

EFFETS DES FEUX DE CAMP SUR LES ÉCOSYSTÈMES ET LA SANTÉ HUMAINE DANS LES PARCS NATIONAUX

Revue de littérature

**Marc-André Villard, biologiste à la Sépaq
Gabrielle Grenier, biologiste à la Sépaq
Mai 2023**

Effets des feux de camp sur les écosystèmes et la santé humaine dans les parcs nationaux

Revue de littérature

MESSAGES CLÉS

- Le prélèvement de bois par les campeurs peut dégrader rapidement le couvert végétal entre les sites et causer des blessures (ex.: coups de hachettes) sur les troncs d'arbres, les rendant plus vulnérables aux pathogènes ou insectes.
- Le fait de récolter du bois mort pour les feux de camp peut éliminer certains sites d'alimentation ou substrats de reproduction pour la faune.
- Les effets de la fumée sur la santé humaine ont surtout été documentés dans le contexte de feux de forêt. Les particules fines (ex., <2,5 microns, ou PM_{2,5}) seraient les plus dangereuses, parce qu'elles peuvent pénétrer profondément dans les voies respiratoires. Une étude effectuée au parc national de la Yamaska révèle que les concentrations de ces particules ont dépassé les normes du ministère (MDDEP, à l'époque) durant la période où la majorité des feux étaient allumés, en soirée.
- La dispersion de la fumée est dépendante des facteurs climatiques et géographiques, tant à l'échelle régionale que locale (vents, pression atmosphérique, topographie, végétation, etc.)
- La gestion des feux de camp au Canada et ailleurs dans le monde est principalement orientée vers la gestion du risque d'incendie.
- Le parc national de Yosemite (É.-U.) déconseille la fréquentation de son territoire aux gens ayant des problèmes respiratoires ou cardiaques chroniques lorsque la qualité de l'air est compromise par la fumée.

CONTEXTE

L'allumage d'un feu de camp est un rituel populaire chez les visiteurs de nos parcs nationaux. Historiquement, ce rituel avait pour but de faire cuire ou réchauffer les repas ainsi que de faire fuir les insectes piqueurs ou les prédateurs. De nos jours, il s'agit plutôt d'une habitude bien implantée chez de nombreux campeurs. Aux États-Unis, divers sondages ont confirmé que les feux de camp sont principalement allumés par plaisir et pour socialiser, tandis qu'une majorité de campeurs sont opposés aux restrictions de feux (Reid et Marion 2005, Lillywhite et al. 2013). Un sondage indiquait également que le droit d'allumer un feu de camp était le critère le plus souvent sélectionné par les campeurs pour le choix d'un site, comparativement à cinq

autres critères (coût de location du site, présence d'une table de pique-nique, de sanitaires à proximité, de courant électrique, etc.) (Lillywhite et al. 2013).

Considérant les effets possibles des feux de camp sur la végétation, la qualité de l'air et la santé humaine, nous avons effectué une revue de la littérature afin d'évaluer plus précisément ceux-ci tout en examinant les pratiques de gestion des feux de camp mises en application dans d'autres juridictions.

EFFETS SUR LA VÉGÉTATION ET LA FAUNE

Sur le plan de la végétation, l'impact de la récolte de matière ligneuse (branches, écorce) ou d'arbres morts sur l'apport d'éléments nutritifs dans le sol serait relativement minimal, contrairement à ce qui est contenu dans les feuilles, les aiguilles et les ramilles. Cependant, la récolte de branches partiellement décomposées peut avoir un impact important puisque celles-ci abritent des organismes fixateurs d'azote, incluant des champignons mycorhiziens. La récolte de bois dans la zone forestière en pourtour des sites de camping peut augmenter les risques de blessures sur les troncs, par exemple celles qui sont causées par des hachettes. Les blessures infligées aux arbres vivants augmentent leur vulnérabilité envers les pathogènes et insectes (Cole et Dalle-Molle 1982). Selon une étude comparative, l'approvisionnement gratuit des sites de camping en bois de chauffage réduirait considérablement ce type d'impacts (prélèvement de bois mort et dommages aux arbres vivants) (Smith et coll. 2012). Cependant, la gratuité du bois de chauffage risquerait d'augmenter la quantité de feu dans les campings.

Pour la faune, la coupe de chicots (arbres morts debout) et de branches mortes dans le but d'alimenter les feux de camp réduit la disponibilité de substrats de reproduction ou de quête de nourriture (certains invertébrés, oiseaux et mammifères) (ex. : Bonar 2000).

Afin de bien gérer les impacts possibles des feux sur l'environnement, la Sépaq a adopté les pratiques suivantes : chaque site de camping est pourvu d'un « rond à feu », du bois de chauffage est vendu sur place. Le règlement sur les parcs stipule que les feux sont permis uniquement sur les sites aménagés à cette fin (Article 20 du chapitre P-9, r. 25 de la Loi sur les Parcs). Néanmoins, selon l'indicateur de qualité des sites de camping du programme de suivi des indicateurs environnementaux (PSIE), on observe parfois une dégradation de la végétation entre les sites nouvellement créés en raison du piétinement, mais aussi, vraisemblablement, en raison du prélèvement de bois par certains campeurs.

EFFETS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Une étude détaillée des substances émises par des feux de bois sous différentes conditions révèle que ceux-ci émettent des quantités variables de particules fines, d'aérosols, de monoxyde de carbone et de composés organiques volatils (ex. : hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP), ainsi que certaines substances inorganiques (Singh et coll. 2023). Parmi les trois espèces de feuillus utilisées dans cette étude (chêne, cerisier, mesquite), les

différences étaient mineures en ce qui a trait aux substances émises. Cependant, le type de brûlage (flammes versus braises ou combustion incomplète) avait un effet. Les flammes émettaient davantage de substances bioactives. Cela dit, les auteurs admettent qu'en plein air, ces différentes substances sont diluées assez rapidement dans l'atmosphère.

Au parc national de la Yamaska, une étude du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) effectuée en 2009 a permis de quantifier les différentes substances émises par les feux de camp d'un camping les 28 et 30 juillet, de même que les 3 et 5 août. Selon Singh et coll. (2023), les particules les plus bioactives seraient les plus fines ($<0,1$ micron). L'étude du CEAEQ (2009) documente les concentrations de particules légèrement plus grosses ($PM_{2,5}$, soit $<2,5$ microns). Les résultats obtenus par des capteurs dans le cadre de cette dernière étude indiquent que les concentrations de particules de 2,5 microns et moins et de 10 microns et moins ont dépassé les concentrations maximales recommandées par le règlement sur la qualité de l'atmosphère du ministère (à l'époque, MDDEP) durant la période où la majorité des feux étaient allumés : *« le critère est dépassé lors des périodes où le nombre de feux de camp est plus élevé c'est-à-dire généralement entre 19h00 et 23h00. »* (CEAEQ 2009: 44). Les HAP suivaient des courbes de variation parallèles à celle des particules fines ($<2,5$ microns). Or, il n'y avait pas de critère ou de norme d'air ambiant pour la concentration totale de HAP au Québec en 2009 et il semble que ce soit encore le cas aujourd'hui. Aux États-Unis, la limite serait de $0,2 \text{ mg/m}^3$ (CDCP factsheet). Au parc national de la Yamaska, le rapport de la CEAEQ (2009) conclut que *« De façon générale, en soirée au moment où le nombre de feux est élevé, les concentrations moyennes sur 15 minutes se sont maintenues au-dessus de 200 ng/m^3 et ce, pendant plus d'une heure. »* Or, $200 \text{ ng} = 0,0002 \text{ mg}$. La concentration maximale d'HAP a été observée entre 21:30 et 21:45, soit 1100 ng/m^3 ($0,0011 \text{ mg/m}^3$), ce qui demeure bien en deçà de la norme américaine. Quant aux composés organiques volatils, les concentrations mesurées se sont avérées inférieures aux normes et critères établis, sauf dans le cas du benzène, qui a dépassé la norme ($10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) à deux reprises. Toutefois, la période échantillonnée ne correspond pas à celle où cette norme a été établie (CEAEQ 2009). Quant aux concentrations d'aldéhydes et de cétones, elles se sont maintenues en deçà des normes et critères établis.

Dans la paroisse de Shediac au Nouveau-Brunswick, une modélisation des particules fines (PM_{10} et $PM_{2,5}$) émises dans le cadre des opérations d'un projet de camping a été réalisée en 2018 (WSP, 2018). Deux scénarios d'émissions provenant des feux de camp ont été mis de l'avant dans un système de modélisation de dispersion (AEROMOD v. 16126). Un scénario « typique », où 30 % des 700 sites de camping projetés ont un feu actif¹ (210 feux), et un scénario « extrême », où 70 % des 700 sites ont un feu actif¹ (490 feux). Le rapport souligne que la présence du camping aurait le potentiel de dégrader la qualité de l'air localement, les seuils²

¹ Durant le printemps, l'été et l'automne, et ce de 17h à 19h et de 20h à 22h

² Les critères et seuils utilisés dans le cadre de cette étude proviennent de la réglementation ontarienne sur la qualité de l'air local (O. Reg. 419/05) et des normes canadiennes de qualité de l'air ambiant pour les particules fines, le Nouveau-Brunswick n'ayant pas de critère pour les $PM_{2,5}$ et PM_{10} .

moyen sur 24h de PM₁₀ et PM_{2,5} pour les deux scénarios étant dépassés, à l'exception des émissions de PM_{2,5} dans le cas du scénario typique d'opération (Figure 1).

Table 3-5 Project Specific Impacts – Operation Worst Case and Typical at Property Boundary

COC	AVERAGING PERIOD	WORST CASE (µg/m³)	TYPICAL (µg/m³)	AIR QUALITY THRESHOLD	PERCENT OF THRESHOLD	
					WORST CASE	TYPICAL
PM _{2,5}	24 h	681	398	27	2 522 %	1 474 %
PM ₁₀	24 h	1 734	1 012	50	3 468 %	2 024 %

Bold values exceed the air quality thresholds

Figure 1. Tableau des impacts projetés des deux scénarios modélisés, extrait du rapport sur l'évaluation de la qualité de l'air du projet de camping à Shediac, au Nouveau-Brunswick (source : WSP, 2016)

En Alberta, un projet de surveillance des particules fines a été réalisé en 2022 dans le camping du parc national Elk Island. L'objectif : mesurer la concentration de particules fines résultant de la fumée des feux de camp pendant l'été, les soirs où le camping est au maximum de sa capacité. Les mesures moyennes de PM_{2,5} étaient assez constantes tout au long de la journée, des premières heures du matin jusqu'à environ 19 h. À partir de 19 h, les moyennes horaires de PM_{2,5} augmentent graduellement puis diminuent après minuit (Figure 2). Le projet, qui a enregistré plus de 3 800 heures de mesures de PM_{2,5}, souligne que 16 moyennes horaires de PM_{2,5} enregistrées ont été supérieures à 80 µg/m³. Sur ces 16 moyennes horaires, 13 ont eu lieu du vendredi au dimanche, entre 21 h et 1 h du matin (Fort Air Partnership, 2022).

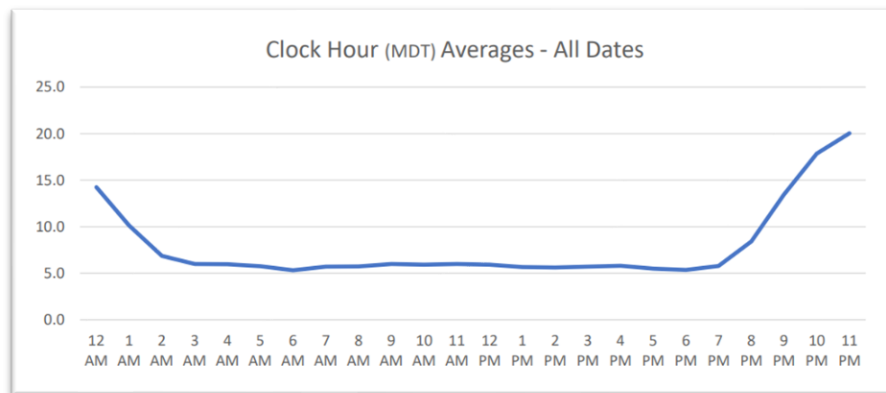


Figure 2. Moyenne horaire de particules fines pour le projet du camping du parc national Elk Island (Source : Fort Air Partnership, 2022)

À noter que les données de l'appareil utilisé dans le cadre de ce projet (PurpleAir) ne répondent pas aux normes réglementaires du gouvernement de l'Alberta et n'ont pas été récoltées dans le but d'orienter les décisions réglementaires ou d'émettre des avis sur la qualité de l'air.

Finalement, une étude effectuée dans le parc provincial Goldstream, en Colombie-Britannique (Ministry of Environment, 2010) a quantifié la qualité de l'air en fonction des PM_{2,5} (particules <2,5 microns). Celle-ci a montré l'impact localisé de l'utilisation des feux de camp sur la qualité de l'air. Au Canada, les normes maximales journalière et annuelle pour le PM_{2,5} sont respectivement de 27 µg/m³ et de 8.8 µg/m³ (CCME, 2022). Or, les données du parc Goldstream montrent des pics de concentrations pouvant aller jusqu'à 46 µg/m³ durant certaines périodes de la journée. Il est important de souligner que la moyenne journalière n'a jamais dépassé la norme de la Colombie-Britannique (qui est de 25 µg/m³, soit 2 µg/m³ de moins que la norme canadienne). Les auteurs notent que lorsque les feux de camp étaient autorisés dans le parc, 24 valeurs horaires enregistrées étaient égales ou supérieures à la norme, alors qu'il n'y avait aucune valeur égale ou supérieure à 25 µg/m³ lorsqu'une interdiction de feux était en place (Ministry of Environment, 2010).

À titre comparatif, la ville de Montréal, qui fait un suivi de la qualité de l'air en continu dans 11 stations sur l'île, présente une moyenne journalière de 20 µg/m³ (moyenne triennale annuelle des concentrations quotidiennes). Selon le réseau de surveillance de la qualité de l'air (RSQA) de la ville de Montréal, l'air est considéré comme mauvais lorsque les concentrations PM_{2,5} sont supérieures à 35 µg/m³ pendant au moins trois heures, et un avertissement de smog est émis lorsque la concentration de PM_{2,5} est supérieure à 35 µg/m³ pendant au moins trois heures dans au moins 75 % des stations (8 des 11 stations). En 2021, c'est un total de 27 jours où la qualité de l'air était mauvaise, et 7 jours où un avertissement de smog était émis (RSQA, 2022).

BÛCHES ÉCOLOGIQUES

Jusqu'à présent, aucune donnée probante ne nous permet de confirmer que l'utilisation de bûches dites "écologiques" a un impact positif sur l'émission de particules fines des feux de camp. Selon les propos partagés le 13 mars 2023 par M. Jean-Bernard Drapeau de la direction de la santé publique de la Montérégie lors de la commission consultative sur l'encadrement des feux extérieurs et foyers intérieurs résidentiels à Longueuil, il n'y aurait aucune donnée probante sur l'efficacité des bûches écologiques en termes d'émissions de particules fines (Office de participation publique de Longueuil, 2023). Selon l'information obtenue d'Hugues Sansregret, responsable du développement durable à la Sépaq, de telles données ne sont pas officiellement disponibles, sauf de la part des fabricants ou des distributeurs de bûches écologiques et sur des sites internet anonymes et non vérifiables. Laure Patouillard du centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services a été citée dans un article de Radio-Canada sur le sujet, elle mentionne que malgré la plus grande densité énergétique de la bûche écologique, cette dernière libère des polluants, des particules fines et des composés organiques volatils, à l'instar de la bûche « naturelle » (Radio-Canada, 2020).

EFFETS SUR LA SANTÉ HUMAINE

Les effets négatifs d'une exposition aux particules fines ($PM_{2.5}$) sur la santé humaine sont bien documentés, à la fois en termes de nombre de visites aux urgences, d'hospitalisations et de mortalité (Santé Canada, 2022). Les particules fines seraient nettement plus dangereuses que d'autres polluants (ex. : NO_x , O_3) si l'on considère la mortalité prématurée associée (Santé Canada, 2023). Parmi les sources de particules fines, la combustion résidentielle de bois serait surreprésentée en tant que cause de mortalité humaine prématurée (Santé Canada, 2023). Par ailleurs, les études portant spécifiquement sur l'impact des feux de bois sur la santé humaine documentent surtout l'effet des feux de forêt plutôt que les feux de camp (ex. : Aguilera et coll. 2021; Padula et Raynes-Greenow 2023). Quant à celles qui portent spécifiquement sur les effets des feux de camp sur la santé humaine, ils documentent surtout les cas de brûlures (ex. : Neaman et coll. 2010). En ce qui concerne la fumée des feux de forêt, les risques pour la santé seraient surtout reliés aux particules fines, qui peuvent atteindre les portions les plus ramifiées du réseau sanguin pulmonaire (Aguilera et coll. 2021). Ces particules sont principalement composées de carbone et ont un potentiel oxydatif élevé, ce qui peut causer l'inflammation des voies respiratoires et exacerber des problèmes respiratoires existants chez ceux et celles qui les inhalent (Aguilera et al. 2021), notamment les effets liés à une infection au virus de la COVID-19 (Yu et Hsueh 2023). Les personnes ayant des troubles cardiaques préexistants seraient également particulièrement à risque (Santé Canada, 2022).

LA DISPERSION DE LA FUMÉE DANS L'AIR

Plusieurs facteurs et processus, tant au niveau local que régional, peuvent influencer la dispersion des gaz et des particules dans l'air, notamment le vent, la stabilité de l'air³ localement ainsi que la situation météorologique à l'échelle régionale ou synoptique⁴. Le **Tableau 1** résume sommairement les conditions atmosphériques favorables et défavorables à la dispersion de la fumée dans l'air ambiant.

Les conditions météorologiques sont gouvernées par l'évolution de systèmes météorologiques que l'on identifie comme étant soit des zones de basse pression appelées dépressions ou des zones de haute pression appelées anticyclones. Ces systèmes sont le résultat de processus complexes se produisant dans l'atmosphère découlant de l'apport d'énergie du soleil variant selon la latitude et de la rotation de la Terre. Aux latitudes moyennes (comme dans le sud du Québec), les systèmes synoptiques ont une étendue de l'ordre de 1000 km et se déplacent d'ouest en est durant leur cycle de vie (Wallace & Hobbs, 2006).

Le **vent** influence la dispersion de la fumée dans l'air. Le vent est créé par les gradients de pression atmosphérique. Ainsi à l'approche d'une dépression (ou après la dépression, comme au passage d'un front froid associé) le gradient de pression augmente ce qui cause une

³ La stabilité de l'atmosphère est directement liée à la structure verticale de la température.

⁴ L'échelle synoptique est la dimension des phénomènes météorologiques qui s'étendent sur une vaste portion de la surface de la planète terre.

augmentation du vent. Le vent souffle des zones de haute pression vers les zones de basse pression, et est responsable du mouvement horizontal de la fumée. L'orientation et la vitesse du vent (à un moment donné) vont respectivement influencer la direction vers laquelle se dirigent le gaz ou les particules (fumée) et leur vitesse de dispersion. Notons par ailleurs que le vent peut également apporter de la fumée produite par un large feu de forêt se produisant à grande distance en amont. Sous un anticyclone bien installé sur une région, le gradient de pression est généralement faible, donc le vent est typiquement faible et variable, ce qui ne favorise pas la dispersion de la fumée.

Dans une dépression, l'air subit un mouvement vertical ascendant. C'est une bonne condition de dispersion verticale des polluants dans l'air, incluant la fumée provenant des feux de camp. Aussi, en montant, l'air se refroidit par expansion, ce qui cause la saturation en humidité de celui-ci, et qui produit éventuellement de la précipitation. Cette précipitation participe également à la diminution de concentration de pollution atmosphérique par lessivage (Wallace & Hobbs, 2006).

La **stabilité** verticale de l'atmosphère dépend du taux de variation de la température de l'air avec l'altitude. Le niveau de stabilité de l'atmosphère (la résistance au mouvement vertical) est déterminé par le taux de diminution de la température de l'air avec l'augmentation de l'altitude. La réduction verticale de la pression atmosphérique s'accompagne d'une expansion de l'air et engendre une diminution naturelle de la température avec l'altitude (à un rythme d'environ 1°C aux 100 mètres pour de l'air complètement sec, ou entre 0,5 et 0,6°C par 100 m pour de l'air humide). La situation sera dite instable si la baisse de température est supérieure au taux naturel et stable si au contraire la diminution de température est inférieure au naturel. La stabilité influence donc la dispersion verticale des polluants. Une grande stabilité atmosphérique est caractérisée par une hauteur de mélange de l'air relativement basse avec la fumée se maintenant plus près de la surface du sol. Une faible stabilité atmosphérique est quant à elle caractérisée par une plus grande facilité de dispersion verticale des polluants.

Lors de situations anticycloniques, l'air est généralement stable et sec. Cela peut entraîner un effet de « smog⁵ », l'air étant piégé relativement près du sol, ce qui empêche les polluants de se disperser verticalement dans l'atmosphère (National Wildfire Coordinating Group, 2020 ; Hewson, 1956).

Les **variations de température locales** engendrées par les effets du réchauffement solaire diurne et du refroidissement nocturne peuvent affecter la variation de température altitudinale, ce qui va influencer la stabilité de l'air et la dispersion des polluants, ainsi que l'altitude à laquelle cette dispersion s'effectue (Nowatzki et coll., 2019 ; Hewson, 1956).

Lors d'une journée ensoleillée, le réchauffement de la surface pourra affecter le taux de variation de température dans le bas de l'atmosphère pour rendre l'air instable ce qui

⁵ Mélange de contaminants atmosphériques (gaz et particules) dans l'air, observable sous forme de brume sèche

favorisera la dispersion de la fumée verticalement, en se mélangeant avec de l'air environnant plus haut. La hauteur jusqu'à laquelle la fumée pourra se mélanger dépendra de la hauteur de la couche instable que le réchauffement diurne aura créée, ou plus en haut encore si l'air en ascension réussit à atteindre une couche déjà instable.

Cependant, une fois que cet effet aura disparu avec le coucher du soleil, la perte radiative au sol (surface terrestre) fera baisser la température au niveau de celui-ci. Ceci stabilisera l'air dans les bas niveaux et pourra même créer une inversion thermique (température qui augmente avec l'altitude). Cela aura pour effet de capturer la fumée près du sol. Une augmentation significative de la densité de la pollution par la fumée est à anticiper si aucun vent ne vient déplacer la fumée, ou si une configuration topographique maintient le panache de bas niveau dans un endroit restreint.

Tableau 1. Résumé des conditions favorables ou défavorables à la dispersion de la fumée dans l'air

Conditions favorables à la dispersion de la fumée dans l'air ambiant	Conditions favorables à la stagnation et l'accumulation de la fumée dans l'air ambiant
Pression atmosphérique basse (dépression)	Pression atmosphérique élevée (anticyclone)
Air instable ou haut taux de diminution de la température de l'air avec l'augmentation de l'altitude (hauteur de mélange de l'air élevée)	Air stable ou faible taux de diminution de la température de l'air avec l'augmentation de l'altitude (hauteur de mélange basse)
Vent élevé	Vent faible

D'autres facteurs peuvent aussi entrer en ligne de compte dans la dispersion des polluants dans l'air, notamment la topographie locale et régionale, de même que la végétation présente (National Wildfire Coordinating Group, 2020 ; Hewson, 1956).

LA GESTION DES FEUX DE CAMP

Les risques de feux de forêt associés à l'allumage de feux en nature sont bien connus et mis de l'avant dans plusieurs outils de gestion et de sensibilisation. Dans la vaste majorité des documents analysés, l'interdiction d'allumer des feux dans des sites de camping (tant dans des parcs nationaux que dans des aires naturelles non protégées) provient d'une évaluation du risque de feux de forêt (ex. : en période de sécheresse). Le ministère des Ressources



Figure 3. Affiche de sensibilisation sur les feux de camp et les feux de forêt, SOPFEU

naturelles et des forêts (MRNF) du Québec peut notamment mettre en place des mesures préventives d'interdiction ou de restriction d'allumage de feux à ciel ouvert lorsque les conditions climatiques sont défavorables (MRNF, 2022). Une municipalité peut quant à elle restreindre, voire interdire complètement la possibilité d'allumer des feux en plein air sur son territoire, et un permis de brûlage peut être exigé dans certaines circonstances (SOPFEU, 2023). Par exemple, la ville de Montréal interdit les feux

extérieurs et souligne les impacts tant sur la sécurité que sur la santé humaine sur le site du service de sécurité incendie (page internet sur les feux extérieurs, Ville de Montréal, 2023) :

« Au niveau sécuritaire, l'utilisation du feu n'est pas sans dangers. En apparence paisibles et inoffensifs, les feux extérieurs dégagent une fumée composée de plus d'une centaine de substances toxiques différentes [...]. Certaines de ces substances sont reconnues cancérogènes. D'autres, comme les particules fines qui ont un diamètre inférieur à celui d'un cheveu, peuvent pénétrer profondément dans les poumons et avoir des répercussions importantes sur la santé des individus. »

Une liste non exhaustive des municipalités québécoises interdisant actuellement les feux extérieurs est présentée dans le

Tableau 2.

Tableau 2. Liste non exhaustive de villes et de municipalités québécoises interdisant l'allumage de feux extérieurs sur leur territoire, et détails sur la réglementation en vigueur (2023)

Ville	Détails sur la réglementation en vigueur
Montréal	Règlement RCG 12-003 et autres règlements – les feux extérieurs sont interdits sur l'île de Montréal, sans l'obtention d'un permis (circonstances exceptionnelles).
St-Bruno-de-Montarville	Règlement sur les nuisances (N.21-1) – il est interdit d'allumer et d'entretenir un feu en plein air. Impact de la fumée sur la santé et sur l'environnement soulignés par la ville.
Boucherville	Règlement concernant les nuisances (n 2008-112) – Tout feu ou foyer extérieur est interdit.
Laval	Règlements L-12137 et L-12137 – Les feux en plein air sont interdits sans l'obtention d'un permis. Impact environnemental des feux extérieurs souligné par la ville.
Longueuil	Interdiction d'allumer des feux extérieurs – exception dans les arrondissements de Saint-Hubert et Greenfield Park (consultation publique prévue en 2023). Impacts environnementaux et sur la santé des feux extérieurs soulignés par la ville.
Brossard	Interdiction d'avoir un foyer extérieur et d'allumer un feu extérieur au moyen de combustibles solides (ex. : bois).
St-Eustache	Règlement 1675 – Un foyer extérieur ne doit servir qu'à des fins de cuisson de nourriture, sauf sous l'obtention d'un permis.
St-Basile-le-Grand	Règlement 1125 – Les feux à ciel ouvert dans le périmètre urbain sont interdits, que ce soit dans un foyer ou non.
McMasterville	Règlement 295-06-2013 – Il est interdit d'allumer des feux de foyer extérieur en tout temps du lundi au jeudi. Du vendredi au dimanche, ils sont interdits de 8 h à 19 h.

Au niveau fédéral, Parcs Canada fait la promotion de « bonnes pratiques » pour faire un feu sans danger⁶ (Figure 4), alors que certains parcs nationaux fédéraux offrent des boucles de camping ou des secteurs sans feu de camp, notamment les parcs nationaux du Cap-Breton, de Fundy, de Terra-Nova, de Banff, de Jasper et de Kootenay (Gouvernement du Canada, 2022 ; Parcs Canada, 2023). Il est ainsi possible de sélectionner, lors de la réservation, un site de campement ne comprenant pas de foyer (Figure 3 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). La (ou les) raison qui a orienté Parcs Canada à offrir des sites de camping sans foyer n'est toutefois pas promue sur leur site internet. Il est possible que ce choix ne soit pas associé à l'impact de la fumée sur la qualité de l'air ou la santé humaine, mais qu'il soit sous-jacent à une raison de sécurité associée aux risques de feu de forêt, ou même être associée à des raisons logistiques d'approvisionnement en bois ou de gestion des installations. À noter aussi qu'aucune étude formelle n'a été effectuée sur la qualité de l'air en lien avec les feux de camp dans leurs parcs, sauf peut-être le projet de surveillance du parc national d'Elk Island présenté dans la Section Effets sur la qualité de l'air. Aucune étude spécifique n'a non plus été

⁶ Ce n'est d'ailleurs pas dans tous les parcs que l'utilisation de bois personnel est proscrite.

complétée par Environnement et changement climatique Canada au sujet des problèmes de santé liés à la fumée des feux de camp (Webb, 2021).

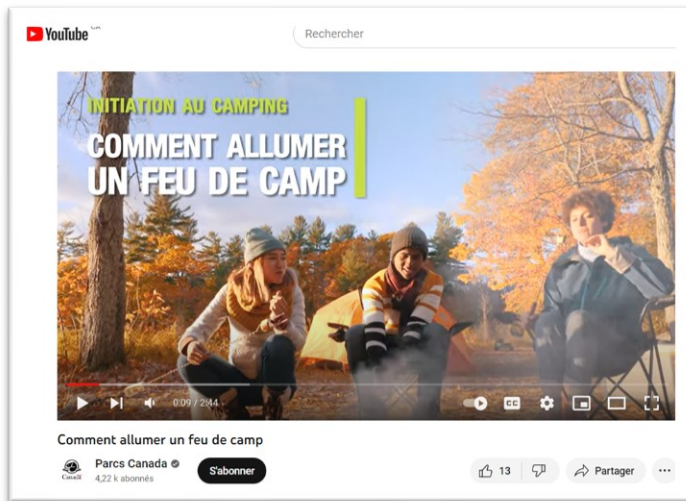


Figure 4. Capture d'écran de la vidéo promotionnelle de Parcs Canada pour allumer un feu de camp (lien YouTube sur la page officielle de Parcs Canada)



Figure 5. Capture d'écran du site de réservation de terrain de camping de Parcs Canada permettant de choisir un site de camping sans foyer (Parcs Canada, 2023)

Dans la province du Nouveau-Brunswick, il semble que la loi sur l'assainissement de l'air qui encadre les émissions polluantes est plus englobante que la réglementation québécoise. En effet, elle requiert un agrément et impute la responsabilité des effets nocifs de la pollution de l'air à toute personne qui rejette des polluants (LN-B 1997, c C-5.2). Le rapport sur l'évaluation de la qualité de l'air du camping de Shediac est un bon exemple de processus qui découle de cette loi (Section Effets sur la qualité de l'air).

Du côté de la province de la Colombie-Britannique, les conditions menant à l'interdiction d'allumer des feux, qui sont déterminées par les centres régionaux des feux, sont affichées sur leur site internet (British Columbia, 2022). Les feux « récréatifs » sont quant à eux généralement réglementés par les municipalités (comme au Québec). Le district de Squamish, par exemple, requiert la possession d'un permis afin de pouvoir allumer des feux de camp résidentiels (District of Squamish, 2023). Les gouvernements locaux qui régulent l'utilisation de « feux récréatifs » mettent autant de l'avant la sécurité que la qualité de l'air. Toutefois, certains campings restreignent l'allumage de feux de camp par souci pour la qualité de l'air, soit via leur interdiction totale ou via une restriction à certaines heures de la journée. Parallèlement à la réglementation mise en place pour restreindre les feux de camp, des campagnes de sensibilisation sont utilisées, notamment de la signalisation dans les parcs et sur les terrains de camping, afin de renseigner les visiteurs sur les problèmes de qualité de l'air qui découlent des feux de camp (British Columbia, 2011).

Aux États-Unis, le parc national de Yosemite a mis de l'avant un indicateur visant à assurer un suivi de la qualité de l'air. Le parc national indique sur son site internet que la fumée associée aux feux de camp peut être néfaste pour la santé humaine et déconseille aux personnes souffrant de problèmes respiratoires de venir au parc lorsque la qualité de l'air est évaluée comme étant mauvaise (National Park Service, 2022). L'Agence de Protection de l'Environnement des États-Unis (EPA – *United States Environmental Protection Agency*) présente de nombreux articles concernant les risques que comportent la fumée sur la santé



Figure 6. Exemple de publicité de sensibilisation au parc national de Cévennes, en France (source : cevennes-parcnational.fr)

humaine, tout particulièrement les particules fines produites lors de la combustion du bois et d'autres matières organiques, qui peuvent causer des dérangements (les fameux yeux qui brûlent ou le nez qui coule). Ces articles stipulent que la fumée peut aussi aggraver des maladies cardiaques et pulmonaires chroniques (EPA, 2022). L'EPA mentionne aussi, dans un autre article, l'impact de la fumée sur l'environnement naturel et sur l'expérience dans les aires protégées, notamment les parcs nationaux (EPA, 2023).

Malgré la reconnaissance scientifique entourant les risques de la fumée sur la santé humaine, le rituel consistant à allumer des feux de camp est omniprésent dans les messages publicitaires où le camping est offert. Différentes façons de promouvoir de bonnes pratiques sont mises en place afin de limiter l'impact sur le milieu naturel dans les parcs nationaux, notamment la vente ou le don de bois sur place afin d'éviter l'utilisation de bois mort dans la forêt adjacente aux sites de camping.

Du côté européen, 7 des 11 cœurs⁷ de parcs nationaux français interdisent complètement l'allumage de feux de camp (Tableau 3), alors que les parcs naturels régionaux ont des règlements moins contraignants. Ces derniers peuvent autoriser l'allumage des feux de camp lors de certaines périodes moins critiques pour les feux de forêt (en hiver). L'article L131-1 du code forestier français interdit cependant « d'allumer un feu de camp sur un terrain dont on n'est pas propriétaire ou que l'on occupe sans l'accord du propriétaire dès lors que l'on se trouve à moins de 200 mètres d'une forêt ou d'un bois ». Au Royaume-Uni, les 13 parcs nationaux ont, pour la majorité de leur territoire, une tenure privée où la possibilité d'allumer des feux de camp est à la discrétion du propriétaire.

⁷ Les parcs nationaux français sont composés de deux zones : la zone de protection appelée « zone cœur » (comparable à nos parcs nationaux) et une zone appelée « aire d'adhésion » qui comprend des communes partenaires dans le développement durable du territoire.

Tableau 3. La réglementation sur les feux de camp dans le cœur des parcs nationaux français

Parc national	Réglementation sur les feux de camp
Parc national des Calanques	Allumage de feux interdit
Parc national de La Réunion	Autorisé UNIQUEMENT sur les aménagements aménagés à cet effet
Parc amazonien de Guyane	Aucune réglementation officielle
Parc national de la Guadeloupe	Autorisé UNIQUEMENT sur les espaces dédiés à cet effet
Parc national du Mercantour	Allumage de feux interdit
Parc national des Écrins	Allumage de feux interdit
Parc national des Cévennes	Allumage de feux interdit
Parc national des Pyrénées	Allumage de feux interdit
Parc national de Port-Cros	Allumage de feux interdit
Parc national de la Vanoise	Allumage de feux interdit
Parc national de forêts	Autorisé UNIQUEMENT dans les équipements aménagés à cet effet

Le **Tableau 4** résume les pratiques concernant les feux de camp selon les différents pays étudiés.

Tableau 4. Sommaire des pays étudiés en ce qui a trait aux pratiques de gestion des feux de camp

Pays	Pratiques concernant les feux de camp
Canada	<p>Gestion des risques d'incendie dans les parcs nationaux fédéraux : gestion par parc.</p> <p>Mise en place de mesures préventives d'interdiction ou de restriction d'allumage de feux à ciel ouvert par les provinces. Les municipalités peuvent aussi réglementer l'allumage de feux extérieurs.</p>
États-Unis	<p>Le bureau de gestion des terres est l'agence fédérale qui initie les restrictions associées à l'allumage de feux aux États-Unis.</p> <p>Les parcs nationaux peuvent aussi émettre des interdictions d'allumer des feux de camp au sein de leur territoire.</p>
Royaume-Uni	<p>La gestion des feux de camp est à la discrétion des localités ou des parcs nationaux, à l'exception des cas où l'on se trouve à moins de 200 mètres d'une forêt, sur un terrain privé sans autorisation du propriétaire selon l'Article L131-1 du code forestier.</p>
Royaume-Uni	<p>La gestion des feux de camp est à la discrétion des propriétaires terriens (privés ou publics).</p>

RÉFÉRENCES

- Aguilera, R. et coll. 2021. Wildfire smoke impacts respiratory health more than fine particles from other sources: observational evidence from Southern California. *Nature Communications* 12(1) : 1493.
- Bonar, R.L. 2000. Availability of Pileated Woodpecker cavities and use by other species. *Journal of Wildlife Management* 64: 52-59.
- British Columbia. 2022. Fire Bans and Restrictions. Site internet consulté le 2023-01-26 à l'adresse suivante : <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/safety/wildfire-status/fire-bans-and-restrictions>
- British Columbia. 2011. A Smoke Management Framework for British Columbia – A Cross-government Approach to Reduce Human Exposure to Smoke from Biomass Burning. 38 p. Document disponible à l'adresse suivante : <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/air/reports-pub/smoke-management-framework-20110722.pdf>
- CEAEQ. 2009. Caractérisation préliminaire de l'air ambiant dans un camping. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.
- Centers for Disease Control and Prevention. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) factsheet. [https://www.cdc.gov/biomonitoring/PAHs_FactSheet.html#:~:text=Polycyclic%20aromatic%20hydrocarbon%20\(PAHs\)%20are,other%20foods%20will%20form%20PAHs](https://www.cdc.gov/biomonitoring/PAHs_FactSheet.html#:~:text=Polycyclic%20aromatic%20hydrocarbon%20(PAHs)%20are,other%20foods%20will%20form%20PAHs)
- Cole, D.N. et Dalle-Molle, J. 1982. Managing campfire impacts in the backcountry. USDA Forest Service. General Technical Report INT-135. 16 pages.
- Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME). 2022. L'Air au Canada. Site internet consulté le 2023-01-26 à l'adresse suivante : <https://ccme.ca/fr/qualite-de-lair>
- District of Squamish. 2023. Campfires and Open Air Burning – CAMPFIRE IN SQUAMISH, site internet consulté le 06-02-2023 à l'adresse suivante : <https://squamish.ca/our-services/protective-services/fire-rescue/fire-permits/fire-permit/>
- EPA. 2022. How Smoke from Fires Can Affect Your Health. Site internet consulté le 2023-01-26 à l'adresse suivante : <https://www.epa.gov/pm-pollution/how-smoke-fires-can-affect-your-health>
- Fort Air Partnership. 2022. Fine Particulate Monitoring Project - Elk Island National Park Campground. Summary of Results consulté en ligne le 2023-05-23 à l'adresse suivante : https://www.fortair.org/wp-content/uploads/2023/02/FAP-Elk-Island-Project-Summary_October-2022.pdf
- Hewson, E. Wendell. 1956. Meteorological Factors Affecting Causes and Controls of Air Pollution, *Journal of the Air Pollution Control Association*, 5:4, 235-241, DOI: 10.1080/00966665.1956.10467718
- Lavdas, L.G. 1986. An atmospheric dispersion index for prescribed burning. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, NC. Research Paper SE-256.
- Lillywhite, et al. 2013. Visitor preferences for campfires in U.S. national forest developed campgrounds. *Western Journal of Applied Forestry* 28: 78-84.
- Ministère des Ressources naturelles et des forêts (MRNF). 2022. Mesures préventives. Site internet consulté le 2023-02-06 à l'adresse suivante : <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/protection-milieu-forestier/mesures-preventives/#:~:text=Interdiction%20de%20feux%20C3%A0%20ciel%20ouvert&text=protection%20des%20for%C3%AAts%20-,La%20Loi%20sur%20l'am%C3%A9nagement%20durable%20du%20territoire%20fores>
- Ministry of Environment. 2010. An Examination of Campfire Smoke Impacts Near Goldstream Provincial Park. Nanaimo, British Columbia. Rapport disponible à l'adresse suivante : https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/air/reports-pub/goldstream_smoke.pdf

- National Park Service. 2022. Air Quality and Smoke Monitoring. U.S Department of the Interior, site internet consulté le 2022-01-26 à l'adresse suivante : <https://www.nps.gov/yose/learn/nature/aqmonitoring.htm>
- National Wildfire Coordinating Group. 2020. NWCG Smoke Management Guide for Prescribed Fire. Document accessible via le lien suivant : <https://www.nwcg.gov/sites/default/files/publications/pms420-3.pdf>
- Neaman, K.C. et al. 2010. Outdoor recreational fires : a review of 329 adult and pediatric patients. Journal of Burn Care and Research 31: 926-930.
- Nowatzki, J., Hofman, V., Thostenson, A. 2019. Understanding Air Temperature Inversions Relating to Pesticide Drift. North Dakota State University, Publication disponible à l'adresse suivante : <https://www.ndsu.edu/agriculture/sites/default/files/2022-08/ae1876.pdf>
- Office de participation publique de Longueuil, 13 mars 2023, Commission consultative sur l'encadrement des feux extérieurs et foyers intérieurs résidentiels à Longueuil - Intervention de Jean-Bernard Drapeau (Direction de la santé publique de la Montérégie), consulté le 2023-05-24 à l'adresse suivante : <https://www.youtube.com/watch?v=W8ScYo55v9M>
- Padula, A.M. et Raynes-Greenow, C. 2023. Health effects of wildfire smoke during pregnancy and childhood. Pages 1-20 in Loboda, T. et coll. (rédacteurs). Fire, smoke and health: tracking the modeling chain from flames to health and wellbeing.
- Parcs Canada, 2023. Réservation de Parcs Canada, Gouvernement du Canada, site internet consulté le 2023-05-23 à l'adresse suivante : <https://reservation.pc.gc.ca/>
- Radio-Canada, 2020. Empreinte carbone : la bûche écologique est un bon choix, sans être la panacée. Article consulté le 2023-06-07 à l'adresse suivante : <https://ici.radio-canada.ca/ohdio/premiere/emissions/moteur-de-recherche/segments/chronique/155535/bois-combustion-pollution-co2-foyer>
- Reid, S.E. et Marion, J.L. 2005. A comparison of campfire impacts and policies in seven protected areas. Environmental Management 36: 48-58.
- Réseau de surveillance de la qualité de l'air (RSQA). 2022. Qualité de l'air à Montréal – Bilan environnemental 2021. Service de l'environnement, ville de Montréal, document PDF consulté en ligne le 2023-05-24 à l'adresse suivante : <https://donnees.montreal.ca/dataset/24d31955-5590-47b9-a6f4-fddac36429ba/resource/dcb9e1b3-3bc2-4261-ad59-392e27e15b63/download/fr-bilan-rsqa-2021.pdf>
- Santé Canada. 2022. Évaluation scientifique canadienne des effets sur la santé des particules fines (PM_{2,5}). https://publications.gc.ca/collections/collection_2022/sc-hc/H144-100-2022-fra.pdf
- Singh, D. et coll. 2023. Physicochemical and toxicological properties of wood smoke particulate matter as a function of wood species and combustion condition. Journal of Hazardous Materials 441: 129874.
- Smith, A. et coll. 2012. Does provision of firewood reduce woody debris loss around campsites in south-west Australian forests? Australasian Journal of Environmental Management 19: 108-121.
- SOPFEU. 2023. Feux de camp. Site internet consulté le 2023-02-06 à l'adresse suivante : <https://sopfeu.qc.ca/prevenir/feux-de-camp/>
- Wallace, John H., and Peter V. Hobbs. 2006. Atmospheric Science: An Introductory Survey. 2nd ed. Academic Press.
- WSP. 2018. Air quality assessment – Shediak Camping, Anglican Parish of Shediak, project NO.: 161-15376-01, 41 p.

Yu, S. et Hsueh, L. 2023. Do wildfires exacerbate COVID-19 infections and deaths in vulnerable communities? Evidence from California. *Journal of Environmental Management* 328: 116918.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116918>