



Environnement
Canada

Environment
Canada

**Impact du remplacement des poêles à bois résidentiels sur
les émissions atmosphériques au Canada**

André Germain

Direction de la protection de l'environnement
Environnement Canada

Montréal (Québec)
2005

Canada 

Remerciements

Les remerciements s'adressent aux employés d'Environnement Canada qui ont fourni des commentaires forts utiles sur le contenu des versions préliminaires du rapport:

Mario Benjamin, Anne-Marie Carter, Dominic Cianciarelli, James Collins,
Thérèse Drapeau, Vic Enns, Christine Garron, Bruce Gillies, Alain Gosselin,
Chia Ha, Art Jaques, David Niemi, Maria Schingh, Maria Wellisch

Avis aux lecteurs:

Deux types de poêles ou d'appareils de combustion de bois sont considérés dans ce rapport. Il y a des poêles de technologie évoluée ou à la fine pointe de la technologie, tels que ceux qui sont conformes à la norme B415.1-00 de l'Association canadienne de normalisation (ACNOR) ou à la norme *Standard Performance for New Residential Wood Heaters (40 CFR Part 60, Subpart AAA)* de l'*Environmental Protection Agency (EPA)* des États-Unis. Dans le rapport, ils sont aussi appelés appareils ou poêles certifiés. Les autres appareils de vieille technologie ou appareils non conformes ne répondent pas à la norme B415.1-00 de l'ACNOR ou à la norme de l'EPA.

Nous faisons référence aux dioxines et furanes en utilisant deux échelles d'équivalence toxique. Les facteurs d'équivalence de la première correspondent à l'échelle internationale (ET ou ET-I) utilisée par Environnement Canada lors de l'évaluation de la toxicité alors que la seconde échelle s'appuie sur les facteurs développés pour l'Organisation mondiale de la santé en 1998 (ET-OMS₉₈). Les résultats varient légèrement selon qu'ils soient présentés avec une échelle ou l'autre.

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement

© Ministère des Approvisionnement et services Canada 2005

Version papier: Numéro de catalogue: En154-33/2005

ISBN: 0-662-69331-0

Version pdf: Numéro de catalogue: En154-33/2005F-PDF

ISBN: 0-662-70261-1

Résumé

Le chauffage résidentiel au bois comble environ 1 % des besoins énergétiques canadiens mais est responsable de 29 % des particules fines ($PM_{2,5}$) et de 48 % des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) émis par l'ensemble des sources canadiennes (feux de forêt et émissions des routes pavées et non pavées exclues). Les foyers et poêles à bois de nouvelle technologie tels que ceux conformes à la norme B-415.1-00 de l'ACNOR ou au Standard des États-Unis émettent beaucoup moins de polluants que les appareils de vieille technologie qui ne répondent pas aux normes. Le remplacement de l'ensemble des appareils de vieille technologie par des appareils de technologie évoluée se traduirait par une réduction de 30 % à 55 % des émissions de $PM_{2,5}$, de HAP, de composés organiques volatils (COV) et de monoxyde de carbone (CO) du secteur du chauffage résidentiel au bois et de 10 % des émissions de gaz à effet de serre (GES). Vu la longévité de ces appareils, le remplacement des appareils en place pourrait prendre entre 20 et 40 ans.

Table des matières

Résumé	iii
Introduction	1
Demande énergétique et émissions de gaz à effet de serre	1
Émissions atmosphériques provenant du chauffage au bois résidentiel	3
Remplacement d'appareils de chauffage au bois de vieille technologie par des appareils certifiés	8
Conclusion	11
Références	12
Annexe	15

Liste des tableaux

Tableau 1	Demande énergétique, émissions de gaz à effet de serre reliées à l'utilisation de l'énergie et importance relative de chaque secteur au Canada en 2000	2
Tableau 2	Répartition des sources d'énergies utilisées en milieu résidentiel, émissions de gaz à effets de serre correspondantes et importance relative de chaque source pour le chauffage en 2000	3
Tableau 3	Nombre d'appareils résidentiels de chauffage au bois et facteurs d'émission utilisés pour estimer les rejets	4
Tableau 4	Facteurs d'émission de HAP considérés et retenus	5
Tableau 5	Émissions atmosphériques de différents secteurs au Canada	7
Tableau 6	Impact du remplacement des appareils de chauffage au bois sur les émissions atmosphériques	9

Liste des figures

Figure 1	Réduction des émissions selon les scénarios de remplacement A à D	10
----------	---	----

Annexe

A-1:	Distribution provinciale et nationale du bois brûlé (tonne) par chaque catégorie d'appareils de chauffage au Canada	15
A-2:	Distribution provinciale et nationale des appareils de chauffage au bois	16

Introduction

Le bois est utilisé pour se chauffer et faire la cuisson depuis l'aube de l'humanité. L'arrivée des autres sources d'énergie plus faciles à utiliser, plus efficaces et qui demandent moins de temps et d'efforts à l'utilisateur a amené une réduction de la proportion d'utilisateurs du bois comme source d'énergie pour la cuisson et le chauffage. Le chauffage résidentiel au bois est toutefois une importante source de polluants et ses effets sont observés plus fréquemment en milieu urbain. Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) l'a identifié parmi les secteurs pour lesquels il fallait agir pour réduire les émissions (CCME, 2000). Le CCME a confié au Comité fédéral-provincial-territorial de coordination de la mise en oeuvre des mesures conjointes (CCMMC) pour les standards pancanadiens (SP) relatifs aux particules (PM) et à l'ozone la responsabilité de coordonner la mise en oeuvre des mesures initiales conjointes. Parmi ces mesures, il y a l'évaluation de l'opportunité d'établir un programme national d'amélioration et de remplacement de poêles à bois.

Ce rapport comparera les émissions provenant du chauffage résidentiel au bois à celles des autres secteurs au Canada. De plus, il estimera les niveaux d'émissions associés à différents scénarios de remplacement de poêles, foyers et poêles encastrés de vieille technologie par des poêles ou appareils de technologie évoluée tels que ceux conformes à la norme B415.1-00 de l'Association canadienne de normalisation (ACNOR) ou certifiés par l'*Environmental Protection Agency* (EPA) américaine. Il évaluera aussi l'impact potentiel du remplacement de tout le chauffage résidentiel au bois par les autres formes d'énergie utilisées au Canada. Ces calculs ne doivent pas être considérés comme une intention du gouvernement de bannir le chauffage résidentiel au bois mais plutôt comme une indication de la réduction d'émission maximale qu'il serait possible d'obtenir pour ce secteur.

Demande énergétique et émissions de gaz à effet de serre

Selon Environnement Canada (Olsen *et al.*, 2002), la demande énergétique du secteur résidentiel représentait 10 % de la demande de tous les secteurs d'activités du Canada alors que les secteurs de la production d'énergie et du transport étaient presque à égalité avec environ 30 % chacun de la demande ou 2 700 petajoules (PJ; tableau 1). Il faut cependant noter que l'énergie électrique utilisée au niveau résidentiel, commercial ou industriel n'est pas comptabilisée directement dans les valeurs indiquées au tableau 1 pour ces secteurs mais qu'elle est incluse avec les valeurs de production d'énergie. Les gaz à effet de serre (GES) émis lors de l'utilisation d'énergie représentaient environ 533 mégatonnes d'équivalent CO₂ (Mt éq. CO₂) alors que le total des émissions canadiennes de GES, incluant celles provenant des procédés industriels et de l'agriculture était estimé à 726 Mt éq. CO₂ pour 2000 (Olsen *et al.*, 2002).

En 2000, la demande en énergie du secteur résidentiel s'élevait à 1 388 PJ lorsque les besoins en électricité étaient inclus (RNCAN, 2002) et environ 60 % de cette énergie (831 PJ) servait pour le chauffage des maisons (tableau 2). Ce tableau montre aussi

quelles proportions étaient comblées par chacun des combustibles utilisés au niveau résidentiel canadien ainsi que les émissions de GES correspondantes. Le gaz naturel représentait la plus grande source d'énergie avec 55,5 % de l'énergie utilisée pour chauffer les maisons canadiennes, alors que le bois comblait 12 % des besoins résidentiels (équivalent à 1 % de tous les secteurs d'activités du Canada) (RNCan, 2002). Au niveau des GES, 53 % des émissions provenaient du gaz naturel et seulement 5 % du chauffage au bois. Bien que la combustion du bois pour se chauffer émette du CO₂ à l'atmosphère, ce dernier n'est pas comptabilisé dans le secteur de l'énergie de l'inventaire des GES, conformément à la *Convention cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques* (CCNUCC). Il est plutôt considéré comme une perte de biomasse forestière dans la section *Changement d'affectation des terres et foresterie* de l'inventaire (Olsen *et al.*, 2002). Toutefois, le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O) émis par le chauffage au bois sont comptabilisés dans le chapitre sur l'énergie de l'inventaire et sont rapportés en terme d'équivalent CO₂ au tableau 2.

Tableau 1 Demande énergétique, émissions de gaz à effet de serre reliées à l'utilisation de l'énergie et importance relative de chaque secteur au Canada en 2000 (Olsen *et al.*, 2002)

Secteur	Énergie		GES	
	Demande	Importance relative	Émission	Importance relative
	PJ	%	Mt éq. CO ₂ ^a	%
Résidentiel	907 ^b	10,3	45	8,4
Production d'énergie	2 740	31,4	195	36,6
Industriel	1 761 ^b	20,2	69	12,9
Transport	2 683	30,7	190	35,6
Commercial	595 ^b	6,8	31	5,8
Agricole	45 ^b	0,5	2,6	0,5
Total	8 731 ^c	100	533 ^d	100

a: mégatonnes d'équivalent en CO₂

b: valeurs liées à l'utilisation de l'électricité incluses dans le secteur *Production d'énergie*

c: total de l'énergie consommée pour chauffer ou climatiser les logements, les lieux de travail ou faire fonctionner les équipements, véhicules et industries

d: valeurs directement reliées à la consommation d'énergie; émissions reliées aux émissions fugitives des combustibles exclues

Tableau 2 Répartition des sources d'énergies utilisées en milieu résidentiel, émissions de gaz à effets de serre correspondantes et importance relative de chaque source pour le chauffage en 2000 (RNCan, 2002; Olsen *et al.*, 2002)

Source	Énergie utilisée			GES émis		
	Total	Chauffage	Importance relative	Total	Chauffage	Importance relative
	PJ		%	Mt CO ₂ éq.		%
Électricité	497,6	141,9	17,1	30	8,6	20,0
Gaz naturel	644,8	461	55,5	32,3	23,1	53,3
Huile	132,4	117,9	14,2	9,7	8,6	19,9
Bois	100,3	99,3	12,0	2,2^a	2,2	5,1
Propane	11,4	9	1,1	0,7	0,6	1,4
Charbon et autres	1,6	1,5	0,2	0,2	0,2	0,5
Total	1 388,1	830,7	100	75,1^b	43,3^b	100

a: comprend les émissions de méthane et d'oxyde nitreux mais pas les émissions de CO₂ ; données d'Environnement Canada (Olsen *et al.*, 2002)

b: tient compte de la valeur provenant d'Environnement Canada pour le chauffage au bois

Émissions atmosphériques provenant du chauffage au bois résidentiel

Afin d'estimer les émissions provenant du chauffage au bois résidentiel, nous avons dû utiliser plusieurs sources d'information, incluant la version 2000 de l'inventaire des principaux contaminants atmosphériques (PCA) du Système d'inventaire des déversements résiduels (SIDR) d'Environnement Canada (Niemi, 2003). Il y a environ 3,6 millions d'appareils de chauffage au bois au Canada et l'inventaire SIDR fournit de l'information sur les types d'appareil ainsi que sur les quantités et les espèces de bois brûlées dans chaque province et au pays (voir annexe).

Le tableau 3 présente une estimation du nombre d'appareils de chaque type ainsi que les facteurs d'émission utilisés dans l'inventaire 2000 pour estimer la quantité de PCA émise par le chauffage au bois résidentiel. Les facteurs d'émission des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont dérivés de l'inventaire des rejets préparés lors de l'évaluation de la toxicité des HAP inscrits sur la Liste des substances d'intérêt prioritaire (LGL, 1993), de Fisher *et al.* (2000) et de Valenti et Clayton (1998). Parmi tous les HAP, le naphthalène est un de ceux qui est émis en plus grande quantité lorsqu'on brûle du bois, mais il a été exclu des facteurs d'émissions de Fisher *et al.* (2000) puisque les auteurs des autres études considérées n'en font pas mention.

Tableau 3 Nombre d'appareils résidentiels de chauffage au bois et facteurs d'émission utilisés pour estimer les rejets

Appareils de chauffage au bois	Nombre d'appareils estimés	Facteurs d'émission			
		PM _{2,5}	CO	COV	HAP ^a
	(en milliers)	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
Foyer au bois					
Foyer					
Sans portes de verre	846	18,4	77,7	6,5	0,0375
Avec portes de verre	897	12,9	98,6	21	0,0375
Foyer encastré					
Conventionnel	129	13,6	115,4	21,3	0,215
Technologie évoluée	22	4,8	70,4	7	0,064
Foyer technologie évoluée	57	4,8	70,4	7	0,064
Poêle à bois					
Poêle conventionnel					
Non hermétique	445	23,2	100	35,5	0,215
Hermétique	777	13,6	115,4	21,3	0,276
Poêle de technologie évoluée	142	4,8	70,4	7	0,064
Fournaise/bouilloire centrale	278	13,3	68,5	21,3	0,288
Autres appareils de combustion au bois	41	13,6	115,4	21,3	0,215
Poêle à granule	13	1,1	8,8	1,5	0,0015

a: voir le tableau 4 pour le développement des facteurs d'émissions des HAP

Le tableau 4 fournit quelques uns des facteurs d'émission de HAP disponibles (excluant le naphthalène) et ceux retenus pour les calculs. Pour les poêles de technologie évoluée tels que ceux certifiés par l'EPA, nous avons retenu les facteurs d'émission de HAP (excluant le naphthalène) de Fisher *et al.* (2000) parce qu'ils représentaient la moyenne de tests faits sur place lors de l'utilisation normale de onze poêles (30 essais) ne comportant pas de catalyseur et de cinq poêles avec catalyseur (13 essais) en usage depuis huit ou neuf ans à Klamath Falls et à Portland en Oregon. Dans cette étude, les cheminées étaient échantillonnées avec un système de prélèvement automatisé (*automated wood emission sampler* ou AWES) développé pour être employé pendant que les appareils de combustion au bois étaient utilisés normalement dans les maisons. Chaque essai se déroulait sur une période d'une semaine et l'échantillonnage se faisait pendant deux minutes à chaque 15 minutes au cours de la semaine. L'échantillon était pris uniquement lorsque le poêle à bois était en fonction. Nous n'avons pas utilisé les résultats obtenus lors de l'étude faite pour Environnement Canada en 2000 parce qu'ils représentaient les résultats de seulement deux poêles et de deux essences de bois dans des conditions contrôlées.

Tableau 4 Facteurs d'émission de HAP considérés et retenus

Appareils de chauffage au bois	LGL (1993)	Fisher <i>et al.</i> (2000) ^a	Valenti et Clayton (1998) (AP-42)	EC ^c (2000)	Facteur retenu
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
Foyer					
Foyer conventionnel	0,0375	- ^b	-	-	0,0375
Foyer encastré (conventionnel)	-	-	-	-	0,215 ^d
Poêle à bois					
Poêle conventionnel					
Non hermétique	0,121	0,215	0,754	-	0,215
Hermétique	0,276	-	-	0,033	0,276
Poêle de technologie évoluée					
Avec catalyseur	-	0,064		-	0,064
Sans catalyseur	-	0,065		0,014	0,064
Bouilloire	0,276	-	0,288	-	0,288
Poêle à granule	-	-	0,0015	-	0,0015

a: valeurs de naphthalène exclues

b: pas de facteur disponible

c: étude d'Environnement Canada

d: pas de facteur disponible, le facteur des poêles conventionnels a été retenu

Plusieurs articles traitent des émissions de la combustion résidentielle au bois mais peu rapportent les émissions des dioxines et des furannes (D/F). Le facteur d'émission de 2 nanogrammes d'équivalent toxique de D/F par kilogramme de bois brûlé (ng-ET/kg) de l'EPA américaine était dérivé de seulement deux études européennes et sa fiabilité était considérée comme faible (Gullett *et al.*, 2003). Dans l'étude faite avec un poêle sans catalyseur, conforme à la norme EPA et un foyer conventionnel non conforme, Gullett *et al.* (2003) rapportent que les facteurs d'émission moyens de D/F étaient de 0,28 (écart type de 0,19), 1,4 (écart type de 1,7) et 2,4 (écart type de 0,29) ng ET/kg pour des bûches de chêne, de pin et artificielle respectivement. Ils ont trouvé qu'il n'y avait pas de différences significatives entre les facteurs d'émissions des différents types d'appareil de combustion. Environnement Australie (2002) a mesuré 4,1 ng ET-OMS₉₈/kg de bois lors de tests faits avec des poêles conformes et non conformes à la norme australienne A4013. Launhardt *et al.* (1998) ont rapporté que contrairement aux émissions de HAP, les émissions de D/F provenant d'un poêle de vieille technologie (des années '70) étaient presque les mêmes que celles d'un poêle à la fine pointe de la technologie (au début des années '90). La même étude montrait que la combustion de déchets, de PVC ou de bois peint avec du bois sec et propre augmentait la concentration de D/F dans les gaz de combustion de 4 - 21 picogrammes ET-l/m³ (pg ET-l/m³) à 579, 900 et 952 pg ET-l/m³ respectivement.

Environnement Canada (2002) a rapporté des émissions de D/F de 0,74 et 0,26 ng-ET/kg pour un poêle certifié EPA et un poêle conventionnel de vieille technologie

respectivement. Lors d'un test préliminaire, le même poêle certifié EPA brûlant de l'érable a émis 0,29 ng ET/kg, semblable aux 0,30 ng ET/kg émis par le poêle conventionnel brûlant de l'érable lors du test formel. La longueur de la cheminée était la seule différence observable entre les deux tests. Dans le test préliminaire, sa longueur était de 4,6 m (15 pieds) alors que lors du test formel, la cheminée mesurait 7,3 m (24 pieds) pour refléter la longueur moyenne des cheminées des maisons canadiennes. Selon Fisher *et al.* (2003), des changements dans les conditions de combustion, la quantité de carburant, l'orientation, le tirant d'air, le taux de charge et les autres conditions d'opération peuvent avoir un effet sur les émissions de D/F. Considérant la variation des émissions de D/F entre les essais préliminaires et formels, et considérant les variations notées dans les quelques références disponibles, les émissions de D/F ont été calculées en prenant la moyenne des facteurs d'émission obtenus lors de l'étude d'Environnement Canada (2000), soit 0,5 ng ET/kg de bois, à la fois pour les poêles conformes et les poêles non conformes à la norme EPA. Ce facteur d'émission a aussi été utilisé pour calculer les rejets de D/F provenant du chauffage au bois résidentiel lors de la mise à jour de l'inventaire canadien de dioxines et de furannes (Environnement Canada, 2001).

Le tableau 5 présente les émissions de PCA, HAP, D/F et GES de quelques secteurs d'activités. Les émissions provenant des autres sources de chauffage résidentiel et le total canadien (avec et sans les sources diffuses) sont présentées à des fins de comparaison. Les valeurs d'émission de particules fines ($PM_{2,5}$), de composés organiques volatils (COV) et de monoxyde de carbone (CO) ont été tirées de la version 2000 de l'inventaire canadien des PCA. Les émissions de HAP proviennent majoritairement de l'inventaire préparé lors de l'évaluation de la toxicité des HAP pour l'année 1990 (LGL, 1993), sauf pour le chauffage résidentiel au bois et le secteur industriel. Les émissions du secteur du chauffage résidentiel ont été calculées en utilisant les quantités de bois disponibles dans l'inventaire des PCA pour 2000 et les facteurs d'émission présentés au tableau 3; pour le secteur industriel, les émissions de HAP de l'inventaire de l'année 1990 ont été mises à jour pour refléter la réduction des émissions du secteur de l'aluminium jusqu'à l'année 2000. Les émissions de HAP de 1 381 tonnes calculées ici pour le chauffage au bois résidentiel sont supérieures aux 474 tonnes obtenues par LGL (1993). La différence s'explique par la quantité de bois brûlé, plus petite dans LGL (1993) que dans l'inventaire des PCA pour 2000, soit 4,8 Mt contre 6,6 Mt et par le facteur d'émission retenu pour les poêles conventionnels. Les valeurs de D/F proviennent de l'inventaire de dioxines et de furannes d'Environnement Canada (2001) et les valeurs de GES de l'inventaire canadien des GES pour 2000 (Olsen *et al.*, 2002). Il faut noter que les émissions de GES rapportées au tableau 5 tiennent aussi compte des émissions reliées aux procédés dans le secteur industriel en plus de celles provenant de l'utilisation de l'énergie.

Tableau 5 Émissions atmosphériques de différents secteurs au Canada

Secteurs choisis	PM _{2,5}	COV	CO	HAP	D/F	GES
	kt	kt	kt	tonnes	grammes ET	Mt éq. CO ₂
Année	2000	2000	2000	1990	1999	2000
Chauffage résidentiel						
<i>Gaz naturel et propane, huile, électricité, charbon</i>	3,6	2,3	14,0	32	7	42,7
<i>Bois</i>	101,3	147,4	662,0	1 381 ^a	3	2,2
Total chauffage résidentiel	104,9	149,7	676,0	1 413	10	44,9
Production d'énergie	27,2	804,1	172,2	n.d. ^f	5	195
Sources industrielles	133,5 ^b	190,8 ^b	1 132,0 ^b	610 ^{a,b}	26 ^b	119 ^b
Transport	72,2	727,1	8 375,0	200	9	190
Commercial	3,1	6,5	8,1	n.d.	n.d.	31,9
Émissions totales Canada ^c sans les sources diffuses	350	2 431	10 381	2 853	n.d.	n.d.
Émissions totales Canada ^c	963	2 604	11 282	4 945	163	726
Proportion provenant de la combustion résidentielle du bois (%)	29,0^d	6,1^d	6,4^d	48,3^d	2,0^d	0,3^e

a: données de l'année 2000 pour le chauffage au bois résidentiel et pour le secteur industriel (reflètent l'amélioration du secteur de l'aluminium)

b: industries reliées au secteur de l'énergie exclues

c: arrondie à l'unité la plus proche

d: proportion (%) par rapport au total canadien sans les sources diffuses telles que routes et feux de forêt

e: proportion par rapport à l'ensemble des émissions de GES du Canada

f: n.d. non disponible

Note: PM_{2,5}, COV, CO de l'inventaire des PCA pour 2000; GES d'Olsen *et al.*, 2002

Le tableau 5 montre que le chauffage résidentiel au bois est responsable de plus de 95 % des PM_{2,5}, COV, CO et HAP émis lors de la combustion de carburant du secteur résidentiel, même s'il ne fournit que 12 % des besoins énergétiques de ce secteur. Selon l'inventaire des PCA pour 2000 d'Environnement Canada, le chauffage au bois résidentiel est la quatrième source la plus élevée de PM_{2,5} (après les feux de forêt et la poussière des routes non pavées et pavées). C'est la septième source en importance de PM₁₀ [après les feux de forêt, la poussière des routes non pavées et pavées et l'agriculture (labourage et érosion)] et la sixième source en importance de COV au Canada (derrière les feux de forêt, l'extraction et la production de l'huile et du gaz, les véhicules et camions légers à l'essence, l'utilisation générale de solvant) (Environnement Canada, 2002). Grâce à ses équipements de contrôle de la pollution atmosphérique, le secteur des pâtes et papiers, inclus dans le secteur industriel, émet moins de PM_{2,5}, COV, CO et D/F que le chauffage au bois résidentiel. Ce secteur émet plus de SO₂ et de NO_x, mais ces derniers proviennent surtout de la combustion d'autres types de carburant utilisés par l'industrie.

Dans *Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et quantification des rejets de dioxines et des furannes* (PNUE, 2001), les facteurs d'émissions de D/F pour la combustion de bois vierge, de charbon, d'huile et de gaz naturel au niveau résidentiel étaient de 100 µg ET/TJ (térajoule), 70 µg ET/TJ, 10 µg ET/TJ et 1,5 µg ET/TJ respectivement; pour les appareils brûlant du bois/biomasse contaminé, le facteur d'émission était de 1 500 µg ET/TJ. Les émissions de D/F des autres formes de chauffage résidentiel présentées au tableau 5 reflètent les constatations du rapport *Outil spécialisé* du PNUE.

Remplacement d'appareils de chauffage au bois de vieille technologie par des appareils certifiés

L'espérance de vie d'un appareil de bonne qualité peut atteindre 40 ans (Houck et Tiegs, 1998) alors que les modèles moins chers de qualité moindre se dégradent plus vite lorsqu'ils sont utilisés à leur pleine capacité et doivent être remplacés après quelques années (Gulland Associates Ltd, 1997). En Australie, l'industrie indique que la durée de vie utile des poêles à bois est d'environ 15 - 20 ans (Environnement Australie, 2002). Afin de calculer l'impact du remplacement des poêles, foyers ou poêles encastrables de vieille technologie qui ne sont pas conformes par des appareils certifiés qui émettent moins de polluants, nous avons tenu compte que ces poêles sont plus efficaces au niveau énergétique. Bien que la littérature indique que les poêles certifiés peuvent consommer jusqu'à 30 % moins de bois que les poêles non conformes, nous avons considéré que la quantité de bois brûlé dans les appareils certifiés est seulement 10 % plus petite pour une même quantité de chaleur afin de tenir compte des habitudes des gens. Le tableau 6 montre l'impact du changement des appareils sur les émissions atmosphériques en prenant l'année 2000 comme année de référence. Il compare les émissions liées à la combustion résidentielle (excluant la combustion du bois) à celles du chauffage au bois résidentiel, et aux différents scénarios de remplacement. Les valeurs d'émissions des scénarios A à D concernent uniquement le chauffage au bois résidentiel.

Le scénario A, soit le remplacement de 25 % des poêles conventionnels par des modèles certifiés, se traduirait par une réduction d'environ 10 % des PM_{2,5} et des COV émis par le secteur du chauffage au bois, et une baisse de 5 % pour le CO et les HAP mais les changements seraient négligeables pour les D/F (même facteur d'émission pour tous les appareils) et les GES (seulement une légère réduction dans la quantité de bois brûlée). Le scénario D, soit le remplacement de tous les poêles, poêles encastrables et foyers conventionnels (mais conservant les fournaises, bouilloires ou poêles à granules) par des poêles ou poêles encastrables (pour les foyers) certifiés causerait une réduction de 45 - 55 % des émissions de PM_{2,5}, de COV et de HAP, une diminution de 30 % des émissions de CO, une baisse de 10 % des émissions de GES et une de 6 % pour les D/F (tableau 6). Le scénario E, qui considère que **tout** le chauffage au bois résidentiel est remplacé par d'autres formes d'énergie (telles que huile, gaz naturel, électricité, charbon) déjà utilisées pour chauffer les maisons canadiennes (et en conservant les proportions actuelles), produirait une réduction de plus de 95 % des émissions de tous les polluants, sauf pour les D/F et les GES. Pour

les D/F, l'ensemble des émissions du secteur résidentiel serait réduit de 20 %. Pour les GES, puisque les émissions de CO₂ du chauffage au bois ne sont pas comptabilisées, les émissions augmenteraient de 44,9 mégatonnes (42,7 + 2,2) à 48,7 mégatonnes d'équivalent CO₂ (ou plus de 8 %) à cause de l'augmentation de la consommation de carburant fossile. Toutefois, le scénario E n'est pas réaliste mais il est inclus pour montrer quelles seraient les émissions du secteur du chauffage résidentiel si tout le chauffage au bois était remplacé par les autres formes de chauffage.

Tableau 6 Impact du remplacement des appareils de chauffage au bois sur les émissions atmosphériques (année de référence: 2000)

	PM _{2,5}	COV	CO	HAP	D/F	GES
	kt	kt	kt	tonnes	grammes	Mt éq. CO ₂
Chauffage résidentiel						
Total Chauffage résidentiel	104,9	149,7	676,0	1 413	10	44,9^a
<i>Gaz naturel et propane, huile, électricité, charbon</i>	3,6	2,3	14,0	32	7	42,7
<i>Bois</i>	101,3	147,4	662,0	1 381	3,28	2,2 ^a
Émissions provenant du chauffage au bois lorsque :						
Scénario A: 25 % des poêles conventionnels remplacés	91,7	133,3	625,9	1 303	3,24	2,2 ^a
Scénario B: 25 % des poêles et foyers conventionnels remplacés	88,0	130,3	615,9	1 223	3,23	2,2 ^a
Scénario C: 50 % des poêles conventionnels remplacés	82,5	118,4	593,5	1 080	3,23	2,1 ^a
Scénario D: Tous les poêles, foyers et foyers encastrés conventionnels remplacés	46,4	72,3	466,5	751	3,06	2,0 ^a
Émissions provenant du chauffage résidentiel lorsque :						
Scénario E: Toute combustion de bois remplacée par l'huile, l'électricité, le charbon, le gaz naturel ou le propane	4,1	2,6	15,9	36	8	48,7

a: Les émissions de CO₂ provenant du chauffage au bois ne sont pas incluses

La figure 1 montre les réductions d'émissions de PM_{2,5}, COV, CO et HAP estimées selon les scénarios A à D de remplacement des poêles. À cause de l'incertitude associée aux facteurs d'émissions des D/F, ces derniers ont été exclus de la figure.

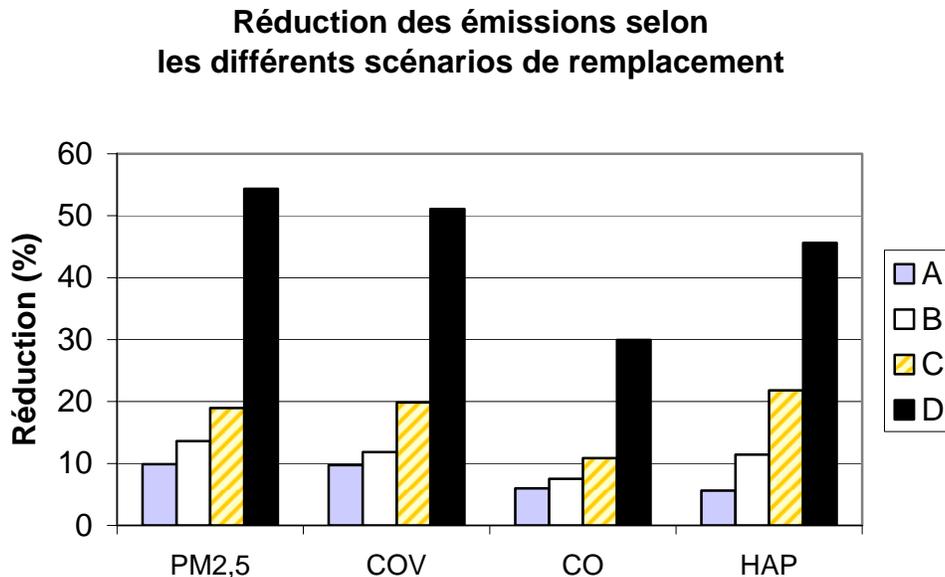


Figure 1 Réduction des émissions selon les scénarios de remplacement A à D

Il est certain que la combustion du bois émet du CO₂ à l'atmosphère; en effet, chaque kilogramme de bois brûlé rejette 1,5 kg de CO₂ (Olsen *et al.*, 2002). Comme nous l'avons mentionné au début de ce rapport, les émissions de CO₂ provenant de la combustion de la biomasse ne sont pas incluses dans le total des émissions provenant de l'utilisation de l'énergie, tel que requis par la CCNUCC. Elles sont plutôt considérées comme une perte de biomasse forestière dans la section sur le changement d'affectation des terres et foresterie (CATF) de l'inventaire canadien sur les GES. Cet inventaire rapporte que le CATF représentait un puits de CO₂ entre 1990 et 2000 et que la tendance générale montrait une réduction dans l'absorption nette de 59 Mt à 14 Mt durant cette période de 10 ans. Cette réduction provenait d'une augmentation de 18 % de la production de bois rond au cours de cette même période. D'autre part, dans un rapport présenté en juin 1999 au Sénat canadien, le Sous-comité sénatorial sur la forêt boréale indiquait que (SCS, 1999):

" De 1970 à 1989, les nombreux feux de forêt et autres perturbations naturelles ont transformé la forêt boréale canadienne : du « puits de carbone » qu'elle était, elle est devenue « source de carbone »(37). Toutefois, elle redeviendra un puits de carbone après une certaine période dont la durée dépendra du rythme des perturbations futures et d'autres facteurs."

Dans leur étude faite aux États-Unis, Houck *et al.* (1998) mentionnent que:

"Alors qu'une exploitation forestière de bois de chauffage gérée consciencieusement peut atteindre un niveau quasi « neutre de gaz à effet de serre », une estimation raisonnable du régime établi par les pratiques de récolte du bois montre que 40 % du carbone émis par le chauffage résidentiel au bois est sous forme de carbone fixe." (traduit par A. Germain)

À cause du grand écart entre les différentes hypothèses, il est difficile de prendre une décision éclairée sur l'une ou l'autre position, à savoir s'il est bénéfique ou non d'utiliser le bois comme source de chauffage par rapport à l'émission des GES. À défaut de preuves contraires, il est estimé que la quantité de CO₂ émise lors du chauffage au bois est contrebalancée par la quantité absorbée par les forêts lorsque celles-ci sont gérées de façon durable. Il a donc été décidé de ne pas calculer s'il y avait des gains ou des pertes en CO₂ à utiliser le bois plutôt que d'autres sources d'énergie au Canada. Une analyse du cycle de vie qui tienne compte de toutes les étapes pour produire les combustibles utilisés dans le secteur résidentiel est nécessaire pour mieux comprendre cet enjeu.

Conclusion

Le chauffage au bois ne comble que 12 % des besoins énergétiques du secteur résidentiel mais il représente une source de pollution plus importante que toutes les autres formes combinées de chauffage résidentiel, et plus encore si des déchets, du plastique ou du bois peint sont brûlés avec du bois sec. Le remplacement de tous les poêles, poêles encastrables et foyers de vieille technologie par des appareils conformes, à la fine pointe de la technologie, causerait une réduction de 30 - 55 % des émissions atmosphériques de PM_{2,5}, de COV, de CO et de HAP émis par le chauffage résidentiel. Pour les GES et les D/F, les émissions seraient réduites de 10 % et 6 % respectivement. En faisant l'hypothèse que la réglementation interdisant la vente d'appareils de combustion au bois non conformes soit mise en place et considérant l'espérance de vie de 40 ans des poêles à bois, sans incitatif financier, le remplacement de tous les appareils non conformes prendra beaucoup de temps si on se fie au seul taux de renouvellement. Pour les poêles de qualité inférieure, le remplacement devrait prendre moins de temps.

Ce rapport montre que si tout le chauffage au bois résidentiel était remplacé par les autres formes d'énergie disponible (un scénario qui n'est pas réaliste), cela réduirait les émissions des principaux contaminants atmosphériques et des HAP d'au moins 95 % et des D/F de 20 %. Pour les GES, il y aurait une augmentation de 8 % des émissions en considérant que le chauffage au bois est neutre au niveau du CO₂. L'augmentation serait moindre si le chauffage au bois n'était pas considéré neutre au niveau du CO₂. Une analyse du cycle de vie est requise pour mieux comprendre cet enjeu.

Références

Bremmer, H.J., L.M. Troost, G. Kuipers, J. de Koning et A.A. Sein (1994). Emissions of Dioxins in the Netherlands. Rapport 770501018 préparé pour le National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM) et le Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO), Bilthoven and Apeldoorn, 178 p.

CCME (2000) Mesures conjointes initiales pour la réduction des émissions de polluants à l'origine des particules et de l'ozone au niveau du sol, 3 p. disponible sur le site web du CCME suivant: http://www.ccme.ca/assets/pdf/pmozone_joint_actions_f.pdf

Environnement Australie (2002). Technical Report No. 4: Review of Literature on Residential Firewood Use, Wood-Smoke and Air Toxics. 49 p. Rapport disponible sur le site WEB d'Environnement Australie
<http://ea.gov.au/atmosphere/airtoxics/report4/exec-summary.html>

Environnement Canada (2000). Caractérisation des composés organiques provenant de poêles à bois résidentiels et de combustibles choisis. Rapport 2000-01, Centre de technologie environnementale, Ottawa, 41 p.

Environnement Canada (2001). Inventaire des rejets de PCDD et PCDF (mise à jour de février 2001). Rapport préparé pour Environnement Canada et le Comité consultatif national de la *Loi canadienne pour la protection de l'environnement* (CCN-LCPE) p.m.

Environnement Canada (2002). Discussion Document. Options to Reduce Emissions from Residential Wood Burning Appliances. Préparé pour Environnement Canada, 33 p.

Fisher, L.H., J.E. Houck, P.E. Tiegs et J. McGaughey (2000). Long-Term Performance of EPA-Certified Phase 2 Woodstoves, Klamath Falls and Portland, Oregon: 1998-1999. Rapport préparé pour U.S. EPA, EPA contract 68-D7-001, WA 2-04, Washington, DC, 64 p. disponible sur le site WEB de Omni Environmental <http://www.omni-test.com/Publications/Long-Term.pdf>

Gulland Associates Ltd (1997). Scoping Study: Reducing Smoke Emissions From Home Heating With Wood. Rapport préparé pour Environnement Canada, Air Pollution Directorate, EPS Manuscript Series # WM-22, 57 p + Appendices

Gullett, B.K., A. Touati et M.D. Hays (2003). PCDD/F, PCB, HxCBz, PAH, and PM Emission Factors for Fireplace and Woodstove Combustion in the San Francisco Bay Region. *Environm. Sci. Technol.* 37: 1758-1765

Houck, J.E., J. Crouch et R.H. Huntley (2001). Review of Wood Heater and Fireplace Emission Factors *in* Proceedings U.S. Environmental Protection Agency Emission Inventory Conference, Denver, CO. Disponible sur le site WEB: <http://www.omni-test.com/Publications/ei.pdf>

Houck, J.E. et P.E. Tiegs (1998). Residential Wood Combustion - PM_{2.5} Emissions outline of presentation prepared for WESTAR PM_{2.5} Emission Inventory Workshop, Reno, Nevada, July 22-23 1998. Disponible sur le site WEB: <http://www.omni-test.com/Publications/westar.pdf>

Houck, J.E., P.E. Tiegs, R.C. McCrillis, C. Keithley et J. Crouch (1998). Air Emissions from Residential Heating: The Wood Heating Option Put into Environmental Perspective *in* Proceedings of a U.S. EPA and Air Waste Management Association Conference: Emission Inventory: Living in a Global Environment, v. 1, pp 373-384, 1998

Launhardt, T., A. Strehler, R. Dumler-Gradl, H. Thoma et O. Vierle (1998). PCDD/F- and PAH-Emission from House Heating Systems. *Chemos.* 37:2013-2020

LGL (Lavalin-Girouard-Letendre) (1993) Rejets de HAP à l'environnement au Canada 1990. Document de support n° 1. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport préparé par M. Fabbri-Forget pour Environnement Canada, Conservation et Protection, Région du Québec, Montréal (Qc), p.m.

Olsen, K., P. Collas, P. Boileau, D. Blain, C. Ha, L. Henderson, C. Liang, S. McKibbin et L. Morel-à-l'Huissier (2002). Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990-1999. Division des gaz à effet de serre, Environnement Canada, Ottawa (Ont), 138 p.

Niemi (2002, 2003). Environnement Canada, Division des données sur la pollution, communications personnelles

PNUE (Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2001). Outil spécialisé (*Toolkit*) pour l'identification et quantification des rejets de dioxines et des furannes Version préliminaire, Préparé par le PNUE Substances Chimiques, Genève, Suisse, 192 p. disponible sur le site internet: <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/toolkit/toolkitfr.pdf>

RNCan (Ressources naturelles du Canada, 2002). Guide des données sur la consommation d'énergie des utilisations finales 1990 à 2000. Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles du Canada, Ottawa, 110 p.

RNCan (2002b). Évolution de l'efficacité énergétique au Canada de 1990 à 2000. Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles du Canada, Ottawa, 36 p.

Schatowitz, B.; G. Brandt, F. Gafner, E. Schlumpf, R. Bihler, P. Hasler, P. et T. Nussbaumer. (1993). Dioxin emissions from wood combustion. Organohalogen Compounds, 11:307-310 *in* U.S. EPA (2000). Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-*p*-Dioxin (TCDD) and Related Compounds. Part I: Estimating Exposure to Dioxin-Like Compounds Volume 2: Source of Dioxin-Like Compounds in the United States. Exposure Assessment and Risk Characterization Group, National Center for Environmental Assessment, U.S. EPA, Washington DC, p.m. Rapport préliminaire qui ne doit pas être cité mais qui est

disponible sur le site WEB de l'EPA www.epa.gov/ncea/pdfs/dioxin/part1and2.htm (p. 4.19)

SCS (Sous-comité sénatorial de la forêt boréale) (1999). Réalités concurrentes : La forêt boréale en danger. Rapport du Sous-comité de la forêt boréale du Comité sénatorial permanent de l'agriculture et des forêts. Le président du Sous-comité : L'honorable Nicholas W. Taylor La vice-présidente: L'honorable Mira Spivak. Accès au site internet le 2 juin 2003 à l'adresse suivante:
<http://www.parl.gc.ca/36/1/parlbus/commbus/senate/Com-f/BORE-F/rep-f/rep09jun99partie2-f.htm>

Statistiques Canada (2002). Données pour l'année 2000 disponible lors de l'accès au site web le 19 juillet 2002. Données pour 2001 disponibles lorsque le site a été visité le 30 décembre 2002 <http://www.statcan.ca/english/Pgdb/manuf27.htm>

Valenti, J.C. et R.K. Clayton (1998). Project Summary Emissions from Outdoor Wood-Burning Residential Hot Water Furnaces. Report EPA/600/SR-98/017 National Risk Management Research Laboratory, Research and Development, U.S. EPA, Cincinnati, OH, 4 p. disponible sur le site WEB <http://www.epa.gov/ttn/atw/burn/woodburn1.pdf>

Annexe

A-1: Distribution provinciale et nationale du bois brûlé (tonne) par chaque catégorie d'appareils de chauffage au Canada (Adapté de Niemi, 2003)

	TN	IPE	NE	NB	QC	ON	MB	SK	AB	CB	YK	TNO	Canada
Foyer conventionnel													
Sans porte vitrée	3 592	1 995	16 863	16 012	141 544	165 927	10 366	5 304	66 273	88 108	129	282	515 984
Avec porte vitrée	4 316	3 106	14 310	16 231	208 844	191 404	12 021	11 160	59 896	63 829	201	439	585 118
Foyer encastré													
Conventionnel	712	894	8 449	8 619	29 113	78 202	3 247	1 496	6 658	39 498	58	126	176 887
Technologie évoluée	1 559	1 236	4 967	4 852	57 913	32 136	927	1 375	11 344	11 148	80	175	127 457
Foyer technologie évoluée	0	1 120	4 967	4 852	42 611	14 402	927	1 375	6 211	6 013	73	158	82 478
Poêle à bois													
Conventionnel non hermétique	72 504	15 484	59 897	81 325	266 869	219 647	27 985	10 118	40 107	116 627	1 004	2 187	910 561
Conventionnel hermétique	106 780	37 451	189 908	245 778	749 209	594 426	37 677	24 338	45 893	174 309	2 428	5 289	2 205 769
Technologie évoluée	17 205	5 069	13 727	21 203	213 148	78 853	9 226	6 030	19 228	31 630	329	716	415 318
Fournaise centrale /Bouilloire	173 713	46 800	191 024	254 715	455 418	279 918	35 054	17 557	5 804	59 270	3 034	6 609	1 519 273
Autres¹	0	1 148	6 985	4 304	17 700	30 431	2 460	389	5 323	16 981	74	162	85 722
Total	380 381	113 183	506 129	653 039	2 139 756	1 670 944	138 964	77 768	260 527	601 399	7 338	15 983	6 542 089

1: Inclue les poêles à granule

A-2: Distribution provinciale et nationale des appareils de chauffage au bois (en pourcentage) (Adapté de Niemi, 2003)

	TN	IPE	NE	NB	QC	ON	MB	SK	AB	CB	Canada ¹
Foyer conventionnel											
Sans porte vitrée	12,2	8,2	18,0	12,6	13,1	24,5	24,3	25,3	39,2	34,9	22,9
Avec porte vitrée	8,5	6,1	10,1	9,7	12,7	23,0	19,6	22,3	26,6	17,8	18,1
Foyer encastré											
Conventionnel	1,1	0,0	2,4	1,8	3,5	6,7	4,7	6,6	3,2	8,6	5,2
Technologie évoluée	0,5	2,0	0,6	0,7	1,3	1,9	0,9	1,2	0,7	1,9	1,5
Foyer technologie évoluée	0,0	0,0	1,2	0,4	4,0	2,1	0,5	3,6	5,0	1,5	2,6
Poêle à bois											
Conventionnel non hermétique	41,5	49,0	41,7	43,2	39,9	29,7	32,7	25,3	17,6	24,3	32,2
Conventionnel hermétique	19,7	16,3	13,0	14,7	15,1	10,5	15,4	10,8	8,7	9,1	12,1
Technologie évoluée	4,8	4,1	3,2	3,6	10,6	3,8	8,9	4,8	4,5	3,8	5,8
Fournaise centrale /Bouilloire	25,5	24,5	18,9	23,4	10,1	4,2	7,5	5,4	0,8	3,2	7,5
Autres¹	4,3	0,0	1,8	0,7	1,1	1,2	1,4	0,6	1,0	1,2	1,2
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

1: inclue YK et TNO