

Utilisation d'appareils de chauffage au bois résidentiel au Canada : émissions, effets sur la santé et stratégies d'intervention

Rapport final

Préparé pour le
Centre de collaboration nationale en santé environnementale
400 East Tower
555 W 12th Avenue
Vancouver C.-B. V5Z 3X7

Préparé par*
E Risk Sciences, LLP
4647 Carter Trail
Boulder CO 80301

Le 4 décembre 2009

"La production de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière provenant de l'Agence de la santé publique du Canada par l'intermédiaire du Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Les vues exprimées dans ce document ne reflètent pas nécessairement les vues de l'Agence ou du Centre."

TABLE DES MATIÈRES

1.0	SOMMAIRE	4
2.0	INTRODUCTION	15
3.0	Méthodes	19
3.1	Revue de la documentation	19
3.2	Protocole d’entrevue.....	20
4.0	Émissions et exposition à la fumée de bois	21
4.1	Émissions de fumée de bois et exposition à celles-ci.....	22
4.2	Effets sur la santé associées à la fumée de bois.....	28
5.0	Stratégies d’intervention liées à la fumée de bois	32
5.1	Documentation publiée sur les stratégies d’intervention au Canada	33
5.2	Entrevues menées auprès d’autorités sanitaires canadiennes	42
6.0	Conclusions	46
6.1	Lacunes au niveau des données et besoins en matière de recherche	48
6.2	Recommandations.....	50
7.0	RÉFÉRENCES	53
	ANNEXE 1 : Entrevues menées auprès d’organismes environnementaux et de santé du Canada (avril – juin 2009)	58

[Liste des tableaux](#)

Tableau 1 : Estimation des facteurs d'émissions de $MP_{2,5}$, de CO, de COV et de HAP par appareil de chauffage au bois résidentiel

Tableau 2 : Contaminants atmosphériques liés à la fumée de bois et mode de toxicité

Tableau 3 : Liens à des sources d'information et à des programmes d'échange au Canada

Tableau 4 : Liste partielle des programmes d'échange de poêles à bois au Canada

Tableau 5 : Renseignements complémentaires relatifs aux stratégies de contrôle - règlement municipal type

Tableau 6 : Sommaire des règlements municipaux relatifs au code du bâtiment et aux appareils de chauffage au bois en Colombie-Britannique

Tableau 7 : Efficacité des stratégies d'intervention liées au chauffage au bois résidentiel

[Liste des figures](#)

Figure 1 : Pourcentage de ménages canadiens qui déclarent utiliser le bois comme source principale de chauffage comparativement à d'autres combustibles au fil des ans (a) et par province (b)

Figure 2 : Pourcentage d'appareils de chauffage au bois utilisés au Canada, par province

Figure 3 : Pourcentage des poêles à bois (traditionnels ou évolués), des foyers et d'autres sources de chaleur utilisés en Colombie-Britannique, par région

Figure 4 : Pourcentage d'émissions de particules (MP_{10} et $MP_{2,5}$) et de COV attribuables aux appareils de chauffage au bois au Canada, par province

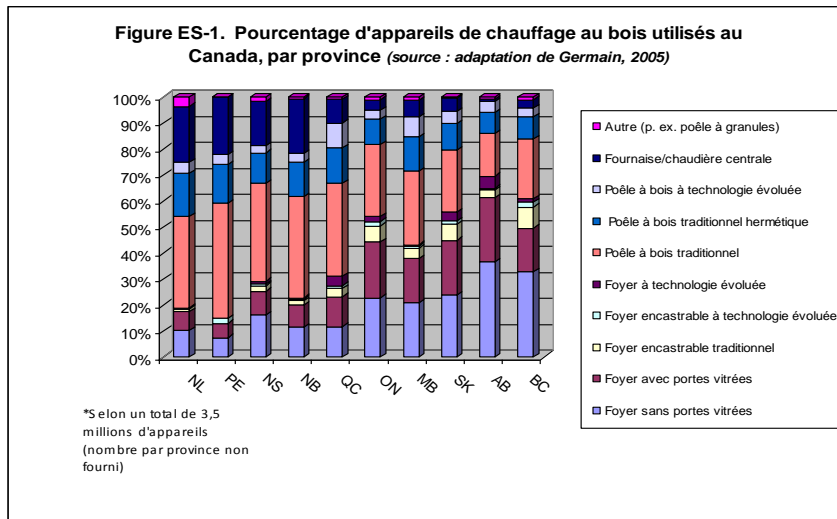
Figure 5 : Concentrations par heure de HAP (a) et de $MP_{2,5}$ (b) dans l'air ambiant dans un secteur résidentiel de Montréal touché par le chauffage au bois

Figure 6 : Contributions des sources aux $MP_{2,5}$ – Concentrations à Golden, Colombie-Britannique, fondées sur la factorisation de matrice positive (FMP) pour sept facteurs : F1 : riche en sodium, F2 : sulfate, F3 : chauffage au bois, F4 : traitement du bois, F5 : matériel crustal, F6 : circulation routière, F7 : chauffage en hiver

Figure 7 : Pourcentage de $MP_{2,5}$ qu'émettent les poêles à bois (traditionnels ou à technologie évoluée), les foyers et les autres sources de chaleur en Colombie-Britannique, par région

1.0 SOMMAIRE

Dans le présent rapport, nous présentons un résumé de la documentation publiée et d'autres sources d'information concernant (a) l'utilisation des appareils de chauffage au bois résidentiel au Canada, (b) les émissions de fumée de bois et les effets sur la santé de l'exposition à celle-ci et (c) les stratégies d'intervention liées au chauffage au bois au Canada. L'objet du présent rapport est de mieux informer les praticiens et les responsables des politiques au sujet des risques potentiels pour la santé et d'autres préoccupations liés au chauffage au bois résidentiel, ainsi que des mécanismes permettant de traiter ou d'atténuer ces risques. Cependant, étant donné que peu de programmes existants comportent un volet d'évaluation, nous n'avons pu faire une revue quantitative de l'efficacité des différentes stratégies d'intervention liées au chauffage au bois au Canada. Nous donnons plutôt une indication qualitative de l'efficacité potentielle des différentes stratégies d'intervention en nous fondant sur notre revue des renseignements disponibles et sur des entrevues menées auprès des autorités sanitaires canadiennes.



Dans l'ensemble, le chauffage au bois résidentiel constitue une pratique courante et acceptée dans un grand nombre de régions du Canada, et l'utilisation du bois comme source de chaleur primaire ou secondaire est peut-être en hausse en raison d'une variété de facteurs (p. ex., coûts plus élevés de chauffage, mesure de

rechange en cas de panne d'électricité, désir de promouvoir des ressources renouvelables) (Ries et al., 2009; Bélanger et al., 2008; Snider, 2006; Xue et Wakelin, 2006; Germain, 2005; Preto, 2005; GTIACBR, 2002; Lightowlers, 2000). Bien que les ménages des différentes régions géographiques du Canada utilisent divers types d'appareils de chauffage au bois, on estime que les poêles à bois et les foyers traditionnels (particulièrement ceux qui ne sont pas encastrable ou sans porte vitrée) sont utilisés beaucoup plus fréquemment que les appareils de chauffage au bois à technologie évoluée (Xue et Wakelin, 2006; Germain, 2005; GTIACBR, 2002) (voir la figure ES-1).

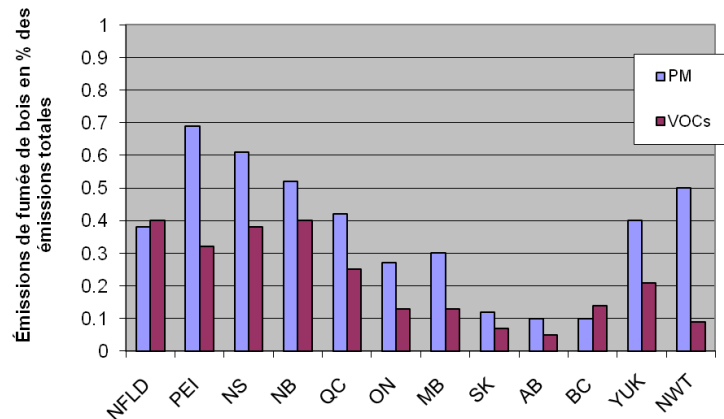
Le chauffage au bois résidentiel est une question importante. En effet, les appareils de chauffage au bois peuvent avoir des répercussions négatives sur la qualité de l'air local, ce qui peut nuire à la capacité des provinces d'atteindre leurs objectifs en matière d'émissions de polluants atmosphériques, comme ceux des nouveaux standards pancanadiens relatifs aux MP_{2,5} (CCME, 2000). De fait, les émissions de contaminants attribuables aux appareils de chauffage au bois sont bien documentées et on a largement imputé au chauffage au bois résidentiel les niveaux ambiants de MP₁₀, de MP_{2,5}, de SO_x, de NO_x, de CO, de HAP, de COV et de dioxines dans plusieurs régions du Canada (Jeong et al., 2008; Larson et al., 2007; Xue et Wakelin, 2006; Ministère de la C.-B., 2005; Germain, 2005; Environnement Canada, 2004, 1999; GTIACBR, 2002; Basrur, 2002; Lightowlers, 2000) (voir la figure ES-2).

En général, les nouvelles technologies évoluées (c.-à-d. celles qui sont conformes aux normes de l'Association canadienne de normalisation [CSA] ou de l'Environmental Protection Agency [EPA] des

États-Unis) produisent moins d'émissions que les anciennes technologies non conformes (Xue et Wakelin, 2006; Germain, 2005; Preto, 2005; Basrur, 2002; Environnement Canada, 1999). Par exemple, les poêles à bois certifiés EPA doivent respecter la limite d'émissions de matières particulaires (MP) de 7,5 grammes par heure (poêles à bois non catalytiques) ou de 4,5 grammes par heure (poêles catalytiques). Les anciens poêles et foyers non certifiés émettent entre 40 et 60 grammes de fumée par heure comparativement à 2,5 grammes par heure pour les nouveaux poêles certifiés EPA (Ward et Noonan, 2008). Les appareils de chauffage au bois certifiés CSA doivent actuellement satisfaire aux mêmes normes, bien que de nouvelles normes CSA proposées (qui devraient entrer en vigueur au printemps de 2010) prévoient une limite d'émissions de MP de 4,5 grammes par heure pour les appareils non catalytiques et de 2,5 grammes par heure pour les appareils catalytiques. Le remplacement des appareils traditionnels par des appareils de chauffage au bois à technologie évoluée ou certifiés EPA ou CSA devrait par conséquent réduire les niveaux de contaminants atmosphériques, mais on peut difficilement déterminer les répercussions exactes de cette mesure puisqu'on ne les a pas analysées.

En outre, on en sait peu sur l'ampleur de l'exposition de la population à la fumée de bois, particulièrement à l'intérieur où les gens passent la majeure partie de leur temps. Certaines

Figure ES-2. Pourcentage d'émissions de particules (MP₁₀ et MP_{2,5}) et de COV attribuables aux appareils de chauffage au bois au Canada, par province (source : Environnement Canada, 1999)



études démontrent que la qualité de l'air intérieur n'est pas affectée par une source de chaleur (p. ex., poêle à bois en comparaison au chauffage à l'électricité) ou que l'infiltration des émissions extérieures est minime, même si elle dépend beaucoup de nombreux facteurs et qu'on peut difficilement faire des généralisations (Allen et al., 2009; Barn et al., 2008; Weichenthal et al., 2007; Lévesque et al., 2001; Sexton et al., 1986). D'autres études suggèrent par contre que le chauffage au bois résidentiel peut augmenter la concentration de contaminants à l'intérieur, contribuer considérablement à l'exposition individuelle et avoir des effets néfastes sur la santé des occupants (Gustafson, 2009; Ries et al., 2009; Ward et Noonan, 2008; Naeher et al., 2007; Zelikoff et al., 2002; Larson et Koenig, 1994; Pierson et al., 1989; Sexton et al., 1986).

D'après plusieurs revues récentes, il a été démontré que de nombreux constituants de la fumée de bois produisent individuellement des effets aigus ou chroniques sur la santé des personnes exposées (Naeher et al., 2007; Boman et al., 2003; Zelikoff et al., 2002; Larson et Koenig, 1994). Sur les quelque 200 produits chimiques et groupes de composés que contient la fumée de bois, les fines particules (qui peuvent se loger profondément dans les poumons) sont généralement considérées comme le meilleur indicateur des effets des sources de combustion du bois sur la santé. Les MP_{10} et les $MP_{2,5}$ sont principalement tenues responsables des inflammations et du stress oxydatif, et elles peuvent être allergènes, tandis que d'autres constituants de la fumée de bois sont des irritants connus des voies respiratoires et peuvent avoir des propriétés mutagènes ou cancérigènes (voir le tableau ES-1). L'exposition à la fumée de bois dans les pays développés a été associée à une gamme de symptômes et d'effets néfastes sur la santé respiratoire (p. ex., diminution de la fonction pulmonaire, essoufflement, exacerbation de l'asthme, râle, toux et congestion), particulièrement chez les enfants; les effets liés à l'appareil cardiovasculaire et au cancer sont moins certains. Une étude sur les effets sur la santé menée au Canada est parvenue à des conclusions similaires, surtout lorsque les appareils de chauffage au bois ne sont pas correctement entretenus et utilisés (Lévesque et al., 2001). Dans les pays en développement, des données probantes ont aussi établi un lien entre la fumée de la biomasse, dans certaines conditions d'exposition, et les maladies pulmonaires obstructives chroniques, ainsi qu'un lien possible avec le cancer du poumon chez les femmes et avec les infections aiguës des voies respiratoires inférieures chez les enfants en raison de la cuisson des aliments à l'intérieur avec un feu ouvert et sans ventilation (Smith, 2008; Straif et al., 2006; Hernández-Garduño et al., 2004; Zelikoff et al., 2002; Larson et Koenig, 1994). Le Centre International de Recherche sur le Cancer, s'appuyant sur des éléments de preuve limités concernant le cancer du poumon chez l'humain (causé par la cuisson à l'intérieur), de même que des éléments de preuve mécanistes et chez les animaux, a récemment classé les biocombustibles ménagers (principalement le bois) comme un produit de catégorie 2A (probablement cancérigène pour les humains) (Straif et al., 2006).

Tableau ES-1 : Contaminants atmosphériques liés à la fumée de bois et mode de toxicité
(adaptation de Naeher et al., 2007)

Catégorie de composé	Contaminant spécifique	Mode de toxicité
Gaz inorganiques	Monoxyde de carbone	Asphyxiant
	Ozone	Irritant
	Dioxyde d'azote	Irritant
Hydrocarbures	1,3-butadiène	Irritant, cancérogène, mutagène
	Benzène	Cancérogène, mutagène
	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	Cancérogène, mutagène
Composés organiques oxygénés	Aldéhydes (formaldéhyde)	Irritant, cancérogène, mutagène
	Alcools organiques	Irritant, teratogénique
	Phénols	Irritant, cancérogène, mutagène, teratogénique
Matières particulaires	Particules inhalables (MP ₁₀)	Inflammation et stress oxydatif, peut être allergène
	Particules fines (MP _{2,5})	Inflammation et stress oxydatif, peut être allergène

Au Canada, les organismes gouvernementaux se sont attaqués aux préoccupations en matière de qualité de l'air et de santé associées au chauffage au bois résidentiel au moyen d'une combinaison de programmes d'éducation du public et de stratégies d'intervention complémentaires, généralement sous la forme de règlements municipaux limitant l'utilisation d'appareils de chauffage au bois ou de programmes d'échange d'appareils de chauffage au bois (Environnement Canada, 2006; CCME, 2004; GTIACBR, 2003). D'autres pays développés ou en développement ont mis en œuvre des programmes semblables d'éducation du public et des stratégies d'intervention en matière de santé (EPA des États-Unis, 2005; CCME, 2004; von Schirnding et al., 2000). Le public peut obtenir des renseignements généraux, des fiches d'information et des lignes directrices sur le chauffage au bois résidentiel et la fumée de bois sur divers sites Web (voir le tableau ES-2).

La plupart de ces stratégies ont mis l'accent sur la sensibilisation du public aux bonnes pratiques de chauffage au bois (p. ex., utilisation de bois propre, sec et non traité) et ont offert des incitatifs aux propriétaires afin qu'ils remplacent leur vieil appareil de chauffage au bois par un appareil plus efficace (programmes d'échange). Cependant, l'attitude et les perceptions du public peuvent représenter un obstacle important au changement : les utilisateurs d'appareils de chauffage au bois perçoivent souvent beaucoup moins de risques associés à la fumée de bois et ont beaucoup moins appuyé les politiques de contrôle de la fumée de bois ou de la modification des pratiques de chauffage au bois que les non-utilisateurs (Bélanger et al., 2008; Hine et al., 2007; Xue et Wakelin). De plus, selon les autorités de santé publique de beaucoup de régions du Canada, les municipalités locales ou les organismes de santé perçoivent la fumée de bois provenant du chauffage au bois résidentiel comme une nuisance publique plutôt que comme une menace pour la santé publique. Il se peut aussi que les praticiens de la santé locaux, régionaux et provinciaux

méconnaissent les répercussions sur la qualité de l'air et les risques potentiels pour la santé qui sont associés au chauffage au bois résidentiel, qu'ils aient des renseignements limités sur les stratégies d'intervention ou qu'ils disposent de peu de ressources pour traiter ces questions.

Tableau ES-2 : Liens à des sources d'information et à des programmes d'échange au Canada

Programme ou sujet	Organisation	Adresse du site Web
Chauffage au bois : soyons responsables!	Environnement Canada (auparavant RNCan)	http://www.environnement-canada.ca/cleanair-airpur/default.asp?lang=Fr&n=69573E19-1
Branché sur l'air pur	Environnement Canada	http://www.ec.gc.ca/cleanair-airpur/default.asp?lang=Fr&n=8C3F7D55-1
Vie saine - fumée de bois	Santé Canada	http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/environ/wood-bois-fra.php
Particules et fumée de bois	BC Ministry of Environment (Ministère de l'Environnement de la C.-B.)	http://www.env.gov.bc.ca/air/particulates/index.html
Conseils pour un bon feu	British Columbia Lung Association	http://www.bc.lung.ca/airquality/wood_burning.html
Efficacité et sécurité du chauffage au bois	Environmental Protection Agency (États-Unis)	http://www.epa.gov/woodstoves/efficiently.html
Effets de la fumée de bois sur la santé	Environmental Protection Agency (États-Unis)	http://www.epa.gov/woodstoves/healtheffects.html
Guide du chauffage au bois résidentiel	Wood Heat Organization Inc	http://www.woodheat.org/
Pollution par la fumée de bois	Citizens for Environmental Health	http://02a17a1.netsolhost.com/fr/homepage.html
écoÉNERGIE Rénovation – Maisons	Ressources naturelles Canada	http://oe.nrcan.gc.ca/residentiel/personnel/renovation-maisons/renovez-admissible-subvention.cfm?attr=4
Campagnes d'échange de poêle à bois	Environmental Protection Agency (États-Unis)	http://www.epa.gov/woodstoves/changeout.html#links
Programmes d'échange Hearth	Hearth and Patio Builders Association	http://www.woodstovechangeout.org

Le Groupe de travail intergouvernemental sur les appareils de chauffage au bois résidentiel (GTIACBR), qui comprend des représentants des administrations municipales, provinciales, territoriales et fédérales, a été formé en 1999 afin de promouvoir et de coordonner les mesures gouvernementales sur le développement durable à l'égard de la combustion résidentielle de bois au Canada. En 2002, le GTIACBR a organisé un atelier à l'intention des intervenants afin de déterminer les options permettant de réduire les émissions des appareils de chauffage au bois résidentiel. Il s'agissait de la première consultation nationale au Canada sur les appareils de chauffage au bois résidentiel. Depuis cet atelier, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) a commandé une étude de faisabilité sur un programme national d'échange et de sensibilisation visant à réduire les émissions de la combustion résidentielle de bois. Dans le cadre de cette étude, on a examiné 12 campagnes d'éducation et programmes d'échange des poêles mis en œuvre dans différentes régions du Canada (CCME, 2004) (voir le tableau ES-3). Une des principales conclusions de cette étude est que même si les campagnes d'information servent à sensibiliser le public à la question, elles ne suffisent pas à provoquer des changements de comportement quant à l'utilisation des appareils de chauffage au bois. L'étude a aussi cerné des obstacles importants à l'efficacité des programmes d'échange de poêles à bois,

soit le coût des appareils évolués et la longue durée de vie utile des appareils traditionnels. On a jugé que la réglementation constituait l'approche la plus efficace pour mettre fin à la vente au détail de poêles à bois traditionnels.

Un règlement municipal type sur les appareils de chauffage au bois a également été publié sous les auspices du GTIACBR en tant qu'outil visant à aider les communautés à régler les problèmes de qualité de l'air dus à la combustion résidentielle de bois (Environnement Canada, 2006). Ce document fournit des renseignements complémentaires sur sept stratégies possibles de contrôle incluses dans le règlement municipal type qui limitent les émissions totales ou fournissent des incitatifs (ou imposent des mesures dissuasives) afin de limiter les émissions des appareils de chauffage au bois (voir le tableau ES-4). Outre ces mesures à l'échelle nationale, on dispose de peu de renseignements sur les mesures récentes d'éducation du public et d'intervention mises en œuvre dans les provinces canadiennes, comme l'inventaire des règlements municipaux sur la qualité de l'air visant la marche au ralenti des véhicules, les feux à ciel ouvert et les appareils de chauffage au bois en Colombie-Britannique (BC Ministry of Environment, 2009; UBC, 2009; Alderson, 2007). À l'échelle locale, les renseignements disponibles suggèrent qu'une gamme de mesures d'intervention ont été mises en œuvre par diverses municipalités au Canada (p. ex., interdiction du chauffage au bois résidentiel), mais ces renseignements ne sont pas disponibles d'emblée dans la documentation publiée ou auprès des autorités de santé publique. Il faudrait mener une enquête approfondie auprès des municipalités pour obtenir un sommaire complet des interventions locales liées au bois de chauffage, mais cela dépassait le cadre de notre revue.

En dépit de l'existence de différents types de stratégies d'intervention liées au chauffage au bois résidentiel au Canada, on a peu cherché à évaluer leur efficacité et la plupart des programmes ne comportaient pas de volet d'évaluation. Dans la revue de la documentation du CCME (2004) concernant 12 programmes d'échange de poêles à bois du Canada, on a tenté d'évaluer les répercussions de ces programmes au moyen de divers paramètres qualitatifs (p. ex., nombre d'ateliers organisés, nombre de participants) et de paramètres quantitatifs (p. ex., nombre de poêles échangés, estimation des réductions d'émissions de MP). Cependant, ces paramètres ne tiennent pas nécessairement compte des résultats qui sont d'intérêt, tels que la réduction des niveaux de contaminants atmosphériques, l'exposition de la population ou les effets néfastes sur la santé, et les estimations des réductions se fondaient sur des calculs simplifiés plutôt que sur des données mesurées ou vérifiées. Plusieurs études de cas canadiennes récentes et en cours qui fournissent des données mesurées sur la qualité de l'air « avant et après » une intervention devraient fournir des renseignements plus utiles pour évaluer l'efficacité des stratégies d'intervention liées au chauffage au bois.

Tableau ES-3 : Liste partielle des programmes d'échange de poêles à bois au Canada
(adaptation du CCME, 2004)

Municipalité	Approche	Durée	Budget par collectivité	Incidatifs offerts	Répercussions du programme	
					Qualitatives	Quantitatives
Programme d'échange de la C.-B. (1995)	Échange	Une saison : du 1 ^{er} avril au 15 mai	7 463 \$ par collectivité	Rabais au comptant de 50 \$ à 200 \$; programme Enviroloan	208 réponses au numéro 1 800	196 échanges; réduction estimée de 11 220 grammes de particules par heure (calculée, non mesurée)
Nouvelle-Écosse (1997)	Échange et éducation	Une saison : du 3 au 10 sept.	21 950 \$ en argent et 27 635 \$ en nature à plus de 100 000 ménages	150 \$ en argent	1 000 demandes d'information au numéro 1 800	120 poêles échangés; 72 recyclés; réduction estimée de 3 960 g/h (calculée, non mesurée)
Nouveau- Brunswick (1997)	Échange et éducation	Une saison : du 3 sept. au 15 oct.	Budget non connu	Moins de 250 \$	200 participants aux cliniques d'analyse de l'humidité; 900 appels au numéro 1 800	112 poêles échangés; réduction estimée de 6 160 g/h des MP (calculée, non mesurée)
Projet ALAP, Québec (2001)	Échange et éducation	Une saison : trois semaines à l'automne	1 097 \$ par collectivité	Remise de 210 \$ à 300 \$	175 000 dépliants; 2 600 affiches; 2 000 guides d'utilisation	68 poêles échangés; réduction estimée de 3 855 g/h des MP (calculée, non mesurée)
La grande campagne d'échange des poêles à bois de l'est de l'Ontario	Échange et éducation	Huit semaines à partir de janvier	10 875 \$ par collectivité	Remise de 150 \$ à l'échange	Huit ateliers publics; total de 500 participants	83 poêles échangés; 28 encastrables; réduction estimée de 6365 g/h des MP (calculée, non mesurée)
Campagne <i>Raviver la flamme</i> (2000)	Campagne d'éducation	Une saison, à l'automne	65 000 \$	Aucun	Documentation offerte aux points de vente	Non connu
Campagne d'échange et de sensibilisation de la baie Georgienne (2001)	Échange et éducation	Neuf semaines à partir de la fin février	33 267 \$ par région	Rabais de 125 \$ à l'échange	12 ateliers (total de 1 210 participants)	85 poêles à bois; réduction estimée de 4 675 g/h des MP (calculée, non mesurée)
Collectivités des Premières nations de l'Ontario (2002-2003)	Campagne d'éducation	Non connu	Non connu	Aucun	14 ateliers (total de 171 participants)	Non connu
Programme d'échange de poêles à bois de l'Okanagan (2003)	Échange et éducation	Six semaines à partir du début de février	13 000 \$ en argent et 5 000 \$ en nature	Réduction de 15 % à l'échange (jusqu'à concurrence de 500 \$)	3 ateliers (total de 214 participants)	190 poêles à bois; réduction estimée de 7 725 g/h des MP (calculée, non mesurée)
Démonstration de techniques efficaces de chauffage au bois de Whitehorse*	Démonstration	Neufs périodes d'échantillonnage des émissions de MP sur une semaine	Non connu	Aucun	14 ménages ont réduit leurs émissions en utilisant de meilleures techniques de chauffage au bois	8 échanges
Chauffage au bois : soyons responsables!	Échange et éducation	De janvier à mars 2002	161 548 \$ en argent et 381 627 \$ en nature	Divers	6 940 participants (visites à domicile et ateliers)	223 échanges

*On a exclu de l'analyse la démonstration des techniques de chauffage au bois de Whitehorse parce qu'il a été déterminé qu'elle constituait une étude scientifique et non un programme d'échange ou d'éducation.

Par exemple, une étude sur la répartition selon les sources menée à Golden, Colombie-Britannique, a conclu que les niveaux ambiants de MP avaient diminué après l'introduction d'un certain nombre de programmes d'échange de poêles à bois (Jeong et al., 2008), tandis qu'une autre étude effectuée à Smithers et à Telkwa, Colombie-Britannique, a révélé une diminution

considérable des niveaux de lévoglucosane à l'extérieur après un programme d'échange, mais aucune preuve d'un changement important dans les niveaux de MP_{2,5} à l'intérieur (Allen et al., 2009).

Tableau ES-4 : Renseignements complémentaires relatifs aux stratégies de contrôle - règlement municipal type
(source : adaptation d'EC, 2006)

Stratégie	Description	Avantages	Inconvénients	Utilisation au Canada
Interdiction de certains combustibles	Le règlement interdirait l'utilisation des combustibles suivants dans un appareil de chauffage au bois : bois humide ou non séché, déchets, bois traité, produits en plastique, produits en caoutchouc, huile usée, peinture, solvants, charbon, papiers glacés ou colorés, panneaux de particules, bois de grève imprégné de sel.	Favorise l'adoption de pratiques exemplaires pour l'utilisation du bois et réduira les émissions, mêmes celles des vieux appareils.	Requiert l'éducation du public et la mise en œuvre adéquate de la mesure.	Prince George, C.-B.; North Saanich, C.-B.; district régional du Grand Vancouver, C.-B.
Installation d'appareils de chauffage au bois Option A) Tous les appareils (certifiés, avec ou sans exceptions) Option B) Nouvelle construction (mode de chauffage auxiliaire, avec ou sans exceptions) Option C) Interdiction totale	Option A : interdiction d'installer un appareil de chauffage au bois qui ne répond pas à la norme canadienne CSA ou à la norme américaine EPA (exceptions possibles pour les foyers décoratifs p. ex.); option B : la structure de toute nouvelle construction devrait contenir un mode de chauffage auxiliaire (gaz naturel, propane, électricité ou mazout) avec exceptions possibles (systèmes qui produisent de faibles émissions); option C : interdiction totale.	Encourage la fabrication et la vente d'appareils plus efficaces, application et suivi faciles par l'entremise des permis de construire; amoindrit les préoccupations futures quant à la qualité de l'air.	Le retour des vieux appareils se fait lentement, les vieux appareils peuvent toujours être utilisés ailleurs et cette mesure ne règle pas les problèmes actuels liés aux vieux appareils.	Option A seulement : Prince George, C.-B.; Quesnel, C.-B.; Whitehorse, YK; district régional du Grand Vancouver, C.-B.; Comox, C.-B.
Enlèvement d'appareils non certifiés Option A) Programme d'enlèvement (échange) Option B) Délai Option C) Préalablement à la vente ou au transfert d'immeubles	Option A : établissement d'un programme d'enlèvement volontaire des appareils de chauffage au bois non certifiés qui pourrait comprendre des incitatifs liés à la conservation de l'énergie et à l'amélioration de la qualité de l'air; option B : obligation d'enlever ou de rendre définitivement inutilisables tous les appareils de chauffage au bois non certifiés à une date fixe; option C : obligation de remplacer, d'enlever ou de rendre définitivement inutilisables tous les appareils de chauffage au bois existants non certifiés avant la vente ou le transfert d'un immeuble.	Pourrait éliminer la nécessité d'autres mesures réglementaires (option A); réduction directe des émissions.	Efficacité limitée de la mesure parce que volontaire et ressources nécessaires pour élaborer et administrer le programme (option A); coûts substantiels pour les propriétaires et nécessité d'un vaste programme d'application (options B et C).	Option A seulement : Okanagan centre, C.-B.; Columbia-Kootenay, C.-B.
Interdiction de chauffage au bois certains jours Option A) Restriction volontaire (appareils non certifiés ou tous les appareils) Option B) Restriction obligatoire (appareils non certifiés ou tous les appareils)	Option A : restriction volontaire de l'utilisation des appareils de chauffage au bois ou des appareils non certifiés lorsqu'on prévoit que les conditions de la région pourraient causer une pollution atmosphérique; option B : interdiction de tous les appareils de chauffage au bois ou des appareils non certifiés pendant les périodes où la qualité de l'air est très mauvaise.	Peu de temps et d'efforts requis pour la mise en œuvre (option A); message clair selon lequel les appareils certifiés sont meilleurs et peuvent réduire substantiellement les émissions les jours où la qualité de l'air est mauvaise (option B).	Efficacité limitée de la mesure parce que volontaire (option A); coûts substantiels nécessaires (option B).	Option B seulement : Whitehorse, YK; Prince George, C.-B.;
Nuisance	Selon le règlement, les feux dans les appareils de chauffage au bois devraient être entretenus de manière à ne pas causer une nuisance pendant plus de deux minutes de suite, sauf pendant une période de trente minutes suivant le démarrage ou la réalimentation de l'appareil.)	Peut servir d'outil pédagogique et offre un recours aux voisins qui subissent la nuisance.	Coûts de mise en œuvre.	Okanagan centre, C.-B..
Opacité	Selon le règlement, aucune personne possédant ou utilisant un appareil de chauffage au bois ne doit en aucun moment causer, permettre ou rejeter des émissions provenant d'un tel appareil qui ont une opacité supérieure à 20 pour % (l'opacité signifie le degré auquel les émissions produites obscurcissent la vue d'un objet en arrière-plan.).	Mesure objective de la pollution.	Personnel qualifié requis pour effectuer la mesure; mesure coûteuse en temps.	Whitehorse, YK; North Saanich, C.-B.; district régional du Grand Vancouver, C.-B.
Appareils de chauffage extérieur à combustible solide	Règlement qui régit et contrôle l'installation et l'utilisation des appareils de chauffage extérieur à combustible solide.	Application et suivi faciles par l'entremise des permis de construire; amoindrit les préoccupations futures quant à la qualité de l'air.	Ne règle pas les problèmes causés par les vieux appareils.	S.O.

En raison de l'insuffisance des données, nous nous limitons à donner une indication qualitative de l'efficacité potentielle des différentes stratégies d'intervention canadiennes d'après notre jugement professionnel fondé sur la revue de la documentation disponible et les entrevues menées auprès des autorités sanitaires canadiennes (voir le tableau ES-5). Nous concluons que les stratégies les plus efficaces sont probablement celles qui exigent l'enlèvement des appareils de chauffage au bois qui produisent le plus d'émissions (p. ex., les vieux poêles non certifiés), tandis que les programmes d'échange volontaires ou qui s'appuient uniquement sur des campagnes d'éducation du public ont peu de chance de se traduire par des améliorations considérables de la santé publique. Dans l'ensemble, la documentation suggère que les programmes d'échange qui combinent un incitatif économique (p. ex., une remise en espèces) et des mesures de sensibilisation (p. ex., qui mettent l'accent sur les économies de coûts, les questions de nuisance et les effets sur la santé) sont vraisemblablement les plus efficaces. L'adoption de mesures législatives provinciales ou nationales peut aussi entraîner l'élaboration de politiques plus efficaces que des règlements municipaux disparates et non uniformes.

Tableau ES-5 : Efficacité des stratégies d'intervention liées au chauffage au bois résidentiel

Stratégie ^A	Degré d'efficacité	Explication	Obstacles possibles
Sensibilisation, éducation et communication	Faible	Pourrait n'entraîner aucun changement de comportement.	Le public doit s'engager à participer aux efforts d'éducation.
Interdiction de certains combustibles	Faible	Ne permet qu'une faible réduction des émissions et ne règle pas le problème des vieux appareils.	Application difficile et risque de non-disponibilité de combustibles acceptables.
Nuisance	Faible	Est basée sur les plaintes et ne règle pas le problème des vieux appareils.	Les voisins pourraient hésiter à se plaindre.
Interdiction de chauffage au bois certains jours Option A) Restriction volontaire Option B) Restriction obligatoire	De faible à moyen	Réduction des émissions pendant les périodes critiques (surtout lorsqu'obligatoire), mais ne règle pas la question des vieux appareils.	Application difficile et risque de non-disponibilité d'autres sources de chaleur.
Opacité	De faible à moyen	Fournit une mesure quantitative de la fumée de bois, mais est basée sur les plaintes et ne règle pas le problème des vieux appareils.	Les voisins pourraient hésiter à se plaindre; analyses requises.
Installation d'appareils de chauffage au bois Option A) Tous les appareils Option B) Nouvelle construction Option C) Interdiction totale	Moyen	Réduction garantie des émissions, mais ne règle pas le problème des vieux appareils (qui contribuent le plus aux émissions totales).	Pas d'incitatif pour remplacer les vieux appareils, donc remplacement plus lent.
Appareils de chauffage extérieur à combustible solide	Moyen	Réduction garantie des émissions, mais ne règle pas le problème des vieux appareils (qui contribuent le plus aux émissions totales).	Pas d'incitatif pour remplacer les vieux appareils, donc remplacement plus lent.
Enlèvement d'appareils non certifiés Option A) Programme d'enlèvement (échange) Option B) Délai Option C) Avant la vente ou le transfert d'immeubles	Élevé	Relativement facile à mettre en œuvre et permet l'enlèvement des vieux appareils qui produisent les émissions les plus élevées.	Opposition possible du public, qui subirait aussi un fardeau financier.

^AD'après les stratégies mentionnées dans le document sur les règlements municipaux types (EC, 2006)

Une importante conclusion de notre recherche concerne l'absence apparente de liens sur les plans des connaissances et de la coordination entre les divers paliers de gouvernement au Canada relativement aux risques pour la santé du chauffage au bois résidentiel et à la mise en œuvre de stratégies d'intervention liées au chauffage au bois. En particulier, nos travaux nous ont permis de cerner plusieurs lacunes clés relatives aux données et aux renseignements. En les comblant, on pourrait mieux comprendre les risques potentiels pour la santé du chauffage au bois résidentiel et mettre de l'avant les moyens les plus efficaces pour prévenir ou contrôler ces risques. Les lacunes comprennent (1) l'absence d'un centre d'échange de données sur les émissions de fumée de bois, l'exposition de la population et les effets sur la santé, ainsi que sur les programmes d'éducation du public et d'intervention qui ont été mis en œuvre au Canada; (2) l'insuffisance des mécanismes pour accroître la communication entre les professionnels, de même que le transfert et l'échange en temps opportun de données ou de renseignements concernant les stratégies d'intervention; (3) l'insuffisance des données sur l'efficacité des diverses stratégies d'intervention liées au chauffage au bois et sur les lignes directrices relatives aux méthodes et aux paramètres d'évaluation appropriés; (4) la rareté des discussions sur la faisabilité, les coûts et les avantages des stratégies d'intervention liées au chauffage au bois selon des scénarios de rechange et (5) la prise en compte limitée de facteurs environnementaux, sociaux et économiques généraux.

Compte tenu de l'état actuel des connaissances, nous offrons les cinq recommandations suivantes afin de faire en sorte que les praticiens de la santé et les responsables des politiques du Canada soient mieux informés des risques potentiels pour la santé ou d'autres préoccupations liés au chauffage au bois résidentiel ainsi que des mécanismes pour traiter ou atténuer ces risques :

1. Il faudrait voir à la création, sous les auspices d'une seule entité au Canada (peut-être une agence nationale en collaboration avec d'autres agences) d'un centre d'échange ou d'un dépôt de renseignements sur le chauffage au bois résidentiel qui soit accessible à tous les paliers de gouvernement (et au public). Le dépôt aurait des renseignements généraux sur (a) les meilleures pratiques en matière de chauffage au bois et d'appareils de chauffage au bois évolués; (b) les émissions attribuables au chauffage au bois, l'exposition de la population et les effets connexes sur la santé et (c) les campagnes d'éducation du public et les stratégies d'intervention mises en œuvre dans l'ensemble du Canada. De cette façon, les praticiens de la santé et les responsables de politiques aux paliers municipal, régional, provincial et national auraient accès à des renseignements partagés qui les aideraient à concevoir leurs propres politiques et programmes en matière de chauffage au bois résidentiel. Bien qu'il existe de nombreuses sources d'information électroniques, elles renferment en général des renseignements limités et disparates et il n'est pas clair que les régions et les municipalités les plus touchées par le chauffage au bois résidentiel connaissent l'existence de beaucoup de ces ressources.

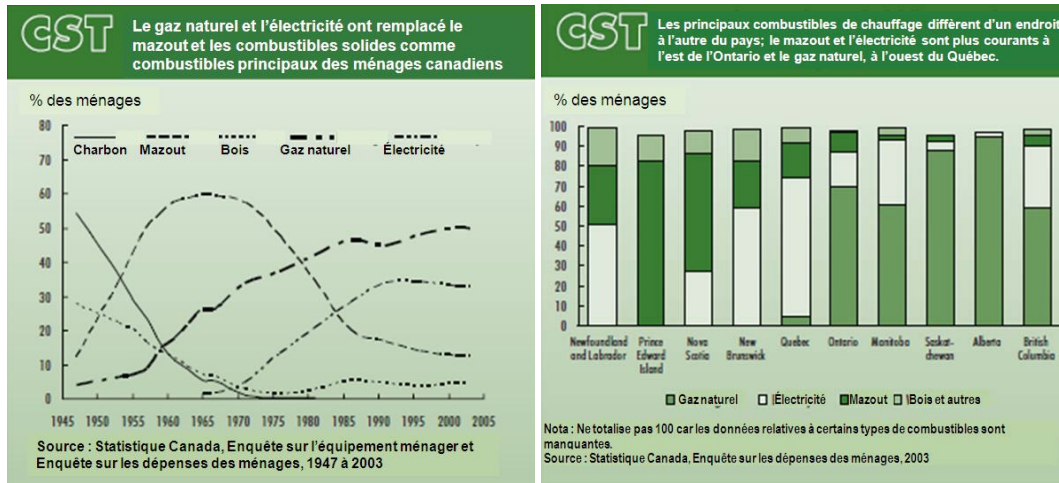
2. On devrait mettre au point une ressource en ligne interactive financée par le gouvernement (p. ex., un forum en ligne non accessible au public). Les chercheurs, les praticiens de la santé, les responsables de politiques et d'autres professionnels pourraient utiliser cette ressource pour poser des questions ou fournir des commentaires sur des stratégies d'intervention et des programmes d'éducation du public existants ou proposés. Un forum permettrait l'échange d'information de manière relativement simple et rapide entre les professionnels qui participent directement à la conception et à la mise en œuvre de tels programmes. Il pourrait aussi servir à communiquer des renseignements à jour sur des leçons tirées concernant l'efficacité des divers programmes d'intervention (c.-à-d. quels programmes fonctionnent ou non dans les différentes collectivités et pourquoi).
3. Avant d'être mis en œuvre, tout futur programme d'intervention et d'éducation lié au chauffage au bois devrait inclure dans sa méthodologie un volet d'évaluation. Il faudrait à cet égard rédiger un document d'orientation qui décrirait les meilleures pratiques et les outils permettant d'évaluer l'efficacité des diverses stratégies d'intervention, en insistant sur des paramètres d'évaluation valables (p. ex., changement de comportement ultérieur à une campagne d'éducation, amélioration de l'air ambiant et de l'air intérieur, diminution de problèmes de santé spécifiques). Ce document pourrait aussi renfermer des renseignements sur des études de cas existantes ou proposées lorsqu'elles sont disponibles.
4. Il faudrait effectuer une analyse de décision fondée sur un scénario précis afin d'aider les praticiens de la santé et les responsables de politiques à évaluer les diverses stratégies d'intervention liées au chauffage au bois et à faire un choix parmi celles-ci pour une municipalité ou une région donnée. L'analyse pourrait comprendre des données et des renseignements sur la faisabilité, les coûts et les avantages (p. ex., diminution de problèmes de santé spécifiques) de différentes stratégies d'intervention selon plusieurs scénarios de rechange. Les résultats de l'analyse contribueraient à la prise de décisions éclairées quant aux stratégies les plus appropriées et efficaces liées au chauffage au bois pour une région donnée. Les méthodes d'analyse de décisions offrent un processus transparent pour évaluer et éclairer les décisions de politiques et de gestion. On trouvera des exemples de l'utilisation de ces méthodes pour éclairer le processus décisionnel et évaluer les mesures de rechange dans la documentation (Belton et Stewart, 2001; Figueira et al., 2005). Il faut toutefois reconnaître que les émissions totales et les répercussions connexes sur la santé pourraient augmenter ou demeurer inchangées malgré des stratégies d'intervention plus efficaces si l'utilisation du chauffage au bois augmente au Canada.

5. Il faudrait élaborer un cadre d'analyse de décision global tenant compte des caractéristiques positives et négatives du chauffage au bois résidentiel dans un contexte plus vaste qui englobe d'autres facteurs environnementaux, sociaux et économiques importants. Par exemple, l'énergie provenant de ressources renouvelables (p. ex., la biomasse ligneuse) pourrait considérablement réduire les émissions de gaz à effet de serre comparativement à des ressources non renouvelables (p. ex., gaz naturel, électricité) dans certaines situations lorsque l'évaluation se fonde sur le cycle de vie. L'adoption de mesures de rechange au chauffage au bois ou l'utilisation d'appareils de chauffage plus propres peuvent aussi être impossibles pour beaucoup de ménages en raison de contraintes économiques, sauf si l'on offre un important incitatif financier ou une subvention, ou dans les régions rurales où les pannes de courant sont fréquentes. Un cadre conceptuel qui considère et mesure ces types de facteurs et les risques potentiels peut orienter les décisions stratégiques futures en matière de chauffage au bois au Canada.

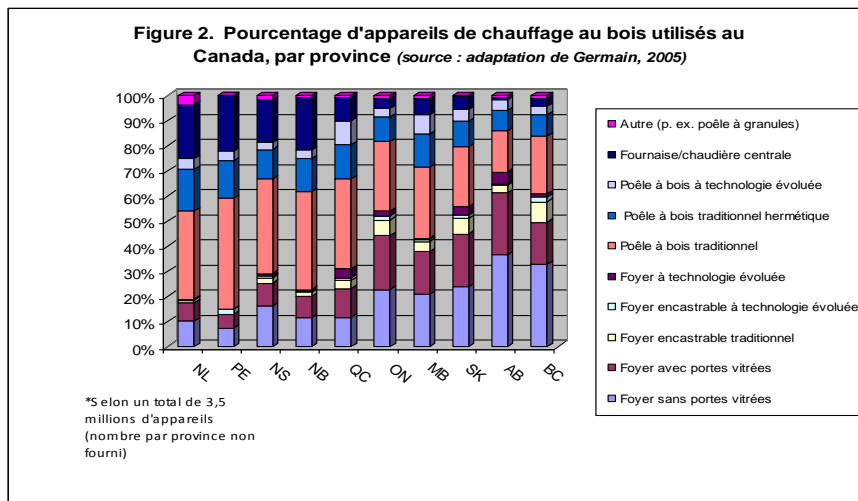
2.0 INTRODUCTION

Les ménages canadiens utilisent le bois comme source de chaleur depuis longtemps (Snider, 2006). De fait, des données montrent que les pays qui ont des réserves abondantes de bois, comme le Canada, brûlent plus de biomasse par habitant que la plupart des autres pays (Naeher et al., 2007). Cependant, l'utilisation du bois comme source primaire de chauffage au Canada a diminué d'un facteur supérieur à cinq au cours des 50 dernières années. En 1947, il représentait environ 28 % de tous les combustibles de chauffage résidentiel; ce pourcentage a diminué pour atteindre 5 % entre 1970 et 2003 (voir la figure 1a). Il convient de noter que ce pourcentage est sans doute plus élevé aujourd'hui, compte tenu de l'augmentation des prix de l'énergie à l'échelle mondiale et de l'intérêt croissant envers les sources d'énergie renouvelables (Naeher et al., 2007; Xue et Wakelin, 2006; Zelikoff et al., 2002; Lightowlers, 2000). Le gouvernement canadien encourage aussi l'utilisation du bois comme source primaire ou secondaire de chauffage comme mesure de rechange en cas de panne d'électricité causée par un événement climatique extrême (Bélangier et al., 2008). L'utilisation du bois et d'autres combustibles pour le chauffage varie considérablement selon la région au Canada : le Québec et les provinces de l'Atlantique (p. ex., le Nouveau-Brunswick et Terre-Neuve-et-Labrador) utilisaient davantage le bois par rapport aux autres provinces canadiennes en 2003 (voir la figure 1b).

Figure 1. Pourcentage de ménages canadiens qui déclarent utiliser le bois comme combustible principal de chauffage comparativement à d'autres combustibles au fil des ans (a) et par province (b) (source : Snider, 2006)



Malgré la réduction globale de l'utilisation du bois au Canada, on estime que plus de trois millions de Canadiens utilisent actuellement des appareils de chauffage au bois (principalement des poêles et des foyers) comme source primaire ou secondaire de chauffage (Germain, 2005; GTIACBR, 2002). Plus particulièrement, on estime qu'environ 5 % des ménages canadiens utilisent le bois comme principal combustible de chauffage, tandis que 26 % l'utilisent comme source complémentaire (GTIACBR, 2002). En ce qui concerne la demande énergétique dans l'ensemble du pays, on estime que le chauffage au bois représente 15 % de l'énergie de la biomasse utilisée, 12 % de l'énergie utilisée dans le secteur résidentiel et 1 % de l'énergie utilisée par tous les secteurs (Germain, 2005; Preto, 2005). La prévalence du chauffage au bois est souvent plus élevée dans les régions périphériques ou rurales que dans les régions urbaines (Bélangier et al., 2008).

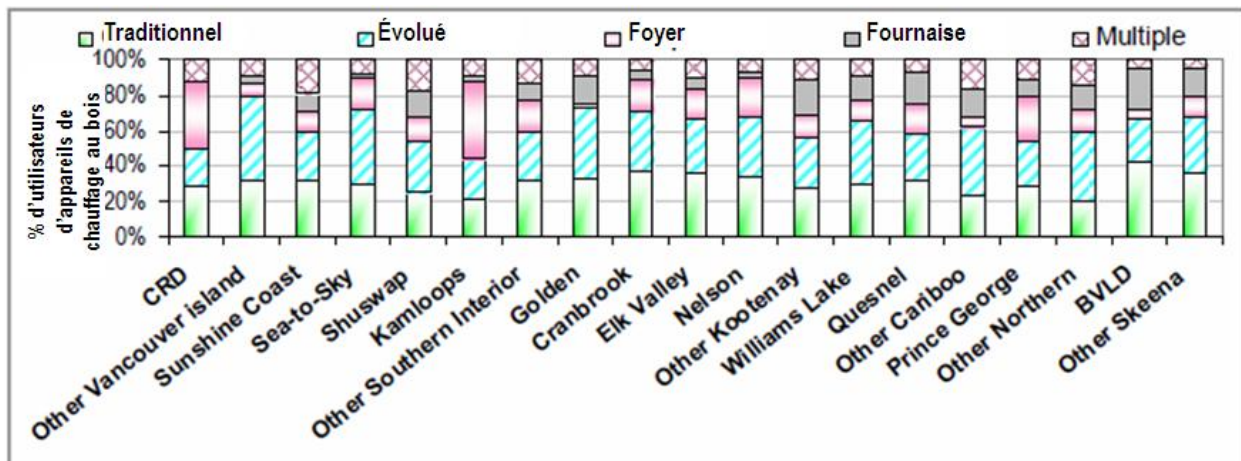


Par ailleurs, les ménages canadiens utilisent de nombreux différents types d'appareils de chauffage au bois et ceux-ci varient selon la région (voir la figure 2). De façon générale, il semble qu'on utilise davantage au Canada les poêles et les

foyers à bois traditionnels (surtout les modèles non encastrables ou sans portes vitrées) que les appareils de chauffage au bois évolués (Germain, 2005; GTIACBR, 2002). Les appareils à combustion traditionnelle sont définis comme ceux qui ne possèdent pas une « technologie de combustion évoluée » qui réponde aux normes de la CSA (CSA-B415.1-00) ou aux normes d'émissions de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (partie 60 du titre 40 du CFR) pour les poêles ou appareils de chauffage au bois (Germain, 2005; GTIACBR, 2002). Par exemple, les poêles à bois certifiés EPA doivent respecter une limite d'émissions de MP de 7,5 grammes par heure (poêles non catalytiques) et de 4,5 grammes par heure (poêles catalytiques); les vieux poêles et foyers non certifiés émettent entre 40 et 60 grammes de fumée par heure comparativement à 2 à 5 grammes par heure pour les nouveaux poêles certifiés EPA (Ward et Noonan, 2008). Les appareils de chauffage au bois certifiés CSA satisfont actuellement aux mêmes normes, mais des normes CSA proposées récemment (qui devraient entrer en vigueur au printemps 2010) prévoient des limites d'émissions de MP de 4,5 grammes par heure pour les appareils non catalytiques et de 2,5 grammes par heure pour les appareils catalytiques.

Soulignons que les estimations antérieures concernant des provinces particulières ne reflètent pas nécessairement la variabilité ou les échanges récents d'appareils de chauffage au bois dans différentes régions du Canada. Par exemple, dans un sondage mené en 2006 en Colombie-Britannique (qui excluait la vallée du bas Fraser et la vallée de l'Okanagan), on a déterminé que les poêles à combustion évoluée étaient utilisés plus souvent que les poêles traditionnels dans beaucoup de régions (voir la figure 3).

Figure 3. Pourcentage des poêles à bois (traditionnels ou évolués), des foyers et d'autres sources de chaleur utilisés en Colombie-Britannique, par région (source : Xue et Wakelin, 2006)



Même si le chauffage au bois résidentiel semble être une pratique courante et généralement acceptée au Canada, la combustion du bois peut causer une importante pollution de l'air ambiant à l'échelle locale et une exposition possible à l'intérieur découlant d'une fuite de l'appareil ou d'une infiltration d'émissions provenant de l'extérieur. L'exposition à la fumée de bois ou à ses constituants a été associée à divers effets sur la santé respiratoire, particulièrement au sein des sous-groupes sensibles, comme les enfants. De plus, comme l'ont indiqué les autorités de santé publique partout au Canada, la fumée de bois peut constituer une nuisance entre voisins, particulièrement dans les centres urbains hautement centralisés. Bien des programmes d'intervention et d'éducation du public sur les questions relatives à la fumée de bois existent et ont été adoptés dans différentes régions du Canada, mais on en sait peu sur leur efficacité. Les perceptions et les attitudes de la population peuvent aussi être problématiques du fait que les utilisateurs d'appareils de chauffage au bois perçoivent généralement moins les risques pour la santé associés à la fumée de bois et se montrent moins enclins à appuyer des politiques de contrôle de la fumée de bois que les non-utilisateurs (Hine et al., 2007; Xue et Wakelin, 2006). En outre, le sentiment de vivre dans une région plus susceptible d'être touchée par le smog et les alertes de smog en hiver ne semble pas influencer sur les pratiques en matière de chauffage au bois au Canada (Bélanger et al., 2008).

La suite du présent rapport vise à résumer la documentation et les renseignements disponibles à l'égard de certaines questions clés relatives au chauffage au bois au Canada en mettant l'accent sur les stratégies d'intervention qui ont été mises en œuvre dans différentes provinces et régions. Plus particulièrement, les principaux objectifs du rapport sont les suivants :

1. Donner un aperçu général des émissions de contaminants atmosphériques et de l'exposition de la population liées au chauffage au bois résidentiel au Canada, ainsi que des effets documentés sur la santé découlant de l'exposition à la fumée de bois.
2. Faire un résumé complet des programmes documentés d'intervention et d'éducation du public qui ciblent le chauffage au bois résidentiel au Canada.
3. Cerner les principales lacunes dans les données et les principaux besoins en matière de recherche en ce qui a trait à la conception et à l'efficacité des stratégies d'intervention liées au chauffage au bois au Canada.
4. Faire des recommandations concrètes au Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE) afin de contribuer à ses efforts visant à mieux informer les praticiens de la santé et les responsables de politiques du Canada au sujet des risques potentiels pour la santé associés à l'exposition à la fumée de bois et des mécanismes pour traiter ou atténuer ces risques.

3.0 MÉTHODES

Nous avons réalisé les objectifs décrits ci-dessus en deux étapes. Premièrement, nous avons effectué une revue de la documentation publiée et de la documentation non officielle afin de déterminer les études pertinentes sur le chauffage au bois résidentiel et la fumée de bois. Deuxièmement, nous avons fait des entrevues téléphoniques auprès de représentants d'agences environnementales et de santé nationales et d'un échantillon de praticiens de la santé de divers bureaux de santé provinciaux et régionaux du Canada. Une description plus détaillée de la recherche documentaire et du protocole d'entrevue est fournie ci-après.

3.1 Revue de la documentation

En premier lieu, nous avons effectué une recherche documentaire des revues existantes concernant les émissions de contaminants provenant du chauffage au bois résidentiel au Canada et l'exposition de la population à ceux-ci, ainsi que les effets potentiels sur la santé associés à l'exposition à la fumée de bois et à ses constituants dans les pays développés. En plus de résumer ces documents et articles, nous avons inclus les sommaires d'études individuelles dont nous avons pris connaissance durant notre recherche documentaire, mais qui ne faisaient pas partie de ces revues, surtout lorsqu'elles avaient été menées au Canada. Les résumés portant sur les émissions de contaminants, l'exposition de la population et les effets sur la santé établissent le contexte et fournissent des données générales qui permettent de comprendre les motifs de l'élaboration et de l'adoption de diverses stratégies d'intervention liées au chauffage au bois au Canada.

Ensuite, nous avons examiné la documentation de manière plus systématique afin de cerner les études et les données pertinentes sur les programmes d'éducation et d'intervention liés au chauffage au bois résidentiel qui ont été mis en œuvre au Canada. Entre autres, nous avons cherché à trouver des études ou des recommandations relatives à l'efficacité des différentes stratégies d'intervention. Cependant, étant donné que peu de programmes comportent un volet d'évaluation, nous n'avons pas pu examiner de manière quantitative l'efficacité des diverses stratégies d'intervention liées au chauffage au bois au Canada. De plus, parce qu'il a été difficile d'obtenir des renseignements publiés sur les stratégies d'intervention mises en œuvre à l'échelle locale (municipale), notre résumé porte surtout sur celles qui l'ont été à l'échelle régionale, provinciale ou nationale ou qui ont été appuyées par ces paliers.

Nous avons effectué notre revue de la documentation à partir des ressources électroniques disponibles dans le système de la bibliothèque de l'Université Harvard. Nos recherches ont porté plus particulièrement sur les mots suivants : wood [and] smoke [and] intervention [and] health; wood [and] smoke [and] health [and] effects [and] review; wood [and] smoke [and] exposure [and] review. Nous avons utilisé toutes les principales bases de données et tous les principaux

moteurs de recherche, y compris plusieurs bases de données propriétaires, accessibles à partir du système de l'Université Harvard. Parmi celles-ci, mentionnons :

- Citation Index/Web of Science
- JSTOR
- National Library of Medicine/PUBMED
- MEDLINE (OvidSP)
- Google Scholar
- Google Books
- Base de données TRIP
- Health-evidence.ca
- EBM (Evidence-Based Medicine) Reviews (OvidSP)
- Cochrane Database of Systematic Reviews (CDSR)
- EMBASE (OvidSP)
- Scirus
- Environmental Research (ressource de l'Université Harvard)

En outre, nous avons effectué une recherche rigoureuse dans divers sites Web des gouvernements du Canada et des États-Unis et d'autres sites pertinents, notamment ceux des organismes suivants : Environnement Canada, Santé Canada, Ressources naturelles Canada, BC Ministry of Environment et Environmental Protection Agency (États-Unis).

3.2 Protocole d'entrevue

Afin d'en savoir davantage sur les connaissances et les opinions des praticiens de la santé à l'égard du chauffage au bois résidentiel et des stratégies d'intervention au Canada, nous avons mené des entrevues téléphoniques auprès de représentants de certains bureaux de santé régionaux et provinciaux du Canada. Nous avons à dessein choisi de mener des entrevues avec des praticiens de la santé plutôt qu'avec des professionnels d'organisations environnementales parce que les praticiens de la santé constituent souvent la première source d'information du public en ce qui a trait aux risques potentiels pour la santé et aux activités permettant de réduire ces risques. Nous avons tenté de joindre des professionnels de la santé (surtout des chefs ou des directeurs de bureaux de santé) d'environ 35 bureaux de santé régionaux ou provinciaux du Canada à l'aide d'une liste initiale de personnes-ressources fournie par le CCNSE et d'une liste de bureaux de santé régionaux choisis au hasard. Notre objectif était de constituer un échantillon d'organisations de santé de toutes les provinces (10) et de tous les territoires (3) du Canada, en prévoyant un échantillon plus important pour les régions les plus peuplées (p. ex., Colombie-Britannique, Ontario et Québec). En fin de compte, nous avons effectué 21 entrevues auprès de praticiens de la santé des bureaux régionaux et provinciaux, dont plusieurs auprès de

représentants d'organisations environnementales que les professionnels de la santé nous avaient recommandées comme sources utiles d'information. Nous avons mené d'autres entrevues auprès de personnes compétentes œuvrant dans des organisations environnementales et de santé publique à l'échelle nationale, y compris Environnement Canada, le Ministry of Healthy Living and Sport (Ministère du Mode de vie sain et du Sport) de la C.-B. et Metro Vancouver. L'annexe 1 renferme la liste de toutes les organisations régionales, provinciales et nationales du Canada avec lesquelles nous avons communiqué.

Toutes les entrevues se sont déroulées au téléphone de mars à juin 2009. Afin de garantir une cohérence de base entre les entrevues, nous avons dressé une liste de questions communes en collaboration avec le CCNSE pour faciliter les discussions avec les praticiens de la santé. Des questions concernaient particulièrement les connaissances générales des praticiens au sujet de l'utilisation des poêles ou des foyers au bois par les ménages de leur région ou province, du type de poêle ou de foyer le plus fréquemment utilisé (traditionnel ou évolué), de la fréquence et de la durée d'utilisation des appareils de chauffage au bois et du but principal de leur utilisation. On a aussi demandé aux autorités sanitaires si elles effectuaient le suivi, la surveillance ou l'analyse des niveaux de contaminants atmosphériques ou des effets néfastes sur la santé attribuables au chauffage au bois résidentiel ou si elles avaient observé des effets de l'exposition à la fumée de bois sur la qualité de l'air local ou sur la santé publique. On a aussi posé des questions sur l'élaboration et l'adoption de programmes d'éducation publique et de stratégies d'intervention dans les différentes provinces ou régions et sur leur degré d'efficacité. Enfin, on a demandé à chaque praticien de la santé de préciser les lacunes qu'il percevait dans les données ou les besoins ressentis en matière d'information à l'égard de l'utilisation d'appareils de chauffage au bois résidentiel.

Puisque la plupart des questions d'entrevue étaient ouvertes et que les réponses à celles-ci étaient fondées sur le jugement subjectif des praticiens de la santé (la plupart des répondants n'avaient pas de données précises à fournir pour appuyer leurs observations), le présent rapport fait la synthèse et traite des conclusions de ces entrevues de manière plutôt qualitative.

4.0 Émissions de fumée de bois et effets sur la santé

L'utilisation d'appareils de chauffage au bois résidentiel peut avoir des répercussions sur la qualité de l'air local et exposer la population à une variété de polluants atmosphériques à l'intérieur et à l'extérieur. Les émissions des poêles et des foyers au bois consistent en un mélange complexe de gaz et de particules incluant des matières particulaires respirables (MP) de diamètres ≤ 10 microns (MP_{10}) et des particules fines de diamètres $\leq 2,5$ microns ($MP_{2,5}$); des contaminants qui contribuent à la mauvaise qualité de l'air et à la formation de smog, tels que les oxydes de soufre (SO_x), les oxydes d'azote (NO_x) et le monoxyde de carbone (CO); et des composés potentiellement cancérigènes, comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques

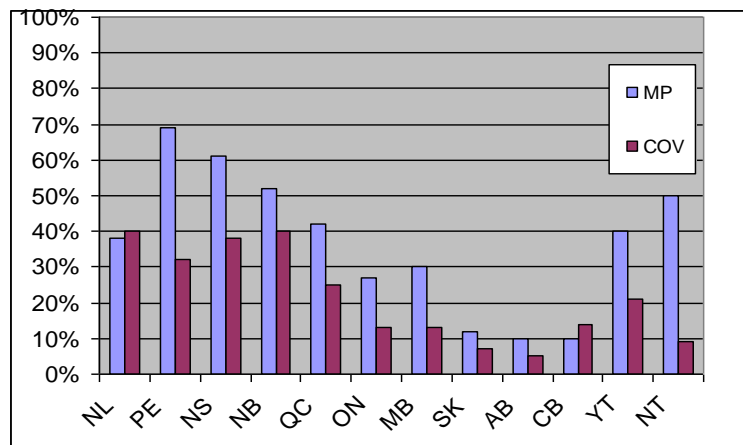
(HAP), le benzène, les aldéhydes et les dioxines (Naeher et al., 2007; Basrur, 2002; Zelikoff et al., 2002; Larson et Koenig, 1994). L'exposition à la fumée de bois ou à ses constituants a également été associée à plusieurs problèmes respiratoires et à d'autres effets sur la santé dans les pays développés. La section qui suit offre un aperçu des connaissances actuelles sur les émissions de contaminants et l'exposition de la population à la fumée de bois au Canada et présente un sommaire de la plus récente documentation concernant les effets sur la santé de l'exposition à la fumée de bois dans les pays développés.

4.1 Émissions et exposition à la fumée de bois

Selon la documentation disponible, les émissions provenant de la combustion résidentielle de bois contribuent considérablement à la pollution de l'air au Canada. À l'échelle nationale, à l'exclusion des sources d'émissions ouvertes comme les feux de forêt et les routes non asphaltées poussiéreuses, on estime que la combustion résidentielle du bois cause environ 48 % des émissions de HAP, 25 à 29 % des émissions de $MP_{2,5}$, 17 % des émissions de MP_{10} , 6 à 15 % des émissions de COV, 6 à 10 % des émissions de CO et 2 % des émissions de dioxines et de

Figure 4. Pourcentage d'émissions de particules (MP_{10} et $MP_{2,5}$) et de COV attribuables aux appareils de chauffage au bois au Canada, par province (source : Environnement Canada, 1999)

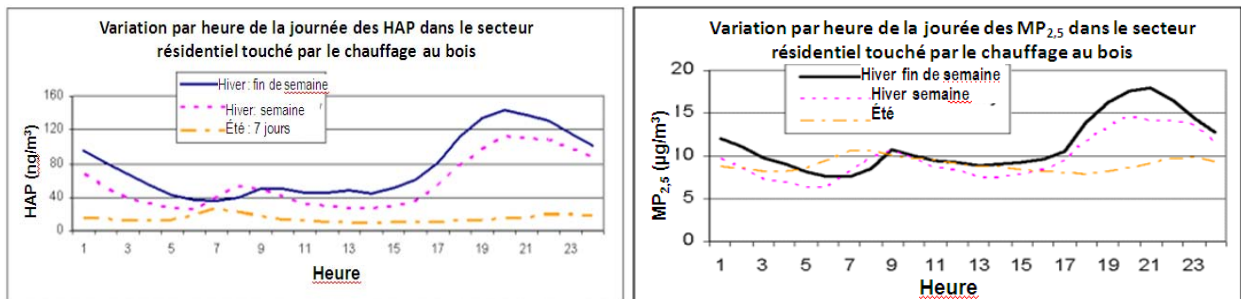
Émissions de fumée de bois en % du total des émissions



furannes au Canada (Germain, 2005; GTIACBR, 2002; Environnement Canada, 1999). Cependant, la nature et l'étendue des émissions de contaminants atmosphériques attribuées à la combustion résidentielle de bois diffèrent entre les provinces et les territoires du Canada. Par exemple, d'après certaines estimations, les appareils de chauffage au bois sont responsables de 50 à 70 % de toutes les émissions de $MP_{2,5}/MP_{10}$ dans les Territoires du Nord-Ouest, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard et de 30 à 40 % de toutes les émissions de COV à Terre-Neuve, à l'Île-du-Prince-Édouard, en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick (voir la figure 4). En comparaison, seulement 5 à 15 % des émissions de $MP_{2,5}/MP_{10}$ et de COV sont attribuables aux appareils de chauffage au bois en Alberta, en Colombie-Britannique et en Saskatchewan (voir la figure 4).

Certaines régions du Canada peuvent aussi connaître des problèmes de pollution plus ou moins importants que ceux relevés à l'échelle de la province. Par exemple, le chauffage au bois résidentiel a été identifié comme l'une des sources principales de pollution atmosphérique dans la région du Grand Montréal, au Québec, et une surveillance de l'air ambiant effectuée entre 1998 et 2002 a révélé que les concentrations de HAP, de dioxines/furannes et de $MP_{2,5}$ étaient plus élevées dans la région résidentielle située au nord-est de Montréal (où le chauffage au bois résidentiel est populaire) qu'au centre-ville de Montréal (Environnement Canada, 2004). De plus, selon cette étude, les concentrations de HAP, et dans une moindre mesure celles de $MP_{2,5}$, étaient plus élevées pendant l'hiver que pendant l'été et pendant la soirée et les fins de semaine d'hiver dans la région visée par l'étude (voir les figures 5a et 5b). À l'inverse, le chauffage au bois résidentiel dans la Cité de Toronto contribuerait moins aux émissions de $MP_{2,5}$ et de COV par rapport à la moyenne provinciale annuelle estimée de 11 % et de 15 % respectivement parce que le chauffage au bois résidentiel est plus courant dans les régions rurales que dans les centres urbains (quoique les émissions auraient tout de même des répercussions considérables sur la qualité de l'air et la santé publique à Toronto) (Basur, 2002).

Figure 5. Concentrations par heure de HAP (a) et de $MP_{2,5}$ (b) dans l'air ambiant dans un secteur résidentiel de Montréal touché par le chauffage au bois (source : Environnement Canada, 2004)



La pollution atmosphérique associée au chauffage au bois résidentiel constitue aussi une source de préoccupation dans beaucoup de centres urbains du pays où l'utilisation de ce mode de chauffage est plus concentrée (Environnement Canada, 1999). On croit, par exemple, que le chauffage au bois résidentiel est l'une des plus importantes sources cumulatives de matières particulaires en Colombie-Britannique et qu'il est responsable d'environ 15 % de toutes les émissions de $MP_{2,5}$, soit environ 10 623 tonnes/an, dans la province (Xue et Wakelin, 2006; BC Ministry, 2005; Lightowlers, 2000). Dans le but de définir les secteurs où la fumée de bois est importante dans les bassins atmosphériques urbains de la Colombie-Britannique, on a élaboré des modèles spatiaux pour prédire les concentrations ambiantes de $MP_{2,5}$ attribuables au chauffage au bois résidentiel à Vancouver et à Victoria au moyen d'une surveillance atmosphérique fixe et mobile (UBC, 2009; Larson et al., 2007; Lightowlers, 2000).

Dans une étude récente sur la répartition selon les sources menée dans une vallée rurale (Golden) en Colombie-Britannique, les sources liées au chauffage au bois et au chauffage d'hiver (dont le chauffage au bois est une composante) comptaient pour approximativement 31 % et 43 % respectivement de la masse totale de $MP_{2,5}$ dans l'air ambiant (voir la figure 6), et une corrélation positive a été établie avec des concentrations de contaminants gazeux et de COV (p. ex., le benzène et le 1,3-butadiène) (Jeong et al., 2008). Les régimes climatiques, comme ceux des régions montagneuses en Colombie-Britannique, peuvent aussi aggraver les problèmes de pollution atmosphérique en emprisonnant la fumée près du niveau du sol dans les vallées peuplées pendant de longues périodes (Jeong et al., 2008; Zelikoff et al., 2002; Lightowlers, 2000; Environnement Canada, 1999). Comme l'ont démontré d'autres revue de la documentation, le chauffage au bois est également une source majeure d'émissions de $MP_{2,5}$ dans plusieurs villes des États-Unis (Naehar et al., 2007; Boman et al., 2003; Zelikoff et al., 2002; Larson et Koenig, 1994). Par exemple, dans une récente étude menée dans un quartier urbain fortement peuplé de Seattle, Washington, on a attribué au chauffage au bois résidentiel entre 24 et 31 % des taux ambiants de $MP_{2,5}$ (Wu et al., 2007).

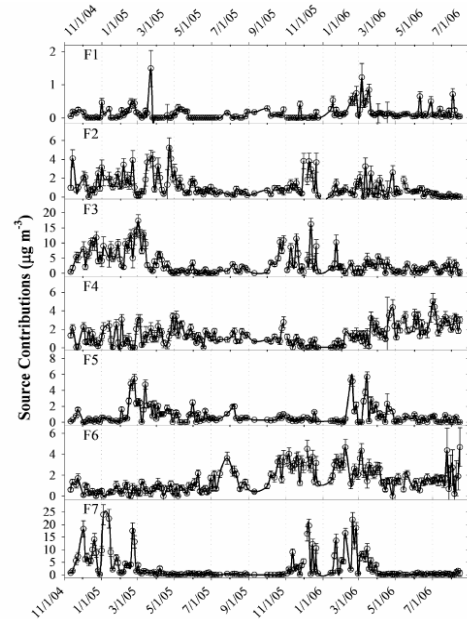


Figure 6. Contributions des sources aux $MP_{2,5}$. Concentrations à Golden, Colombie-Britannique, fondées sur la factorisation de matrice positive (FMP) pour sept facteurs : F1 : riche en sodium, F2 : sulfate, F3 : chauffage au bois, F4 : traitement du bois, F5 : matériel crustal, F6 : circulation routière, F7 : chauffage d'hiver (source : Jeong et al., 2008)

Il importe de préciser que la quantité d'émissions de polluants atmosphériques provenant des appareils de chauffage au bois dépend largement du type d'appareil de combustion utilisé (et de la source de combustion), les appareils à technologie évoluée produisant considérablement moins d'émissions que les appareils traditionnels (Germain, 2005; Preto, 2005; Basrur, 2002; Environnement Canada, 1999). Par exemple, selon des estimations de facteurs d'émissions, les poêles et les foyers de chauffage au bois traditionnels, particulièrement ceux qui ne sont pas hermétiques ou qui sont dépourvus de portes vitrées, émettent approximativement de 2 à 5 fois plus de MP_{2,5}, de CO, de COV et de HAP par kg de bois sec brûlé que les modèles à technologie évoluée, comme l'illustre le tableau 1.

Tableau 1 : Estimation des facteurs d'émissions de MP_{2,5}, de CO, de COV et de HAP par appareil de chauffage au bois résidentiel (source : Germain, 2005)

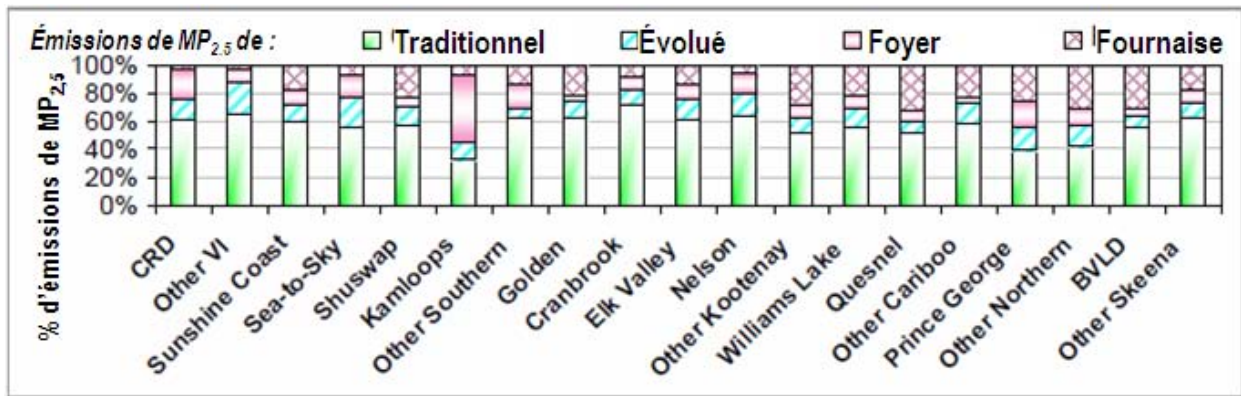
Appareils de chauffage à combustion	Facteurs d'émissions (g/kg)			
	MP _{2,5}	CO	COV	HAP
Foyers à bois				
Foyers				
Sans portes vitrées	18,4	77,7	6,5	0,0375
Avec portes vitrées	12,9	98,6	21	0,0375
Foyers encastrables				
Traditionnels	13,6	115,4	21,3	0,215
Technologie évoluée (catalytique)	4,8	70,4	7	0,064
Foyers à technologie évoluée (toutes)	4,8	70,4	7	0,064
Poêles à bois				
Poêles traditionnels				
Non hermétiques	23,2	100	35,5	0,215
Hermétiques	13,6	115,4	21,3	0,276
Poêles à technologie évoluée	4,8	70,4	7	0,064
Fournaises/chaudières centrales	13,3	68,5	21,3	0,288
Autre matériel de chauffage au bois*	13,6	115,4	21,3	0,215
Poêles à granules	1,1	8,8	1,5	0,0015

*Inclut les chaudières à bois extérieures

Une étude des différentes régions de la Colombie-Britannique a aussi démontré que les poêles traditionnels émettaient beaucoup plus de MP_{2,5} que les modèles à technologie évoluée (voir la figure 7). On s'attend donc à ce que le remplacement partiel ou complet de vieux appareils de chauffage au bois par de nouveaux appareils à technologie évoluée entraîne des réductions substantielles (p. ex., de 30 à 55 %) des émissions de MP_{2,5}, de HAP, de COV et de CO attribuées au secteur du chauffage résidentiel (Xue et Wakelin, 2006; Germain, 2005; Basrur, 2002). Environnement Canada fournit des sommaires des tendances annuelles en matière d'émissions, mais ces statistiques ne traitent pas directement de la contribution des émissions provenant d'appareils de chauffage au bois aux concentrations dans l'air ambiant avant et après la mise en œuvre des normes de la CSA. De plus, les normes de la CSA ne s'appliquent qu'aux

nouveaux achats d'appareils. Par conséquent, les répercussions sur les concentrations dans l'air ambiant dépendent de l'élimination des vieux appareils moins efficaces, ce dont il faut tenir compte dans l'évaluation des répercussions des normes de la CSA sur la qualité de l'air ambiant.

Figure 7. Pourcentage de $MP_{2,5}$ qu'émettent les poêles à bois (traditionnels ou à technologie évoluée), les foyers et les autres sources de chaleur en Colombie-Britannique, par région (source : Xue et Wakelin, 2006)



Il convient aussi de préciser que la majeure partie de la documentation disponible met l'accent sur les émissions de contaminants ou les concentrations ambiantes associées au chauffage au bois résidentiel plutôt que sur l'exposition humaine. Par conséquent, les données peuvent ne pas refléter exactement l'exposition quotidienne des personnes à la fumée de bois, particulièrement à l'intérieur où elles passent la majeure partie de leur temps. Les émissions de fumée de bois à l'intérieur sont liées à deux facteurs : les fuites d'un appareil (émissions à l'intérieur) et les infiltrations (émissions extérieures), lesquelles dépendent de plusieurs facteurs (p. ex., échange d'air dans l'habitation, climatologie). Certaines études indiquent que la qualité de l'air intérieur n'est pas affectée par les sources de chaleur ou que les infiltrations dues au chauffage au bois sont minimales. Par exemple, dans une étude sur les appareils de chauffage au bois et la qualité de l'air intérieur dans la région de la ville de Québec, où les sources de tous les produits de la combustion étaient contrôlées, les concentrations de formaldéhyde, de NO_2 , de MP_{10} et de CO mesurées dans l'air intérieur de 49 habitations n'étaient pas significativement différentes dans les habitations munies d'un appareil de chauffage au bois comparativement aux habitations utilisant exclusivement le chauffage électrique (Lévesque et al., 2001). De plus, un sondage mené auprès d'un échantillon représentatif de 36 habitations à Montréal, Québec, et à Pembroke, Ontario, durant les mois d'hiver a conclu que les systèmes de chauffage résidentiel (y compris les poêles à bois) n'étaient pas des déterminants importants de l'exposition aux particules ultrafines à l'intérieur (Weichenthal et al., 2007). Une étude menée dans deux collectivités (Smithers et Telkwa) du Bulkley Valley and Lakes District, en Colombie-Britannique, a également conclu à

l'absence de lien cohérent entre la technologie du poêle et les concentrations intérieures et extérieures de $MP_{2,5}$ ou de lévoglucosane par suite d'un programme d'échange de poêle à bois (Allen et al., 2009). Une autre étude menée à Prince George, en Colombie-Britannique, a quant à elle déterminé que l'infiltration moyenne de $MP_{2,5}$ (c.-à-d. la fraction de particules extérieures qui pénètrent à l'intérieur et demeurent en suspens) en raison du chauffage au bois résidentiel en hiver n'était que de 0,28, ce qui représentait une réduction importante de la concentration à l'intérieur des particules provenant de l'extérieur par rapport aux particules demeurées à l'extérieur (Barn et al., 2008). Aux États-Unis, une étude sur le chauffage au bois résidentiel menée à Waterbury, Vermont, pendant un hiver relativement rigoureux a démontré que même si la combustion résidentielle de bois était l'une des principales sources de particules fines à l'extérieur, les concentrations de particules mesurées à l'intérieur ne différaient pas considérablement entre les habitations où on brûlait du bois et celles où on n'en brûlait pas (Sexton et al., 1986).

En revanche, certaines études suggèrent que le chauffage au bois résidentiel peut augmenter les concentrations de contaminants à l'intérieur en raison d'émissions à l'intérieur (fuites) ou à l'extérieur (infiltrations) ou qu'il peut contribuer considérablement à l'exposition individuelle aux contaminants. Par exemple, dans une étude sur l'exposition menée dans une petite ville de Suède (Hagfors) où le chauffage au bois est courant, on a déterminé que les niveaux intérieurs de 1,3-butadiène, de benzène et de plusieurs HAP étaient beaucoup plus élevés dans les habitations utilisant des appareils de chauffage au bois que dans les habitations de la même région qui n'en utilisaient pas, et qu'il y avait des liens étroits entre l'exposition individuelle mesurée et les niveaux de ces polluants à l'intérieur (Gustafson 2009). Une autre étude, réalisée dans une collectivité située dans une vallée des Rocheuses (Libby, Montana) aux États-Unis, a établi que les concentrations moyennes et maximales des $MP_{2,5}$ à l'intérieur avaient beaucoup diminué à la suite d'un programme de remplacement de poêles à bois par de nouveaux poêles certifiés EPA (Ward et Noonan, 2008). Aucune de ces études n'indique clairement dans quelle mesure les concentrations de contaminants mesurées à l'intérieur étaient attribuables aux émissions intérieures par rapport aux infiltrations. Plusieurs autres études et articles de synthèse ont aussi conclu que les poêles à bois et les foyers pouvaient causer une pollution élevée à l'intérieur (surtout lorsqu'on utilise mal le poêle ou qu'il n'est pas hermétique) et que les particules ambiantes peuvent facilement pénétrer dans les habitations dans certaines collectivités touchées par la fumée de bois (Naeher et al., 2007; Zelikoff et al., 2002; Larson et Koenig, 1994; Sexton et al., 1986). Par exemple, une étude (fondée sur des données non publiées) a conclu qu'approximativement 70 % de la fumée de bois qui sort des cheminées peut entrer dans l'habitation et les habitations du voisinage (c.-à-d. un facteur d'infiltration de 0,7) (Pierson et al., 1989). En outre, une étude sur la fraction absorbée de la fumée de bois en région urbaine (soit la proportion des émissions inhalées par la population exposée) a conclu que cette fumée était une

source importante d'exposition aux MP_{2,5}, les fractions absorbées étant comparables ou légèrement plus importantes que celles liées des émissions des véhicules en région urbaine (Ries et al., 2009).

4.2 Effets sur la santé associés à la fumée de bois

La documentation publiée citait plusieurs articles de synthèse relativement récents qui résumaient les effets de la fumée de bois sur la santé ou de ses constituants provenant de la combustion résidentielle du bois dans les pays développés (Naeher et al., 2007; Boman et al., 2003; Zelikoff et al., 2002; Larson et Koenig, 1994). Selon la documentation disponible, il a été démontré que beaucoup de constituants de la fumée de bois produisaient individuellement des effets aigus ou chroniques sur la santé des personnes exposées. Sur les quelque 200 produits chimiques et groupes de composés que contient la fumée de bois, les fines particules (qui peuvent se loger profondément dans les poumons) sont généralement considérées comme le meilleur indicateur des effets des sources de combustion sur la santé, bien que la composition des particules de la fumée de bois diffère de celle des particules produites par la combustion de combustibles fossiles sur lesquels se fondent la plupart des études concernant les effets sur la santé. Les MP₁₀ et les MP_{2,5} sont principalement tenues responsables des inflammations et du stress oxydatif, et elles peuvent être allergènes, tandis que d'autres constituants de la fumée de bois sont des irritants connus des voies respiratoires et peuvent avoir des propriétés mutagènes ou cancérigènes (voir le tableau 2).

Les trois types d'études qui ont servi à évaluer les effets potentiels de la fumée de bois sur la santé sont : (1) un très petit nombre d'études contrôlées sur l'exposition humaine; (2) des études épidémiologiques humaines et (3) des études sur la toxicologie animale. Selon l'ensemble des données probantes, l'exposition à la fumée de bois dans les pays développés a été associée à une gamme de symptômes et d'effets néfastes sur la santé respiratoire (p. ex., diminution de la fonction pulmonaire, essoufflement, exacerbation de l'asthme, râle, toux et congestion), particulièrement chez les enfants, les effets liés à l'appareil cardiovasculaire et au cancer étant moins certains. Dans les pays en développement, des données probantes ont aussi établi un lien entre la fumée de la biomasse, dans certaines conditions d'exposition, et les maladies pulmonaires obstructives chroniques et un lien possible avec le cancer du poumon chez les femmes et avec les infections aiguës des voies respiratoires inférieures chez les enfants qui seraient causés par la cuisson des aliments à l'intérieur avec un feu ouvert et sans ventilation (Smith, 2008; Straif et al., 2006; Hernández-Garduño et al., 2004; Zelikoff et al., 2002; Larson et Koenig, 1994). Le Centre International de Recherche sur le Cancer, s'appuyant sur des éléments de preuve limités concernant le cancer du poumon chez l'humain (causé par la cuisson à l'intérieur), de même que des éléments de preuve mécanistes et chez les animaux, a récemment

classé les biocombustibles ménagers (principalement le bois) comme un produit de catégorie 2 (probablement cancérogène pour les humains) (Straif et al., 2006).

Dans la plus récente revue de la documentation effectuée par Naeher et al. (2007), les auteurs se sont demandé si la fumée de bois devrait être réglementée ou gérée séparément de ses constituants et si les particules de la fumée de bois posaient des niveaux de risques différents de ceux d'autres particules ambiantes de taille similaire. La revue portait sur la nature chimique et physique de la fumée de bois et sur la documentation relative à l'exposition et aux effets sur la santé de différentes sources de combustion (p. ex., feux de friches, feux agricoles, combustion de bois de chauffage résidentiel) dans les pays développés et en développement, dont le Canada.

Tableau 2 : Contaminants atmosphériques liés à la fumée de bois et mode de toxicité
(adaptation de Naeher et al., 2007)

Catégorie de composé	Contaminant spécifique	Mode de toxicité
Gaz inorganiques	Monoxyde de carbone	Asphyxiant
	Ozone	Irritant
	Dioxyde d'azote	Irritant
Hydrocarbures	1,3-butadiène	Irritant, cancérogène, mutagène
	Benzène	Cancérogène, mutagène
	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	Cancérogène, mutagène
Composés organiques oxygénés	Aldéhydes (formaldéhyde)	Irritant, cancérogène, mutagène
	Alcools organiques	Irritant, teratogénique
	Phénols	Irritant, cancérogène, mutagène, teratogénique
Matières particulaires	Particules inhalables (MP ₁₀)	Inflammation et stress oxydatif, peut être allergène
	Particules fines (MP _{2,5})	Inflammation et stress oxydatif, peut être allergène

En ce qui concerne le chauffage au bois résidentiel dans les pays développés, les auteurs citent une seule étude contrôlée sur l'exposition humaine à la fumée de bois, laquelle étude révélait des éléments probants qui suggéraient des effets inflammatoires systémiques associés à la fumée de bois. Les auteurs indiquent que la plupart des renseignements relatifs aux effets directs sur la santé humaine de l'exposition à la fumée de bois proviennent d'un nombre relativement important d'études épidémiologiques (menées principalement aux États-Unis) dans lesquelles on observe souvent des symptômes et des effets respiratoires chez les personnes qui utilisent le chauffage au bois à la maison, particulièrement chez les enfants. Par exemple, des recherches à grande échelle concernant les effets sur la santé menées à Seattle, Washington, ont montré des liens entre les MP_{2,5} et une diminution de la fonction pulmonaire chez les enfants, une augmentation des symptômes de l'asthme chez les enfants et une augmentation des visites au service des urgences et des hospitalisations dues à l'asthme. Les auteurs ont également constaté que la majeure partie des études de toxicologie animale présentait une plausibilité biologique des preuves épidémiologiques qui suggéraient que l'exposition aux émissions de fumée de bois avait

un effet néfaste sur la santé humaine, particulièrement sur le système immunitaire respiratoire, et que la fumée de bois était mutagène et possiblement cancérigène selon les études de laboratoire et de terrain. Se fondant sur leur revue de la documentation disponible, Naeher et al. (2007) ont conclu que la fumée de bois associée au chauffage au bois résidentiel pouvait causer une variété d'effets néfastes sur la santé respiratoire, mais qu'il existait peu de preuves quant au cancer et aux maladies cardiovasculaires dans les pays développés. De plus, les auteurs ne croient pas qu'il y a suffisamment de preuves pour réglementer la fumée de bois séparément de ses constituants (surtout les $MP_{2,5}$) ou pour conclure que les particules de la fumée de bois posent des niveaux de risques différents de ceux des particules fines ambiantes.

Dans un autre article de synthèse, Boman et al. (2003) ont relevé neuf études épidémiologiques pertinentes (menées aux États-Unis, en Nouvelle-Zélande et au Canada) qui concernent les effets néfastes sur la santé de l'exposition à court terme aux polluants de l'air ambiant et qui définissent le chauffage au bois résidentiel comme une source majeure de pollution. Ces études ont évalué un certain nombre d'effets sur la santé (p. ex., la mortalité quotidienne, les symptômes liés à l'asthme, les admissions à l'hôpital, les visites aux services des urgences et les symptômes liés à la fonction pulmonaire et respiratoire) pour différents indicateurs de contamination (p. ex., MP_{10} , $MP_{2,5}$, SO_2 , CO , NO_2 , O_3). Les auteurs de l'article ont toutefois conclu qu'ils avaient trouvé des renseignements significatifs seulement en ce qui a trait au lien entre l'asthme aigu et l'exposition aux MP_{10} (les MP_{10} représentaient l'indicateur des matières particulaires le plus couramment utilisé), même s'il y avait aussi des associations positives importantes entre le CO et l'aggravation de l'asthme dans la région de Seattle, Washington. Les auteurs ont aussi conclu qu'il n'y avait aucune raison apparente de présumer que les effets sur la santé associés aux MP dans les régions polluées par la fumée de bois étaient plus faibles qu'ailleurs.

Dans un article qui se veut une « mini-synthèse », Zelikoff et al. (2002) résument un grand nombre d'études animales et humaines effectuées au cours des trois dernières décennies concernant les répercussions toxicologiques de la fumée de bois inhalée sur les enfants et les adultes qui y sont exposés en accordant une attention particulière aux effets sur le système immunitaire. Les auteurs affirment qu'une variété de troubles de santé chroniques et aigus ont été associés à l'exposition aux constituants individuels de la fumée de bois (p. ex., irritation des voies respiratoires supérieures, exacerbation de l'asthme bronchitique, augmentation de la résistance des voies aériennes, diminution de la capacité vitale, augmentation des symptômes respiratoires, infections) et plus particulièrement, qu'il existe un nombre important de preuves épidémiologiques liant l'exposition à court terme aux MP à des symptômes respiratoires et à d'autres problèmes de santé. Selon les auteurs de l'article, des effets néfastes ont également été associés à l'exposition à la fumée de bois elle-même d'après un nombre limité d'études épidémiologiques animales et humaines effectuées en laboratoire, et ces effets semblent être liés à l'âge de l'hôte lors de l'exposition à la fumée de bois. Chez les adultes, on a déterminé qu'une

inhalation prolongée de la fumée de bois contribuait à la bronchite chronique, à la maladie pulmonaire interstitielle et à l'hypertension artérielle pulmonaire. Chez les enfants, qui semblent être le groupe le plus à risque, on a déterminé que l'exposition à la fumée de bois réduisait la fonction pulmonaire chez les jeunes asthmatiques; augmentait l'incidence de la bronchite aiguë, de même que la gravité et la fréquence du râle et de la toux, et augmentait l'incidence, la durée et possiblement la gravité des infections respiratoires aiguës. Des études de toxicologie animale ont aussi déterminé que la fumée de bois et nombre de ses constituants individuels altéraient les mécanismes du système immunitaire des poumons de manière persistante et souvent progressive. Les auteurs ont conclu qu'en dépit du nombre limité d'études sur ce sujet, l'exposition à la fumée de bois représente un risque potentiel pour la santé, particulièrement pour les enfants.

Une revue de la documentation effectuée antérieurement par Larson et Koenig (1994) résumait les effets respiratoires néfastes non cancéreux associés à l'exposition à la fumée de bois d'après des études épidémiologiques humaines et des études de toxicologie animale. Les auteurs ont constaté qu'il y avait peu de données disponibles sur les effets aigus (et aucune sur les effets chroniques) de l'inhalation de fumée de bois découlant d'études animales, mais ont indiqué que les études toxicologiques existantes démontraient que l'exposition à la fumée de bois peut perturber les membranes cellulaires, déprimer l'activité des macrophages, détruire les cellules épithéliales sécrétives et ciliées des voies respiratoires et provoquer des aberrations dans les niveaux d'enzymes biochimiques. Cependant, les auteurs ont fait remarquer qu'aucune des études animales disponibles n'évaluait de résultats finaux relatifs par exemple à la fonction pulmonaire ou aux symptômes de maladies respiratoires, et ont formulé une mise en garde sur la grande difficulté que pose l'extrapolation de ces résultats pour les appliquer aux populations humaines qui vivent dans des régions où les concentrations de fumée de bois sont élevées. Ils ont ajouté qu'au moment de leur revue, on n'avait fait état d'aucune étude contrôlée de laboratoire sur des humains exposés à la fumée de bois. Quant aux études épidémiologiques humaines, les auteurs ont fait référence à huit études ayant établi des liens entre des symptômes respiratoires, des infections des voies respiratoires inférieures et une diminution de la fonction pulmonaire causées par l'exposition à la fumée de bois (surtout chez les enfants asthmatiques), et à une étude ayant établi un lien entre les visites au service des urgences liées à l'asthme et les MP_{2,5}. Les auteurs ont conclu que la prépondérance des données suggérait un lien causal entre les niveaux élevés de fumée de bois et les effets néfastes sur la santé respiratoire des jeunes enfants.

Notons que l'article de synthèse de Boman et al. (2003) cite une seule étude menée au Canada concernant les effets sur la santé et on peut se demander si les résultats de cette étude sont réellement attribués à la fumée de bois plutôt qu'à d'autres sources de pollution atmosphérique. En particulier, une étude de Vedal et al. (1998) comparait les effets aigus des MP₁₀ ambiants sur les enfants asthmatiques et non asthmatiques vivant dans une collectivité à proximité d'une usine de pâtes (Port Alberni) sur la côte ouest de l'île de Vancouver. Les conclusions de cette étude

sont d'une utilité limitée pour évaluer les effets sur la santé attribuables au chauffage au bois résidentiel puisque les chaudières de l'usine de pâte et le chauffage au bois ont été identifiés comme sources principales de pollution particulaire ambiante dans cette collectivité et qu'on n'a pas tenté de répartir entre ces sources les concentrations mesurées de MP₁₀ dans l'air ambiant.

La documentation publiée mentionne une autre étude (non citée dans les revues antérieures) qui évaluait spécifiquement le niveau de la contamination de l'air intérieur et la fréquence des symptômes et des maladies respiratoires chez les occupants de maisons chauffées au bois dans la région de la ville de Québec au Canada (Lévesque et al., 2001). Dans cette étude, qui comportait un échantillon de 89 paires adulte-enfant de trois municipalités, on a recueilli des échantillons d'air intérieur dans 49 habitations chauffées au bois ou à l'électricité (lorsque l'appareil était utilisé) et on a consigné la fréquence des symptômes et des maladies respiratoires chez les participants dans un journal quotidien des symptômes. Les maladies respiratoires ont été classées selon les symptômes médicaux ou les diagnostics et catégorisées comme maladies des voies respiratoires supérieures ou inférieures, ou infections compliquées des voies inférieures. Les résultats de l'étude ont indiqué des concentrations relativement faibles de tous les polluants de l'air intérieur mesurés et aucun lien important entre des problèmes respiratoires et des niveaux de MP₁₀ supérieurs à 20 µg/m³. Aucune constatation importante n'a été faite au sujet des symptômes respiratoires des enfants et des appareils à combustion, mais un lien statistiquement important a été établi entre le fait d'avoir un poêle à bois ou un foyer et les infections compliquées des voies respiratoires inférieures chez les adultes (une constatation quelque peu contre-intuitive). Les résidents adultes qui affirment avoir été exposés à la fumée pendant l'utilisation d'un appareil de chauffage au bois ont aussi déclaré plus de symptômes et de troubles respiratoires. Parmi les autres facteurs associés aux troubles respiratoires chez les enfants ou les adultes, mentionnons la présence d'animaux ou de moisissures et le fait de garder les fenêtres fermées en hiver. Bien que les auteurs aient conclu que le chauffage au bois résidentiel semble constituer un risque pour la santé respiratoire des occupants lorsque l'appareil n'est pas utilisé ou maintenu adéquatement, ils reconnaissent que la documentation existante mentionne des résultats incohérents relativement aux effets du chauffage au bois sur l'air respirable et la santé humaine.

5.0 Stratégies d'intervention liées au chauffage au bois

Comme il a été établi que le chauffage au bois résidentiel causait des problèmes considérables de pollution atmosphérique partout au Canada et que les autorités de santé publique le considèrent comme une nuisance ou un risque potentiel pour la santé dans certaines régions, les organismes gouvernementaux canadiens ont pris de multiples mesures afin d'éduquer le public relativement aux pratiques sécuritaires de chauffage au bois et de limiter l'utilisation par les ménages des appareils de chauffage au bois. D'autres pays développés et en développement ont mis en œuvre

des programmes semblables d'éducation du public et des stratégies d'intervention en matière de santé (EPA des États-Unis, 2005; von Schirnding et al., 2000), et l'on considère que les programmes d'échange d'appareils de chauffage au bois des autres pays sont d'ampleur, de portée et de pertinence semblables aux programmes canadiens d'échange de poêles à bois (CCME, 2004). La section qui suit décrit sommairement la nature, le type et l'efficacité potentielle des stratégies d'intervention liées au chauffage au bois qui ont été mises sur pied au Canada aux échelles municipale, régionale, provinciale et nationale. Elle présente aussi les principales conclusions découlant des entrevues téléphoniques menées auprès d'un échantillon d'autorités sanitaires canadiennes et de représentants d'organismes environnementaux et de santé nationaux.

5.1 Documentation publiée sur les stratégies d'intervention au Canada

Au Canada, plusieurs programmes d'intervention et d'éducation du public ont été élaborés et adoptés afin de traiter des répercussions sur la qualité de l'air associées au chauffage au bois résidentiel et des effets potentiellement néfastes sur la santé de l'exposition à la fumée de bois. Le public peut obtenir des renseignements généraux, des fiches d'information et des lignes directrices sur le chauffage au bois résidentiel et la fumée de bois sur divers sites Web (voir le tableau 3).

Tableau 3 : Liens à des sources d'information et à des programmes d'échange au Canada

Programme ou sujet	Organisation	Adresse du site Web
Chauffage au bois : soyons responsables!	Environnement Canada (auparavant RNCan)	http://www.environnement-canada.ca/cleanair-airpur/default.asp?lang=Fr&n=69573E19-1
Branché sur l'air pur	Environnement Canada	http://www.ec.gc.ca/cleanair-airpur/default.asp?lang=Fr&n=8C3F7D55-1
Vie saine - fumée de bois	Santé Canada	http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/envIRON/wood-bois-fra.php
Particules et fumée de bois	BC Ministry of Environment (Ministère de l'Environnement de la C.-B.)	http://www.env.gov.bc.ca/air/particulates/index.html
Conseils pour un bon feu	British Columbia Lung Association	http://www.bc.lung.ca/airquality/wood_burning.html
Efficacité et sécurité du chauffage au bois	Environmental Protection Agency (États-Unis)	http://www.epa.gov/woodstoves/efficiently.html
Effets de la fumée de bois sur la santé	Environmental Protection Agency (États-Unis)	http://www.epa.gov/woodstoves/healtheffects.html
Guide du chauffage au bois résidentiel	Wood Heat Organization Inc	http://www.woodheat.org/
Pollution par la fumée de bois	Citizens for Environmental Health	http://02a17a1.netsolhost.com/fr/homepage.html
écoÉNERGIE Rénovation – Maisons	Ressources naturelles Canada	http://oee.nrcan.gc.ca/residentiel/personnel/renovation-maisons/renovez-admissible-subvention.cfm?attr=4

Campagnes d'échange de poêle à bois	Environmental Protection Agency (État-Unis)	http://www.epa.gov/woodstoves/changeout.html#links
Programmes d'échange Hearth	Hearth and Patio Builders Association	http://woodstovechangeout.org

En ce qui a trait aux mesures d'éducation du public prises à l'échelle nationale, le programme *Chauffage au bois : soyons responsables!* est sans doute le plus notable. Lancé en 2002-2003 par Ressources naturelles Canada (RNCan), en partenariat avec Santé Canada et Environnement Canada, ce programme visait à accroître la sensibilisation du public aux questions de santé et de sécurité et aux bonnes pratiques liées au chauffage au bois. On a produit dans le cadre de ce programme des documents et des vidéos promotionnels qui traitaient des émissions de contaminants atmosphériques et des effets du chauffage au bois sur la santé, des technologies évoluées de chauffage au bois et des meilleures pratiques en la matière. Le site Web rattaché au programme n'est plus actif, mais on peut obtenir les documents promotionnels et les documents de sensibilisation sur les bonnes pratiques de chauffage sur le site Web *Branché sur l'air pur* d'Environnement Canada, lequel décrit plusieurs problèmes liés à la pollution atmosphérique, ainsi que les sources et les répercussions (y compris en ce qui concerne le chauffage au bois résidentiel). De façon similaire, le Ministry of Environment de la Colombie-Britannique et la British Columbia Lung Association offrent en ligne des renseignements sur les émissions de particules fines et les effets sur la santé de la combustion du bois, ainsi que des conseils sur le chauffage intelligent et des brochures sur les moyens de réduire l'exposition à la fumée de bois. En outre, Santé Canada, sur son site Web *Vie saine*, fournit des renseignements relatifs aux effets de la fumée de bois sur la santé et aux façons de réduire les risques associés à l'exposition à la fumée de bois. Aux États-Unis, le site Web de l'EPA donne également des renseignements généraux qui ont trait à l'efficacité et à la sécurité du chauffage au bois résidentiel et aux effets de la fumée de bois sur la santé. Des organisations sans but lucratif, des organismes non gouvernementaux, comme Wood Heat Organization Inc., et des regroupements de citoyens, comme Citizens for Environmental Health, mettent aussi à la disposition du public des documents de sensibilisation et des fiches d'information sur la pollution causée par la fumée de bois et des guides sur le chauffage au bois résidentiel.

Étant donné que les appareils de chauffage à technologie évoluée émettent moins de polluants que les appareils traditionnels, la plupart des stratégies d'intervention mises en œuvre au Canada portent sur des mesures qui incitent à remplacer un vieil appareil par un plus récent. Par exemple, RNCan offre, par l'entremise de son programme *écoÉNERGIE Rénovation – Maisons*, une aide financière de 375 \$ (1^{er} appareil) et de 190 \$ (2^e appareil) pour les maisons unifamiliales afin d'encourager les Canadiens et Canadiennes à remplacer leur appareil de chauffage au bois traditionnel par un appareil certifié ou un appareil à granules pour l'intérieur. Les sites Web de

l'EPA des États-Unis et de la Hearth and Patio Builders Association renferment aussi des renseignements sur les campagnes d'échange de poêles à bois qui ont été menées ou qui sont en cours aux États-Unis et, dans une moindre mesure, au Canada.

En 2000, le Conseil canadien des ministres de l'Environnement a approuvé les standards pancanadiens relatifs aux MP_{2,5} et à l'ozone (CCME, 2000). Aux termes des standards pancanadiens, le chauffage au bois résidentiel a été ciblé comme secteur prioritaire de la réduction des émissions de contaminants. Dans le cadre de ce processus, le CCME s'est engagé à l'égard de mesures conjointes initiales qui comprennent : (1) la mise à jour des normes de la CSA relatives aux nouveaux appareils de chauffage au bois; (2) la poursuite des campagnes et des programmes nationaux d'éducation du public; (3) l'évaluation d'un programme national de mise à niveau ou de remplacement des poêles à bois et (4) l'élaboration d'un règlement national sur les nouveaux appareils de chauffage au bois résidentiel à combustion propre. On s'attend par ailleurs à la promulgation, au printemps 2010, d'une norme actualisée de la CSA sur les appareils de chauffage au bois (Norme CSA-B415.1, *Essais et rendement des appareils de chauffage à combustibles solides*), la période de commentaires du public ayant pris fin en août 2009. La norme actualisée proposée abaisse le taux d'émissions des MP à 4,5 g/h pour les appareils de chauffage au bois sans catalyseur et à 2,5 g/h pour ceux avec catalyseur.

Le Groupe de travail intergouvernemental sur les appareils de chauffage au bois résidentiel (GTIACBR), qui comprend des représentants des administrations municipales, provinciales, territoriales et fédérale, a été formé en 1999 afin de promouvoir et de coordonner les mesures gouvernementales concernant le développement durable à l'égard du chauffage au bois résidentiel (GTIACBR, 2002). La priorité du GTIACBR était de se pencher sur les quatre composantes liées au chauffage au bois résidentiel dans le cadre des standards pancanadiens. En 2002, le GTIACBR a dirigé un atelier à l'intention des parties intéressées afin de déterminer les options qui permettraient de réduire les émissions des appareils de chauffage au bois résidentiel. Cet atelier représentait la première consultation nationale au Canada sur ces appareils (GTIACBR, 2003). Les participants étaient généralement d'accord avec l'idée voulant qu'une campagne d'éducation du public allait de pair avec un programme d'échange (l'un appuie et renforce l'autre) et que ces mesures auraient des répercussions plus importantes si un règlement accompagnait leur mise en œuvre (diverses opinions ont toutefois été exprimées quant à la compétence législative qui devait être chargée d'élaborer un tel règlement). En ce qui concerne les étapes subséquentes, les participants à l'atelier s'entendaient généralement pour dire que le GTIACBR devrait créer des groupes de travail formés d'intervenants multiples qui se pencheraient sur les composantes et un groupe consultatif principal qui fournirait une orientation stratégique et des conseils sur le processus de consultation.

Depuis le premier atelier du GTIACBR, le CCME a commandé une étude de faisabilité sur un programme national d'éducation et d'échange visant à réduire les émissions provenant du chauffage au bois résidentiel. Cette étude comportait deux objectifs : (1) évaluer si la mise sur pied de programmes d'échange seuls, de campagnes d'éducation seules ou des deux ensembles seraient plus efficaces pour réduire les émissions de $MP_{2,5}$ provenant de la combustion résidentielle de bois et (2) évaluer la faisabilité d'un programme national d'éducation et d'échange (CCME, 2004). Dans cette étude, 12 programmes d'échange de poêles à bois et campagnes d'éducation de différentes régions du Canada ont été examinés (voir le tableau 4). L'une des conclusions clés de cette étude est que même si les campagnes d'éducation servent à sensibiliser davantage le public à cette question, elles ne suffisent pas à provoquer des changements de comportement à l'égard de l'utilisation des appareils de chauffage au bois. L'étude a aussi déterminé qu'il existait des obstacles considérables à l'efficacité des programmes d'échange d'appareils de chauffage au bois, soit le coût des appareils évolués et la longue durée de vie utile des appareils traditionnels. Les programmes d'échange qui auraient les meilleurs taux de succès seraient ceux combinant des stratégies qui ciblent la motivation individuelle, éliminent les obstacles aux changements de comportement, offrent des incitatifs et sont appuyés par une campagne d'éducation. La réglementation a été jugée comme représentant l'approche la plus efficace pour mettre fin à la vente au détail des poêles traditionnels et on a recommandé qu'un programme national d'échange ne soit pas entrepris sans cette mesure.

Comme autre mesure prise à l'égard d'une des composantes clés relatives aux standards pancanadiens, le GTIACBR a publié un document intitulé *Règlement municipal type pour réglementer les appareils de chauffage au bois*, lequel constitue un outil pour aider les communautés à régler les problèmes de qualité de l'air dus à la combustion résidentielle de bois (Environnement Canada, 2006). Ce document peut servir aux municipalités qui souhaitent élaborer et mettre en place un règlement municipal sur les appareils de chauffage au bois. Il renferme des renseignements sur sept stratégies de contrôle possibles qui font partie du règlement municipal type et qui soit précisent des limites relatives aux émissions totales, soit fournissent des incitatifs (ou imposent des mesures dissuasives) afin de limiter les émissions provenant des appareils de chauffage au bois (voir le tableau 5). Le document du GTIACBR contient aussi une liste non exhaustive des ressorts du Canada (et des États-Unis) qui ont mis en œuvre de telles stratégies. D'autres renseignements complémentaires sont fournis sur les stratégies qui ne comportent pas de réductions d'émissions quantifiables, comme celles liées à l'éducation du public. On peut utiliser une ou plusieurs de ces stratégies pour s'attaquer aux problèmes de qualité de l'air, selon les pouvoirs délégués par la province ou le territoire où est située la municipalité.

Outre ces mesures à l'échelle nationale, on dispose de peu de renseignements sur les mesures récentes en matière d'intervention et d'éducation du public mises en œuvre dans les provinces

canadiennes. Par exemple, la Colombie-Britannique a mis en vigueur, du 1^{er} mars 2009 au 30 avril 2009, un programme d'échange de poêles à bois afin d'encourager les résidents à échanger leur vieux poêle contre un appareil à faibles émissions, comme un appareil au gaz, un poêle à granules ou un poêle à bois ou un appareil encastrable à combustion propre certifié EPA (États-Unis) (BC Ministry of Environment, 2009). Dans le cadre de ce programme, on offrait des réductions et des remises afin de promouvoir l'échange d'appareils et on a distribué des dépliants éducatifs afin d'aider les résidents à utiliser efficacement leur appareil de chauffage au bois et à réduire leurs émissions. Le Ministry of Environment (Ministère de l'Environnement) de la Colombie-Britannique a aussi entrepris récemment une étude sur l'échange de poêles à bois (appelée *WEST*) dans le Bulkley Valley Lakes District. Celle-ci s'inscrit dans le cadre de son plan de gestion de la qualité de l'air dans ce bassin atmosphérique et a pour objectif le remplacement de tous les poêles non certifiés dans cinq collectivités (Terrace, Telkwa, Smithers, Houston et Burns Lake) d'ici 2010 (UBC, 2009). L'étude comprend l'évaluation des tendances temporelles relatives à l'exposition à l'aide de données du réseau de surveillance, de surveillants sur les lieux, de surveillance mobile et de surveillance spatiale comparées aux données administratives sur la santé (p. ex., visites aux cliniques externes, hospitalisations, absences à l'école).

Tableau 4 : Liste partielle des programmes d'échange de poêles à bois au Canada
(adaptation du CCME, 2004)

Municipalité	Approche	Durée	Budget par collectivité	Incidatifs offerts	Répercussions du programme	
					Qualitatives	Quantitatives
Programme d'échange de la C.-B. (1995)	Échange	Une saison : du 1 ^{er} avril au 15 mai	7 463 \$ par collectivité	Rabais au comptant de 50 \$ à 200 \$; programme Enviroloan	208 réponses au numéro 1 800	196 échanges; réduction estimée de 11 220 grammes de particules par heure (calculée, non mesurée)
Nouvelle-Écosse (1997)	Échange et éducation	Une saison : du 3 au 10 sept.	21 950 \$ en argent et 27 635 \$ en nature à plus de 100 000 ménages	150 \$ en argent	1 000 demandes d'information au numéro 1 800	120 poêles échangés; 72 recyclés; réduction estimée de 3 960 g/h (calculée, non mesurée)
Nouveau-Brunswick (1997)	Échange et éducation	Une saison : du 3 sept. au 15 oct.	Budget non connu	Moins de 250 \$	200 participants aux cliniques d'analyse de l'humidité ; 900 appels au numéro 1 800	112 poêles échangés; réduction estimée de 6 160 g/h des MP (calculée, non mesurée)
Projet ALAP, Québec (2001)	Échange et éducation	Une saison : trois semaines à l'automne	1 097 \$ par collectivité	Remise de 210 \$ à 300 \$	175 000 dépliants; 2 600 affiches; 2 000 guides d'utilisation	68 poêles échangés; réduction estimée de 3 855 g/h des MP (calculée, non mesurée)
La grande campagne d'échange des poêles à bois de l'est de l'Ontario	Échange et éducation	Huit semaines à partir de janvier	10 875 \$ par collectivité	Remise de 150 \$ à l'échange	Huit ateliers publics; total de 500 participants	83 poêles échangés; 28 encastrables; réduction estimée de 6365 g/h des MP (calculée, non mesurée)
Campagne <i>Raviver la flamme</i> (2000)	Campagne d'éducation	Une saison, à l'automne	65 000 \$	Aucun	Documentation offerte aux points de vente	Non connu
Campagne d'échange et de sensibilisation de la baie Georgienne (2001)	Échange et éducation	Neuf semaines à partir de la fin février	33 267 \$ par région	Rabais de 125 \$ à l'échange	12 ateliers (total de 1 210 participants)	85 poêles à bois; réduction estimée de 4 675 g/h des MP (calculée, non mesurée)
Collectivités des Premières nations de l'Ontario (2002-2003)	Campagne d'éducation	Non connu	Non connu	Aucun	14 ateliers (total de 171 participants)	Non connu
Programme d'échange de poêles à bois de l'Okanagan (2003)	Échange et éducation	Six semaines à partir du début de février	13 000 \$ en argent et 5 000 \$ en nature	Réduction de 15 % à l'échange (jusqu'à concurrence de 500 \$)	3 ateliers (total de 214 participants)	190 poêles à bois; réduction estimée de 7 725 g/h des MP (calculée, non mesurée)
Démonstration de techniques efficaces de chauffage au bois de Whitehorse*	Démonstration	Neufs périodes d'échantillonnage des émissions de MP sur une semaine	Non connu	Aucun	14 ménages ont réduit leurs émissions en utilisant de meilleures techniques de chauffage au bois	8 échanges
Chauffage au bois : soyons responsables!	Échange et éducation	De janvier à mars 2002	161 548 \$ en argent et 381 627 \$ en nature	Divers	6 940 participants (visites à domicile et ateliers)	223 échanges

*On a exclu de l'analyse la démonstration des techniques de chauffage au bois de Whitehorse parce qu'il a été déterminé qu'elle constituait une étude scientifique et non un programme d'échange ou d'éducation.

Tableau 5 : Renseignements complémentaires relatifs aux stratégies de contrôle - règlement municipal type
(source : adaptation d'EC, 2006)

Stratégie	Description	Avantages	Inconvénients	Utilisation au Canada
Interdiction de certains combustibles	Le règlement interdirait l'utilisation des combustibles suivants dans un appareil de chauffage au bois : bois humide ou non séché, déchets, bois traité, produits en plastique, produits en caoutchouc, huile usée, peinture, solvants, charbon, papiers glacés ou colorés, panneaux de particules, bois de grève imprégné de sel.	Favorise l'adoption de pratiques exemplaires pour l'utilisation du bois et réduira les émissions, mêmes celles des vieux appareils.	Requiert l'éducation du public et la mise en œuvre adéquate de la mesure.	Prince George, C.-B.; North Saanich, C.-B.; district régional du Grand Vancouver, C.-B.
Installation d'appareils de chauffage au bois Option A) Tous les appareils (certifiés, avec ou sans exceptions) Option B) Nouvelle construction (mode de chauffage auxiliaire, avec ou sans exceptions) Option C) Interdiction totale	Option A : interdiction d'installer un appareil de chauffage au bois qui ne répond pas à la norme canadienne CSA ou à la norme américaine EPA (exceptions possibles pour les foyers décoratifs p. ex.); option B : la structure de toute nouvelle construction devrait contenir un mode de chauffage auxiliaire (gaz naturel, propane, électricité ou mazout) avec exceptions possibles (systèmes qui produisent de faibles émissions); option C : interdiction totale.	Encourage la fabrication et la vente d'appareils plus efficaces, application et suivi faciles par l'entremise des permis de construire; amenuise les préoccupations futures quant à la qualité de l'air.	Le retour des vieux appareils se fait lentement, les vieux appareils peuvent toujours être utilisés ailleurs et cette mesure ne règle pas les problèmes actuels liés aux vieux appareils.	Option A seulement : Prince George, C.-B.; Quesnel, C.-B.; Whitehorse, Yukon; district régional du Grand Vancouver, C.-B.; Comox, C.-B.
Enlèvement d'appareils non certifiés Option A) Programme d'enlèvement (échange) Option B) Délai Option C) Préalablement à la vente ou au transfert d'immeubles	Option A : établissement d'un programme d'enlèvement volontaire des appareils de chauffage au bois non certifiés qui pourrait comprendre des incitatifs liés à la conservation de l'énergie et à l'amélioration de la qualité de l'air; option B : obligation d'enlever ou de rendre définitivement inutilisables tous les appareils de chauffage au bois non certifiés à une date fixe; option C : obligation de remplacer, d'enlever ou de rendre définitivement inutilisables tous les appareils de chauffage au bois existants non certifiés avant la vente ou le transfert d'un immeuble.	Pourrait éliminer la nécessité d'autres mesures réglementaires (option A); réduction directe des émissions.	Efficacité limitée de la mesure parce que volontaire et ressources nécessaires pour élaborer et administrer le programme (option A); coûts substantiels pour les propriétaires et nécessité d'un vaste programme d'application (options B et C).	Option A seulement : Okanagan centre, C.-B.; Columbia-Kootenay, C.-B.
Interdiction de chauffage au bois certains jours Option A) Restriction volontaire (appareils non certifiés ou tous les appareils) Option B) Restriction obligatoire (appareils non certifiés ou tous les appareils)	Option A : restriction volontaire de l'utilisation des appareils de chauffage au bois ou des appareils non certifiés lorsqu'on prévoit que les conditions de la région pourraient causer une pollution atmosphérique; option B : interdiction de tous les appareils de chauffage au bois ou des appareils non certifiés pendant les périodes où la qualité de l'air est très mauvaise.	Peu de temps et d'efforts requis pour la mise en œuvre (option A); message clair selon lequel les appareils certifiés sont meilleurs et peuvent réduire substantiellement les émissions les jours où la qualité de l'air est mauvaise (option B).	Efficacité limitée de la mesure parce que volontaire (option A); application et suivi nécessaires (option B).	Option B seulement : Whitehorse, Yukon; Prince George, C.-B.;
Nuisance	Selon le règlement, les feux dans les appareils de chauffage au bois devraient être entretenus de manière à ne pas causer une nuisance pendant plus de deux minutes de suite, sauf pendant une période de trente minutes suivant le démarrage ou la réalimentation de l'appareil.)	Peut servir d'outil pédagogique et offre un recours aux voisins qui subissent la nuisance.	Coûts de mise en œuvre.	Okanagan centre, C.-B.
Opacité	Selon le règlement, aucune personne possédant ou utilisant un appareil de chauffage au bois ne doit en aucun moment causer, permettre ou rejeter des émissions provenant d'un tel appareil qui ont une opacité supérieure à 20 % (l'opacité signifie le degré auquel les émissions produites obscurcissent la vue d'un objet en arrière-plan).	Mesure objective de la pollution.	Personnel qualifié requis pour effectuer la mesure; mesure coûteuse en temps.	Whitehorse, Yukon; North Saanich, C.-B.; district régional du Grand Vancouver, C.-B.
Appareils de chauffage extérieur à combustible solide	Règlement qui régit et contrôle l'installation et l'utilisation des appareils de chauffage extérieur à combustible solide.	Application et suivi faciles par l'entremise des permis de construire; amenuise les préoccupations futures quant à la qualité de l'air.	Ne règle pas les problèmes causés par les vieux appareils.	S.O.

Tableau 6. Sommaire des règlements municipaux relatifs au code du bâtiment et aux appareils de chauffage au bois en Colombie-Britannique
(source : Alderson, 2007)

Communautés	N ^{bre} total de communautés	N ^{bre} de règl. - appareils de chauffage au bois	N ^{bre} de règl. - code du bâtiment	Communauté ayant des règl.
Grandes villes	48	16	2	38 %
Districts	52	3	2	10 %
Villes de taille moyenne	15	5	5	67 %
Villages	42	3	1	10 %
Districts régionaux	28	3	2	18 %
Total	185	30	12	23 %

Alderson, 2007

appareils de chauffage au bois d'après un sondage mené dans tous les districts régionaux et dans les municipalités constituées en corporation (185) entre janvier et avril 2007 (Alderson, 2007). Selon ce sondage, diverses communautés de la Colombie-Britannique avaient au total 30 règlements municipaux sur les appareils de chauffage au bois et 12 règlements municipaux relatifs au code du bâtiment qui renfermaient des modalités sur ces appareils (voir le tableau 6). Le sondage a révélé qu'une approche commune de la réglementation des appareils de chauffage au bois dans cette région consistait à garantir que les nouveaux poêles soient certifiés par la CSA ou l'EPA des États-Unis, et que certaines communautés (p. ex., Burns Lake, Houston, Smithers) avaient fixé des dates pour l'enlèvement des poêles à bois non homologués. Les résultats du sondage ont également démontré qu'en Colombie-Britannique, on a adopté beaucoup plus de règlements municipaux sur le brûlage en plein air que sur les appareils de chauffage au bois ou le fonctionnement au ralenti des véhicules, peut-être parce que les règlements sur le brûlage en plein air ont traditionnellement été adoptés d'abord pour prévenir les incendies plutôt qu'en tant que mesure de protection de la qualité de l'air. Les modalités de chaque règlement municipal sont annexées au rapport original (et ne sont pas résumées ici). À l'échelle locale, les renseignements disponibles suggèrent également que diverses municipalités canadiennes ont mis sur pied une gamme d'interventions (p. ex., interdiction du chauffage au bois résidentiel). Cependant, on ne trouve pas facilement ces renseignements dans la documentation publiée ni auprès des autorités de santé publique, et il faudrait effectuer une enquête approfondie auprès des municipalités pour obtenir un sommaire complet des interventions liées au chauffage au bois à l'échelle locale.

Malgré l'adoption de différentes stratégies d'intervention liées au chauffage au bois résidentiel au Canada, on a peu cherché à évaluer leur efficacité et la plupart des programmes ne comportent pas de volet d'évaluation. Par exemple, la revue de la documentation du CCME (2004) de 12 programmes d'échange de poêles à bois du Canada révèle qu'aucune des campagnes d'éducation n'incluait un suivi; pour cette raison, il était impossible de savoir dans quelle mesure ces campagnes réussissaient à modifier les comportements du public. Dans les efforts qu'il a déployés pour évaluer d'autres programmes d'échange et campagnes d'éducation, le CCME (2004) a aussi utilisé des paramètres qualitatifs ou peu informatifs, comme le nombre de

En outre, la Colombie-Britannique a créé un inventaire des règlements municipaux sur la qualité de l'air visant le fonctionnement au ralenti des véhicules, le brûlage en plein air et les

personnes jointes par téléphone, la quantité de documents distribués, le nombre de participants aux ateliers ou le nombre d'appareils échangés. Bien que la revue de la documentation du CCME (2004) visait à quantifier les réductions d'émissions prévues de chaque programme d'échange, les estimations étaient fondées sur des calculs simples (p. ex., le nombre d'échanges multiplié par les émissions estimées d'après l'hypothèse que les vieux appareils dégagent 60 g/h de MP et que les nouveaux appareils certifiés dégagent 5 g/h de MP) et elles n'ont pas été vérifiées au moyen de données réelles ou de mesures sur le terrain. De plus, ces paramètres ne tiennent pas nécessairement compte des résultats finaux qui sont d'intérêt, tels que la réduction des niveaux de contaminants atmosphériques, l'exposition du public ou les effets néfastes sur la santé. Dans le récent sondage sur les règlements municipaux relatifs à la qualité de l'air en Colombie-Britannique, on a recommandé que les études futures évaluent l'efficacité de ces règlements, étant donné que quelques municipalités ne les ont jamais appliqués en raison de la petite taille de leur communauté et de l'insuffisance des ressources disponibles (Alderson, 2007).

Seules quelques études ayant évalué spécifiquement (ou étant en train de le faire) l'efficacité des interventions liées au chauffage au bois résidentiel au Canada à l'aide de différents paramètres ont été relevées. Par exemple, une étude sur la répartition des sources menée à Golden, Colombie-Britannique, a constaté que la contribution du chauffage au bois aux niveaux de MP ambiants avait été quatre fois moins importante en 2006 que l'année précédente, ce qui, selon une hypothèse des auteurs de l'étude, pouvait être attribuable à l'introduction d'un certain nombre de programmes d'échange de poêles à bois durant cette période (Jeong et al., 2008). Plus précisément, les auteurs soulignent que les rapports sur le chauffage au bois résidentiel en Colombie-Britannique indiquaient que le pourcentage de ménages utilisant un foyer était passé de 15 % en 2003 à 2 % en 2006, tandis que l'utilisation d'appareils évolués et de poêles à bois traditionnels était passée de 25 % et 29 % à 41 % et 32 % respectivement dans la région de Golden. Cette étude n'a toutefois pas mesuré les niveaux de pollution de l'air à l'intérieur pendant cette période; on ne peut donc pas évaluer dans quelle mesure les concentrations de contaminants à l'intérieur ou l'exposition individuelle avaient changé d'après ces données. Une étude sur l'infiltration à l'intérieur menée à Prince George, Colombie-Britannique, a quant à elle démontré que le fait de rester à l'intérieur combiné à l'utilisation d'un épurateur d'air (p. ex., un filtre HEPA) réduisait l'exposition aux MP_{2,5} provenant de la fumée de bois associée au chauffage au bois résidentiel (Barn et al., 2008). De plus, dans le cadre de l'étude WEST, qui consistait en une série de projets liés entre eux en Colombie-Britannique, des mesures des contaminants atmosphériques ont été recueillies dans des maisons choisies à Smithers et à Telkwa avant et après l'échange d'appareils afin de pouvoir évaluer les répercussions du remplacement d'un poêle sur la qualité de l'air intérieur (Allen et al., 2009). Les résultats préliminaires indiquent une diminution considérable des niveaux de lévoglucosane (un produit de la combustion de cellulose souvent utilisé comme élément indicateur de la fumée de bois) à

l'extérieur, mais ne donnent aucune preuve d'un changement significatif des niveaux de $MP_{2,5}$ à l'intérieur par suite du programme d'échange. Les auteurs de l'étude ont conclu que même si les $MP_{2,5}$ à l'extérieur proviennent de la fumée de bois, l'infiltration est relativement faible et les niveaux de $MP_{2,5}$ à l'intérieur sont largement imputables à d'autres sources.

L'un des programmes d'évaluation les plus complets à ce jour relevé dans la documentation concerne une étude menée aux États-Unis par l'Université du Montana (HPBA, 2008). Celle-ci a conclu que la fumée de bois avait contribué pour approximativement 80 % des niveaux de $MP_{2,5}$ ambiants à Libby, Montana, durant l'hiver 2003-2004, mais qu'à la suite d'un vaste programme d'échange en deux étapes accompagné d'une surveillance de la qualité de l'air avant et après, des réductions considérables des $MP_{2,5}$ avaient été enregistrées tant dans l'air intérieur qu'extérieur. En 2007, les niveaux moyens de $MP_{2,5}$ durant l'hiver avaient diminué de près de 30 % à l'extérieur et de plus de 70 % à l'intérieur des habitations qui possédaient un nouveau poêle à bois certifié EPA (Ward et Noonan, 2008). Il est intéressant de noter que ces conclusions contrastent avec celles de Allen et al. (2009) mentionnées précédemment selon lesquelles les réductions des niveaux de $MP_{2,5}$ ambiants ne s'étaient pas traduites par des réductions correspondantes des niveaux de $MP_{2,5}$ dans l'air intérieur, peut-être en raison de différences dans les ratios d'infiltration de l'air à l'intérieur, dans le nombre de poêles à bois échangés, dans l'installation des poêles, dans leur utilisation ou d'autres facteurs. En outre, l'EPA des États-Unis fournit aux représentants officiels locaux et étatiques des lignes directrices, qui remontent toutefois à 1989, concernant les mesures les plus appropriées pour contrôler les émissions provenant de la combustion résidentielle du bois. En général, on recommande des mesures dont on peut facilement veiller à l'exécution et qui entraînent des réductions d'émissions à long terme plutôt que des mesures fondées sur la bonne volonté de la communauté ou qui offrent uniquement une solution temporaire. Plus précisément, les lignes directrices recommandent le recours aux mesures de contrôle suivantes énumérées par ordre d'importance : (1) les mesures qui favorisent l'adoption d'un autre combustible ou la conservation; (2) les mesures qui entraînent une amélioration du rendement de la combustion au moyen de technologies évoluées; (3) les mesures qui permettent des réductions d'émissions temporaires comme durant les périodes de réduction de la consommation et (4) les mesures fondées sur la sensibilisation du public et sa coopération (moins souhaitables).

5.2 Entrevues menées auprès d'autorités sanitaires canadiennes

Afin d'en savoir davantage sur les connaissances et les opinions des praticiens de la santé au sujet du chauffage au bois résidentiel et des stratégies d'intervention au Canada, nous avons interviewé des représentants de 21 bureaux de santé régionaux et provinciaux du Canada, y compris plusieurs organisations environnementales (voir l'annexe 1). Au moins un praticien de la santé a été interviewé dans chaque province et territoire, à l'exception de la Nouvelle-Écosse

et du Nunavut. De manière conforme au protocole d'entrevue, notre échantillon comportait un nombre plus élevé de représentants dans les provinces les plus peuplées (Colombie-Britannique, Ontario, Québec). Puisque la plupart des personnes avec lesquelles nous avons communiqué n'avaient pas de données précises à fournir pour appuyer leurs observations générales, nous traitons plutôt des principales conclusions de ces entrevues sous un angle qualitatif.

La plupart des praticiens que nous avons interviewés n'avaient qu'une idée générale de la nature et de l'étendue de l'utilisation des appareils de chauffage au bois dans leur province ou leur région étant donné que la collecte de ce type de renseignements n'est pas considérée comme relevant du mandat des agences de santé publique. En général, les praticiens sont d'avis que le chauffage au bois résidentiel est plus fréquent dans les régions rurales (où le bois est souvent utilisé comme source de chaleur primaire ou secondaire) que dans les régions urbaines (où le bois a plutôt une fonction esthétique ou décorative). Comme on peut s'y attendre, ils croient également que le chauffage au bois est plus courant durant les mois d'hiver, soit généralement de novembre à mars, mais plus longtemps dans les régions plus froides. Ils croient que les ménages utilisent un appareil de chauffage au bois uniquement quand une personne est à la maison, que ce soit pendant le jour ou en soirée, et on estime que leur utilisation varie entre une fois par semaine (p. ex., si l'appareil est utilisé exclusivement pour des raisons esthétiques) et chaque jour durant l'hiver (p. ex., lorsque l'appareil est la principale source de chaleur).

Les praticiens interviewés avaient peu de connaissances au sujet des appareils de chauffage au bois qu'utilisent actuellement les résidents de leur région ou de leur province, mais la plupart étaient d'avis qu'il s'agissait probablement de vieux appareils traditionnels plutôt que d'appareils certifiés CSA/EPA à technologie évoluée, surtout dans les régions rurales ou les vieilles maisons (ils croyaient en revanche que les nouvelles habitations possédaient des appareils certifiés ou d'autres sources de chaleur en raison des exigences des codes du bâtiment). Les raisons les plus souvent citées de l'utilisation du bois par les ménages canadiens comme source de chaleur incluaient des perceptions quant aux économies de coût (particulièrement dans les régions rurales), la fiabilité (souvent associée aux craintes d'interruption des services d'utilité publique), la disponibilité (forêts abondantes ou bois des forêts en déclin, comme le bois endommagé par le dendroctone du pin ponderosa) et l'esthétique. À l'exception de deux agences de santé publique, aucune des agences avec lesquelles nous avons communiqué ne participait à la surveillance des niveaux ambiants de contaminants dans leur région ou leur province (on croyait que cela relevait du ministère responsable de l'environnement). Cependant, certains praticiens de la santé ont indiqué qu'ils analysaient et utilisaient ces données de surveillance sur celles-ci pour leur évaluation globale de la qualité de l'air, bien qu'ils ne croyaient pas qu'il soit possible de répartir ces données selon les différentes sources, comme la combustion résidentielle de bois. Une agence de santé a indiqué qu'elle avait récemment commencé à utiliser des gros moniteurs mobiles afin de déterminer si la combustion résidentielle du bois avait une incidence sur les

niveaux ambiants de $MP_{2,5}$ dans certaines régions, tandis qu'une autre agence de santé a récemment effectué une étude pilote afin d'analyser les niveaux de $MP_{2,5}$ pendant les périodes actives de combustion du bois dans une communauté particulière. Jusqu'à présent, ces données n'ont pas indiqué que la combustion de bois causait une détérioration de la qualité de l'air, peut-être en raison du climat doux (c.-à-d., peu d'inversions de température).

Lorsqu'on a demandé aux praticiens si leur agence avait observé des répercussions sur la qualité de l'air attribuables à la combustion résidentielle du bois, bon nombre d'entre eux ont mentionné que la combustion du bois occasionnait uniquement un problème très localisé (p. ex., dans les régions propices aux inversions), qu'elle n'affectait pas la qualité générale de l'air ambiant et qu'elle ne posait pas de problème au niveau du bassin atmosphérique. Dans ce contexte, certains praticiens ont indiqué que la combustion résidentielle du bois avait affecté la qualité de l'air local dans leur région ou leur province en se basant sur un petit nombre de plaintes de « nuisance » reçues de résidents au sujet de la fumée de bois provenant d'habitations du voisinage. Plusieurs praticiens ont indiqué que ces plaintes avaient été plus fréquentes quelques années auparavant lorsque les prix du gaz étaient élevés et les inversions de température plus courantes, mais qu'elles avaient diminué au cours des dernières années (d'autres ont toutefois remarqué une augmentation des plaintes au cours des dernières années). Lorsqu'une agence reçoit une plainte de cette nature, elle dirige l'auteur de la plainte vers une municipalité locale (p. ex., afin de déterminer si l'appareil a été installé conformément aux codes et aux règlements municipaux en vigueur) ou elle envoie sur les lieux un inspecteur de la santé afin de déterminer s'il y a un problème de santé publique. Celui-ci tente généralement de désamorcer la situation en encourageant les voisins à adopter de meilleures pratiques de chauffage au bois ou à se procurer un appareil certifié. Aucune des agences de santé avec lesquelles nous avons communiqué n'a tenté de faire des liens entre les problèmes de santé possibles (p. ex., les admissions à l'hôpital) et l'exposition à la fumée de bois, et la plupart des praticiens de la santé ont affirmé avoir reçu peu de plaintes au sujet des effets sur la santé attribuables à la fumée de bois provenant de la combustion résidentielle du bois. La presque totalité des praticiens de la santé interviewés ont indiqué que la combustion résidentielle du bois ne constituait pas pour eux une question préoccupante ni une question prioritaire pour l'agence (et que l'attention portée à ce sujet découlait principalement de problèmes de nuisance ou de plaintes). Seuls quelques praticiens de la santé ont déclaré qu'ils estimaient que la combustion résidentielle du bois représentait un problème de santé publique dans leur région ou leur province et que leur agence devait se pencher davantage sur cette question ou s'apprêter à le faire. Globalement, très peu de praticiens de la santé ont participé aux campagnes d'éducation du public ou aux stratégies d'intervention liées au chauffage au bois mises en œuvre dans leur région ou leur province, ou ailleurs ou connaissent l'existence de ces programmes et stratégies. Les agences de santé qui y ont pris part l'ont généralement fait sous forme de soutien aux campagnes d'éducation (p. ex., en distribuant

des dépliants, en organisant des séances d'information et en parrainant des salons professionnels), de programmes d'échange de poêles à bois et d'aide aux administrations locales relativement à l'application de règlements municipaux. Il semble toutefois qu'on n'ait pas cherché à évaluer l'efficacité de ces programmes et plusieurs praticiens de la santé ne croyaient pas que les approches de sensibilisation passive (p. ex., distribution de dépliants) sont efficaces en soi.

La plupart des praticiens de la santé ont indiqué qu'ils n'envisageaient pas actuellement la mise en œuvre de programmes d'éducation ou d'intervention liés au chauffage au bois pour l'avenir, à moins que la question devienne prioritaire pour l'agence et qu'il y ait un budget pour ce faire (quelques agences ont mentionné qu'elles envisageaient de s'occuper davantage de cette question). En outre, beaucoup de praticiens ont mentionné qu'ils avaient peu de pouvoirs pour réglementer ou interdire l'utilisation d'appareils de chauffage au bois, à moins de pouvoir prouver qu'ils constituent une nuisance ou représentent un risque pour la santé aux termes des lois provinciales existantes (p. ex., une loi sur la santé publique), ce qui nécessiterait d'établir qu'il y a une perte de jouissance ou des effets sur la santé. Certains praticiens ont aussi indiqué que les restrictions liées au chauffage au bois ne devraient s'appliquer qu'à l'échelle municipale, tandis que d'autres estimaient que de telles restrictions ne sont pas politiquement faisables ou qu'elles sont difficiles à appliquer dans les régions rurales où le chauffage au bois fait partie de la vie.

En ce qui concerne les perceptions quant aux lacunes dans les données et les besoins en matière d'information, plusieurs praticiens ont déclaré que puisque leur agence ne considérait pas cette question prioritaire, il n'avaient pas de besoins sur le plan des données. La majorité d'entre eux ont toutefois mentionné qu'ils souhaiteraient avoir plus de ce qui suit : (1) des statistiques sur l'utilisation des appareils de chauffage au bois (appareils traditionnels par rapport aux appareils évolués) dans différentes provinces et régions et des conseils sur les meilleures pratiques; (2) des données sur la surveillance de l'air (ambiant et intérieur) et des critères pratiques pour évaluer la signification des mesures sur le plan de la santé; (3) des données relatives aux effets sur la santé associés à l'exposition à la fumée de bois et de l'information sur la question de savoir si le chauffage au bois est considéré comme un problème de santé publique dans d'autres régions ou provinces; (4) des renseignements sur les mesures prises par d'autres organisations du Canada pour régler les problèmes de combustion résidentielle du bois et sur celles qui ont été les plus efficaces et (5) un sommaire des mesures législatives existantes (p. ex., règlements municipaux) relatives au chauffage au bois dans différentes régions et provinces. Plusieurs praticiens ont indiqué que s'ils avaient plus de renseignements ou de données scientifiques sur des questions précises liées à la fumée de bois (p. ex., les effets sur la santé, les programmes d'intervention efficaces) ou des lignes directrices provinciales précises, ils envisageraient d'élaborer des stratégies d'intervention dans leur propre région.

Plusieurs autres entrevues ont également été menées avec des représentants d'organismes environnementaux et de santé nationaux qui connaissent bien les questions liées aux appareils de chauffage au bois au Canada (p. ex., Environnement Canada, Ministry of Healthy Living and Sports (Ministère du Mode de vie sain et des Sports) de la C.-B., Metro Vancouver). Selon une ou plusieurs des personnes interviewées, les émissions provenant des appareils de chauffage au bois constituent surtout un problème dans les régions densément peuplées où les membres de la communauté se plaignent de la fumée de bois qui occasionne des problèmes respiratoires ou d'asthme. Les programmes d'éducation ou d'échange peuvent aussi être difficiles à mettre en œuvre parce que le public ne sait pas ou ne croit pas que les émissions de fumée de bois ont des répercussions sur la santé (principalement parce que le chauffage au bois est très courant et représente une pratique de longue date et qu'on se méfie des messages transmis par les représentants de la santé). C'est pourquoi certaines municipalités ne mettent plus l'accent sur les préoccupations liées à la santé, mais encouragent les résidents à être de bons voisins et insistent sur les avantages financiers. Les règlements municipaux peuvent contribuer à limiter l'utilisation d'appareils de chauffage au bois, particulièrement les règlements sur l'opacité, aux termes desquels on peut facilement mesurer les niveaux de fumée et établir des limites à leur égard, mais l'efficacité de la plupart des règlements est difficile à estimer parce qu'ils ont tendance à ne porter que sur le type d'appareil ou son installation.

6.0 Conclusions

D'après notre revue de la documentation disponible et les entrevues que nous avons menées auprès d'autorités sanitaires canadiennes, le chauffage au bois résidentiel semble être une pratique courante et acceptée dans un grand nombre de régions du Canada, et l'utilisation du bois comme source de chaleur primaire ou secondaire est peut-être en hausse en raison d'une variété de facteurs (p. ex., coûts plus élevés de chauffage, mesure de rechange en cas de panne d'électricité, désir de promouvoir des ressources renouvelables). Toutefois, l'utilisation continue d'appareils de chauffage au bois peut avoir des répercussions négatives sur la qualité de l'air local, ce qui peut nuire à la capacité des provinces d'atteindre leurs objectifs en matière de qualité de l'air, comme ceux des nouveaux standards pancanadiens relatifs aux $MP_{2,5}$. Bien que les nouvelles technologies évoluées produisent moins d'émissions que les anciennes technologies non conformes et qu'on s'attende à ce que leur utilisation réduise les niveaux de contaminants ambiants, on en sait peu sur le degré d'exposition du public à la fumée de bois, particulièrement à l'intérieur où les gens passent la majeure partie de leur temps. D'après des données probantes, l'exposition à la fumée de bois ou à ses constituants est associée à une gamme d'effets et de symptômes liés à la santé respiratoire, particulièrement chez les enfants.

Les organismes gouvernementaux canadiens ont pris certaines mesures pour régler les problèmes de qualité de l'air et de santé liés à la combustion résidentielle du bois par l'intermédiaire de

campagnes d'éducation du public et de programmes d'intervention. La plupart des stratégies d'intervention ont mis l'accent sur une plus grande sensibilisation du public à l'égard des bonnes pratiques de chauffage au bois (p. ex., utilisation de bois propre, sec et non traité) et ont offert des incitatifs aux propriétaires afin qu'ils remplacent leur vieil appareil de chauffage au bois par un appareil plus évolué (programmes d'échange). Cependant, l'attitude et les perceptions du public peuvent constituer un obstacle important au changement du fait que les utilisateurs d'appareils de chauffage au bois perçoivent souvent beaucoup moins de risques associés à la fumée de bois et appuient moins les politiques de contrôle de la fumée de bois ou la modification des pratiques de chauffage au bois que ceux qui n'utilisent pas ces appareils. De plus, selon plusieurs autorités de santé publique du Canada, on perçoit la fumée de bois provenant du chauffage au bois résidentiel comme une nuisance publique plutôt que comme une menace pour la santé publique. Il se peut aussi que les praticiens de la santé locaux, régionaux et provinciaux méconnaissent les répercussions sur la qualité de l'air et les risques potentiels pour la santé qui sont associés au chauffage au bois résidentiel, qu'ils aient des renseignements limités sur les stratégies d'intervention ou peu de ressources disponibles pour traiter ces questions.

Même si on a mis en œuvre différentes stratégies d'intervention liées au chauffage au bois résidentiel au Canada, on a peu cherché à évaluer leur efficacité, et la plupart des programmes ne comportaient pas de volet d'évaluation (plusieurs études de cas sont toutefois en cours). En outre, dans les cas où une évaluation limitée a été faite, les paramètres utilisés ne rendent pas nécessairement compte des résultats finaux qui sont d'intérêt, tels que la réduction des niveaux de contaminants atmosphériques, l'exposition de la population ou les effets néfastes sur la santé. En raison de ces limites, nous ne pouvons pas évaluer quantitativement ni classer les différentes stratégies d'intervention qui ont été mises en œuvre au Canada.

Cependant, nous avons évalué qualitativement l'efficacité potentielle des stratégies d'intervention adoptées au Canada en nous fondant sur notre revue de la documentation disponible et nos entrevues menées auprès de certaines autorités sanitaires canadiennes (voir le tableau 7). Ces stratégies sont mentionnées et décrites en détail dans le document intitulé *Règlement municipal type pour réglementer les appareils de chauffage au bois* (Environment Canada, 2006). Le classement qualitatif que nous présentons ici reflète notre meilleur jugement de la capacité de chaque stratégie de réduire les émissions de fumée de bois ou l'exposition du public, mais des données supplémentaires seraient nécessaires pour l'appuyer. Nous concluons que les stratégies les plus efficaces sont probablement celles qui exigent l'enlèvement des appareils de chauffage au bois qui produisent le plus d'émissions (p. ex., anciens appareils non certifiés), tandis que les programmes de nature volontaire ou qui reposent entièrement sur des campagnes d'éducation du public ont peu de chances d'entraîner des améliorations considérables sur le plan de la santé publique. Globalement, la documentation suggère que les programmes d'échange qui combinent un incitatif économique (p. ex., une remise en espèces) et une

campagne d'éducation (p. ex., qui met l'accent sur les économies de coûts, les questions de nuisance et les effets sur la santé) sont sans doute les plus efficaces. L'adoption de mesures législatives à l'échelle nationale ou provinciale peut aussi donner lieu à l'adoption de politiques plus efficaces que des règlements municipaux disparates et incohérents.

Tableau 7 : Efficacité des stratégies d'intervention liées au chauffage au bois résidentiel

Stratégie ^A	Degré d'efficacité	Explication	Obstacles possibles
Sensibilisation, éducation et communication	Faible	Pourrait n'entraîner aucun changement de comportement.	Le public doit s'engager à participer aux efforts d'éducation.
Interdiction de certains combustibles	Faible	Ne permet qu'une faible réduction des émissions et ne règle pas le problème des vieux appareils.	Application difficile et risque de non-disponibilité de combustibles acceptables.
Nuisance	Faible	Est basée sur les plaintes et ne règle pas le problème des vieux appareils.	Les voisins pourraient hésiter à se plaindre.
Interdiction de chauffage au bois certains jours Option A) Restriction volontaire Option B) Restriction obligatoire	De faible à moyen	Réduction des émissions pendant les périodes critiques (surtout lorsqu'obligatoire), mais ne règle pas la question des vieux appareils.	Application difficile et risque de non-disponibilité d'autres sources de chaleur.
Opacité	De faible à moyen	Fournit une mesure quantitative de la fumée de bois, mais est basée sur les plaintes et ne règle pas le problème des vieux appareils.	Les voisins pourraient hésiter à se plaindre; analyses requises.
Installation d'appareils de chauffage au bois Option A) Tous les appareils Option B) Nouvelle construction Option C) Interdiction totale	Moyen	Réduction garantie des émissions, mais ne règle pas le problème des vieux appareils (qui contribuent le plus aux émissions totales).	Pas d'incitatif pour remplacer les vieux appareils, donc remplacement plus lent.
Appareils de chauffage extérieur à combustible solide	Moyen	Réduction garantie des émissions, mais ne règle pas le problème des vieux appareils (qui contribuent le plus aux émissions totales).	Pas d'incitatif pour remplacer les vieux appareils, donc remplacement plus lent.
Enlèvement d'appareils non certifiés Option A) Programme d'enlèvement (échange) Option B) Délai Option C) Avant la vente ou le transfert d'immeubles	Élevé	Relativement facile à mettre en œuvre et permet l'enlèvement des vieux appareils qui produisent les émissions les plus élevées.	Opposition possible du public, qui subirait aussi un fardeau financier.

^AD'après les stratégies mentionnées dans le document sur les règlements municipaux types (EC, 2006)

6.1 Lacunes au niveau des données et besoins en matière de recherche

Une importante conclusion de notre recherche concerne l'absence apparente de liens sur les plans des connaissances et de la coordination entre les divers paliers de gouvernement au Canada relativement aux risques pour la santé du chauffage au bois résidentiel et à la mise en œuvre de stratégies d'intervention liées au chauffage au bois. Il ressort clairement de la documentation publiée et des entrevues menées que les organismes environnementaux et de santé nationaux croient que le chauffage au bois résidentiel a des répercussions négatives sur la qualité de l'air et la santé publique, et que davantage de programmes d'éducation du public et d'interventions sont nécessaires pour régler ces questions. Certaines municipalités semblent aussi avoir adopté des règlements municipaux sur l'utilisation des appareils de chauffage au bois, bien que leur

adoption ait été dictée davantage par des motifs de nuisance que par des préoccupations liées à la santé. Cependant, des entrevues effectuées avec des praticiens de la santé d'un échantillon de bureaux de santé régionaux et provinciaux du Canada portent à croire que beaucoup des praticiens qui sont souvent responsables des activités d'éducation du public et de diffusion ne connaissent pas les risques potentiels pour la santé liés au chauffage au bois résidentiel et ne participent pas à l'élaboration ou à la mise en œuvre de stratégies d'intervention à cet égard. En fait, plusieurs praticiens de la santé ont indiqué qu'ils aimeraient en savoir plus sur l'exposition du public et les effets sur la santé de la fumée de bois et qu'ils envisageraient d'élaborer des stratégies d'intervention dans leur propre région s'ils disposaient de plus d'information ou de données scientifiques sur des questions précises relatives à la fumée de bois ou de lignes directrices provinciales spécifiques. Cette absence apparente de liens sur les plans des connaissances et de la coordination entre les divers paliers de gouvernement au Canada relativement au chauffage au bois résidentiel peut nuire au succès d'une vaste campagne de diffusion et d'intervention auprès du public. Il faut donc voir à y remédier.

En particulier, notre revue de la documentation disponible et nos entrevues auprès d'autorités sanitaires canadiennes nous ont permis de cerner plusieurs lacunes clés relatives aux données et aux renseignements. En les comblant, on pourrait permettre aux praticiens de la santé et aux responsables des politiques de mieux comprendre les risques potentiels pour la santé liés au chauffage au bois résidentiel et de mettre de l'avant les moyens les plus efficaces pour prévenir ou contrôler ces risques. Premièrement, même si on a déployé des efforts pour résumer les connaissances sur les émissions de fumée de bois et ses effets sur la santé et malgré les campagnes d'éducation du public et les stratégies d'intervention qui se sont déroulées récemment ou qui sont en cours au Canada, toute l'information à ce sujet est très fragmentée et se retrouve dans diverses publications, des sites Web et des rapports gouvernementaux. En l'absence d'une base de données centrale ou d'un centre d'échange qui réunit toute l'information pertinente sur ce sujet, qu'elle soit actuelle ou non, chaque autorité de santé serait forcée de consacrer du temps et des ressources à la compilation et à la synthèse de cette information de manière utile. Un système centralisé où l'on conserverait une collection complète de données et de renseignements fiables permettrait aux utilisateurs d'avoir facilement accès aux données scientifiques les plus récentes sur les émissions provenant du chauffage au bois ainsi que leurs effets sur la santé, ainsi que de connaître les documents éducatifs et les interventions que les différentes régions ou provinces ont élaborés ou mis en œuvre.

Deuxièmement, il ne semble y avoir aucun mécanisme en place qui permette aux praticiens de la santé ou aux responsables des politiques de divers paliers de gouvernement de partager, de discuter ou d'avoir accès facilement à des renseignements en « temps réel » sur les programmes d'intervention ou de diffusion dans le public. Ainsi, même si bon nombre de conclusions ou de leçons tirées de ces programmes finissent par être publiées dans la documentation examinée par

les pairs ou dans les rapports gouvernementaux, il faut attendre des mois ou des années avant que ces publications soient disponibles. Le fait de mettre en place des mécanismes qui permettent un plus grand dialogue entre les professionnels et un partage plus rapide de l'information pourrait être très utile aux praticiens de la santé et aux responsables des politiques qui envisagent ou élaborent leur propre stratégie d'intervention liée au chauffage au bois.

Troisièmement, si l'on exclut plusieurs mesures récentes, on a peu cherché à évaluer l'efficacité de diverses stratégies d'intervention liées au chauffage au bois résidentiel et la plupart des programmes ne comportent pas de volet d'évaluation. En raison de l'insuffisance des données sur l'efficacité des programmes, on peut difficilement déterminer où injecter les rares ressources afin d'obtenir des avantages optimaux pour la santé. De plus, les évaluations qui ont déjà été faites (p. ex., programmes d'échange de poêles à bois) ne s'appuyaient pas toujours sur des paramètres tenant compte des résultats finaux qui sont d'intérêt, tels que la réduction des niveaux de contaminants atmosphériques, l'exposition de la population ou les effets néfastes sur la santé. Il est donc nécessaire d'élaborer des lignes directrices plus précises sur les méthodes et les paramètres d'évaluation de l'efficacité des stratégies d'intervention liées au chauffage au bois.

Quatrièmement, la documentation publiée traite peu de l'évaluation de la faisabilité, des coûts et des avantages de différentes stratégies d'intervention liées au chauffage au bois d'après des scénarios de rechange. Il est peu probable qu'une seule approche convienne à toutes les situations et différentes stratégies d'intervention seront nécessaires dans différents secteurs géographiques du Canada ou dans certaines conditions. Il faut donc accorder une plus grande attention à ces facteurs afin de garantir que l'on choisira les stratégies les mieux adaptées à une région ou à une municipalité particulière.

Cinquièmement, les discussions portant sur les stratégies d'intervention liées au chauffage au bois résidentiel au Canada prennent généralement en considération les divers inconvénients qui y sont associés. Par exemple, on mentionne souvent la biomasse ligneuse comme une ressource durable et renouvelable qui peut répondre à la demande énergétique, et les restrictions concernant son usage pourraient toucher d'autres politiques publiques qui ont été adoptées ou qui sont à l'étude au Canada (p. ex., les mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre). Tout processus décisionnel futur relatif au chauffage résidentiel au bois aurait avantage à accorder une plus grande importance aux facteurs environnementaux, sociaux et économiques globaux.

6.2 Recommandations

Compte tenu de l'état actuel des connaissances, nous offrons les cinq recommandations suivantes afin de faire en sorte que les praticiens de la santé et les responsables des politiques du Canada

soient mieux informés des risques potentiels pour la santé ou d'autres préoccupations liés au chauffage au bois résidentiel ainsi que des mécanismes pour traiter ou atténuer ces risques :

1. Il faudrait voir à la création, sous les auspices d'une seule entité au Canada (peut-être une agence nationale en collaboration avec d'autres agences) d'un centre d'échange ou d'un dépôt de renseignements sur le chauffage au bois résidentiel qui soit accessible à tous les paliers de gouvernement (et au public). Le dépôt aurait des renseignements généraux sur (a) les meilleures pratiques en matière de chauffage au bois et d'appareils de chauffage au bois évolués; (b) les émissions attribuables au chauffage au bois, l'exposition de la population et les effets connexes sur la santé et (c) les campagnes d'éducation du public et les stratégies d'intervention mises en œuvre dans l'ensemble du Canada. De cette façon, les praticiens de la santé et les responsables de politiques aux paliers municipal, régional, provincial et national auraient accès à des renseignements partagés qui les aideraient à concevoir leurs propres politiques et programmes en matière de chauffage au bois résidentiel. Bien qu'il existe de nombreuses sources d'information électroniques, elles renferment en général des renseignements limités et disparates et il n'est pas clair que les régions et les municipalités les plus touchées par le chauffage au bois résidentiel connaissent l'existence de beaucoup de ces ressources.
2. On devrait mettre au point une ressource en ligne interactive financée par le gouvernement (p. ex., un forum en ligne non accessible au public). Les chercheurs, les praticiens de la santé, les responsables de politiques et d'autres professionnels pourraient utiliser cette ressource pour poser des questions ou fournir des commentaires sur des stratégies d'intervention et des programmes d'éducation du public existants ou proposés. Un forum permettrait l'échange d'information de manière relativement simple et rapide entre les professionnels qui participent directement à la conception et à la mise en œuvre de tels programmes. Il pourrait aussi servir à communiquer des renseignements à jour sur des leçons tirées concernant l'efficacité des divers programmes d'intervention (c.-à-d. quels programmes fonctionnent ou non dans les différentes collectivités et pourquoi).
3. Avant d'être mis en œuvre, tout futur programme d'intervention et d'éducation lié au chauffage au bois devrait inclure dans sa méthodologie un volet d'évaluation. Il faudrait à cet égard rédiger un document d'orientation qui décrirait les meilleures pratiques et les outils permettant d'évaluer l'efficacité des diverses stratégies d'intervention, en insistant sur des paramètres d'évaluation valables (p. ex., changement de comportement ultérieur à une campagne d'éducation, amélioration de l'air ambiant et de l'air intérieur, diminution de problèmes de santé spécifiques). Ce document pourrait aussi renfermer des renseignements sur des études de cas existantes ou proposées lorsqu'elles sont disponibles.

4. Il faudrait effectuer une analyse de décision fondée sur un scénario précis afin d'aider les praticiens de la santé et les responsables de politiques à évaluer les diverses stratégies d'intervention liées au chauffage au bois et à faire un choix parmi celles-ci pour une municipalité ou une région donnée. L'analyse pourrait comprendre des données et des renseignements sur la faisabilité, les coûts et les avantages (p. ex., diminution de problèmes de santé spécifiques) de différentes stratégies d'intervention selon plusieurs scénarios de rechange. Les résultats de l'analyse contribueraient à la prise de décisions éclairées quant aux stratégies les plus appropriées et efficaces liées au chauffage au bois pour une région donnée. Les méthodes d'analyse de décisions offrent un processus transparent pour évaluer et éclairer les décisions de politiques et de gestion. On trouvera des exemples de l'utilisation de ces méthodes pour éclairer le processus décisionnel et évaluer les mesures de rechange dans la documentation (Belton et Stewart, 2001; Figueira et al., 2005). Il faut toutefois reconnaître que les émissions totales et les répercussions connexes sur la santé pourraient croître ou demeurer inchangées malgré des stratégies d'intervention plus efficaces si l'utilisation du chauffage au bois augmente au Canada.

5. Il faudrait élaborer un cadre d'analyse de décision global tenant compte des caractéristiques positives et négatives du chauffage au bois résidentiel dans un contexte plus vaste qui englobe d'autres facteurs environnementaux, sociaux et économiques importants. Par exemple, l'énergie provenant de ressources renouvelables (p. ex., la biomasse ligneuse) pourrait considérablement réduire les émissions de gaz à effet de serre comparativement à des ressources non renouvelables (p. ex., gaz naturel, électricité) dans certaines situations lorsque l'évaluation se fonde sur le cycle de vie. L'adoption de mesures de rechange au chauffage au bois ou l'utilisation d'appareils de chauffage plus propres peuvent aussi être impossibles pour beaucoup de ménages en raison de contraintes économiques, sauf si l'on offre un important incitatif financier ou une subvention, ou dans les régions rurales où les pannes de courant sont fréquentes. Un cadre conceptuel qui considère et mesure ces types de facteurs et les risques potentiels peut orienter les décisions stratégiques futures en matière de chauffage au bois au Canada.

7.0 RÉFÉRENCES

Allen, R.W., Leckie, S., Millar, G., and Brauer, M. 2009. The impact of wood stove technology upgrades on indoor residential air quality. *Atmospheric Environment*. Published online: doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.08.016.

Alderson, J. 2007. Inventory of Air Quality Bylaws in British Columbia for: Anti-Idling, Open-Burning, and Wood-Burning-Appliances. British Columbia Ministry of Environment, Environmental Protection Division, Environmental Quality Branch, Air Protection Section, Victoria, British Columbia. www.env.gov.bc.ca/air/airquality/pdfs/aq_bylaws_bc.pdf

Barn, P., Larson, T., Noullett, M., Kennedy, S., Copes, R. and M. Brauer. 2008. Infiltration of forest fire and residential wood smoke: an evaluation of air cleaner effectiveness. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 18:503-511.

Basrur, S.V. 2002. Air Pollution from Wood Burning Fireplaces and Stoves. Prepared by the Medical Officer of Health, Toronto. www.toronto.ca/health/hphe/pdf/techreport_fireplaces.pdf

Bélangier, D., Gosselin, P., Valois, P. and B. Abdous. 2008. Use of residential wood heating in a context of climate change: a population survey in Québec (Canada). *BMC Public Health*, 8:184 doi:10.1186/1471-2458-8-184.

Belton, V., and T.J. Stewart. 2002. Multi criteria decision analysis: An integrated approach. MA: Kluwer Academic Publishers, 335 pp.

BC Ministry of Environment 2009. Provincial Wood Stove Exchange Program. Updated June 2009 <http://www.env.gov.bc.ca/epd/woodstove/index.htm>

BC Ministry of Environment 2005. Residential Wood Burning Emissions in British Columbia. British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection. http://www.env.gov.bc.ca/air/airquality/pdfs/wood_emissions.pdf

Boman, B.C., Forsberg, A.B. and B.G. Järholm. 2003. Adverse health effects from ambient air pollution in relation to residential wood combustion in modern society. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 29(4):251-260.

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 2000. Canada-Wide Standards for Particulate Matter (PM) and Ozone. Endorsed by CCME Council of Ministers, June 5-6, 2000, Quebec City. http://www.ccme.ca/ourwork/air.html?category_id=99

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 2004. Feasibility Assessment of a Change-Out/Education Program for Residential Wood Combustion. A Step-by-Step Approach to a National Program Aimed at Reducing Emissions from Residential Wood Combustion.

Prepared by The Canadian Centre for Pollution Prevention and Cullbridge Marketing and Communications and Action-Environment. www.ccme.ca/assets/pdf/rwc_final_report.pdf

Environment Canada. 2006. Model Municipal By-Law for Regulating Woodburning Appliances. Obtained from: www.lung.ca/.../Wood_Burning_Model_ByLaw_EnviroCnd.pdf

Environment Canada. 2004. Residential Wood Heating: Summary of Results from 1999 to 2002. http://www.qc.ec.gc.ca/dpe/Anglais/dpe_main_en.asp?air_qualit_rdp

Environment Canada. 1999. The Science and the Environment Bulletin. January/February 1999. http://www.ec.gc.ca/science/sandejan99/article1_e.html

Figueira, J., Greco., S., and M. Ehrgott, Eds. 2005. Multi criteria decision analysis: State of the art surveys. NY: Springer's International Series, Operations Research Management Science. 1045 pp.

Germain, A. 2005. Impact of Residential Wood Stove Replacement on Air Emissions in Canada. Environment Canada, Environmental Protection Branch. http://www.ec.gc.ca/cleanair-airpur/909A7F9D-E381-42A3-BDB9-27A8DB5C4A00/Remplacement_poele_RWC_angl_26sept2005.pdf

Gustafson, P. 2009. Exposure to Some Carcinogenic Compounds in Air, with Special Reference to Wood Smoke. Thesis submitted to the Institute of Medicine, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg. ISBN 978-91-628-7719-4. <http://gupea.ub.gu.se/dspace/handle/2077/19784>

Hernández-Garduño, E., Brauer, M., Pérez-Neria, J., and Vedal S. 2004. Wood smoke exposure and lung adenocarcinoma in non-smoking Mexican women. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* 8:377-383.

Hine, D.W., Marks, A.D.G., Nachreiner, M., Gifford, R. and Y. Heath. 2007. Keeping the home fires burning: The affect heuristic and wood smoke pollution. *Journal of Environmental Psychology* 27:26-32.

Hearth, Patio & Barbecue Association (HPBA). 2008. Clearing the Air: Preliminary Report of a Wood Stove Change-Out Program in Libby, Montana. <http://woodstovechangeout.org>.

Intergovernmental Working Group on Residential Wood Combustion (IGWGRWC). 2003. Record of Stakeholder Comments Stakeholder Consultation Workshop on Options to Reduce Emissions from Residential Woodburning Appliances. October 24–25, 2002, Montreal, Quebec Final Report. www.ccme.ca/assets/pdf/rwc_wkshp_consultation_rpt_e.pdf

- Intergovernmental Working Group on Residential Wood Combustion (IGWGRWC). 2002. Discussion Document: Options to Reduce Emissions from Residential Wood Burning Appliances. July 30, 2002. <http://www.woodheat.org/canadaregulation/optionspaper.htm>
- Jeong, C-H., Evans, G.J., Dann, T., Graham, M., Herod, D., Dabek-Zlotorzynskab, E., Mathie, D., Ding, L. and D. Wang. 2008. Influence of biomass burning on wintertime fine particulate matter: Source contribution at a valley site in rural British Columbia. *Atmospheric Environment*, 42:3684–3699.
- Larson, T.V. and Koenig, J.Q. 1994. Wood smoke: emissions and non-cancer respiratory effects. *Annual Review of Public Health*, 15, 133-156.
- Larson, T., Su, J., Baribeau, A-M., Buzzelli, M., Setton, E. And M. Brauer. 2007. A spatial model of urban winter woodsmoke concentrations. *Environmental Science and Technology*, 41:2429-2436.
- Lévesque, B., Allaire, S., Gauvin, D., Koutrakis, P., Gingras, S., Rhainds, M., Prud'Homme, H., and Duchesne, J.-F. 2001. Wood-burning appliances and indoor air quality. *Science of the Total Environment*, 281: 47-62.
- Lightowlers, C. 2000. Spatial Modelling of Woodsmoke Concentrations and Health Risk Associated with Residential Wood Burning. Thesis in the Department of Geography at the University of Victoria, BC. <https://dspace.library.uvic.ca:8443/handle/1828/1278>
- Naeher, L.P., Brauer, M., Lipsett, M., Zelikoff, J.T., Simpson, C.D., Koenig, J.K. and K.R. Smith. 2007. Woodsmoke health effects: a review. *Inhalation Toxicology*, 19(1):67-106.
- Pierson, W.E., Koenig, J.Q., and E.J. Bardana. 1989. Potential adverse health effects of wood smoke. *Western Journal of Medicine*, 151:339-342.
- Preto, F. 2005. Emissions From Residential Wood Combustion. IEA Task 32 Workshop, Recent Developments in Small-scale Combustion Devices, Paris, October 21. www.ieabcc.nl/meetings/task32_Paris_ssc/Preto.pdf
- Ries, F.J., Marshall, J.D., and Brauer, M. 2009. Intake fraction of urban wood smoke. *Environ. Sci. Technol.* 2009. 43:4701–4706.
- Sexton, K., Lius, K.s., Tretiman, R.D., Spengler, J.D. and W.J. Turner. 1986. Characterization of indoor air quality in woodburning residences. *Environment International*, 12:265-278.

Smith, K.R. 2008. Wood: The Fuel That Warms You Thrice. Chapter 5 In Human Health and Forests: A Global Overview of Issues, Practices, and Policy. Colfer CJP (ed), Earthscan, London, pp. 97-111.

Snider, B. 2006. Home heating and the environment. Canadian Social Trends, Statistics Canada - Catalogue No. 11-008, Spring 2006.

Straif, K., Baan, R., Grosse, Y., Secretan, B., El Ghissassi, F. and V. Cogliano. 2006. Carcinogenicity of household solid fuel combustion and of high-temperature frying. *Lancet*, 7:977-978.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2005. East-West Lessons Learned Woodstove Changeout Workshop held in Atlanta, Georgia, February 24, 2005. Sponsored by U.S. EPA and Metro 4 and Southeastern States Air Resources Managers, Summary of Proceedings, April 20.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1989. Guideline Series: Guidance Document for Residential Wood Combustion Emission Control Measures. Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC. EPA-450/2-89-015. www.epa.gov/woodstoves/pdfs/EPA-450-2-89-015.pdf

University of British Columbia (UBC). 2009. WEST: Woodstove Exchange Study. The University of British Columbia. Accessed July 2009. (<http://web.cher.ubc.ca/woodstove/welcome.htm>)

von Schirnding, Y., Bruce, N., Smith, K., Ballard-Tremeer, G., Ezzati, M. and K. Lvovsky. Addressing the Impact of Household Energy and Indoor Air Pollution on the Health of the Poor: Implications for Policy Action and Intervention Measures Paper Prepared for the Commission on Macroeconomics and Health. WHO/HDE/HID/02.9. <http://www.who.int/indoorair/publications/impact/en/>

Vedal, S., Petkau, J., White, R. and J. Blair. 1998. Acute effects of ambient inhalable particles in asthmatic and nonasthmatic children. *American Journal of Respiratory Critical Care in Medicine*, 157:1034–1043.

Ward T.J., and Noonan, C.W. 2008. Results of a residential indoor PM_{2.5} sampling program before and after a woodstove changeout. *Indoor Air*. 18: 408–415.

Weichenthal, S., Dufresne, A., Infante-Rivard, C. and L. Joseph. 2007. Indoor ultrafine particle exposures and home heating systems: A cross-sectional survey of Canadian homes during the winter months. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 17:288-297.

Wu, C-f., Larson, T.V., Wu, S-y., Williamson, J., Westberg, H.H. and L.-J. S. Liu. 2007. Source apportionment of PM_{2.5} and selected hazardous air pollutants in Seattle. *Science of the Total Environment*, 386(1-3):42-52.

Xue, H. and T. Wakelin. 2006. Residential Wood Burning in British Columbia – Public Behaviour and Opinion. British Columbia Ministry of the Environment, May.

Zelikoff, J.T., Chi Chen, L., Cohen, M.D., and R.B. Schlesinger. 2002. The toxicology of inhaled woodsmoke. *Journal of Toxicology & Environmental Health, Part B*, 5:269-282.

ANNEXE 1. ENTREVUES MENÉES AUPRÈS D'ORGANISMES ENVIRONNEMENTAUX ET DE SANTÉ DU CANADA (AVRIL – JUIN 2009)

Alberta

- Alberta Health Services (Edmonton)

Colombie-Britannique

- Interior Health Authority
- Fraser Health Authority
- Northern Health Authority
- Vancouver Coastal Health Authority
- Vancouver Island Health Authority

Manitoba

- Manitoba Health (Winnipeg)
- Ville de Winnipeg

Nouveau-Brunswick

- Région centrale (Frédéricton)

Terre-Neuve-et-Labrador

- Government Services Centre (St. John's)
- Environment & Conservation, Pollution Prevention

Territoires du Nord-Ouest

- Health Promotion & Protection (Stanton Territorial HA)

Ontario

- Ministère de la Santé (Toronto)
- Bureau de santé de Sudbury et du district

- Ministère de l'Environnement (Sudbury)
- Bureau de santé du district de Thunder Bay

Île-du-Prince-Édouard

- Ministry of Health & Social Services (Charlottetown)

Saskatchewan

- Disease Prevention & Health Protection (Regina)

Québec

- Région de la Capitale-Nationale (ville de Québec)
- Région de Laval

Yukon

- Santé et services sociaux, Yukon (Whitehorse)

Organisations nationales

- Environnement Canada
- BC Ministry of Healthy Living and Sport (Ministère du Mode de vie sain et des Sports de la C.-B.)
- Metro Vancouver