

## Historique à long terme des feux de forêt de la sapinière de l'île Bonaventure en Gaspésie

Joanie Tremblay, Martin Lavoie and Mathieu Fréreau

Volume 138, Number 2, Summer 2014

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1025066ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1025066ar>

[See table of contents](#)

### Publisher(s)

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

### ISSN

0028-0798 (print)

1929-3208 (digital)

[Explore this journal](#)

### Cite this article

Tremblay, J., Lavoie, M. & Fréreau, M. (2014). Historique à long terme des feux de forêt de la sapinière de l'île Bonaventure en Gaspésie. *Le Naturaliste canadien*, 138(2), 26–31. <https://doi.org/10.7202/1025066ar>

### Article abstract

Although windthrow and insect outbreaks are the main disturbance factors that determine the dynamics of balsam fir stands in maritime regions, forest fires also occur. However, such fire events are infrequent and there is little available information on their long-term importance (over hundreds or thousands of years). The present study used pediaanthracological research techniques to reconstruct the history of natural fire events on Bonaventure Island (Québec). This small island is situated at the eastern tip of the Gaspé Peninsula, and the forested area is dominated by balsam fir and white spruce. Fifty samples of mineral soil were collected from across a 500 m<sup>2</sup> study plot, and macroscopic (< 2 mm) charcoal remains were extracted, identified and dated. In total, 7 pieces of charcoal were found. Analysis of these revealed that 5 originated from deciduous species, 1 from a coniferous tree, and 1 was of unknown origin. The <sup>14</sup>C dating revealed that the age of the charcoal pieces was from 7780 to 8400 years before present (calibrated years). These results suggest that natural fire events occurred on Bonaventure Island during the millenia immediately following deglaciation. The island seems to have been free of natural fire events for approximately 7700 years, and it was at the start of this period that the dense balsam fir stands formed.

# Historique à long terme des feux de forêt de la sapinière de l'île Bonaventure en Gaspésie

Joanie Tremblay, Martin Lavoie et Mathieu Frégeau

## Résumé

Les chablis et les épidémies d'insectes sont les principales perturbations qui régissent la dynamique des sapinières des régions maritimes. Bien que peu fréquents, des feux peuvent aussi survenir à l'occasion, mais on ne connaît pas leur historique à long terme (sur plusieurs centaines et milliers d'années). Nous avons reconstitué l'histoire des feux naturels ayant eu lieu sur l'île Bonaventure à l'aide d'une analyse pédoanthracologique. Située à l'extrémité est de la péninsule gaspésienne, il s'agit d'une petite île dont le couvert forestier consiste en une sapinière à épinette blanche. Au sein d'une place-échantillon de 500 m<sup>2</sup>, les charbons de bois de taille macroscopique (> 2 mm) de 50 échantillons de sol minéral ont été dénombrés, identifiés et datés. Au total, seulement 7 charbons ont été trouvés. Les identifications botaniques indiquent qu'il s'agissait de feuillus (5 charbons) et d'un conifère (1 charbon), tandis que l'identification n'a pas été possible pour le dernier charbon. Les datations au carbone 14 (<sup>14</sup>C) ont livré des âges s'échelonnant entre 7 780 et 8 400 ans avant aujourd'hui (années étalonnées). Ces résultats suggèrent que des feux naturels sont survenus sur l'île Bonaventure lors des premiers millénaires ayant suivi la déglaciation. L'île semble avoir été épargnée du feu depuis 7 700 ans, ce qui marquerait l'époque de formation de la véritable sapinière.

**MOTS CLÉS :** charbons de bois, feux de forêt, pédoanthracologie, Québec, sapinières

## Abstract

Although windthrow and insect outbreaks are the main disturbance factors that determine the dynamics of balsam fir stands in maritime regions, forest fires also occur. However, such fire events are infrequent and there is little available information on their long-term importance (over hundreds or thousands of years). The present study used pedoanthracological research techniques to reconstruct the history of natural fire events on Bonaventure Island (Québec). This small island is situated at the eastern tip of the Gaspé Peninsula, and the forested area is dominated by balsam fir and white spruce. Fifty samples of mineral soil were collected from across a 500 m<sup>2</sup> study plot, and macroscopic (> 2 mm) charcoal remains were extracted, identified and dated. In total, 7 pieces of charcoal were found. Analysis of these revealed that 5 originated from deciduous species, 1 from a coniferous tree, and 1 was of unknown origin. The <sup>14</sup>C dating revealed that the age of the charcoal pieces was from 7780 to 8400 years before present (calibrated years). These results suggest that natural fire events occurred on Bonaventure Island during the millenia immediately following deglaciation. The island seems to have been free of natural fire events for approximately 7700 years, and it was at the start of this period that the dense balsam fir stands formed.

**KEYWORDS:** balsam fir forest dynamics, charcoal, fire, pedoanthracology, Québec

## Introduction

Au Québec, le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc couvre une superficie de 123 700 km<sup>2</sup>, ce qui représente 8 % du territoire de la province. Ce domaine se divise en 2 parties : le sous-domaine de l'ouest (appelé aussi sapinière boréale sèche) et le sous-domaine de l'est (appelé aussi sapinière boréale humide) (De Grandpré et collab., 1996). Le sous-domaine de l'est se distingue de celui de l'ouest par un relief plus accidenté, des précipitations moyennes annuelles plus abondantes, de même que par une plus grande abondance de peuplements résineux en raison de feux moins fréquents (MRN, 2000). En plus du sapin baumier (*Abies balsamea*) et du bouleau à papier (*Betula papyrifera*), les espèces arborescentes caractéristiques sont l'épinette noire (*Picea mariana*), l'épinette blanche (*Picea glauca*) et le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*). En raison du contexte maritime associé à la proximité de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, on observe aussi des pessières blanches

et des sapinières à épinette blanche formant de petites lisières jouxtant le littoral en Gaspésie, en Anticosti-Minganie et aux Îles-de-la-Madeleine (De Grandpré et collab., 1996).

Les perturbations naturelles qui régissent la dynamique du sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'est sont essentiellement les épidémies d'insectes défoliateurs et les chablis (MRN, 2000). Bien que peu fréquents, des feux peuvent néanmoins survenir à l'occasion. Ce fut le cas par exemple à l'été 2013 dans le secteur du village de Baie Johan-Beetz sur

*Joanie Tremblay est étudiante au baccalauréat au Département de géographie de l'Université Laval à Québec et Martin Lavoie (géographe, Ph. D.) est professeur titulaire au Département de géographie et chercheur au Centre d'études nordiques de l'Université Laval à Québec.*

*Mathieu Frégeau (biologiste, M. Sc.) est professionnel de recherche au Centre d'études nordiques de l'Université Laval à Québec.*

*[martin.lavoie@cen.ulaval.ca](mailto:martin.lavoie@cen.ulaval.ca)*

la moyenne-Côte-Nord, où plus de 500 km<sup>2</sup> de forêt furent ravagés, en 1955 sur l'île d'Anticosti (800 km<sup>2</sup>), ou encore près de la rivière Bonaventure dans la péninsule gaspésienne en 1995 (275 km<sup>2</sup>). Sur la base des données dendrochronologiques, on a estimé que les intervalles de retour moyens des feux variaient de 270 à plus de 500 ans pour les sapinières de la côte nord de l'estuaire, entre Baie-Comeau et Sept-Îles (Bouchard et collab., 2008). Plus à l'est, au Labrador, un retour moyen des feux de l'ordre de 500 ans fut aussi proposé (Foster, 1983). En Gaspésie, le retour moyen pour les forêts mixtes de la région de la baie des Chaleurs varierait de 170 à 250 ans (Lauzon et collab., 2007).

Si nous possédons des informations concernant les feux contemporains du sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'est, il en est autrement de leur historique à long terme, c'est-à-dire sur une échelle temporelle couvrant plusieurs siècles et millénaires. Il est possible que certaines sapinières, notamment celles en contexte maritime, n'aient été que très rarement, voire jamais incendiées sur de longues périodes. Cela est encore plus probable pour les petites îles, car les probabilités que celles-ci soient atteintes par la foudre sont moindres qu'en milieu continental.

À la demande de la Société des établissements de plein air du Québec (Sépaq), nous avons reconstitué l'historique plurimillénaire des feux d'origine naturelle survenus sur l'île Bonaventure en Gaspésie (figures 1a et 1b). À cette fin, nous avons eu recours à l'analyse pédoanthracologique. Cette méthode paléoécologique consiste au dénombrement, à l'identification botanique et à la datation radiochronologique (<sup>14</sup>C) des charbons de bois préservés dans les sols minéraux. L'analyse pédoanthracologique repose sur l'enfouissement aléatoire des charbons dans le sol après chablisement (Payette et collab., 2012). Une fois enfouis, ceux-ci ont la particularité d'être inertes et difficilement altérables, et donc de se conserver pendant plusieurs millénaires. L'étude des charbons de bois permet ainsi de retracer l'historique des feux et d'obtenir des informations sur la composition spécifique d'un peuplement sur une très longue période. Cette méthode a été employée récemment au Québec pour, entre autres, reconstituer l'histoire des feux de quelques érablières (Talon et collab., 2005; Pilon, 2013) et de forêts conifériennes (de Lafontaine et Payette, 2011; Couillard et collab., 2013; Frégeau, 2013).

### Site à l'étude

D'une petite superficie (4,1 km<sup>2</sup>), l'île Bonaventure se situe à l'extrémité est de la péninsule gaspésienne, à une distance de 3,5 km de la côte, et fait partie du parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé (figures 1a et 1b). L'altitude maximale de l'île est de 141 m. Le substrat géologique date du Dévonien et du Carbonifère. Il se compose principalement de conglomérats, grès, calcaires et schistes argileux. Le calcaire se trouve à la pointe nord de l'île; c'est à cet endroit qu'il est possible d'observer la plus grande colonie de fous de Bassan (*Morus bassanus*) au monde (Rail, 2009). La température moyenne annuelle dans la région est de 3°C et les précipitations moyennes annuelles atteignent 1 120 mm (Environnement Canada, 2010).

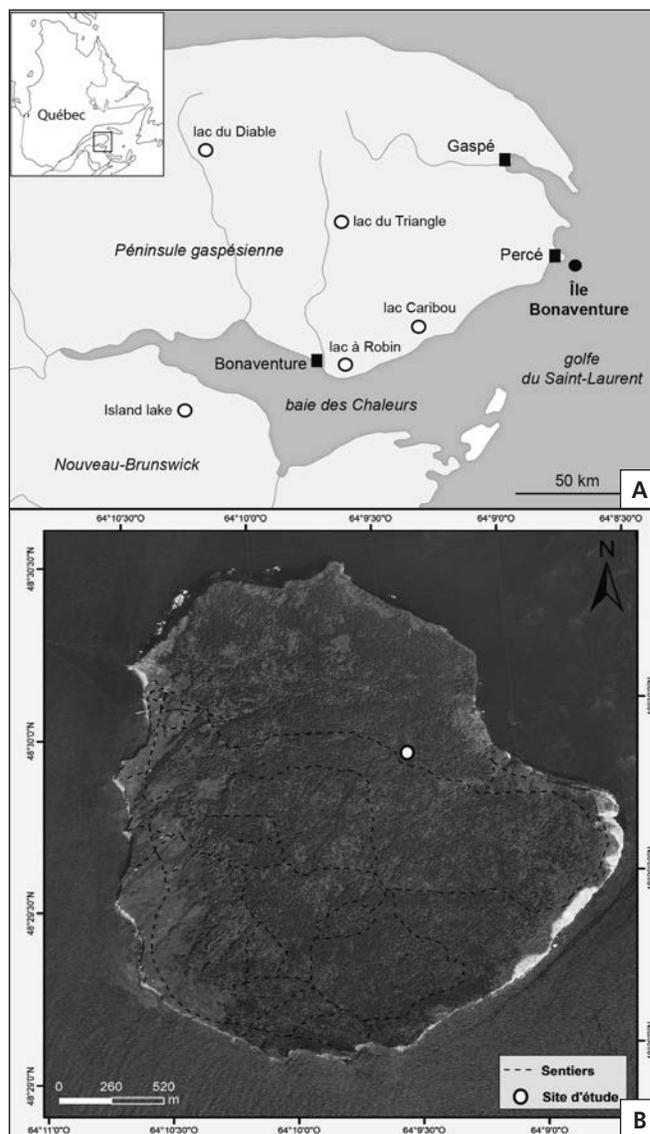


Figure 1. A. Carte illustrant la localisation de l'île Bonaventure et des autres sites en Gaspésie et au Nouveau-Brunswick mentionnés dans le texte. B. Aperçu de l'île Bonaventure et localisation de la place-échantillon (cercle blanc) où les travaux furent menés.

Voulant protéger l'île Bonaventure, le Gouvernement du Québec l'a achetée en 1971 pour en officialiser la création du parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé en 1985. C'est en 1777 que les premiers résidents auraient vécu sur l'île. Une population maximale estimée à 172 personnes était présente en 1831 (Bourdages et Lavoie, 2011). Par la suite, la population n'a cessé de décliner jusqu'à la création du parc. La population locale vivait de la pêche, d'agriculture de subsistance et d'élevage de bétail. La partie ouest de l'île fut défrichée dès le 17<sup>e</sup> siècle. De par cette présence humaine, des feux d'origine anthropique ont pu être déclenchés.

Aujourd'hui, la forêt couvre environ 80% de la superficie de l'île, alors que des champs en friche et des prairies caractérisent la partie ouest. La forêt consiste en une sapinière à épinette



M. Frégeau

Figure 2. Photo du peuplement où les échantillons de sol minéral furent prélevés.

blanche qui se compose principalement de sapin baumier, d'épinette blanche et de bouleau à papier. Quelques zones humides comportant des cédrières (*Thuja occidentalis*) sont aussi présentes. Au total, la flore comporte 386 taxons (Bourdages et Lavoie, 2011). C'est essentiellement par l'intermédiaire des chablis que la sapinière se régénère et se maintient. Récemment, une épidémie de dendroctone de l'épinette (*Dendroctonus rufipennis*) est survenue, soit entre 1998 et 2001. Le taux de mortalité des conifères des forêts matures aurait atteint près de 75 % lors de cette épidémie (Bourdages et Lavoie, 2011).

## Méthodes

Les travaux sur le terrain ont été réalisés au mois de juin 2013. À proximité du sentier pédestre des colonies, une place-échantillon d'une superficie de 500 m<sup>2</sup> (50 m × 10 m) a été délimitée (48° 29' 52,8" N; 64° 09' 26,6" O) au sein de la sapinière (figures 1b et 2). L'absence d'arbres renversés dans un bas versant a facilité le choix de la place-échantillon. Un relevé complet des espèces végétales vasculaires et invasculaires, de même que des semis et des gaules ont été effectués. Le diamètre à hauteur de poitrine (dhp ≥ 2 cm) des espèces arborescentes a été mesuré afin de décrire la structure de taille des différentes espèces. Une analyse dendrochronologique de certains individus (sapin baumier, épinette blanche) a livré des âges variant entre 45 et 63 ans (Tremblay, 2014).

Pour l'étude de l'historique des feux, 25 microplacettes ont d'abord été positionnées à tous les 5 m d'intervalle le

long des bordures ainsi qu'au centre de la place-échantillon (figure 3a). Cette façon de faire permet de maximiser les chances de trouver des charbons de bois tout en diminuant celles que les charbons proviennent d'un même individu ou d'un même feu (Pilon, 2013). La litière en surface (horizons L, F et H) a été retirée jusqu'au contact du sol minéral. Pour chacune des microplacettes, un premier échantillon de sol minéral (A) a été prélevé à l'aide d'une sonde pédologique (6,25 × 8 × 15 cm; 750 cm<sup>3</sup>). Un deuxième échantillon (B) a ensuite été récolté en dessous du premier (figure 3b). Au total, 50 échantillons de sol minéral ont été prélevés. Ils ont tous été conservés individuellement dans des sacs de plastique et identifiés par le numéro de la microplacette et par une lettre (A ou B).

Au laboratoire, les échantillons ont trempé dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) dilué à 5 % pendant 24 h de manière à disperser les agrégats. Ils ont par la suite été tamisés, par jet d'eau, dans des tamis superposés de mailles 4,75 et 2,00 mm. Les charbons ont été extraits à la loupe binoculaire, séchés et pesés. Ceux possédant un poids supérieur à 2,5 mg ont été observés et identifiés au microscope à lumière incidente, à des grossissements de 200 et 500×. Comme leur état de conservation ne permettait pas une identification botanique au niveau du genre et de l'espèce (les structures anatomiques étant très mal préservées et l'état de vitrification trop avancé), les charbons ont été identifiés comme conifère, feuillu ou indéterminé. Les charbons ont été datés au radiocarbone (<sup>14</sup>C) par spectrométrie de masse par accélérateur. Ils ont été préparés au Laboratoire de

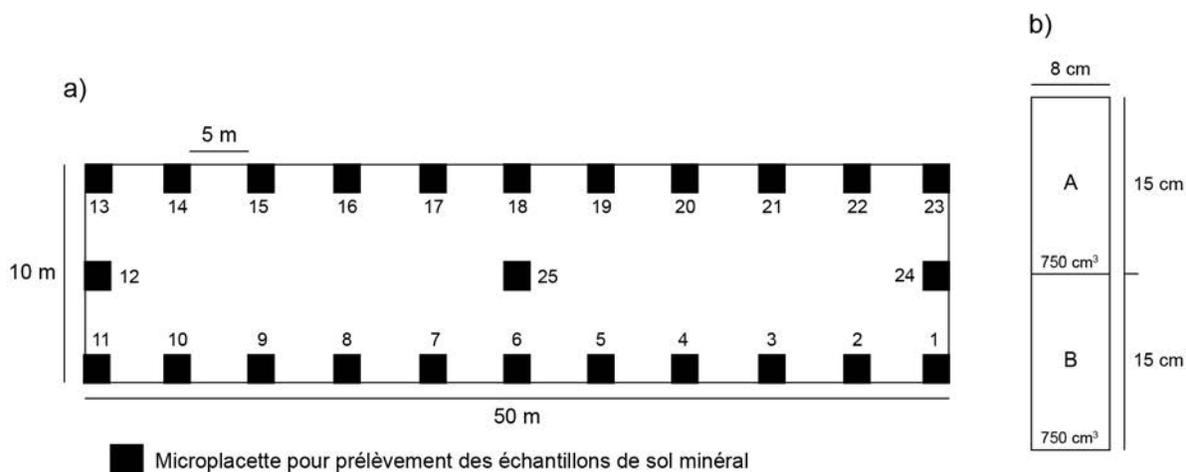


Figure 3. a) Schéma de la place-échantillon d'une superficie de 500 m<sup>2</sup> montrant la position des 25 microplacettes où furent prélevés les échantillons de sol minéral. b) Pour chaque microplacette, 2 échantillons superposés de sol minéral (A et B) d'un volume de 750 cm<sup>3</sup> chacun furent récoltés pour l'extraction des charbons de bois.

radiochronologie du Centre d'études nordiques de l'Université Laval puis analysés au *Keck Laboratory* de l'Université de Californie (datation). Les âges obtenus en années conventionnelles (années <sup>14</sup>C) ont été transformés en années étalonnées avant aujourd'hui (années A.A.; ± 2 écarts-types) et arrondis à la décennie près à l'aide du logiciel CALIB 6.0.1 et de la base de données INTCAL 09 (Stuiver et Reimer, 1993; Reimer et collab., 2009). Les charbons présentant des distributions de probabilité chevauchantes après étalonnage ont été considérés comme issus d'un même feu.

### Résultats

Au total, seuls 7 charbons de bois ont été trouvés dans les 50 échantillons de sol minéral, le sol consistant en un loam argileux (Tremblay, 2014). Sur le plan spatial, ils proviennent

de 4 microplacettes (microplacettes #1, 16, 17 et 22; figure 3a et tableau 1. Cinq charbons furent trouvés dans le niveau A du sol minéral et 2 dans le niveau B (tableau 1). Les identifications botaniques à partir des caractéristiques anatomiques ont révélé que les charbons provenaient de feuillus dans 5 cas et d'un conifère pour 1 cas. Un charbon est toutefois demeuré indéterminé (tableau 1). Selon les caractéristiques anatomiques du bois, les feuillus ayant produit les 5 charbons pourraient être, selon le cas, du bouleau (*Betula* spp.), de l'érable (*Acer* spp.), de l'aulne (*Alnus* spp.) ou du cornouiller (*Cornus* spp.). La pièce carbonisée produite par un conifère consiste en une écaille de cône.

Les datations <sup>14</sup>C des 7 charbons de bois ont livré des âges s'échelonnant entre 7780 et 8400 ans AA (tableau 1). Le charbon le plus vieux est celui qu'il ne fut pas possible d'identifier. Deux

Tableau 1. Identification botanique et datation radiochronologique des charbons de bois trouvés à l'île Bonaventure en juin 2013.

Échantillon <sup>a</sup>	Numéro de laboratoire	Identification botanique	Âge <sup>14</sup> C	Intervalle 2 σ (années A.A.)	Âge médian (années A.A.)
1B-01	UCIAMS-133258 ULA-4401	Conifère	7245 ± 25	8000 - 8160	8080
16B-0	UCIAMS-133257 ULA-4400	Feuillu	7005 ± 20	7790 - 7874	7830
16B-02	UCIAMS-133263 ULA-4406	Feuillu	7125 ± 25	7930 - 8003	7970
17B-01	UCIAMS-133259 ULA-4402	Feuillu	7125 ± 25	7930 - 8003	7970
17B-02	UCIAMS-133260 ULA-4403	Feuillu	6960 ± 25	7700 - 7851	7780
22A-01	UCIAMS-133261 ULA-4404	Feuillu	7415 ± 25	8182 - 8320	8250
22A-02	UCIAMS-133262 ULA-4404	Indéterminé	7605 ± 25	8375 - 8428	8400

<sup>a</sup> Le premier chiffre du code de l'échantillon (1, 16, 17, 22) fait référence à la microplacette dans laquelle le charbon fut trouvé (figure 3a). La lettre (A, B) fait référence aux 2 échantillons superposés de sol minéral prélevés au sein de chacune des microplacettes (figure 3b).

charbons trouvés au sein de microplacettes adjacentes ont livré exactement le même âge (16B-02 et 17B-01; 7970 ans A.A.). Ils proviennent probablement d'un même individu. En considérant les distributions de probabilité après étalonnage en années calendaires des datations radiochronologiques, les 7 charbons trouvés seraient issus d'au plus 3 feux distincts. Le premier feu aurait eu lieu vers 8400 ans A.A. (échantillon 22A-02), le second entre 8080 et 8250 ans A.A. (échantillons 1B-01 et 22A-01), le troisième entre 7780 et 7970 ans A.A. (échantillons 16B-01, 16B-02, 17B-01 et 17B-02).

## Discussion et conclusion

L'analyse pédoanthracologique des 50 échantillons de sol minéral n'a permis de trouver que 7 charbons de bois qui auraient été issus d'au plus 3 feux pendant l'Holocène inférieur, entre 8400 et 7780 ans A.A. Il n'est pas impossible que d'autres charbons aient été présents dans les sols minéraux, et qu'ils eussent été détruits en raison d'une combustion causée par le passage d'autres feux plus récents (Payette et collab., 2012). Par contre, cette hypothèse reste peu probable dans le cas de l'île Bonaventure : d'une part, les charbons trouvés ici sont tous très vieux et ce sont normalement les vieux charbons qui sont susceptibles d'être affectés par ce processus; d'autre part, nous aurions nécessairement trouvé des charbons issus de feux plus récents, s'ils avaient eu lieu. En raison de sa petite superficie, les feux ont dû affecter l'entièreté de l'île. Ainsi, il est raisonnable de penser que tous les feux ayant sévi sur l'île depuis la constitution des premières forêts furent identifiés et qu'il n'y a pas eu de feu d'origine naturelle depuis environ 7700 ans.

La cessation des feux à partir de 7700 ans A.A. marquerait l'époque de formation de la véritable sapinière à épinette blanche sur l'île, bien que le sapin baumier fût sans doute déjà présent. En effet, les diagrammes polliniques du secteur de la baie des Chaleurs (figure 1a) comme ceux des lacs Caribou et Robin sur la côte sud de la péninsule gaspésienne (Jetté et Richard, 1992) et celui du site Island lake au Nouveau-Brunswick (Mott et collab., 2004), qui ont été réalisés pour reconstituer l'histoire postglaciaire de la végétation, montrent que le sapin était présent régionalement entre 11 000 et 10 000 ans avant nos jours. Dans la partie centrale de la péninsule au lac du Triangle, une augmentation marquée des pourcentages polliniques de l'espèce traduit sa présence vers 9 000 ans A.A. (Asnong et Richard, 2003). Le sapin aurait par contre gagné en abondance sur l'île après l'arrêt des feux. Depuis ce temps, la sapinière se serait sans doute maintenue par l'intermédiaire des chablis et des épidémies d'insectes défoliateurs.

Les résultats obtenus concernant l'historique des feux sur l'île Bonaventure concordent avec ceux des travaux paléocologiques réalisés en Gaspésie pour lesquels des analyses de charbons de bois de taille microscopique furent effectuées à partir de séquences sédimentaires lacustres (figure 1a). Au lac du Triangle, les taux d'accumulation des charbons microscopiques furent élevés avant 8 000 ans A.A. pour ensuite montrer une nette diminution (Asnong et Richard, 2003). Au lac du Diable au mont Albert, les valeurs sont aussi maximales

avant ~9 000 ans A.A. (Richard et Labelle, 1989). L'époque de l'Holocène inférieur était donc vraisemblablement caractérisée par des conditions propices aux déclenchements des feux dans la région (climat sans doute plus sec qu'aujourd'hui), ce qui fut aussi le cas ailleurs au Québec (p. ex. Carcaillet et Richard, 2000; Talon et collab., 2005; Colpron-Tremblay et Lavoie, 2010; Couillard et collab., 2013). Des conditions subséquentes plus humides, moins favorables aux feux, auraient favorisé le sapin. Enfin, il serait intéressant de déterminer si d'autres îles furent exemptes de feux sur de longues périodes à l'aide d'une analyse pédoanthracologique similaire à celle employée dans la présente étude. Par exemple, Simard et collab. (2002) ont rapporté que des profils sédimentaires d'humus de 2 îles de l'archipel des îles Mingan sur la basse Côte-Nord (île à Bouleau du Large et île Sainte-Geneviève), bien que relativement récents (~1 500 ans), ne comportaient que très peu de charbons de bois, suggérant que les feux furent des événements rares. Au centre de l'île d'Anticosti, l'analyse des charbons de bois macroscopiques d'un monolithe de tourbe récolté à la marge d'une tourbière ombrotrophe au contact de la forêt a suggéré que seulement 3 feux auraient eu lieu depuis 4 000 ans, incluant celui survenu en 1955 (Lavoie et collab., 2009).

## Remerciements

Cette étude a été rendue possible grâce au financement accordé par la Société des établissements de plein air du Québec (Sépaq). Nous remercions le personnel du parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé pour leur intérêt et leur aide logistique (Mélanie Sabourin, Corentin Chaillon, Rémi Plourde, Josiane Coté). Benoît Filion, étudiant au Département de géographie à l'Université Laval, a prêté assistance lors de l'échantillonnage. Nous remercions le comité éditorial de la revue le *Naturaliste canadien* (Michel Crête) et un réviseur anonyme qui ont permis d'améliorer le texte. ◀

## Références

- ASNONG, H. et P.J.H. RICHARD, 2003. La végétation et le climat postglaciaires du centre et de l'est de la Gaspésie, au Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 57 : 37-63.
- BOUCHARD, M., D. POTHIER et S. GAUTHIER, 2008. Fire return intervals and tree species succession in the North Shore region of eastern Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, 38 : 1621-1633.
- BOURDAGES, M. et C. LAVOIE, 2011. Plant introduction and extirpation in a small island park: Natural and anthropogenic rates. *Écoscience*, 18 : 89-97.
- CARCAILLET, C. et P.J.H. RICHARD, 2000. Holocene changes in seasonal precipitation highlighted by fire incidence in eastern Canada. *Climate Dynamics*, 16 : 549-559.
- COLPRON-TREMBLAY, J. et M. LAVOIE, 2010. Long-term stand-scale dynamics of a boreal mixed forest in Québec, Canada. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 161 : 43-58.
- COUILLARD, P.-L., S. PAYETTE et P. GRONDIN, 2013. Long-term impact of fire on high-altitude balsam fir (*Abies balsamea*) forests in south-central Quebec deduced from soil charcoal. *Canadian Journal of Forest Research*, 43 : 188-199.
- DE GRANDPRÉ, L., Y. BERGERON, L. BÉLANGER et G. LESSARD, 1996. Domaine de la sapinière à bouleau blanc. Dans: *Ordre des ingénieurs forestiers du Québec* (édit.). *Manuel de foresterie*. Les Presses de l'Université Laval, Québec, p. 208-223.

- DE LAFONTAINE, G. et S. PAYETTE, 2011. Long-term fire and forest history of subalpine balsam fir (*Abies balsamea*) and white spruce (*Picea glauca*) stands in eastern Canada inferred from soil charcoal analysis. *The Holocene*, 22: 191-201.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2010. Archives climatiques nationales du Canada. Disponible en ligne à : <http://climate.weatheroffice.gc.ca>. [Visité le 14-04-16].
- FOSTER, D., 1983. The history and pattern of fire in the boreal forest of southeastern Labrador. *Canadian Journal of Botany*, 61: 2459-2470.
- FRÉGEAU, M., 2013. Dynamique de la pessière à mousses au nord du lac Saint-Jean (Québec). Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, 78 p.
- JETTÉ, H. et P.J.H. RICHARD, 1992. Contribution à l'histoire postglaciaire de la végétation en Gaspésie méridionale, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 46: 273-284.
- LAVOIE, M., L. FILION et É.C. ROBERT, 2009. Boreal peatland margins as repository sites of long-term natural disturbances of balsam fir/spruce forests. *Quaternary Research*, 71: 295-306.
- LAUZON, E., D. KNEESHAW et Y. BERGERON, 2007. Reconstruction of fire history (1680-2003) in Gaspesian mixewood boreal forests of eastern Canada. *Forest Ecology and Management*, 244: 41-49.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC (MRN), 2000. Programme de connaissance des écosystèmes forestiers du Québec méridional. Sapinière à bouleau blanc de l'est. Direction des inventaires forestiers/ Direction de la recherche forestière, Québec, 262 p.
- MOTT, R.J., H. JETTÉ, J. GUIOT et A. CLOUTIER, 2004. Postglacial vegetation, climate history and land-sea interaction at Island Lake, Baie des Chaleurs, New Brunswick, as documented by palynological analysis. *Géographie physique et Quaternaire*, 58: 109-122.
- PAYETTE, S., A. DELWAIDE, A. SCHAFFHAUSER et G. MAGNAN, 2012. Calculating long-term fire frequency at the stand scale from the charcoal data. [En ligne] *Ecosphere*, 3 (7): 59. <http://dx.doi.org/10.1890/ES12-00026.1>.
- PILON, V., 2013. Dynamique à long terme des érablières à leur limite nordique de répartition au Québec. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, 53 p.
- RAIL, J.-F., 2009. Les fous de Bassan du parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Roché-Percé : situation actuelle et opportunités de recherche. *Le Naturaliste canadien*, 133: 33-38.
- REIMER, P.J., M.G.L. BAILLIE, E. BARD, A. BAYLISS, J.W. BECK, P.G. BLACKWELL, C. BRONK RAMSEY, C.E. BUCK, G.S. BURR, R.L. EDWARDS, M. FRIEDRICH, P.M. GROOTES, T.P. GUILDERSON, I. HAJDAS, T.J. HEATON, A.G. HOGG, K.A. HUGHEN, K.F. KAISER, B. KROMER, F.G. MCCORMAC, S.W. MANNING, R.W. REIMER, D.A. RICHARDS, J.R. SOUTHON, S. TALAMO, C.S.M. TURNEY, J. VAN DER PLICHT et C.E. WEYHENMEYER, 2009. IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 51: 1111-1150.
- RICHARD, P.J.H. et C. LABELLE, 1989. Histoire postglaciaire de la végétation au lac du Diable, mont Albert, Gaspésie, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 43: 337-354.
- SIMARD, I., H. MORIN et B. POTELLE, 2002. A new paleoecological approach to reconstruct long-term history of spruce budworm outbreaks. *Canadian Journal of Forest Research*, 32: 428-438.
- STUIVER, M. et P.J. REIMER, 1993. Extended <sup>14</sup>C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, 35: 315-330.
- TALON, B., S. PAYETTE, L. FILION et A. DELWAIDE, 2005. Reconstruction of the long-term fire history of an old-growth deciduous forest in Southern Québec, Canada, from charred wood in mineral soils. *Quaternary Research*, 64: 36-43.
- TREMBLAY, J. 2014. Historique à long terme des feux de forêt de la sapinière de l'île Bonaventure. Mémoire de baccalauréat, Université Laval, Québec, 36 p.



**Indigo,**  
la pépinière de plantes  
et de semences indigènes

*alpina, americana, borealis, canadensis, grandiflorum,  
laurentiana, maritima, odoratus, palustris,  
terrestris, versicolor et plus encore...*

horticulture-indigo.com

*Virtuoso indigenae, parlez-nous latin!*



**Canards Illimités Canada**  
La conservation des milieux humides

710 rue Bouvier, bureau 260, Québec (Québec) G2J 1C2  
Tél. : 418 623-1650 • Téléc. : 418 623-0420  
[www.canards.ca](http://www.canards.ca)