

# Influence des feux de camp sur la qualité de l'air au parc national de la Yamaska

Par Michel Bisson<sup>1</sup>, Danielle Richoz<sup>2</sup>, Karine Gingras<sup>2</sup>, Gwendaline Kervran<sup>3</sup> et Alain Mochon<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur le milieu atmosphérique.

<sup>2</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Division des études de terrain

<sup>3</sup> Agence de la santé et des Services sociaux de la Montérégie.

<sup>4</sup> Société des établissements de plein air du Québec, Parc national de la Yamaska, Service de la conservation et de l'éducation.

---

## Introduction

Pour plusieurs fervents du plein air qui pratiquent le camping, finir la journée autour d'un agréable feu de camp est un scénario commun qui s'inscrit dans la normalité des choses. Mais qu'en est-il de la qualité de l'air ambiant lorsque les campeurs brûlent tous en même temps du bois de chauffage, et que de surcroît, sous le couvert forestier, la brise se dissipe ?

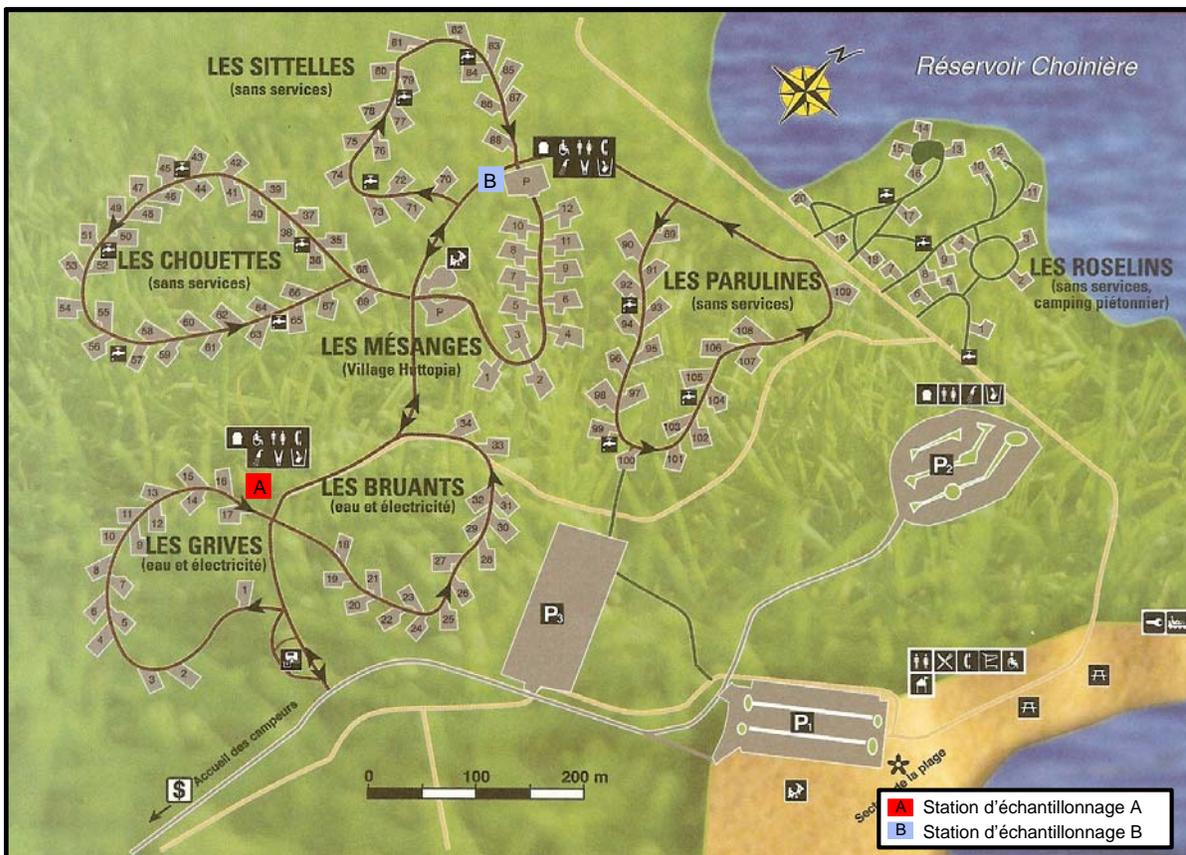
Il est bien connu que la fumée émise lors de la combustion du bois contient un certain nombre de contaminants, tels que les particules fines (PM), les composés organiques volatils (COV), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et le monoxyde de carbone (CO). L'impact des émissions de la combustion du bois sur la qualité de l'air a déjà fait l'objet d'études en milieu urbain. Au Québec, le chauffage résidentiel au bois serait responsable de près de la moitié des émissions de PM en provenance des activités humaines (Québec, 2002). À Montréal, durant la période hivernale, les concentrations de PM, de COV et de HAP étaient, dans certains quartiers résidentiels, souvent supérieures à celles mesurées dans le centre-ville (Bonvalot et collab., 2000). Selon une étude d'Environnement Canada, un poêle à bois conventionnel non certifié émet autant de particules fines dans l'atmosphère en neuf heures, qu'une automobile de type intermédiaire parcourant 18 000 km en un an.

Afin de documenter la situation en milieu naturel, le parc national de la Yamaska, la Direction du suivi de l'état de l'environnement et le Centre d'expertise en analyse environnementale du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), ainsi que l'Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie (ASSSM) se sont associés pour réaliser, à l'été 2009, une caractérisation préliminaire de l'air ambiant dans l'aire de séjour d'un camping, une première initiative du genre au Québec. L'objectif était de mesurer les principaux contaminants (particulaires et gazeux) liés à la combustion du bois à ciel ouvert, et de suivre en continu l'évolution des concentrations en fonction du nombre de feux de camp actifs en soirée. Par la suite, l'étude visait à mettre en contexte ces résultats en les comparant avec ceux obtenus ailleurs au Québec, en milieu urbain et en milieu rural, pour la même période de temps, et en les interprétant en fonction du seuil de référence utilisé au MDDEP pour déterminer que la qualité de l'air est « mauvaise ».

## Aspects méthodologiques

C'est dans ce contexte que la division des Études de terrain du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) a été mandatée pour réaliser une étude exploratoire visant à identifier et quantifier les principales substances émises lors de la combustion du bois à ciel ouvert en période d'achalandage maximale du camping du parc national de la Yamaska. Cette caractérisation préliminaire consistait à effectuer des prélèvements et des analyses en continu à deux endroits stratégiques dans l'aire de séjour du parc (voir figures 1 et 2) puis de démontrer le lien entre le nombre de feux de camp répertoriés à chaque heure par les employés du parc et les concentrations des contaminants mesurés.

Figure 1 : Localisation des stations d'échantillonnage



Figures 2 : a) Station d'échantillonnage A en journée



b) Station d'échantillonnage B en soirée



Les mesures et les prélèvements ont donc été effectués les 28 et 30 juillet ainsi que les 3 et 5 août, entre 15 h et minuit. La stratégie d'analyse et d'échantillonnage employée dans le cadre de ce projet est résumée au tableau 1. Ainsi les particules et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) particuliers totaux ont été mesurés en temps réel et de façon continue, directement sur le terrain. Pour leur part, les composés organiques volatils (COV) ainsi que les aldéhydes et cétones ont été prélevés sur des périodes de deux heures, quatre fois par jour, à chacune des deux stations d'échantillonnage, puis analysés ultérieurement en laboratoire.

**Tableau 1 : Stratégies employées pour l'analyse et l'échantillonnage de l'air ambiant**

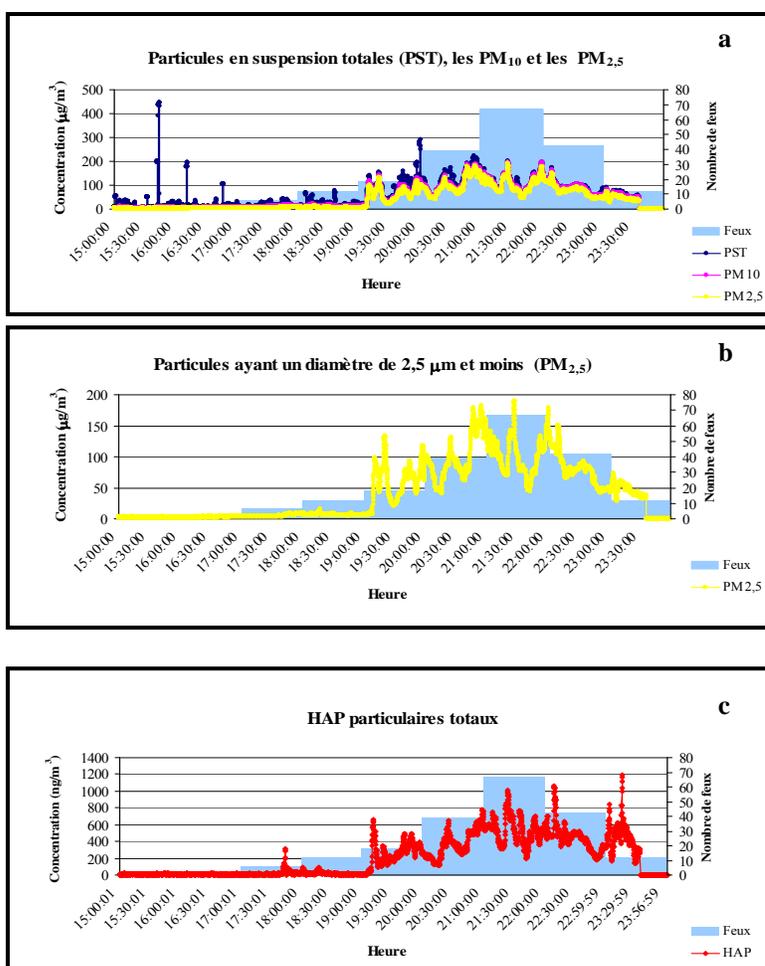
Instruments utilisés	Paramètres mesurés	Localisation	Fréquence
Analyseurs de particules	- Particules en suspension totales (PST) - Particules ayant un diamètre de 10 µm et moins (PM <sub>10</sub> ) - Particules ayant un diamètre de 2,5 µm et moins (PM <sub>2,5</sub> )	Station A Station B	En continu
Analyseurs de HAP particulaires totaux	Hydrocarbures aromatiques polycycliques particulaires totaux (HAP)	Station A Station B	En continu
Systèmes de prélèvement couplé à un milieu adsorbant	Composés organiques volatils, aldéhydes et cétones	Station A Station B	1 prélèvement de deux heures; 4 prélèvements par jour à chaque station
Tour météo portative	Vitesse et direction du vent, température	Station A	En continu
Comptage par observation	Nombre de feux de camp actifs	Tout le camping	À chaque heure entre 15 h et minuit

## Les résultats

Les résultats obtenus au cours de ce projet démontrent clairement l'influence des feux de camp sur les concentrations de HAP particulaires totaux et de particules, principalement celles de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>). Effectivement en soirée, à chacune des quatre journées de caractérisation et aux deux stations, on a constaté une augmentation significative des concentrations de HAP et de particules dans l'air ambiant en lien avec le nombre de feux de camp en activité dans l'aire de séjour du parc. Les concentrations maximales ont été enregistrées entre 20 h et 22 h, alors que le nombre de feux de camp se situait entre 32 et 68.

Tel que présentés à la figure 3, les profils des concentrations instantanées obtenus, par exemple le 3 août à la station d'échantillonnage B, illustrent bien la relation entre le nombre de feux de camp et les concentrations de HAP, de particules totales en suspension (PST), de particules dont le diamètre est inférieur ou égal à 10 µm (PM<sub>10</sub>) et de particules dont le diamètre est inférieur ou égal à 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>).

Au cours de ce projet, les concentrations maximales ont été obtenues à la station A, le 3 août en soirée. Les concentrations moyennes calculées sur 15 minutes ont atteint 203 µg/m<sup>3</sup> pour les PST, 201 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub> et 186 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub>, ce qui est respectivement environ 7, 10 et 20 fois plus élevées que les valeurs de bruit de fond enregistrées en après-midi. Cette étude démontre



**Figures 3 :** Profil des concentrations instantanées à la station d'échantillonnage B pour la journée du 3 août 2009 par rapport aux feux de camps actifs  
a) particules en suspension totale (PST), particules de 10 µm et moins et particules de 2,5 µm et moins;  
b) particules de 2,5 µm et moins;  
c) HAP particulaires totaux pour la journée du 3 août 2009.

que les feux de camp sont une source importante de particules fines ( $PM_{2,5}$ ). Celles-ci pouvant représenter jusqu'à 90 % de la concentration des particules totales en suspension.

Les concentrations les plus importantes de HAP ont aussi été obtenues à la station A, le 3 août entre 20 h 45 et 21 h. La concentration moyenne correspondant à cette période était de  $1367 \text{ ng/m}^3$ , soit plus de 30 fois les valeurs de référence obtenues en après-midi. Au cours des quatre soirées de mesure et aux deux stations, les concentrations moyennes sur 15 minutes de HAP particulaires totaux se sont maintenues, de façon générale, à plus de  $200 \text{ ng/m}^3$  pendant au moins une heure.

D'autre part, les échantillons prélevés sur le site puis analysés en laboratoire ont permis de détecter d'autres substances. Les résultats ainsi obtenus permettraient d'associer la présence en faible concentration de plusieurs COV dans l'air ambiant avec les feux de camp. Ces substances sont principalement le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, les xylènes et naphtalène. De plus, certains aldéhydes associés à la combustion du bois, notamment le formaldéhyde, l'acroléine et l'acétaldéhyde, ont été notés.

Bien que l'odeur des feux de camp soit habituellement synonyme de plaisir, l'intensité des odeurs perçues, au moment où le nombre de feux était maximal, peut atteindre de très forts niveaux. Les fiches d'évaluation d'odeurs complétées montrent que lorsque l'odeur de bois brûlé est faible, cette dernière est qualifiée d'agréable. Par contre, lorsque l'intensité de l'odeur augmente et que l'exposition est plus longue, cela devient désagréable et les personnes exposées ont ressentis des inconforts tels que des picotements aux yeux et à la gorge ainsi que des maux de tête.

Il importe également de mentionner que dans l'aire de camping du parc national de la Yamaska, la faible dispersion et la concentration des contaminants au niveau du sol sont accentuées par un couvert forestier assez dense. À plusieurs occasions en soirée, il a d'ailleurs été possible d'observer une fumée grisâtre dans l'aire de séjour du parc.

## Interprétation

Les données recueillies au cours de cette étude ont clairement montré qu'il existe une relation directe entre les émissions des particules fines et les concentrations qui en découlent.

Le 3 août 2009, la comparaison montre que les concentrations moyennes sur trois heures de  $PM_{2,5}$  mesurées en soirée à partir de 20 h ont varié entre 53 et  $94 \mu\text{g/m}^3$  à l'une ou l'autre des deux stations de mesure installées au parc national de la Yamaska, ce qui dépasse jusqu'à 2,5 fois la valeur de référence de  $35 \mu\text{g/m}^3$ . Cette valeur correspond au seuil qu'utilise le MDDEP pour déterminer que la qualité de l'air est « mauvaise »<sup>1,2</sup>. On a pu constater que les concentrations, observées en soirée, avaient atteint jusqu'à onze fois le niveau moyen de trois stations de mesure situées dans cette même région, considérée comme rurale (figure 4).

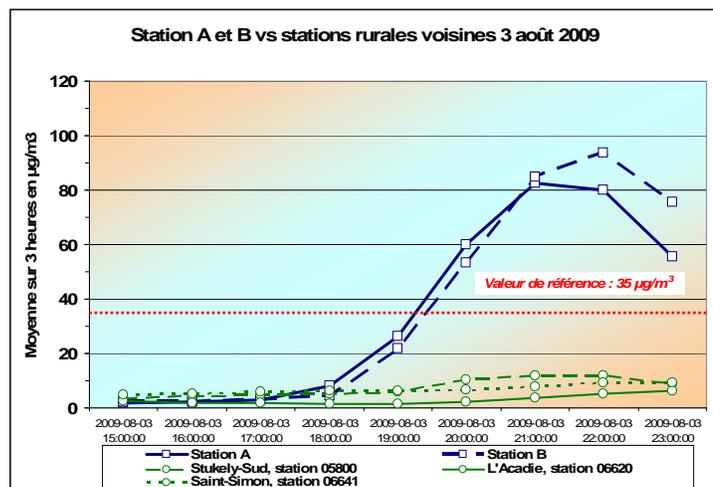


Figure 4 : Concentrations moyennes sur 3 heures, des particules fines ( $PM_{2,5}$ ) comparées au milieu rural environnant.

<sup>1</sup> Valeur de référence de la composante particules fines ( $PM_{2,5}$ ) de l'indice de la qualité de l'air (IQA) : <http://www.iqa.mddep.gouv.qc.ca/contenu/calcul.htm>

<sup>2</sup> Portrait statistique : mauvaise qualité de l'air et smog : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/info-smog/portrait/portrait.pdf>

Comparées à des mesures faites au même moment ailleurs au Québec en milieu urbain, les concentrations maximales de  $PM_{2,5}$  observées en soirée étaient respectivement onze fois plus élevées que celles mesurées à Québec dans l'ouest de la ville, quatre fois plus hautes qu'au centre-ville de Montréal et environ deux fois supérieures à celles de Shawinigan, dans un secteur influencé par une source industrielle (figure 5).

On ne peut extrapoler avec certitude sur la période de temps requise pour que les concentrations reviennent à un niveau comparable à celui mesuré en après-midi ou à l'échelle régionale. Toutefois, on pourrait raisonnablement émettre l'hypothèse que la récupération de l'intégrité de qualité de l'air nécessite au moins de 2 à 4 heures après minuit et que celle-ci sera dépendante des conditions météorologiques.

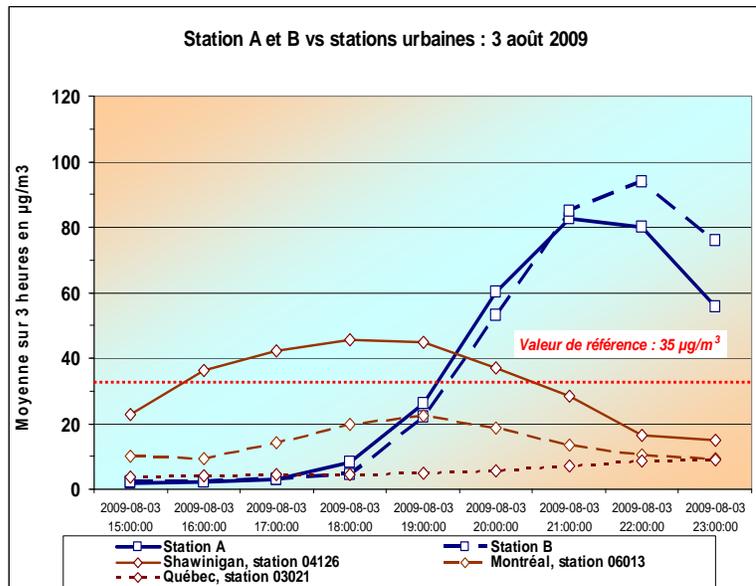


Figure 5 : Concentrations moyennes sur 3 heures des particules fines ( $PM_{2,5}$ ) comparées à des stations situées en milieu urbain.

## Effets sur la santé

Il est reconnu que la pollution atmosphérique est susceptible de contribuer à l'apparition ou à l'aggravation de problèmes de santé, notamment les maladies cardiovasculaires et pulmonaires.<sup>3</sup> La fumée émise par les feux de camp constitue un mélange complexe de gaz irritants et de particules respirables microscopiques qui ont des effets sur la santé, lorsque leur concentration est trop élevée dans l'air. Certains HAP et COV peuvent provoquer de l'irritation et des difficultés respiratoires comme l'aggravation de l'asthme et de la toux, en plus d'être considérés comme cancérigènes. Les particules de petite taille produites par la combustion du bois pénètre profondément dans les voies respiratoires et provoque de l'inflammation, ce qui nuit à leur bon fonctionnement.

Les résultats de l'étude révèlent une importante augmentation de contaminants dans l'air ambiant sur une courte période et démontrent que les feux de camp génèrent des fumées qui exposent les gens à des niveaux très élevés de particules fines pour une courte période ( $\pm$  4heures). Ces particules atteignent jusqu'à 20 fois la moyenne journalière.

Les connaissances actuelles démontrent une corrélation entre l'exposition aux particules fines et des problèmes de santé. Nombreuses recherches scientifiques<sup>4</sup>, dont celles de l'Organisation mondiale de la santé, considèrent que l'exposition à ces particules fines est néfaste pour la santé et a des effets indésirables, à court et à long termes. De plus, il n'existe pas de seuil au-dessous duquel il n'y a aucun effet indésirable pour la santé (OMS, 2005). Les études portant sur les risques associés à des expositions de très courtes durées aux particules fines suggèrent une association entre les pics de particules et une diminution permanente des fonctions pulmonaires ainsi qu'une augmentation des taux de mortalité par maladie cardiovasculaire (MSSS, 2010). Une exposition sporadique aux pics de particules fines, comme l'exposition à la fumée des feux de camp, peut occasionner des effets aigus sur la santé, dans les heures ou les jours suivants l'augmentation de la concentration des polluants dans l'air ambiant. Ceux-ci pouvant se présenter comme une aggravation d'une maladie chronique existante, soit cardiaque (arythmie, angine, infarctus, insuffisance cardiaque) ou respiratoire (infection respiratoire, crise d'asthme) pouvant causer une mortalité prématurée ou une hospitalisation excédentaire (L. Drouin, A. Smargiassi, 2005).

<sup>3</sup> Metzger, et autres 2004, OMS 2005, Peters 2001 et autres, Pope et autres 2009.

<sup>4</sup> Bhaskaran et autres 2009, Folino et autres 2009, Peter et autres 2001, Smargiassi 2008, Sullivan et autres 2005.

À l'échelle régionale, une concentration moyenne de particules fines dépassant 35 µg/m<sup>3</sup> pour une durée de trois heures, signifie que la qualité de l'air se dégrade au point où l'on s'attend à ce qu'il exerce un effet à court terme sur la santé humaine ou sur l'environnement (MDDEP). Également, sur une échelle locale, nous pouvons concevoir que ces mêmes effets peuvent se manifester sur la proportion de personnes vulnérables exposées à ladite pollution. Nous recommandons aux personnes souffrant d'asthme, d'une maladie cardiovasculaire ou respiratoire, plus sensibles aux effets des particules fines, d'être vigilants, et de réduire leurs activités ainsi que leur exposition aux particules fines produites par les feux de camp.

## Perspectives écologiques et développement durable

Outre l'aspect de la santé publique, l'utilisation de ressources ligneuses pour la combustion soulève une réflexion plus large qui s'inscrit dans la perspective de conservation des parcs nationaux. Ainsi, les visiteurs en séjour dans une aire de camping sont tenus de respecter certaines règles de conduite pour assurer la protection du milieu naturel dans lequel ils se retrouvent. Entre autres, les campeurs doivent s'abstenir de prélever tout bois mort et autres combustibles, dans le milieu naturel qui entoure leur aire de séjour. Cette matière ligneuse, en plus de participer à la fertilité du sol forestier, procure un milieu de vie à toute une microfaune discrète qui est à la base d'une chaîne alimentaire bien structurée. Par ailleurs, le piétinement engendré par la recherche de combustible aurait vite fait d'altérer le sous-étage forestier et de compacter le sol, compromettant l'intégrité naturelle du milieu environnant dont la qualité même constitue le principal motif d'attrait des visiteurs à fréquenter le territoire protégé.

Dans cet optique, pour rendre compatible la pratique des feux de camp en territoire protégé, les parcs nationaux offrent aux campeurs du bois de chauffage en ballots ou en vrac. Au parc national de la Yamaska, c'est près de 4 000 ballots de bois de chauffage qui ont été vendus en 2009, soit l'équivalent d'environ 100 cordeaux (4 pieds x 8 pieds x 16 pieds). Le bois provient d'un fournisseur local pour limiter le potentiel d'introduction d'espèces exotiques envahissantes (comme l'agrile du frêne). Ces prélèvements, bien que réalisés à l'extérieur du parc, s'ajoutent aux pressions collectives exercées sur la ressource ligneuse et ses habitats. La MRC de La Haute-Yamaska, où se situe le parc, a perdu 10 kilomètres carrés (1 000 hectares) de surfaces forestières entre 2000 et 2004 (Belvisi, 2005), soit presque l'équivalent de la superficie même du parc. Ces changements d'affectations du sol peuvent contribuer à la fragmentation des habitats et à la perte de biodiversité, de même qu'à la problématique d'érosion des sols et d'enrichissement des eaux de surface qui exacerbent le développement des algues bleu-vert à l'échelle du bassin versant de la rivière Yamaska Nord.

À la lumière des constats qui se dégagent de cette étude exploratoire, diverses avenues de sensibilisation pourraient être envisagées pour le bénéfice des visiteurs en séjour au parc. Entre autres, l'édition 2010 du journal du parc présentera un bref résumé de l'initiative de recherche et permettra une bonne compréhension de la problématique relative à la combustion du bois. Afin de limiter l'impact négatif des feux de camp sur la qualité de l'air, les visiteurs seront sensibilisés à ne brûler que du bois propre et sec (le bois mouillé ou humide créant plus de fumée), à faire de petits feux vifs et surtout à ne jamais brûler de déchets (résidus domestiques) et matériaux toxiques (bois teint, peint ou traité, matières plastiques, etc.) Des mises en garde plus ciblées pourraient être émises durant les périodes où un avertissement de smog serait en vigueur ou que l'Indice de qualité de l'air (IQA) diffusé par le MDDEP, révélerait une qualité régionale de l'air « mauvaise » pour la Montérégie.

## Conclusion

Le projet de caractérisation préliminaire de l'air ambiant dans le parc national de la Yamaska a été effectué en période d'achalandage maximum à deux stations d'échantillonnage dans le camping lors de quatre journées : les 28 juillet, 30 juillet, 3 et 5 août 2009. Les résultats obtenus au cours de ce projet démontrent clairement l'influence des feux de camp sur les concentrations de HAP particuliers totaux et de particules en suspension, principalement celles de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm. Une augmentation significative des concentrations de HAP et de particules dans l'air ambiant en lien avec le nombre de feux de camp en activité dans l'aire de séjour du parc a été constatée. Les concentrations maximales de ces contaminants ont été enregistrées entre 20 h et 22 h. À ce moment les PM<sub>2,5</sub> dominent la composition de l'ensemble des particules et peuvent contribuer jusqu'à 90 % de la concentration des PST.

Outre les analyseurs en continu employés, les résultats de COV mesurés en soirée permettraient d'associer la présence de certaines substances aromatiques dans l'air ambiant avec les feux de camp. Ces substances sont principalement le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, les xylènes et le naphthalène.

Les concentrations maximales mesurées en soirée ont dépassé par un facteur 2,5 la concentration moyenne sur trois heures à partir de laquelle la qualité de l'air est qualifiée de « mauvaise ». Par rapport aux concentrations mesurées pendant la même période par le MDDEP dans certaines stations situées en milieu rural et urbain, ces concentrations se situaient au même moment à onze fois la valeur moyenne régionale, tandis qu'elles ont été respectivement deux et quatre fois plus élevées qu'à une station influencée par une source industrielle et au centre-ville de Montréal.

Les parcs nationaux visent avant tout à protéger et à conserver le patrimoine naturel et culturel. Pouvoir léguer aux prochaines générations des espaces naturels à la fois intègres et accessibles constitue une responsabilité partagée entre les visiteurs et les gestionnaires des parcs nationaux. Il importe de se questionner sur l'impact des activités qui sont pratiquées dans ces aires protégées, tant sur la nature que sur l'humain.

## Références

- Ambient Air Pollution and Cardiovascular Emergency Department Visits* dans *Epidemiology*, Metzger et autres, 2004: Volume 15: Issue 1: p 46-56.
- Association between short term exposure to fine particulate matter and heart rate variability in older subjects with and without heart disease* dans *Thorax*, J H Sullivan, A B Schreuder, C A Trenga, et autres, 2005: 60: 462-466.
- Belvisi, J. 2005. *Portrait des pertes de superficies forestières en Montérégie entre 1999-2004*, Agence géomatique montréalaise GéoMont, 28 p. Site Internet consulté le 20 février 2010 : <http://www.geomont.qc.ca/projets.htm>
- Bonvalot, Y., C. Gagnon, M. Benjamin, A. Germain et T. Dann. 2000. *Campagne d'échantillonnage sur le chauffage au bois : Hiver 1998-1999 – Rapport d'étude*, Ministre des approvisionnements et services Canada, 77 p. Site Internet consulté le 20 février 2010 : [http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/environnement\\_fr/media/documents/Campagne\\_chauffage.pdf](http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/environnement_fr/media/documents/Campagne_chauffage.pdf)
- Bouchard M, Smargiassi A, *Estimation des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique au Québec : essai d'utilisation du « Air quality benefits assessment tool (AQBAT)»*. Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, INSPQ. 2007, 70 p.
- Effects of air pollution on the incidence of myocardial infarction*, dans Heart, K Bhaskaran, S Hajat, A Haines, et autres, 2009: 95: 1746-1759
- Fine-Particulate Air Pollution and Life Expectancy in the United States* dans *The New England journal of medicine*, Pope III C. Arden et autres, 2009; 360:376-86.
- Increased Particulate Air pollution and the Triggering of Myocardial Infarction* dans *Circulation*, Peters Annette, et autres, American Heart Association, 2001: 103: 2810-2815.
- Individual exposure to particulate matter and the short-term arrhythmic and autonomic profiles in patients with myocardial infarction* dans *European Heart Journal*, F. Folino Antonio, et autres, 2009: 30 (13):1614-1620.
- Louis Jacques et autres, *Pollution de l'air et santé*. Prévention en pratique médicale. Direction de la santé publique de Montréal. 2005, 4 p.
- MDDEP 2002 : *Indice de qualité de l'air (IQA). Québec 2002*. Site Internet consulté le 23 février 2010 : <http://www.iqa.mddep.gouv.qc.ca/contenu/polluants.htm>
- MSSS 2010: *Information sur la pollution atmosphérique* Site Internet consulté le 14 février 2010 <http://msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?qualite-de-lair>
- OMS. 2006. *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air: particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre*, 26 p. Sur Internet consulté le 15 février 2010 : [http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_fre.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_fre.pdf)
- Québec. 2002. *Le chauffage au bois : pas aussi « inoffensif » qu'on voudrait bien le croire !* Site Internet consulté le 18 février 2010 : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/chauf-bois/index.htm>
- Smargiassi A, Présentation power-point, *Exposition de la population aux particules fines et risques à la santé lors des feux d'artifices à Montréal, INSPQ., Québec, 2008*, 28 p. Site Internet consulté le 20 février 2010 : [http://www.inspq.qc.ca/pdf/evenements/conf\\_08\\_04\\_a\\_smargiassi.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/evenements/conf_08_04_a_smargiassi.pdf)