de morts (nouveau total)	Augmentation	Nombre de morts (nouveau total)	Diminution
1 à 5	310	346	11.5	310	0
6 à 10	210	273	30	187	11
11 à 15	29	38	31	22	24
16 à 20	6	13	116	5	16
> 20	15	15	0	7	53
<b>TOTAL</b>	570	685	20%	531	7%

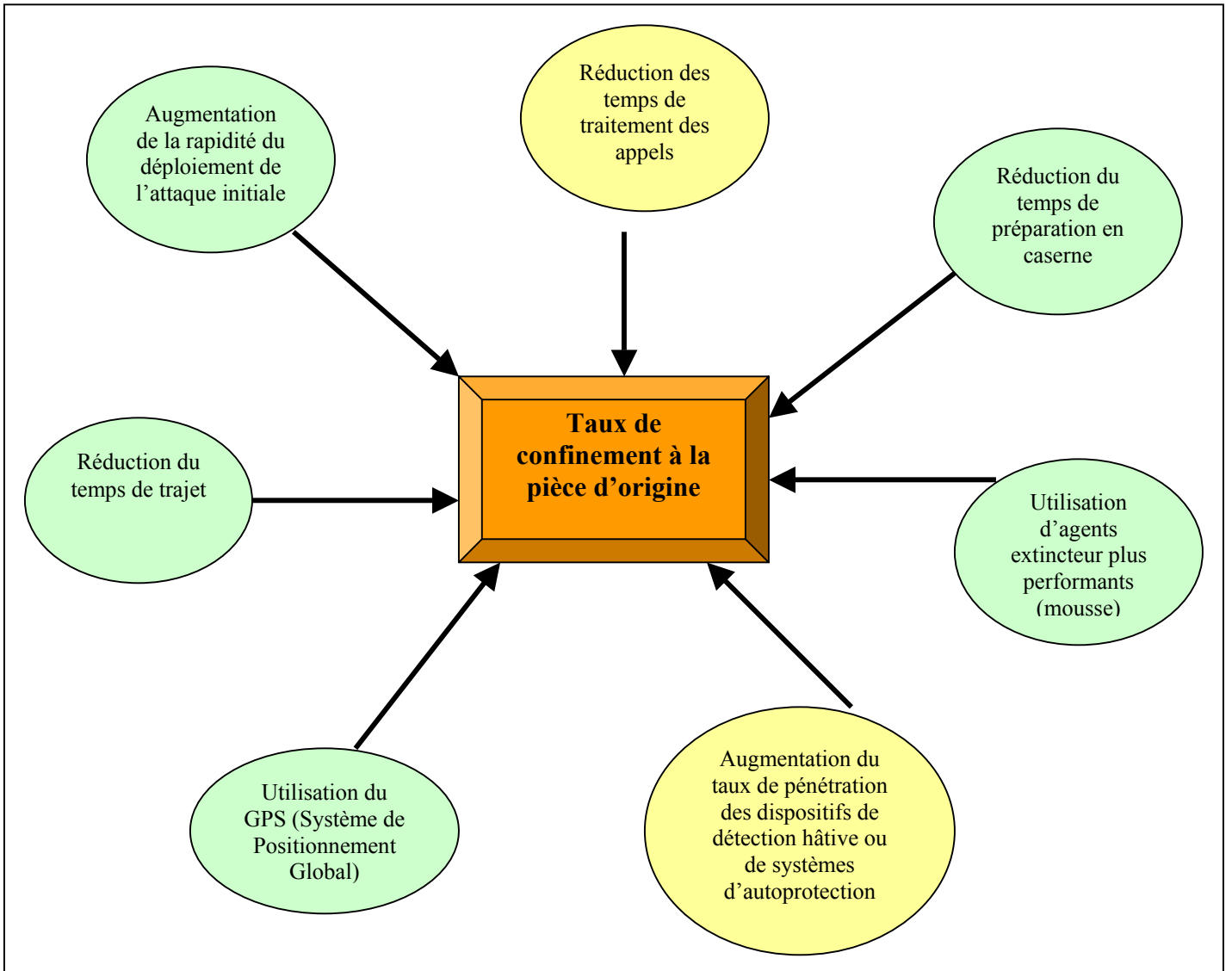
**Tableau 6 : Impact d'un changement dans le temps de réponse des pompiers sur le nombre de décès (source : cité dans ENTEC, 1997)**

Ceci montre qu'il n'est pas forcément nécessaire de vouloir atteindre un temps de réponse très bas, mais par contre qu'il est peut-être plus important de maintenir un temps de réponse optimal. En effet, au Royaume-Uni, il y avait une légère réduction du nombre de vies sauvées lorsque le temps de réponse était plus petit, toute variable étant égale par ailleurs, et par contre, une grande augmentation du nombre de morts lorsque le temps de réponse augmentait<sup>7</sup>. Les résultats obtenus dans cette étude sont tout de même à nuancer, étant donné que lorsque l'on applique une diminution du temps de réponse de 5 minutes, alors on suppose que le taux de mortalité pour les incendies qui sont actuellement atteints en moins de 5 minutes reste inchangé. Toutefois, le taux de mortalité devrait également diminuer entre un temps de réponse de 5 minutes et un temps de réponse de 1 minute. En outre, il serait difficile d'appliquer ces estimations à Montréal, compte tenu du très faible nombre de décès dus à l'incendie par année (16 pour l'année 2002).

<sup>7</sup> ENTEC, 1997, "Summary of the development of a risk assessment toolkit", June.

### **Confinement à la pièce d'origine**

Nous avons constaté que le pourcentage d'incendie confiné à la pièce d'origine était un indicateur de performance pour les Services de sécurité incendie du Royaume Uni (*c.f. indicateur BV 144 dans le paragraphe 1.3.2*). Cet indicateur pourrait également être utilisé à Montréal. D'ailleurs il apparaît dans le plan de développement 2004 –2008 du SSIM. Le résultat visé par le Service de sécurité incendie étant d'avoir un taux de confinement des incendies à la pièce d'origine dans 90% des cas en 2006 et de 95% des cas en 2008. Actuellement le taux de confinement à la pièce d'origine à Montréal est de 86%. L'importance de ce critère pour évaluer la performance des services apparaît cruciale lorsque l'on constate qu'à Montréal de 82 à 85% des pertes matérielles se produisent dans les 14% des incendies qui ne sont pas confinés à la pièce d'origine. L'amélioration de l'indicateur « pourcentage d'incendie confiné à la pièce d'origine » est fonction de plusieurs facteurs internes au Service de sécurité incendie, comme l'équipement, la formation et la préparation à l'intervention. Il est bon de noter toutefois que d'autres facteurs peuvent entrer en ligne de compte, comme une détection hâtive, etc... Ces facteurs ont été mis en évidence dans le plan de développement 2004 – 2008 du SSIM. Voici une représentation schématique des implications de ces facteurs sur le pourcentage d'incendie confiné à la pièce d'origine.



### Autre manière de classer les indicateurs de performance

La performance peut être vue selon différents points de vue. On peut donc tenter de classer les indicateurs de performance selon différentes catégories. Cette méthode peut être intéressante à mettre en œuvre particulièrement pour les Services de sécurité incendie. Elle est tirée d'un ouvrage<sup>8</sup> du Dr. Charles H. Kime de 2000 qui a réalisé une revue de la littérature sur ce sujet.

- *Intrant* :
  - Staffing (personnel additionnel ou réallocation du temps de travail)
  - Équipement
  - Nombre d'appel
- *Extrant* :
  - nombre d'intervention
  - Nombre d'inspections conduites
  - Nombre d'événements pour l'éducation du public
- *Résultats* (travail des pompiers une fois sur les lieux = efficacité des pompiers)
  - Nombre de feux confinés à la pièce d'origine après l'arrivée des pompiers
  - Réduction des pertes matérielles dues à l'incendie
- *Efficienc*e : compare le coût d'une chose, en terme de ressources utilisées, à la production de quelque chose en terme de service.
- *Efficacit*é :
  - Atteindre le résultat désiré mais pas forcément au coût le plus faible
  - Mesurer les pertes entre différents niveaux de protection incendie

## 1.5 Premières notions d'analyse économique

L'évaluation économique du Service de sécurité incendie va reposer sur l'hypothèse que plusieurs situations peuvent apparaître, notamment reliées au niveau de performance du service. En effet si l'on souhaite augmenter la performance du service – à un coût positif ou nul –, on souhaite estimer les bénéfices associés à ce nouveau niveau de performance. L'évaluation coûts-bénéfices peut se faire selon 3 points (la situation 0 est une situation de référence) :

---

<sup>8</sup> Voir site Internet suivant :

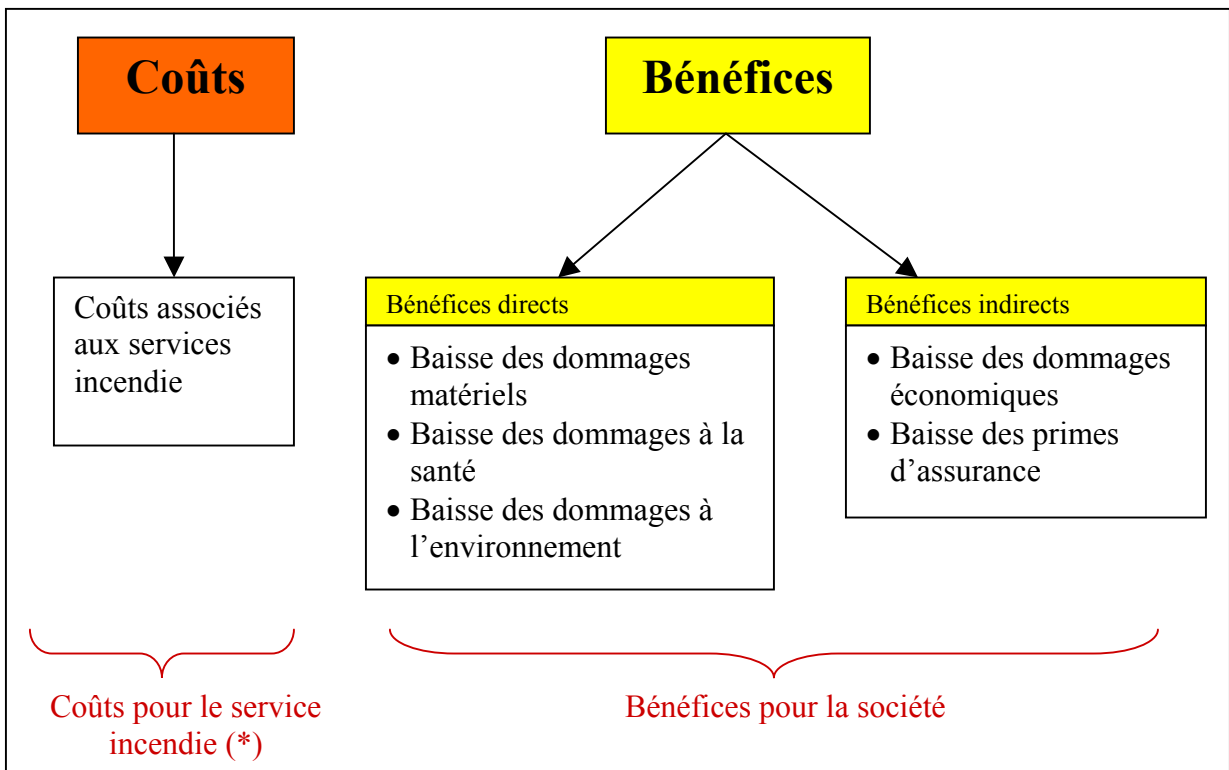
[http://www.public.asu.edu/~ckime/downloads/chk\\_pa\\_article\\_performance\\_measurement.doc](http://www.public.asu.edu/~ckime/downloads/chk_pa_article_performance_measurement.doc)

Situation 0	Situation 1	Situation 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pas de Service de sécurité incendie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Service de sécurité incendie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Service de sécurité incendie plus performant</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coûts associés (<math>C_0</math>)</li> <li>▪ Bénéfices associés (<math>B_0</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coûts associés (<math>C_1</math>)</li> <li>▪ Bénéfices associés (<math>B_1</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coûts associés (<math>C_2</math>)</li> <li>▪ Bénéfices associés (<math>B_2</math>)</li> </ul>

Coûts relatifs :  $C_1 - C_0$   
 Impacts relatifs :  $B_1 - B_0$

Coûts relatifs :  $C_2 - C_1$   
 Impacts relatifs :  $B_2 - B_1$

Toutefois, il est important de noter que l'on fait une évaluation coûts-bénéfices de l'amélioration d'un service par exemple, il faut tenir compte aussi des impacts en terme de coûts et de bénéfices pour la société (au sens large et non seulement le secteur public). Les coûts correspondent à ce que la société dépense pour se protéger des incendies et les bénéfices correspondent à ce que la société évite comme dépenses en pertes directes et indirectes causées par l'incendie. Nous essayerons de bien identifier les « acteurs » concernés. Toutefois, dans le contexte de notre étude, seuls les coûts supportés par le SSIM seront identifiés.





L'analyse coûts bénéfices va chercher à étudier l'efficacité économique du service : c'est à dire, quel est le retour sur investissement d'un dollar dépensé en sécurité incendie ? Dans ce contexte, un indicateur intéressant à utiliser pour rendre compte de l'efficacité du Service de sécurité incendie peut être le suivant :

Coûts par 100\$ d'évaluation	Coût de l'activité protection contre les incendies
	----- *100 Richesse foncière uniformisée

Le chapitre 5 reviendra plus en détails sur la méthodologie d'évaluation économique du Service de sécurité incendie.

## 2 Coûts des activités du Service de sécurité incendie

Dans ce chapitre, nous allons lister **les différentes catégories de coûts : coûts de fonctionnement et coûts d'intervention, qui incombent au Service de sécurité incendie pour opérer.**

Il est important de voir que ces facteurs de coûts peuvent varier selon les modalités de fonctionnement du Service de sécurité incendie. Ainsi, tous les facteurs de coûts peuvent être modulés en fonction de variables qui vont les influencer.

### 2.1 Identification des facteurs de coûts

Le coût des Services de sécurité incendie inclut toutes les dépenses relatives au personnel de prévention, d'intervention et d'encadrement ainsi que les dépenses d'immobilisation, de matériel et de fournitures de toutes sortes, y compris le coût des véhicules et des annuités relatives aux bâtiments et aux postes d'incendie (MSP, 1996). Nous pouvons répartir les coûts dans deux catégories : les coûts de fonctionnement, qui sont des **coûts fixes** et les coûts d'intervention qui représentent des **coûts variables**. À ces coûts, il faut rajouter aussi les immobilisations. Le tableau suivant a été obtenu en combinant les résultats de différentes études internationales : Danish Emergency Management agency (2001), Hall (2001s), Ramachandran G. (1998), Schaenman P. and al. (1994).

<b>Coûts de fonctionnement</b>	Coût du personnel	Rémunération
		Charges sociales
		Coûts de formation
		Coûts de la préparation à l'intervention
	Matériel / véhicule	Entretien des véhicules et équipements
		Fournitures
		Achat et location de petits outils et équipements
		Achat de vêtements et accessoires
		Achat et location de matériel et accessoires de bureau
		Système de communication
		Évaluation de la performance
		Mesures de prévention
		<b>Coûts des immobilisations en sécurité incendie (amortissement)</b>
Machinerie, outillage, équipements		
Vêtements		
Ameublement et équipement de bureau		

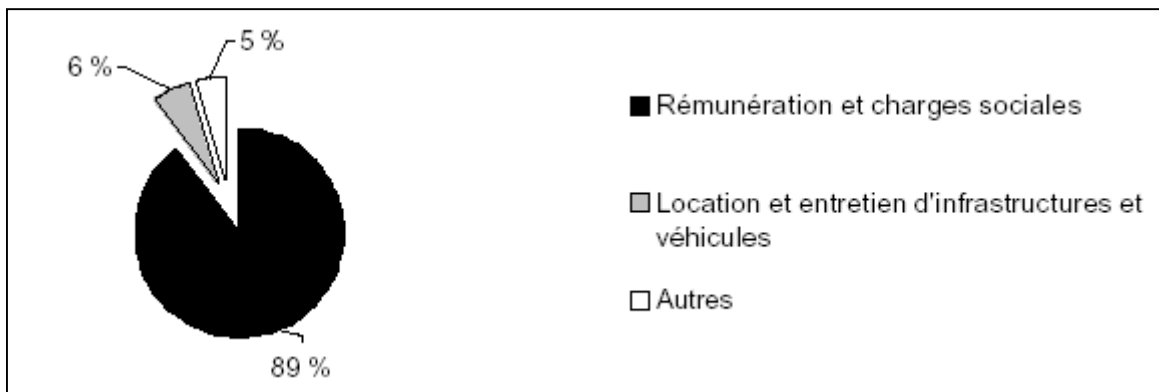
	Bâtiment	Coûts amortissement de la caserne
	Terrain	Coût de maintien du réseau d'eau *
<b>Coûts d'intervention</b>	Coût de la documentation des événements	
	Véhicule d'intervention : entretien et réparation, pièces et outillage, carburant, coordonnateur	
	Coûts de l'eau * <sup>9</sup>	

**Tableau 7 : Facteurs de coûts du Service de sécurité incendie**

On rappelle que les coûts pour les systèmes de protection incendie des structures sont à considérer lorsque l'on fait une évaluation économique des incendies, mais dans notre cas, ce sont des coûts qui vont être supportés par le secteur privé et non par le SSIM.

## 2.2 Budgets et coûts du SSIM

Le budget de fonctionnement de la Ville de Montréal de 2004 s'élève donc à 3 869 M\$. Il comprend trois grands regroupements : les arrondissements : 941 M\$, les services municipaux : 1 426M\$ et les autres postes budgétaires : 1 501M\$. Le budget du SSIM qui s'élève à 249 M\$ pour l'exercice 2004, représente 6.4% du montant du budget de la Ville. Les coûts du SSIM qui comprennent principalement la rémunération et les charges sociales et la location et l'entretien d'infrastructures et de véhicules sont répartis comme suit sur le budget de 2004.



**Figure 4 : Budget de dépenses du SSIM 2004 (Source : Budget 2004 de la Ville de Montréal)**

<sup>9</sup> (\* = non applicable à Montréal). Les coûts pour le réseau d'eau et pour l'eau proprement dite, ne sont pas à considérer dans les coûts des services incendies de la ville de Montréal. Les coûts des infrastructures et du maintien du réseau d'eau sont compris dans les taxes municipales et donc dans les dépenses de la Ville (pour le cas de Montréal, ces coûts ne rentrent pas dans le budget du Service Incendie). Ces coûts peuvent cependant être très importants comme tenu du fait que le débit doit être important et le réseau d'aqueduc adéquat. Par contre, lorsque l'on s'intéresse au coût total des feux, il faut tenir compte de l'eau.

<i>(en milliers de dollars et en années-personnes)</i>						
	\$			Année-personne		
	Comparatif 2003	Budget 2004	Écart en %	Comparatif 2003	Budget 2004	Écart en %
<b>Rémunération et cotisations de l'employeur</b>						
Cadres et contremaîtres	14 320,9	15 318,8	7,0	129,0	134,0	3,9
Professionnels et cols blancs	11 379,3	13 126,1	15,4	197,5	224,5	13,7
Cols bleus	562,6	506,7	(9,9)	10,4	9,4	(9,6)
Pompiers	180 903,9	194 608,8	7,6	2 316,5	2 283,8	(1,4)
	207 166,7	223 560,4	7,9	2 653,4	2 651,7	(0,1)
<b>Biens, services et autres objets de dépenses</b>	27 526,8	25 445,4	(7,6)			
<b>Total du budget de fonctionnement</b>	<b>234 693,5</b>	<b>249 005,8</b>	<b>6,1</b>			
<b>Total du budget d'investissement</b>	<b>10 250,0</b>	<b>9 747,0</b>	<b>(4,9)</b>			

**Tableau 8 : Dépenses par principaux objets et catégories d'emplois**  
(Source : Budget 2004 de la Ville de Montréal)

Nous constatons donc que les salaires représentent la majeure partie des coûts du Service de sécurité incendie. Ces coûts sont fixes, ils ne dépendent pas du nombre d'interventions effectuées (par contre, il dépende du nombre de pompiers et donc du niveau de service offert à la population). Par ailleurs on constate que les immobilisations pèsent peu dans les dépenses du SSIM. En effet, le SSIM gère un budget d'investissement triennal de l'ordre de 25,2 M\$, dont 9,7 M\$ en 2004. Voici le détail des investissements par projets et programmes pour le SSIM.

#### **Investissements par projets et programmes**

*(en milliers de dollars)*

Numéro	Projet	2004	2005	2006	Total
60501	Construction d'une caserne de pompiers - Rivière-des-Prairies	2 800,0	-	-	2 800,0
24007	Déménagement des ateliers - Service de sécurité incendie de Montréal	50,0	-	-	50,0
62470	Programme de protection des casernes de pompiers et des bâtiments administratifs	3 036,0	2 536,0	2 550,0	8 122,0
71080	Programme de remplacement de véhicules	2 361,0	3 998,0	3 316,0	9 675,0
62600	Remplacement et harmonisation des équipements liés à la sécurité incendie de Montréal	1 500,0	1 550,0	1 550,0	4 600,0
<b>Total</b>		<b>9 747,0</b>	<b>8 084,0</b>	<b>7 416,0</b>	<b>25 247,0</b>

**Tableau 9 : Investissements par projets et programmes** (Source : Budget 2004 de la Ville de Montréal)

Par ailleurs, il est intéressant de constater que le Service de sécurité incendie a également des revenus de 0.4M\$ qui proviennent de différentes sources telles que : la facturation de l'utilisation des pinces de

désincarcération, les cours de formation offerts aux organismes externes et les ventes de rapport incendie. Voici une répartition pour le budget 2004 des revenus du SSIM :

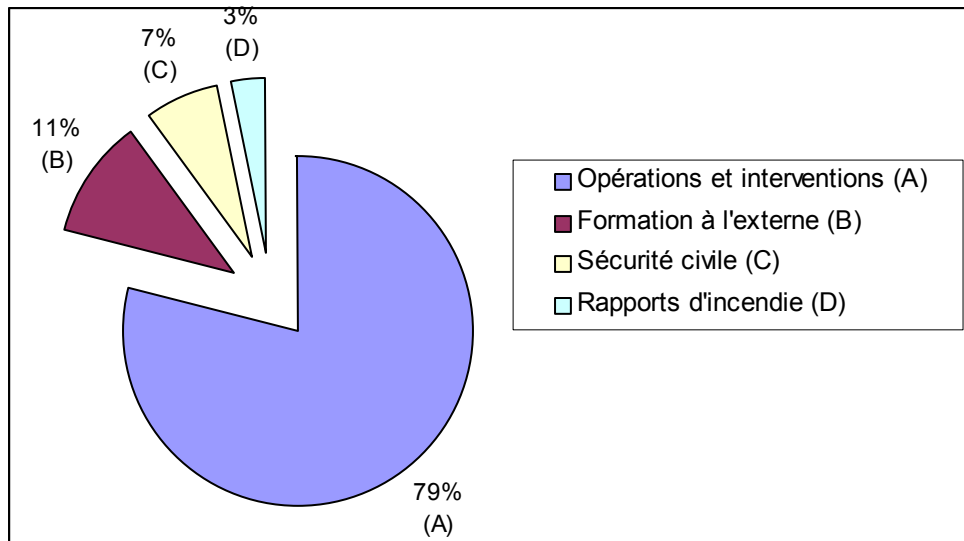


Figure 5 : Budget de recettes du SSIM 2004 (Source : Budget 2004 de la Ville de Montréal)

### 2.3 Variables qui affectent le coût économique du Service de sécurité incendie<sup>10</sup>

Les coûts du SSIM étant essentiellement des salaires (à hauteur de 90%), il est important de connaître les variables qui vont affecter ce coût puisque même si la gestion des coûts est grandement améliorée dans les 10% de dépenses autres que les salaires, cela aura peu d'impact au global. Nous allons donc chercher quels sont les facteurs qui ont une influence sur les coûts.

Trois éléments ressortent de notre réflexion et de notre revue de littérature sur ce sujet :

- Les effectifs
- Les accidents de travail
- Les fausses alarmes

<sup>10</sup> Nous allons considérer d'une façon plus large les coûts économiques qui ne comprennent pas seulement les coûts comptables mais qui comprennent aussi les coûts d'opportunité.

### 2.3.1 Effectifs (staffing)

Le nombre de pompiers va avoir une influence directe sur les coûts du Service de sécurité incendie. De nombreuses études tentent de proposer des modèles pour estimer le nombre de pompiers optimal dans un secteur précis ainsi que le nombre de casernes optimal dans une ville. Les seules informations que l'on a obtenues ne nous permettent pas de conclure sur un mode de détermination précis du niveau de service sur l'île de Montréal, qui semble très complexe. Voici quelques informations tout de même sur le niveau de service à Montréal : nous savons que le niveau de service actuel est en partie basé sur les conditions qui prévalaient avant la création du Service de sécurité incendie, par la mise en commun des effectifs et des équipements des 22 services d'incendie qui existaient avant la fusion municipale de janvier 2002, ainsi que sur les améliorations qui ont été apportées depuis la création du service<sup>11</sup>. De plus, la localisation des casernes s'explique par certains critères historiques de localisation, tels que : les limites territoriales des anciennes villes, la localisation des noyaux urbains, les besoins et la répartition spatiale de la population au moment de la construction des casernes, la topographie du territoire, les exigences et les recommandations des assureurs, etc. En outre, le niveau de service qui s'exprime en partie par la localisation des casernes, leur nombre et la force de frappe doit tenir compte de la difficulté à répondre à plusieurs appels simultanés en maintenant une couverture adéquate. À titre indicatif, il peut s'agir d'incendies ayant lieu en même temps ou d'incendie de grande ampleur (2e à 5e alarme), nécessitant l'intervention de plusieurs pompiers, soit le déplacement d'effectif et des équipements de plusieurs casernes. Les ex-villes qui ne comptaient qu'une seule caserne, à l'exemple de Hampstead ou de Côte-St-Luc, avaient des ententes d'entre-aides mutuelles.

Pour finir, le niveau de service, qui doit être approuvé par la Ville de Montréal, a une incidence sur le nombre de casernes, de véhicules et de pompiers, et donc directement sur les coûts du Service de sécurité incendie.

---

<sup>11</sup> Le niveau de service actuel est en révision. Il a été convenu qu'un comité conjoint, formé de la Direction du Service de sécurité incendie et de l'Association des Pompiers de Montréal inc. (le Syndicat des pompiers), se pencherait sur le niveau de service à offrir. Ce comité a pour mandat de procéder à une étude conjointe afin d'évaluer les effectifs, les équipements, la localisation des casernes, la force de frappe et le temps de réponse aux appels et ce, en tenant compte des normes généralement utilisées dans des services de sécurité incendie de même taille en Amérique du Nord. Les orientations et les objectifs du ministère de la Sécurité publique, dont on doit tenir compte lors de l'élaboration du schéma de couverture de risques en sécurité incendie, aideront à spécifier le niveau de service que le comité conjoint aura à déterminer et que la Ville aura à approuver.

Une diminution du nombre de pompiers par quart de travail sur toutes les casernes entraînerait une baisse des coûts mais il faudrait évaluer l'impact sur le niveau de service. Une diminution du nombre de pompiers pour le quart de travail 7h-17h (en effet, on constate clairement que le « pic » des appels incendie se situe entre 19h et 20h, alors qu'entre 4h et 14h, le nombre d'incendie est relativement faible - Rapport annuel 2001 SSIM) demanderait une réorganisation du service, à coûts identiques mais peut être pour un rapport coûts-bénéfices supérieur.

### 2.3.2 *Les accidents de travail*

Les coûts du Service de sécurité incendie peuvent également être affectés par les heures perdues à la suite d'un accident de travail. Les accidents de travail en effet génèrent des coûts directs et indirects pour le SSIM.

✚ **Les coûts directs** représentent l'ensemble des cotisations sociales versées par l'entreprise au titre des accidents de travail : paiement ou remboursement des soins de santé, indemnités journalières, rentes, frais de gestion du dossier.

✚ Une étude de l'INRS (1988) en France a permis d'élaborer une liste des catégories de **coûts indirects** les plus communément retenus. Pour une entreprise, les coûts indirects représentent « les dépenses ou manques à gagner incombant à celle-ci du fait de la survenance d'accidents et non indemnisés par l'assurance »<sup>12</sup>. Les frais de remplacement en font partie.

Le tableau suivant nous donne donc une liste de la nature des coûts indirects à considérer pour les accidents du travail (pas spécifiquement pour les pompiers):

---

<sup>12</sup> (J. Charbonnier, 1980, « L'Accident du travail et le management de la prévention » - Édition «Hommes et Techniques »)

Nature des coûts indirects	Commentaires
<p><b>2. Coûts liés à la perte de production</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrêt de travail de l'accidenté et d'autres ouvriers.</li> <li>- Diminution éventuelle du rendement du travail de la victime après la reprise de travail (incapacité partielle ou permanente, appréhension à retrouver un travail ressenti comme « dangereux »).</li> <li>- Baisse éventuelle de rendement des autres ouvriers (démotivation).</li> <li>- Produits endommagés (rebut).</li> </ul>	<p>Les coûts liés à la perte de production sont d'une manière générale difficiles à évaluer (difficulté à définir une situation de référence - cf. tableau I).</p> <p>De plus,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment évaluer précisément la part de l'accident du travail dans une baisse de rendement alors que cette baisse peut également être due à une mauvaise organisation du travail, par exemple?</li> <li>• Comment comptabiliser une perte de production? Même si l'on ne tient pas compte du temps perdu déjà chiffré dans les coûts salariaux, cette perte est fonction à la fois : <ul style="list-style-type: none"> <li>- des quantités de produits perdus à cause de l'accident (et des événements qui lui sont concomitants);</li> <li>- du bénéfice unitaire escompté.</li> </ul> </li> </ul> <p>Or, le bénéfice de l'entreprise n'est pas une fonction linéaire du niveau de production, d'autres facteurs interviennent qui sont indépendants de la production.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Et si l'entreprise connaît un gain de productivité consécutif à l'accident parce qu'on aurait remplacé une machine détériorée, faut-il en tenir compte et quelle référence adopter en l'occurrence?</li> </ul>
<p><b>3. Coûts matériels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remise en état du poste de travail de la victime.</li> <li>- Réparation ou remplacement des outils ou machines endommagés en amont ou en aval de ce poste.</li> </ul>	<p>Comment évaluer financièrement un changement de machine? A sa valeur d'usage ou sa valeur de renouvellement? On pourrait certes faire intervenir un coefficient d'actualisation et tenir compte du degré d'obsolescence du matériel à changer; mais si ce matériel était déjà amorti en totalité lors de l'accident, y a-t-il eu réellement perte pour l'entreprise? Par ailleurs, la détérioration de la machine peut avoir été une des causes et non une des conséquences de l'accident : son remplacement ne peut plus alors être considéré comme un coût indirect.</p>
<p><b>4. Coûts administratifs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frais d'enquête.</li> <li>- Embauche et formation de remplaçant(s), définitif(s) ou temporaire(s).</li> <li>- Réorganisation de la production.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les frais de réorganisation ne peuvent pas être comptabilisés comme des pertes si celle-ci aboutit à une meilleure productivité.</li> </ul>
<p><b>5. Coûts comptables</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assurances : le salaire des remplaçants vient augmenter la base du calcul de certaines assurances sur la masse salariale.</li> <li>- Honoraires d'experts.</li> </ul>	
<p><b>7. Coûts répressifs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sanctions pénales (amendes, prison) prononcées à l'encontre des responsables hiérarchiques et supportées par l'entreprise.</li> <li>- Cotisations supplémentaires aux Caisses d'assurance et pouvant atteindre 200 % des cotisations appliquées habituellement.</li> <li>- Réparations complémentaires exigées en cas de faute inexcusable de l'employeur.</li> </ul>	<p>Les augmentations de cotisations sociales ne sont pas toujours strictement dues à l'accident du travail, elles peuvent en effet être exigées pour défaut de prévention.</p>
<p><b>9. Coûts de prévention</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation à la sécurité et propagande pour la prévention.</li> <li>- Renforcement des moyens de contrôle dans l'entreprise.</li> <li>- Salaires et équipement en matériel des services médicaux et de sécurité.</li> </ul>	<p>Les coûts de prévention ne peuvent être totalement inclus dans les coûts indirects car ils représentent une charge fixe pour l'entreprise, qu'il y ait ou non accident du travail (sauf le cas des frais occasionnés par les instances de sécurité : CHSCT, pour dépassement des crédits d'heures statutaires).</p>



<p><b>10. Autres coûts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altération du climat social dans l'entreprise (grèves, revendications syndicales...),</li> <li>- Fuite de la main-d'œuvre devant une situation de travail considérée comme dangereuse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'altération du climat de l'entreprise due à l'accident se répercute évidemment sur la production, mais comment la quantifier? (cf. remarques sur coût de perte de production).</li> <li>- Comment chiffrer de même les coûts de fuite de main-d'œuvre : même si un ouvrier prétend que c'est par appréhension qu'il quitte l'entreprise, comment être certain que cette cause est unique?</li> </ul>
---	--

**Tableau 10 : Nature des coûts indirects d'un accident de travail (INRS, 1988)**

Certains des coûts indirects listés dans ce tableau ne s'appliquent toutefois pas directement au SSIM comme les coûts commerciaux. Par contre l'un des coûts des accidents de travail qui n'est pas à négliger est le coût de la prévention (cf. point 9 dans le tableau précédent). En effet l'étude de l'INRS propose d'associer aux coûts indirects des accidents certaines décisions de gestion.

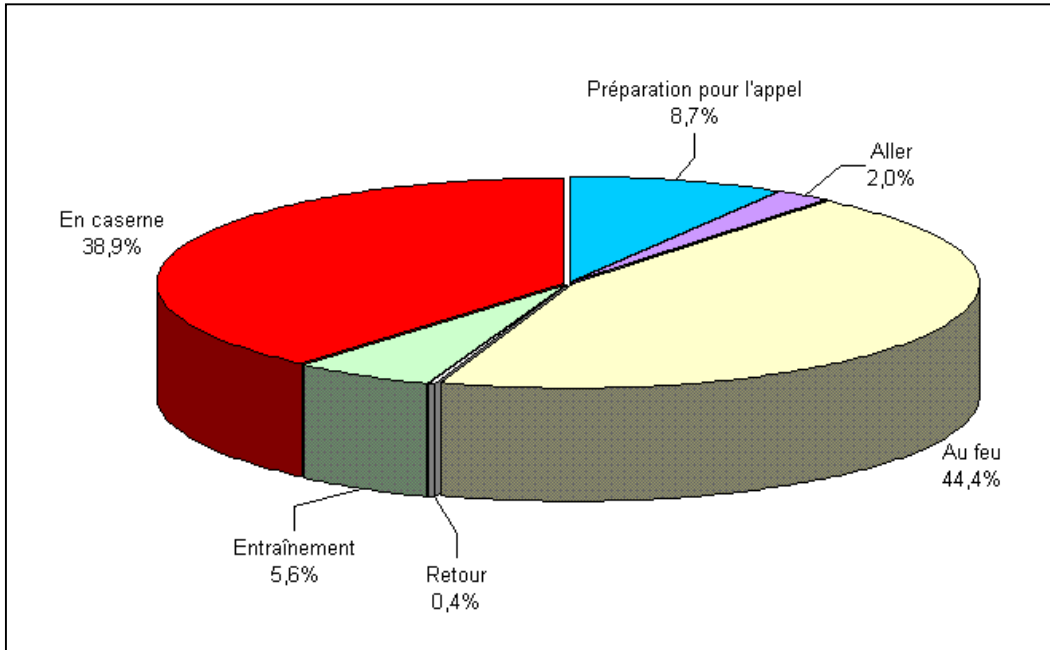
Ainsi, ils ont proposé l'établissement d'une relation fonctionnelle entre le coût de la prévention et le coût de l'accident. « En pratique, il est difficile de séparer dans l'ensemble des coûts ceux relatifs à la prévention et ceux relatifs à l'accident. En effet, une dépense peut être faite dans un souci de prévention, mais représenter en même temps un investissement productif. » (INRS, 1988). De ce fait, on peut dire que le coût de l'accident peut être représenté comme une fonction décroissante du coût de la prévention. (INRS, 1988)

### Nature des accidents de travail

Il est évident que les risques en intervention (troubles physiques dus à la chaleur et au froid, exposition à des liquides biologiques, etc..) pour les pompiers sont importants, nous le verrons d'ailleurs plus en détails au chapitre 3. Cependant, lorsque l'on regarde les statistiques, on s'aperçoit que les accidents de travail ne se produisent pas forcément au feu, mais également en caserne, ou sur la route.

En 2002, il y a eu 252 accidents de travail <sup>13</sup> (source : rapport annuel 2002 SSIM). 55% % des accidents de travail peuvent être considérés comme survenus lors d'interventions et 45% ne sont pas survenus lors d'interventions proprement dites. Voici la répartition des activités des pompiers au moment de leur accident. Cela pourrait peut-être correspondre à un aspect à améliorer.

<sup>13</sup> ce qui représente plus de 50 000 heures perdues



**Figure 6 : Activités des pompiers au moment de leur accident de travail**  
 (Source : Note de service SSIM, Direction, 16 février 2004)

Lorsque l'on compare ces données avec des statistiques françaises par exemple, on s'aperçoit également que le coût des accidents de travail est non négligeable et que la situation est semblable à celle de Montréal. En effet, en 2002, le total des indisponibilités pour « jours d'arrêt de travail » des sapeurs-pompiers professionnels en France<sup>14</sup>, toutes causes confondues, correspond à près de 500 000 journées, soit près de 8 % des effectifs professionnels nationaux [soit 2 500 équivalents-temps-plein (représentant un coût salarial de 115 M€ sans compter les dépenses associées de sécurité sociale)], dont plus de 120 000 journées (24%) pour les accidents en service, et 250 000 jours d'arrêt maladie (51%) (Ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales – direction de la défense et de la sécurité civiles, 2003). La répartition des causes d'accidents de travail en France semble également se rapprocher de celle de Montréal :

<sup>14</sup> Grossièrement, cela donne 12 000 000 heures perdues pour un total de 250 000 sapeurs-pompiers français (environ 48h/pompier) alors qu'à Montréal, on a 50 000 heures perdues pour 2284 pompiers (22h/pompier). Ces chiffres sont grandement à nuancer puisque l'on considère l'ensemble des pompiers français, or la grande majorité sont des volontaires.

SP professionnels	
Accidents	Nombre
Opérations	2 485
Manceuvres	699
Trajets A/R interventions	174
Trajets domicile / CIS	328
Sports	3 407
Autres	1 813
<b>Total</b>	<b>8 906</b>

**Tableau 11 : Répartition des accidents de service des sapeurs-pompiers professionnels en France**  
(Source : Ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales – direction de la défense et de la sécurité civiles, 2003)

### 2.3.3 Les fausses alarmes

D'après le rapport annuel du SSIM, en 2002 à Montréal, il y a eu 12 156 alarmes et 967 fausses alertes qui ont entraîné une sortie de la part des pompiers alors qu'il n'y avait pas d'incendie. Ceci est généralement considéré comme étant un coût faible pour le Service de sécurité incendie, bien que le nombre de fausses alarmes dues à des appareils défectueux est en augmentation. Il serait cependant intéressant de connaître la part des incendies qui ont été détecté par une alarme incendie.

Il est difficile de mesurer le coût économique de fausses alarmes, mais le coût pour les entreprises est également élevé, et il y a toujours la perte potentielle de la vie dans le cas où les pompiers ne pourraient pas atteindre un vrai incendie parce qu'ils se sont occupés d'une fausse alarme incendie. Ces fausses alarmes représentent donc à la fois un coût pour le Service de sécurité incendie (coût d'une sortie sans intervention) mais aussi un coût pour la société (interruption d'affaire, évacuation...).

#### **Le coût d'une fausse alarme pour le Service de sécurité incendie**

Il s'agit du coût d'une intervention inutile. Il peut être estimé en additionnant le coût de l'essence (pour se rendre sur les lieux), le coût de l'usure des véhicules ainsi que le coût d'opportunité (cela aurait été plus efficace et rentable pour les pompiers de faire de la prévention par exemple ou

encore d'aller sur une autre « vraie » intervention, plutôt que de sortir pour une fausse alarme). Nous pourrions donc aussi évaluer le coût moyen d'une sortie pour une fausse alarme en se basant sur le temps perdu par les pompiers. En utilisant une approximation de 30 min par sortie due à une fausse alarme<sup>15</sup>, cela représente un total de 6078 heures perdues<sup>16</sup>.

Toutefois, il est vrai que toutes ces heures ne représentent pas forcément pour les casernes des heures productives (donc pas toutes des heures perdues). Cependant, plusieurs de ces heures pourraient être employées bien plus efficacement si le nombre de fausses alarmes était réduit. En outre, les fausses alarmes mettent également le public et les pompiers en danger alors que les casernes répondent et affectent des ressources matérielles et du personnel à un moment où les pompiers pourraient être sollicités pour répondre à une véritable urgence. Il s'agit d'un gaspillage de ressources du Service de sécurité incendie au coût d'autres fonctions essentielles (par exemple sécurité et formation au feu de la communauté). Le Service de Police de la Ville de Montréal (SPVM) impose une tarification en fonction de la nature des fausses alarmes et de leur fréquence.

### **Le coût d'une fausse alarme pour la société**

Il regroupe autant les coûts liés aux interruptions d'affaires, aux évacuations, etc.... En effet, un travailleur normal passe une 1/2h à 1h interrompu par une fausse alarme (Schaenman & al., 1994). Les fausses alarmes créent des interruptions substantielles dans les processus de fabrication et dans les processus commerciaux ayant pour résultat un coût important pour l'industrie et le commerce. Ces coûts devraient donc être pris en compte dans une analyse coûts-bénéfices.

Pour conclure, les sorties dues aux fausses alarmes entraînent aussi <sup>17</sup> un effet de démoralisation sur le personnel du Service de sécurité incendie qui participent à un grand nombre d'appels qui sont en fait des fausses alarmes et une perte de confiance des utilisateurs en la valeur et la fiabilité des systèmes d'alarmes incendies. De plus, trop de fausses alarmes incendie peuvent compromettre la sûreté des occupants, qui peuvent ne pas réagir correctement quand le système répond à un vrai incendie s'ils ont déjà subi un certain nombre de fausses alarmes.

---

<sup>15</sup> Cette approximation du temps de sortie pour une fausse alarme est tiré du rapport « Reduction through partnership : Reducing false alarms», Home Office, mars 2001.

<sup>16</sup> Pour connaître le nombre total d'heures de travail perdues par le service incendie, ce chiffre doit être multiplié par le nombre de pompiers moyens impliqués dans chaque fausse alarme.

<sup>17</sup> « Reduction through partnership : Reducing false alarms», Home Office, mars 2001.

### **3 Impacts potentiels des incendies**

Il est important d'identifier l'impact potentiel des incendies en terme de dommages matériels et humains car cela va nous permettre d'identifier les coûts que l'on peut « sauver » en diminuant le nombre d'incendies et en intervenant de la façon la plus efficace possible. Ces coûts « évités » devront être comptabilisés dans les bénéfices de notre analyse économique de l'existence et l'efficacité d'un Service de sécurité incendie.

Il est important de bien distinguer les dommages directs (dommages matériels, des dommages à la vie humaine et des dommages à l'environnement) des dommages indirects (impacts économiques de l'incendie à la fois pour les entreprises et pour les particuliers)<sup>18</sup>. Ainsi, les bénéfices directs seront directement liés à la baisse du nombre et de l'ampleur des incendies et se caractériseront donc par une diminution des dommages matériels, des dommages à la vie humaine et des dommages à l'environnement. Ce sont les conséquences les plus visibles de l'incendie. Les bénéfices indirects ou induits, par contre, ne résultent pas à proprement parler de l'incendie. Ils sont essentiellement liés aux impacts économiques de l'incendie à la fois pour les entreprises et pour les particuliers.

Pour estimer les bénéfices (ou les coûts évités), il faudrait évaluer le montant annuel des dommages suite à des incendies (il permettra de connaître combien l'ensemble des installations va épargner en évitant les accidents ou en diminuant la probabilité qu'ils surviennent) puis trouver une façon d'évaluer le pourcentage de réduction des dommages associé à la présence d'un Service de sécurité incendie. Étant donné qu'il semble très difficile d'évaluer les bénéfices directs de la sorte, nous allons plutôt nous attacher à donner, en fonction des catégories de bénéfices, des exemples et des ordres de grandeurs de coûts évités.

Les études sur les bénéfices indirects des Services de sécurité incendie sont peu nombreuses, mais il n'y a aucun doute pourtant qu'ils sont très significatifs pour les entreprises (entre autre, baisse des primes d'assurance) et pour la société aussi (baisse du coût du développement durable). Les tableaux suivants permettent de ventiler les dommages liés à la survenance des incendies et ainsi les

---

<sup>18</sup> Toutefois, les dommages indirects semblent être plus difficiles à identifier.

différents bénéfiques que l'on peut retirer de la présence d'un Service de sécurité incendie. Nous les détaillerons par la suite. Ces tableaux ont été obtenus en combinant les résultats de différentes études internationales : Danish Emergency Management agency (2001), Weiner (2001), Hall (2001), Ramachandran G. (1998), Schaenman P. and al. (1994), Roy (1997).

<b>COÛTS DIRECTS DES INCENDIES</b> <b>(COÛTS DIRECTS ÉPARGNÉS = BÉNÉFICES DIRECTS)</b>	
<b>(Réduction du) nombre d'accidents</b>	
<b>(Réduction des ) dommages à la santé</b>	
<b>En cas de décès :</b>	Coût d'une vie
	Dépenses médicales
	Coûts funéraires
<b>En cas de blessures</b>	Dépenses médicales
	Coûts de la douleur
<b>(Réduction des) dommages matériels</b>	
Coût de remplacement de propriété endommagée	
<b>(Réduction des) dommages à l'environnement</b>	
Coûts liés aux impacts environnementaux (mais ceux-ci sont limités en milieux urbains, cela pourrait être par exemple la destruction des parcs et espaces verts)	

Tableau 12 : Coûts épargnés et bénéfices directs dus à la présence des Services de sécurité incendie

<b>COÛTS INDIRECTS DES INCENDIES</b> <b>(COÛTS ÉPARGNÉS INDIRECTS = BÉNÉFICES INDIRECTS)</b>	
<b>(Réduction des) pertes économiques pour les entreprises</b>	
<b>Effets financiers</b>	Pertes d'exploitation
	Dépenses de relocalisation temporaire
	Pertes secondaires pour les entreprises dépendantes
	Dommages en responsabilité (coûts légaux)
	Perte de retour sur l'investissement de capital d'équipement
	Perte de pouvoir d'acquisition financière des brevets
	Perte de la valeur de la publicité passée
	Perte de données non remplaçables
	Baisse des revenus du tourisme en cas de destruction environnementale et destruction de bâtiments historiques et patrimoniaux
	Baisse des primes d'assurance
<b>Effets sur les employés</b>	Augmentation le coût de la formation de nouveau personnel et les coûts d'embauche
	Perte de personnes clés

	Baisse du moral des employés
<b>Effets sur la production</b>	coût d'enquête sur les accidents, les rapports des Services de sécurité incendie
	Temps passé à contrôler les relations avec les clients – public
	baisse des prix pour compenser les retards
<b>Effets sur les marchés</b>	Perte de part de marché
	Perte de fournisseurs
	Perte de réputation
	Perte de ventes
<b>(Réduction des) pertes économiques pour les particuliers</b>	
Réduction des pertes de revenus	
Réduction des dépenses de logement temporaire	
Réduction des dépenses pour vivre après le sinistre	
Diminution des primes d'assurance	

Tableau 13 : Coûts épargnés et bénéfices indirects dus à la présence des Services de sécurité incendie

### 3.1 Impacts directs : les dommages humains, matériels et environnementaux

À Montréal, les pertes directes reliées à des incendies sont relativement élevées : les dommages estimés aux bâtiments s'élèvent à plus de 34 millions de \$ et les dommages au contenu à 11 millions de \$ pour l'année 2002<sup>19</sup> (estimations tirées du rapport annuel 2002 du SSIM). En outre, en 2002, 16 Montréalais ont perdu la vie dans un incendie, 56 ont été brûlés, 19 blessés et 36 asphyxiés. Nous allons reprendre les 3 types de dommages directs associés à un incendie : à la santé, matériels et environnementaux.

#### 3.1.1 Dommages à la santé humaine et décès

Il est indéniable que la présence d'un Service de sécurité incendie permet de diminuer le nombre de décès liés au feu (l'objectif zéro ne peut bien sûr pas être atteint : il faut considérer les suicides, les meurtres, les explosions, les accidents etc...). L'examen de plusieurs études dans le chapitre suivant permettront en outre de mettre en évidence des facteurs internes (temps de réponse, type d'agent extincteur, etc.) au Service de sécurité incendie qui vont avoir un impact sur la diminution du nombre de décès.

<sup>19</sup> Il faut cependant prendre ces chiffres avec du recul, compte tenu du fait, comme dit précédemment, que les pertes sont souvent sous évalués par les pompiers.

Le bénéfice d'une réduction du risque de décès est très délicat à chiffrer. Et pourtant, on ne fera jamais tout ce qui est possible pour réduire à zéro le risque de décès, vu que le coût en serait prohibitif. Des arbitrages concernant les dépenses de réduction du risque de décès sont faits régulièrement dans toutes sortes de domaines (sécurité dans les usines, sécurité routière, sécurité incendie, additifs alimentaires, vaccination, etc.). Dans tous ces domaines, le risque zéro n'existe pas et il faut donc savoir jusqu'où il convient d'aller dans sa réduction. (SECO, 2002)

Pour un économiste, la valeur d'un bien ou d'un service découle de sa rareté. Lorsqu'il existe un marché pour un bien ou un service (bien ou service « marchand »), sa rareté est mesurée par son prix. Pour d'autres types de biens (biens « non marchands »), il n'existe tout simplement pas de marché (comme par exemple les biens d'environnement ou cas extrême, la vie humaine), et les économistes ont recours à d'autres méthodes d'évaluation. Nous allons décrire brièvement chacune de ces méthodes.

### *3.1.2 Méthodologie d'évaluation du prix d'une vie humaine*

La question de la valorisation de la vie humaine qui mélange parfois des arguments politiques aux arguments économiques continue de faire l'objet de nombreux débats<sup>20</sup>. Plusieurs se sont demandés jusqu'à quel point une intervention qui sauve des vies humaines était justifiée. A titre d'exemple (cf. Tableau 14), les divers gouvernements dans le monde utilisent plusieurs montants, qui peuvent être très différents (de 370 000 à 33,6 millions de dollars canadiens). Mais il apparaît nécessaire de réaliser une analyse économique des Services de sécurité incendie afin de pouvoir comparer les bénéfices aux coûts (cf. chapitre 5 et 6). Il existe plusieurs méthodes d'évaluation du prix de la vie humaine. Nous allons présenter les méthodes les plus utilisées d'une manière générale pour les ACB et nous discuterons de la pertinence de chacune pour notre présente étude.

---

<sup>20</sup> Il existe une littérature abondante sur ce sujet. Voir Michaud, P-C, 2001, « *Évaluation des bénéfices des projets impliquant la sauvegarde des vies humaines : une meta-analyse* », Rapport d'étude, HEC. De plus, l'idée même de donner une valeur monétaire à la vie humaine peut sembler inacceptable et l'on peut penser que les bénéfices de tout projet épargnant une vie humaine seront nécessairement supérieurs aux coûts. Toutefois, peu d'articles traitent de la valorisation de la réduction du nombre de blessés.



### L'approche nette du capital humain

Jusqu'au début des années 70, l'approche adoptée était celle du capital humain. Ainsi ce qu'un individu apporte à la collectivité en terme de richesse correspond à la valeur qu'il représente pour cette dernière. Cette valeur est celle que la société accorde à la vie d'un individu (et non pas pour lui-même). La valeur accordée à la vie d'un individu est donc celle correspondant à sa contribution au bien-être de la société, bien-être considéré comme étant la production ou la richesse qu'un individu procure à celle-ci.

On calcule la perte d'une vie humaine  $V$  à l'âge  $\tau$  par l'espérance de ses revenus nets actualisés :

$$V_{\tau} = \sum_{t=\tau}^{\infty} P_{\tau}^t (Y_t - C_t) (1+r)^{-(t-\tau)}$$

avec  $P_{t=\tau}^{\infty}$  la probabilité au temps  $\tau$  que l'individu survive jusqu'au temps  $t$ ,  $Y_t$  le revenu de l'individu à la période  $t$ ,  $C_t$  la consommation à la période  $t$  et  $r$  le taux d'actualisation. Il s'agit donc de la valeur actualisée de tous les flux nets futurs qu'un individu apporte à la société. Toutefois, cette méthode n'est pas vraiment utilisable pour un individu qui est à un stade de sa vie où il ne contribue plus à l'accumulation de richesse mais consomme toujours des ressources (on obtiendrait une valeur négative).

Schelling (1968) et surtout Mishan (1971) ont critiqué cette approche et ont fait remarquer que les projets qui entraînent des pertes de vies humaines occasionnent des modifications de la probabilité de survie. Pour eux, la valeur de la vie basée sur la perte productive n'est qu'une borne inférieure à la valeur que les individus accordent à celle-ci. Ainsi il faudrait chercher à évaluer combien les individus sont prêts à payer pour augmenter leur probabilité de survie ou combien exigeraient-ils en dédommagement pour voir leur probabilité de survie diminuer. La méthode contingente ou la fonction hédonique des salaires pourraient permettre d'évaluer un tel montant.

### L'évaluation contingente

L'évaluation contingente (EC) peut être utile pour les types de problèmes liés à la qualité de l'air ou de l'eau, à la conservation du patrimoine naturel, aux risques pour la vie et la santé. L'évaluation

contingente peut alors, lorsque le marché ne fournit pas les prix, apporter un début de solution. Il faut alors chercher à déterminer des prix « fictifs » sur un marché hypothétique, c'est à dire essayer de connaître le prix que les individus seraient disposés à payer pour augmenter leur probabilité de survie.

L'EC consiste essentiellement à découvrir ces montants en posant explicitement ces questions à des individus. Trois procédures différentes peuvent être retenues lors de la formulation des questions contenues dans l'enquête. D'abord ces questions peuvent être de type ouvert, c'est à dire qu'on demande directement à l'individu ce qu'il est prêt à payer pour diminuer la probabilité d'accident. Les questions peuvent être également avoir une structure itérative, c'est à dire qu'un montant initial est suggéré au répondant et que ce montant est négocié jusqu'au moment où l'on atteint le montant jugé correct par le répondant. Enfin, les questions peuvent être de type fermé ; l'individu doit alors répondre par oui ou par non, selon qu'il consent à payer le montant qu'on lui suggère. La valeur retenue dans l'analyse coûts-avantages est la valeur moyenne fournie par ceux qui ont répondu au questionnaire.

Pour donner un exemple à ce concept : si  $n$  individus répondaient au questionnaire en disant qu'ils seraient prêts à payer 1500 \$ pour réduire leur risque de décès dans un incendie de une chance sur 500 à une chance sur 1000, alors, on comprend que ces gens évaluent une vie sauvée à 1500\$ par 1/1000 de vie, c'est à dire, 1 500 000\$ par vie. Les 1 500 \$ représentent le prix que les gens sont prêts à payer pour investir dans la sécurité incendie, afin que soit réduit le risque qu'ils décèdent. On pourrait à l'extrême être prêt à payer pour avoir un pompier devant chaque maison.

L'EC a l'avantage de pouvoir s'adapter à une vaste gamme de situations. Toutefois, de nombreux auteurs ont attiré l'attention sur l'existence de biais dans le processus de révélation des dispositions à payer ou des exigences de recevoir. Samuelson (1954)<sup>21</sup> a le premier évoqué l'éventualité de biais stratégique qu'il définit comme la possibilité que le répondant sous-estime l'intérêt que représente l'investissement à ses yeux. Cet individu compte ainsi que les autres répondants vont financer à sa place cet investissement et que sa contribution sera inférieure à l'équivalent monétaire de sa satisfaction réelle.

---

<sup>21</sup> Samuelson, P. A. The pure theory of public expenditure. In: Review of economics and statistics, 1954, S. 332-338.

Lorsque l'on utilise cette méthode, il est bon de garder à l'esprit que différents éléments peuvent influencer la perception du risque de décès par la population, comme le risque initial, la nature volontaire du risque (un risque volontaire est plus acceptable qu'un risque involontaire), ou d'autres caractéristiques (âge, sexe, adoption de comportement sécuritaire, etc.).

### **Méthode des prix hédoniques**

Cette méthode permet d'évaluer l'incidence du risque sur les prix (salaires des travailleurs d'une entreprise, prix des terrains,...). On peut étudier par exemple les variations de salaires constatées entre différentes fonctions et localités : on analyse toutes les raisons possibles des ces écarts de salaires (âge, niveau de qualification, etc..), et toute différence résiduelle peut alors être attribuée à la prime correspondant au risque encouru. La théorie veut que les mécanismes du marché du travail ajustent les salaires à la hausse pour compenser l'exposition des travailleurs à des risques ou à des risques liés à l'environnement. On parle alors de l'incidence des risques sur les salaires.

La méthode hédoniste permet donc de déduire la valeur statistique de la vie humaine à partir des primes existant dans les métiers à risque.

La méthode hédoniste peut aussi s'appliquer à la valeur d'un terrain. Dans ce cas-là cependant, pour que cette méthode soit applicable aux besoins du Service de sécurité incendie, il faut être certain que l'augmentation du niveau de sécurité incendie dans la zone considérée va influencer le prix du terrain. En outre, il reste tout de même difficile à mesurer la valeur d'un bien tel la sécurité, qui n'est pas explicitement fixée à travers un marché institutionnel comme l'est le salaire par exemple. Pour illustrer ce concept, prenons l'exemple d'un terrain qui serait à proximité d'une caserne. Son prix va être plus élevé que le même terrain sans caserne à proximité, étant donné que la caserne de pompiers vient diminuer les risques.

Le Tableau 14 donne un aperçu des différents montants attribués à la vie humaine par différents gouvernements dans le monde :

PAYS	MÉTHODE	ANNÉE RÉFÉRENCE	VALEUR UTILISÉE <sup>22</sup>
Canada	DAP <sup>23</sup>	1991	3 498 900
Suisse	DAP et CH <sup>24</sup>	1988	3 270 000
États-Unis FAA	DAP et CH	1989	3 128 300
États-Unis FHWA	DAP	1988	2 997 500
Finlande	DAP et CH	1990	2 746 800
États-Unis DOT	DAP	1989	1 994 700
Royaume-Uni	DAP	1990	1 842 100
Suède	DAP et CH	1990	1 787 500
Nouvelle-Zélande	DAP	1991	1 536 900
Allemagne	CH	1992	1 166 300
Australie	CH	1989	719 400
Norvège	CH	1988	599 500
France	CH	1994	479 500

**Tableau 14 : Comparaison internationale des valeurs de la vie humaine utilisées**  
 (Source : Tremblay, Pierre. La valeur associée à la sauvegarde d'une vie humaine dans le cadre de projets routiers. Université de Sherbrooke. 1995 p23)

On constate évidemment que les pays utilisant comme méthode de détermination du coût de la vie humaine la DAP lui accorde une plus grande valeur.

Au Canada, plusieurs études sont utilisées dépendamment du type de projet considéré. Le coût d'une vie semble être toutefois toujours supérieur aux valeurs figurant dans le tableau précédent. « Deux études contingentes ont été menées : celle de Krupnick<sup>25</sup> et al. (2000) en Ontario et celle de Belhadji<sup>26</sup> (1994) à Montréal. Cinq études ont utilisé l'approche hédoniste et en arrivent à un intervalle relativement restreint [4,51-7,97 millions]. » (Michaud, 2001). Avec ces sept estimations

<sup>22</sup> Valeurs en dollars canadien de 1994, indexées pour l'inflation en utilisant l'IPC

<sup>23</sup> DAP : Disposition à payer (évaluation contingente)

<sup>24</sup> Capital Humain

<sup>25</sup> Krupnick, A., M. Cropper, A. Alberini, R. Goeree, M. Heintzelman, B. O'Brien, et N. Simon (2000) : "Age, Health, and the Willingness to pay for Mortality Risk Reductions : A Contingent Valuation survey of Ontario Residents," Document de travail Discussion Paper 00-37, Resources for the Future, Washington.

<sup>26</sup> Belhadji, E. (1994) : "Étude sur la valeur de la vie et de la sécurité : théorie et application au transport," Thèse de doctorat, Université de Montréal C.R.T CRT-94-62, Thèse de doctorat.

on obtient « une valeur statistique moyenne d'une vie humaine de 4,69 millions (\$CAN 2000). Notons que l'étude québécoise de Cousineau<sup>27</sup> et al. (1991), qui utilise l'approche hédoniste, obtient un résultat de 4,51 millions, ce qui est très près de cette moyenne. »(Michaud, 2001)

Tentons de faire une estimation du coût relié aux décès dans les incendies à Montréal en 2002. On rappelle qu'il y a eu 16 morts sur l'île de Montréal en 2002. Ainsi, si l'on considère le coût moyen de 4,69 millions de \$CAN 2000 mis en évidence par Michaud (2001), une estimation très grossière des coûts pour la société s'élèverait à **75 millions de \$CAN pour Montréal en 2002, uniquement pour les décès** de l'incendie. Ceci représente un coût 66% (1.6 fois) plus élevé que le total des dommages aux bâtiments et au contenu des bâtiments pour l'année 2002 (égal à 45millions de \$CAN).<sup>28</sup>

### 3.1.3 Coûts en cas de blessures

Pour évaluer les bénéfices d'une réduction du risque de maladie ou de blessure, il faut d'abord chiffrer la diminution du risque (*nombre d'accidents ou de maladies évités*). On peut ensuite estimer les coûts directs évités par une réduction du risque.

Il s'agira notamment : des frais médicaux évités, des dépenses de prévention évitées et des pertes de production évitées (qu'on peut mesurer par le salaire plus les charges sociales). Ces coûts sont relativement faciles à chiffrer comparativement aux coûts d'une vie humaine. Cependant, l'analyse ne serait pas exhaustive si l'on n'incluait pas en plus les *coûts non monétaires* : coût de la douleur physique et morale, modification du style de vie, charge pour les proches du malade. (SECO, 2002). En effet, ces coûts peuvent augmenter la propension des individus à souhaiter (et peut-être à payer) pour un service particulier qui leur permettrait de réduire ou d'éviter de telles blessures. Pour estimer ces coûts, les méthodes mentionnées dans le paragraphe précédant (méthode hédoniste et évaluation contingente) devraient être utilisées.

---

<sup>27</sup> Cousineau, J., R. Lacroix, et A. Girard (1991) : "Occupational Hazard and Wage Compensating Differentials," Review of Economics and Statistics, pp. 221– 256.

<sup>28</sup> On peut nuancer un peu cette comparaison, étant donné que les pertes matérielles sont celles estimées par les pompiers et que celles-ci sont souvent sous-évaluées.

Nous allons maintenant passer en revue quelques études qui se sont penchées sur l'estimation du coût des blessures.

**✚ Une étude canadienne sur les coûts des soins de santé reliés aux incendies (attribuables à la cigarette)**

L'ensemble des éléments introduits dans cette section proviennent de l'étude réalisée par Santé Canada sur les risques d'incendie posés par la cigarette<sup>29</sup>. Les valeurs sont fondées sur des données obtenues par Miller et al., dans une étude de 1993 sur les coûts sociaux des incendies déclenchés par la cigarette aux États-Unis. L'étude sépare les blessures subies par les pompiers des blessures subies par les civils.

➤ ***Blessures subies par les pompiers***

Miller et al. (1993) estiment que le coût du traitement des blessures n'entraînant pas la mort chez les pompiers se situe en moyenne à 1 679 \$ (dollars canadiens de 2002) par cas<sup>30</sup>. Cette valeur est beaucoup plus faible que les coûts qui vont être mis en évidence par la suite pour les civils, mais il faut toutefois considérer que les pompiers sont moins susceptibles que les civils de subir des brûlures graves ou d'autres blessures lors d'un incendie, parce qu'ils sont vigilants, bien protégés et bien entraînés.

➤ ***Blessures subies par les civils***

L'étude différencie les coûts des soins de santé en fonction de la nature (brûlure, anoxie<sup>31</sup> et autres blessures causées par les incendies attribuables aux cigarettes) et de la gravité (nécessitant ou non une hospitalisation) des blessures.

**Blessures graves nécessitant l'hospitalisation** : ces coûts comprennent les frais acquittés après l'admission dans des hôpitaux et maisons de soins infirmiers, ainsi que le coût général du traitement initial en salle d'urgence.

---

<sup>29</sup> « Évaluation économique de la proposition réglementaire de Santé Canada visant à réduire les risques d'incendie posés par la cigarette » (2004).

<sup>30</sup> Miller et al. (1993) estiment en réalité ce coût à 1 093 \$ (dollars américains de 1992). Dans l'étude de Santé Canada (2004), cette valeur est convertie en dollars canadiens à l'aide de l'indice de la PPA et ajustée pour tenir compte de l'inflation en dollars de 2002 à l'aide de l'indice du coût des soins médicaux (MCI - Medical Cost Index). Tous les coûts en \$ canadiens qui seront énoncés dans le cadre de cette étude auront été converti de la même façon.

<sup>31</sup> L'anoxie correspond à l'absence transitoire ou définitive d'apport ou d'utilisation d'oxygène au niveau d'une cellule, d'un tissu ou de l'organisme entier

Élément du coût	Anoxie	Brûlures	Autres blessures
Salle d'urgence <sup>a</sup>	\$459	\$459	\$459
Hospitalisation	\$7,318 <sup>b</sup>	\$78,279 <sup>c</sup>	\$21,504 <sup>d</sup>
Total	\$7,777	\$78,738	\$21,963
<sup>a</sup> Miller et al. (1993) : 299 (en dollars américains de 1992). Exclut les soins de suivi. <sup>b</sup> Miller et al. (1993) : 4 764 (en dollars américains de 1992). <sup>c</sup> Miller et al. (1993) : 50 963 (en dollars américains de 1992). <sup>d</sup> Miller et al. (1993) : 14 000 (en dollars américains de 1992).			

**Tableau 15 : Coût du traitement des blessures graves nécessitant l'hospitalisation chez les civils (en dollars canadiens de 2002) (Source : Santé Canada, 2004)**

Blessures graves ne nécessitant pas l'hospitalisation : Miller et al. (1993) estiment le coût moyen du traitement des brûlures en salle d'urgence, y compris le coût des soins de suivi à 1072\$ par cas (dollars canadiens de 2002). Ce même montant est utilisé pour l'anoxie. Pour les autres blessures, ils font une estimation générale du coût des autres traitements laquelle correspond à 791\$.

Blessures mineures : le coût moyen lié à des blessures mineures associées aux incendies, y compris les brûlures, l'anoxie et autres blessures, est de 151 \$ par cas (dollars canadiens de 2002). Cette valeur est fondée sur le coût moyen du traitement des blessures causées par un incendie soignées dans le cabinet d'un médecin.

➤ ***Contraintes à prendre en considération***

Comme il l'a déjà été dit, les coûts des blessures reliées aux incendies ne peuvent se résumer aux coûts des soins de santé. En effet, le coût des soins de santé présenté ci-dessus sous-estime probablement la volonté d'un individu de payer pour éviter ces blessures. Ces coûts ne tiennent pas compte des dépenses engagées à titre préventif (avertisseurs de fumée ou extincteurs d'incendie), de la perte de productivité ou de la volonté de payer pour éviter la douleur et la souffrance. L'étude de Santé Canada (2004) fait ressortir quelques points intéressants à ce sujet :

- « À titre indicatif des pertes de productivité découlant des blessures causées par l'incendie, Miller et al. (1993) estiment que la durée moyenne d'un séjour à l'hôpital pour traiter les blessures varie de 9,7 à 34 jours (selon la source des données). Pour les brûlés nécessitant des soins additionnels à long terme, le séjour moyen en maison de soins infirmiers est d'environ deux ans. Pindus et al. (1993)<sup>32</sup> ont interrogé neuf brûlés et découvert qu'ils

<sup>32</sup> Pindus, Nancy M., Valerie S. Nelkin, and Ted R. Miller. 1993. « Experiences of Burn Survivors: Case Studies ». Appendix B in Dale R. Ray, William W. Zamula, Ted R. Miller, Peter A. Brigham, Mark A. Cohen, John B. Douglass,

avaient d'abord été hospitalisés de deux semaines à neuf mois. Pendant qu'ils recevaient des traitements médicaux, ces individus ne travaillaient pas. Dans certains cas, la déficience physique empêche les victimes de brûlures de retrouver des niveaux antérieurs de productivité. Miller et al. estiment que 15 % des brûlés hospitalisés et 1 % des brûlés traités uniquement en salle d'urgence éprouvent une baisse de leur capacité de se livrer à des activités lucratives par suite de leurs blessures. Les conjoints ou d'autres membres de la famille qui sont forcés de prendre un congé ou de quitter leur travail pour prendre soin du blessé contribuent aussi à une perte de productivité. »

- « La volonté d'un individu de payer pour éviter la douleur et la souffrance associées à une maladie ou à une blessure donnée varie en fonction de la gravité de ses symptômes. Une étude comparant le total des indemnités d'assurance responsabilité de produits – y compris les dommages-intérêts accordés pour douleurs et blessures – à la partie des indemnités strictement fondée sur le préjudice financier a révélé que c'était dans le cas de brûlures que le ratio était le plus élevé entre le total des indemnités et les indemnités pour préjudice financier<sup>33</sup>. Par conséquent, en excluant de l'analyse le facteur de la douleur et de la souffrance, on introduirait une erreur systématique par défaut dans le calcul des avantages d'une réduction des blessures causées par l'incendie ».

### **Etudes québécoises pour les blessés des accidents de la route**

Nous nous intéressons ici aux estimations utilisées pour les accidents de la route étant donné que plusieurs études ont été réalisées dans ce domaine. Cependant, il sera important de garder à l'esprit que les coûts reliés à des blessures par le feu sont souvent très supérieurs aux coûts d'autres types de blessures, surtout en ce qui concerne le coût des hospitalisations (durée et type de traitements) et de la réadaptation par exemple.

Après avoir exploré trois avenues pour déduire une valeur pour les blessures légères et les blessures graves, Dionne & al. (2002) ont proposé de déterminer des valeurs en adaptant une démarche proposée dans une étude de l'*Urban Institute* et retenue par les grands organismes de transport aux

---

Maury S. Galbraith, Diane C. Lestina, Valerie S. Nelkin, Nancy M. Pindus, and Patricia Smith-Regojo. 1993. Societal Costs of Cigarette Fires, U.S. Consumer Product Safety Commission Report 6, Washington, DC.

<sup>33</sup> W. K. Viscusi, 1988, « Pain and suffering in product liability cases: systematic compensation or capricious awards? », *International Review of Law and Economics* 8: 203-220



États-Unis (FHWA : *Federal Highway Administration*; NHTSA : *National Highway Traffic Safety Administration* et le *U.S. Department of Transportation*). Les valeurs de coûts à prendre en compte qu'ils proposent dans leur article sont les suivantes : **16 780 \$ pour les blessures légères et 533 461 \$ pour les blessures graves.**

D'autres études ont été réalisées pour déterminer le coût des blessures lors d'un accident de voiture. Voici un tableau cité dans Michaud (2001) qui donne un aperçu de quelques chiffres en \$CAN 1993.

Événements				MTQ (1997) <sup>34</sup>		
	Aumais, (1996) <sup>35</sup>	Manar	Ferland (1998) <sup>36</sup>	Indemnisation SAAQ	C. Humain	DAP
Décès	2 993 960		2 000 000			
Blessés graves	103 240			51 933	43 371	103 240
Blessés			70 375			
Blessés légers	103 240			8 860	8 860	6194
Taux actuariel	10%		7%		5%	

**Tableau 16 : Synthèse des valeurs des vies humaines et des blessés dans la cas d'accidentés de la route (source : MTQ citée dans Michaud (2001))**

Nous constatons toutefois que ces chiffres sont moins élevés pour la plupart que les estimations de Dionne & al. concernant les blessés graves et les blessés légers.

***Coûts des blessés et des décès tirés de l'étude faite à Oklahoma City lors du programme de distribution d'avertisseur de fumée***

Dans l'étude du programme d'Oklahoma City, que nous allons décrire plus en détails dans le prochain chapitre, Haddix & al. (2001) ont évalué les coûts des blessés et des décès en se servant des cas réels observés avant le début du programme de distribution d'avertisseurs de fumée.

<sup>34</sup> Ministère des Transports du Québec (1997) : "Étude sur l'opportunité d'améliorer le lien routier de la route 131, Saint-Félix de Valois," Document de travail, Gouvernement du Québec, Direction des Laurentides-Lanaudière.

<sup>35</sup> Aumais, N., et A. Manar (1996) : "Étude d'opportunité, Accès au parc industriel, Iberville," Document de travail 23 pages + annexes, Direction Ouest-de-la- Montérégie.

<sup>36</sup> Ferland, A.-M. (1998) : "Analyse avantage-coût des avenues de solution de la route 185 Rivière-du-Loup-Nouveau Brunswick," Document de travail 11 pages + tableaux, Direction de la planification stratégique en transport, Ministère des Transport, Québec.

Ont été considérés :


- les coûts d'hospitalisation : en moyenne, un blessé suite à un incendie a été hospitalisé pendant 14,6 jours. Une personne qui est décédée à l'hôpital y est restée en moyenne 20 jours et plus.
- Les coûts de visites des médecins : ils ont été estimés en utilisant un ratio de 0.21 en services professionnels pour chaque dollar dépensé en hospitalisation.
- Les coûts de transports en ambulance
- Les coûts liés à la perte de revenu : ils ont estimé la valeur moyenne d'une journée de travail perdue à 65\$US.

Voici un tableau synthétisant l'ensemble des données utilisées pour l'étude d'Oklahoma City :

Catégories de coûts		Coût moyen (\$US 1990)
Blessés dans un incendie (coût par personne)		
	Coûts d'hospitalisation	14 542
	Visites des médecins	3 054
	Autres coûts médicaux	13 195
	Transport en ambulance	524
	Coûts médicaux totaux	31 317
	Perte de productivité (4 mois)	7800
<b>COÛT TOTAL</b>		<b>39 117 \$US</b>
Décès suite à un incendie (coût par personne)		
	Coûts d'hospitalisation	103 713
	Visites des médecins	21 780
	Transport en ambulance	564
	Coûts médicaux totaux	126 056
	Perte de productivité	764 797
<b>COÛT TOTAL</b>		<b>890 853 \$US</b>

**Tableau 17 : Coûts moyens des décès et blessés dans des incendies de résidence dans l'étude d'Oklahoma**  
(source : adapté de Haddix & al., 2001)

L'évaluation des coûts à la santé humaine ne tient pas compte ici des conséquences non pécuniaires des traumatismes, comme les souffrances, la perte de jouissance de la vie, la peine ni la valeur de la vie humaine.

 *Coûts associés à une blessure suite à une brûlure dans un incendie aux États-Unis (Hall, 1989)*

Hall (1989) utilise une estimation proposée par l'US Consumer Product Safety Commission (CPSC). Il estime que cette référence est adaptée aux blessures conséquemment à un incendie puisque le CPSC est une des organisations américaines qui oeuvre dans la sécurité incendie. Ainsi, les coûts associés à une blessure suite à une brûlure dans un incendie qui a conduit à une hospitalisation sont estimés à 35 000 \$US (\$ 1987). Cette évaluation ne tient pas compte des coûts pour la peine et souffrances.

 *Coût des blessures - Département du Transport du Royaume-Uni*

Roy (1997) tente d'établir le coût des feux pour l'ensemble du Royaume-Uni en se basant sur la littérature existante. Dans son approche, Roy se sert du coût d'une blessure utilisé par le Département du Transport du Royaume-Uni : 92 000 £ (i.e. 230 000\$ CAD environ) pour des blessures graves et 287 £ (i.e. 720 \$ CAD environ) pour des blessures mineures. Cette évaluation ne tient pas compte des coûts pour la peine et souffrances.

 *Coûts estimés pas Santé Canada et ordre de grandeur pour Montréal*

Santé Canada (2004) estime à 78 738 \$ le montant des coûts associés à une blessure suite à une brûlure dans un incendie, 7 777 \$ pour les anoxies et 21 963 \$ pour les autres types de blessures. Notons bien que ce coût ne considère que les coûts des soins de santé et ne tient pas compte des coûts liés à la souffrance, à la perte de productivité, etc... Pour l'année 2002, à Montréal, il y a eu 56 brûlés, 19 blessés et 36 asphyxiés. Une estimation très grossière des coûts pour la société s'élèverait à  $(56 * 78\,738\$ + 19 * 21\,963\$ + 36 * 7\,777\$)$  **un peu plus de 5 millions de \$CAN pour Montréal en 2002, uniquement pour les blessés de l'incendie.** Il est important de noter que ces estimations sont les plus basses de la littérature.

 **Tableau récapitulatif des coûts des décès et blessés**

catégorie de coûts	Décès	Blessés	Blessés légers	Blessés graves
Santé Canada (2004)			Brûlure et anoxie : 1072 \$ Autres blessures : 791 \$	Brûlure : 78 738\$ Anoxie : 7 777\$ Autres blessures : 21 963\$
Cousineau & al (1991)	4.51 millions \$			
Krupnick <sup>37</sup> et al. (2000) Belhadji <sup>38</sup> (1994) et 5 autres études citées dans Michaud (2001)	[4.51 – 7.97 millions \$]			
Dionne & al (2002)			16 780 \$	533 461 \$
Aumais & al (1996)	2 993 960 \$	103 240 \$		
Ferland (1998)	2 000 000 \$	70 375 \$		
MTQ (1997)				51 933 \$
Haddix & al (2001)	1.15 million \$ (en utilisant un taux de conversion de 1.3)	50 852 \$ (en utilisant un taux de conversion de 1.3)		
Hall (1989)		45 500 \$ (en utilisant un taux de conversion de 1.3)		
Roy (1997)			720 \$	230 000\$

**Tableau 18 : Tableau récapitulatif des coûts des blessés et des décès dus à l'incendie**

### 3.1.4 Dommages à la santé subis par les pompiers

Cette partie est consacrée aux risques pour la santé des pompiers que présentent les interventions les plus courantes du Service de sécurité incendie. Les risques généraux sont des risques communs à toutes les interventions. Quel que soit le type d'intervention qu'ils doivent affronter, les pompiers sont exposés aux risques de la chaleur, du froid et des liquides biologiques. Ces risques peuvent être

<sup>37</sup> Krupnick, A., M. Cropper, A. Alberini, R. Goeree, M. Heintzelman, B. O'Brien, et N. Simon (2000) : "Age, Health, and the Willingness to pay for Mortality Risk Reductions : A Contingent Valuation survey of Ontario Residents," Document de travail Discussion Paper 00-37, Resources for the Future, Washington.

<sup>38</sup> Belhadji, E. (1994) : "Étude sur la valeur de la vie et de la sécurité : théorie et application au transport," Thèse de doctorat, Université de Montréal C.R.T CRT-94-62, Thèse de doctorat.

contrôlés par des méthodes de travail sécuritaires et des mesures préventives comme celle de toujours porter la tenue intégrale de combat d'incendie, incluant l'appareil respiratoire.

L'incendie de bâtiment est l'une des interventions les plus courantes du Service de sécurité incendie. De nombreux risques qui peuvent mettre en péril la sécurité des pompiers sont associés à ce type d'intervention. Voici quelques exemples de risques auxquels peuvent faire face les pompiers :

<b>Risque : Coup de chaleur</b> Défaillance de la régulation de la température corporelle. C'est le plus sérieux des troubles physiques dus à la chaleur. Il peut causer des dommages cérébraux et la mort si des soins ne sont pas apportés rapidement.
<b>Risque : Épuisement par la chaleur</b> État de choc mineur causé par la déshydratation
<b>Risque : Crampe de chaleur</b> Spasme ou contraction musculaire dû à une transpiration excessive. Elle survient plus fréquemment aux mollets et à l'abdomen.
<b>Risque : brûlures</b>

**Encadré 2 : Les troubles physiques dus à la chaleur pour les pompiers (Source : MSP, 2000)**

<b>Risque : Hypothermie</b> Abaissement de la température du corps au-dessous de 37 °C, qui peut être fatal.
<b>Risque : Engelure</b> Lésion due au froid qui atteint principalement les mains, les pieds, la figure, le nez et les oreilles.

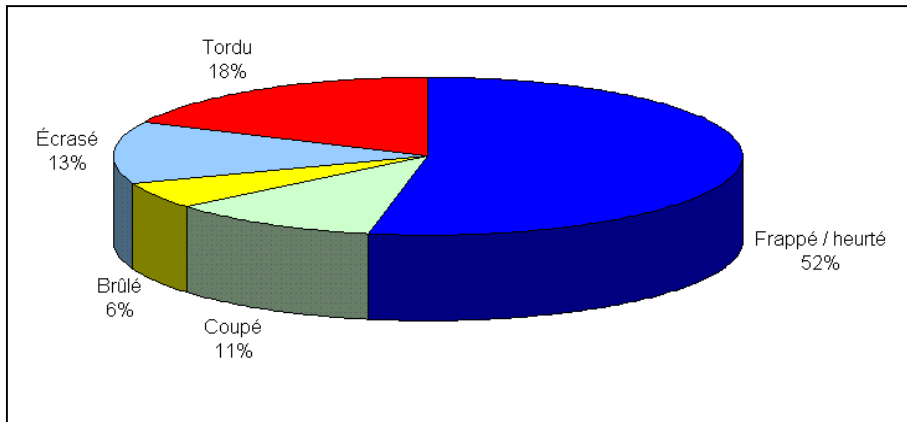
**Encadré 3 : Les troubles physiques dus au froid pour les pompiers (Source : MSP, 2000)**

<b>Risque : Exposition à des liquides biologiques</b> Lorsque du sang, de la salive ou d'autres liquides biologiques teintés de sang traversent la peau ou entrent en contact avec une peau blessée (blessure, piqûre, plaie, morsure) ou avec une muqueuse (nez, bouche, yeux), il y a un risque de contracter le virus d'une hépatite (B, C) ou le VIH. La peau saine constitue une barrière de protection suffisante.
---

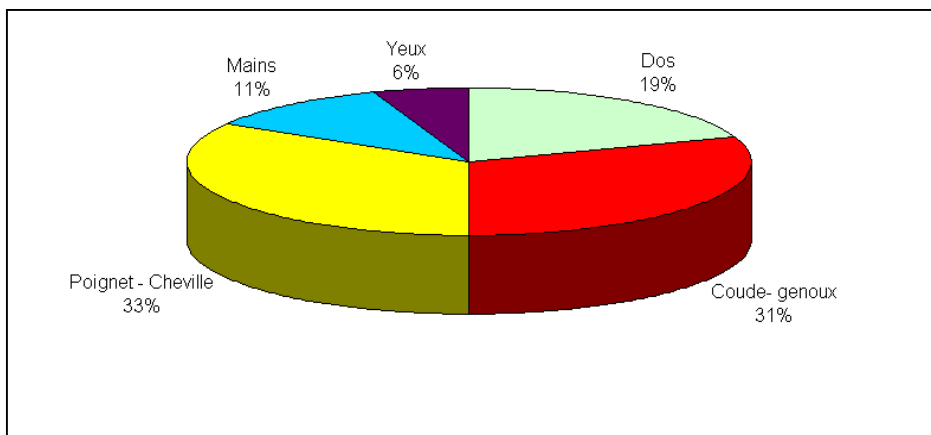
**Encadré 4 : Risques liés à l'exposition à des liquides biologiques pour les pompiers (Source : MSP, 2000)**

Il ne faut pas oublier également toutes les blessures liées à la difficulté des interventions au niveau physique, comme les fractures, les foulures, etc.. En 2002, à Montréal, il y a eu 112 accidents au

feu (Note de service SSIM– Directeur, 16 février 2004). Voici deux schémas qui caractérisent le type de blessures dont ont souffert les pompiers et le siège de leur lésion.



**Figure 7 : Type de blessures pour les accidents des pompiers de Montréal 2002**  
(Source : adapté de note de service SSIM – 16 février 2004)



**Figure 8 : Siège de la lésion des blessures des pompiers de Montréal 2002**  
(Source : adapté de note de service SSIM – 16 février 2004)

### 3.1.5 Pertes matérielles

Les pertes matérielles devraient normalement être les plus faciles à évaluer puisque par définition, elles ont un prix. Dans cette partie, nous allons identifier les manières d'évaluer les pertes matérielles. Le chapitre suivant permettra de mettre en évidence des facteurs internes et externes au Service de sécurité incendie qui vont avoir un impact sur la diminution des pertes matérielles.

Cependant, un des problèmes qui apparaît lorsque l'on cherche à évaluer les pertes matérielles est : quelle valeur utilise-t-on ? Ainsi, est ce que l'on doit utiliser le coût de remplacement ou la valeur dépréciée de ce qui est endommagé ou encore la valeur du marché avant le bris ? La plupart du temps, cela dépend par qui est utilisée la valeur et dans quel but elle est utilisée. En effet, la plupart du temps les assureurs vont se servir de la valeur dépréciée ou de la valeur du marché. Par contre il existe des différences en fonction de ce qui est endommagé : si c'est une perte totale, c'est la plupart du temps, la valeur du marché qui est utilisé, alors que si c'est une perte partielle (une pièce par exemple), c'est le coût de remplacement (coût de remise à neuf) qui est utilisé.(Schaenman, 1994)

Ce qui montre également que l'estimation des pertes est difficile c'est que les données provenant des rapports d'interventions du Service de sécurité incendie et les données qui proviennent des assureurs sont très différentes. M. Ducray Robitaille a d'ailleurs réalisé une étude pour le Ministère de la sécurité Publique du Québec qui montre que les pompiers sous estiment les pertes matérielles de l'ordre de 25 à 50 % par rapport aux estimations des assureurs.

Actuellement, une réflexion est en cours au sein du SSIM afin d'aider le plus possible les pompiers à avoir une évaluation la plus juste possible des dommages matériels dans un incendie. Pour cela, la direction de la planification stratégique du SSIM est en train de tester une nouvelle méthodologie : un tableau liste la valeur d'un pied carré de plancher par type de bâtiment. Voici un extrait de cette table au 1<sup>er</sup> mai 2004.

<b>VALEUR D'UN PIED CARRÉ DE PLANCHER PAR TYPE DE BÂTIMENT AU 1<sup>ER</sup> MAI 2004</b>			
<b><u>A : Établissement de réunions</u></b>	<b>\$ au pied<sup>2</sup></b>	<b><u>D : Établissements d'affaires</u></b>	<b>\$ au pied<sup>2</sup></b>
Auditorium	140	Banque	193
Salle de Quille	82	Laboratoire	142
Terminus d'autobus	114	Buanderie	135
Église (éducation)	129	Bureau médical	144
Église (culte)	163	Bureau	111
Saon funéraire	102	Bureau (2 à 4 étages)	95
Hôtel de ville	125	Bureau (5 à 10 étages)	106
Centre communautaire	117	Bureau (11 étages et plus)	127
Country Club	163	<b>Moyenne</b>	<b>132</b>
Palais de justice	158		
Palestre	120	<b><u>E : Établissements commerciaux</u></b>	
Patinoire recouverte	125	Bureau de poste	102
Tennis (sport) intérieur	125	Commerce au détail	92
Bibliothèque	125	Centre commercial	94
Boîte de nuit	117	Bureau de change et de téléphonie	127
Restaurant	153	Garage - réparation de véhicules	110
Restaurant (restauration rapide)	145	Garage - vente de véhicules neufs	83
Association étudiante	122	Magasin général	87
Piscine intérieure	155	<b>Moyenne</b>	<b>99</b>
Théâtre	119		

**Encadré 5 : Valeur d'un pied carré de plancher par type de bâtiment au 1<sup>er</sup> mai 2004**  
(source : document interne SSIM)

En outre, il ne faut pas oublier les dommages au contenu des bâtiments. Le SSIM a décidé de les évaluer en % des dommages au bâtiment. Ainsi, après avoir évalué les dommages au bâtiment, il suffit d'appliquer le pourcentage suivant selon la qualité du bâtiment :

Type de structure	% du dommage à la structure
Construction bas de gamme	50%
Construction de gamme moyenne	63%
Construction haut de gamme	75%

**Tableau 19 : Dommages au contenu en fonction des dommages aux bâtiments (Source : document interne SSIM)**

### 3.1.6 Dommages environnementaux

Les dommages environnementaux suite à un incendie sont difficiles à chiffrer mais ils peuvent être importants. Cela peut inclure la perte de la végétation qui peut agir en tant qu'habitat pour plusieurs espèces différentes d'animaux, d'oiseaux, d'insectes, etc... Combiné avec la perte de la végétation



elle-même, la faune encourent également des pertes. Cette perte peut être désignée comme une perte directe mais intangible : c'est une perte de biodiversité. Les impacts de ces pertes, sur le tourisme par exemple, peuvent être mesurés économiquement. En effet, d'une manière générale, il est raisonnable de supposer qu'un incendie conduisant à la perte de végétation dans un secteur visité par des touristes pour sa beauté peut mener à une réduction des recettes provenant du tourisme dans le secteur concerné.

A titre d'exemple, nous allons juste mentionner l'incendie d'un entrepôt de BPC à Saint-Basile-Le-Grand en 1988. Des dizaines de milliers de litres de BPC ont brûlé et créé une épaisse fumée hautement toxique. Le sol, l'air et l'eau ont été contaminés et les résidents n'ont pas pu regagner leur domicile avant 18 jours. L'intervention des pompiers dans ce genre de cas peut faire la différence pour empêcher ou limiter une contamination de l'air et du sol.

Nous ne détaillerons pas plus cette partie sur les dommages environnementaux, étant donné que le cas de Montréal ne s'y prête guère. Pour plus de précisions sur les dommages environnementaux, vous pouvez consulter l'article réalisé par ENTEC en mars 2000 « *Technical Note : Risk rating system for vegetation, large heartland and woodland fires* ».

## **3.2 Impacts indirects**

### *3.2.1 Impacts indirects pour les particuliers*

Les pertes humaines ou matérielles rapportées à la suite d'un incendie ne traduisent en général qu'une partie des préjudices réellement subis par les gens directement concernés ou par la société à l'issue de ce genre de sinistre. Les inconvénients de toutes sortes occasionnés aux victimes avant le rétablissement d'une vie normale (pertes de temps, relocalisation temporaire, démarches administratives, etc.) se trouvent souvent escamotés du fait qu'ils sont parfois difficiles à comptabiliser en termes monétaires (MSP, 1996). Cependant, même s'ils ne sont la plupart du temps pas comptabilisés, les pertes indirectes pour les incendies résidentiels sont très faibles. Un

expert en sinistre a estimé que les pertes indirectes ne représentaient pas plus que 5% des pertes directes<sup>39</sup>.

Le Bureau d'assurance du Canada et un ensemble d'agents d'assurance américain s'entendent pour dire que les pertes indirectes des incendies résidentiels sont de l'ordre de 1 à 5% des pertes directes. (Schaenman, 1994).

Pour ajouter à ces estimations, l'Ontario Fire Marshals a réalisé une mini-enquête sur 100 incendies. Sur ces 100 incendies, 82 étaient résidentiels, et parmi eux, 30 ont déclaré avoir subi des pertes indirectes. Si l'on considère uniquement ceux qui ont déclaré des pertes indirectes, les pertes indirectes s'élèvent à 4,2% des pertes directes. Si l'on tient compte de l'ensemble des incendies, les pertes indirectes seraient de seulement 3,5 %.( cité dans Schaenman, 1994)

Dans l'ensemble de ces études, on peut constater que dans la majorité des incendies résidentiels, la valeur des pertes indirectes est presque négligeable. Cependant, lorsque l'on se place dans un contexte de rareté de logement (comme c'est le cas à Montréal), la valeur des pertes indirectes peut être plus élevé car elle englobe par exemple le déplacement de ménage à faible revenu. Mais, regardons maintenant le cas des incendies dans les entreprises.

### *3.2.2 Impacts indirects pour les entreprises*

Nous allons détailler ici les dommages économiques et plus particulièrement les pertes d'exploitation suite à l'arrêt de la chaîne de production. Ces coûts négatifs sont très importants pour une entreprise et le plus souvent négligés, c'est pourquoi nous aimerions mettre l'accent sur ce point. Cette catégorie de pertes indirectes peut se révéler particulièrement néfaste pour les établissements d'affaires, où, en plus des frais occasionnés par la démolition des bâtiments affectés, par la location temporaire d'espaces et d'équipements, par la rémunération d'employés non productifs, par la restauration de fichiers informatiques, etc.. les coûts impliqués comprennent des sommes importantes reliées à la perte d'achalandage ou de part de marché. Ils sont relativement fréquents les exemples d'entreprises qui, à la suite d'un incendie, ont vu leur part de marché chuter dramatiquement.(MSP, 1996)

---

<sup>39</sup> Cité dans Schaenman (1994) – communication privée avec Glen Gibson expert en sinistre canadien, juin 1994.

Le paragraphe va être organisé en reprenant un à un les points identifiés dans le tableau listant les catégories de bénéfices indirects.

<b>(Réduction des) pertes économiques pour les entreprises</b>
1. Effets financiers
2. Effets sur les employés
3. Effets sur la production
4. Effets sur les marchés

### 3.2.2.1 Effets financiers

#### Perte de production

Les coûts impliqués dans la perte de production sont dus à l'indisponibilité du système ou à sa réduction d'efficacité.

Plusieurs facteurs peuvent affecter les pertes de productions suite à un incendie. En effet, l'ampleur des pertes peut être très différente d'une entreprise à l'autre. Ainsi, Marchant (1980) a tenté de mettre en avant différents facteurs qui influencent le temps de récupération post-incendie et par conséquent influencent également le montant des pertes de production.

Il apparaît que les compagnies les plus efficaces ont plus de difficultés à se remettre d'un incendie que les compagnies qui ont une certaine flexibilité. Voici une liste des facteurs<sup>40</sup> qui peuvent conduire à des problèmes de récupération post-incendie et donc à augmenter les pertes de production pour ces entreprises :

- Emploi de personnel qualifié (difficulté de réembaucher)
- Fabrication de produits de précision requérant un équipement de pointe onéreux

Il n'en est pas de même dans les compagnies avec plus de flexibilité puisqu'elles semblent faire preuve de plus de tolérance face à une interruption de production. Voici une liste des facteurs<sup>41</sup> explicatifs à cette constatation :

- Niveau de qualification faible du personnel

---

<sup>40</sup> The Economist Intelligence Unit Ltd., « the economic cost of fire », décembre 1971, unpublished report, cité dans Marchant & al. , 1980.

<sup>41</sup> The Economist Intelligence Unit Ltd., « the economic cost of fire », December 1971, unpublished report, cité dans Marchant & al. , 1980

- Capacité de redéployer du personnel rapidement
- Possibilité de sous-traiter certaines parties du processus de fabrication
- Produits avec un long cycle de production (ce qui permet de rattraper plus facilement le retard dans la production. Quelques jours d'interruption ayant moins d'impact sur le long terme.)

### **Fermeture d'entreprise**

L'entreprise victime d'un incendie peut subir des conséquences bien pires qu'une perte de production. La fermeture est le cas extrême des impacts des incendies sur les entreprises mais, cette conséquence survient très souvent.

En effet, au Québec, il est estimé qu'une entreprise sur trois cessera définitivement ses activités ou ne rouvrira pas ses portes au même endroit après avoir été victime d'un incendie majeur. Dans les municipalités de moins de 5 000 habitants, souvent centrée sur une seule industrie, c'est une entreprise sur deux qui agira ainsi. (La sécurité incendie : les principaux enjeux, Site du Ministère de la Sécurité Publique du Québec<sup>42</sup>)

En outre, aux États-Unis il a été montré qu'après un feu, 40% des petites entreprises assurées ne rouvriraient pas<sup>43</sup>.

Parmi les entreprises ayant subi un sinistre majeur empêchant toute production pendant plusieurs mois, une fraction importante disparaît par faillite ou est rachetée dans les cinq années qui suivent le sinistre (et cela malgré l'indemnisation par l'assurance de la perte d'exploitation). Le risque d'incendie est un donc un risque majeur pour l'entreprise qui doit se protéger contre sa réalisation mais aussi contre la propagation des dommages en cas de sinistre<sup>44</sup>.

---

<sup>42</sup> Site Internet :

[http://www.msp.gouv.qc.ca/incendie/incendie.asp?txtSection=loi&txtCategorie=&txtSousCategorie=&txtNomAutreFichier=synthese\\_1.htm&txtAutreFichier=2](http://www.msp.gouv.qc.ca/incendie/incendie.asp?txtSection=loi&txtCategorie=&txtSousCategorie=&txtNomAutreFichier=synthese_1.htm&txtAutreFichier=2)

<sup>43</sup> Meade, W.P. A First Pass at Computing the Cost of Fire Safety in a Modern Society. U.S. Department of Commerce. 1991

<sup>44</sup> LAMBERT, D-C., 1996, Economie des assurances, Armand Colin.

Les pertes de production sont valables pour l'entreprise qui a souffert d'un incendie. Néanmoins, si l'on considère les coûts et les bénéfices sur une base sociétale, alors ce qui représente une perte pour l'entreprise au prise avec l'incendie est une opportunité pour d'autres entreprises. L'incendie peut aussi éliminer des éléments non productifs.

En fait, souvent, les incendies ont comme effet de redistribuer la richesse plutôt que nécessairement causer une perte nette au niveau national. (Schaenman, 1994)<sup>45</sup>.

### **3.2.2.2 Effets sur les employés**

<b>Effets sur les employés</b>	Augmentation le coût de la formation de nouveau personnel et les coûts d'embauche
	Perte de personnes clés
	Baisse du moral des employés

### **3.2.2.3 Effets sur la production**

<b>Effets sur la production</b>	coût d'enquête sur les accidents, les rapports des Services de sécurité incendie
	Temps passé à contrôler les relations avec les clients – public
	baisse des prix pour compenser les retards

### **3.2.2.4 Effets sur les marchés**

#### **Perte de part de marché**

Un incendie peut entraîner pour une entreprise une perte de part de marché qui croit en fonction du temps de retour à la situation normale après l'incendie.

Plusieurs exemples pourraient illustrer ce phénomène, nous allons en regarder un : l'exemple de l'usine Phillips pétrochimie de Houston au Texas. La compagnie a dit avoir perdu des centaines de millions de dollars. En effet, cette entreprise produisait une grande partie de la demande mondiale d'un plastique particulier et d'autres entreprises ont « volé » une partie de sa clientèle sur le long terme alors que l'usine ne pouvait pas satisfaire la demande étant en train de se reconstruire. (Schaenman, 1994)

---

<sup>45</sup> Ceci est par contre en opposition avec le concept de développement durable.

Toutefois, Marchant & al. (1980) affirme que les concurrents, même s'ils bénéficient quelquefois de l'interruption d'une entreprise touchée par un incendie, ne font rarement une irruption permanente dans le marché de l'entreprise victime de l'incendie. Par conséquent, en général, les concurrents n'obtiennent pas de bénéfices à long terme de leurs entreprises concurrentes.

### Interdépendance : compagnies en réseaux

Une interruption dans certains types d'entreprise peut impliquer non seulement l'entreprise elle-même mais aussi d'autres entreprises qui dépendent d'elle. En effet, certains événements indésirables (comme un incendie) peuvent affecter la chaîne logistique et perturber ou interrompre les flux d'**informations** ou de **matières**.

Un grand nombre de risques de l'entreprise et de ses co-contractants peuvent être à l'origine de la rupture de tels flux (incendie, inondation, défaut de paiement, rupture de réseaux, panne de machine, grève, défaut de qualité, risque politique, risque de change, délais aux douanes, risques climatiques....).

Ces événements indésirables peuvent causer des perturbations sur toute la chaîne logistique et avoir des conséquences pour tous les acteurs, l'entreprise et ses co-contractants (clients et fournisseurs). L'interruption inopinée de la production d'une seule entité peut paralyser tout un secteur d'activité (effet domino). En effet, avec l'utilisation des réseaux et les chaînes logistiques intégrées font qu'un sinistre survenant dans un site peut avoir des répercussions sur des activités différentes. De plus, il faut prendre en compte la durée de la perturbation et du retour à la situation normale. Cette durée va dépendre de la gravité de la situation mais aussi par exemple de la politique de gestion des stocks de l'entreprise ou encore du type de réseau duquel fait parti l'entreprise (par exemple, l'entreprise n'aura pas de traitement particulier si elle n'a pas de poids dans le réseau). Les conséquences peuvent être très différentes pour l'entreprise.

Pour l'entreprise, ces événements peuvent survenir *en amont* et toucher l'un de ses fournisseurs directs ou le fournisseur d'un fournisseur,... et perturber l'approvisionnement des inputs ou *au sein de l'entreprise elle-même*. Dans les deux cas, cela peut entraver la production d'outputs. De plus, *en aval*, des perturbations peuvent aussi apparaître (par exemple, dans les transports des outputs). Cela signifie que des pannes en amont de la chaîne logistique peuvent affecter les activités en aval et vice versa.

Ces événements vont causer des préjudices à l'entreprise, voir mettre en cause sa survie. Pendant la durée d'immobilisation, l'entreprise risque de subir des pertes énormes dont le montant varie en fonction de sa taille, de sa nature et de sa valeur. D'après le rapport réalisé conjointement en 1997 par Dataquest et Contingency Planning Request (Les Échos, octobre 2000), le coût moyen horaire des temps d'immobilisation s'élève à plus de 500 000 francs français (ce qui correspond à environ 125 000\$CAN).

À un autre niveau, il faut savoir que quelques firmes occupent, dans un secteur commercial ou industriel donné, une situation névralgique sur le plan de l'approvisionnement de certains produits ou services. Leur absence même temporaire des circuits commerciaux ou des cycles de production ne manque pas de leur causer des torts irréparables, voire de compromettre, dans leur secteur d'activités, la situation concurrentielle de l'économie nationale à laquelle elles participent (MSP, 1996).

### **3.2.2.5 Exemples**

Un article de Marchant & al. publié dans le Fire Safety Journal en 1980 étudie quatre incendies industriels qui se sont produits dans le sud de l'Écosse, avec l'objectif particulier d'identifier les pertes dues à l'interruption de la production et les autres conséquences qui ont suivi l'incendie. Les secteurs d'activités dans lesquelles les entreprises œuvraient étaient sous-traitant ingénierie, moulage plastique, menuiserie et électrotechnique. Les problèmes des différentes entreprises soulevés pour retourner à un niveau pré-incendie ont été identifiés. Il faut bien rappeler que le montant des pertes indirectes d'une entreprise suite à un incendie est étroitement lié au temps de rétablissement à une activité identique à celle avant l'incendie.

Ainsi, un certain nombre de facteurs qui ont occasionné des difficultés dans le rétablissement ont émergé, par exemple, l'effet sur le moral de travailler dans des environnements endommagés et sentant la fumée, le dérangement aux clients suite à la perte d'activité, le remplacement des services essentiels et des stocks de matière première, l'entretien excessif des machines endommagées par la rouille, etc...Cependant, aucune image uniforme de l'ampleur ou importance des pertes consécutives à l'incendie n'est devenue évidente.

Voici une liste de différents types de pertes indirectes subies par l'une ou plusieurs des quatre entreprises étudiées :

- Paiement d'heures supplémentaires pour tenter de rattraper la production en cours et pour combler le manque à gagner de l'arrêt de production
- Perte de part de marché (de l'ordre de 8% pour l'entreprise de moulage plastique)
- Perte de réputation (pour la menuiserie par exemple, cet aspect a été important étant donné qu'ils font des produits sur mesure)
- Pertes suite à la démotivation des employés : augmentation du taux de défaillance humaine et augmentation de l'absentéisme.

Après avoir identifié l'ensemble des pertes indirectes que peut endurer une entreprise suite à un incendie, nous allons très brièvement aborder les solutions assurantielles qui existent pour se protéger de ce genre de pertes.

### **3.2.2.6 Assurance des pertes indirectes**

L'ensemble des pertes qui ont été décrites plus haut ne sont pas couvertes par une assurance "dommages" classique, qui permet uniquement de reconstruire les bâtiments de l'entreprise et de remplacer les machines détruites. Elle n'est d'aucun secours pour combler la perte de chiffre d'affaires durant le laps de temps qui s'écoule entre le jour du sinistre et le moment où la société retrouve une activité normale.

C'est donc l'assurance des pertes d'exploitation qui permet de prendre en charge l'ensemble des pertes indirectes de l'incendie pour l'entreprise. Par le versement d'une indemnité, l'assurance des pertes d'exploitation est destinée à replacer l'entreprise dans la situation financière qui aurait été la sienne si le sinistre ne s'était pas produit.

L'indemnisation intéresse essentiellement deux postes<sup>46</sup> :

- la perte consécutive à la baisse du chiffre d'affaires causée par l'interruption ou la réduction de l'activité encore appelée perte de la marge brute;

---

<sup>46</sup> Source : Site Internet <http://www.lentreprise.com/article/2.424.1.149.html>



- les frais supplémentaires qui seront engagés après accord de l'assureur pour limiter les conséquences du sinistre.

### 3.3 Ratio pertes directes / pertes indirectes

Concernant le ratio des pertes directes par rapport aux pertes indirectes, il apparaît de fortes divergences entre les articles.

#### 1<sup>er</sup> exemple

En se basant sur les pertes directes occasionnées par le feu dans 109 entreprises pour lesquelles des informations sur les pertes indirectes étaient disponibles dans la base de données NFPA, John Hall (1991), a établi pour différents usages des taux de pertes indirectes par rapport aux pertes directes.

Ces taux sont les suivants :

Industrie	65%
Lieux de rassemblement, écoles, institutions, commerces, bureaux	25%
Résidences, entrepôts, risques divers	10%
Risques à l'extérieur et véhicules	0%

**Tableau 20 : Pertes indirectes non résidentielles en tant que % des pertes directes (source : Hall, NFPA, 1991)**

#### 2<sup>ème</sup> exemple

Cet exemple relate les résultats trouvés par Marchant & al., 1980, alors qu'ils ont étudié quatre incendies industriels dans le sud de l'Écosse.

Ils ont estimé que le ratio pertes indirectes / pertes directes pouvaient prendre plusieurs valeurs en variant de 1:2 à 1:20.

Plus le ratio est élevé, plus l'entreprise est grande avec des processus à grande échelle. Ces entreprises fonctionnent à pleine capacité avec des produits qui sont en demande nationalement et à l'étranger. Par contre, plus le ratio est faible, plus la compagnie est petite avec peu de capitaux fixes. La plupart de temps, les travailleurs de ces entreprises ne travaillent pas en des lieux fixes mais sur des chantiers différents (par exemple, dans le domaine de la construction). Dans cet article, il est évident que les sociétés organisées sur une base efficace de production paraissent souffrir

beaucoup plus d'un incendie que des sociétés beaucoup plus flexible au niveau de l'espace ou de la chaîne de production.

Il ressort de cet article que le facteur le plus important qui détermine l'ampleur des pertes indirectes est le temps de rétablissement à une situation normale.

### 3<sup>ème</sup> exemple

Le Bureau d'Assurance du Canada a montré que le ratio « prestation pour les interruptions d'affaire » sur « prestation pour les dommages à la propriété » en 1992 était de 0.07 ou 7%.(communication personnelle cité dans Schaenman, 1994)

Il est bon de nuancer cette valeur étant donné que la prime pour les interruptions d'affaire représente seulement une borne inférieure aux pertes indirectes totales. On pourrait penser que cette remarque puisse s'appliquer également aux pertes directes, toutefois les pertes indirectes réelles sont souvent plus difficile à exprimer que les pertes directes.

### 4<sup>ème</sup> exemple

Une mini-enquête a été réalisée au Manitoba (Manitoba Fire Commissioner's Office, Octobre 1994) sur 17 incendies et a montré que les pertes indirectes variaient entre 6,3 et 8,4% des pertes directes.

Au cours de ce chapitre, il nous est déjà apparu quelques facteurs qui pourraient influencer la réduction des dommages matériels et humains, mais nous allons détailler davantage ces facteurs et en apporter de nouveaux. Le chapitre qui suit est très important puisqu'il va montrer à la fois l'importance des pompiers mais également l'importance de tenir compte du fait que la sécurité incendie est une chaîne d'intervention et par conséquent les actions de chaque maillon sont importantes.

#### 4 Bénéfices de l'existence et de la performance des Services de sécurité incendie : réduction de l'incidence et réduction des dommages

Les Services de sécurité incendie ont deux mécanismes à leur disposition pour réduire le risque à un niveau opérationnel : le temps de réponse et les effectifs pour l'attaque. On peut également considérer que l'agent extincteur utilisé comme étant un moyen interne au Service de sécurité incendie peut diminuer les dommages. Toutefois, nous verrons dans les paragraphes suivants que ces mécanismes situés au niveau de l'intervention peuvent être rendus encore plus efficace s'ils sont accompagnés de mécanisme à un niveau préventif (cf. 4.3 et 4.4).

Quelles sont les variables qui ont une influence sur la réduction des dommages ?

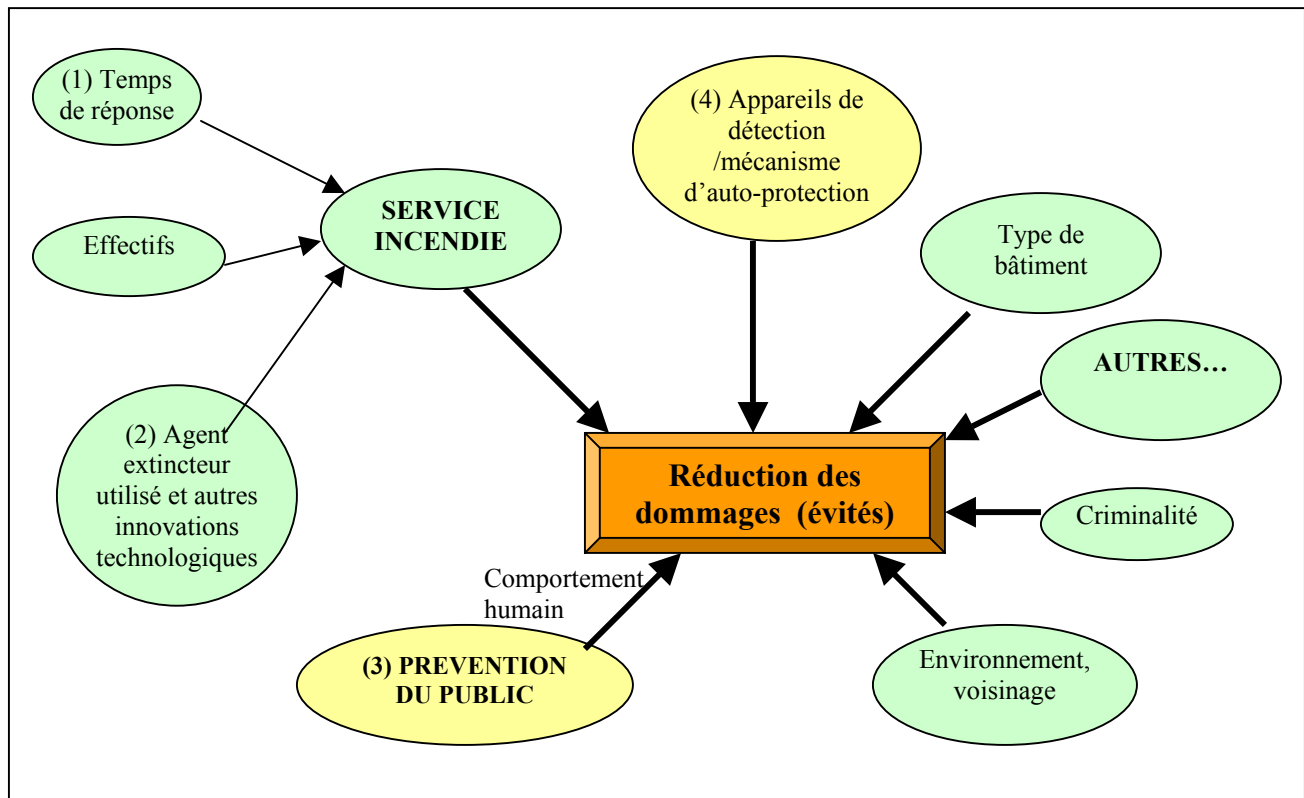


Figure 9 : Facteurs influençant la réduction des dommages liés à l'incendie

Il y a peu de données sur l'effet du nombre de pompiers présents sur un incendie sur les dommages, tout en sachant qu'un minimum est nécessaire afin de réussir l'intervention. En effet, la norme

NFPA 1710<sup>47</sup> établit clairement que quatre pompiers constituent un minimum pour effectuer une attaque intérieure et des opérations de sauvetage. Le ministère de la Sécurité Publique du Québec a également émis des orientations afin de déterminer les effectifs minimum et les actions nécessaires aux opérations de sauvetage et d’extinction dans un bâtiment constituant un risque faible. Voici un tableau qui synthétise ces orientations (source : Ministère de la Sécurité Publique du Québec (2001)) :

STADES	ACTIVITÉS	NOMBRE DE POMPIERS	NUMÉRO DU POMPIER	NOMBRE CUMULATIF	OBJECTIF
PREMIERS STADES <sup>1</sup>	Direction des opérations <sup>2</sup>	1	1	1	Analyser la situation
	Fonctionnement de l'autopompe	1	2	2	Établir l'alimentation en eau
	Recherche et sauvetage (Recherche primaire / Attaque)	2	3 et 4	4	Sauver les personnes en danger / Attaque rapide
	Utilisation des équipements et accessoires nécessaires	2	5 et 6	6	Ventiler le bâtiment
	Établissement d'une ligne d'attaque <sup>3</sup>	2	7 et 8	8	Confiner l'incendie dans le lieu d'origine – Protection de l'équipe de sauvetage et d'attaque
	Établissement d'une ligne de protection / Équipe de sauvetage rapide <sup>3</sup>	2	9 et 10	10	Prêter assistance aux équipes dans la zone dangereuse

**Tableau 21 : Effectifs minimum et les actions nécessaires aux opérations de sauvetage et d’extinction dans un bâtiment constituant un risque faible**

En outre, il existe seulement quelques données sur le type d’équipement utilisé par les pompiers lors d’une attaque (cf. 4.2).

Nous allons donc axer davantage notre recherche sur l’impact du temps de réponse sur la réduction des dommages ainsi que sur le rôle de la prévention, sur l’usage des appareils de détection hâtive et sur le rôle de l’agent extincteur utilisé.

<sup>47</sup> National Fire Protection Association (NFPA), 2001, “Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression, Emergency Medical Operations and Special Operations to the Public by Career Fire Departments “.

#### **4.1 L'impact du temps de réponse sur la réduction des dommages matériels et humains**

Intéressons-nous donc au temps de réponse des pompiers. Notre exposé se base sur une étude faite au Royaume Uni par l'Office of Deputy Prime Minister (2002b). Dans le cadre de cette étude, le temps de réponse est défini comme suit : « *Le temps à partir duquel celui qui reçoit l'appel a l'information suffisante pour mobiliser des ressources jusqu'à ce que les ressources arrivent à l'adresse donnée.* »

Cette définition ignore le temps d'acheminement de l'appel (de la centrale 9-1-1 aux pompiers) et le temps pris pour commencer la lutte contre l'incendie et les sauvetages après l'arrivée sur la scène, mais inclut la période de préparation. Le calcul des temps de réponse par le Fire Service Emergency Cover (FSEC) inclut de nombreux facteurs comme :

- le réseau routier
- la variations de vitesse en fonction du moment de la journée
- le temps de préparation
- la vitesse des véhicules
- la taille des districts.

##### *4.1.1 Réduction des pertes humaines dans le cas des bâtiments résidentiels*

Les résultats énoncés dans ce paragraphe sont tirés de deux études ODPM (2002b) et ENTEC (1997). On définit dans ce paragraphe un accident de personne comme étant soit un décès, un blessé ou une personne sauvée. Si les pompiers prennent plus de temps à répondre aux incendies, on peut s'attendre à ce que le nombre de décès augmente en fonction du nombre total d'accidents de personnes. À l'inverse, si le Service de sécurité incendie répond rapidement, on peut s'attendre à ce que le nombre de décès diminue.

L'étude menée au Royaume Uni a montré que le nombre d'accidents de personnes est indépendant du temps de réponse des pompiers. Cependant, le risque de décès varie en fonction du temps de réponse (il s'agit en fait de blessés qui au fur et à mesure que le temps avant l'intervention passe, se transforme en décès).

Le nombre de décès dans un incendie résidentiel par an pour chaque région à l'étude au Royaume Uni est basé sur le nombre d'accidents et sur le temps de réponse de la caserne. Le rapport ENTEC (1997) tire ses résultats d'une analyse des incendies résidentiels sur 15 ans et montre qu'une réponse plus rapide de Service de sécurité incendie réduit le risque de décès.

Le tableau suivant résume la relation qui existe entre le temps de réponse et le taux de mortalité par accident de personne.

Temps de réponse	Taux de mortalité par accident de personne
<= 5 minutes	0.038
> 5 minutes et <= 10 minutes	0.042
> 10 minutes et <= 15 minutes	0.055
> 15 minutes et <= 20 minutes	0.072
> 20 minutes	0.16

**Tableau 22 : Relation entre le temps de réponse et le taux de mortalité par accident de personne (source : ENTEC, 1997)**

Soit  $z$  = nombre d'accidents de personnes

$x$  = nombre de décès

$y$  = nombre de blessés

$a$  = temps de réponse

Alors, les relations suivantes ont été obtenues :

$$Z = x + y$$

$$x/y = f(a)$$

En outre, certaines autres relations importantes ont été mises en évidence dans le rapport ENTEC (1997). La figure ci-dessous identifie des niveaux de risque d'incendie, où à elle seule la réponse opérationnelle ne peut pas ramener le risque aux niveaux tolérables. Dans ces secteurs, une combinaison de protection contre l'incendie et de réponse opérationnelle doit être appliquée. Ceci est illustré par les points  $X_1$ ,  $X_2$  et  $X_3$ . En effet, supposons une ville qui se situe au point  $X_1$ , avec un temps de réponse de son Service de sécurité incendie fixé. Si le Service de sécurité incendie améliore son temps de réponse, dans ce cas, nous nous retrouvons au point  $X_2$ . À ce point, même avec un temps de réponse minimal, on se trouve encore dans une zone où le risque est inacceptable. Dans ce cas, le Service de sécurité incendie devra trouver d'autres mécanismes pour améliorer sa

performance et pour se retrouver par exemple au niveau du point  $X_3$ , dans une zone où le risque devient acceptable.

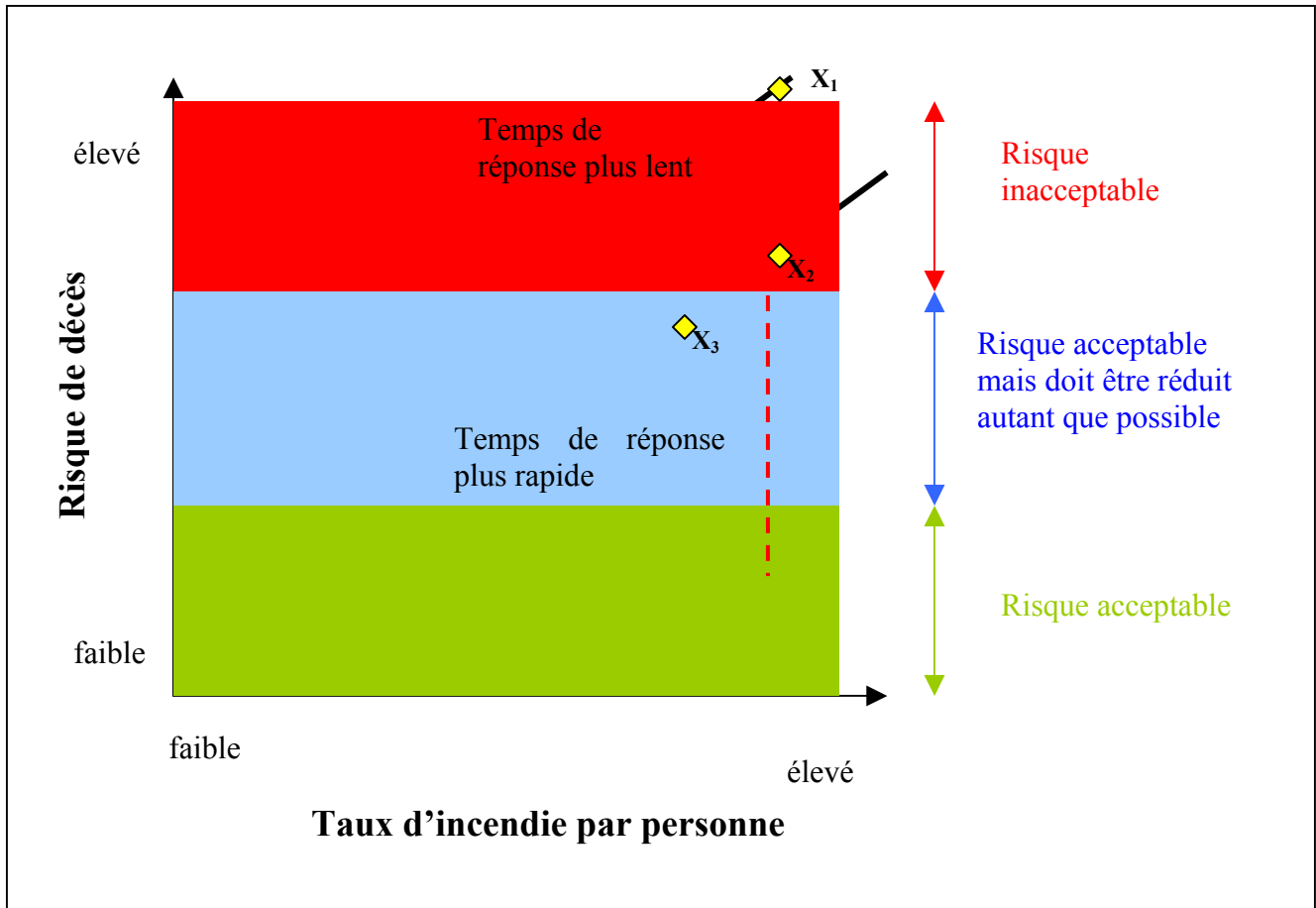


Figure 10 : Rapport entre le temps de réponse et le taux de mortalité pour les bâtiments résidentiels  
(Source : adapté de ENTEC, 1997)

En outre, il est intéressant de remarquer qu'à aucun moment le risque est réduit à un niveau négligeable par la couverture des pompiers uniquement. Ainsi, des mécanismes alternatifs de protection incendie devront également être ajoutés aux actions du Service de sécurité incendie si la ville veut se trouver dans une zone où le risque est acceptable. (ENTECC, 1997)

En se souvenant que seule la réponse des pompiers à l'incendie ne semble pas ramener le risque à des niveaux acceptables dans tous les cas, il va être intéressant d'étudier l'impact des options alternatives de protection incendie sur les dommages. Les paragraphes suivants vont traiter de ces mesures et examiner lesquelles sont les plus rentables en terme d'efficacité sur les pertes. Mais

auparavant, nous allons examiner l'impact du temps de réponse des pompiers sur les vies humaines dans les incendies de véhicules puis sur les dommages matériels.

#### 4.1.2 Réduction des pertes humaines dans les incendies de véhicules

Une étude réalisée au Royaume-Uni (ENTEC, 1998) a permis de mettre en évidence une relation entre le temps de réponse des pompiers et les décès dans les incendies de véhicules. En effet, les désincarcérations et les incendies de véhicules font aussi partie des activités auxquelles doivent s'attaquer les pompiers. Les données proviennent d'incendie de véhicules qui se sont déclarés au Royaume-Uni entre 1994 et 1997.

Il est important de préciser toutefois :

- que ces statistiques ne tiennent pas compte des décès liés à l'impact ou au choc de l'accident,
- que ces statistiques ne tiennent pas compte des circonstances et des causes de l'incendie (ex : suicide, meurtre...)
- que le nombre d'accidents lorsque le temps de réponse est > 16 minutes reste faible et peu significatif.

Le tableau qui suit montre que la majorité des feux ont été traités dans un délai de 10 minutes et que 86% des sauvetages ont été effectués pendant cette même période de temps. En outre, il y a eu 77 morts sur 1 072 accidents (c.-à-d. 7%) lorsque les pompiers sont intervenus en moins de 5 minutes, comparativement à 8 morts sur 31 accidents (c.-à-d. 26%) lorsque les pompiers sont intervenus en plus de 20 minutes. Ceci montre qu'il y a une relation entre les temps de réponse des pompiers et le risque de décès dans les incendies de véhicules. Le tableau suivant montre le pourcentage des accidents avec décès en fonction du temps de réponse.

Temps de réponse (en minutes)	Décès (tous les incendies de véhicules)	Accidents (tous les incendies de véhicules)	Pourcentage des accidents avec décès
	Nombre	Nombre	pourcentage
0-5	77	1.072	7.2
6-10	162	1.550	10.5
11-15	69	505	13.7
16-20	20	107	18.7
> 20	8	31	25.8
<b>TOTAL</b>	<b>336</b>	<b>3.265</b>	-

**Tableau 23 : Pourcentage des accidents avec décès en fonction du temps de réponse (1994-1997)**  
(Source : traduit de ENTEC, 1998)



Voyons maintenant l'impact sur les pertes humaines d'une augmentation du temps de réponse de 5 min et inversement d'une diminution du temps de réponse de 5 min.

L'étude a été réalisée en appliquant les approximations suivantes pour l'ensemble du Royaume Uni

- Pour une augmentation de 5 minutes, on a supposé que le taux de mortalité pour les incendies atteints en 6 à 10 minutes s'appliquait dorénavant à ceux actuellement atteints en 1 à 5 minutes, le taux de mortalité pour les incendies de véhicule atteints en 11 à 15 minutes s'appliquait à ceux actuellement atteints en 6 à 10 minutes, et ainsi de suite. On suppose ici que le taux de mortalité pour les incendies qui sont actuellement atteints en plus de 20 minutes reste inchangé.
- Pour une diminution de 5 minutes, on a supposé que le taux de mortalité pour les incendies atteints en 1 à 5 minutes s'appliquait dorénavant à ceux actuellement atteints en 6 à 10 minutes, et ainsi de suite. On suppose ici que le taux de mortalité pour les incendies qui sont actuellement atteints en moins de 5 minutes reste inchangé.

Voici les résultats mis en évidence dans l'étude ENTEC (1997) :

- Lorsqu'il y a une augmentation du temps de réponse de 5 minutes, on constate alors une augmentation de 23% dans le nombre de décès reliés aux incendies de véhicule par an, i.e. 49 décès additionnels sur la période de 4 ans, ou approximativement 12 par an,
- Lorsqu'il y a une diminution du temps de réponse de 5 minutes, on constate alors une baisse de 22 % dans le nombre de décès reliés au feu par an, i.e. 47 décès évités sur la période de 4 ans, ou approximativement 12 par an.

Temps de réponse (min)	Nombre de morts avec le temps de réponse courant	Nombre de morts avec un temps de réponse augmenté de 5 min		Nombre de morts avec un temps de réponse réduit de 5 min	
		Nombre de morts (nouveau total)	Augmentation	Nombre de morts (nouveau total)	Diminution
<b>0-5</b>	47	73	55%	47 (supposé sans changement)	0 (supposé sans changement)
<b>6-10</b>	112	129	15%	73	35%
<b>11-15</b>	43	48	12%	37	14%
<b>16-20</b>	10	14	40%	9	10%

Temps de réponse (min)	Nombre de morts avec le temps de réponse courant	Nombre de morts avec un temps de réponse augmenté de 5 min		Nombre de morts avec un temps de réponse réduit de 5 min	
		Nombre de morts (nouveau total)	Augmentation	Nombre de morts (nouveau total)	Diminution
> 20	3	3 (supposé sans changement)	0 (supposé sans changement)	2	33%
<b>TOTAL</b>	215	264	23%	168	22%

**Tableau 24 : Impact d'un changement du temps de réponse sur le nombre d'incendies de véhicules avec décès sur la période 1994-1997 (Source : Traduit de ENTEC, 1998)**

#### 4.1.3 Réduction des pertes matérielles dans le cas des bâtiments non résidentiels

Étant donné qu'il y a peu de données qui permettent d'établir une relation entre le temps de réponse du Service de sécurité incendie et le risque sociétal pour la vie humaine dans les immeubles, nous nous attarderons plutôt sur la relation existante entre le temps de réponse et les pertes matérielles.

Il est vrai que la propagation d'un feu dépend de nombreux facteurs comme l'inflammabilité des matériaux, le travail des premiers secours, la compartimentation, la charge combustible, la taille de l'endroit en feu, la hauteur du plafond, néanmoins, il est indéniable que le temps de réponse des Services de sécurité incendie a un impact sur la propagation du feu et donc un impact sur les pertes. Il existe différentes modélisations d'un feu. Ainsi, par exemple, un feu d'usine peut s'embraser en 5 minutes et doubler de taille toutes les 15 minutes ensuite, tandis qu'un feu d'entrepôt de plastiques peut s'embraser en 2 minutes et doubler toutes les 4 minutes ensuite (ENTECC, 1999).

##### 4.1.3.1 Temps de réponse et propagation du feu au-delà de l'étage d'origine

Nous avons constaté dans la première partie de ce rapport que l'indicateur de performance « confinement à la pièce d'origine » était très important lorsque l'on regardait son influence sur les dommages. Nous allons donc examiner de plus près ici quel est l'impact du temps de réponse des pompiers sur la propagation du feu au delà de l'étage d'origine (on parle moins souvent de pièce d'origine lorsque l'on est en présence de bâtiments non résidentiels ou de bâtiments à étages.)

Certaines des études des années 70 ont abouti à un modèle statistique de propagation du feu au delà de l'étage d'origine. Par exemple, Hogg<sup>48</sup> a étudié des incendies entre 1963-1967 et a examiné le pourcentage des feux, qui se sont propagés au-delà de l'étage d'origine dans les bâtiments de plusieurs étages. Comme récapitulé dans le tableau suivant, elle a constaté par exemple, que la probabilité que le feu se propage au-delà de l'étage d'origine doublait presque lorsque le temps de réponse passait de 3 minutes à plus de 16 minutes dans les locaux industriels et commerciaux.

Temps entre la découverte et la réponse (min)	% d'incendie se propageant au-delà de l'étage d'origine	
	Logements multi-étages	Multi-étages Immeubles commerciaux et industriels
3	12	25
8	14	29
13	18	48
18	35	
> 20	43	45 (> 16 min)

**Tableau 25 : Étude d'incendies entre 1963-1967 (Source : adapté de Hogg, 1971<sup>14</sup>)**

On constate déjà par ce tableau qu'il y a une relation entre le temps de réponse et la propagation au-delà de l'étage d'origine, ce qui laisse penser à une relation entre le temps de réponse et les pertes associées à un feu.

#### **4.1.3.2 Temps de réponse et pourcentage de dommages dû à l'incendie**

Pour décrire la relation entre le temps de réponse et les dommages, nous allons nous servir d'une étude « Financial Loss Model » réalisée par ENTEC en 1999. Le temps de réponse est défini ici comme le temps entre l'appel initial et l'arrivée des pompiers.

<sup>48</sup> J.Hogg. A model of fire spread. Fire research report no 2/71. Home Office Scientific Advisory Branch. March 1971.

Le rapport entre les temps de réponse et le niveau de perte est considéré en isolant le temps de détection du feu (qui correspond au temps entre l'ignition et la détection et entre la détection et l'appel). Voici quelques conclusions de l'étude :

- Le pourcentage des dommages du feu double si la réponse prend plus de 20 minutes au lieu de moins de 5 minutes;
- En se basant sur la moyenne arithmétique, approximativement 30% du secteur affecté est endommagé par le feu si une intervention est faite en moins de 5 minutes, comparé à 50% à 60% si l'intervention a lieu en plus de 20 minutes;
- En se basant sur la moyenne géométrique, qui réduit l'impact des observations aberrantes, approximativement 15 à 20% du secteur affecté est endommagés par le feu si une intervention est faite en moins de 5 minutes, comparé à 30 à 56% si l'intervention a lieu en plus de 20 minutes. (ENTEC, 1999)

La seconde étape de l'analyse réalisée par ENTEC (1999) permet de connaître l'étendue des dommages en  $m^2$  par minute écoulée avant l'arrivée des pompiers. Voici un tableau qui résume ces données :

Type de bâtiments	Taux de dommages ( $m^2 \cdot \text{min}^{-1}$ )
Bâtiments publics	2,99
Universités	2,79
Usines	2,72
Universités et écoles	2,46
Écoles	2,39
Hôtels	2,09
Commerce	1,99
Bureau	1,47
Débit de boisson	1,25
Hôpital	1,2
Maison de retraite	0,59

Tableau 26 : Etendue des dommages en  $m^2$  par minute écoulée avant l'arrivée des pompiers  
(Source : traduit de ENTEC, 1999)

On constate que le taux de dommages est différent suivant le type de bâtiment.

Pour compléter ces données, l'étude a ajouté des montants de pertes associés à chaque type de bâtiments. Ainsi, ils ont déterminé des pertes moyennes par minute en fonction du type de bâtiment. La valeur des pertes par  $m^2$  a été estimée par ENTEC en utilisant des données sur le nombre de feux, la moyenne des dommages incendie et des statistiques des assurances.

Cette méthode consistant à associer des pertes moyennes en \$ /m<sup>2</sup> en fonction du type de bâtiment se rapproche des nouvelles façons de vouloir évaluer les pertes des incendies mises en place par le SSIM (cf. Encadré 5).

Voici un tableau qui regroupe les données mises en évidence par ENTEC sur la valeur des pertes par type de bâtiments et l'étendue des pertes par minute :

Type de bâtiments	Domage moyen (intervention dans les 5 premières minutes) (m <sup>2</sup> )	Pertes moyennes <sup>49</sup> (\$CAD.m <sup>-2</sup> )	Taux de dommages (m <sup>2</sup> .min <sup>-1</sup> )	Taux de pertes moyennes (\$CAD.min <sup>-1</sup> )
Bâtiments publics	21.40	6720	2,99	20160
Universités	11.74	8880	2,79	24960
Usines	28.18	6240	2,72	17040
Education combined	19.45	7920	2,46	19680
Écoles	21.31	8880	2,39	21360
Hôtels	8.06	12000	2,09	25200
Commerce	12.51	13440	1,99	26880
Bureau	13.54	9120	1,47	13440
Débit de boisson	15.10	8400	1,25	10560
Hôpital	5.32	20400	1,2	24480
Maison de retraite	6.18	17520	0,59	10560

**Tableau 27 : Estimation de la valeur des dommages par min (source : traduit d'ENTEC, 1999)**

Nous pourrions classer les types de bâtiments en trois catégories en fonction de la valeur des pertes associés au feu par minute :

- Catégorie 1 : Bâtiments qui subissent des pertes supérieures à 24 000 \$CAD.min<sup>-1</sup> : universités, hôtels et commerces

<sup>49</sup> Les pertes moyennes ont été traduites en \$CAD en utilisant le taux de change moyen de 1999, équivalent à 1£ = 2,4\$CAD.

- Catégorie 2 : Bâtiments qui subissent des pertes comprises entre 16 800 \$CAD.min<sup>-1</sup> et 21 600 \$CAD.min<sup>-1</sup> : bâtiments publics, usines, universités et écoles.
- Catégorie 3 : Bâtiments qui subissent des pertes inférieures à 14 400 \$CAD.min<sup>-1</sup> : Bureaux, débit de boissons et maisons de retraite.

Ces considérations montrent l'importance d'agir vite pour les pompiers (même si cela occasionne des coûts très élevés) puisque les pertes matérielles par minutes sont considérables.

#### **4.2 Impact de l'utilisation des mousses sur la réduction des dommages**

Les pompiers font face à différents choix en matière d'agent extincteur. Dans la majorité des cas, c'est l'eau qui va être utilisée, à cause de sa facilité d'utilisation, de sa disponibilité, etc. Cependant, nous pourrions nous interroger sur les autres moyens qui existent pour éteindre un feu, sur leur efficacité, leurs avantages et leurs inconvénients.

Plusieurs nouvelles technologies pour combattre les incendies sont actuellement au cœur des discussions dans de nombreux centres de recherche en sécurité incendie.

Nous allons nous intéresser ici à l'utilisation des mousses comme agent extincteur. Il existe deux sortes de mousse : les mousses régulières Classe A et les systèmes de mousse à air comprimé (CAFS : Compressed Air Foam System, en français : SMAC : système de mousse à air comprimé).

- La mousse de catégorie A est spécifiquement formulée pour combattre les incendies de catégorie A (les incendies de solides combustibles ordinaires tels que le papier, le bois, le tissu, le caoutchouc, etc.).

- Le SMAC est un système à haute énergie utilisant de l'air sous pression pour se mélanger à une solution de mousse pour créer une mousse finie. La mousse finie est une solution d'extinction aérée créée en mélangeant de l'air dans une solution de mousse pour lui donner une structure à bulles. Les SMAC sont des systèmes à énergie élevée, puisque l'air comprimé ajoute de l'énergie au jet créé par la pression d'eau<sup>50</sup>. C'est un système de pompage standard de l'eau qui a un point d'entrée où de l'air comprimé peut être ajouté à une solution de mousse pour produire de la mousse.

---

<sup>50</sup> Site Internet <http://www.waterous-europe.co.uk>

Le compresseur d'air fournit également l'énergie, qui, gallon pour le gallon, propulse la mousse comprimée d'air plus loin qu'une buse d'eau standard.(Taylor, 1997)

Une limite dans la capacité de l'eau à éteindre les feux est sa tension superficielle élevée provoquée par les molécules d'eau qui sont attirées seulement par d'autres molécules d'eau. Selon l'IFSTA (1996)<sup>51</sup> et l'U.S. Department of Agriculture (Darley, 1995)<sup>52</sup>, seulement 5 à 10 % de l'eau actuellement utilisée dans la lutte contre l'incendie sont réellement impliqués dans l'extinction.

### Mousse de classe A

La structure de bulle dans la mousse de classe A est importante pour les capacités d'extinction accrues. La mousse de classe A permet de réduire la taille des gouttelettes d'eau, ce qui permet une augmentation de la capacité d'absorption de la chaleur (l'eau se refroidit plus efficacement quand la taille des gouttelette est très petite).(Taylor, 1997) La mousse permet d'augmenter le refroidissement de l'eau. Quand la mousse de classe A est dirigée vers le feu, l'air avec les bulles devient chaud, rompant ainsi la solution d'eau en particules extrêmement petites, qui sont immédiatement vaporisées près de la source de chaleur<sup>53</sup>. Pour les pompiers, l'utilisation de cette mousse permet de réduire leur temps sur le lieu de l'incendie.

### Système de mousse à air comprimé : SMAC

Il y a plusieurs avantages clés au SMAC :

- La qualité de la mousse est bien améliorée par une structure à bulles constantes et plus petites.
- La portée du jet de lance est améliorée.
- Il y a moins de poids sur le tuyau puisqu'il est surtout rempli d'air, facilitant ainsi son déplacement. Le tuyau flotte aussi ce qui signifie qu'il peut servir de barrière temporaire pour contenir les déversements de matériaux dangereux.

---

<sup>51</sup> International Fire Service Training Association. (1996). Principles of foam fire fighting (Wieder, M., Smith, C., & Brakhage, C., Eds.). Stillwater, OK: Fire Protection Publications, Oklahoma State University.

<sup>52</sup> Darley, P. C. (1995, September). The use of class "a" foam and compressed air foam systems (CAFS) in firefighting. Foam Applications for Wildland & Urban Fire Management, 7, 15-22.

<sup>53</sup> Colletti, D. J. (1994, December). Compressed air foam systems: Your questions answered. The Voice, 23, 38-43.

- Puisque le tuyau est rempli d'air, les pertes en friction sont faibles, ce qui signifie que la pression de la pompe ne doit pas être forte pour compenser la perte de friction.
- Il n'y a pas de perte de pression normale avec l'élévation. La ligne peut être avancée de plusieurs étages sans devoir augmenter la pression de la pompe et le rendement à la fin de la ligne reste constant. (Site Internet <http://www.waterous-europe.co.uk> )

L'avantage du SMAC est donc lié à l'application en jet concentré, il a une portée accrue qui permet d'attaquer un feu post-flashover d'une distance importante, et ainsi diminuer les dangers pour les pompiers. (Crisis and Emergency Management Center, 2002, « L'utilisation du jet diffusé », octobre)

La mousse de classe A, proportionnée entre 0,3 et 1,0 %, réduit le temps nécessaire pour éteindre les incendies qui se fait en deux fois moins de temps qu'avec de l'eau. Avec le SMAC, le temps est réduit de plus de 80% (Grimwood, 2004).

L'utilisation des mousses comme agent extincteur permet une réduction de la température beaucoup plus rapidement. Or, on sait que plus la température augmente, plus il devient difficile pour les personnes de survivre. Voici quelques résultats qui montrent la capacité des mousses dans la réduction de la température :

<b>Agent extincteur</b>	<b>Temps pour abaisser la température de 1000°F à 212°F</b>
Eau	222.9 secondes
Mousse classe A	102.9 secondes
SMAC	38.5 secondes

**Tableau 28 : Capacité des mousses dans la réduction de la température (Source : Grimwood, 2004)**

Nous avons donné un aperçu très rapide de l'impact de l'utilisation des mousses comme agent extincteur. Cependant, nous ne détaillerons pas davantage cette partie, puisque actuellement une étude coûts- bénéfices de l'utilisation des mousses est en cours au sein de la Direction de la Planification Stratégique du SSIM.



### 4.3 Impact de la prévention et de l'éducation du public sur la réduction des dommages

Comme précédemment énoncé dans le chapitre 1 : le Service de sécurité incendie est un maillon de la chaîne d'intervention en sécurité incendie mais il faut prendre en compte l'ensemble des maillons pour diminuer le nombre de décès et l'ampleur des dommages matériels. En outre, il ressort de diverses études que la variable la plus importante pour éviter un incendie ou diminuer les dommages associés si l'incendie se déclare est le temps de détection de l'incendie. Les éléments importants qui influencent ce temps de détection sont la présence d'appareils de détection mais aussi la prévention et l'éducation du public. L'installation des appareils de détection hâtive est une obligation municipale (ou encore une obligation du code de construction), mais il est fréquent que des citoyens, malgré cette obligation, n'installent pas ou ne changent pas les piles de leurs avertisseurs de fumée par exemple. C'est pourquoi il est important de s'intéresser à ce 1<sup>er</sup> maillon de la chaîne et à faire en sorte que le citoyen adopte un comportement sécuritaire. Nous allons dans un premier temps voir l'impact du temps de détection de l'incendie sur les dommages. On ne parlera jamais assez de l'importance de la prévention en sécurité incendie. Il est très important que la population soit consciente des gestes à poser en cas d'incendie. La prévention doit être une question d'investissement et non une dépense. Nous allons illustrer ce point grâce à une étude d'ENTEC (1997) réalisée au Royaume-Uni, qui a montré l'importance du temps de détection de l'incendie sur les dommages à la vie humaine. L'étude est basée sur 65 322 incendies résidentiels qui se sont produits en 1993 au Royaume-Uni. Ces 65 322 incendies ont causé la mort de 536 personnes. L'étude regarde la relation qui existe entre le temps de détection d'un incendie (i.e. le temps entre l'ignition et la détection) et le nombre de morts. Dans tous les cas, le temps de réponse des pompiers étaient très rapide, la plupart du temps, compris entre 3 et 5 minutes. Voici le tableau des résultats obtenus lors de l'étude :

Intervalle (min) entre l'ignition et la détection	Nombre de feu (%)	Nombre de mort (%)
Négligeable	10	5
< 5 minutes	45	10
Entre 5 et 30 minutes	35	43
> 30 minutes	9	41

**Tableau 29 : Relation entre le nombre de décès et le temps de détection d'un incendie**  
(Source : traduit de ENTEC, 1997)

Ces résultats montrent clairement qu'à elle seule, une réponse rapide des pompiers n'a pas été suffisante pour éviter les décès. Il paraît évident qu'un plus grand pourcentage de succès dans le sauvetage de vie humaine aurait pu être atteint grâce à une détection de l'incendie et un appel au 9-1-1 plus rapide. On constate aussi que 9% des incendies dans ce cas (détection très lente > 30 minutes) sont responsables de 41 % des décès.

Plusieurs solutions s'offrent à nous afin de jouer sur le temps de détection d'un incendie : éducation du public, prévention, usage d'appareils de détection, etc... Le paragraphe suivant va d'ailleurs traiter des différents appareils qui peuvent venir compléter une éducation du public : les avertisseurs de fumée (appareil de détection) et les gicleurs (mécanisme d'autoprotection).

En outre, les appareils de détection ne seront non plus pas suffisants à eux seuls si les citoyens n'adoptent pas en plus des comportements sécuritaires. D'ailleurs, regardons maintenant quelques études qui mettent en avant les principaux facteurs de risque de décès dans un incendie.

Il est apparu qu'une grande majorité des incendies avec décès se produisait dans des habitations sans avertisseurs de fumée qui regroupe une minorité d'habitations en réalité. Par exemple, Duncanson & al. (2002) dans son étude sur les liens entre les incendies et les facteurs socio-économiques montre que les 20% de résidences les plus défavorisées subissent près de 40% des incendies avec décès. La mortalité dans un incendie est environ 5,6 fois plus grande dans les quartiers les plus défavorisés que dans les moins défavorisés.


Ces résultats sont cohérents avec de nombreuses études réalisées dans différents pays. Par exemple, une étude réalisée à Londres sur les décès dans les incendies sur la période 1996 à 2000 a analysé les principaux facteurs impliqués dans ces décès. Les facteurs de risque identifiés dans les décès dans les incendies involontaires de logement étudiés incluent le tabagisme, l'alcool, le vieil âge, l'incapacité, la maladie, le fait de vivre seul, le fait de vivre dans un milieu défavorisé et ne pas avoir un avertisseur de fumée fonctionnel. (Holborn & al., 2003)

Étudiant tous les feux (non limités aux incendies mortels) plusieurs auteurs tous cités par le National Fire Data Center (1997), identifient les facteurs socio-économiques suivants qui sont associés à l'augmentation ou à la diminution du risque d'incendie :

 Corrélation négative (diminution du risque d'incendie)

- propriétaire de logement (proportion de logements occupés par le propriétaire).

- revenu proportionné (pourcentage des ménages avec le revenu au-dessus de 15.000 \$US).
- Présence parentale (pourcentage d'enfants de moins de 18 ans vivant avec deux parents).
- Bonne éducation (pourcentage des personnes âgées de plus de 25 ans avec au moins le niveau secondaire).

 Corrélation positive (augmentation du risque d'incendie)

- Sous-éducation (pourcentage des personnes âgées de plus de 25 ans avec moins de 8 ans de scolarisation).
- Densité d'occupation des logements (pourcentage de ménages avec plus d'une personne par pièce).
- Pauvreté (pourcentage de personnes en dessous du seuil de pauvreté).

Un article de Warda & al. (1999(a)) résume toutes les données concernant les facteurs de risque de feu dans les résidences, en utilisant des estimations du risque relatif comme méthode de comparaison entre toutes les études. Voici les résultats qui sont tirés de cette étude (certains facteurs ont déjà été cités plus haut) :

Facteur de risque	Risque relatif
<b>Facteurs de risque non modifiables</b>	
Jeune âge	1.8 - 7.5
Vieil âge	2.6 – 3.6
Homme	1.4 – 2.9
Race non blanche	1.3 – 15
Faible revenu	3.4
Handicap	2.5 – 6.5
Occurrence tard dans la nuit / tôt le matin	4.1
<b>Facteurs de risque modifiables</b>	
Lieu de la résidence	2.1 – 4.2
Type de résidence	1.7 – 10.5
Action de fumer	1.5 – 7.7
Consommation d'alcool	0.7 – 7.5

**Tableau 30: Facteurs de risque pour des incendies résidentiels fatals**

L'analyse des incendies mortels montre qu'il est clair que plusieurs des mêmes facteurs émergent à plusieurs reprises, et qu'un certain nombre de groupes vulnérables et à haut risque peut être identifié (par exemple les fumeurs, les très jeune, les vieux, etc.). Afin de réduire le nombre de décès dans les incendies résidentiels non-volontaires à l'avenir, les stratégies de prévention ont besoin de viser ces groupes vulnérables et les circonstances qui résultent en une occurrence d'incendies mortels.

Exemple pour les fumeurs :

Entre 25 et 60 % des décès par l'incendie provoqués par la cigarette peuvent être mis sur le compte de la combinaison tabagisme-intoxication. Une étude (Warda, 1999(a)) des décès par l'incendie en Ontario entre 1990 et 1995 a révélé qu'un article de fumeur était en cause dans 53 % des décès où les victimes étaient en état d'ébriété, et dans 35 % des décès où les victimes ne l'étaient pas. Il n'est donc pas surprenant de voir que les incendies dont la cause est un article de fumeur font un nombre disproportionné de victimes. Comme le montre le Tableau 31, le taux de mortalité est beaucoup plus élevé pour les incendies dont la cause est un article de fumeur que pour les incendies causés par des appareils de cuisine, autre source commune d'incendie domestique.

Où/quand	Incendies inclus	Source d'allumage	Incendies (%)	Décès (%)
Ontario <sup>™</sup> 1995-1997	Résidentiels	Articles de fumeur, briquettes et allumettes	9.5	40.8
		Appareils de cuisine	26.5	12.4
Alberta <sup>™</sup> 2000	Résidentiels	Articles de fumeur, briquettes et allumettes	25	59
		Appareils de cuisine	9.5	11

**Tableau 31 : Comparaison des articles de fumeur et des appareils de cuisine comme sources d'ignition**

(source : Santé Canada, 2002)

Le développement d'une cigarette à potentiel d'ignition réduit, qui quand elle est jetée ne risquerait pas de mettre le feu aux meubles ou à d'autres articles ménager entraînant des incendies ou des décès dus au dégagement de vapeurs toxiques par la combustion lente de ces matériaux, a été déclaré apporter un retour de 505\$US pour chaque dollar investi en développement, à un coût minimal par nombre d'années de vie gagnées ( Miller & al. ,2000). Santé Canada est d'ailleurs en train de mettre en place une réglementation à ce sujet.

#### **4.4 Impacts des appareils de détection hâtive sur les dommages**

##### *4.4.1 Impact des avertisseurs de fumée sur les dommages matériels et sur les vies*

Nous allons dans cette partie essayer de voir dans quelle mesure les avertisseurs de fumée sont bénéfiques et ont un impact réel sur la réduction des dommages liés aux incendies.

#### **4.4.1.1 Réduction du nombre de décès et blessés causés par l'incendie**

Aux États-Unis, on note que la moitié des décès lors d'incendie résidentiel sont survenus dans les 6% de maisons dépourvues d'avertisseurs de fumée. De plus, 76% des décès lors d'incendie résidentiel sont survenus dans les 25% de maisons dépourvues d'avertisseurs de fumée fonctionnels (Ahrens, 2001). (D'autres sources nous donnent des résultats sensiblement équivalent : en effet, d'après Shults & al. (1998), aux États-Unis, 70% des décès dans un incendie résidentiel se sont passés dans un logement sans avertisseur de fumée fonctionnel.<sup>54</sup>)

Par ailleurs, l'American Medical Association's Council on Scientific Affairs estime que les avertisseurs de fumée peuvent permettre de réduire le taux de mortalité pour les incendies résidentiels de 50%<sup>55</sup>.

L'avertisseur de fumée permet une détection rapide du feu et permet ainsi aux pompiers d'arriver plus rapidement sur les lieux. Lorsque l'on regarde la courbe de propagation d'un incendie, il est indéniable que le temps de réponse est un critère important dans l'ampleur des dommages (cf. 4.1). D'une manière générale, plus l'intervalle entre l'ignition et la découverte du feu est court, plus le taux de mortalité est faible (cf. 4.3). Les avertisseurs de fumée tendent à raccourcir la période de détection du feu. Les statistiques de l'incendie au Royaume Uni nous montrent qu'en 2000 (Office of Deputy Minister, 2002a) :

- Avec avertisseur de fumée : en 2000, plus de deux-tiers (68%) des feux de logement où un avertisseur de fumée a donné l'alerte ont été découverts en moins de 5 minutes. Dans 67% des incendies détectés par un avertisseur de fumée, l'incendie a été confiné à l'article initialement en feu. Le nombre de décès était de 3 pour 1000 incendies.
- Sans avertisseur de fumée : seulement 51% des feux de logement ont été découverts en moins de 5 minutes lorsqu'il n'y avait pas d'avertisseur de fumée contre 68% avec un avertisseur de fumée. Dans seulement 44% des incendies non détectés par un avertisseur de fumée, l'incendie a été confiné à l'article initialement en feu (contre 67% lorsque détecté avec un avertisseur de fumée). Le nombre de décès étaient de 7 pour 1000 incendies.

---

<sup>54</sup> Shults RA, Sacks JJ, Briske LA, Dickey PH, Kinde MR, Mallonee S, Douglas MR., "Evaluation of three smoke detector promotion programs" Am J Prev Med. 1998 Oct;15(3):165-71.

<sup>55</sup> Council on Scientific Affairs, 1987, « Preventing death and injury from fires with automatic sprinklers and smoke detectors », JAMA, 1987, 257 :1618-20.

United Kingdom						Number <sup>2</sup>	
Year	Fires <sup>2</sup>	Fatal casualties <sup>3</sup>		Non-fatal casualties		% of fires discovered <5 minutes	% of fires confined to item
	Number	Number	Per 1,000 fires	Number	Per 1,000 fires	%	%
<b>Fires where an alarm was present, operated and raised the alarm</b>							
1996	13,103	57	4	2,482	189	65	65
1997	13,980	45	3	2,835	203	66	64
1998	15,114	52	3	2,838	188	68	65
1999	16,993	51	3	3,148	185	67	65
2000p	17,862	54	3	3,383	189	68	67
<b>Fires where an alarm was absent or an alarm was present but failed to raise the alarm</b>							
1996	58,605	507	9	11,707	200	51	45
1997	58,512	517	9	12,061	206	52	45
1998	55,958	461	8	12,141	217	52	45
1999	55,235	412	7	11,476	208	51	43
2000p	53,035	391	7	11,008	208	51	44

<sup>1</sup> Includes caravans, houseboats and other non-building structures used solely as a permanent dwelling (see explanatory note 19).  
<sup>2</sup> Figures are based on sample data weighted to the brigade totals. Including 'late' call and heat and smoke damage only incidents.  
<sup>3</sup> The fatality figures for 2000 are likely to be revised as later information becomes available (see explanatory notes 4 and 5).

**Tableau 32 : Impact des avertisseurs de fumée sur le temps de détection d'un incendie, le nombre de décès et sur le taux de confinement à la pièce d'origine , 1996- 2000 (Source : Office of deputy minister, 2002a)**

### Le cas de Montréal

Lorsque l'on examine les statistiques pour Montréal, on s'aperçoit que la majorité des incendies avec décès se sont passés dans des unités résidentielles sans avertisseur de fumée. Le tableau suivant illustre très bien ce phénomène depuis quelques années :

<b>Incendies fatals</b>			
	<b>Nombre d'incendies</b>	<b>Nombre de décès</b>	<b>Nombre d'avertisseurs de fumée inexistantes ou non fonctionnels</b>
Année 2002 <sup>56</sup>	16	16	16
Année 2001	8	9	7
Année 2000	8	8	7
Année 1999	6	7	6
Année 1998	9	12	9
Année 1997	7	10	7

<sup>56</sup> Information pour l'ex-ville de Montréal seulement à l'exception des données 2002

Année 1996	8	9	6
Année 1995	14	16	14
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>87</b>	<b>71/76</b> <b>93,4%</b>

**Tableau 33 : Proportion de la présence d'avertisseurs de fumée dans les incendies avec décès (SSIM, 2004)**

Depuis 1995 à Montréal, plus de 9 fois sur 10 lors de décès dans des incendies, il n'y avait pas d'avertisseur de fumée ou il n'était pas fonctionnel. Pourtant, à Montréal, il est obligatoire de posséder un avertisseur de fumée fonctionnel dans tous logements : « Des avertisseurs de fumée conformes à la norme CAN/ULC-S531, doivent être installés dans chaque logement et, sauf dans les établissements de soins ou de détention qui doivent être équipés d'un réseau avertisseur d'incendie, dans chaque pièce où l'on dort qui ne fait pas partie d'un logement » (Règlement de prévention de la Ville de Montréal, P5.1, Code National de prévention des incendies (CNPI), 1990).

#### **4.4.1.2 Réduction des pertes matérielles engendrées par l'incendie**

Tout d'abord, comme nous l'avons vu également dans le chapitre 1, le confinement du feu à la pièce d'origine est un facteur d'efficacité des Services de sécurité incendie dans la diminution des dommages matériels et humains. Or le Tableau 32 nous indique l'importance d'un avertisseur de fumée dans l'amélioration à la fois du temps de détection de l'incendie mais aussi du confinement de celui-ci à l'article initialement en feu. Les avertisseurs de fumée semblent donc jouer un rôle important dans la réduction des dommages.

Par ailleurs, une étude a permis de montrer que le coût des incendies résidentiels variait en fonction de la manière dont le feu a été détecté. Le tableau qui suit nous indique clairement que le coût moyen d'un incendie est le plus faible lorsque celui-ci a été détecté par un avertisseur de fumée.

<b>Manière de détection</b>	<b>Coût moyen (£)<sup>57</sup></b>
Avertisseur de fumée	210
Senteur de fumée	280
Just happened to find it	500
La personne était dans la pièce lorsque le feu s'est déclenché	770
Autres	4070

**Tableau 34 : Coûts des incendies domestiques en fonction de la manière dont le feu a été détecté (source : Fires in the Home : finding from the 2000 British Crime Survey, 2001)**

<sup>57</sup> Le coût moyen représenté ici se base sur des feux de petites tailles, c'est pourquoi il semble relativement faible.

Cependant, un article semble ne pas être totalement en accord avec l'ensemble de la littérature concernant l'impact des avertisseurs de fumée sur la réduction des dommages matériels. En effet, une étude de Hygge (1989), réalisée en Suède a montré que la présence d'avertisseurs de fumée ne faisait pas de différence sur l'ampleur des pertes matériels à l'exception des gros incendies. Hygge approuve néanmoins les conclusions de Hall<sup>58</sup> concernant le fait que les avertisseurs de fumée diviseraient par 2 le risque de décès dans un incendie, mais il remet en doute les conclusions d'autres études concernant les pertes matérielles. L'étude de Hygge a comparé les changements dans le risque d'incendie et la compensation monétaire moyenne pour les pertes matérielles avant et après la distribution gratuite de 21 000 avertisseurs de fumée par une compagnie d'assurance locale. Hygge n'a pas considéré l'impact des avertisseurs de fumée sur la vie humaine. Afin d'éviter de prendre en compte des changements qui ne seraient pas dû à l'implantation massive d'avertisseurs de fumée, une deuxième compagnie d'assurance du même secteur géographique a été ajoutée comme groupe de comparaison, ou groupe de contrôle (celle-ci ne distribuait pas d'avertisseur de fumée gratuit). Les indemnités ainsi que le risque d'incendie ont été comparé pour différents types d'incendie : petits, moyens et gros. Les résultats n'ont montré aucun effet global de la hausse de la présence d'avertisseurs de fumée sur le risque et sur les indemnités payés par les compagnies d'assurance. Néanmoins, pour les gros feux seulement, il y avait une diminution significative des indemnités payées par la compagnie qui avait distribué les avertisseurs de fumée gratuits comparé à celles versées par l'autre compagnie d'assurance. Cependant, lorsque l'on examine étroitement l'étude de Hygge, on constate que ses conclusions pourraient être imprécises. En effet, on constate que le groupe contrôle qui n'a pas reçu gratuitement d'avertisseur de fumée a également connu une augmentation du taux de pénétration d'avertisseur de fumée pendant la même période de temps. Ceci n'explique pas entièrement bien sûr les résultats relativement semblables concernant les dommages matériels pour les deux groupes à l'étude mais on peut toutefois le considérer comme un facteur important.

#### **4.4.1.3 Campagne de prévention**

Nous venons de constater que les avertisseurs de fumée pouvaient avoir un impact considérable sur la réduction des dommages. Leur principal atout est la détection hâtive d'un feu, ce qui permet, un

---

<sup>58</sup> Hall, 1985, « A decade of detectors : measuring the effect », Fire Journal, September 37.



appel au 9-1-1 plus rapidement, une réponse de la part des pompiers plus rapide, un taux de confinement à la pièce d'origine plus important et finalement une diminution du taux de décès et de blessés ainsi qu'une diminution des pertes matérielles.

Mais comment fait-on pour inciter les gens à installer des avertisseurs de fumées ? Une des solutions est d'organiser par les pompiers des campagnes de prévention. Quelle est leur impact ? Faire des campagnes de prévention fait-il que le nombre de personnes qui s'équipent ou qui vérifient leur avertisseur augmentent ? La réponse est vraisemblablement oui si l'on regarde les diverses études qui ont été réalisées jusqu'à maintenant. Pour n'en citer qu'un : en Angleterre et au Pays de Galles<sup>59</sup>, plusieurs campagnes pour les avertisseurs de fumée ont été entreprises (en 1992 et 1997). Lors de ces 2 campagnes, le niveau de possession d'avertisseurs de fumées a considérablement grimpé : il est passé de 50% à 66% entre 1992 et 1993, et de 75% à 82% entre 1997 et 1998.

Nous pouvons également nous interroger sur la forme que doit prendre la campagne afin qu'elle soit le plus efficace possible. Il ressort de diverses études qu'un programme de distribution d'avertisseurs de fumée n'a pas tout l'impact escompté s'il s'agit simplement d'une distribution et non d'une installation d'avertisseurs de fumée. Par exemple, un programme<sup>60</sup> dans le nord de Londres a conclu que donner simplement des avertisseurs de fumée n'était pas une manière efficace d'augmenter la possession d'avertisseurs adaptés et fonctionnels dans les quartiers défavorisés. Par conséquent, il est souvent conseillé que les pompiers, dans la mesure du possible, installent les avertisseurs de fumée dans les maisons, plutôt que de simplement les donner. Nous allons dans le paragraphe suivant étudier une campagne de prévention similaire en analysant ses coûts et ses bénéfices.

---

<sup>59</sup> Voir Site Internet [http://www.addingitup.gov.uk/epc/dtlr/dtlr\\_o8t2r.cfm](http://www.addingitup.gov.uk/epc/dtlr/dtlr_o8t2r.cfm)

<sup>60</sup> DiGiusseppi C, Roberts I and Spiers N (1999) 'Smoke alarm installation in inner London council housing: cross sectional study', in Archives of Disease in Childhood 81: 400-3

#### 4.4.2 *Coûts et avantages des avertisseurs de fumées*

##### 4.4.2.1 **Analyse coûts bénéfiques d'un programme d'avertisseur de fumée à Oklahoma City**

Les résultats proposés dans ce paragraphe proviennent d'une étude réalisée à Oklahoma City aux États-Unis où un programme d'avertisseur de fumée a été mis en place avec la distribution d'avertisseur de fumée dans les résidences d'un quartier à haut risque d'incendie et par la distribution subséquente de piles. Ces distributions s'accompagnaient de séances d'éducation et de sensibilisation du public (Haddix & al., 2001).

L'objectif principal de l'article de Haddix & al. (2001) est d'estimer la rentabilité de ce programme de distribution d'avertisseur de fumée. C'est la première fois où est étudié l'effet de l'augmentation de la prévalence des avertisseurs de fumée dans des secteurs à haut risque d'incendie sur la mortalité et la morbidité. En effet d'autres études ont tenté plutôt de mettre en avant grâce à ce programme l'impact du programme sur l'augmentation de la prévalence des avertisseurs de fumée fonctionnels.

En 1990, ce programme a permis la distribution de 10 000 avertisseurs de fumée dans un quartier à haut risque d'incendie résidentiel de la ville d'Oklahoma. Cette distribution a été faite par des associations communautaires, des bénévoles, l'antenne locale de la Croix Rouge et les Services de sécurité incendie de la ville d'Oklahoma. On rappelle que ce programme incluait également les composantes suivantes : un programme d'éducation en prévention incendie et un programme de remplacement de piles. Le quartier a été choisi en comparant les taux d'incendie avant la mise en place du programme dans l'ensemble des quartiers d'Oklahoma City. Ainsi, ce quartier avait un taux de 2.6 fois supérieur aux autres quartiers quant à l'occurrence des incendies. De plus, ce quartier ne regroupe que 16% de la population, mais cette population est victime de 45% des dommages à la santé humaine dus à l'incendie d'Oklahoma City.

**MÉTHODE :** Une analyse de rentabilité a été conduite d'un point de vue sociétal et en tenant compte des coûts du système de santé. L'étude compare les coûts du programme à tous les coûts liés aux soins médicaux et à la perte de revenu rattachés à l'incendie sur une période de cinq ans. Il est

bon de noter que les chiffres donnés pour cette étude sont tous en \$US de 1990. Des données de surveillance ont permis d'avoir une estimation des dommages évités lors d'un incendie résidentiel mortel ou non mortel. Les coûts médicaux ont été obtenus à partir des examens de dossier de patients ayant eu des problèmes de santé dus à un incendie avant la période de mise en place du programme.

### Évaluation des bénéfices (coûts évités)

Les bénéfices du programme regroupent la baisse des coûts de santé et la baisse des pertes de production associés aux blessés et aux morts des incendies.

Les bénéfices du programme ont été estimés en évaluant le nombre de morts et blessés évités et en leur attribuant des coûts d'hospitalisation et de soins (en fonction de la longueur du séjour), ainsi que des pertes de revenus (qui ont été estimés par ailleurs à 65\$ par jour de travail perdu). De plus amples détails sur le calcul des bénéfices se retrouvent au paragraphe 3.2.1.

### Évaluation des coûts

Voici un tableau des différentes catégories des coûts pris en compte dans cette étude. Il est bon de noter que le tableau ne montre que les coûts pour les années 1990 à 1992 parce que les seuls coûts imputables au programme après 1992 sont 4 218 \$US par an pour l'achat de piles pour les années 1993 à 1995 ainsi que 10 000\$ US pour l'évaluation des quatre années de programme en 1994.

Catégorie de coûts	1990	1991	1992
Personnel payé	145 113\$US	70 817\$US	72 771\$US
Personnel bénévole (on utilise le taux horaire comme si on avait payé ces gens)	15 408	0	2170
Dépenses administratives	30 256	10 049	5 553
Dépenses contractuelles (coût pour production d'une vidéo promotionnelle)	25 250	10 500	10 500
Transport	36 587	2386	0

Evaluation du programme	2 720	2 720	2 720
Avertisseurs de fumée	42 100	10 233	8832
Piles (achat par le programme)	4950	10100	0
Piles (achat par les participants)	0	0	4218 <sup>61</sup>
Matériel éducatif	3691	0	0

**Tableau 35 : Coûts du programme d'Oklahoma City entre 1990 et 1992 (Source : adapté de Haddix & al., 2001)**

Voici un tableau qui résume le bilan du programme en terme de nombre d'incendies, de nombre de morts et nombre de blessés :

		Nombre moyen par année				
		Pré-programme	Post-programme	% changement	% net de changement (i.e. attribuable uniquement au programme)	Dommages évités par an
FEUX	Quartier à l'étude	224.25	171.20	-23.66	-6.08	13.64
	Reste de la ville	693	571.2	-17.58	-	-
DECES	Quartier à l'étude	6.00	0.60	-90.00	-67.04	4.02
	Reste de la ville	6.75	5.20	-22.96	-	-
BLESSES	Quartier à l'étude	5.25	1.20	-77.14	-92.70	4.87
	Reste de la ville	6.75	7.80	+15.56	-	-

**Tableau 36 : Efficacité du programme dans la prévention des incendies et des dommages humains liés au feu (source : traduit de Haddix & al., 2001)**

<sup>61</sup> Ce chiffre a été estimé dans cette étude en supposant que 42% des participants au programme remplacent leurs piles chaque année à un coût de 1\$ par avertisseur. Le taux de remplacement a été obtenu grâce à l'évaluation du programme en 1994 qui a montré un taux annuel de remplacement des piles de 72% dans les 58% des foyers participants à l'évaluation, qui avaient au moins un avertisseur fonctionnel. On suppose 1.09 avertisseur par foyer.

**Encadré 6 : Coûts - Bénéfices du programme de distribution d'avertisseurs de fumée à Oklahoma City  
(source : Haddix & al., 2001)**

Pendant les cinq années qui ont suivi la mise en place du programme de distribution d'avertisseurs de fumée, on estime que 20 décès et 24 blessés ont été évités. Ainsi, comparativement à «pas de programme », le programme mis en place à Oklahoma a permis de sauver 20 décès et 24 blessés.

D'un point de vue sociétal, le coût total du programme était de 531 000 \$US. Une évaluation des coûts évités (bénéfices) montre qu'ils excèdent 15 millions de \$US. Du point de vue du système de santé, les coûts évités s'élèveraient à presque 1 million de \$US. En outre, même si l'efficacité du programme était réduite de 64%, une économie aurait quand même été réalisée.

Haddix & al. concluent que le programme d'avertisseur de fumée mis en place a été très efficace quant à la réduction du nombre de décès et de blessés par des incendies et a permis des économies de coût. Ils concluent également que des programmes semblables dans d'autres quartiers à risque élevé seraient de bons investissements même si l'efficacité du programme était inférieure à celle réalisée par celui d'Oklahoma.

**4.4.2.2 Coûts et avantages des avertisseurs de fumée : étude de la SCHL au Canada**

L'étude de la SCHL (1990(a)) se penche sur l'efficacité des avertisseurs de fumée du point de vue de la prévention des décès, des blessures et des pertes matérielles attribuables au feu mais aussi sur les coûts et les avantages de l'installation d'avertisseurs de fumée dans les maisons qui n'en sont pas pourvues.

	Accidents mortels par 100 000 habitations	Blessures par 100 000 habitations
Habitations existantes avant avertisseurs	9.2	23.5
Habitations existantes avec avertisseurs de fumée (la plupart à pile)	3.4	20.6
Habitations neuves avec avertisseurs de fumée reliés au secteur	1.4	20

**Tableau 37 : Impacts des avertisseurs de fumée sur les décès et blessés (Source : SCHL, 1990(a))**

Pertes humaines : Les avertisseurs de fumée ne peuvent évidemment pas prévenir les feux, mais parce qu'ils avertissent les occupants de la présence de petits feux qui peuvent être facilement éteints, ils réduisent le nombre de feux qui deviennent suffisamment graves pour devoir être signalés. On signale environ dix fois plus de feux dans les maisons non pourvues d'avertisseurs que dans celles qui le sont (SCHL, 1990(a)).

On constate très clairement dans le tableau ci-dessus que le taux d'accident mortel passe de 9.2 pour 100 000 maisons dans le cas des habitations existantes avant avertisseurs à 1.4 pour 100 000 maisons dans le cas des habitations neuves avec avertisseurs de fumée reliés au secteur. Les avertisseurs de fumée sauvent environ 26 vies par million de maisons neuves par année.(SCHL, 1990(a))

Pertes matérielles<sup>62</sup> :

	Pertes moyennes – absence d'avertisseur de fumée	Pertes moyennes – présence d'avertisseur de fumée
Habitations existantes	79.30\$	40.20\$
Habitations neuves	67.07\$	44.80\$

**Tableau 38 : Impacts des avertisseurs de fumée sur les pertes matérielles**

Coût d'installation et d'entretien des avertisseurs de fumée : Dans le cadre de cette étude, un système de huit avertisseurs reliés sur secteur pour une maison multi-étages ayant une superficie de 140m<sup>2</sup> coûte environ 490 \$. Par comparaison, un avertisseur à pile coûte environ 20\$, mais il faut penser à changer les piles tous les ans (coûts supplémentaires). Les coûts liés à l'installation et à la maintenance des avertisseurs de fumée sont donc très faibles.

L'étude de la SCHL confirme l'importance des avertisseurs de fumée dans la réduction des dommages humains et matériels reliés aux incendies.

#### 4.4.3 Impact des gicleurs sur les dommages matériels et sur les vies

- **Réduction du nombre de décès et blessés causés par l'incendie**

Les gicleurs ou autres éléments de protection ne sont pas substituables aux pompiers bien entendu, mais ils peuvent être complémentaires à un Service de sécurité incendie. En effet, plusieurs études

<sup>62</sup> L'étude ne précise pas de quelle perte matérielle il s'agit, ni comment elles sont évaluées. Ce qu'il est important de retenir c'est le ratio entre les pertes selon qu'il y ait présence ou absence d'avertisseur de fumée.

ont montré l'importance des gicleurs sur la sécurité des personnes lors d'un incendie. L'optimum d'un Service de sécurité incendie ne se situe pas à l'implantation de casernes à chaque coin de rue, mais il faut connaître la complémentarité de tous les services et appareils de détection ou d'auto-protection.

Le modèle d'évaluation des risques et des coûts d'incendie du Conseil national de recherches, FIRECAM, a servi à comparer le niveau de sécurité-incendie des occupants de deux immeubles d'appartements, dans les configurations suivantes (Bénichou & al., 1999) :

- 1) présence d'un système de gicleurs avec intervention lente des Services de sécurité incendie et
- 2) absence de système de gicleurs avec intervention rapide des Services de sécurité incendie.

L'ensemble des résultats exposé dans ce paragraphe provient de l'étude de Bénichou et al. (1999). Nous allons tout d'abord expliquer la première phase de l'étude qui a consisté à comparer le risque relatif de perte de vie en fonction du temps de déplacement des Services de sécurité incendie et de la présence ou l'absence de système de gicleurs.

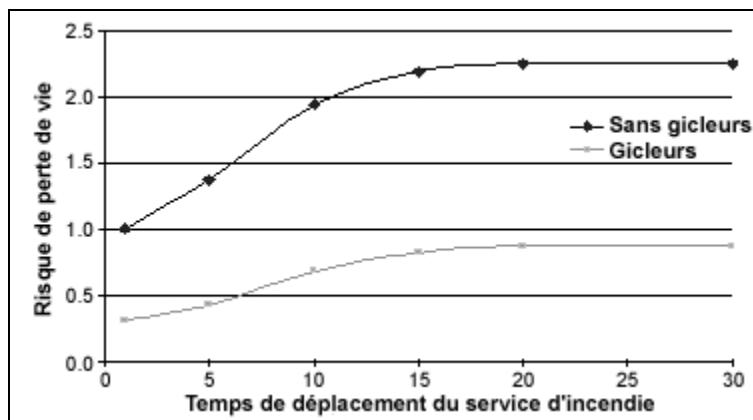


Figure 11 : Risque relatif de perte de vie comme fonction du temps de déplacement des Services de sécurité incendie et de la présence ou l'absence de système de gicleurs (Source : Bénichou & al., 1999)

La Figure 11 montre que le risque relatif de perte de vie est environ 60% plus petit lorsque l'on est en présence d'une protection par gicleurs. La figure montre également que le risque croît avec le temps de déplacement des pompiers. On constate également que même avec un temps de déplacement des pompiers très long, la présence d'un système de gicleurs offre un niveau de sécurité plus élevé que sans système de gicleurs. De plus, même avec un temps de déplacement des pompiers de moins de 1 minute, la présence d'un système de gicleurs augmente nettement le niveau

de sécurité. Ces résultats ne sont pas étonnants puisque les gicleurs, lorsqu'ils sont activés, permettent une attaque du feu à ses débuts de développement, alors que les pompiers interviennent sur l'incendie à un stade plus avancé, même avec un temps de réponse très rapide.

La suite du problème était de s'interroger sur l'efficacité relative de créer une nouvelle caserne ou bien d'implanter des gicleurs. Un immeuble à appartements de 3 étages a été utilisé comme immeuble modèle pour représenter la gamme moyenne d'immeubles dans un secteur résidentiel. Les pertes humaines ont été évaluées en tenant compte de l'absence ou de la présence d'un système de gicleurs et de deux niveaux d'intervention des Services de sécurité incendie : présence ou absence de nouvelles casernes d'incendie.

Voici la figure qui illustre le risque relatif de perte de vie comme fonction du temps de déplacement des Services de sécurité incendie et de la protection avec ou sans système de gicleurs, pour la ville à l'étude.

Lors de l'étude de cas, les temps de déplacement moyen des pompiers ont été estimés dans les deux cas suivants :

- Pour la caserne existante, on considère un temps de déplacement des pompiers d'approximativement 8,5 minutes
- Pour la nouvelle caserne, on considère un temps de déplacement des pompiers d'approximativement 3,7 minutes

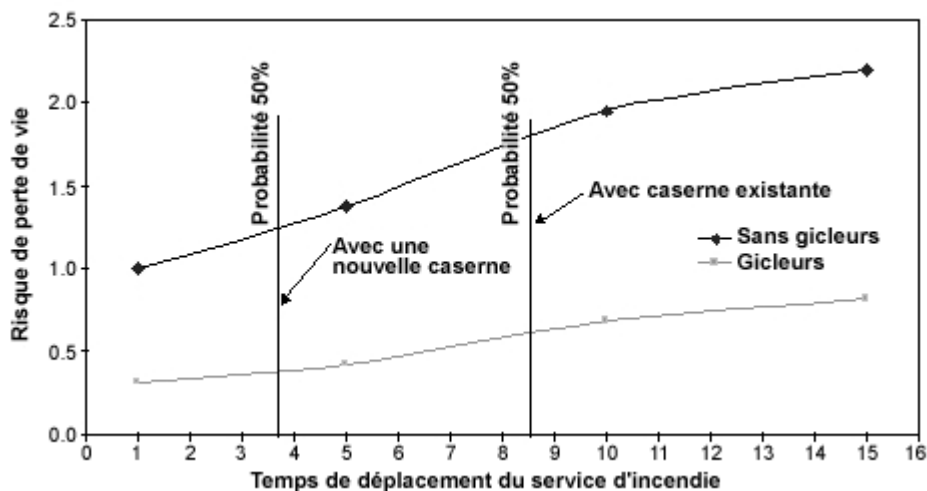


Figure 12 : Risque relatif de perte de vie comme fonction du temps de déplacement des Services de sécurité incendie et de la protection avec ou sans système de gicleurs, pour la ville à l'étude (le pourcentage est égal à la probabilité du temps de déplacement des Services de sécurité incendie) (Source : Bénichou & al., 1999)



En considérant un temps de déplacement de 3,7 minutes, la figure montre que le risque relatif de perte de vie sans gicleur est approximativement de 1,2. Le risque relatif de perte de vie dans le cas avec gicleur et un temps de déplacement plus long, de 8,5 minutes, (puisque'il n'y a pas implantation de nouvelle caserne) est d'approximativement 0.6.

Pour conclure, les résultats de l'étude ont montré que la présence d'un système de gicleurs et une intervention « normale » des Services de sécurité incendie en place (i.e. sans nouvelle caserne d'incendie) offraient un niveau de sécurité plus élevé que l'absence d'un système de gicleurs combinée à une intervention plus rapide des Services de sécurité incendie (i.e. avec l'addition d'une nouvelle caserne d'incendie). Nous venons de constater l'importance des gicleurs dans la réduction des dommages humains, voyons maintenant un exemple qui montre l'impact des gicleurs sur la réduction des pertes matérielles.

- **Impact des gicleurs sur les pertes matérielles**

Cette section présente les résultats d'une étude menée aux États-unis entre 1988 et 1997 par Rohr.

La présence de gicleurs permet de diminuer les probabilités de décès dans un incendie et les pertes matérielles moyennes de  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{2}{3}$  environ (Rohr, 2000).

Regardons plus en détail les pertes matérielles moyennes dues au feu entre 1988-1997. Rohr a montré que les gicleurs permettaient de réduire les pertes matérielles de l'ordre de :

- 50% pour des magasins et des bureaux (les pertes moyennes passent de \$24.000 à \$12.200 par incendie),
- 64% pour les établissements de santé (qui s'occupent de personnes âgés ou de malades) (les pertes moyennes passent de \$4.700 à \$1.700 par incendie),
- 67% pour des usines (les pertes moyennes passent de \$50.200 à \$16.700 par incendie), et
- 70% pour les bâtiments publics (les pertes moyennes passent de \$21.600 à \$6.500 par incendie).

Le tableau suivant permet également de montrer l'impact des gicleurs sur les pertes matérielles :

Nombre de sinistres		Pertes moyennes par sinistre	
Absence de gicleur	Présence de gicleur	Absence gicleur	Présence de gicleur
2907	2323	600 000 \$	140 000 \$

**Tableau 39: Influence de la protection gicleur sur le montant des sinistres de 1980 à 1989 (USA)**

*Source : Montaigne, X.,1993, « La gestion des risque », Face au risque, n 289, Janvier,pp46-55*

#### 4.4.4 Coûts Bénéfices des gicleurs

Pour finir notre argumentation sur les appareils de détection et d'auto-protection, voici quelques considérations économiques qui comparent les coûts et bénéfices des avertisseurs de fumée et des gicleurs. L'ensemble des éléments présentés ici provient des conclusions d'une étude de la SCHL sur les coûts et avantages de l'installation de gicleurs dans les maisons privées (SCHL, 1990(b)). L'étude de la SCHL cite de nombreuses études américaines mais sans donner de références précises. Il nous a donc été impossible de les confirmer.

*Le Code national du bâtiment du Canada* prescrit l'installation de avertisseurs de fumée dans toutes les nouvelles maisons au pays. Différents experts préconisent de modifier le *Code national du bâtiment* pour obliger l'installation de gicleurs dans les maisons neuves. L'installation de gicleurs serait onéreuse et réduirait l'accessibilité des nouvelles maisons. S'il s'ensuit une diminution suffisante des pertes de vie humaine et des dommages aux biens personnels, une telle augmentation des coûts pourrait être justifiée. La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) a par conséquent commandé la tenue d'une étude visant à déterminer les coûts et les avantages inhérents à l'installation de gicleurs dans les maisons neuves.

Dans le but de déterminer les avantages ou les coûts nets inhérents à l'installation de gicleurs, la SCHL a comparé les avantages économiques à tirer de l'installation de gicleurs aux coûts qu'engendreraient une telle mesure.

Les avantages pris en ligne de compte ont été :

➤ la réduction des morts accidentelles

Sur la foi de données expérimentales et de certains travaux exécutés sur le terrain aux États-Unis, l'étude de la SCHL suggère que l'utilisation de gicleurs pourrait chaque année sauver 7,7 vies

supplémentaires par million de maisons. Les données laissent aussi supposer que le recours aux gicleurs pourrait réduire le risque de mort accidentelle des pompiers. On croit que si toutes les maisons neuves étaient munies de gicleurs, on pourrait sauver chaque année environ 0,1 vie de pompier par million de maisons, ce qui représenterait annuellement 7,8 vies additionnelles sauvées par million de maisons.

➤ la réduction des blessures et des coûts associés

En se fondant sur des recherches américaines, l'étude suggère que l'ajout de gicleurs dans les maisons neuves pourrait chaque année prévenir environ 87 blessures par million de maisons. Le nombre de blessures des sapeurs pompiers pourrait aussi être réduit grâce aux gicleurs. L'étude indique que le recours à ces appareils pourrait chaque année empêcher jusqu'à 30 blessures chez les pompiers. La SCHL utilise dans son estimation des coûts des blessures les conclusions de travaux menés aux États-Unis : 30 000\$ (en dollars canadiens de 1989) pour les coûts liés à une blessure à un particulier ou à un pompier. Ce montant englobe les frais médicaux directs ainsi qu'une allocation de compensation pour la douleur et la souffrance.

➤ la réduction des pertes de biens personnels

Il existe très peu de données pouvant démontrer l'efficacité des gicleurs pour réduire les pertes de biens personnels liés aux incendies. Une étude américaine indique que l'utilisation simultanée d'avertisseurs de fumée et de gicleurs pourrait réduire approximativement ces pertes de 65 %. Sur la foi de cette seule source d'information, l'étude de la SCHL suggérerait que l'emploi de gicleurs dans les habitations canadiennes pourrait faire chuter les coûts moyens liés aux pertes de biens personnels par maison à 15,68 \$ par année.

➤ la réduction des coûts indirects

Il faut aussi inclure les coûts indirects dans la perte totale attribuable à un incendie. Ces coûts comprennent des dépenses comme les frais de logement temporaire ou le salaire perdu. L'étude de la SCHL a estimé que les pertes indirectes de biens personnels pour l'ensemble des maisons canadiennes non munies de gicleurs représentent environ 2,90 \$ par maison par année. Les coûts indirects d'incendies, diminués par l'installation des gicleurs s'établiraient donc à environ 1,02 \$ par maison par année.

➤ la réduction des coûts liés aux Services de sécurité incendie

Puisque l'emploi des gicleurs dans les logements résidentiels diminue la gravité des incendies, il a été suggéré qu'ils contribueraient à réduire le recours au Service de sécurité incendie de la collectivité et, par conséquent, les taxes. Toutefois, quelques études ont indiqué que, parce que la lutte contre l'incendie ne représente qu'une partie des services offerts par les pompiers, les économies réalisées grâce à l'installation de gicleurs seraient minimales. L'étude a porté sur plusieurs modèles et recherches, avant de conclure qu'il serait réaliste de prévoir une réduction de 25% des coûts si des gicleurs étaient installés dans toutes les maisons neuves. Puisque la portion des coûts de lutte contre l'incendie consacrée aux logements résidentiels est d'environ 40 %, la réduction de 25% permettrait pour les ménages une économie totale de 10% des coûts des services municipaux de sécurité incendie.

Les coûts considérés ont été ceux liés à:

- l'installation : selon les facteurs clés comme le genre de canalisations utilisées (cuivre ou plastique) et l'emplacement (l'emploi d'aqueducs municipaux en région urbaine ou de puits privés en région rurale), le coût d'installation des extincteurs pouvait varier de 28 100 \$ à 67 100\$
- la maintenance : les frais d'inspection annuels ont été estimés à environ 35 \$.

L'étude de la SCHL a conclu que le coût pour chaque vie sauvée s'établirait à au moins 38 millions de dollars. Par ailleurs, si l'on compare ce coût par vie sauvée aux coûts et aux bénéfices reliés à l'utilisation des avertisseurs de fumée, on constate que l'installation d'avertisseur de fumée est bien plus rentable. Le coût pour chaque vie sauvée en utilisant des avertisseurs de fumées dans toutes les maisons privées reviendrait à environ 300 000\$<sup>63</sup>.

---

<sup>63</sup> Après un calcul rapide, et en considérant un coût par maison de 250\$, ainsi que 7.5 vies sauvées par 100 000 maisons.

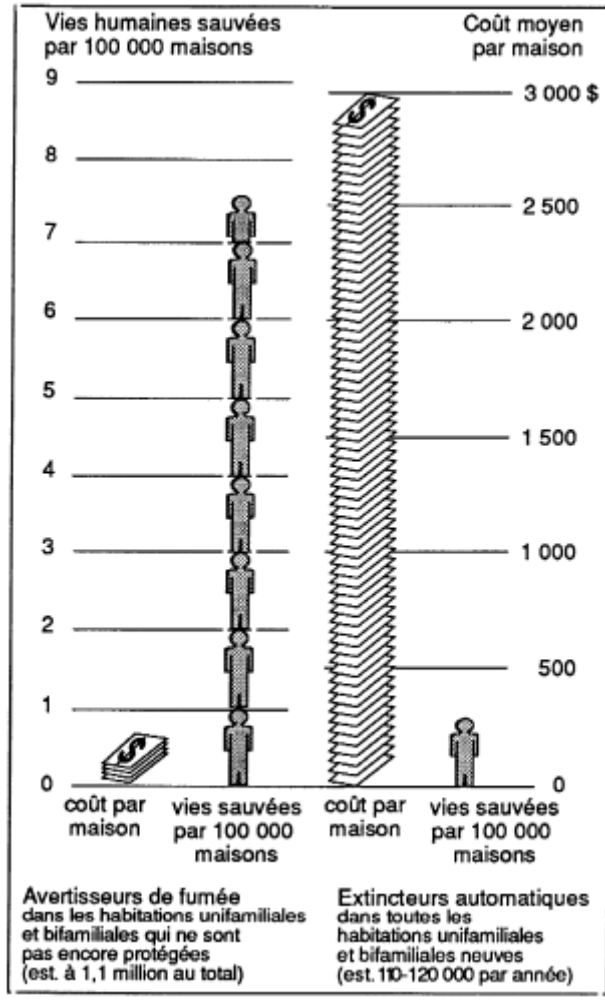


Figure 13 : Coûts et avantages de l'installation de gicleurs dans les maisons privées versus installation d'avertisseurs de fumée (Source : SCHL, 1990(b))

Le chapitre suivant va effectuer une synthèse des chapitre 2, 3 et 4 afin d'examiner les différentes méthodes d'analyse coûts bénéfiques (ACB) applicables à cette problématique des Services de sécurité incendie. Une approche économique plus englobante de la problématique de l'incendie sera traitée dans le chapitre et elle permettra d'identifier le « marché » de la protection incendie, c'est à dire de connaître l'offre et la demande en sécurité incendie.

## 5 Élément d'analyse économique des Services de sécurité incendie<sup>64</sup>

Tout projet (ou toute activité), qu'il soit public ou privé, devrait être évalué afin de savoir s'il se traduit par un gain net ou par une perte nette par rapport aux ressources qu'il utilise. Cependant, alors qu'une analyse financière peut suffire dans le cas de certains projets privés, l'impact sur l'ensemble de la société doit normalement être évalué dans le cas de projets ou de services publics. D'un point de vue social, tous les projets ou services « rentables », c'est-à-dire pour lesquels les bénéfices surpassent les coûts engendrés, devraient être réalisés en commençant par le plus rentable.

Les chapitres précédents ont présenté les coûts associés à un Service de sécurité incendie – celui de Montréal en particulier – et les impacts (ou bénéfices) découlant de ces activités. Ces éléments renvoient d'abord à la notion d'efficacité, au sens du terme anglais *effectiveness* : les interventions fonctionnent-elles ? Qu'est-ce qu'une « bonne » intervention en sécurité incendie ? Or puisque l'objet du présent exercice est d'esquisser une analyse économique des activités du SSIM, il est indiqué de mettre finalement en parallèle les éléments qui précèdent et de voir vers quoi cela mène. En d'autres termes, il s'agit d'aborder ici la vaste question suivante : **les bénéfices associés aux activités du SSIM sont-ils supérieurs aux coûts qu'elles engendrent ?** Différents cadres de réflexion sont présentés ici à partir des outils économiques traditionnels à notre disposition. Ces réflexions sont indicatives et donnent des directions que pourrait prendre une analyse exhaustive.

### 5.1 L'analyse coût-efficacité

Une première étape dans l'évaluation de programmes ou de politiques consiste à réaliser une analyse coût-efficacité de chaque projet<sup>65</sup> ou possibilité. Cet aspect est ressorti des chapitres précédents, qui se sont attardés à décrire différents types d'interventions ou d'activités et les effets de celles-ci. L'analyse coût-efficacité est généralement utilisée dans un contexte où l'on cherche à ordonnancer différents projets ou interventions en fonction de leur rendement. Elle est donc très

---

<sup>64</sup> Les chapitres 5 et 6 reprennent une partie du matériel développé dans les chapitres correspondants du rapport précédent portant sur les activités de premiers répondants (De Marcellis-Warin et al., 2004).

<sup>65</sup> Puisque le présent document ne s'attarde pas un « projet » en particulier, ce terme est utilisé pour désigner toute possibilité, envisagée ou envisageable, de modifier la situation initiale (actuelle). Ce terme recouvre ainsi un ensemble très vaste de possibilités, allant par exemple de l'adoption d'une technologie nouvelle à la création ou l'abolition d'un service public entier, en passant par le transfert de ressources entre activités d'un même service.

utilisée en évaluation de projets, notamment dans le domaine de la santé. Elle permet de comparer quantitativement entre eux des projets ayant des effets qualitativement similaires (comme par exemple sauver des vies), sans avoir à attribuer une valeur monétaire à chaque effet ou impact des projets.

L'analyse coût-efficacité, correspondant à l'approche présentée sous le vocable de « rentabilité globale » dans le rapport sur les activités de premiers répondants<sup>66</sup>, permet en fait à répondre à la question suivante : quelle est la façon la plus économique d'atteindre un objectif donné? Cet objectif n'a pas à être exprimé en termes monétaires et pourrait être pour le SSIM de réduire de X% le nombre annuel de décès attribuables à l'incendie sur le territoire. On chercherait alors à trouver le moyen (ou le « projet ») comportant le plus faible coût pour parvenir à cette fin. L'analyse coût-efficacité d'un seul projet ou d'une seule alternative permet de quantifier le coût des effets de l'activité étudiée, à l'instar de la présentation des chapitres précédents sur les coûts et les impacts des activités des Services de sécurité incendie. De façon générale, si l'on s'intéresse à un seul type d'impacts (par exemple le nombre d'années de vie sauvé) engendré par la réalisation d'un projet, on peut calculer le coût par unité de bénéfice attendu de la façon suivante :

$$\text{Coût par année de vie gagnée} = \frac{\text{Coût du programme}}{(\text{Nb vies sauvées} \times \text{Nb moyen d'années survie})}$$

Ces années de vie peuvent aussi être pondérées par leur qualité<sup>67</sup>. Il s'agit donc en fait de comparer le rapport « coût par unité de bénéfice » pour chacune des deux situations (*avant* et *après* réalisation du projet). Par exemple, si on arrive à démontrer que le coût moyen par [année de] vie sauvée *après* réalisation du projet est plus faible que le coût moyen par vie sauvée *avant*, c'est-à-dire si  $C_2 / B_2 \leq C_1 / B_1$ , alors on peut conclure que la réalisation du projet considéré est souhaitable. La Figure 14 illustre la forme de la relation générale entre coûts et bénéfices. Pour diverses raisons débordant du cadre de ce texte, le coût par unité de bénéfice supplémentaire (donc le *coût marginal* de chaque unité de bénéfice) tend généralement à croître. Afin de maximiser l'*efficacité*

<sup>66</sup> Voir le chapitre 5 de De Marcellis-Warin et al., 2004.

<sup>67</sup> Pour une discussion du concept de *quality-adjusted life-year* (QALY) et une présentation de l'EQ-5D, voir De Marcellis-Warin et al. (2004). Dans le présent document, les considérations de *valeur de la vie humaine* ont été spécifiquement abordées plus haut.

*économique* (*efficiency*, ou *efficience*<sup>68</sup>) de la production du service considéré, on cherchera en fait à réaliser tous les projets à la suite desquels la pente de la courbe ci-dessous est égale à 1, c'est-à-dire où le coût de la dernière « unité de bénéfice » produite (le coût marginal) égale juste ce bénéfice. Nous revenons sur ces concepts dans les prochains paragraphes.

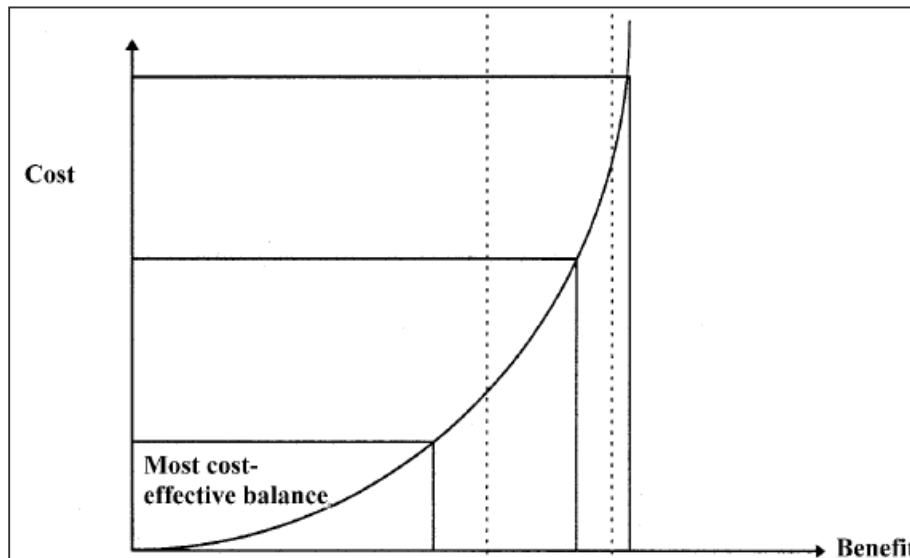


Figure 14 : Schéma de la relation coûts bénéfices

(Tiré de ENTEC, 1998)

Cette façon de procéder peut être très utile dans un cadre de gestion par objectifs, et elle devrait faire partie des processus décisionnels en matière de politiques publiques. Les besoins en informations et en données qui permettent de réaliser ces analyses sont cependant très grands, comme les chapitres précédents l'ont mis en relief. Par exemple, il peut s'avérer complexe de chercher à évaluer l'efficacité d'une intervention plus rapide des pompiers en termes de vies sauvées ou de pertes matérielles évitées.

L'analyse coût-efficacité peut être utilisée à différents niveaux dans le cadre d'une structure décisionnelle et de gestion. Ainsi, cette approche peut aider à décider de l'allocation des fonds entre différentes activités au sein d'un même service (p. ex. combat d'incendies, prévention, éducation du

<sup>68</sup> Getz (1978) résume les implications de ce concept appliqué aux Services de sécurité incendie et que nous reprenons ici.



public), mais aussi à établir les budgets nécessaires aux différents services eux-mêmes. Dans le cas du SSIM, on pourrait par exemple chercher à la Ville de Montréal<sup>69</sup> à comparer l'impact sur la morbidité et la mortalité d'un niveau accru de service fourni par le SSIM à celui d'un niveau de service supérieur du service de police ou d'une meilleure action en matière de pollution de l'air<sup>70</sup>. Si ce processus risque d'attiser le phénomène connu en économie comme la « concurrence pour les fonds publics » entre les différentes agences financées par les gouvernements, il n'en demeure pas moins un élément essentiel de l'imputabilité des gestionnaires publics et d'une utilisation optimale des deniers publics, tant au niveau de chaque agence que sur l'ensemble des dépenses d'un gouvernement.

Les éléments présentés dans les chapitres précédents donnent un aperçu des considérations qu'implique l'analyse coût-efficacité des divers projets et activités d'un Service de sécurité incendie. On pourrait donc s'en tenir à la réalisation d'analyses coût-efficacité rigoureuses des activités d'un service public – le Service de sécurité incendie dans le cas qui nous occupe – pour alimenter les décisions. Cependant, l'analyse coût-efficacité rencontre ses limites dans deux cas généraux : lorsque les impacts d'un projet ou d'une activité sont nombreux et différents – ce qui est souvent le cas – et lorsqu'il est nécessaire de comparer entre eux des projets ou activités dont les impacts ne portent pas exactement sur le même ensemble d'effets. Ainsi, comment comparer la valeur d'un projet qui réduit la morbidité à celle d'un autre qui permet de diminuer les pertes matérielles? Ou encore, comment tenir compte de la baisse du risque d'incendie comme impact d'un nouveau « projet » impliquant des coûts non-nuls? L'analyse coûts-bénéfices permet de suggérer des pistes de réponse à ces questions, en plus de s'effectuer dans un cadre un peu plus proche de ce que les économistes appellent « équilibre général », par opposition à l'analyse coût-efficacité qui tend à se faire en « équilibre partiel » (i.e. en n'analysant qu'un seul projet à la fois ou en n'incluant pas tous les *coûts économiques* inhérents au projet évalué).

---

<sup>69</sup> La plus grande partie du travail relatif au présent document a été réalisée avant les référendums municipaux du 20 juin 2004, dont les résultats mèneront dans l'avenir au « démembrement » de la grande Ville de Montréal créée le 1<sup>er</sup> janvier 2002. Afin de simplifier l'exposé et vu l'intention annoncée de ne pas « démembrement » le nouveau SSIM alors créé, l'expression « Ville de Montréal » désigne dans ce document la municipalité telle que créée le 1<sup>er</sup> janvier 2002.

<sup>70</sup> À dépense équivalente pour chacune des alternatives. On parle parfois de « l'impact de 1\$ de dépense supplémentaire », mais cette image risque de ne pas pouvoir être transposée dans la réalité puisque les projets impliquent généralement des dépenses « discrètes » (par opposition à « continues », ou par tranche de 1\$) et impliquent alors des sommes très supérieures à 1\$ selon que le projet est réalisé ou non.

## 5.2 L'analyse coûts-bénéfices

Afin d'élargir l'analyse, de raffiner l'information disponible pour les décideurs et de contourner certaines limites de l'analyse coût-efficacité évoquées plus haut, les économistes ont développé un outil bien connu : *l'analyse coûts-bénéfices* (ACB). De façon plus générale, l'ACB est une technique qui vise à mesurer la « désirabilité » d'un projet (pris au sens large) ou de toute action dont il s'agit d'envisager les répercussions sur la société. Cette « désirabilité » doit normalement tenir compte de l'ensemble des effets d'un projet et implique souvent une agrégation de ses effets pour tous les individus.

Comme le notaient Prest et Turvey il y a près de quatre décennies (Prest et Turvey, 1965), l'ACB vise en fait à exprimer les coûts et les bénéfices à l'aide d'une unité de mesure commune permettant la comparaison : l'unité monétaire. On entend généralement par *coûts* l'ensemble des conséquences défavorables du projet ou du service et par *bénéfices*, l'ensemble des conséquences favorables. À la suite d'une telle analyse, on obtient un solde dont le signe éclaire sur la rentabilité (ou la « désirabilité ») du projet ou du service. Il est par la suite possible de s'attarder aux effets distributifs du projet ou du service, en identifiant les « perdants » qu'il génère (les agents qui en supportent les coûts) et les « gagnants » (ceux qui en récoltent les bénéfices)<sup>71</sup>.

Comme dans De Marcellis-Warin et al. (2004), l'ACB dont il est ici question n'est pas seulement une étude des effets des activités du SSIM (ou d'un changement à celles-ci) sur le budget de la ville de Montréal, mais une analyse qui tient compte des impacts et des coûts sur l'ensemble de la société. (Swedish Rescue Services Agency, 1995). Une ACB des activités du SSIM considère donc tous les types d'impacts de ces activités et tient notamment compte des coûts d'option des différentes activités du service, l'une par rapport à l'autre et dans leur ensemble par rapport à d'autres activités de protection incendie à l'extérieur du service.

---

<sup>71</sup> Cette étape subséquente est voire même souhaitable ou, dans plusieurs cas, essentielle. En effet, il est souvent risqué de s'en tenir aux conclusions d'une analyse agrégée, en raison notamment des problèmes bien connus d'agrégation des préférences individuelles (elles-mêmes non-observables) et des questions d'équité.

### 5.2.1 ACB : Méthodologie et buts de l'exercice

L'ACB relève d'un principe fondamentalement simple, ce qui est l'un de ses intérêts. Sans revenir en détail sur tous les éléments présentés dans De Marcellis-Warin et al. (2004), nous reprenons ici une partie de l'exposé sur la démarche. L'encadré qui suit résume à nouveau l'idée derrière l'ACB.

#### **Encadré 7 : Étapes simples de l'analyse coûts-bénéfices**

1. Identification des coûts et quantification (\$).
2. Identification des bénéfices (impacts) et quantification (\$).
3. Comparaison des coûts et des bénéfices précédemment identifiés.

On l'a vu, la principale difficulté réside souvent dans l'identification et, surtout, la quantification des impacts. Pour reprendre l'exemple donné plus haut, la valeur de la vie pose problème. Du côté des coûts, la valeur du temps doit aussi souvent être prise en compte (elle entre parfois, mais plus rarement, dans les bénéfices). Ces aspects nécessitent des approches particulières survolées plus haut et dans De Marcellis-Warin et al. (2004), respectivement; celles-ci ne sont pas reprises ici.

Dans tous les cas, l'idée générale de l'évaluation de projets, pour les services d'urgence comme ailleurs, reste de s'assurer que A) chaque dollar supplémentaire dépensé rapporte des bénéfices supérieurs à 1\$; et B) que ces bénéfices sont les plus élevés qu'il est possible d'obtenir avec le dollar considéré. En effet, la dernière partie est particulièrement importante pour décider de l'attribution de fonds entre différentes activités d'un même service, ou entre différents services publics, comme avec l'analyse coût-efficacité. Cependant, lorsque cette dernière ne permet pas de comparer adéquatement les bénéfices, il devient nécessaire d'exprimer ceux-ci en unité monétaire, ce que fait justement l'ACB.

Dans le contexte particulier de l'incendie, il peut être pertinent de considérer l'ensemble des interventions, privées et publiques, qui peuvent réduire les effets du phénomène. On pourra donc chercher à savoir où, du point de vue du citoyen-contribuable, il est préférable de dépenser un dollar supplémentaire, une fois déterminé que ce dollar pour réduire les effets de l'incendie devrait bien

être dépensé à cette fin<sup>72</sup>. En fait, il doit exister une combinaison optimale « \* » des différentes composantes des dépenses en protection incendie (DPI), en prévention (PREV), en forces d'intervention (INTERV), en assurance (ASSUR) et en systèmes automatiques de détection hâtive et de protection (SYST) telle que :

$$DPI^* = PREV^* + INTERV^* + ASSUR^* + SYST^*$$

Cette combinaison optimale permettrait de maximiser l'utilité (agrégée) des citoyens à l'égard de la protection incendie, qui peut ici être vue comme le bénéfice « ultime » ou « véritable », en évitant par exemple de dépenser sur des projets qui ne seraient pas les plus rentables (voir par exemple l'étude de la SCHL présentée au plus haut). La Figure 17, présentée en 6.1, présente une vision de la protection incendie où toutes les dépenses en protection incendie sont des alternatives visant à réduire l'incidence ou l'occurrence de l'incendie, ou les deux; la taille du cercle considéré peut alors représenter l'importance financière de ce risque, en supposant que toutes les conséquences de l'incendie (pertes matérielles, décès, blessures) puissent être traduites en termes monétaires. Cette présentation illustre l'interdépendance et la complémentarité des différents types de protection et d'intervention, à l'intérieur *et* à l'extérieur du Service de sécurité incendie, et rejoint le concept de « chaîne de survie » introduit plus haut. En effet, une augmentation de la taille de l'un des arcs de cercle (par exemple celui des inspections) pourra permettre soit de réduire le « risque assumé », si cela s'avère rentable, soit de réduire d'autant les autres types de protection plus dispendieux (par exemple celui de l'auto-protection), à « risque égal ».

Melinek (1993) a mis en évidence l'arbitrage entre les différentes dépenses de protection contre l'incendie, et a montré que le niveau optimal de dépense de protection, tout comme pour la partie « assurance », excède largement la perte attendue (moyenne). Ces résultats sont cependant obtenus au prix de certaines hypothèses parfois fortes, comme la distribution normale de la probabilité de bris (*failure*) des différents systèmes de protection et, surtout, la relation linéaire entre le coût de la protection et le niveau de risque (ou « facteur de sécurité »). La Figure 14 montre que cette dernière n'est peut-être pas appropriée.

---

<sup>72</sup> Cette préoccupation rejoint, de façon symétrique, celles relatives au coût total de l'incendie (le phénomène dont on cherche à se protéger) pour l'ensemble de la société.

### 5.2.2 ACB de projets : Différents cas de figure

Selon le type de projet que l'on cherche à évaluer pour le SSIM, on peut *grosso modo* envisager cinq cas de figure, en ordre de « vraisemblance »<sup>73</sup> :

- (1) Des bénéfices accrus générés par des coûts plus élevés;
- (2) Des coûts plus faibles qui génèrent des bénéfices moindres;
- (3) Des coûts plus faibles avec des bénéfices inchangés;
- (4) Des bénéfices accrus pour des coûts inchangés;
- (5) Des bénéfices accrus associés à des coûts moindres.

Un sixième cas est délibérément laissé de côté, soit celui d'un projet qui engendrerait des coûts plus élevés et ferait diminuer les bénéfices associés à l'activité ou au service qu'on cherche à modifier. Un tel projet serait bien entendu rapidement rejeté puisqu'il rendrait à coup sûr le service moins efficace (au sens économique).

Lorsque l'un des éléments est « fixe », on peut chercher à minimiser les dépenses en protection incendie (DPI) pour un niveau de risque incendie donné (i.e. à niveau de bénéfices constant) ou, de façon inverse, à minimiser le risque incendie pour un niveau donné de DPI (i.e. à coût constant). Chacune des deux démarches renvoie cependant à des exercices différents, correspondant aux cas de figure (3) et (4); de façon générale des projets amenant ces conséquences devraient être réalisés. Le cas (4) pourrait par exemple découler d'une réorganisation du travail, sans hausse de coût, afin de permettre la réalisation de davantage de prévention; le cas (3) pourrait par exemple être associé à une réorganisation de la couverture en fonction de l'heure de la journée – ou de tout autre paramètre<sup>74</sup>. Ces cas sont susceptibles d'être rencontrés dans l'analyse de services d'urgence, lorsqu'un seuil de risque maximal socialement tolérable, ou seuil de protection minimale, est déterminé (voir 5.1). Cette caractéristique découle du caractère aléatoire des événements auxquels remédient ces services, comme l'incendie dans le cas du SSIM.

---

<sup>73</sup> Ce terme est utilisé ici pour signifier la probabilité de rencontrer chaque type de projet dans la réalité.

<sup>74</sup> Il ne s'agit pas ici de se prononcer sur le bien-fondé des mesures énoncées à titre d'exemple, puisque cela suppose que le coût reste réellement inchangé dans le premier cas, et le risque dans le second cas. La définition des différents « projets » concrets possibles et envisagés pour le SSIM relève de ce dernier, et c'est à partir de ceux-ci que les outils et approches présentés ici peuvent être utilisés.

Évidemment, de façon symétrique au cas de figure écarté d'emblée plus haut, les projets de type (5) devraient eux aussi être réalisés, mais il est peu probable qu'ils existent – à moins d'une innovation technologique majeure. De telles innovations peuvent aussi amener des situations simples où des projets de type (3) et (4) émergent à la suite de développements importants. Les cas de figure (3) à (5) relèvent cependant davantage de la minimisation du coût abordée plus loin, puisqu'il n'est pas nécessaire de comparer coûts et bénéfices.

Si les projets des types précédents devraient en général être réalisés, les cas (1) et (2) correspondent aux types de projets qui requièrent une réelle ACB. En effet, il est possible que des coûts plus importants pour un service ou un ensemble d'activités soient justifiés par les bénéfices générés (cas (1)) ou, inversement, que l'économie associée à une diminution des bénéfices soit plus importante que cette diminution (ou hausse du risque dans le cas des services d'urgence; cas (2)). Si ces conditions sont respectées, les cas (1) et (2) mèneront donc également à une hausse de l'efficacité économique du service d'urgence en rapprochant le *coût marginal* et le *bénéfice marginal* de chaque intervention ou activité (voir plus haut ainsi qu'en 5.3 et 5.4). Par exemple, si l'utilisation de mousses comme agents extincteurs implique un coût non-nul pour l'achat de matériel adapté et du produit lui-même mais qu'il permet de réduire les dommages dus à l'eau lors des interventions, elle pourrait être justifiée comme étant rentable (cas (1)). Il faut toutefois être en mesure de quantifier le coût d'option de l'utilisation de la somme additionnelle à cette fin, c'est-à-dire le coût de ne pas affecter ces fonds ailleurs (au sein du Service de sécurité incendie ou de l'ensemble des services publics). Mais tous ces cas de figure peuvent aussi être retrouvés de façon différente en utilisant une approche « offre-demande » à l'analyse de la fourniture de Services de sécurité incendie.

### **5.3 La demande de protection incendie<sup>75</sup>**

Une approche économique plus englobante de la problématique de l'incendie suggère de s'attarder, plutôt que sur une approche évaluative ou « par projets », au « marché » de la protection incendie. Dans ce contexte, il apparaît raisonnable de supposer qu'il n'existe pas de véritable demande pour les Services de sécurité incendie en soi, sauf peut-être en ce qui a trait à la « valeur d'option » que

---

<sup>75</sup> Les concepts et outils d'une approche « offre-demande » sont tirés de la théorie économique et de la pratique courante, appliquées et adaptées au cas de l'incendie. On peut en retrouver les principaux éléments dans Varian (1994), par exemple. C'est une partie de la littérature que mentionnait déjà Czamanski (1975) pour l'analyse des services publics en général, et des Services de sécurité incendie en particulier.

l'existence de celui-ci génère (voir en 5.3.1). En ce sens, on peut donc dire que la demande vise plutôt la protection incendie dans son ensemble. À ce titre, les bénéfices produits par les Services de sécurité incendie ne sont qu'une des réponses possibles (ou un des « produits disponibles ») au besoin exprimé. Cet aspect devrait toujours être pris en compte par les décideurs lorsqu'ils se penchent sur l'analyse (par exemple – mais pas uniquement – pour en établir le financement) d'une partie seulement de la chaîne de protection.

Si, d'un point de vue économique, certains types de dépenses en protection incendie peuvent être traités comme des biens « privés », les dépenses reliées à un Service de sécurité incendie sont plutôt assimilées à des dépenses effectuées pour produire des biens « publics »<sup>76</sup>. Il est bien connu, et depuis longtemps, que les analyses offre-demande pour ce type de biens est complexe à réaliser, surtout dans le cas de services publics (voir par exemple Czamanski, 1975). La demande est alors difficile à évaluer d'un point de vue individuel, étant donné la nature même de ces biens et la propension naturelle des individus à profiter de ce que les autres paient<sup>77</sup>. Dans ce contexte, la demande doit être évaluée plutôt globalement et mise en parallèle avec la disposition collective à payer pour le bien ou le service considéré.

Comme nous le verrons au chapitre 6, ces considérations importantes dans le cas des services mènent généralement à l'utilisation de la taxation comme moyen privilégié de financement de ces activités. Nous présentons maintenant quelques considérations supplémentaires dans la construction d'une demande pour les Services de sécurité incendie, dont certaines sont reprises de l'analyse coûts-bénéfices. Certaines s'appliquent aussi à la demande de protection incendie en général, dont les Services de sécurité incendie ne sont qu'un élément, tel qu'argumenté plus haut.

### 5.3.1 *La valeur d'option*

Pour les Services de sécurité incendie, la plus grande partie du temps est passé en état de préparation et d'attente (non intervention). Les services de secours ont donc une certaine valeur en

---

<sup>76</sup> Un bien « public » se définit, en termes strictement économiques, comme un bien possédant deux caractéristiques : 1) il n'est pas possible d'exclure des gens de sa consommation; et 2) la consommation conjointe du bien est possible. La défense nationale compte parmi les exemples de biens publics les plus « purs ». Un service de sécurité incendie n'est donc pas un bien public au sens strict, puisque d'une part, il est possible – en principe du moins – d'exclure des individus de sa couverture en tarifant les services et que, d'autre part, l'intervention en un endroit particulier empêche physiquement les mêmes ressources d'être affectées ailleurs.

<sup>77</sup> Un comportement très fréquent et répandu que les économistes appellent « resquillage ».

regard aux bénéfiques qu'ils offrent aux utilisateurs. Mais, cependant, il y a un intérêt considérable de la part des « non-utilisateurs », ce que l'on peut appeler une valeur d'option. En effet, même si un individu n'a jamais appelé un service d'urgence, il a tout de même une certaine propension à payer pour que ce service soit prêt à intervenir en cas de besoin.

Il est donc possible que les citoyens attribuent une valeur non-nulle au fait même d'avoir à leur disposition un service de sécurité incendie, indépendamment de l'effet de son intervention ou de sa présence sur les dommages constatés ou sur d'autres mesures telles que les primes d'assurance de dommages. On peut toutefois présumer que la somme que les Montréalais seraient prêts à déboursier collectivement pour maintenir un Service de sécurité incendie dans l'éventualité où *tous* les effets positifs de celui-ci pourraient être obtenus (et le seraient effectivement) à moindre coût par le biais des autres types de dépenses en protection incendie serait relativement faible<sup>78</sup>.

Quoiqu'il en soit, les services de secours apportent un sentiment de sécurité par leur simple existence et leur efficacité, et c'est pourquoi ils ont de la valeur même aux yeux des « non-utilisateurs » (Swedish Rescue Services Agency, 1995). On pourrait rapprocher cette réflexion de la notion d'épargne, mais aussi d'assurance comme on le verra plus loin. Cet aspect de valeur d'option d'un Service de sécurité incendie peut servir de piste de réflexion tant pour les questions de financement du service que pour le développement et l'évolution du(des) rôle(s) joué(s) par les pompiers.

### 5.3.2 *L'incendie comme variable aléatoire : risques et probabilités*

La demande de protection incendie en général est générée par l'existence d'incendies. Cette évidence cache un élément complexe de l'incendie déjà abordé plus haut : le caractère aléatoire de son occurrence. Il s'agit là d'un aspect crucial ayant un impact sur la construction d'une fonction de demande, car les consommateurs-citoyens doivent être informés des risques réels d'incendie et de la gravité potentielle des feux. La « courbe de demande » pour les Services de sécurité incendie présentée à la Figure 16 plus bas doit donc être interprétée comme pouvant se déplacer en fonction

---

<sup>78</sup> Il s'agit évidemment ici d'une hypothèse de travail pure qui, si elle semble justifiée par les approches « globales » à l'analyse de la protection incendie généralement utilisée dans la littérature (et reprise dans le présent document avec notamment le concept de chaîne d'intervention), devrait néanmoins être validée empiriquement à Montréal.



du risque (réel *et* perçu), ainsi qu'en fonction du coût des alternatives (tel que discuté pour l'ACB en 5.2).

Des modèles statistiques d'occurrence et de gravité des incendies en fonction de certaines caractéristiques du territoire protégé, y compris le type et le niveau de protection disponibles ont été développés depuis un certain nombre d'années. Toutefois, le fait qu'un incendie (i.e., le « résultat ») ait lieu ou non reste aléatoire, de sorte qu'il peut être souhaitable de définir, tel qu'argumenté en 5.2, un niveau de risque que la société est prête à supporter. Autrement dit, une fois connue l'efficacité (*effectiveness*) de diverses interventions, on pourra choisir le niveau de risque voulu (qui détermine la « quantité demandée » de protection). À cet égard, il est bon de rappeler que la sécurité *maximale* n'est jamais le résultat de ce processus, car le prix à payer est excessivement élevé. En fait, contrairement à d'autres types de protection, il n'existe pas de véritable prix pour les Services de sécurité incendie; on cherchera donc à faire correspondre « offre » et « demande » sur la base du coût moyen du service (et au coût marginal dans l'exemple présenté ci-après), en supposant qu'un Service de sécurité incendie *vend ses services « au prix coûtant »*.

#### **5.4 L'offre des Services de sécurité incendie**

La seconde partie d'un marché est constituée de l'offre, dont la construction diffère selon la structure du marché (nombre de producteurs et de consommateurs). Dans le cas d'un service public, qui est une forme de bien public offert par un monopole, la structure de l'offre peut être complexe en raison notamment de l'absence de prix. En effet, un tel service (comme dans le cas du SSIM) est généralement financé par la taxation, ce qui fait disparaître le lien direct entre ce que paient les consommateurs-contribuables et les services qu'ils reçoivent, d'une part, mais aussi entre les budgets reçus par le service et le niveau de production. Dans ce cas, nous verrons plus loin que cela permet souvent d'améliorer l'équité dans la disponibilité et la distribution des produits du service.

Un argument supplémentaire pour financer un service public monopolistique par la taxation est la possibilité de sous-production du bien par rapport à ce qui est socialement nécessaire. La Figure 16 en 5.4.4, qui présente un « marché » du combat d'incendies, illustre cette idée en montrant la différence entre la recette marginale (dont se préoccuperait un monopole privé) et le bénéfice marginal social (dont on souhaite que se préoccupe le monopole public) et les niveaux de

production correspondants. Pour construire une offre cependant, mieux vaut procéder dans l'ordre et commencer par la fonction de production du bien concerné et la fonction de coût qui en découle.

#### 5.4.1 La fonction de production : un exemple

L'élément de base pour la construction d'une fonction d'offre est ce que les économistes appellent une « fonction de production », qui n'est autre qu'une représentation mathématique – et graphique si le nombre de dimensions est suffisamment petit – de la technologie utilisée pour produire une unité de bien – une « unité d'intervention » dans le cas qui nous occupe (ce qui peut inclure de la prévention). Par exemple, on peut imaginer<sup>79</sup> qu'une « unité produite de combat », ou un « combat d'incendie » pour ne prendre qu'un type d'output, nécessite l'utilisation d'un véhicule, qui doit être disponible en tout temps étant donné la nature aléatoire de l'incendie (voir en 5.3.2), et d'une équipe de pompiers pour équiper ce véhicule. Si on suppose un besoin de quatre pompiers pour opérer le véhicule sur quatre quarts de travail, on peut conclure qu'un véhicule et 16 pompiers permettent de produire « un combat ». Si on pose enfin l'hypothèse supplémentaire que les pompiers et les véhicules sont parfaitement complémentaires<sup>80</sup> dans une proportion de 16 pour 1, on obtient la fonction de production suivante, où l'output est représenté par  $Y$ , tandis que  $L$  et  $K$  représentent le nombre de pompiers et de véhicules, respectivement :

$$Y = \min[1/16L, 1K]$$

Cette fonction simple est représentée à la Figure 15, avec des isoquantes<sup>81</sup> en forme de coude. Comme nous le verrons en 5.4.3, cette fonction implique un *coût marginal constant*. Déjà, de ce fait, elle ne constitue probablement pas une représentation adéquate de la réalité puisque cela

<sup>79</sup> Il s'agit là d'un exemple illustratif des plus simplifiés. Il utilise néanmoins des postulats relativement réalistes, puisque la plupart des incendies sont petits (898 cas sur 1441 en 2002, où un seul véhicule peut probablement suffire) et qu'une équipe de quatre pompiers est effectivement utilisée sur les autopompes du SSIM. On suppose évidemment dans l'exemple qu'il n'existe qu'un seul type de véhicule – et de pompier.

<sup>80</sup> La complémentarité parfaite est une forme rigide qui suppose que la proportion doit être respectée pour assurer une production efficiente – i.e. qui minimise le coût de production. Autrement dit, l'utilisation d'un pompier supplémentaire sur un même véhicule, ou d'un véhicule de plus pour le même nombre de pompiers, ne permet pas d'augmenter la « production », que seul l'ajout de 16 pompiers et d'un véhicule supplémentaires permet. Nous y revenons plus bas.

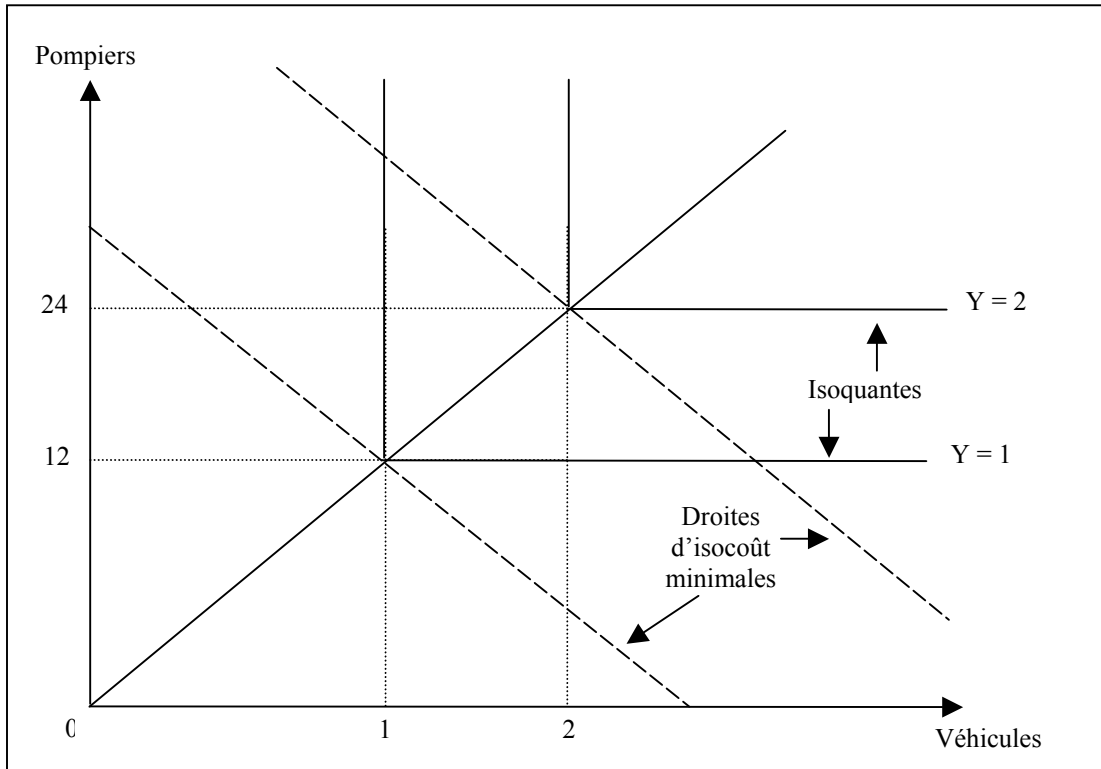
<sup>81</sup> Une isoquante représente l'ensemble des combinaisons d'inputs qu'il est possible d'utiliser pour produire un niveau donné d'output (ici,  $Y = 1$  ou  $Y = 2$ ).

implique des *rendements d'échelle constants* dans la production de combat d'incendies, qui ne sont sans doute vraisemblables que pour un intervalle donné de niveaux de service.

#### 5.4.2 *Les inputs et les outputs d'un Service de sécurité incendie et du SSIM*

Cet exemple – simpliste – d'une fonction de production peut malgré tout servir de base. Il ne s'agit pas de présenter ici une analyse complète des intrants et des différents extrants d'un service comme le SSIM, loin s'en faut, mais plutôt de compléter l'exemple du paragraphe précédent pour l'ancrer davantage dans la réalité vécue sur le terrain.

D'après les rapports annuels du SSIM, la main-d'œuvre – incluant les avantages sociaux et toutes les compensations similaires – est de loin le premier poste de dépense du Service et, avec environ 2700 employés, elle constitue sans doute aussi l'intrant utilisé en plus grande « quantité » (même s'il reste difficile de comparer des unités d'intrants différents). Bien que le détail des autres dépenses (qui ne représentent que 8% environ du budget annuel) ne soit pas fourni dans les rapports annuels, on peut supposer que celles-ci sont surtout composées des dépenses en fournitures courantes et en énergie. Enfin, le programme d'investissements du service, mentionné plus haut, correspond à la dépense relative au capital nécessaire à l'activité du service et comprend les éléments tels que les véhicules, les bâtiments et l'ensemble de l'équipement « physique » comme les systèmes de communication. La question de l'amortissement de ces biens devrait toutefois être examinée en détail pour s'assurer que tout calcul de la production des Services de sécurité incendie tient bien compte de tous les types d'intrants nécessaires. Dans tous les cas cependant, il apparaît clairement qu'il y a plus qu'une combinaison « pompiers-véhicules ». Le fait qu'il existe dans la réalité plusieurs types différents de véhicules, d'équipements et de pompiers (p. ex. cadres et officiers) ne simplifie évidemment rien.



**Figure 15 : Exemple de fonction de production lorsque les inputs sont des compléments parfaits**

On l'a vu dans les chapitres précédents, l'identification de l'output d'un Service de sécurité incendie est une tâche pour le moins complexe. On peut toutefois tenter une première approximation en séparant les principales activités du service : combat, prévention, inspection, éducation, développement et gestion de plans d'urgence. La façon la plus « simple » ou compréhensible de procéder ensuite serait probablement de construire une fonction de production pour chaque type d'output, selon les différents inputs qui entrent dans la production. En ce sens, le modèle simple présenté plus haut pourrait être vu comme une première approche à la production de l'activité « combat », mais le problème d'identification du « produit » à proprement parler reste pratiquement entier : qu'est-ce qu'une « unité produite de combat » d'incendie?

Une seconde approche consisterait à procéder à partir des impacts du service identifiés plus haut. En d'autres termes, il s'agirait d'identifier le « processus de production » d'une vie sauvée, d'une blessure d'un certain type évitée, d'une unité de surface sauvegardée (en pieds ou en mètres carrés), ou encore de la présence d'une caserne équipée dans un quartier déterminé (ce qui renvoie à la

*valeur d'option* précédemment décrite). On chercherait ensuite à exprimer chaque « output » en termes d'une combinaison d'inputs, comme dans l'exemple simple présenté au paragraphe précédent. Cependant, en raison de la difficulté même de relier l'action d'un Service de sécurité incendie aux impacts énumérés ci-haut, cette tâche ne pourra elle-même que s'avérer complexe.

Diverses possibilités existent néanmoins qui pourraient permettre d'évaluer l'impact des différents inputs, et donc l'efficacité (*effectiveness*) de plusieurs types d'interventions à des niveaux de service différents. Il faut pour cela que des mesures suffisamment précises et constantes de la performance du service soient réalisées, en fonction d'indicateurs connus et convenus (comme p. ex. ceux de la COMAQ, présentés plus haut). On voit donc que cette notion d'*effectiveness* est incontournable dans l'évaluation de tout service ou prestation publics.

#### 5.4.3 La fonction de coût : un aperçu

Le coût total de production d'un bien ou d'un service est composé de la somme des coûts des inputs utilisés, eux-mêmes constitués de la quantité et du prix de chaque input. Il peut donc s'exprimer ainsi si l'on suppose qu'il n'y a que deux intrants (travail et capital, ou pompiers et véhicules en une seule variante, selon l'exemple présenté en 5.4.1) :

$$CT = W_L L + W_K K$$

Ici,  $W_L$  et  $W_K$  représentent respectivement le prix du travail (le salaire des pompiers) et le prix du capital (prix d'achat plus intérêt et/ou amortissement des véhicules). Cet exemple est aisément généralisable à un cas où il y a plus de deux inputs.

Une *fonction de coût* exprime le coût minimal de production en fonction de la quantité de bien produite et du prix des intrants, généralement considéré comme exogène<sup>82</sup>. En fixant l'output,

---

<sup>82</sup> Une analyse rigoureuse devrait chercher à faire tomber cette hypothèse dans le cas d'un service de sécurité-incendie, dans la mesure où chaque service exerce en fait une influence réelle sur le niveau des salaires qu'il verse à ses employés. Bien qu'une certaine concurrence sur le marché du travail des pompiers soit vraisemblable en Amérique du Nord anglophone, on risque moins de retrouver cette situation au Québec francophone, où les travailleurs sont moins mobiles et le nombre de grands services professionnalisés, plus restreint. On peut donc penser que le SSIM dispose d'un

dénoté  $Y$  dans nos exemples, à un certain niveau, la fonction de coût permet de savoir de quelle façon varie le coût de production de  $Y$  unités en fonction du prix des inputs uniquement. Elle permet donc d'analyser l'impact d'une variation du prix des inputs sur le coût de production (minimal) pour un niveau d'output donné, ou encore d'un changement dans le niveau d'output produit lorsque les prix des facteurs de production restent inchangés. Mathématiquement, la fonction est la solution au problème suivant, qui consiste à minimiser le coût de production en respectant la contrainte technologique représentée par la fonction de production :

$$C(W_L, W_K, Y) = \min(CT = W_L L + W_K K)$$

$$\text{s.c. } Y = f(L, K) = \min[1/16L, 1K]$$

On l'a mentionné plus haut, si on reprend l'exemple déjà présenté pour la fonction de production, on obtient la fonction de coût suivante, où le coût marginal correspondant suit immédiatement :

$$C(W_L, W_K, Y) = Y(16W_L + W_K)$$

$$Cm = 16W_L + W_K$$

En situation de concurrence, c'est cette dernière fonction qui permet de déterminer l'offre d'une firme : la partie croissante de la fonction de coût marginal correspond à l'offre. Malheureusement, on voit que dans ce cas précis, le coût marginal est indépendant du niveau de production et ne dépend que des prix des facteurs, de sorte que le coût marginal est dit « constant » (voir la Figure 16). C'est une situation improbable dans la réalité, puisqu'elle signifie que chaque unité additionnelle produite entraîne une hausse de coût identique<sup>83</sup>, mais elle implique une caractéristique que pourrait présenter un Service de sécurité incendie : à un prix donné, l'entreprise est prête à produire n'importe quelle quantité du bien (ici la protection incendie).

---

certain pouvoir de monopsonie en tant que seul (ou principal) acheteur du travail des pompiers professionnels dans la région montréalaise.

<sup>83</sup> On parle alors ici de « rendements d'échelle constants ». Dans la réalité, de tels rendements d'échelle sont souvent observés sur un intervalle de différents niveaux de production, mais rarement (voire jamais) pour tous les niveaux possibles. Généralement, on observe plutôt une décroissance du coût marginal puis, à mesure que le niveau de production augmente, un retournement de la fonction qui finit par entraîner des coûts marginaux croissants.

Cependant, comme il n'existe pas de véritable « prix » sur le marché de la protection incendie offerte par un Service de sécurité incendie, l'analyse traditionnelle n'a que peu de sens; c'est la demande qui détermine en bout de ligne la quantité effectivement produite du bien. En ce sens, l'exemple choisi est sans doute compatible avec la réalité montréalaise, puisque le niveau d'effectifs (« staffing ») du SSIM est déterminé en fonction d'une capacité de réponse au « pire scénario » (soit deux alertes de niveau 10-15 simultanées<sup>84</sup>). Une fonction de coût qui reflète adéquatement la réalité comprendrait donc vraisemblablement ces deux aspects : un coût marginal qui ne soit pas croissant sur l'ensemble des possibilités de production, et une quantité produite qui pourrait n'être déterminée que par la demande (étant donné l'absence de prix).

#### 5.4.4 *Les limites de l'offre et la demande pour un service public*

Outre la question des prix et celle de la signification du coût marginal (qui ne représente pas une véritable « offre »), un autre problème important d'une analyse offre-demande appliquée à un service public réside dans la définition des différents éléments sous-tendant les fonctions considérées. Ainsi, on l'a dit, l'écueil majeur est celui de l'output d'un service public en général, et d'un Service de sécurité incendie en particulier. La Figure 16 représente ce que pourrait être un « marché » de la protection incendie, avec toutes les limites évoquées dans le présent chapitre. Le sens à y donner reste donc limité, tout comme l'utilisation d'une fonction de coût à des fins décisionnelles et de gestion. On peut toutefois dire qu'un niveau de production « optimal » d'un Service de sécurité incendie devrait correspondre à  $Y^*$ , là où le coût marginal social<sup>85</sup> des services fournis égale leur bénéfice marginal social (la demande, tel que mentionné plus haut). Il ne faut alors jamais perdre de vue que la demande pour les Services de sécurité incendie, comme on l'a vu en 5.3, est certainement tributaire de la demande globale de protection contre les incendies, elle-même liée aux prix des approches alternatives à l'incendie.

---

<sup>84</sup> Ce niveau de sécurité, ou de risque, pourrait aussi correspondre aux préférences du citoyen médian, ou à celles du citoyen le moins tolérant au risque. Il serait intéressant d'explorer la manière dont ce niveau de risque est établi et de comparer le résultat aux préférences des citoyens, qui ne peuvent pas véritablement les « révéler » par leurs actions ou leurs choix dans un contexte de monopole géographique public.

<sup>85</sup> Comme il s'agit d'un service public, il faut automatiquement se préoccuper des coûts du point de vue *social*. On pourrait donc vouloir inclure, dans les coûts d'un service comme le SSIM, autre chose que les coûts comptables énumérés jusqu'ici, comme par exemple le coût d'option associé à l'usage des fonds publics : quelle est le meilleur usage alternatif auquel les fonds pourraient être consacrés, et quelle en est la valeur monétaire? Pour déterminer la fonction de cette façon, il faut être en mesure d'inclure *tous* les coûts associés au service public étudié.

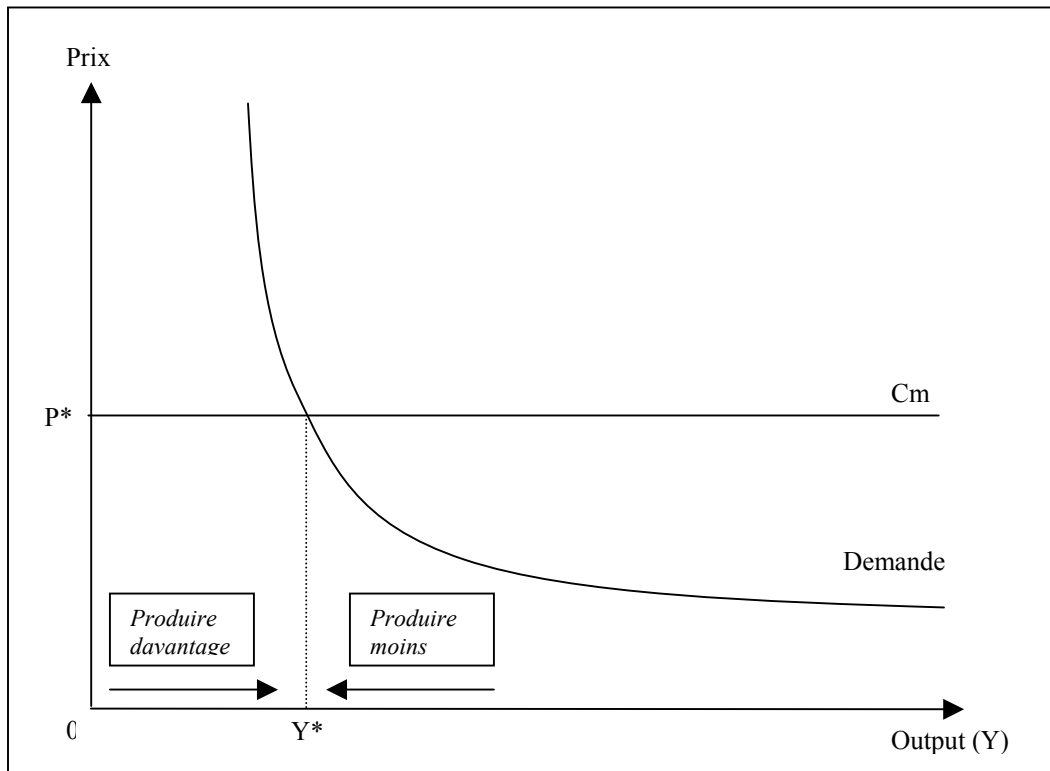


Figure 16 : Un « marché » des services de protection incendie pour l'exemple considéré

Quelle que soit la valeur des différents cadres d'analyse, il est intéressant de voir que l'on peut retrouver dans le présent cadre d'analyse les cinq cas de figure évoqués plus haut, dans les paragraphes portant sur l'analyse coûts-bénéfices (section 5.2). Ainsi, le cas (5), qui est un exemple de projet qui devrait évidemment être réalisé, correspond à une situation où l'efficacité dans la production n'est pas maximale avant la réalisation du projet. En d'autres termes, le coût de production n'est pas minimisé (voir le problème représenté par la deuxième équation en 5.4.3)<sup>86</sup>. De façon peut-être moins évidente, les cas (3) et (4) correspondent également à de telles situations, puisqu'il est possible dans ces cas de produire autant à moindre coût ou de produire davantage au même coût, respectivement, en réalisant les projets.

Il n'est cependant pas nécessaire que la firme ou le service soit « inefficace » dans la production avant la réalisation des projets. En effet, ceux-ci peuvent être associés à des nouveautés

<sup>86</sup> En situation de concurrence sur un marché pour un « bien privé », cela signifierait que la firme ne maximise pas ses profits.



technologiques ou autres qui viennent plutôt modifier la fonction de production, dont un exemple a été présenté. Un tel changement vient alors modifier la fonction de coût, de sorte que le coût de production des « unités de bénéfice », relation illustrée de façon générale à la Figure 14, peut s'en trouver changé<sup>87</sup>. Les projets considérés peuvent également impliquer une meilleure définition ou carrément une redéfinition de l'output de la firme ou du service, Y, ce qui risque aussi de venir modifier la relation entre coûts et bénéfices (ou output).

Les cas (1) et (2) peuvent quant à eux être reliés à la *quantité* d'output produite. Lorsque de tels projets ou changements dans l'activité sont effectivement possibles et que la différence nette est positive<sup>88</sup>, on peut supposer que le « marché » dans lequel évolue le Service de sécurité incendie n'est pas à l'équilibre avant le changement, puisque des « unités de service » (ou de bénéfices, comme dans la Figure 14) qui devraient être produites ne le sont pas dans le cas (1), alors que des unités qui ne devraient pas être produites le sont dans le cas (2). Les cas (1) et (2) viennent donc améliorer l'efficacité dans l'affectation des fonds (ici les fonds publics), en permettant de s'assurer que chaque dollar dépensé donne *grosso modo* le même rendement à tous les postes de dépense. Ces remarques rejoignent les discussions de la section 5.2 et de la note de bas de page 85 ci-haut.

## 5.5 Conclusion : besoins d'informations et d'analyses spécifiques

On le voit, l'évaluation et l'analyse économique d'activités telles que celles d'un Service de sécurité incendie est une entreprise complexe à plusieurs égards. L'absence de prix, la situation de monopole géographique, la nature probabilistique des « produits » fournis, le caractère de « bien public » sont autant d'obstacles à surmonter. Cependant, une contrainte majeure avec laquelle il est particulièrement difficile de composer mais qu'il est possible de repousser est l'absence de données et d'informations, ou la mauvaise qualité de celles-ci (variables observées, constance et qualité de l'observation). Ces lacunes sont apparues assez clairement dans les premiers chapitres du présent document, alors que peu de mesures claires et reconnues existent et sont effectivement prises. Il s'agit peut-être là d'une direction cruciale que doivent prendre des services publics afin d'améliorer

---

<sup>87</sup> Tel que suggéré plus haut, un exemple d'un tel projet dans le cas du SSIM pourrait être l'utilisation de mousses comme agent extincteur.

<sup>88</sup> C'est-à-dire que les bénéfices plus grands surpassent les coûts plus élevés dans le cas 1, et la diminution de coût est plus grande que la baisse de bénéfices dans la cas 2; en d'autres termes, l'analyse coûts-bénéfices indique que le projet devrait être réalisé.

l'imputabilité auprès des citoyens – un besoin déjà exprimé il y a plus de 25 ans<sup>89</sup>. À cet égard, le SSIM semble avoir choisi d'emprunter cette voie, avec par exemple le projet de rapport uniforme des pertes suite aux sinistres. De telles initiatives, qui devraient idéalement être prises en coordination avec d'autres Services de sécurité incendie comparables, ressortent comme étant particulièrement prometteuses. Avec des données suffisamment riches, précises et de qualité, portant sur les meilleurs indicateurs connus et convenus, les responsables politiques et administratifs seront évidemment mieux en mesure de réaliser des analyses spécifiques de leurs services, et de démontrer aux citoyens que les deniers publics sont affectés judicieusement aux services qu'ils priorisent.

---

<sup>89</sup> Voir par exemple Getz (1978), et d'autres auteurs de la même époque.

## **6 Assurance, financement du service et partenariats**

On l'a vu, l'identification et le calcul des coûts et, surtout, des bénéfices associés aux activités d'un Service de sécurité incendie – comme à celle de tout service « public » – n'est pas une tâche aisée. **Dans ce contexte, le financement de la protection incendie et des Services de sécurité incendie en particulier peut également être analysé en considérant les bénéficiaires et les payeurs de ces différentes composantes.** Or puisque l'assurance incendie constitue une forme importante de protection contre les pertes dues au feu, les questions d'assurance et de financement des Services de sécurité incendie sont abordées dans ce chapitre d'un point de vue général.

### **6.1 L'assurance incendie**

Une réaction développée au fil du temps par l'être humain face au risque prend aujourd'hui une forme bien connue : l'assurance. Appliquée au cas de l'incendie, l'assurance permet de se prémunir contre des pertes (matérielles) causées par le feu, particulièrement contre des pertes importantes. En effet, les pertes de faible ampleur (en termes financiers) sont généralement supportées par les individus, qui sont prêts à tolérer une certaine probabilité de perte et un certain montant associé à ces pertes. Cependant, à mesure que l'importance des pertes s'accroît, la plupart des individus préfèrent déboursier de façon certaine un petit montant pour se protéger d'une perte importante dont l'occurrence présente une probabilité faible.

Ces caractéristiques s'appliquent clairement au cas de l'incendie, tandis que cette préférence de la plupart des individus pour la certitude renvoie à leur tolérance au risque. Il est en effet généralement admis que la majorité des gens sont « riscophobes », c'est-à-dire qu'ils préfèrent payer un petit montant avec certitude plutôt que de risquer de devoir déboursier une somme plus élevée mais avec une probabilité inférieure à 100%. Cet aspect des préférences des individus les amène à être disposés à payer davantage pour s'assurer que le montant de la perte attendue (obtenue en multipliant la probabilité d'occurrence par la perte moyenne en cas d'incendie)<sup>90</sup>, ce qui permet à

---

<sup>90</sup> Par exemple, la plupart des gens préféreront payer 50\$ avec certitude plutôt que de risquer de devoir déboursier 5000\$ avec une probabilité de 0,01 (ou 1%), même si les deux sommes sont mathématiquement équivalentes (puisque l'espérance mathématique du deuxième cas est aussi égale à  $5000 \times 0,01 = 50\$$ ). En fait, plusieurs gens seront même

l'assurance telle qu'on la connaît dans nos sociétés modernes d'exister. En fait, selon Getz (1978) et d'autres (comme Ramachandran, 1998), les individus sont en général prêts à payer collectivement, sous forme de primes d'assurance, jusqu'à deux fois la valeur de la perte individuelle « moyenne » ou « attendue ».

Cette « règle de pouce » empirique laisse supposer que l'industrie de l'assurance récoltera environ deux fois plus de primes qu'elle ne versera de prestations, la différence étant affectée aux coûts d'opération des assureurs et aux profits. Dans les faits, au Québec, les données publiées par le Bureau d'assurance du Canada pour 2002 (BAC, 2003) montrent que l'industrie de l'assurance de dommages a récolté au Canada quelque 4207 M\$ en primes pour l'assurance des biens des particuliers, qui incluent une portion relative à l'incendie. Les contrats souscrits à ce coût ont engendré des prestations versées de 2471 M\$, soit quelque 58,7% des primes payées par les assurés. En additionnant les coûts d'opération des assureurs à ce montant, on voit que ceux-ci ont subi une « perte technique » dans ce secteur en 2002 (bien que moins importante qu'en 2001), comme c'est le cas depuis plusieurs années<sup>91</sup> (BAC, 2003). Les proportions sont semblables en assurance de biens des entreprises (55,8%), qui génère un volume d'affaires similaire. Cette situation semble conforme aux attentes, surtout dans un marché hautement concurrentiel.

Une façon de voir l'assurance incendie peut aussi être représentée à l'aide de la Figure 17, déjà mentionnée plus haut. Dans ce cadre, les dépenses d'assurance peuvent être interprétées comme venant réduire encore l'importance du risque assumé directement par les citoyens – ou, du moins, comme venant minimiser les pertes individuelles consécutives à l'incendie. En ce sens, l'assurance incendie est donc, comme toute assurance, une forme de redistribution depuis les individus qui sont épargnés par le phénomène vers ceux qui sont touchés, qui sont ceux qui « assument » le risque en bout de piste (*ex post*).

---

prêts à payer plus de 50\$ pour ne pas risquer le débours de 5000\$. Cette préférence dépend notamment de l'importance des sommes en jeu par rapport à la richesse des individus, et elle n'est pas forcément symétrique (i.e. elle peut différer selon qu'elle porte sur un risque de gain ou de perte).

<sup>91</sup> Si les assureurs prétendent ne pas pouvoir identifier clairement la part des primes perçues qui revient à l'incendie, il n'en demeure pas moins que ce dernier est à la source de 39% des pertes engendrées par des sinistres au Québec (BAC, 2002). Par ailleurs, avec un ratio prestations/primes de 82,0%, on peut penser que la « perte technique » est moins importante en assurance des biens des particuliers qu'en assurance automobile (il pourrait même s'agir d'un *bénéfice*), ce qui pourrait constituer une forme de subvention croisée – explicite ou non – entre les différents types d'assurances.

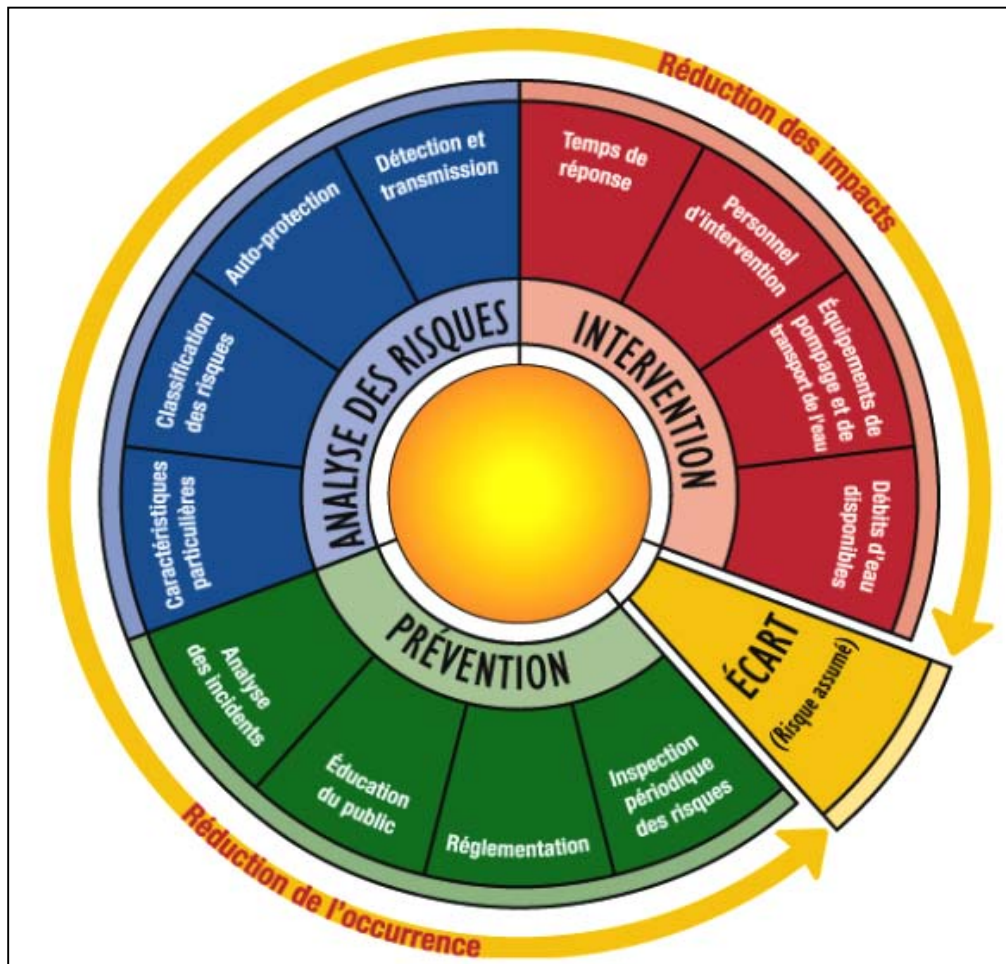


Figure 17 : La couverture du risque incendie  
(Tiré de Ministère de la Sécurité publique, 2002)

Dans cette optique, un Service de sécurité incendie peut aussi être vu comme une forme d'assurance, notamment en ce qui a trait à sa « valeur d'option » inhérente, mais aussi par rapport aux actions des autres (voisins). Par exemple, si un feu débute dans l'immeuble voisin de celui où j'habite, je sais que l'existence d'un Service de sécurité incendie, *toutes choses égales par ailleurs*, réduit le risque que le feu en question se propage chez moi et endommage mes biens ou ma personne. La disposition à payer pour de l'assurance évoquée plus haut pourrait être appliquée au Service de sécurité incendie, si l'on suppose que l'ensemble des activités du service correspondent à une forme d'assurance. On s'attendrait alors à ce que le SSIM se traduise par des gains pour la société (sous forme de pertes évitées ou d'utilité directement retirée de l'existence du service) d'au

moins 125M\$ – soit la moitié de son budget annuel d'environ 250M\$. Mais même si un tel calcul était possible (et il ne l'est, peut-être, qu'au prix d'hypothèses fortes permettant d'agréger les préférences des citoyens), cette interprétation des activités d'un Service de sécurité incendie est très certainement abusive, étant donné la nature et la portée de ses nombreuses autres activités.

Que l'on parle d'un Service de sécurité incendie en tant qu'assurance ou de l'industrie de l'assurance elle-même, un fait demeure : l'assurance n'est, à la base et d'un point de vue économique, rien d'autre qu'une mise en commun de risques et des coûts qui sont associés à ces risques. En principe donc, le coût de ce service devrait refléter le risque réel associé à la situation dans laquelle se trouve un assuré<sup>92</sup>. Dans le monde industriel et commercial, le prix d'une assurance dépend parfois crucialement d'éléments d'auto-protection tels que des gicleurs<sup>93</sup>; pour l'assurance aux particuliers, il est raisonnable de supposer que « l'assurabilité » et le prix de l'assurance sont aussi dictés par différents facteurs de risques tels que ceux présentés plus haut et en conclusion, incluant la présence d'un Service de sécurité incendie et le niveau de celui-ci (distance des casernes, temps de réponse, alimentation en eau, etc.)<sup>94</sup>. En pratique cependant, il appert que les assureurs, au moins au Québec, basent leur tarification sur une moyenne mobile de cinq ans, ce qui entraîne possiblement des délais dans l'ajustement du prix de l'assurance aux changements dans les facteurs de risque.

## 6.2 Le financement d'un Service de sécurité incendie : taxation et tarification

Le présent paragraphe aborde la question qui suit immédiatement le résultat de l'analyse coûts-bénéfices, c'est-à-dire celle du financement d'un projet ou d'un service comme le SSIM. Les deux grands modes de financement d'un service comme le SSIM restent encore la taxation et une forme de tarification. Si ce dernier mode peut être préféré pour des considérations d'efficacité, il n'est pas toujours possible – ni souhaitable – de l'utiliser : impossible parce que le bien dont la production

---

<sup>92</sup> Cette assertion ne correspond pas à la réalité avec exactitude, dans la mesure où l'assurance pure induit souvent des comportements associés au risque moral, tout comme la présence d'un service de sécurité-incendie, qui agit aussi presque certainement sur la taille de la perte attendue (l'effet sur le risque étant peut-être contestable).

<sup>93</sup> Voir par exemple différents numéros de 2003 de *L'argus de l'assurance*.

<sup>94</sup> Aux États-Unis par exemple, les primes d'assurance sont déterminées à l'aide de la *Public Protection Classification* établie par le *Insurance Services Office* de New York. Cette classification utilise un système de points pour établir la prime exigée par les assureurs. Voir notamment à ce sujet les documents du Texas Department of Insurance à <http://www.tdi.state.tx.us/fire/>.

doit être financée est un bien public (voir le chapitre 5), et non souhaitable pour des raisons d'équité.

### 6.2.1 *Le SSIM*

Tous les Services de sécurité incendie (publics) sont financés par une forme quelconque de taxation – généralement locale (la sécurité-incendie est une responsabilité locale dans la plupart des juridictions). Le SSIM, comme plusieurs autres, recouvre une partie de ses coûts d'opération dans quelques cas bien spécifiques, tels que l'utilisation des pinces de désincarcération. Certains Services de sécurité incendie facturent également les propriétaires de véhicules incendiés sur le territoire qu'ils desservent, lorsque ces propriétaires ne résident pas sur le territoire. Ces sommes sont cependant minimales par rapport aux budgets des services, de sorte que la plus grande partie de ceux-ci provient des fonds généraux principalement associés à la taxation foncière.

On pourrait chercher à mettre en place une forme de tarification à l'utilisation des services du SSIM, mais des considérations importantes entrent alors en jeu. En effet, outre les problèmes de risque accru<sup>95</sup>, des questions d'équité sont en jeu, notamment en raison du caractère aléatoire de l'incendie et des facteurs de risques souvent plus grands chez les citoyens moins bien nantis. Il faut alors baliser l'arbitrage entre « solidarité » et « responsabilité » – ou encore entre « équité » et « efficacité » – en déterminant l'étendue d'application du principe de l'utilisateur-payeur (pris au sens large de *bénéficiaire du service*). À une extrémité du spectre, les services du SSIM seront intégralement facturés aux citoyens en fonction des bénéfices qu'ils en retirent; à l'autre, on décidera de financer le service entièrement par la taxation.

On l'a dit, la dernière option (la taxation, plus « équitable ») correspond en gros à la situation actuelle, le budget du SSIM provenant des fonds généraux de la ville de Montréal. Or si on peut envisager de financer des activités comme le service de premiers répondants par le biais d'une forme de *taxe d'arrondissement*, la fusion même des municipalités de l'Île et de leurs différents

---

<sup>95</sup> Si les gens doivent payer, ils risquent de moins utiliser les services et de favoriser la propagation des incendies, par exemple.

Services de sécurité incendie vient interdire cette option pour les autres services du SSIM en général par la volonté affichée d'assurer un niveau de service comparable partout dans l'Île.

Mais la tarification « à l'utilisation » reste une option. Cependant, un tel mode de financement n'impose aucun fardeau financier sur les individus qui jouissent de la fameuse « valeur d'option » mais n'ont jamais à recourir aux services. Dans un tel contexte, il devient pour le moins complexe de s'assurer que chacun paie sa part des coûts en fonction de la valeur qu'il attribue réellement au service, et il faut se contenter d'une tarification partielle, tel que proposé pour les premiers répondants. On peut ensuite ajouter une assurance qui n'est, encore une fois, rien d'autre qu'une mise en commun de risques individuels.

### *6.2.2 Nouveaux projets du SSIM : financement et partenariats*

Pour tout nouveau projet que le SSIM souhaite implanter, il est possible de reprendre la schématisation proposée dans De Marcellis-Warin et al. (2004) pour les premiers répondants. Le principe de base consiste à identifier deux catégories de coûts pour chaque projet « de type (1) », (bénéfices accrus générés par des coûts plus élevés) (soit les plus couramment soumis à l'ACB<sup>96</sup>) : des coûts « transférés » par d'autres intervenants qui, voient leurs propres coûts diminuer, et des « nouveaux coûts » imputables à une hausse nette du niveau des bénéfices (ou une baisse du niveau de risques) associés aux activités de protection contre l'incendie. Comme dans le cas du service de premiers répondants cependant, la taille de chacun des deux effets ne peut être prédite avec certitude et doit être déterminée empiriquement.

La question du financement des « nouveaux coûts » renvoie à la discussion ci-haut sur le financement général du SSIM. Si toutefois un projet particulier (surtout « de type » (1), ou de type (2) (coûts plus faibles qui génèrent des bénéfices moindres) s'avère avoir des impacts importants pour certains sous-groupes de la population, ou pour certains acteurs économiques, il pourrait être justifié de faire supporter le coût de la sécurité accrue aux bénéficiaires – dans la mesure où, par exemple, des effets discriminés sont constatés ou envisagés. De même, certains groupes d'acteurs

---

<sup>96</sup> Les projets de type (2) (coûts plus faibles qui génèrent des bénéfices moindres), (3) (coûts plus faibles avec des bénéfices inchangés) et (5) (bénéfices accrus associés à des coûts moindres) pourraient en revanche amener le SSIM à redistribuer une partie de ses économies de coûts, soient entre ses propres activités, soit vers d'autres services publics.



économiques (p. ex. les entreprises de certains secteurs géographiques ou industriels) peuvent être particulièrement favorisés par de meilleurs services ou de nouveaux programmes mis en place et générant des coûts additionnels. Il faut toutefois résoudre les questions d'équité pour répondre adéquatement à ces préoccupations; si, par exemple, on considère qu'un nouveau programme ou un service amélioré permet d'assurer à certains citoyens seulement un niveau de protection jugé très supérieur à ce qui est « visé » pour la population en général (en raison de limites géographiques ou autres), alors il peut être approprié d'exiger des contributions des bénéficiaires de ces meilleurs services.

Il revient cependant aux décideurs et au débat public informé de déterminer ce qui constitue un tel niveau de services « de base », et ce qui est « supplémentaire ». L'identification des bénéficiaires, ou des « gagnants » et des « perdants » d'un projet, reste toutefois primordiale non seulement pour implanter une quelconque forme de tarification, mais aussi pour prendre de façon informée la décision même de le faire. Les projets « de type » (3) et (4) exigent quant à eux moins de tenir compte de ces questions, puisque dans un cas la hausse des bénéfices, même si elle est au profit de certains sous-groupes, se fait sans hausse des coûts agrégés tandis que dans l'autre cas la baisse de coûts se fait sans perte de bénéfices<sup>97</sup>. Mais de nombreux individus (voire des entreprises) pourraient profiter d'un bénéfice « privé » accru suite à un projet, dû soit à une *baisse nette* réelle des risques auxquels ces individus font face (la portion *risque assumé* de la Figure 17), soit à leur *perception* d'un risque plus faible. Dans ce dernier cas, les individus pourraient donc retirer une *utilité* plus grande de que celle associée uniquement à la baisse *réelle* du risque qu'ils assument. Cet effet de « sécurité psychologique » renvoie en partie à la notion de « valeur d'option » présentée plus haut.

Au chapitre des coûts potentiellement « transférés », il peut s'avérer raisonnable pour le SSIM de chercher à récupérer cette catégorie de coûts associés à un projet auprès d'éventuels acteurs en bénéficiant – dans la mesure du (techniquement) possible et lorsque l'ampleur des sommes en jeu le

---

<sup>97</sup> Les questions distributionnelles restent toutefois importantes, et possiblement cruciales pour la réussite de l'implantation d'un projet. À ce titre, des coûts ou des bénéfices « agrégés » inchangés peuvent mériter d'être décortiqués pour permettre aux décideurs de s'assurer que la somme nulle de l'un ou l'autre ne masque pas des gagnants ou des perdants individuels à l'intérieur même de la somme des coûts ou des bénéfices (i.e. des individus qui voient leurs bénéfices augmenter, tandis que d'autres voient leurs bénéfices diminuer sans que cette baisse n'ait été comptabilisée de façon appropriée comme un « coût »).

justifie. Il faut toutefois que ce recouvrement se fasse pour des projets qui engendrent réellement (i.e. de façon démontrée) une amélioration de la situation de certains acteurs économiques à l'égard du risque considéré (ici l'incendie). En ce sens, la notion d'efficacité (effectiveness) de tout projet impliquant un nouveau produit ou service reste centrale; Hygge (1989) présente une situation où les changements attendus d'un projet, soit la distribution d'avertisseurs de fumée et son effet sur le risque d'incendie et les prestations d'assurance (matérielle), n'ont pas été obtenus<sup>98</sup>.

L'idée pour le SSIM de « récupérer » auprès de groupes bénéficiaires particuliers certains coûts associés à des projets qu'il implante peut aussi comporter en soi des effets distributifs importants. Par exemple, l'idée d'exiger une contribution des assureurs au financement de certaines activités du SSIM (prévention ou autres) qui devraient normalement se refléter dans le prix de l'assurance pourrait signifier un « transfert de fardeau » depuis les citoyens-contribuables vers les assurés. Dans un contexte où tous sont assurés (p. ex. une assurance obligatoire), la seule question à résoudre est la comparaison des effets distributifs des deux outils de financement que sont la taxation foncière et la prime d'assurance (puisque'une partie des dernières vient se substituer à la première, avec frais d'administration). Cependant, lorsque comme dans le cas montréalais (en 2002) « seulement » 84% des ménages souscrivent une assurance habitation (BAC, 2002), un tel mode de contribution revient également à faire financer le projet considéré par les assurés seulement. Si ces derniers n'en sont pas les seuls bénéficiaires, ce qu'il est raisonnable de supposer dans le cas d'un service public gratuit pour tous (les pompiers ne savent pas qui sont les assurés et ne répondront jamais uniquement aux appels de ceux-ci), une partie de la prime des assurés servira à financer ce qu'il est autrement possible de financer par la taxation (générale de la Ville, ou locale, d'arrondissement).

On le voit, seule une analyse coûts-bénéfices rigoureuse – et complexe – permet d'identifier les vrais bénéficiaires de l'amélioration des Services de sécurité incendie (réelle *et* perçue). Or cette démarche constitue une étape essentielle à l'établissement clair et transparent du partage des coûts en fonction des critères de solidarité et de responsabilité choisis par la société québécoise – ou, dans ce cas, montréalaise.

---

<sup>98</sup> Hygge trouve peu d'effets de la distribution d'avertisseurs : « The results showed no general effect of the sharp increase in smoke detector coverage on fire risk and compensation paid by the insurance companies » (p. 421). Voir le paragraphe 4.4.1.2 pour davantage de détails sur cet article.

### 6.2.3 Partenariats d'opérations

Un autre ensemble d'options qui s'offre au SSIM en matière de partenariats, peut-être moins controversé et plus simple *en principe*, est celui des partenariats d'opération. L'une des possibilités explorées par le SSIM consisterait à trouver preneur, sur une base plus ou moins « commerciale », pour de l'information colligée par ses pompiers lors de visites d'inspection. Ces possibilités restent toutefois rares. Ce type de partenariats, qui permettrait également de recouper une partie des coûts accrus associés à un projet donné (notamment de nouveaux services ou simplement de « meilleurs » services), pourrait aussi recouvrir une panoplie d'autres possibilités allant encore une fois de l'information amassée lors de visites (d'autres organismes comme le CNRC seraient-ils intéressés?) à des « subventions » plus classiques (pour l'achat ou l'utilisation de matériel spécifique, y compris de certains types ou marques). Cette dernière possibilité apparaît toutefois plus accessible pour A) les petits Services de sécurité incendie, et B) les services opérant en milieu rural. Les grands services urbains ont sans doute peu à y gagner.

Une forme plus « radicale » de partenariats pourrait aussi être proposée. On l'a dit, les Services de sécurité incendie peuvent agir comme une forme d'assurance, publique, obligatoire et financée en fonction de la richesse foncière. Or il appert que certaines juridictions ont choisi d'appliquer certaines de ces caractéristiques à toute l'assurance incendie, qui se trouve ainsi coordonnée et semi-intégrée avec les services de protection. La Figure 18 illustre la situation dans le canton de Berne, en Suisse, qui n'est pas le seul endroit dans ce pays à posséder une structure semblable. Celle-ci suppose que tous les citoyens sont assurés auprès d'une « caisse cantonale » publique et indépendante (ici l'Assurance immobilière de Berne), ce qui règle certains des problèmes de fardeau variable énoncés plus haut (faire payer les citoyens vs faire payer les assurés) et génère un « juste prix » pour l'assurance, en plus d'intégrer dans une structure cohérente l'ensemble de l'activité relative aux incendies. Une telle avenue serait peut-être intéressante à étudier dans un contexte où la clarté de l'interaction entre assurance, protection publique et auto-protection n'est pas au rendez-vous.

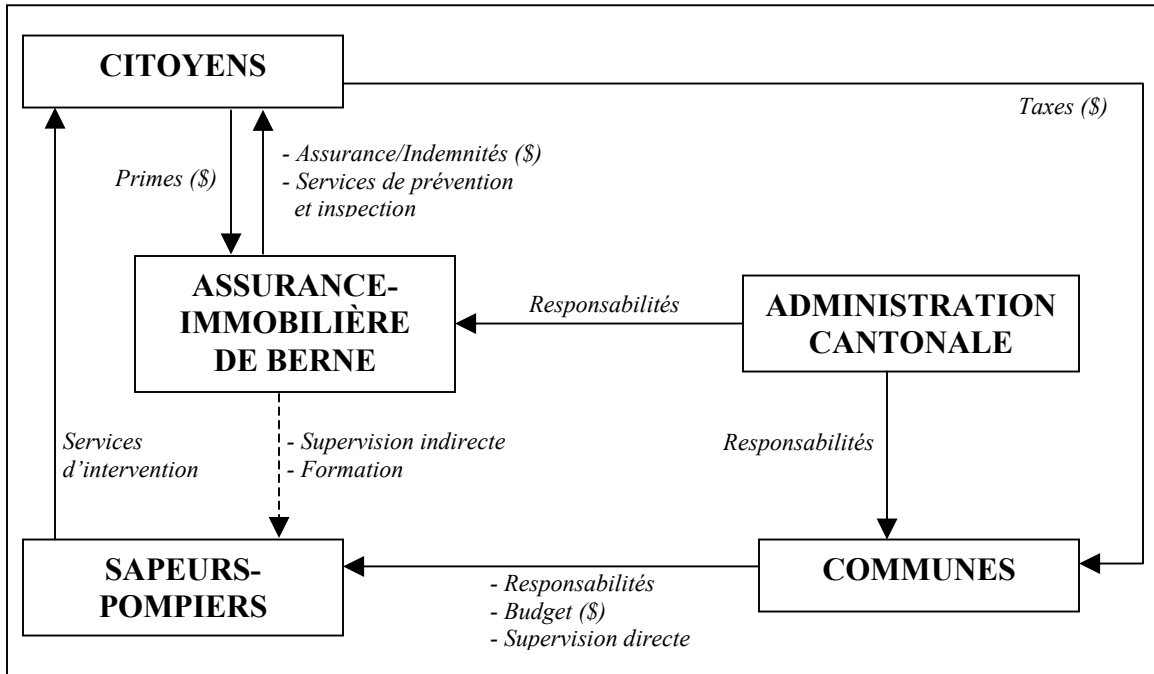


Figure 18 : Schéma de la protection incendie dans le canton de Berne (Suisse)

## 7 Sécurité civile à Montréal

Ce chapitre destiné à la sécurité civile va être relativement bref, étant donné que le poids en terme monétaire de cette activité dans les coûts du SSIM est très faible. Ainsi, même une grosse variation des coûts ou des bénéfices de cette division n'engendrerait pas d'impact important sur les coûts ou bénéfices du service au global. Seulement 0,5% du budget total du SSIM est accordé à la division sécurité civile, ce qui représente 1 280 400\$, et 1.9% du budget à l'organisation des secours. (rapport annuel 2002 SSIM). En outre, les dépenses pour répondre à des mesures d'urgences sont toujours considérées comme extra-budgétaires. Il n'y a donc pas de réserve sur le budget du SSIM pour les mesures d'urgence. Nous allons dans un premier temps tracer un portrait de la situation au Québec, puis examiner le cas de Montréal.

### 7.1 Organisation provinciale

L'évolution de la législation en sécurité civile a été largement inspirée par les sinistres marquants survenus au Québec depuis les 30 dernières années : par exemple, les coulées argileuses de Saint-Jean Vianney en 1971, l'incendie dans un entrepôt de BPC à Saint Basile le Grand en 1988, sans oublier les pluies diluviennes de juillet 1996 au Saguenay et la tempête de verglas de janvier 1998.

#### L'exemple de la tempête de verglas de 1998

Voyons un peu plus en détails les tâches qui ont été demandées aux pompiers durant cet événement. « Les tâches effectuées par les chefs pompiers ont été très différentes selon la taille de la municipalité et selon qu'elle possédait un plan d'urgence. Dans les services de prévention des incendies permanents et possédant un plan d'urgence, les directeurs ont géré l'événement à partir du rôle qui leur était attribué au centre de coordination. Dans les plus petites municipalités où l'on rencontre un chef avec des pompiers à temps partiel, souvent le Service de sécurité incendie étant la seule force de frappe de la municipalité avec une structure et du personnel en nombre important, celui-ci répondait à l'ensemble des besoins exprimés par la population. La polyvalence et la débrouillardise du personnel ont permis d'accomplir une multitude de tâches nécessaires durant le verglas. » *Mémoire adressé à la commission scientifique et technique chargée de l'analyse des*

*événements relatifs à la tempête de verglas du 5 au 9 janvier 1998. L'association des chefs de Services de sécurité incendie du Québec.*

Voici une liste qui montre quelles ont été les actions prises par les pompiers durant cette tempête à la fois de le domaine de la protection des vies que dans la protection des biens.

**PROTECTION DES VIES:**

- gestion du combat des incendies;
- évacuation lors d'incendie et présence de monoxyde de carbone;
- périmètre de sécurité entourant les fils tombés sous tension;
- recensement sur la qualité de vie;
- conseils de sécurité incendie;
- patrouille de sécurité;
- évaluation des systèmes de chauffage d'appoint;
- dispenser les premiers soins;
- reconforter les personnes âgées et malades;
- transporter les personnes malades;
- détection de présence de monoxyde de carbone via avertisseur calibré;
- établir un centre d'hébergement;
- procéder au transport des sinistrés;
- recherche de personnes disparues;
- sauvetage de personnes sur les toits ou dans les arbres.

**PROTECTION DES BIENS:**

- combattre l'incendie;
- fermer l'entrée d'eau et vider les tuyaux des habitations abandonnées;
- évacuation de l'eau dans les bâtiments inondés;
- couper les branches d'arbres dangereux;
- barricader les rues;
- dégager la voie publique;
- installer et superviser les génératrices;
- distribuer ou livrer le bois de chauffage aux résidents;
- déglacer les fils suite à l'autorisation d'Hydro-Québec;
- évaluer la structure des bâtiments suite au poids de la glace;
- déglacer les toits et la façade des bâtiments.

La *Loi sur la sécurité civile* est donc l'aboutissement d'une réflexion sur l'organisation et le fonctionnement de la sécurité civile. Cette loi est entrée en vigueur le 20 décembre 2001 et elle remplace la *Loi sur la protection des personnes et des biens en cas de sinistre*.

La *Loi sur la sécurité civile* désigne les sinistres majeurs ou mineurs et les distingue en fonction du nombre de personnes dont la vie, la santé ou l'intégrité est en danger. Plus précisément, la loi définit les sinistres comme suit (gouvernement du Québec, 2002):

1. «**Sinistre majeur** » : un événement causé par à un phénomène naturel, une défaillance technologique ou un accident découlant ou non de l'intervention humaine, qui cause de graves préjudices aux personnes ou d'importants dommages aux biens et exige de la collectivité affectée des mesures inhabituelles, notamment une inondation, une secousse sismique, un mouvement de sol, une explosion, une émission toxique ou une pandémie (art. 2 de la loi sur la sécurité civile) ;
2. «**Sinistre mineur** » : un événement exceptionnel de même nature qu'un sinistre majeur mais qui ne porte atteinte qu'à la sécurité d'une ou de quelques personnes (art. 2 de la loi sur la sécurité civile).

La *Loi sur la sécurité civile* a pour objet la protection des personnes et des biens contre les sinistres. À cette fin, elle encadre l'organisation de la sécurité civile dans ses principales dimensions que sont **la prévention, la préparation des interventions, les interventions lors de tels événements, réels ou imminents, et le rétablissement de la situation** (art. 1).

De ce fait, la loi prévoit, pour les citoyens, des obligations générales de prudence et de prévoyance et, pour les personnes dont les activités ou les biens sont générateurs de risque de sinistre majeur, l'obligation de déclarer ce risque et de mettre en place des mesures de protection (art. 5, 8 et 12).

Les autorités locales et régionales<sup>99</sup>, doivent désormais partager des responsabilités en matière de sécurité civile, soit celles qui concernent :

---

<sup>99</sup> Sont des autorités régionales au sens de la *Loi sur la sécurité civile* (art. 16) :

- Les municipalités régionales de comté ;
- L'Administration régionale Kativik ;
- Les villes assimilées à des autorités régionales : Gatineau, Laval, Lévis, Longueuil, Mirabel, Montréal, Québec et toute autre municipalité qui pourra être désignée comme telle par le ministre de la Sécurité publique, par le gouvernement ou par la loi.

Une municipalité locale qui ne fait pas partie d'une autorité régionale doit effectuer l'une des démarches suivantes :

- L'établissement du schéma de sécurité civile (art. 16 à 41, excluant art. 39) ;
- L'élaboration du plan de sécurité civile (art. 39) ; ou
- Les autres responsabilités des municipalités en matière de sécurité civile (art. 53 à 59).

Les autorités régionales seront responsables du *schéma de sécurité civile* et du *suivi périodique des actions* que devront réaliser les municipalités locales en matière de protection sur leur territoire, selon le schéma. Les municipalités locales demeureront par conséquent, les maîtres d'œuvre de l'organisation de la sécurité civile sur leur territoire, à moins qu'elles ne délèguent cette obligation à une autre municipalité ou à l'autorité régionale.

Cette nouvelle loi cadre l'organisation de la sécurité civile pour les villes et en particulier Montréal.

## 7.2 Organisation à Montréal

À Montréal, l'organisation de la sécurité civile à quelque peu changé depuis la fusion en janvier 2002. En effet, auparavant, le niveau opérationnel relevait du Service de sécurité incendie, maintenant, il est du ressort du centre de sécurité civile de Montréal.

Depuis janvier 2002, deux divisions distinctes ont été formées au sein de la direction de l'organisation des secours et gèrent environ 60 000 appels par an :

- Le centre de communication, qui compte 41 personnes plus 12 temporaires
- La planification des secours, qui compte 12 personnes. Il s'agit pour cette division de faire la coordination de tous les Services de sécurité incendie en mesure d'urgence. Les personnes de cette division s'assure que les moyens sont en place pour répondre.

Cette dernière division se divise en trois sphères d'activités :

- Gestion de l'information / bases de données : les données issues de ce groupe sont utilisées pour les appels et les interventions. Il est par exemple chargé de

---

- s'entendre avec une autorité régionale pour que son territoire soit considéré, pour le schéma de sécurité civile, comme partie du territoire de cette autorité régionale ;  
- s'entendre avec une autorité locale qui fait partie d'une autorité régionale, pour que son territoire soit considéré, pour le schéma de sécurité civile, comme partie du territoire de cette autorité locale ;  
- s'entendre avec d'autres municipalités locales qui ne font pas partie d'une autorité régionale en vue d'établir un schéma commun. L'une d'elles sera alors désignée pour agir à titre d'autorité régionale pour le schéma de sécurité civile.



recenser les personnes à mobilité réduite. Les travaux de ce groupe ont un impact sur les opérations quotidiennes.

- Gestion des événements spéciaux : deux personnes à temps plein travaillent dans cette division. Il s'agit de minimiser les impacts sur la réponse normale lors d'événements spéciaux tels que les festivals, le grand prix, etc. Certains éléments sont aux frais des promoteurs, comme le fait d'avoir une équipe supplémentaire sur le site, quand il y a des heures supplémentaires, etc...
- Groupe rapport d'intervention : deux personnes à temps plein travaillent dans cette division. Ce groupe assure la gestion, la saisie et l'émission des rapports d'incendies pour les citoyens, les compagnies d'assurances, etc.

Le centre de sécurité civile est maintenant opérationnel, il s'occupe de la coordination des mesures d'urgence et « gère » l'application des plans.

Le coordonnateur des mesures d'urgence pour la ville de Montréal est Alain Michaud, le directeur du SSIM.

Les pompiers sont très importants dans les activités de sécurité civile. En effet, le Service de sécurité incendie a la capacité de mobiliser facilement et rapidement à la fois des hommes et des équipements. Les pompiers sont des intervenants en général très flexibles et ils possèdent une formation pour réagir adéquatement en cas de crise.

Pour ce qui est des événements mettant en œuvre des matières toxiques, ce sont les équipes HAZMAT qui entrent en jeu. Des pompiers qualifiés HAZMAT se retrouvent sur chaque quart de travail. En plus d'une équipe HAZMAT, le SSIM possède aussi deux équipes de sauvetage vertical et une équipe de sauvetage en milieu urbain (HUSAR).

### **7.3 Financement**

Le centre de sécurité civile dispose de 9 personnes, d'un budget de 1,280.4 k\$ (0.5% du budget alloué au service de sécurité incendie de Montréal)<sup>100</sup>.

---

<sup>100</sup> Source : bilan statistique 2002 du SIM

Par ailleurs, on cas d'un dépassement du budget lors d'une intervention ou mobilisation préventive...dans le cadre de la sécurité civile, des contributions aussi bien provinciales que fédérale sont envisageables.

### 7.3.1 Contribution des autorités provinciales :

Sur le plan financier, le ministre de la sécurité civile peut accorder un soutien financier à une autorité régionale qui veut établir, modifier ou réviser son schéma ou réaliser des actions qui y sont prévues (art. 64).

Par ailleurs, à la suite de sinistres au sens de la Loi sur la sécurité civile (L.R.Q., c. S-2.3), le gouvernement du Québec, par les articles 100 et 101, peut établir des programmes d'aide financière généraux ou spécifiques visant à favoriser le retour à une situation normale des personnes, des entreprises et des municipalités qui ont subi des préjudices à leurs biens essentiels lors d'un sinistre ou de son imminence. Une aide est également prévue pour les organismes qui ont apporté aide et assistance aux sinistrés.

Pour donner lieu à un programme d'aide financière, l'événement doit être :

- Subit;
- Imprévisible;
- Exceptionnel ou susceptible de porter atteinte à la sécurité et à l'intégrité physique des personnes ou de causer des dommages étendus aux biens.

Par ailleurs, puisque ***l'aide gouvernementale est une aide de dernier recours, un dommage assuré ou assurable n'est pas admissible***. Seuls les biens jugés essentiels aux besoins élémentaires d'une famille, d'une entreprise ou d'une collectivité sont admissibles.

Les programmes généraux sont mis en œuvre sur décision du ministre de la Sécurité publique pour répondre adéquatement aux conséquences entraînées par un sinistre récurrent ou par son imminence. Ces programmes sont :

- Le Programme général d'aide financière lors de sinistres;
- Le Programme d'aide financière pour les besoins de première nécessité lors de sinistres;
- Le Programme d'aide financière relatif à l'imminence de mouvements de sol.

Ces programmes s'adressent aux particuliers, aux entreprises, aux municipalités et aux organismes ayant apporté aide et assistance aux sinistrés. Ils ont pour objectif de compenser les coûts de

réparation des dommages causés à leurs biens essentiels, de même que les frais excédentaires d'hébergement, de ravitaillement ou d'habillement qu'ils ont engagés en raison d'un sinistre ou de son imminence. Ces programmes compensent également les frais excédentaires découlant de la mise en œuvre de mesures d'intervention et de rétablissement.

En revanche, dans le cas de sinistres ou d'événements qui, par leur nature ou leur ampleur exceptionnelle, requièrent un programme différent des programmes généraux, l'article 101 de la loi permet au gouvernement du Québec d'établir un programme d'aide financière spécifique. Ce programme doit être établi par un décret adopté par le Conseil des ministres.

Pour conclure, il est indéniable que les pompiers sont très importants dans les activités de sécurité civile, même si le temps passé à ces activités est relativement faible compte tenu de la rareté des événements s'y rapportant.

## **CONCLUSIONS – RECOMMANDATIONS**

Le mandat du CIRANO consistait à effectuer une étude exploratoire portant sur l'analyse économique des activités du service incendie de la ville de Montréal (SSIM). L'objectif de cette étude était d'identifier les éléments à prendre en compte dans une telle évaluation et d'effectuer une revue de la littérature des études faites sur le sujet et pertinentes pour notre analyse. Nous avons essayé tout au long de cette étude de bien tenir compte de la réalité de la ville de Montréal et des éléments qui la composent (environnement législatif, éléments budgétaires, réseau du SSIM en place, niveau de service de sécurité incendie requis, nombre de casernes, nombres de pompiers, évolution du nombre d'incendies, rôle du syndicat, contexte des fusions,...). Une évaluation économique doit permettre d'identifier les enjeux pour la collectivité c'est-à-dire pour l'ensemble constitué des individus, des travailleurs, des entreprises, du gouvernement et des assureurs. Ce rapport nous a permis de dresser une première ébauche des éléments essentiels à identifier lors de la conduite d'une évaluation des coûts et des bénéfices (économiques et sociaux) des services de sécurité incendie. La conduite d'une évaluation économique pourrait permettre: (1) de justifier certains investissements et de justifier le partage des coûts associés ; (2) d'aider les décisions publiques d'allocation des ressources pour les services d'incendie ; (3) d'évaluer la pertinence de mettre en place des partenariats (par ex: avec les assureurs ou avec d'autres intervenants en mesures d'urgence). Nous allons reprendre les éléments essentiels de notre rapport et émettre un certain nombre de recommandations. Nous concluons en présentant certaines pistes de recherche qui pourraient être explorées dans le futur

### **■ L'existence d'un service de sécurité incendie est nécessaire et essentielle**

À la lecture de cette étude exploratoire, nous pouvons conclure que l'existence d'un service incendie est nécessaire et essentielle compte tenu de son impact potentiel sur la baisse des dommages matériels et humains lors des incendies, mais aussi de la valeur d'option qu'il représente de la part même des « non-utilisateurs ». Deux événements majeurs survenus à Montréal viennent appuyer ce constat : le "Week-end rouge" de 1974 pendant lequel il n'y avait pas de SSIM et les épisodes de sabotage lors des troubles syndicaux pendant lesquels les boyaux d'incendie étaient coupés volontairement et consciemment. Ces deux événements ont eu des conséquences

désastreuses. Il est donc important d'assurer l'existence et le fonctionnement normal du service de sécurité incendie.

### ■ La sécurité incendie doit être vue comme une chaîne d'intervention

Un des concepts novateurs introduit dans notre rapport est celui de chaîne d'intervention pour la sécurité incendie. Le premier maillon étant le citoyen – au sens large – (qui a une influence sur la réduction de l'occurrence) et le dernier maillon étant le service de sécurité incendie. Ce dernier maillon a une influence directe sur la réduction des impacts de l'événement et une influence indirecte sur la réduction de l'occurrence et des impacts via la prévention. Toutefois, il est important de prendre en compte l'ensemble des maillons de la chaîne et les interactions entre ces maillons pour diminuer le nombre de décès ainsi que l'ampleur des dommages matériels, puisqu'il a été montré qu'une chaîne est aussi forte que son maillon le plus faible. Ainsi, l'existence d'un service incendie supposément efficace est une condition nécessaire mais pas suffisante car elle n'aura pas tout l'impact escompté, si les autres maillons ne sont pas parfaitement intégrés et ne remplissent pas leur rôle. Il faut donc entreprendre une démarche d'évaluation globale de la chaîne d'intervention de la sécurité incendie.

### ■ Les enjeux d'une chaîne d'intervention de sécurité incendie efficace sont nombreux

Dans le présent rapport, nous avons soulevé plusieurs points permettant de mettre en évidence les enjeux du niveau d'efficacité de la chaîne d'intervention de sécurité incendie et de chacun de ses maillons. Nous allons reprendre certains points qui nous paraissent essentiels :

- Tous les décès survenus dans des incendies à Montréal en 2002 ont eu lieu dans des résidences dépourvues d'avertisseurs de fumée ;
- Au Québec, il est estimé qu'une entreprise sur trois cessera définitivement ses activités ou ne rouvrira pas ses portes au même endroit après avoir été victime d'un incendie majeur (Site Internet MSP) ;
- Une étude au Royaume-Uni montre que le taux de mortalité par accident varie de 0.038 lorsque le temps de réponse des pompiers a lieu en moins de 5 minutes à 0.055, à 0.16 pour un temps de réponse de plus de 20 minutes (Entec, 1997) ;
- Le taux de dommages dû à l'incendie double si la réponse prend plus de 20 minutes au lieu de moins de 5 minutes (Entec, 1999) ;

- Avec la mousse de classe A, le temps nécessaire pour éteindre les incendies est réduit de moitié par rapport à l'utilisation d'eau uniquement, et avec le SMAC, le temps d'extinction est réduit de plus de 80% (Grimwood, 2004) ;
- Les avertisseurs de fumée sauvent environ 26 vies par million de maisons neuves par année, et ils permettent aussi de diminuer de moitié environ les pertes matérielles dues à l'incendie. Par ailleurs, le coût pour chaque vie sauvée en utilisant des avertisseurs de fumées dans toutes les maisons privées reviendrait à environ 300 000\$ (étude SCHL, 1990) ;

■ **Les activités de prévention sont essentielles mais elles ne représentent pourtant pas actuellement une part assez importante des activités des pompiers.**

La part des activités de prévention au sein des tâches des pompiers est très faible (de l'ordre de 3% en moyenne selon des estimations du SSIM valables pour l'ancienne Ville de Montréal). Il nous paraît donc très important d'augmenter cette part d'activité. Il est important de sensibiliser les pompiers au fait que cette activité fait partie à part entière du mandat du service de sécurité incendie et qu'elle permettra d'assurer avant tout l'efficacité de leur intervention. Une détection rapide permettra aux pompiers d'arriver sur les lieux plus rapidement et d'éteindre le feu en diminuant considérablement les dommages. Cette dernière remarque montre qu'il est rentable d'investir en prévention (de nombreuses études dans d'autres domaines comme la santé ont montré la rentabilité des activités de la prévention). Toutefois, concernant les pompiers, il pourrait s'agir d'une réorganisation des activités du service et du temps alloué aux activités de prévention.

■ **Les activités de prévention devraient être mieux ciblées**

Les facteurs de risque identifiés dans l'étude de Holborn & al. (2003) sur les décès survenus dans les incendies involontaires de logement incluent le tabagisme, l'alcool, le vieil âge, l'incapacité, la maladie, le fait de vivre seul, le fait de vivre dans un milieu défavorisé et de ne pas avoir un avertisseur de fumée fonctionnel. Il faudrait donc pouvoir identifier les secteurs à risque et les populations à risque pour pouvoir cibler les interventions en prévention. Cela pourrait aller plus loin avec des programmes de rénovation des bâtiments de ces secteurs en particulier mais des décisions relèvent des instances de la Ville et non pas du SSIM.

■ **Il faut mesurer la performance des activités des services de sécurité incendie et utiliser des indicateurs qui tiennent compte de la réalité organisationnelle du SSIM**

Même si, actuellement, on fait souvent référence aux ratios financiers pour exprimer la performance, le cadre de référence qu'il faudrait désormais utiliser devrait tenir compte de l'ensemble de la réalité organisationnelle, et non uniquement du secteur financier. C'est pourquoi, nous recommandons de définir des indicateurs de performance précis afin de contrôler l'efficacité et la qualité du service et ainsi d'en améliorer sa gestion si nécessaire.<sup>101</sup>

---

<sup>101</sup> Une étudiante de maîtrise de l'Ecole Polytechnique va effectuer son projet de maîtrise sur le sujet sous la codirection de Nathalie de Marcellis-Warin.

## **PISTES DE RECHERCHE A EXPLORER ET TRAVAUX FUTURS**

### **1 – Évaluation économique des activités de prévention**

La prévention est un aspect important dans une évaluation économique des activités parce que les actions appropriées en prévention permettent d'éviter des incendie ou à défaut, d'en minimiser les impacts. Nous l'avons décrit très longuement dans le présent rapport. De plus, les activités de prévention impliquent directement les contribuables par l'adoption de comportements sécuritaires et l'investissement dans des moyens et mécanismes d'autoprotection (systèmes d'alarme incendie, gicleurs, murs coupe-feu, etc.) Nous pourrions travailler sur l'évaluation du retour sur l'investissement des sommes d'argent investies en prévention, ou au minimum, indiquer l'importance des activités de prévention pour la sécurité incendie.

### **2 – Diminution des incendies, diminution des dommages et coûts de l'assurance**

Il serait intéressant d'identifier et de spécifier les actions possibles que la Ville peut prendre pour influencer les coûts d'assurance. Par conséquent, nous pourrions aider à l'élaboration d'une grille d'évaluation des dommages ce qui permettrait de juger clairement des retombées de l'action des pompiers sur les dommages et donc sur les primes d'assurance. De plus, nous pourrions envisager des moyens d'impliquer les assureurs dans les activités de prévention.

### **3 – Mise en place d'outils de mesure et d'indicateurs de performances**

Il est également pertinent de revenir sur l'importance de développer des outils de mesures et d'action pour mesurer l'impact de l'action des pompiers et de leur présence sur les pertes occasionnées par l'incendie. Il s'agit ici de reprendre les quelques indicateurs de performance mentionnés au rapport. De plus, le développement d'outils et de mesures d'actions devraient permettre de cibler les actions du Service afin de prévenir l'occurrence de l'incendie grâce à l'emploi de facteurs sociodémographiques qui permettent d'identifier les secteurs et les individus les plus à risques (la qualité et l'âge du domaine bâti, la structure familiale, l'âge, le revenu, etc.) Il y aurait alors une utilisation plus juste des ressources, grâce à l'établissement de programmes et d'actions ciblés.

### **4 – Étude de l'impact de la fusion sur les coûts de fonctionnement du service de sécurité incendie**

Nous avons parlé plusieurs fois dans le rapport de réorganisation des services de sécurité incendie. Dans le contexte de la fusion, une réorganisation des services de sécurité incendie a été effectuée – de fait –. Cela a du permettre de diminuer certains coûts fixes en évitant par exemple certains dédoublements de ressources. Toutefois, il serait intéressant de mesurer l'impact réel de la fusion sur les coûts totaux de fonctionnement du service de sécurité incendie.



## **BIBLIOGRAPHIE**

- Aust, 2001, “*Fire in the Home: Findings from the 2000 British Crime Survey*”, Publication forthcoming. Office of deputy Prime Minister
- BAC, 1999, “Réponse de l’industrie de l’assurance des dommages aux orientations ministérielles relatives à une réforme de la sécurité incendie au Québec, Dossier FEU VERT », août.
- BAC, 2000, « Mémoire sur l’avant projet de loi « Loi sur la sécurité incendie » », janvier.
- BAC, 2002. *L’assurance habitation à Montréal*, Résultats de recherche présentés à la Ville de Montréal, juin.
- BAC, 2003. *Assurances de dommages 2003*, Brochure du Bureau d’assurance du Canada.
- Bénichou, N.; Yung, D.; Hadjisophocleous , 1999, “Impact of fire department response and mandatory sprinkler protection on life risks in residential communities” , G.V. NRCC-38819, Interflam'99, 8th International Fire Science & Engineering Conference, Edinburgh, Scotland, June 29-July 1, 1999, pp. 521-532
- Bénichou, N.; Yung, D.; Hadjisophocleous, G.V., 1999, “Impact of fire department response and mandatory sprinkler protection on life risks in residential communities », Interflam '99, 8th International Fire Science & Engineering Conference, Edinburgh, Scotland, 29th June – 1st July 1999, pp. 521-532
- Carolyn DiGuseppi, Suzanne Slater, Ian Roberts, Lucy Adams, Mark Sculpher, Angela Wade, Mark McCarthy, 1999, “The “Let’s Get Alarmed!” initiative: a smoke alarm giveaway programme », *Injury Prevention* 1999;5:177–182 177
- Comité Intersectoriel sur la sécurité dans les milieux de vie, 1999, « Sécurité dans les milieux de vie – guide à l’intention des municipalités du Québec », avril.
- Corporation des officiers municipaux agréés du Québec (COMAQ),2000, « Indicateurs de performance pour les organismes municipaux du Québec – Phase I », 13 novembre. [http://www.mamsl.gouv.qc.ca/pdf\\_mamm/fina/rapport\\_final\\_phase\\_I.pdf](http://www.mamsl.gouv.qc.ca/pdf_mamm/fina/rapport_final_phase_I.pdf)
- Corporation des officiers municipaux agréés du Québec (COMAQ),2002 « Rapport final sur l’analyse des indicateurs de performance et l’expérimentation par banc d’essai – Phase II », pour les membres de la table de concertation sur les indicateurs de performance municipaux, septembre. [www.mamsl.gouv.qc.ca/pdf\\_mamm/fina/RAPPORT\\_FINAL\\_PHASE\\_II.pdf](http://www.mamsl.gouv.qc.ca/pdf_mamm/fina/RAPPORT_FINAL_PHASE_II.pdf)
- Czamanski D.Z., 1975. *The Cost of Preventive Services*, Lexington Books, D.C. Heath and Company, Lexington MA, 105 p.
- Danish Emergency Management agency, 2001, “The socio-economic costs of fire in Denmark”, février.

- De Marcellis-Warin N., I. Peignier et D. Boisclair, 2004. *Évaluation économique de l'implantation du service de premiers répondants au sein du Service de Sécurité Incendie de Montréal*, Rapport de projet 2004RP-02, Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations (CIRANO), Janvier 2004.
- Department of the Environment, Transport and the Regions, 2000, "Best Value Performance Indicators for 2001/2002 », December.
- Dionne Georges, Jérôme Gagné, Paul Lanoie, Stéphane Messier, Pierre-Carl Michaud, 2002, « Évaluation des bénéfices liés à une amélioration de la sécurité routière : revue de la littérature et proposition pour le Québec» Révision septembre 2002, Chaire de gestion des risques, HEC Montréal et CRT, Université de Montréal
- Duncanson M., A. Woodward, P. Reid, 2002 « Socioeconomic deprivation and fatal unintentional domestic fire incidents in New Zealand 1993-1998», *Fire Safety Journal* 37 p165-179.
- ENTEC, 1997, "National risk assessment of dwellings", May
- ENTEC, 1998, "Study of Vehicle Fire Casualties and Fire Brigade Response Times", Technical Note -
- ENTEC, 1999, "Financial Loss Model" - Technical Note - March
- ENTEC, 2000, "Risk rating system for vegetation, large heathland and woodland fires" – Technical Note - March
- Getz M., 1978. « Firefighting efficiency », *Fire Chief Magazine*, Sept. 1978, p.26.
- Gouvernement du Québec, 2002, « La sécurité civile : une responsabilité partagée - Présentation et synthèse de la loi sur la sécurité civile ».
- Grimwood Paul, 2004, "CAFS, Compressed Air Foam Systems in structural firefighting", CEMAC, 21 mai.
- Groupe Urbatique, 1998, « *Les coûts d'hospitalisation de courte durée par catégorie de traumatismes, selon les régions. Québec, 1995-1996* ». Analyse préliminaire. Version finale présentée à la Direction régionale de la Santé publique du Bas-Saint-Laurent. 55 p.
- Haddix AC, Mallonee S, Waxweiler R, Douglas MR., 2001, "Cost effectiveness analysis of a smoke alarm giveaway program in Oklahoma City, Oklahoma", *Inj Prev.* 2001 Dec;7(4):276-81
- Hall John R. Jr, 1989, "Calculating the total cost of fire in the United States", *Fire Journal*, March/april, p 69-72

- Hall, John, 1991, “The total cost of fire in the United States through 1991”, National Fire Protection Association Report.(august 1993)
- Holborn P.G., P.F. Nolan, J. Golt, 2003, “An analysis of fatal unintentional dwelling fires investigated by London Fire Brigade between 1996 and 2000”, *Fire Safety Journal* 38 (2003) 1–42
- Hygge Staffan, 1989, “ Smoke detectors in apartments and one-family houses: Fire risk, property loss and the presence of smoke detectors”, *Fire Safety Journal*, Volume 15, Issue 6 , 1989, Pages 421-435
- INRS, 1988, « Évaluation du coût indirect des accidents de travail », Cahiers de notes documentaires n°130, 1<sup>er</sup> trimestre 1988.
- Loic Thomas, Guy Archambault, 2002, « Sécurité incendie », collection Mementos acier, ISBN 2-914941-00-5
- Lynne Warda, Milton Tenenbein, and Michael E K Moffatt, 1999(a), “House fire injury prevention update. Part I. A review of risk factors for fatal and non-fatal house fire injury”, *Inj. Prev.*, Jun 1999; 5: 145 - 150.
- Lynne Warda, Milton Tenenbein, and Michael E K Moffatt, 1999(b), “House fire injury prevention update. Part II. A review of the effectiveness of preventive interventions”, *Inj. Prev.*, Sep 1999; 5: 217 - 225.
- Marchant, E.W., et C.J. Henesy, 1980, « Recovery from the effects of fire in industry », *Fire Safety Journal*, n2, 111-118.
- Marty Ahrens, 2001, « U.S. Experience with Smoke Alarms and Other Fire Alarms”, NFPA, Fire Analysis and Research Division.
- Melinek S.J., 1993. « Estimation of Optimal Safety Levels », *Fire Safety Journal*, 20, 71-82.
- Michaud P.C., 2001, « Évaluation des bénéfices et choix des projets impliquant la sauvegarde de vies humaines », Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences, HEC, Juin.
- Miller, Ted R., Peter A. Brigham, Mark A. Cohen, John B. Douglass, Maury S. Galbraith, Diane C. Lestina, Valerie S. Nelkin, Nancy M. Pindus, and Patricia Smith-Regojo, 1993, « Estimating the Costs to Society of Cigarette Fire Injuries: Final Report », Appendix A in Dale R. Ray, William W. Zamula, Ted R. Miller, Peter A. Brigham, Mark A. Cohen, John B. Douglass, Maury S. Galbraith, Diane C. Lestina, Valerie S. Nelkin, Nancy M. Pindus, and Patricia Smith-Regojo, 1993, Societal Costs of Cigarette Fires. U.S. Consumer Product Safety Commission Report 6, Washington, DC.
- Miller T., D. Levy, 2000, “Cost-outcome analysis in injury prevention and control : eighty-four recent estimates for the United States”, *Medical Care*; 38, p562-582

- Ministère de l'Intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales – direction de la défense et de la sécurité civiles, 2003, « Rapport de mission sur la sécurité des sapeurs-pompiers en intervention », 3 décembre
- Ministère de la Santé et des Services sociaux, 1997, « *Priorités nationales de santé publique 1997-2002* ». Québec. 103 p.
- Ministère de la Sécurité Publique du Québec, 2001, « Orientations du ministre de la Sécurité publique en matière de sécurité incendie », *Gazette officielle du Québec*, 30 mai 2001
- Ministère de la Sécurité publique, 2000, « Guide des opérations à l'intention des services de sécurité incendie », septembre.
- Ministère de la Sécurité publique, Direction générale de la sécurité et de la prévention, 1996, « Bulletin d'information à l'intention des chefs de services d'incendie – L'incendie, des coûts de 11.6 milliards de \$ annuellement pour les Canadiens », Gouvernement du Québec.
- Mishan, E., 1971, "Evaluation of Life and Limb : A Theoretical Approach," *Journal of Political Economy*, 79, 687–705.
- National Fire Data Center, 1997, " Socioeconomic factors and the incidence of fire: United States Fire Administration", Federal Emergency Management Agency, 1997 June. Report No.: FA 170.
- NFPA, 2003. "Fire Loss in the United States During 2002", September.
- Office of deputy Prime Minister (ODPM), 2002a, "Fire Statistics United Kingdom, 2000", février  
[http://www.odpm.gov.uk/stellent/groups/odpm\\_fire/documents/page/odpm\\_fire\\_601432.pdf](http://www.odpm.gov.uk/stellent/groups/odpm_fire/documents/page/odpm_fire_601432.pdf)
- Office of deputy Prime Minister (ODPM), 2002b, "Assessing the impact of a resource allocation strategy", Technical Paper E, December.
- Office of the deputy Prime Minister (ODPM), 2004, "Guidance on Best Value performance indicators for 2003/04".
- Prest et Turvey, 1965. « Cost-Benefit Analysis : A Survey », *The Economic Journal*, December.
- Ramachandran Ganapathy, 1998, "The economics of fire protection", Routledge.
- Rohr, Kimberly D., 2001, "U.S. Experience With Sprinklers", National Fire Protection Association, Quincy MA, September 2001.
- Roy Donald, 1997, « The cost of fires – A review of information available », Home office.
- Samuelson, P., 1954, « The Pure Theory of Public Expenditure », *Review of Economics and Statistics*.

- Santé Canada, 2002, « Proposition réglementaire pour réduire les risques d'incendie posés par la cigarette », Programme de lutte au tabagisme de Santé Canada, document de consultation, décembre.
- Santé Canada, 2004, « Évaluation économique de la proposition réglementaire de Santé Canada visant à réduire les risques d'incendie posés par la cigarette ».
- Schaenman P., J. Stern and R. Bush, 1994. "Total Cost of Fire in Canada: an initial estimate", for the National Research Council of Canada – Fire Research Laboratory, December.
- Schelling, T. , 1968, "The Life you Save may be your Own," in Problems in Public Expenditure Analysis, pp. 127–176. S.B. Chase, Washington, Brookings, edn.
- SCHL, 1990(a), "Coûts et avantages des avertisseurs de fumée», Série technique 90-237
- SCHL, 1990(b), "Coûts et avantages de l'installation d'extincteurs à eau dans les maisons privées », Série technique 90-238
- Schweinhart, L.J., H.V. Barnes, D.P. Weikart, 1993, "Significant Benefits: The High/Scope Perry Preschool Study Through Age 27", Ypsilanti, MI,.
- SECO (Secrétariat d'Etat à l'économie), 2002, "L'estimation des bénéfices des réglementations », mai.
- Solliciteur général du Canada et ministère de la Justice Canada, 1996, « *Pour des collectivités plus sûres. Guide du parlementaire en matière de prévention de la criminalité* », Pages multiples.
- SSIM, 2004, "Proposition : une stratégie globale pour augmenter le nombre d'avertisseurs de fumée fonctionnels parmi les unités résidentielles de Montreal », par Pascal Caron et Henry Boyle, mars, version U7
- SSIM, 2004, "Rapport annuel 2002".
- Swedish Rescue Services Agency, 1995. "Cost benefit analysis and comparison of fire service costs in six countries", Research report P21-098/95.
- Taylor, R.G., 1997, "Compressed air foam systems in limited staffing conditions", Morristown Fire Bureau Morristown, New Jersey, December
- Tremblay P., 1995. *La valeur associée à la sauvegarde d'une vie humaine dans le cadre de projets routiers*, Université de Sherbrooke.
- Varian H.R., 1994. *Introduction à la microéconomie*, 3<sup>e</sup> édition, DeBoeck-Wesmael, Bruxelles, 723 p.
- Ville de Montréal - Centre de sécurité civile, 2002, « Politique municipale de sécurité civile », 25 novembre.

- Weiner Mark, 2001, « The economic costs of fire », Home Office Research study 229, October.
- Wilmot T. and Paish T., 2000, “*Information Bulletin of the World Fire Statistics Centre*”, World Fire Statistics Center