

Émissions atmosphériques

des options de chauffage

Selon le climat, la consommation d'énergie pour le chauffage peut représenter un important enjeu de développement durable. La figure 1 (en page suivante) présente les émissions de gaz à effet de serre des principales options de chauffage. Pour le chauffage électrique, la performance dépend de la source d'électricité. Pour illustrer cela, cinq scénarios de chauffage électrique sont présentés : un scénario de chauffage électrique de source charbonnière, un autre de source à 94 % hydroélectrique, soit le modèle québécois, et trois scénarios de chauffage électrique de source gazière. Les données présentées sont des données de cycle de vie, y compris les émissions liées à l'extraction, au traitement et à la livraison des carburants.

Faits saillants concernant les émissions de gaz à effet de serre (GES)

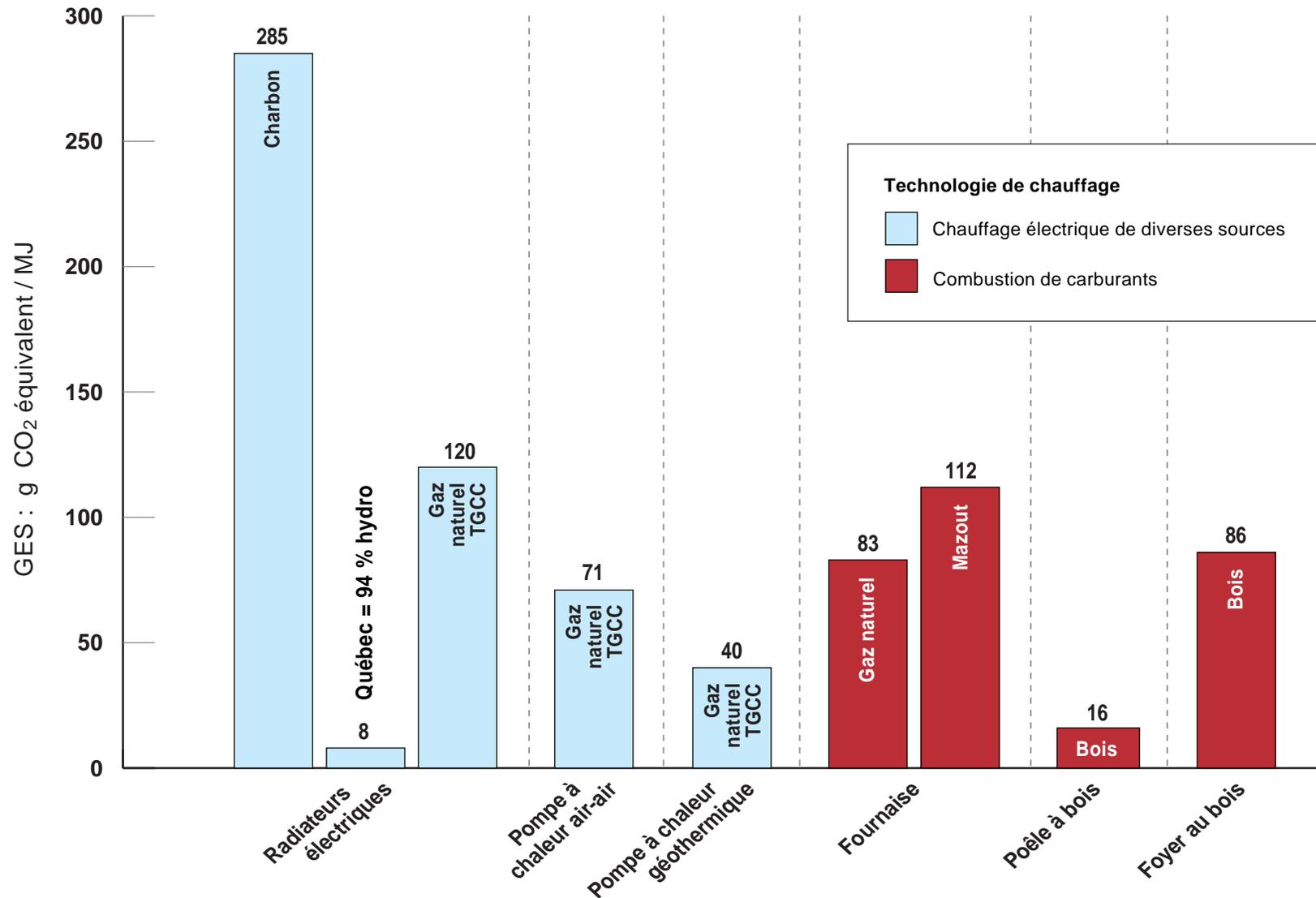
- Le chauffage électrique conventionnel, avec radiateurs, a souvent une mauvaise réputation environnementale. En réalité, la performance est mauvaise uniquement lorsque le charbon domine la production d'électricité. Lorsque la source d'électricité est l'hydroélectricité, le chauffage électrique présente clairement la meilleure performance environnementale.
- Le chauffage au gaz (combustion sur le site même) présente des émissions de GES légèrement moindres que le chauffage électrique de source gazière, avec radiateurs. Par contre, à coût comparable, le chauffage électrique de source gazière, avec pompe à chaleur, présente une meilleure performance que le chauffage au gaz.
- Par rapport au mazout, le chauffage au gaz permet de réduire les émissions d'environ 25 %.
- Pour le chauffage au bois, le niveau d'émissions de GES peut varier grandement selon l'efficacité de la combustion. Même avec un poêle à bois efficace, les émissions sont plus grandes que celles du scénario hydroélectrique, à cause des activités d'extraction et de transport du bois, à l'aide d'équipements consommant du pétrole. Un foyer au bois est très peu efficace et ses émissions de GES sont aussi élevées que celles des combustibles fossiles. Notons que ces évaluations présument que la ressource forestière est gérée de manière écologique. En théorie, lorsque chaque arbre coupé est replanté, le bilan du carbone émis et stocké par la biomasse est nul. Par contre, certains auteurs (Houck et Tiegs, 1998) doutent de cet équilibre réel car, en pratique, il est possible que la prochaine récolte fixera une quantité moindre de carbone que celle qui a été émise.
- La pompe à chaleur géothermique est la technologie la plus efficace, mais son coût est beaucoup plus élevé que celui des autres options.

Enjeux environnementaux des options de chauffage

Les émissions atmosphériques sont souvent considérées comme le principal enjeu environnemental des options de chauffage.

Les principales émissions atmosphériques

Enjeu environnemental	Émissions
Changement climatique	<ul style="list-style-type: none"> • Gaz à effet de serre (GES) : <ul style="list-style-type: none"> - Gaz carbonique CO₂ - Méthane CH₄
Précipitations acides	<ul style="list-style-type: none"> • Bioxyde de soufre SO₂
Smog, qualité de l'air, maladies respiratoires	<ul style="list-style-type: none"> • Oxydes d'azote NO_x • Particules • Composés organiques volatils (COV)



N.B. Les facteurs d'efficacité utilisés dans ces évaluations sont présentés au tableau 2.

Les précipitations acides et la qualité de l'air

Le tableau 1 présente les émissions directes de divers polluants qui affectent la qualité de l'air selon les équipements de chauffage (excluant les émissions des autres composantes du cycle de vie).

Faits saillants

- En ce qui concerne les risques pour la santé, le chauffage au bois est dans une catégorie exceptionnelle, avec des facteurs d'émission extrêmement élevés (particules et composés organiques volatils). Seule la pollution automobile présente des risques aussi élevés dans certaines zones urbaines.
- Le chauffage au mazout et au gaz ne contribue que modestement au smog urbain.
- Le mazout léger contient 0,24 % de soufre au Québec et il représente une source significative de précipitations acides. De plus, le raffinage du pétrole est une source d'émissions de soufre.
- Le gaz est très propre au point de combustion, car le soufre présent dans les gisements est retiré dans les usines de traitement, avant son transport vers le Québec. Ce traitement est cependant une source significative de SO₂ en Alberta.

Tableau 1. Émissions directes des options de chauffage affectant la qualité de l'air (mg/MJ)

Technologie	Source d'énergie	Oxydes d'azote NO _x	Dioxyde de soufre SO ₂	Particules	COV
1. Radiateurs électriques	Électricité	0	0	0	0
2. Pompe à chaleur air-air					
3. Pompe géothermique					
4. Fournaise	Gaz naturel	48	0 à 1	2 à 4	3
5. Fournaise	Mazout	59	112	2 à 4	2
6. Poêle à bois	Bois	68 à 141	14 à 20	700 à 1 500	27 à 40
7. Foyer au bois	Bois	367 et +	76 et +	3 780 et +	146 et +

Est-il réaliste, au Québec, de remplacer massivement le chauffage électrique résidentiel par du chauffage au gaz ?

Cette question se pose à chaque discussion concernant des projets de turbines à cycle combiné TGCC alimentées au gaz. De prime abord, on pourrait conclure que le chauffage direct permettrait d'émettre moins de GES.

Par contre, une comparaison rigoureuse doit tenir compte des infrastructures supplémentaires requises par le chauffage direct. Pour remplacer 5 TWh de chauffage électrique (production typique d'une TGCC d'environ 630 MW), il faudrait convertir au gaz 355 000 maisons actuellement chauffées à l'électricité (consommation de 14 000 kWh par an), ce qui impliquerait :

- d'installer 355 000 fournaises et compteurs (et cheminées dans la plupart des cas) ;
- de réaliser 355 000 branchements souterrains ;
- de construire des centaines de kilomètres de réseaux de distribution de gaz.

La comparaison environnementale doit inclure l'énergie et la pollution provenant de toutes ces activités.

En présumant que 60 % des nouveaux clients sont de type « densification » et 40 % de type « extension de réseau », le coût moyen des réseaux et branchements est de 8 560 \$ par nouveau client (cause tarifaire 2001, R-3444-2000, SCGM-4, document 6). Une grande centrale à TGCC coûterait environ 500 millions de dollars. Pour remplacer sa contribution par du chauffage direct au gaz, les coûts publics s'élèveraient à 3 milliards pour les réseaux et les coûts privés s'élèveraient à environ 2 milliards pour les systèmes à l'intérieur des maisons.

L'efficacité des équipements de chauffage

Les systèmes de chauffage, par combustion du gaz, mazout ou bois, perdent de la chaleur pour diverses raisons : fonctionnement en régime transitoire, démarrages à froid, combustion incomplète, évacuation d'une portion de la chaleur par la cheminée. Ces pertes déterminent l'efficacité du système de chauffage, exprimée en pourcentage, indiquant la fraction de la quantité de chaleur produite qui réchauffe vraiment la maison.

Tableau 2. Efficacité des appareils de chauffage selon la technologie

Technologie	Gamme de rendements saisonniers (%)	Efficacité utilisée dans les calculs d'émissions (%)
1. Radiateurs électriques	100	100
2. Pompe à chaleur air-air	150 à 200	170
3. Pompe à chaleur géothermique	300	300
4. Fournaise au gaz naturel	60 à 97	82
5. Fournaise au mazout	60 à 89	78
6. Poêle à bois	45 à 80	54
7. Foyer au bois	-10 à +10	+10

- Le « rendement saisonnier » est une évaluation de la capacité de l'équipement de transformer l'énergie en chaleur sur l'ensemble d'une saison. Il tient compte non seulement des pertes reliées au fonctionnement normal, mais également du fait que, souvent, les appareils de chauffage fonctionnent pendant une période trop courte pour atteindre leur température d'efficacité stable, en particulier par temps doux, au début et à la fin de l'hiver.
- L'efficacité d'un foyer conventionnel peut être négative, car il peut faire sortir, par la cheminée, davantage de chaleur qu'il n'en produit.
- L'efficacité des pompes à chaleur peut dépasser 100 % parce qu'elles déplacent la chaleur au lieu de transformer l'électricité en chaleur.

Les risques pour la santé du chauffage au bois

Plusieurs facteurs permettent de conclure que la combustion du bois présente des risques élevés pour la santé :

- Le chauffage au bois est souvent une source directe de pollution à l'intérieur des résidences. La durée de l'exposition aux polluants peut y être très longue.
- Selon une étude (Anuszewski et coll., 1998), la fumée de combustion du bois émise par les cheminées résidentielles pénètre dans les maisons avoisinantes, car la concentration de particules est semblable à l'extérieur et à l'intérieur des maisons étudiées. La combustion résidentielle du bois est donc une source réelle d'exposition aux particules pour la maison « émettrice » et pour les résidences avoisinantes.
- La fumée de bois est plus dommageable pour la santé que la fumée secondaire de la cigarette. La combustion de 1 kg de bois peut émettre 160 µg de dioxines (*Burning Issues*).
- Au Québec, les poêles à bois utilisant des technologies de pointe sont très rares. Le nombre de maisons chauffant au bois a été multiplié par six entre 1979 et 1999 ; la consommation de bois de chauffage pour cette même période, en énergie électrique équivalente, est passée de 3,0 TWh à 8,7 TWh (avec hypothèse de poêles à 54 % d'efficacité).

Le cas des foyers au bois

Selon Ressources naturelles Canada (1998) : *Les foyers traditionnels peuvent contaminer l'air intérieur au début et à la fin du cycle de la combustion. Lorsqu'un feu est allumé, la cheminée n'est habituellement pas suffisamment chaude pour tirer adéquatement les produits de combustion à l'extérieur. Par conséquent, une grande partie de la fumée et de ses gaz dangereux est rejetée dans la pièce...*

Tableau 3. Source des données concernant les émissions atmosphériques des options de chauffage

Options de chauffage	Cycle de vie g/MJ	Efficacité et émissions directes des fournaies mg/MJ				
		Émissions de GES	Efficacité % (1)	Émissions de NO _x	Émissions de SO ₂	Émissions de MP
Chauffage par combustion						
Mazout léger	89 à 120 112	60 à 89 Typique 78 (3)	59 (4)	112 (2,4)	2 à 4 (4)	2 (4)
Gaz naturel	60 à 97 83	67 à 90 Typique 82 (3)	48 (4)	0 à 1 (4)	2 à 4 (4)	3 (4)
Bois ; poêle conventionnel	16 à 50 16	45 et + Typique 54	141 (4)	20 (4)	1 540 (4)	40
Bois ; poêle EPA avec catalyseur (3)	16 à 34	45 à 80 Typique 80 (3)	68 (4)	14 (4)	693 (4)	27
Bois ; foyer		-10 à +10				
Chauffage électrique						
Profil 2002 : 94 % hydro	4 à 8	100	0	0	0	0
Gaz TGCC	120	100	0	0	0	0

1. Ressources naturelles Canada. ÉnerGuide 1998. *Le guide complet des foyers au bois*. ÉnerGuide 2000. *Le chauffage au mazout*. ÉnerGuide 1999. *Le chauffage au gaz*.
2. Environnement Canada. 2001. Teneur moyenne en soufre du mazout léger au Québec : 0,240 % en poids. p.14.
3. Energy Efficiency and Renewable Energy Network (EREN). US Department of Energy. Janvier 2001. *EREC Briefs : Comparing Heating Fuels*.
4. United States Environmental Protection Agency (EPA). 2002. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Stationary Point and Area Sources*. AP-42. Vol. 1, 5^e édition. [<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>].

Références

- ANUSZEWSKI, J., T.V. LARSON, et J.Q. KOENIG. 1998. « Simultaneous indoor and outdoor particle light-scattering measurements at nine homes using a portable nephelometer ». *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*. Vol. 8, n° 4, Oct.-Dec. 1998, p. 483-487.
- BURNING ISSUES. 2002. *Carcinogenic Chemicals from Wood and Coal Stoves*.
[En ligne]. [<http://www.webcom.com/~bi/pah-comp-wood-coal.htm>].
- BURNING ISSUES. 2002. *Home Heating Facts and Figures*.
[En ligne]. [<http://www.webcom.com/~bi/home-heating.htm>].
- CUM. 2002. Fiche 4 : *Les polluants produits par la combustion du bois*.
[En ligne]. [<http://services.ville.montreal.qc.ca/air-eau/fr/cha4airf.htm>].
- ENERGY EFFICIENCY AND RENEWAL ENERGY NETWORK (EREN). 2001 et 2002. *Air Pollution from Wood-Burning Appliances and Fireplaces*. [En ligne]. [www.eere.energy.gov].
- EPA. 2001. *What You Should Know About Combustion Appliances and Indoor Air Pollution*.
[En ligne]. [<http://www.epa.gov/iaq/pubs/combust.htm>].
- FILION, P., et L.-P. MORIN. 2001. *L'énergie au Québec*. Les publications du Québec. 120 p.
- HOUCK, J. E., et P. E. TIEGS. U.S. Environmental Protection Agency. 1998. *Residential Wood Combustion Technology Review*. Volume 1, Technical Report. 37 p.
- MANN, M. K., et P. L. SPATH. 2000. *A Summary of Life Cycle Assessment Studies Conducted on Biomass, Coal, and Natural Gas Systems*. National Renewable Energy Laboratory. 7 p.
- PARLEMENT EUROPÉEN. 1998. *L'utilisation du bois à des fins énergétiques : conciliation des rôles écologiques et économiques des forêts*.
[En ligne]. [http://www.europarl.eu.int/workingpapers/agri/s5-17-1_fr.htm].
- RESSOURCES NATURELLES CANADA. ÉnerGuide 1998. *Le guide complet des foyers au bois*. p.7.
- WOOD BURNING. 1998. *In a Cloud of Smoke*.
[En ligne]. [<http://www.district.north-van.bc.ca/admin/depart/enviro/smoke.htm>].
- WOOD HEATING APPLIANCE OPTIONS. 1998. *Space Heaters*.
[En ligne]. [<http://www.wood-heat.com/apltype.htm>].

Auteur : Luc Gagnon
gagnon.luc@hydro.qc.ca

© Hydro-Québec
Direction – Environnement
Septembre 2005

2005G185-F

La reproduction de cette fiche est autorisée.

This publication is also available in English.