

Les cendres de poêles à bois

Que peut-on en faire?

La valeur fertilisante des cendres de bois est reconnue depuis l'Antiquité. Aujourd'hui pourtant, les cendres issues du chauffage résidentiel sont souvent gérées comme des déchets et éliminées. L'épandage sur les sols résidentiels est de plus en plus encouragé par des agronomes, mais un tel recyclage risque-t-il de contaminer les sols? Peut-on alternativement mettre les cendres dans le composteur domestique ou, plus simplement, dans le bac brun? Une campagne de caractérisation et une revue de littérature apportent des réponses.

PAR JOSÉE-ANNE MAJEAU

M. Sc., Service des matières résiduelles, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP)

PAR MARC HÉBERT

agr., M. Sc., Service des matières résiduelles, MDDEFP

ET PAR JULIE DESFORGES

agr., M. Sc., Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches, MDDEFP

INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, le chauffage résidentiel au bois a suscité un regain d'intérêt en raison de son charme, de son faible coût et de son caractère naturel et carboneutre. Cependant, il est de plus en plus controversé, car il est la cause principale de la formation du smog hivernal dans les villes et les régions rurales, et en partie responsable de l'émission de contaminants atmosphériques tels que les particules fines, les dioxines et furanes et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Le chauffage au bois est donc appelé à diminuer dans les zones urbaines avec l'entrée en vigueur des récentes réglementations et en raison de la sensibilisation des citoyens. Malgré tout, il continuera d'être utilisé par des milliers de ménages québécois, générant ainsi une importante quantité de cendres dont il faudra se débarrasser.

Une enquête menée en 2007 révélait que plus de 650 000 ménages québécois, soit un ménage sur cinq, avaient utilisé du bois pour se chauffer au cours de l'année (Ressources naturelles Canada, 2010). Chez plus de 215 000 ménages, le bois constituait la principale énergie utilisée pour le chauffage. On estime que la quantité de bois consommée pour ce secteur au Québec serait de l'ordre de 2 à 4 millions de tonnes par an (Environnement Canada, 2005; Ressources naturelles Canada, 2009). Par ailleurs, la combustion du bois dans un appareil de chauffage domestique génère environ 1,5 %

de cendres, mais ce taux varie de 0,5 % à 5 % selon le type de bois. En moyenne, on peut donc estimer qu'environ 50 000 tonnes de cendres de poêles à bois domestiques sont générées chaque année.

Il n'existe pas de données précises sur la gestion de ces cendres au Québec. La plupart seraient probablement mises au rebut, notamment dans les zones urbaines. Cependant, une partie non négligeable des ménages épandrait leurs cendres sur le terrain de leur propriété ou dans un boisé voisin, car la cendre est reconnue comme un substitut à la chaux agricole et aux engrais potassiques et phosphorés. Il s'agit d'ailleurs d'un produit utilisé en agriculture biologique. Pour détourner les cendres des lieux d'élimination, d'autres options s'offrent aux citoyens, soit l'ajout dans le composteur domestique ou dans le bac de la collecte municipale des résidus organiques (bac brun). Cependant, il faut s'assurer que leur recyclage n'a pas pour effet de contaminer les sols résidentiels ou n'est pas préjudiciable au compostage des résidus organiques.

CAMPAGNE DE CARACTÉRISATION

En 2009, le MDDEFP a contacté quelque 600 intervenants du secteur environnemental. Une trentaine d'entre eux se sont portés volontaires pour échantillonner les cendres de leur appareil de chauffage au bois (poêle, foyer ou fournaise). De ce nombre, 25 ont été retenus. Les cendres ont été échantillonnées selon une procédure standardisée et ont ensuite été acheminées au Ministère. Les participants ont aussi rempli un questionnaire sur les essences de bois utilisées, le type d'appareil de chauffage, l'intensité d'utilisation et la gestion des cendres produites. Les analyses ont été réalisées au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, selon les méthodes recommandées.

RÉSULTATS

Généralités

Le sondage mené auprès des participants a révélé que près du tiers des appareils de chauffage au bois étaient utilisés comme source de chauffage principal, soit un ratio représentatif de la province. La moitié des appareils de chauffage des participants étaient certifiés EPA ou ACNOR et

ARTICLE TECHNIQUE

Les cendres de poêles à bois Que peut-on en faire?

assuraient donc une émission réduite de particules fines. Le bois d'érable était le principal combustible utilisé par les participants, mais on note également l'utilisation d'autres essences de bois franc (bouleau, hêtre, chêne et frêne), de granules (2 sur 25) et de morceaux de bois de qualité moindre tels que des palettes de manutention, des résidus de démolition et de vieux meubles, des panneaux de rippe et des croûtes de sciage. Près des deux tiers des participants ont indiqué qu'ils recycleraient les cendres en partie ou en totalité sur leur terrain ou dans leur composteur domestique. Cette proportion est probablement plus élevée que la moyenne québécoise, puisque les participants provenaient de différents secteurs liés au domaine de l'environnement.

Propriétés agronomiques générales

Les analyses révèlent que les propriétés agronomiques de la cendre de bois domestique se comparent avantageusement à celles des cendres provenant de l'industrie du bois (tableau 1). Cela s'explique notamment par leurs plus fortes concentrations en éléments fertilisants; en effet, elles proviennent principalement de la combustion de bois franc et non de résineux et elles ne sont pas humidifiées. Les cendres de bois sont particulièrement riches en éléments nutritifs majeurs, comme le phosphore, le potassium et le calcium. Par ailleurs, elles ont un indice de valeur agricole (IVA) supérieur à celui de la chaux agricole certifiée BNQ. Ces résultats confirment la pertinence agronomique du recyclage des

TABLEAU 1

Caractéristiques agronomiques des cendres de bois domestiques comparées aux cendres industrielles et à la chaux agricole certifiée (base humide)

Paramètres	Cendres domestiques ¹		Cendres industrielles ²	Pierre à chaux agricole certifiée BNQ ²
	Moyenne	CV (%) ³	Moyenne	Moyenne
Matière sèche (%)	100	0,4	75	99
PN (% ECC) ⁴	90	12	49	94
IVA (%) ⁵	90	-	49	77
pH	12,6 ⁶	6	12,6	9,1
Matière organique (%)	4	105	12	-
Ca (kg/tm)	275	15	160	318
P ₂ O ₅ -P (kg/tm) ⁷	26	48	10	0,7
K ₂ O-K (kg/tm) ⁷	107	24	22	0,4
Mg (kg/tm)	24	40	12	35
S (kg/tm)	4	38	4 ⁸	-

¹ Paramètres mesurés sur 25 échantillons, à l'exception du pH, de la matière organique et du soufre (10 échantillons). Échantillons tamisés sans morceaux de charbon de plus de 1 cm.

² Statistiques établies à partir de 20 cendres industrielles et de 22 chaux agricoles certifiées BNQ (Hébert et Breton, 2008).

³ Coefficient de variation. CV = (écart-type/moyenne) x 100.

⁴ PN : Pouvoir neutralisant estimé, en équivalent carbonate de calcium (ECC) : $PN_{\text{estimé}} (\% \text{ ECC}) = (\% \text{ Ca} \times 2,5) + (\% \text{ K} \times 1,2) + (\% \text{ Mg} \times 4,2)$ (MDDEFP, 2012).

⁵ IVA : Indice de valeur agricole (IVA = pouvoir neutralisant x efficacité). Note : efficacité des cendres = 100 % (BNQ, 2005).

⁶ Valeur médiane car deux échantillons dépassaient les limites de la méthode d'analyse.

⁷ Calculé à partir de la teneur (kg/tm) en phosphore total (11,2) et en potassium total (89,1).

⁸ Valeur moyenne selon le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ, 2010).



condres de poêles en remplacement de la chaux et d'engrais phosphorés et potassiques.

Alcalinité et épandage

Le pH de la cendre est très élevé. Un déséquilibre du pH du sol causé par une surdose de chaux peut entraîner à court terme une carence des plantes en oligo-éléments comme le fer et le manganèse (feuillage vert pâle). Bien que des études démontrent que le risque de surchauffage par l'application de cendres est limité (Hébert et Breton, 2008), il est recommandé d'épandre les cendres sur des sols ayant un pH inférieur à 7 et de ne pas dépasser un dosage agronomique normal de 0,15 kg/m² par an. Des précautions de base doivent également être prises lors des manipulations pour protéger les yeux et les voies respiratoires.

Les cendres étant très riches en phosphore, en potassium et en oligo-éléments, il faut réduire l'apport complémentaire d'engrais minéraux au sol, à l'exception des engrais azotés. Idéalement, ces derniers ne doivent pas être déposés en même temps que la cendre. Toutefois, l'épandage simultané de compost et de cendres de bois s'avère avantageux (Odlare et Pell, 2009).

Alcalinité et compostage

Des essais à l'échelle pilote ont révélé les effets positifs de l'ajout de cendres dans le cadre des activités de compostage industrielles et municipales. L'ajout de cendres permettrait d'accélérer le processus de compostage, de rehausser le pH, d'augmenter la température, d'absorber l'humidité et de diminuer certains types d'odeurs (Campbell et Folk, 1997; Goldstein, 2004; Koivula *et al.*, 2004; Kuba *et al.*, 2008; Rosenfeld *et al.*, 2002). Ces avantages justifient en principe leur ajout aux résidus compostables. Des expériences effectuées dans des composteurs rotatifs et en piles avec aération forcée suggèrent des concentrations optimales allant de 4 à 8 % (poids/volume) et jusqu'à 20 % poids/poids (Kurola *et al.*, 2011; Kuba *et al.*, 2008; Koivula *et al.*, 2004). À de plus fortes concentrations, la cendre pourrait perturber l'activité microbienne et avoir des effets sur l'apparence, la porosité, le pH et la maturité du compost final. Une telle surdose de cendres dans les résidus du bac brun est possible en hiver

dans les Municipalités régionales de comté où le chauffage au bois est commun. L'absence de résidus verts (gazon, feuilles, etc.) dans le bac brun en période hivernale a pour effet d'augmenter la proportion de cendres dans les matières collectées. Dans un centre de compostage du Québec desservant plusieurs municipalités, on a observé que de janvier à mars, la concentration élevée de cendres dans les matières collectées inhibait l'activité microbienne nécessaire au procédé de compostage. Le problème du pH a toutefois été réglé en ajoutant au mélange d'autres résidus gardés en réserve, réduisant d'autant la proportion de cendres.

Pour le compostage domestique, il est préférable de s'abstenir d'ajouter des cendres. Le cas échéant, il est conseillé d'en ajouter de très faibles doses et de bien les répartir dans le temps, en ne dépassant pas au total 4 % (poids/volume) (Kurola *et al.*, 2011). Le pH des cendres de bois peut aussi avoir des effets positifs ou négatifs sur le processus de biométhanisation, selon le dosage et le type d'intrants. Ces conséquences devront être prises en considération par les municipalités qui planifient de telles installations de traitement.

Métaux et autres éléments inorganiques

L'analyse des cendres domestiques (tableau 2) montre des teneurs moyennes en éléments inorganiques comparables à celles des cendres de l'industrie du bois (Hébert et Breton, 2008). Ces teneurs sont généralement bien en deçà des critères C2 du *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes* (Guide MRF, MDDEFP, 2012). Cependant, trois cendres ne respectaient pas le critère C2 du zinc (soit 1 cendre sur 25), du cuivre (1/25) ou du cadmium (1/25). Toutefois, les dépassements des critères de la norme commerciale du BNQ sur les amendements calciques ou magnésiens (ACM) provenant de procédés industriels, d'application volontaire, étaient plus fréquents. Huit cendres présentaient des teneurs plus élevées que le critère applicable au manganèse (6/25), au zinc (2/25), à l'arsenic (1/25), au cuivre (1/25) ou au sodium (1/25).

Après vérification auprès des participants, les cendres excédant les critères pour l'arsenic, le

Les cendres de bois sont particulièrement riches en éléments nutritifs majeurs, comme le phosphore, le potassium et le calcium.

ARTICLE TECHNIQUE

Les cendres de poêles à bois Que peut-on en faire?

TABLEAU 2

Teneurs moyennes en éléments inorganiques des cendres de bois domestiques (base sèche)

Élément	Cendres (mg/kg)	CV (%)	Norme BNQ ACM ¹ (mg/kg)	Guide MRF critères C2 ² (mg/kg)	Cendres PN/ET ³	Norme BNQ ACM ⁴
Oligo-éléments						
As	5	397	≤ 75	≤ 41	300	> 0,667
B	356	48	-	-	-	-
Co	5	70	-	≤ 150	27	> 0,333
Cr	14	149	-	≤ 1 000	28	> 0,0472
Cu	214	108	≤ 1 500	≤ 1 500 ⁵	0,7	> 0,0661
Fe	3 265	133	-	-	-	-
Mn	13 456	85	-	-	0,019	> 0,004
Mo	3	59	-	≤ 20	60	> 2,50
Na	3 468	225	-	-	0,0888	> 0,0025
Ni	17	49	≤ 420	≤ 180	7	> 0,278
Se	0,35 ⁵	0	-	≤ 25 ⁶	> 257	> 3,57
Zn	1 319	143	≤ 2 800	≤ 1 850	0,188	> 0,027
Contaminants stricts						
Al	7 181	140	-	-	-	-
Cd	3,2	119	≤ 30	≤ 10	92,8	> 2,50
Hg	0,035 ⁵	0	-	≤ 4	2672	> 10
Pb	39	148	≤ 500	≤ 300	22	> 0,1

¹ Tiré de la norme BNQ sur les amendements calciques ou magnésiens provenant de procédés industriels.

² Tiré du *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes* (MDDEFP, 2012).

³ Moyenne des valeurs PN/ET (pouvoir neutralisant en %/concentration en éléments en mg/Kg) pour chacune des cendres individuellement.

⁴ Les valeurs limites sont basées sur le ratio entre le pouvoir neutralisant et la teneur en éléments des cendres.

⁵ Limite de détection divisée par deux.

⁶ Valeur ajustée car le P₂O₅ des cendres est supérieur à 2,5 % base sèche (MDDEFP, 2012).

chrome, le cadmium et le zinc provenaient en partie de la combustion de morceaux de bois de mauvaise qualité, soit des lattes traitées à l'arséniate de cuivre chromaté, des rebuts de rénovation, des palettes utilisées pour le transport ou des pièces de vieux meubles. L'utilisation exclusive de bois naturel permet de prévenir ce problème. Rappelons que, pour des raisons de protection de l'air, le MDDEFP considère comme

dangereuse et proscrit l'utilisation des matières résiduelles ou du bois autre que le bois vierge et non traité comme combustible pour le chauffage résidentiel.

Quant au manganèse mesuré en grande quantité dans le quart des échantillons de cendres, sa présence dans le bois serait essentiellement d'origine naturelle. En outre, il s'agit d'un

Il est recommandé d'épandre les cendres sur des sols ayant un pH inférieur à 7 et de ne pas dépasser un dosage agronomique normal de 0,15 kg/m² par an.

oligo-élément pour les plantes. Dans le cas hypothétique d'épandages répétés de cendres riches en manganèse, sur le même sol résidentiel pendant 40 ans aux doses recommandées, les calculs (non montrés) indiquent que la teneur finale dans le sol n'excéderait pas le critère de 1 000 mg/kg prescrit par le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (RPRT). Par ailleurs, l'ajout de cendres dans le bac brun ne devrait pas causer de problème de qualité relativement aux éléments traces inorganiques du compost qui en résulte, puisque leurs teneurs moyennes dans les cendres sont généralement inférieures aux critères du BNQ pour les composts de catégorie A, à l'exception des teneurs en zinc et en cadmium. Toutefois, un dépassement du critère A en zinc et en cadmium apparaît peu probable étant donné que les teneurs dans les résidus organiques compostés se situent généralement très en deçà des critères. Rappelons que le compost qui en résulte sera enrichi en phosphore, en potassium, en calcium et en oligo-éléments.

Contaminants organiques

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les dioxines et furanes (PCDD/F) sont des familles de contaminants organiques qui peuvent se former à la suite de la combustion incomplète de la matière organique. La plupart des congénères des HAP n'ont toutefois pas été détectés dans les cendres. Seules des traces de naphthalène, de phénanthrène et de chrysène ont été mesurées, pour un total moyen de 0,44 mg/kg, une quantité bien en deçà de la norme BNQ (5 mg/kg). L'analyse des charbons de bois a également révélé que ceux-ci contiennent très peu de HAP, soit seulement des traces de naphthalène (1,25 mg/kg). En raison des coûts élevés des analyses de PCDD/F, seulement 12 échantillons de cendres ont été analysés. La teneur moyenne en équivalents toxiques (ÉT) s'élève à 242 ng ÉT/kg. Cette teneur moyenne dépasse largement le critère de la norme BNQ concernant les ACM (27 ng ÉT/kg) et les critères C2 du Guide MRF pour un usage agricole ou non agricole (50 et 100 ng ÉT/kg, respectivement). Les teneurs étaient réparties en trois groupes distincts. Dans le tiers des échantillons de cendres, les PCDD/F étaient absents ou à l'état de traces (0, 0, 0,5 et

0,7 ng ÉT/kg). Un deuxième groupe d'échantillons (6/12) présentait une teneur plus élevée que la norme BNQ, mais inférieure à la moyenne (57, 64, 123, 130, 186 et 198 ng ÉT/kg). Finalement, deux cendres présentaient des concentrations jugées élevées, soit 1 027 et 1 116 ng ÉT/kg. Des teneurs en PCDD/F comparables à nos résultats ont toutefois été rapportées par plusieurs auteurs; elles se situent généralement en deçà de 10 ng ÉT/kg lorsque le combustible est uniquement du bois naturel (Delistraty et Singleton; Lavric *et al.*, 2004; Oehme, 1995; Launhardt *et al.*, 1998; Wunderli *et al.*, 2000).

Cependant, après vérification, les deux types de cendres ayant les teneurs les plus élevées en PCDD/F provenaient de la combustion de bois propre, mais réalisée à basse température avec entrée d'air fermée. À la suite de ces résultats, il a été demandé aux deux participants d'échantillonner les cendres à nouveau, mais suivant une combustion à température plus élevée. Les mêmes poêles utilisés à haute température et avec une meilleure oxygénation du feu ont généré des cendres dont les teneurs en PCDD/F étaient environ 20 fois plus faibles (63 et 46 ng ÉT/kg), soit des valeurs semblables à celles du deuxième groupe. On a d'ailleurs observé que les cendres contenant peu ou pas de PCDD/F provenaient de poêles utilisés pour le chauffage principal, soit possiblement avec de meilleures conditions de combustion (oxygène et température). Enfin, soulignons que les résultats obtenus dans cette étude ne révèlent pas de différence significative entre la production de PCDD/F dans les cendres de poêles certifiés EPA ou ACNOR et ceux d'anciennes générations.

Au Québec, la norme réglementaire pour les dioxines et furanes dans les sols résidentiels est de 15 ng ÉT/kg (RPRT). Des calculs (non présentés) ont été réalisés à partir des résultats d'analyses des cendres afin de déterminer les situations d'épandage potentiellement problématiques sur le plan réglementaire. Il s'avère qu'une cendre présentant une concentration en PCDD/F supérieure à 600 ng ÉT/kg, épandue au sol selon la dose maximale recommandée (1,5 t/ha par an ou 0,15 kg/m² par an) provoquerait, après 40 ans d'épandage régulier, un dépassement

Les cendres de poêles à bois Que peut-on en faire?

de la norme réglementaire. Cependant, un tel scénario de production élevée de PCDD/F dans les cendres, année après année, apparaît peu probable si les bonnes pratiques de combustion et de gestion de cendres sont respectées :

- utiliser exclusivement du bois sec naturel, exempt de sel ou de produits préservatifs;
- éviter les conditions de combustion lente, à basse température (trappe fermée) et la production de fumée;
- ne pas recycler la suie de ramonage, car elle est davantage contaminée par les PCDD/F (Odlare *et al.*, 2009; Launhardt et Thoma, 2000).

Synthèse des bonnes pratiques

Les cendres de bois domestiques ont une valeur agronomique importante et elles devraient le plus possible être recyclées au sol comme engrais et produit chaulant ou collectées et acheminées au

compostage. Le respect des bonnes pratiques est toutefois essentiel afin de garantir une combustion et une utilisation sécuritaires des cendres (tableau 3). Les municipalités peuvent exercer un rôle de sensibilisation à ces bonnes pratiques auprès des citoyens, à l'instar de l'herbicyclage.

CONCLUSION

L'analyse du contenu des cendres de poêles à bois domestiques confirme que leur recyclage est bénéfique et sécuritaire pour l'environnement, dans la mesure où les bonnes pratiques de chauffage et d'utilisation des cendres sont respectées. Les cendres de bois naturel offrent une alternative de choix aux engrais de synthèse et leur recyclage permet de réduire significativement la quantité de déchets dirigés vers les lieux d'enfouissement.

TABLEAU 3
Synthèse des bonnes pratiques pour le recyclage des cendres de poêles à bois

Mode de gestion	Bonnes pratiques	Actions suggérées
Tous	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Protéger les yeux et les voies respiratoires lors de la manipulation des cendres ✓ Laisser refroidir la cendre avant son usage ou son élimination (> 3 semaines) ✓ Ne pas brûler des déchets ou du bois contaminé ✓ Ne pas brûler du bois humide ✓ Ne pas utiliser l'appareil en condition de combustion lente avec entrée d'air fermée 	Sensibilisation des citoyens aux bonnes pratiques
Épandage au sol résidentiel (potager, gazon, plate-bande, boisé)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mesurer le pH du sol ✓ Dosage recommandé : 70 g/m² par an (1/3 tasse/m²) ✓ Ne pas appliquer plus de 150 g/m² par an, ou 450 g/m² (2 tasses/m²) d'une dose unique tous les 3 ans ✓ Ne pas épandre si le pH du sol ≥ 7 ✓ Ne pas épandre par grand vent 	Suivi de la qualité des cendres domestiques
Compostage domestique	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ajout par petites doses réparties dans le temps ✓ Ajout maximal de 4 % en poids/volume 	Évaluation du ratio optimal cendre/ résidus organiques domestiques
Collecte des résidus organiques (bac brun)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ S'assurer que la ville permet cet usage ✓ Planifier adéquatement les ratios cendres/résidus organiques prévus (municipalité ou site de compostage ou de biométhanisation) 	Détermination des situations problématiques et des mesures de mitigation appropriées pour favoriser un recyclage adéquat
Mise au rebut	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Éliminer les cendres s'il y a eu combustion de déchets, de bois contaminé, susceptible d'avoir été traité¹ ou ayant trempé dans de l'eau de mer 	Évaluation des tonnages dirigés vers les lieux d'enfouissement

¹ Note : il est interdit de brûler des matières résiduelles ou du bois traité à des fins de chauffage résidentiel.

La combustion permet de concentrer les éléments nutritifs dans la cendre, mais également les contaminants ajoutés par des combustibles de mauvaise qualité. Il apparaît donc essentiel de poursuivre la sensibilisation des citoyens quant à l'importance d'utiliser seulement du bois naturel non traité par des préservatifs, des peintures ou des vernis, même s'il s'agit de très petites quantités ajoutées dans le feu.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leurs remerciements aux 25 propriétaires de poêles à bois qui ont participé au projet, à madame Josée Roy du Service agricole, ainsi qu'à messieurs François Messier et François Bossanyi et à mesdames Paule Tremblay, Linda Lecours et Hélène Supper du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. ■

Le recyclage des cendres est bénéfique et sécuritaire pour l'environnement, dans la mesure où les bonnes pratiques de chauffage et d'utilisation des cendres sont respectées.

RÉFÉRENCES

Bureau de normalisation du Québec (BNQ). (2005). *Amendements minéraux – Amendements calciques ou magnésiens provenant de procédés industriels*, Montréal, Bibliothèque nationale du Québec, 41 p. Norme NQ 0419-090/2005.

Campbell, A.G. et R.L. Folk. (1997). « Wood ash as an amendment in municipal sludge and yard waste composting processes », *Compost Sci. Util.*, 5, 62-74.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). (2010). *Guide de référence en fertilisation*, 2^e édition, 473 p.

Delistraty, D.A. et S.A. Singleton. (2001). « Dioxin toxic equivalent concentrations in wood ash », *Toxicol. Environ. Chem.*, 83, 69-85.

Environnement Canada. (2005). *Impact du remplacement des poêles à bois résidentiels sur les émissions atmosphériques au Canada*, Direction de la protection de l'environnement, Montréal, Québec, 20 p.

Goldstein, N. (2004). *Quick-to-implement odour reduction techniques*. Dans *Odor Management at Composting Facilities*, 4^e chap. Biocycle, Edited By The Staff Of BioCycle, p. 16-17.

Hébert, M. et B. Breton. (2008). « Recyclage des cendres de bois au Québec – État de la situation, impacts et bonnes pratiques agro-environnementales », *Agro-Solutions*, 19, 18-33.

Koivula, N., T. Rääkkönen, S. Urpilainen, J. Ranta et K. Hänninen. (2004). « Ash in composting of source-separated catering waste », *Bioresource Technol.*, 93, 291-299.

Kuba, T., A. Tschöll, C. Partl, K. Meyer et H. Insam. (2008). « Wood ash admixture to organic wastes improves compost and its performance », *Agr. Ecosyst. Environ.*, 127, 43-49.

Kurola, J.M., M. Arnold, M.H. Kontro, M. Talves et M. Romantschuk. (2011). « Wood ash for application in municipal biowaste composting », *Bioresource Technol.*, 102, 5214-5220.

Launhardt, T. et H. Thoma. (2000). « Investigation on organic pollutant from domestic heating system using various solid biofuels », *Chemosphere*, 40, 1149-1157.

Launhardt, T., A. Strehler, R. Dumler-Gradi, H. Thoma et O. Vierle. (1998). « PCDD/F- and PAH-Emission from house heating systems », *Chemosphere*, 37, 2013-2020.

Lavric, E.D., A.A. Konnov et J. De Ruyck. (2004). « Dioxin levels in wood combustion – a review », *Biomass Bioenerg.*, 26, 115-145.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). (2012). *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes : Critères de référence et normes réglementaires*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 170 p.

Odlare, M. et M. Pell. (2009). « Effect of wood fly as hand compost on nitrification and denitrification in agricultural soil », *Appl. Energ.*, 86, 74-80.

Oehme, M. et M.D. Müller. (1995). « Levels and congener patterns of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in solid residues from wood-fired boilers. Influence of combustion conditions and fuel type », *Chemosphere*, 30, 1527-1539.

Québec. (2003). *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains*, L.R.Q., Québec, Éditeur officiel du Québec, c. Q-2, r. 37.

Ressources naturelles Canada. (2010). *Enquête 2007 sur l'utilisation de l'énergie par les ménages (EUEM 2007) – Rapport statistique détaillé*, Office de l'efficacité énergétique, 244 p.

Ressources naturelles Canada. (2009). *Bases de données complètes sur la consommation d'énergie, secteur résidentiel*, Office de l'efficacité énergétique, http://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableaux_complets/liste.cfm?attr=0

Rosenfeld, P., M. Grey et M. Suffet. (2002). « Controlling odors using high carbon wood ash », *Biocycle*, mars, 42-45.

Wunderli, S., M. Zennegg, I.S. Dolezal, E. Gujer, U. Moser, M. Wolfensberger, P. Hasler, D. Noger, C. Studer et G. Karlaganis. (2000). « Determination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzo-furans in solid residues from wood combustion by HRGC/HRMS », *Chemosphere*, 40, 641-649.