

# L'impact des coupes de récupération après feu en forêt boréale: leçons d'Abitibi

Mark Purdon, Josée Noël, Antoine Nappi, Pierre Drapeau, Brian Harvey, Suzanne Brais, Yves Bergeron, Sylvie Gauthier et David Greene.

## Introduction

Bien que le rôle des incendies en forêt boréale ait fait l'objet d'une importante réévaluation ces dernières années, il soulève encore de nombreuses questions pour les gestionnaires forestiers et le public. Lorsque la forêt brûle, il faut pouvoir décider rapidement où et comment intervenir et, dans certains cas, s'il faut ou non intervenir. Néanmoins, puisque les incendies sont une réalité de la forêt boréale et qu'ils le resteront, il est essentiel d'évaluer les effets des différentes stratégies d'aménagement forestier après feu.

Des modifications récentes à la législation et à la réglementation forestières québécoises ont fourni des mesures incitatives visant à accroître les coupes de récupération (coupes totales, essentiellement) sur les terres publiques dans les forêts récemment brûlées ou sévèrement affectées par des épidémies d'insectes. Plus spécifiquement, l'article 79 de la Loi sur les forêts (L.R.Q., c. F-4.1) stipule que les bénéficiaires de contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF) doivent se conformer au plan spécial d'aménagement préparé par le gouvernement provincial en vue de pratiquer des coupes de récupération dans les territoires ayant subi des perturbations naturelles. Ce cadre légal a eu pour conséquence d'accroître le volume des coupes de récupération qui est passé de 3 m<sup>3</sup>/ha de bois brûlé récolté en 1991 à 10 m<sup>3</sup>/ha en 1996 (ministère des Ressources naturelles du Québec [MRNQ], comm. pers.). Alors que l'augmentation des coupes de récupération semble inévitable sur le plan économique, l'aménagement forestier durable impose de façon critique l'élaboration de stratégies d'aménagement des forêts récemment brûlées qui sont fondées sur des bases scientifiques.

Cependant, comme cette pratique est récente, la recherche fondamentale portant sur les effets des coupes de récupération n'en est qu'à ses débuts. Depuis quelques années, la Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable (AFD) a mené diverses études sur le feu et la dynamique de la forêt boréale dans la région de l'Abitibi, Québec. Ces travaux ont commencé après l'incendie qui a eu cours près de Senneterre en 1995 et se sont poursuivis en 1997 lorsqu'un deuxième incendie a sévi près du village de Val-Paradis. Ce dernier, qui s'est approché à 6 km



L'incendie de forêt de Val-Paradis a créé une mosaïque constituée tant de vastes superficies brûlées (arrière plan) que de petits îlots (premier plan). (Photo courtoisie de Tembec).



Paysage qui a subi une coupe de récupération des territoires incendiés, à Val-Paradis. (Photo : Mark Purdon).

du village, a détruit une superficie de 12 540 ha (Bordeleau, 1998) et des coupes de récupération ont été pratiquées sur 64 % du territoire brûlé. La proximité du feu au village de Val-Paradis a attiré l'attention sur les enjeux sociaux des pratiques d'aménagement après feu.

Les travaux de la Chaire industrielle en AFD ont été axés sur la comparaison des effets du feu seul par rapport aux effets du feu suivi de coupes de récupération et ce, pour une raison simple : les forêts se sont adaptées aux perturbations naturelles, notamment au plan de la résilience du couvert forestier à se rétablir après de grandes perturbations telles que le feu. Au cours des millénaires, les cycles de perturbation et de rétablissement ont fait évoluer la forêt boréale telle qu'on la connaît aujourd'hui pour en déterminer la productivité et la diversité biologique (Rowe et Scotter, 1973; Messier et Kneeshaw, 1999). Le cas des cônes sérotineux de pin gris, qui ne s'ouvrent qu'en conditions de chaleur extrême, constitue sans doute l'exemple d'adaptation au feu le mieux connu. Parmi les autres adaptations au feu, notons la rapide reprise après feu de la végétation de sous-bois qui prévient le lessivage des nutriments, ainsi que la création d'importants habitats fauniques par la présence des arbres morts sur pied (chicots) et le lent relargage de leurs nutriments dans le sol lors de leur décomposition. La récolte et la perturbation physique qu'elle engendre ont donc la possibilité d'affecter de façon significative les processus écologiques après feu. Il est essentiel de mieux comprendre ces processus afin d'assurer l'aménagement durable des forêts.

À l'échelle du peuplement, l'effet du feu est si important qu'il peut entraîner le remplacement total du couvert forestier. À l'échelle du paysage, c'est un agent majeur de la composition et de la structure d'âge des peuplements au sein des mosaïques forestières. Les feux jouent donc un rôle essentiel dans la mise en place des paysages forestiers (Bergeron *et al.*, 2002). Les mosaïques naturelles de peuplements de composition et d'âge variables retrouvées à l'échelle des paysages régionaux sont en grande partie le résultat de la variabilité des régimes de feu quant à leur taille, leur fréquence et leur sévérité (Bergeron *et al.*, 2002), de même que de l'influence sous-jacente des caractéristiques du sol. L'intensification des coupes de récupération après feu pose la question de l'effet combiné de perturbations anthropiques et naturelles sur la dynamique forestière.

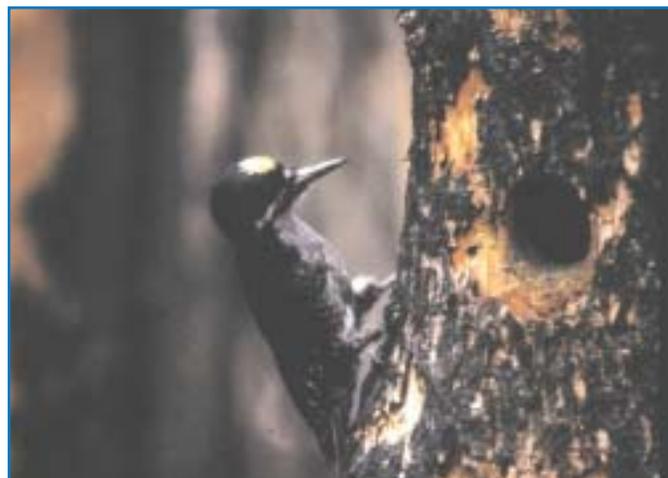
La présente note résume les résultats des recherches menées par la Chaire industrielle en AFD dans les forêts brûlées de l'Abitibi. Ces résultats sont en lien direct avec plusieurs critères et indicateurs de l'aménagement forestier durable. Nous avons aussi inclus des informations pertinentes provenant de la littérature scientifique. De plus, afin de souligner les enjeux sociaux liés aux coupes de récupération, nous résumerons les préoccupations exprimées par les citoyens de Val-Paradis lors d'un atelier tenu en mars 2001 pour informer cette communauté des divers travaux de recherche menés dans la région. Enfin, nous discutons de solutions qui pourraient conduire au développement de stratégies de récupération des bois qui soient à même d'intégrer les multiples critères de l'aménagement forestier durable.

## Brûlis récents et diversité biologique : le cas du Pic à dos noir

Bien que composées en grande partie d'arbres ravagés, les forêts incendiées constituent des habitats clés pour de nombreuses espèces fauniques associées aux chicots. Elles fournissent des sites d'alimentation et de nidification ainsi que



Le Longicorne noir (*Monochamus scutellatus*), un coléoptère xylophage. (Photo : Antoine Nappi).



Pic à dos noir mâle (*Picoides arcticus*).  
(Photo : Antoine Nappi).

des gîtes et abris pour bon nombre d'espèces animales. En raison de la nature cyclique du feu en forêt boréale, différentes espèces sont associées aux divers stades de succession de la forêt (Drapeau *et al.* 2000), y compris les sites récemment brûlés (Drapeau *et al.* 2002). Comme on l'a observé dans le cas du feu de Val-Paradis, il existe une relation importante entre certaines espèces animales présentes et la qualité des chicots comme habitats fauniques.

Les coléoptères xylophages (ex. Cerambycidae, Buprestidae et Scolitydae) sont reconnus pour coloniser les arbres morts sur pied immédiatement après les feux de couronnes intenses. Ces espèces spécialisées se nourrissent

sur les arbres tués par le feu et certaines peuvent détecter les incendies grâce, par exemple, à des capteurs infrarouges (Hutto, 1995). Le longicorne noir (*Monochamus scutellatus*) est probablement l'espèce la plus connue étant donné les dommages importants qu'elle peut causer au bois de valeur commerciale. Certains coléoptères xylophages pondent leurs oeufs dans l'écorce des chicots et les larves qui vont éclore vont se nourrir à l'interface de l'écorce et du tronc. Les sites humides sont généralement les plus propices au développement des larves. Il est important de noter qu'immédiatement après un feu, les arbres morts sur pied n'offrent pas tous de tels sites : la perte de l'écorce chez les arbres très décomposés (avant le feu) ou sévèrement brûlés (après le feu) expose le bois interne qui se dessèche rapidement. Ainsi, plus un arbre est décomposé ou sévèrement brûlé, moins il présente de micro-habitats propices au développement des larves d'insectes xylophages.

Les fortes abondances de coléoptères xylophages dans les brûlis récents sont généralement suivies par une invasion de prédateurs tels que les oiseaux, particulièrement les espèces qui sondent l'écorce pour s'alimenter. Le pic à dos noir (*Picooides arcticus*) constitue, sans aucun doute, un des meilleurs exemples d'espèce d'oiseau opportuniste qui profite d'une source de nourriture concentrée à la suite de l'invasion des peuplements récemment incendiés par les insectes xylophages (Hutto, 1995; Drapeau *et al.*, 2002). Mais le pic à dos noir ne dispose de cette ressource que pour une brève période, ce qui explique qu'on le retrouve en grande abondance surtout les premières années suivant un incendie. Au fur et à mesure que le temps passe, la qualité nutritive des arbres pour les larves de coléoptères xylophages diminue et elles deviennent donc beaucoup moins abondantes dans les brûlis anciens. Les pics se dispersent et leur abondance dans les brûlis diminue considérablement.

Qu'avons nous appris sur le pic à dos noir en Abitibi? Premièrement, comme on l'observe ailleurs dans son aire de répartition, cette espèce est fortement associée aux grandes perturbations telles que les incendies qui entraînent la mortalité simultanée d'un grand nombre d'arbres (Nappi, 2000, Drapeau *et al.* 2002). Cette espèce d'oiseau était donc plus fortement concentrée dans les forêts récemment brûlées d'Abitibi que dans tout autre type de forêt où elle était beaucoup moins commune. Deuxièmement, au sein de ces brûlis récents, les pics à dos noir choisissaient les plus gros chicots présents ainsi que ceux qui étaient moins sévèrement brûlés (Nappi *et al.*, soumis). Nos résultats montrent que ce type de chicots contenait une plus grande densité de longicornes (*Monochamus spp.*) en comparaison aux chicots de plus faibles diamètres et sévèrement brûlés. Les chicots utilisés par les pics pour s'alimenter étaient majoritairement de taille commerciale (DHP > 10 cm), donc sujets à la coupe de récupération. Il faudrait donc maintenir un plus grand nombre de gros arbres morts sur pied dans les brûlis récupérés, afin de conserver des habitats propices pour des espèces comme le pic à dos noir.

## Régénération naturelle : impact sur les semis

La régénération naturelle, soit l'établissement des semis et des drageons après feu, est importante car elle détermine les caractéristiques futures des peuplements, ainsi que leur composition et leur abondance spécifique. Depuis longtemps, on considère que l'établissement et la survie des semis dépendent de leur tolérance à l'ombre, du cycle biologique des espèces concernées, de leur préférence pour divers lits de germination, ainsi que de la quantité et de la qualité des banques de graines. En absence de feu, l'industrie forestière peut souvent compter, du moins en partie, sur la régénération préétablie (régénération présente en sous-bois au moment de la récolte) en pratiquant des coupes avec protection de la régénération et des sols (CPRS). Cependant, dans le cas de la récupération des forêts brûlées, la régénération préétablie a généralement été détruite par le feu. Les pratiques classiques de reboisement, dans les forêts coupées qui n'ont pas brûlé, peuvent coûter jusqu'à 2 000 \$ par hectare. Il est important de déterminer si les conditions créées par les coupes de récupération entraînent des investissements du même ordre pour le reboisement.

Certaines espèces comme le peuplier faux-tremble, le pin gris et l'épinette noire sont mieux adaptées ou plus tolérantes aux perturbations par le feu que d'autres espèces telles que le sapin baumier et l'épinette blanche. Une étude a été entreprise dans le feu de Val-Paradis par Noël (2000) afin de comprendre les relations entre la composition des peuplements et la régénération après feu.

Le feu est reconnu pour ses capacités à amorcer la régénération en provoquant l'ouverture des cônes sérotineux, par exemple, et en exposant la couche minérale du sol favorable à l'établissement des semis de conifères. Les résultats de l'étude de Val-Paradis montrent que les incendies favorisent la régénération du pin gris et du peuplier faux-tremble, deux espèces qui s'installent rapidement la première année suivant un incendie. Les cônes sérotineux des pins gris matures s'ouvrent sous l'action du feu et la germination de leurs graines est favorisée par la présence du sol minéral, exposé à la suite de la combustion des couches organiques du sol. Pour leur part, les peupliers faux-tremble morts produisent des drageons racinaires qui profitent rapidement des conditions après feu. La régénération en épinette noire, retardée la première année après le feu de Val-Paradis, était bien établie dès la deuxième année. Les épinettes noires ne dispersent pas toutes leurs graines immédiatement après un incendie, mais en conservent près de 50 % pour les années ultérieures. Ce comportement s'explique par la flexibilité écologique de l'épinette noire qui peut pousser tant sous couvert fermé que sous ensoleillement direct, contrairement au peuplier faux-tremble et au pin gris, qui ne poussent qu'en milieu ouvert.

Comment ces différentes adaptations affectent-elles les effets de la coupe de récupération? Dans le feu de Val-Paradis, le peuplier faux-tremble, qui se régénère essentiellement par drageonnement, n'était pas affecté par cette pratique. La régénération du pin gris, qui dissémine la plupart de ses graines la première année suivant un feu, n'a subi qu'un léger



Dragonnement du peuplier faux-tremble. (Photo : Josée Noël).



Décompte de semis dans un peuplement d'épinettes noires non coupé. En arrière plan, secteur de coupe de récupération. (photo : Josée Noël).

retard. L'épinette noire, pour sa part, présentait une réduction de la fréquence et de la densité des semis après la coupe de récupération. Comment expliquer de telles différences entre le pin gris et l'épinette noire alors que ces espèces se régénèrent toutes deux par graines? La dispersion plus graduelle des graines d'épinette noire, interrompue par la récolte des arbres semenciers, explique en partie ce phénomène. Mais ces différences s'expliquent aussi par la disponibilité de lits de germination appropriés et la capacité de ces deux espèces à les utiliser. Encore une fois, nous discuterons en premier des effets du feu seul, afin de les comparer ensuite aux effets des coupes de récupération après feu.

Après l'incendie de Val-Paradis, le type de lit de germination le plus fréquent était constitué de matériel organique fibreux carbonisé, ce qui n'est cependant pas le meilleur substrat pour l'établissement des semis. Bien qu'ils soient moins abondants, la germination était supérieure sur les substrats suivants : le sol minéral exposé, les mousses

pionnières (p. ex., *Polytrichum spp.*) et la sphaigne, cette dernière étant utilisée presque exclusivement par l'épinette noire. Quoique peu abondants, ces lits de germination sont fortement utilisés, notamment pour l'établissement et la survie du pin gris et de l'épinette noire.

Bien que les coupes de récupération aient pour effet d'exposer encore un peu plus le sol minéral, ce dernier n'est pas davantage utilisé comme lit de germination. De fait, les travaux réalisés dans les sites récupérés laissent plutôt croire que la récolte de bois réduit la qualité de ces lits qui présenteraient des carences probablement reliées aux conditions d'humidité et de température du sol. De plus, l'ouverture du milieu par la récupération de pratiquement tous les chicots marchands exposerait le sol à la dessiccation et réduirait l'étendue des tapis humides de sphaignes. Le manque d'humidité est une des principales causes de mortalité des semis (Duchesnes et Sirois 1995). Ces effets se font directement sentir sur la régénération de l'épinette noire. Ainsi, dans un feu non récupéré, il reste plus de lits de sphaignes et le succès de la dispersion continue des graines d'épinette noire sera meilleur que si les bois brûlés sont récupérés.

Pour une espèce comme l'épinette noire, après une coupe de récupération il y a donc déclin de la qualité des lits de germination et du nombre de semenciers. Sur le plan de la régénération de cette espèce, le report de la mise en oeuvre des coupes de récupération de un an améliorerait certainement l'établissement des semis. Une autre stratégie consisterait à laisser des bandes résiduelles de chicots d'épinettes noires porteurs de cônes qui fourniraient une source de graines sur place pendant environ trois ans. La rétention de ces bandes favoriserait également des conditions environnementales propices à la germination et à l'établissement des semis. Dans l'éventualité où ces stratégies de rétention ne seraient pas suffisantes pour assurer une régénération adéquate de la forêt et qu'il faille reboiser après les coupes de récupération, favoriser la plantation mixte d'épinette noire et de pin gris compenserait pour le succès de régénération généralement plus faible de l'épinette noire.

### **Végétation de sous-bois**

Les communautés végétales du sous-bois ne sont généralement pas recensées dans les inventaires forestiers traditionnels. Parmi ces plantes, on retrouve les asters (*Aster spp.*), les violettes (*Viola spp.*), les espèces arbustives comme l'aulne (*Alnus spp.*), sans oublier ces méconnues, les mousses et les hépatiques. Au cours de l'étude menée dans le feu de Val-Paradis, plus de 140 espèces de sous-bois ont été identifiées (Purdon *et al.*, soumis). Il est connu qu'un incendie affecte la végétation de sous-bois; ainsi, les cueilleurs de bleuets ont sûrement remarqué que les petits fruits sont rares la première année qui suit le feu, alors qu'ils sont en très grande abondance l'année suivante. Comment explique-t-on un tel phénomène?

La plupart des espèces de plantes ne peuvent se développer que sous une gamme limitée de conditions définies par des facteurs tels que l'ensoleillement, la fertilité et l'humidité du sol et la compétition par les autres plantes. Le passage d'un incendie change radicalement ces conditions écologiques. Cependant, l'impact direct du feu sur la communauté végétale et la réaction des plantes de sous-bois à l'intensité du feu sont tout aussi importants. Puisque les plantes ont des stratégies reproductives différentes, certains groupes de plantes seront favorisés au détriment d'autres lors de perturbations par le feu. Par exemple, les plantes qui emmagasinent leurs graines ou leurs tissus reproductifs profondément dans le sol organique (p. ex., l'Aralie hispide, (*Aralia hispida*) seront avantagées après un incendie de sévérité modérée qui ne brûle pas toute la couche organique (Flinn et Wein, 1977). Par ailleurs, lorsqu'un feu sévère brûle jusqu'à la couche minérale du sol, ces graines seront aussi consommées. L'exposition du sol minéral va alors favoriser les espèces qui envahissent le site avec des graines légères, dispersées par le vent, comme l'épilobe à feuille étroite (*Epilobium angustifolium*).

Ces faits soulèvent d'importantes questions. Comment le sous-bois réagit-il à la variabilité de la sévérité des feux à l'échelle du paysage forestier? De plus, cette réponse est-elle la même dans les différents types de forêts? Par exemple, le sous-bois des pessières à épinette noire réagit-il de façon similaire à celui des peuplements de peuplier faux-tremble ou des peuplements mixtes?

L'étude menée en Abitibi a montré que dans les portions légèrement brûlées des incendies forestiers, les différences de composition du sous-bois après feu étaient maintenues dans les divers peuplements forestiers (feuillus, mixtes et résineux). Cependant, dans les secteurs plus sévèrement brûlés, ces différences s'atténuent. Après le feu de couronne de Val-Paradis, qui fut de façon générale sévère, nous avons trouvé que, dans les peuplements où plus de 75 % des arbres ont été tués, les différences entre les communautés végétales de sous-bois des peuplements de conifères et celles des peuplements feuillus étaient réduites. On attribue ce fait à la combustion de la sphaigne, espèce dominante en pessières. L'absence de sphaigne après feu permet l'établissement dans les peuplements résineux d'espèces de sous-bois communes aux peuplements mixtes boréaux comme le Cornouiller du Canada (*Cornus canadensis*), la Clintonie boréale (*Clintonia borealis*), et les groseilliers (*Ribes spp.*).

Comment les coupes de récupération ont-elles affecté la variabilité naturelle du sous-bois après feu? Nous avons trouvé que cette pratique réduit généralement la diversité des communautés des strates inférieures, ce qui homogénéise graduellement le sous-bois dans tout le paysage forestier. Cette homogénéisation apparaît davantage liée à une réduction globale du nombre d'espèces de sous-bois qu'à la dominance d'espèces envahissantes non-indigènes. De façon plus importante, les coupes de récupération ont aussi pour effet de réduire de façon significative le recouvrement de la végétation de sous-bois.



Reprise du sous-bois dans un peuplement résineux après un incendie sévère. (Photo : Mark Purdon).



Peuplement résineux voisin après une coupe de récupération. (Photo : Mark Purdon).

Nous croyons que ceci est probablement dû aux perturbations physiques causées au site par la machinerie. Les peuplements de Val-Paradis ont été récupérés à la fin de l'été et la végétation en place au moment de la récolte a été directement endommagée par ces opérations. Les effets directs sont toutefois généralement limités aux sentiers de CPRS qui occupent environ le quart du parterre de coupe. De plus, la récupération avait l'effet indirect suivant : les peuplements récupérés présentaient la caractéristique intéressante de favoriser des espèces communes aux habitats secs comme l'Aralie hispide (*Aralia hispida*), la graminée *Oryzopsis canadensis* et le Carex de Houghton (*Carex Houghtonii*), ce qui suggère que les coupes de récupération favoriseraient le dessèchement accéléré du sol. Parmi les hypothèses expliquant ces faits, mentionnons que la réduction du couvert végétal de sous-bois, par les perturbations physiques de la machinerie, crée moins d'ombre ce qui entraîne plus d'évaporation au sol. Il est possible aussi que la récolte des arbres sur pied, vivants et morts, contrevienne à l'effet tampon habituellement généré par ces arbres sur les conditions environnementales (ombrage et rôle de brise-vent). D'autres

recherches seront nécessaires pour vérifier ces hypothèses.

En résumé, les coupes de récupération dans les brûlis réduisent la diversité végétale naturelle du sous-bois. Les espèces des portions faiblement brûlées sont affectées par la récupération des bois car les nouvelles conditions d'habitat générées par ces activités de récolte s'apparentent à celles des sites sévèrement brûlés. À la lumière des résultats de notre étude, il y a tout lieu de croire que dans le cas d'un feu tel que celui de Val-Paradis, les opérations de récupération ont fortement simplifié la végétation du sous-bois sur l'ensemble du territoire.

### ***Réservoirs d'éléments nutritifs et rétention dans le système***

Dans un peuplement boréal mature, les éléments nutritifs emmagasinés dans les tissus des plantes et dans la litière végétale sont libérés lentement lors de la décomposition puis recyclés : ce processus contribue à rendre disponible les éléments nutritifs du sol, tout en minimisant les pertes du système. Le feu peut être considéré comme un agent accélérateur de ce processus. Les cendres constituent essentiellement une forme très concentrée d'éléments nutritifs qui existaient auparavant sous forme de litière, de plantes et d'arbres. Puisque les nutriments dans les cendres sont plus solubles et plus sujets aux pertes par lessivage, l'écosystème forestier a développé des mécanismes pour minimiser la perte d'éléments après feu.

La section précédente sur la végétation de sous-bois constituait une bonne introduction à certains de ces mécanismes. Les plantes des strates inférieures absorbent les éléments nutritifs du sol et les emmagasinent dans leurs tissus (tiges, feuilles et racines), puis les retournent graduellement au sol. Mais l'assimilation par les plantes ne constitue pas le seul mécanisme de rétention des éléments nutritifs libérés. Les chicots et les débris ligneux contribuent aussi à leur immobilisation (Harmon *et al.*, 1986). Les organismes du sol décomposent ces débris ligneux, source de carbone, ce qui entraîne le transfert d'éléments nutritifs des débris au sol. Mais au-delà de ces généralités, il est important de tenir compte de la réponse des différents éléments nutritifs au feu.

Un aspect très important pour la rétention des éléments nutritifs dans la forêt est leur distribution dans des réservoirs, c'est-à-dire les composantes où les éléments sont accumulés et retenus dans l'écosystème. Les troncs d'arbres et la matière organique du sol sont des exemples de réservoirs. Le degré de combustion des réservoirs lors d'un incendie forestier déterminera, jusqu'à un certain point, l'étendue des pertes de nutriments. Lors de l'évaluation de l'effet du feu et des coupes de récupération sur les peuplements boréaux, il faut considérer deux facteurs : 1) les mécanismes de rétention des éléments nutritifs et 2) les réservoirs d'éléments nutritifs.

Dans l'étude de Val-Paradis (Purdon *et al.*, soumis), nous avons comparé les peuplements sévèrement brûlés (> 75 %

d'arbres morts) et les sites récupérés et ce, pour les principaux types de peuplements. Nous avons trouvé que les coupes de récupération affectent certains des mécanismes de rétention des éléments nutritifs et que le potassium était l'élément le plus sujet aux pertes par lessivage. La végétation de sous-bois assimilait moins les éléments nutritifs, et les teneurs des sols forestiers en phosphore et en potassium avaient diminué. De tels résultats suggèrent que ces deux éléments sont lessivés du système plus rapidement après les coupes de récupération qu'après le feu seul.

En ce qui concerne les réservoirs de nutriments, même après un incendie, les quantités résiduelles de nutriments dans les sols et les chicots sur pied sont encore importantes. Cependant, l'abondance résiduelle des éléments nutritifs dépendra de la sévérité du feu et du degré d'épuisement de ces réservoirs. Ainsi, dans l'incendie de printemps de Val-Paradis, les horizons organiques du sol n'ont pas brûlé de façon importante, et ce même dans les secteurs sévèrement incendiés. Les pertes en éléments nutritifs à Val-Paradis ont donc été inférieures à celles subies lors de l'incendie de l'été 1995 à Senneterre (Brais *et al.*, 2000), où l'horizon organique de surface du sol a été presque complètement consommé dans les sites sévèrement brûlés.

De plus, les peuplements de composition différente présentent de grandes différences de réserves d'éléments nutritifs. Ainsi, dans le feu de Val-Paradis, nous avons trouvé que les chicots jouent un plus grand rôle de réservoir d'éléments nutritifs dans les peuplements feuillus, alors que dans les peuplements de résineux, ce sont plutôt les sols qui constituent les réservoirs.

La faible immobilisation du potassium et la réduction de ses réservoirs indiquent que, sur le plan des nutriments, c'est le budget de cet élément qui sera probablement le plus affecté par les coupes de récupération dans les peuplements boréaux. Des études complémentaires portant sur l'importance des pertes en potassium seront nécessaires afin de comprendre l'effet de telles diminutions sur la croissance éventuelle des arbres.

### ***Qu'avons-nous appris à Val-Paradis sur «penser globalement, agir localement»?***

Lors de l'incendie de Val-Paradis, comme il le fait pour la plupart des forêts ravagées par le feu qui sont accessibles, le MRNQ a appliqué la politique gouvernementale qui oblige les compagnies forestières à mettre en oeuvre un plan spécial d'aménagement pour récupérer la majorité de la forêt mature brûlée. Cette politique oblige les compagnies à modifier les plans d'aménagement, selon la superficie des zones concernées, et à transférer rapidement les opérations forestières vers les secteurs brûlés. Pour les travailleurs forestiers, les coupes de récupération sont un travail pénible et pour les compagnies, elles perturbent non seulement leur planification, mais elles augmentent également les coûts d'exploitation et de transformation des produits forestiers.

Mais outre les arbres, qu'en est-il de la population? À Val-Paradis, les opérations de coupes de récupération ont suscité de nombreuses questions sur les aspects sociaux de l'aménagement forestier durable. Le sentiment d'urgence avec lequel les plans spéciaux de récupération sont élaborés et, en général, appliqués, laisse peu de place à la participation publique dans le processus de planification. En effet, alors que la participation du public est une priorité des gouvernements en temps normal, elle s'est trouvée réduite à des réunions d'information au cours desquelles les résidents les plus touchés par les activités de récupération et de transport du bois brûlé ont très peu d'influence sur le plan spécial d'aménagement. L'absence d'un véritable processus de consultation a clairement été une source de frustration pour de nombreux résidents de Val-Paradis et, en rétrospective, il est évident que nombre de leurs préoccupations auraient pu être prises en considération sans affecter de manière significative les opérations forestières et les coûts.

Lors de l'atelier tenu à Val-Paradis en mars 2001, les citoyens ont exprimé des inquiétudes particulières à l'égard de l'état de la faune et de certaines « zones spéciales » et auraient apprécié qu'une réserve de bois de chauffage soit conservée à proximité du village, car le bois y constitue le principal combustible en hiver, tout comme dans de nombreuses autres communautés forestières du nord du Canada. Quatre ans après le feu, l'insatisfaction envers ces travaux était encore tangible, bien qu'à la demande de citoyens un petit secteur ait été mis en réserve à des fins de conservation et que quelques terres à bois aient été conservées. D'autres communautés forestières pourraient tirer profit de l'expérience de Val-Paradis en participant à l'élaboration d'un plan d'intervention d'urgence afin de recenser les aires forestières d'intérêt pour la collectivité. La population de Val-Paradis espère que cette expérience contribuera à faire en sorte de mieux intégrer les préoccupations sociales des communautés lorsque de tels événements se produisent à proximité des zones habitées.

## **Conclusions**

Dans un contexte où la variabilité naturelle engendrée par les incendies forestiers et les autres perturbations naturelles constitue la référence pour une approche plus écologique en matière d'aménagement forestier, les résultats des études menées par la Chaire industrielle en AFD peuvent avoir d'importantes répercussions sur les pratiques de coupes de récupération. Le dénominateur commun à toutes ces études est l'importance des chicots. Les arbres morts ont une fonction écologique importante en forêt. Ils fournissent des habitats clés pour la reproduction et l'alimentation de la faune, ainsi qu'une source de graines pour la régénération d'espèces telles que l'épinette noire, pendant plusieurs années après un feu. Les chicots maintiennent un microclimat propice à l'établissement et à la croissance de semis et de la végétation de sous-bois et constituent des réservoirs de nutriments, particulièrement pour les peuplements dominés par les décidus.

Le maintien de ces conditions, du moins dans une partie des paysages brûlés où le bois sera récupéré, dépendra de la détermination du volume de rétention, soit la quantité d'arbres morts sur pied à conserver pour maintenir les fonctions écologiques des chicots et des peuplements résiduels qui n'ont pas été affectés par le feu. Cette étape nécessitera l'acquisition de connaissances scientifiques sur la taille critique des parcelles brûlées qui ne seront pas récupérées, dans les territoires qui seront soumis à la récupération des bois, ainsi que sur l'arrangement spatial de ces parcelles et la qualité des chicots qu'on y retrouve et qui devraient être épargnés dans les aires de récolte post-feu. Les nouvelles stratégies de récupération des bois dans les brûlis doivent intégrer les préoccupations de maintien de la diversité biologique afin de rencontrer à la fois des objectifs économiques et des objectifs de conservation. La détermination de la vitesse de colonisation des chicots par les coléoptères xylophages et de leur préférence pour différentes espèces d'arbres constituent des éléments clés pour le développement de pratiques de coupes de récupération innovatrices. Si on pouvait faire la distinction entre les peuplements qui requièrent une récupération rapide et ceux pour lesquels une intervention est moins urgente, différentes options de récupération qui tiennent compte des ressources non-ligneuses pourraient être mieux élaborées.

Enfin, notons que certains des outils nécessaires à l'élaboration de plans spéciaux d'aménagement mieux intégrés existent déjà. Par exemple, l'analyse des cartes de dépôts de surface et des cartes écoforestières mène à un diagnostic très rapide afin de localiser les secteurs dominés par les sols pauvres, minces ou de texture grossière où l'épuisement des nutriments engendré par les coupes de récupération serait le plus grave. De même, il est reconnu que les pratiques sylvicoles fondées sur l'ébranchage sur place favoriseraient tant la régénération naturelle du pin gris et de l'épinette noire, par le maintien de graines et de cônes, que la rétention des nutriments, par le maintien de débris ligneux sur le site.

La mise en œuvre de l'aménagement forestier durable dans les forêts concerne non seulement les forêts intactes et en santé mais également les forêts destinées à la récupération. À la lumière des connaissances actuelles, si on veut que nos plans de récupération intègrent d'autres valeurs que la valeur économique rattachée à la matière ligneuse, il apparaît important de mettre en application, dès maintenant, des stratégies variées de rétention. Celles-ci devraient incorporer des blocs de taille irrégulière, des bandes résiduelles de chicots et des arbres isolés et comprendre des arbres de valeur commerciale et d'espèces différentes. La conservation des portions de territoires incendiés dont la qualité des arbres morts sur pied va à la fois favoriser le maintien de la diversité biologique, la régénération des forêts et maintenir le potentiel nutritif des sites fera alors partie de tout cadre de planification d'opérations de récupération.

## Références

### *Travaux de la Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en AFD en Abitibi*

Bergeron, Y., Leduc, A., Harvey, B., and S. Gauthier. 2002. Natural Fire Regime: A Guide for Sustainable Management of the Canadian Boreal Forest. *Silva Fennica*. 36 : 81-95.

Brais, S., D. Paré et R. Ouimet. 2000. Impacts of wildfire severity and salvage harvesting on the nutrient balance of jack pine and black spruce boreal stands. *Forest Ecology and Management* 137 : 231-243.

Drapeau, P., A. Leduc, J.-F. Giroux, J.-P. Savard, Y. Bergeron et W. L. Vickery. 2000. Landscape-scale disturbances and changes in bird communities of boreal mixed-wood forests. *Ecological Monographs* 70 : 423-444.

Drapeau, P., A. Nappi, J.-F. Giroux, A. Leduc, and J.-P. Savard. 2002. Distribution patterns of birds associated with snags in natural and managed eastern boreal forests. in B. Laudenslayer and B. Valentine (eds). *Ecology and Management of Dead Wood in Western forests*. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR 181. USDA Forest Service Pacific Southwest Research Station, Albany, Calif.

Messier, C. et D. Kneeshaw. 1999. Thinking and acting differently for sustainable management of the boreal forest. *Forestry Chronicle* 75 : 929-938.

Nappi, A. 2000. Distribution des pics et utilisation des arbres morts dans les forêts soumises aux perturbations naturelles en pessière à mousses. Mémoire de maîtrise, Département de sciences biologiques, UQAM, Montréal.

Nappi, A., P. Drapeau, J.-F. Giroux et J.-P. Savard. (soumis). Snag use by foraging Black-backed Woodpeckers in a recently-burned eastern boreal forest. *The Auk*.

Noël, J. 2000. Régénération forestière après feu et coupe de récupération dans le secteur de Val-Paradis, Abitibi. Mémoire de maîtrise, Département de sciences biologiques, UQAM-UQAT, Montréal.

Purdon, M., S. Brais, Y. Bergeron et D. Paré. (soumis). Nutrient retention and reserves after wildfire and salvage-logging in the southern Québec boreal forest: a comparative study. *Canadian Journal Forest Research*.

Purdon, M., S. Brais et Y. Bergeron. (soumis). Understorey vegetation response to wildfire severity and salvage-logging in the Québec southern boreal forest: a comparative study. *Applied Vegetation Science*.

## Autres travaux cités

Bordeleau, P. 1998. The Val-Paradis Fire #322/97, Case study presented within the framework of the wildland fire behaviour Specialist Course. Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU), Québec. 32 p.

Duchesne, S. et L. Sirois. 1995. The first stage of post-fire regeneration in subarctic coniferous populations. *Canadian Journal of Forest Research* 25 : 307-318.

Flinn, M.A. et R.W. Wein. 1977. Depth of underground plant organs and theoretical survival during fire. *Canadian Journal of Botany* 55 : 2550-2554.

Harmon, M.E., J.F. Franklin, F.J. Swanson, P. Sollins, S.V. Gregory, J.D. Lattin, N.H. Anderson, S.P. Cline, N.G. Aumen, J.R. Sedell, G.W. Lienkaemper, K. Cromack Jr. et K.W. Cummins. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* 15 : 133-302.

Hutto, R. L. 1995. Composition of bird communities following stand-replacement fires in northern Rocky Mountain (U.S.A.) conifer forests. *Conservation Biology* 9 : 1041-1058.

Rowe, J.S. et G.W. Scotter. 1973. Fire in the Boreal Forest. *Quarterly Research* 3 : 444-464.

## Remerciements

Nous désirons exprimer notre reconnaissance à tous les chercheurs et techniciens du GREFi (Groupe de recherche en écologie forestière interuniversitaire) et de la Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en AFD qui ont rendu ce rapport possible. Nous désirons également souligner l'aide financière de la Chaire Desjardins en développement des petites collectivités, du GREFi et de la Chaire industrielle en AFD lors de l'atelier tenu à Val-Paradis. Enfin, un très grand merci à tous les gens de Val-Paradis et des environs qui ont donné à ce travail tout son sens.

**La Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable** a pour mission d'assurer le développement et la qualité des activités de recherche, de formation et de transfert technologique nécessaires à l'élaboration et à l'application de stratégies et de pratiques d'aménagement forestier durable. En collaboration avec ses partenaires régionaux, elle détermine les priorités de recherche et participe à des actions concertées afin de répondre aux problèmes régionaux et nationaux en foresterie.

Chaire AFD, 4ème Note de recherche

Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Québec, 2002