



Atténuation des effets des infestations d'insectes et aménagement durable des forêts

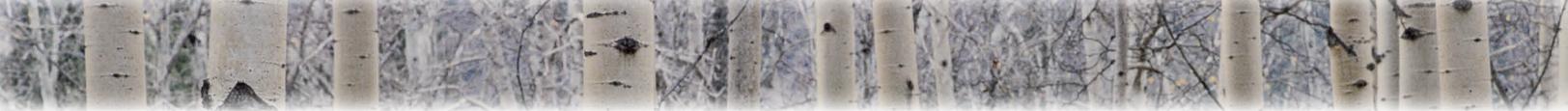
Points saillants

- Les infestations d'insectes sont des perturbations naturelles récurrentes qui ont de plus grandes répercussions sur l'approvisionnement en matière ligneuse que les feux de forêt.
- Les stratégies proactives d'aménagement permettent de mieux réduire les dommages futurs que les stratégies réactives.
- Une infestation d'insectes est l'occasion de concevoir et de mettre en œuvre des stratégies comme la diversification des essences et des structures en vue de favoriser la résilience du système à long terme.
- Les mesures prises localement et à court terme doivent être coordonnées à l'échelle régionale pour que les objectifs à long terme soient atteints.

Les infestations d'insectes dans les écosystèmes boréaux et sub-boréaux ont des répercussions plus importantes que les feux de forêt sur l'approvisionnement en fibres. Cela s'explique notamment par le fait que les infestations simultanées sur une vaste région peuvent dépasser la capacité des aménagistes à réprimer efficacement les infestations. En effet, ceux-ci font face à de nombreuses incertitudes et ils ne disposent pas de toutes les connaissances souhaitées en rapport avec l'aménagement de forêts touchées. Néanmoins, les connaissances scientifiques relatives aux infestations d'insectes sont abondantes. Malgré les incertitudes concernant la fréquence et l'intensité des infestations, des choix d'aménagement judicieux et bien coordonnés à court et à long terme peuvent limiter les pertes et accroître la résilience de la forêt. Dans cette note, nous formulons des propositions générales et préliminaires pour : 1) cerner les enjeux et les défis associés aux infestations d'insectes; 2) fournir une orientation pour les tactiques et les stratégies à court et à long termes; et 3) souligner certaines des incertitudes restantes.

Aménagement forestier : vers une démarche proactive plutôt que réactive

La réponse des aménagistes à une infestation d'insectes est plus souvent réactive que proactive. Par exemple, en présence d'une infestation de grande envergure, les aménagistes tenteront de récupérer le plus de bois d'œuvre possible avant qu'il ne se détériore. Cela peut homogénéiser les caractéristiques forestières et entraîner d'autres répercussions néfastes sur le plan écologique, et ainsi rendre la forêt vulnérable à des infestations futures graves. Il y a de plus en plus de données laissant entendre que les stratégies de prévention appliquées pendant une longue période de temps peuvent rendre la forêt plus apte à faire face à des infestations d'insectes. L'adoption et l'application de telles stratégies exigent de la part des aménagistes un changement de ligne de pensée : les infestations sont des attributs internes



de l'écosystème (ils en font donc partie et sont inévitables) et non des agents externes perturbateurs qu'il faut éviter. Il est clair qu'aucune démarche, qu'elle soit réactive ou proactive, ne peut éliminer le risque d'infestation d'insectes. Cependant, les mesures réactives prises aujourd'hui peuvent avoir des conséquences négatives sur les caractéristiques de la forêt de demain, notamment sa vulnérabilité à long terme aux infestations. Par contre, les mesures proactives qui visent la résilience de la forêt à long terme peuvent atténuer les dommages futurs. En conséquence, les stratégies de planification à long terme doivent être complémentaires à des tactiques souples d'aménagement à court terme, et tenir compte à la fois des objectifs à court et à long terme.

Projet de recherche : Réduire l'incertitude causée par les infestations d'insectes sur la durabilité des forêts

Financé par le Réseau de gestion durable des forêts, ce projet est dirigé par une équipe de chercheurs provenant d'universités et de centres de recherches au Canada et aux États-Unis.

Ce projet porte sur trois des principaux insectes ravageurs au Canada – le dendroctone du pin ponderosa, la tordeuse des bourgeons de l'épinette et la livrée des forêts – et comprend les objectifs suivants :

1. Améliorer les estimations des répercussions des infestations en combinant les données obtenues sur le terrain, par des inventaires et par des images satellitaires;
2. Indiquer comment les infestations précédentes ont varié dans le temps et l'espace, par l'analyse des anneaux de croissance et les données d'inventaires;
3. Comprendre, par des études historiques et écologiques, la réponse des peuplements aux perturbations;
4. Saisir comment la structure et la composition des peuplements influent sur les infestations à différents stades;
5. Cerner les points communs dans le processus, les schémas et les conséquences des infestations par ces trois insectes.

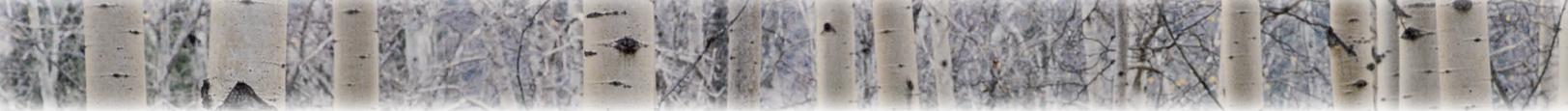
Pour obtenir plus d'information à ce sujet, visitez :
<http://www.er.uqam.ca/nobel/c3016/>

Tactiques à court terme

Une infestation d'insectes incite les aménagistes à faire preuve de créativité dans la conception et la mise en place d'une structure forestière plus souhaitable pour l'avenir. Les objectifs à long terme de biodiversité, de souplesse et d'approvisionnement soutenu en bois peuvent être pondérés par la nécessité à court terme de réduire au minimum les pertes de bois d'œuvre. Par exemple, les peuplements les plus touchés et les plus vulnérables (d'après leur composition, leur âge et leur structure) pourraient être récoltés en premier, tandis que les moins touchés et les moins vulnérables pourraient l'être en dernier. Cette tactique exige certes une planification souple, mais elle pourrait assurer un approvisionnement en bois plus constant à court et à long terme. Elle aidera à favoriser la continuité dans la structure d'âge des forêts et à veiller à ce que les peuplements n'arrivent pas tous à maturité en même temps (sinon, ils auraient la même vulnérabilité aux infestations à grande échelle). La récolte d'un peuplement et sa conversion vers d'autres essences par le reboisement, ou la coupe sélective des arbres vulnérables pour favoriser les essences non vulnérables (ce qui se fait normalement par les coupes d'éclaircie) peuvent également être considérées comme des tactiques à court terme. Des mesures sanitaires ciblées et des coupes de récupération peuvent réduire les populations d'insectes ou les pertes de bois d'œuvre, tout en assurant la survie des peuplements, essences et individus moins vulnérables qui pourront continuer de servir d'habitat et de fournir du bois d'œuvre une fois l'infestation terminée.

Stratégie à long terme

La plupart des insectes responsables d'infestations ont des préférences d'essence et d'âge. Ainsi, la vulnérabilité des peuplements aux infestations variera selon ces critères (par vulnérabilité, on entend la possibilité de ralentissement de la croissance ou de la mort des arbres). À part une simple réduction du nombre d'individus répondant aux critères de prédilection de l'insecte ravageur, des peuplements



diversifiés et des formes de paysage peuvent offrir d'autres types de protection par divers mécanismes. Les travaux de recherche révèlent que certains insectes trouvent plus difficilement leur hôte dans un peuplement mixte, et leurs ennemis et concurrents naturels y sont généralement plus abondants.

Des mécanismes similaires s'appliquant à une plus vaste échelle peuvent accroître davantage la résistance aux infestations. Les infestations imprévisibles sont fréquentes parce qu'elles résultent de processus complexes en interactions à de multiples échelles. La planification à long terme peut contribuer à atténuer ces incertitudes dans la mesure où elle permet d'éviter certaines conditions nettement indésirables (ex. deux facteurs accroissant la vulnérabilité de la forêt : une faible diversité des essences et des caractéristiques génétiques, et une structure équiennne) et d'en privilégier de plus favorables (ex. une grande diversité des essences et des caractéristiques génétiques, et de multiples classes d'âges à diverses échelles), qui apportent plus de souplesse et d'options, tant pour le rétablissement des écosystèmes que pour la réponse de l'industrie. Ainsi, un territoire composé d'une mosaïque d'essences et de structures d'âge pourra mieux faire face aux infestations d'insectes.

Incertitudes limitant la démarche proactive

Bien que nous comprenions beaucoup mieux la dynamique des infestations, il reste de nombreuses incertitudes à ce sujet et les changements climatiques en apporteront de nouvelles. En particulier, nous ne connaissons pas les conséquences à long terme des activités d'aménagement effectuées à l'échelle de l'exploitation (territoire et région). Il est clair que les chercheurs doivent établir des partenariats avec les organismes gouvernementaux et le secteur forestier pour effectuer des expériences pertinentes à long terme sur de vastes échelles et améliorer la qualité de la surveillance à long terme sur les insectes. Voici un résumé partiel des principales incertitudes qui limitent la démarche proactive.

Surveillance des infestations et quantification des dommages

En ce qui concerne les infestations d'insectes, une des principales limites à la démarche proactive est la rapidité de détection des populations émergentes d'insectes ravageurs. Pour prévoir et éviter certaines conséquences des infestations à grande échelle, il faudrait recourir à de meilleurs inventaires sur les insectes. Lors des inventaires sur les insectes, il faudrait quantifier l'intensité des infestations aussi exactement que possible, et noter l'essence, la taille ou la position dans la canopée des arbres touchés, ainsi que le degré et l'ampleur de la défoliation (ou mortalité) globale. L'imagerie satellite (télé-détection) pourrait aider à cerner rapidement ces problèmes, mais il reste à perfectionner les systèmes pour qu'ils soient plus fiables, exacts et abordables. Aussi, l'exactitude des méthodes actuelles d'évaluation des dommages à grande échelle (ex. surveillances aériennes) varie considérablement. Dans ce cas également, la télé-détection pourrait permettre de mieux évaluer les dommages.

L'effet de propagation

Les observations faites au moment de nombreuses infestations à grande échelle montrent que les insectes s'en prennent aux arbres qui ne sont pas leurs hôtes de prédilection. C'est ce que nous appelons l'effet de propagation. Par exemple, au sommet de l'infestation, le dendroctone du pin ponderosa (DPP) peut cibler et tuer des pins de petite taille dans le sous-étage ou dans des plantations, même si ces arbres ne sont normalement pas considérés comme vulnérables. Ce passage vers des arbres autres que les individus de prédilection se manifesterait lors de grandes infestations, peu importe l'espèce d'insecte en cause.

Effet indirect des infestations sur les essences non hôtes

Nous savons que les infestations touchent directement et gravement les essences hôtes, mais qu'elles peuvent également affecter d'autres essences de manière indirecte, aussi bien positivement que négativement. Lorsque le nombre d'arbres morts augmente, la canopée s'éclaircit, ce qui modifie les conditions microclimatiques qui, à leur tour, influent sur les arbres résiduels. Avec le temps, ces changements peuvent nuire à la croissance et au développement de la végétation non hôte, et même tuer

certains de ces arbres. Par contre, la mortalité des arbres hôtes peut également favoriser : les essences non hôtes et celles qui ne tolèrent pas l'ombre; une transition vers une autre essence dominante; ou l'alternance entre essences vulnérables à différents insectes. Par exemple, la transition d'un peuplement de tremble après des infestations par la livrée vers un peuplement de sapin baumier rend ce dernier vulnérable à la tordeuse des bourgeons de l'épinette [TBE], et ainsi de suite.

Interactions entre divers types de perturbations

Chaque espèce d'insecte possède ses spécificités qui caractérisent l'infestation. À cela peuvent s'ajouter les interactions dues à d'autres espèces de ravageurs et à d'autres types de perturbations. Les interactions entre les infestations, les feux et les pratiques de récolte sont bien reconnues, mais mal comprises à l'heure actuelle. Par exemple, les infestations de DPP et de TBE peuvent produire de grandes quantités de combustible ligneux sec. La présence d'aiguilles et de feuilles mortes qui restent sur les branches favorise la propagation des feux vers la canopée et fait en sorte que leur intensité est beaucoup plus grande que dans une forêt saine (verte). Cependant, le risque de feu variera selon l'ampleur des dommages causés par l'infestation, l'intervalle de temps écoulé depuis celle-ci et la composition de la forêt restante. Par ailleurs, la suppression des feux peut donner lieu à des conditions dans lesquelles de vastes secteurs d'arbres mûrs du même âge sont plus sujets aux insectes ravageurs. Aussi, les techniques de coupe partielle préconisant le maintien de la régénération pré-établie peuvent également favoriser la présence des essences hôtes de la TBE comme le sapin baumier, alors que la coupe à blanc sur courte rotation favorise plutôt le tremble, hôte de prédilection de la livrée.

Pour que les forêts résistent mieux aux insectes ravageurs, il est essentiel de bien comprendre ces interactions, sujet présentement en cours d'études.

Influence mutuelle des changements climatiques et des infestations

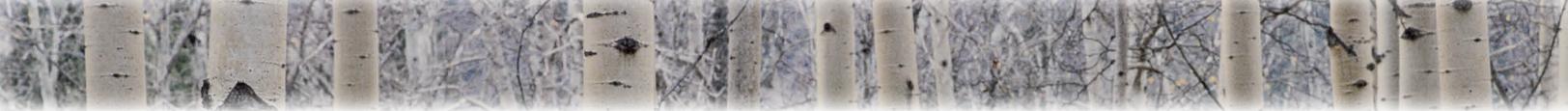
Les changements climatiques affecteront profondément les forêts et, par conséquent, le développement d'infestations d'insectes. Le taux de croissance, le développement des larves, la dispersion et la survie hivernale de la plupart des insectes sont directement influencés par les changements marqués de température et de pluviométrie. En conséquence, une hausse des températures modifiera la distribution géographique et la dynamique des populations d'insectes ravageurs. Les aménagistes doivent garder à l'esprit que les peuplements qui sont actuellement hors de l'aire de distribution d'un ravageur donné pourraient bien s'y trouver dans un proche avenir.

De façon plus générale, les insectes peuvent tuer ou ralentir la croissance et la régénération des arbres hôtes, et ainsi réduire le potentiel de captage du carbone des forêts (ici, nous considérons que le captage du carbone correspond à la séquestration du carbone et que les forêts vivantes sont des puits de carbone). La décomposition du feuillage et de la matière ligneuse libère du gaz carbonique, ce qui signifie que les infestations d'insectes peuvent modifier la dynamique du carbone dans une région. En conséquence, leur rôle dans le réchauffement de la planète doit être

revu. Par ailleurs, les infestations de DPP ou de TBE ne tuent pas nécessairement tous les arbres (Figure 1); les survivants demeurent des puits de carbone et, bien souvent, leur croissance s'accélère en raison de la disparition de certains de leurs concurrents. Les aménagistes devraient donc veiller aux zones



Figure 1. Exemple de conifères de seconde venue non vulnérables ayant survécu à une grave infestation de dendroctone du pin ponderosa. Photo courtoisie de Phil Burton, Service canadien des forêts, Ressources naturelles du Canada.



touchées de manière à conserver les survivants plutôt que de recourir à des techniques destructrices de reforestation (coupe et reboisement), afin de favoriser un continuum dans la structure d'âge, d'éviter la création de territoires vulnérables et de réduire l'influence sur le réchauffement climatique d'une cohorte équiennne ou d'un peuplement d'essences vulnérables.

Qu'est-ce que cela signifie pour les aménagistes?

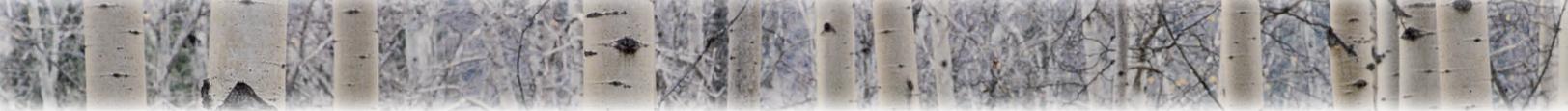
Les aménagistes peuvent réduire les pertes potentielles de bois dues aux infestations d'insectes en mettant en œuvre des tactiques à court terme telles que de meilleurs calendriers de récolte, des coupes de récupération judicieuses et l'emploi ciblé d'insecticide. Toutefois, en adoptant également une stratégie à long terme en rapport avec la diversité des essences et la structure d'âge de la forêt, tant à l'échelle du peuplement que du paysage, les aménagistes peuvent accroître la résistance des forêts. En fait, il faut viser un équilibre entre les objectifs à court et à long termes, ce qui signifie souvent de faire des compromis entre certaines ressources à court terme et la résilience du système à long terme. Les tactiques d'aménagement à court terme doivent dépendre des objectifs stratégiques à long terme, lesquels doivent être réévalués lorsqu'il y a infestation. Les observations et les résultats obtenus pour chaque espèce d'insecte dans chaque région peuvent être mis en commun. Toutefois, les infestations se présentent différemment selon les régions et les espèces en cause, de sorte que les connaissances spécifiques des espèces, l'expérience locale et l'esprit d'innovation ont toute leur importance. Les aménagistes doivent également tenir compte des répercussions des changements climatiques et des pratiques forestières sur les aires de distribution des insectes.

Il est souvent impossible pour les aménagistes forestiers locaux de mettre en œuvre de telles interventions à l'échelle du territoire sans la collaboration et la coordination des décideurs de haut niveau. Par conséquent, nous recommandons fortement que les décideurs et intervenants de tous les niveaux visent ensemble l'objectif d'accroître la résilience à l'échelle du paysage forestier d'un territoire. Les corporations, les organismes et les communautés qui jouent un rôle dans l'aménagement forestier ont besoin de grandes lignes tant à court terme (c.-à-d. refonte du calendrier de coupe) qu'à long terme (c.-à-d. favoriser la résistance des forêts). Les décideurs de haut niveau ont le pouvoir de mettre en œuvre des tactiques et des stratégies à diverses échelles. Des démarches à brève et à plus longue échéances, ainsi qu'une surveillance minutieuse mettant en jeu aussi bien des inventaires sur le terrain que la cartographie à l'aide de photographies aériennes ou d'images satellites, constituent les meilleurs outils afin de réduire les retombées des infestations d'insectes.

Ces démarches permettront également de diminuer les incertitudes et d'alimenter nos connaissances de base. L'équilibre demeure toutefois primordial. Une planification stratégique de haut niveau trop

Implications pour l'aménagement

- Les aménagistes et les décideurs de haut niveau doivent tenir compte à la fois des traitements à court terme et des objectifs à long terme afin de réduire le plus possible les effets des infestations d'insectes.
- Pour réduire les pertes à court terme, il faut préconiser un meilleur calendrier de récolte, des pratiques de récupération judicieuses et un usage ciblé des insecticides.
- Il faut conserver la diversité en composition et en structure d'âges de la forêt à diverses échelles spatiales pour réduire le plus possible les effets à long terme des infestations d'insectes.
- Il faut recourir à de meilleures techniques d'inventaires et faire de la recherche à long terme pour éliminer les incertitudes au sujet des infestations d'insectes, comme l'effet de propagation, les retombées sur les essences et les individus non hôtes, les interactions entre divers types de perturbations et les répercussions dues aux changements climatiques.



rigide peut affaiblir l'écosystème en altérant sa nature à des échelles de plus en plus vastes. La souplesse à l'échelon local est tout aussi importante que les objectifs stratégiques à grande échelle. En d'autres termes, les décideurs de haut niveau doivent reconnaître l'importance des connaissances et de l'esprit d'innovation des gens sur place et leur permettre de se développer pour favoriser la résilience de l'ensemble du système.

Les infestations d'insectes pourraient devenir de plus en plus dévastatrices. Partout dans le monde, la composition et la structure des peuplements se simplifient, pendant que le climat subit de profonds changements. Les travaux de recherche en cours laissent entendre que les planificateurs, les aménagistes et les décideurs en matière de foresterie devraient planifier des mesures d'urgence en cas d'infestations et des stratégies de réduction du risque lié aux insectes dans tous les plans d'aménagement forestier et scruter attentivement les conditions des forêts à court et à long terme.

Lectures additionnelles

Ayres, M.P., et M.J. Lombardero. 2000. *Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens*. *Science of the Total Environment* 262: 263-286.

Hennigar, C.R., D.A. MacLean, K.B. Porter, et D.T. Quiring. 2007. *Optimized harvest planning under alternative foliage-protection scenarios to reduce volume losses to spruce budworm*. *Can. J. For. Res.* 37: 1755-1769.

Jactel, H., E. Brockerhoff, et P. Duelli. 2005. *A test of the biodiversity-stability theory: meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestations, and re-examination of responsible factors*. *Ecol. Studies* 176: 235-262.

Kurz, W.A., C.C. Dymond, G. Stinson, G.J. Rampley, E.T. Neilson, A.L. Carroll, T. Ebata, et L. Safranyik. 2008. *Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change*. *Nature* 452: 987-990.

Lindenmayer, D.B., P.J. Burton, et J.F. Franklin. 2008. *Salvage Logging and its Ecological Consequences*. Island Press, Washington, D.C. 227 p.

Papaik, M.J., B. Sturtevant, et C. Messier. 2008. *Crossing scales and disciplines to achieve forest sustainability*. *Ecol. and Soc.* 13(1): 30. Available at: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art30/>

Écrit par : Enrique Doblado-Miranda¹, Daniel Kneeshaw, Phil Burton, Barry Cooke, Marie-Josée Fortin, David MacLean, Rongzhou Man, Michael Papaik, et Brian Sturtevant

¹Auteur correspondant : Centre d'étude de la forêt, Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada

Les opinions, conclusions et recommandations exprimées dans la présente publication sont celles de leurs auteurs et ne doivent pas être interprétées comme étant celles du Réseau de gestion durable des forêts.

Pour de plus amples renseignements sur la série de notes de recherches et d'autres publications du Réseau GDF, visitez notre site Internet au <http://sfmnetwork.ca> ou communiquez avec le Réseau de gestion durable des forêts, Université de l'Alberta, Edmonton (AB). Tél : (780) 492-6659. Courriel : info@sfmnetwork.ca

Éditeurs de coordination : R. D'Eon
Graphisme et mise en page : K. Kopra

© RGDF 2009

ISSN 1715-099X