



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

HISTOIRE DES ÉPIDÉMIES DE DENDROCTONE DU PIN PONDEROSA EN ALBERTA ET EN SASKATCHEWAN, 1940-2007



Ressource naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie des Grands Lacs
Rapport d'information
GLC-X-39F

Canada

Centre de foresterie des Grands Lacs, Sault Ste. Marie (Ontario)

Le Centre de foresterie des Grands Lacs (CFGL) est l'un des cinq centres de recherche faisant partie du Service canadien des forêts (SCF), la voix nationale et internationale du secteur forestier du Canada. Un des principaux mandats du SCF consiste à effectuer des recherches scientifiques sur les forêts canadiennes. Ces recherches peuvent servir à orienter la planification de l'aménagement forestier et les décisions stratégiques de même qu'à aider l'industrie forestière, le public et d'autres scientifiques. Les projets de recherche couvrent diverses problématiques liées à la foresterie, notamment les changements climatiques, les incendies de forêt, les ravageurs forestiers et la télédétection. Les résultats de ces travaux de recherche sont diffusés dans des rapports scientifiques et techniques et dans d'autres types de publications.

Des renseignements supplémentaires sur les travaux de recherche et publications de Ressources naturelles Canada, du Service canadien des forêts et du Centre de foresterie des Grands Lacs sont accessibles à la page <https://ressources-naturelles.canada.ca/science-donnees/science-recherche/centre-recherche/centre-foresterie-grands-lacs>.

Pour télécharger cette publication, consultez le [Dépôt ouvert de la science et de la technologie](#).

Histoire des épidémies de dendroctone du pin ponderosa en Alberta et en Saskatchewan, 1940-2007.

Roger D. Brett¹, Jan A. Volney¹, Herbert F. Cerezke¹, Barry J. Cooke², James D. Weber¹.

Affiliations :

¹. Centre de foresterie du Nord, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada.
Edmonton (Alberta), Canada

². Centre de foresterie des Grands Lacs, Service canadien des forêts, Ressources naturelles
Canada. Sault Ste. Marie, Ontario, Canada

Les informations de catalogage de cette publication sont disponibles auprès de Bibliothèque et Archives Canada.

Histoire des épidémies de dendroctone du pin ponderosa en Alberta et en Saskatchewan, 1940-2007. (Rapport d'information, GLC-X-39F).

Publié également en anglais sous le titre : « A History of Mountain Pine Beetle Outbreaks In Alberta and Saskatchewan, 1940-2007 (Information Report, GLC-X-39). »

Brett, R.D.; Volney, W.J.A.; Cerezke, H.F.; Cooke, B.J.; Weber, J.D.

Monographie électronique au format PDF.

Comprend des références bibliographiques.

En ligne :

ISBN 978-0-660-76621-8 ISSN 2562-0746

No de catal. : Fo123-2/39-2025F-PDF

Les informations contenues dans cette publication ou ce produit peuvent être reproduites en partie ou en totalité, et par n'importe quel moyen, à des fins personnelles ou publiques non commerciales, sans frais ni autre autorisation, sauf indication contraire.

Il vous est demandé :

- De faire preuve de diligence raisonnable en vous assurant de l'exactitude des documents reproduits;
- D'indiquer le titre complet du matériel reproduit et le nom de l'organisation qui en est l'auteur;
- D'indiquer que la reproduction est une copie d'un ouvrage officiel publié par Ressources naturelles Canada (RNCAN) et que la reproduction n'a pas été réalisée en affiliation avec RNCAN ou avec son aval.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites, sauf autorisation écrite de RNCAN. Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez contacter RNCAN à l'adresse suivante : copyright.droitdauteur@nrcan-rncan.gc.ca.

Sa Majesté le Roi du Canada, représenté par le ministre des Ressources naturelles du Canada, 2025.

TABLE DES MATIÈRES

LIST OF TABLES	IX
LIST OF FIGURES	X
PRÉAMBULE	1
RÉSUMÉ.....	2
INTRODUCTION	3
RELEVÉS HISTORIQUES	7
Levés aériens et levés au sol	7
Photographie aérienne	10
Ligne de contrôle du DDP des parcs nationaux	10
Utilisation de phéromones	11
Pièges d'interception	17
Compilation des sources de données.....	17
Méthodes de SIG	18
Vérification des erreurs	21
RÉSUMÉS HISTORIQUES DES ÉPIDÉMIES DE DENDROCTONE DU PIN PONDEROSA	21
1940-1944.....	21
Origine du foyer	24
Procédures de levés et de contrôle.....	25
1982-1987.....	26
Parc national Banff.....	26
Zone de Kananaskis.....	29
Parc national des Lacs-Waterton.....	42
Parc interprovincial de Cypress Hills (Alberta et Saskatchewan).....	46
Dispersion à longue distance.....	53
L'épidémie du millénaire	58
Willmore - Kakwa - Grande Prairie	58
Parc national Jasper	61
Parc national Banff et sa région	65
Zone de Kananaskis.....	68
Parc national des Lacs-Waterton.....	71
Parc interprovincial de Cypress Hills	71
Discussion sur les sources de données, la qualité des données et les erreurs potentielles .	74
Aperçu.....	74
Cartes d'arpentage et autres sources.....	75
Données spatiales et données déclarées	77
Description détaillée des données par région.....	78
Points de dispersion à longue distance et collectes	80

CONCLUSION	81
REMERCIEMENTS.....	83
ANNEXE A.....	84
Attributs du fichier de forme	84
Définitions des attributs (CFP) :.....	84
Points regroupés :	85
ANNEXE B.....	86

LIST OF TABLES

Tableau 1. Zones d'épidémie de dendroctone du pin ponderosa à Banff, 1940-1944.	23
Tableau 2. Nombre d'arbres enlevés dans la zone de contrôle.	37
Tableau 3. Tableau récapitulatif de l'épidémie de dendroctone du pin ponderosa de Cypress Hill.	53
Tableau 4. Pins dont on pense qu'ils ont été infestés par le dendroctone du pin ponderosa à la suite d'une dispersion à longue distance.	56
Tableau 5. Résumé du programme d'appâtage à la phéromone du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc interprovincial de Cypress Hills de l'Alberta, de 2000 à 2006.....	74

LIST OF FIGURES

Figure 1. Aire de répartition connue du DPP avant 2006.	3
Figure 2. Carte de la forêt commerciale de l'Alberta (La zone verte).	9
Figure 3. Sites initiaux d'appâtage à la phéromone en Alberta dans les zones de contrôle et de récupération, 1983 et 1984.	15
Figure 4. Emplacements des sites d'appâts à phéromone de l'Alberta et lieux des attaques, de 1993 à 2005.	16
Figure 5. Zones de projet historiques du dendroctone du pin ponderosa.	20
Figure 6. Zones d'épidémie de dendroctone du pin ponderosa à l'intérieur du Parc national Banff, 1940 à 1944 (Hopping et Mathers, 1945).	22
Figure 7. Épidémie de dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national Banff, 1982 à 1987.	27
Figure 8. Camp de contrôle du DPP de l'ALFS à Porcupine Hills (Cerezke, sept. 1981).	33
Figure 9. Pin tordu infesté par le dendroctone du pin ponderosa à l'extrémité sud-ouest de Porcupine Hills. (Cerezke, février 1984).	35
Figure 10. Zones de foyers de dendroctone du pin ponderosa dans la zone de contrôle, 1980-1986.	36
Figure 11. Plantation de pins sylvestres près de Beaver Mines en 1980 (Herb Cerezke, juin 1980).	39
Figure 12. Exploitation forestière de récupération à côté de Beaver Mines Lake (Photo : Herb Cerezke, août 1981).	40
Figure 13. Épidémie de dendroctone du pin ponderosa et zones de coupe de récupération dans la zone de récupération, 1977-1986.	42
Figure 14. Zones d'infestation du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national des Lacs-Waterton; 1977-1987.	46
Figure 15. Répartition du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc interprovincial de Cypress Hills; 1979-1985.	52
Figure 16. Zones d'épidémie de dendroctone du pin ponderosa de 1979 à 1980 et points de dispersion à longue distance, ainsi que les emplacements historiques des points du RIMA de l'InfoBase en Alberta et en Saskatchewan.	55
Figure 17. Vue d'ensemble des infestations par le dendroctone du pin ponderosa de 1977 à 1987.	57
Figure 18. Dendroctone du pin ponderosa dans les parcs Willmore Wilderness et Kakwa Wildland, 2005.	60
Figure 19. Attaques du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national Jasper, 1999-2006.	63
Figure 20. Épidémie actuelle de dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national Banff, 1998-2006.	67

Figure 21. Infestations de dendroctone du pin ponderosa au sud de Kananaskis dans la zone verte, 2005.	70
Figure 22. Emplacement des sites appâtés à la phéromone du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc interprovincial de Cypress Hills, en Alberta, de 2001 à 2005.	73
Figure 23. Pourcentage de données sources par échelle de carte et par année.....	76

PRÉAMBULE

Le rapport historique suivant a été rédigé en grande partie au printemps 2007, à peu près au moment où une évaluation d'urgence a été entreprise pour évaluer le risque lié au dendroctone du pin ponderosa (DPP), *Dendroctonus ponderosae* Hopk. (Coléoptera : Scolytidae) se sont répandus dans la forêt boréale canadienne (Nealis et Peter 2008). Il n'est jamais évident, dans un document historique, de savoir où ponctuer les rapports, et cela a été rendu encore plus difficile dans ce cas par le fait qu'à mesure que l'épidémie de DPP en Alberta progressait à partir de 2006, les programmes provinciaux de surveillance et de contrôle ont considérablement augmenté en taille et en complexité, dépassant tout rôle que le gouvernement fédéral avait joué historiquement jusqu'à ce moment-là. D'importantes mises à jour de ce rapport ont été envisagées en 2008, puis en 2011, mais il était alors devenu de plus en plus évident que l'année 2006 resterait à jamais un moment charnière entre l'historique et le moderne. Au cours de la période 2006-2023, l'expertise scientifique fédérale sur le dendroctone du pin ponderosa a été consacrée à l'étude de l'épidémie en cours et à la fourniture de conseils aux provinces dans le cadre de la lutte contre le dendroctone du pin ponderosa. Au moment où nous écrivons ces lignes, en 2024, l'épidémie de dendroctone du pin ponderosa s'est enfin calmée dans tous les secteurs de l'Ouest canadien, au point qu'il est possible d'établir un rapport synthétique sur les débuts de l'insecte dans les provinces des Prairies. Il a été décidé que ce rapport, en tant que document historique, devait être conservé sous la forme qu'il avait acquise en 2007, y compris la langue et le style de présentation des auteurs originaux de l'époque. Le projet de document de 2007 a été édité uniquement pour des raisons de clarté et de correction.

- Barry J. Cooke, le 20 juin 2024.

RÉSUMÉ

Trois épidémies de dendroctone du pin ponderosa, *Dendroctonus ponderosae* Hopk. (Coléoptera : Scolytidae), sont connues pour s'être produites en Alberta et en Saskatchewan depuis 67 ans. Le premier foyer enregistré s'est produit de 1940 à 1944 dans le Parc national Banff, couvrant environ 4 074 ha de forêts de pin tordu latifolié au maximum de son étendue. La seconde épidémie s'est déroulée principalement entre 1982 et 1987 et a couvert environ 37 090 ha. Ce foyer couvrait les forêts des montagnes Rocheuses et des contreforts, de la frontière américaine au nord jusqu'au réservoir de Spray Lakes, situé à l'est de l'extrémité méridionale du Parc national Banff. Il s'est également étendu à l'est jusqu'au parc interprovincial de Cypress Hills en Alberta et en Saskatchewan. Pendant de nombreuses années après cette deuxième épidémie, les arbres appâtés par des phéromones ont été sporadiquement attaqués. Cependant, la troisième épidémie, qui touchait toujours l'Alberta, ne s'est déclarée qu'en 1997. Actuellement, les infestations de dendroctone du pin ponderosa se sont étendues de la frontière américaine jusqu'à la moitié sud du Parc national Jasper, et de la moitié nord du Parc national Jasper jusqu'au nord de Grand Prairie, en Alberta. Des arbres infestés ont également été signalés jusqu'au Petit lac des Esclaves à l'est. En mars 2007, environ 2 810 120 pins étaient infestés en Alberta. Environ 91 % d'entre eux (soit 2 550 000) se trouvaient dans le district forestier de Smoky (région de Willmore-Kakwa-Grande Prairie) de l'Alberta Sustainable Resource Development (ASRD), dans le nord-ouest de l'Alberta (ASRD, 2007). Il s'agit de l'épidémie la plus grave à ce jour, car elle menace de s'étendre vers l'est dans la zone hybride entre le pin tordu et le pin gris. Cette zone constitue une passerelle vers les peuplements purs de pin gris qui s'étendent jusqu'aux provinces atlantiques du Canada.

L'historique des méthodes de surveillance et de détection, les chiffres de répartition, ainsi que des résumés annuels détaillés sont fournis pour les foyers historiques et actuels, par région administrative. Pour les épidémies historiques, ces régions comprennent le Parc national Banff, une zone de contrôle désignée (au nord de l'autoroute 3, y compris la région de Kananaskis, Porcupine Hills, Whaleback Ridge et Livingstone Range) et une zone de récupération (au sud de l'autoroute 3, mais au nord et à l'est du Parc national des Lacs-Waterton), le Parc national des Lacs-Waterton et le Parc interprovincial Cypress Hills (PICH) en Alberta et en Saskatchewan. La dispersion historique à longue distance dans le sud de l'Alberta est également cartographiée et discutée. Les régions concernées par l'épidémie actuelle sont la région de Willmore-Kakwa-Grande Prairie, le Parc national Jasper, le Parc national Banff et sa région, la région de Crowsnest Pass, le Parc national des Lacs-Waterton et le Parc interprovincial Cypress Hills.

Les épidémies de dendroctone du pin ponderosa de 1940 à 1944 et de 1977 à 1987 qui se sont produites en Alberta et en Saskatchewan ont été rendues sous forme spatiale. Ce rapport contient également des renseignements sur la création des données spatiales, y compris les procédures, la qualité des données, les erreurs potentielles et les indications sur les lacunes éventuelles dans les observations.

INTRODUCTION

Le dendroctone du pin ponderosa (DPP) est originaire d'Amérique du Nord. Son aire de répartition s'étend du nord du Mexique au nord-ouest de la Colombie-Britannique, et de la côte pacifique aux Dakotas (Safranyik et Carroll, 2006). Au Canada, le DPP a été retrouvé aussi loin à l'est que le bloc Central du Parc interprovincial Cypress Hills (PICH) en Saskatchewan

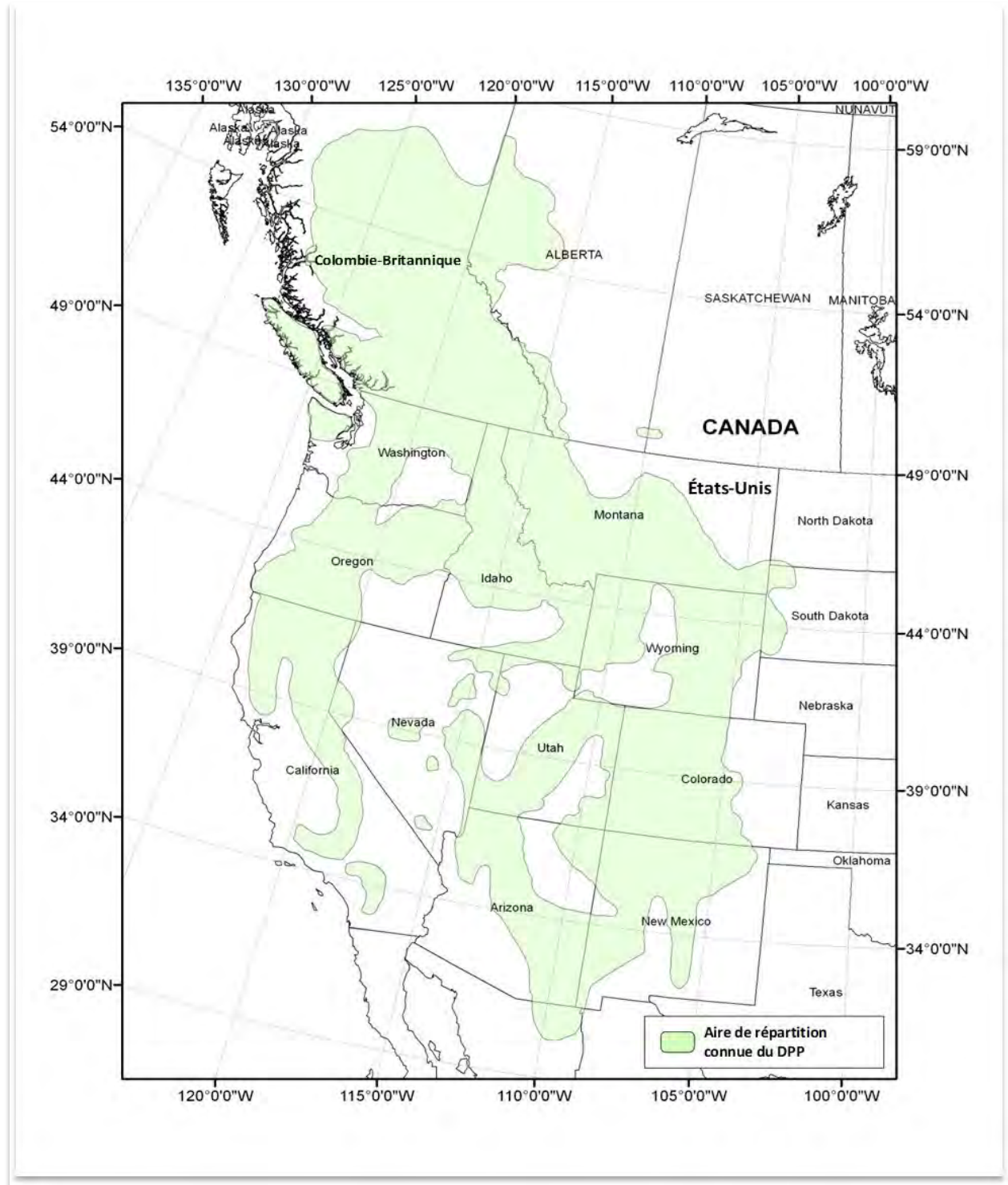


Figure 1. Aire de répartition connue du DPP avant 2006.

Bien que les principaux hôtes du dendroctone du pin ponderosa soient le pin tordu (*Pinus contorta* Dougl.), le pin ponderosa (*Pinus ponderosa* Laws) et le pin blanc de l'Ouest (*Pinus monticola* Dougl.), il attaque et tue d'autres pins indigènes et non indigènes (Safranyik et Carroll 2006). En Alberta et en Saskatchewan, ses principaux hôtes sont le pin tordu et le pin flexible (*Pinus flexilis* James) et des attaques ont eu lieu sur d'autres espèces de pins indigènes telles que le pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.), le pin à écorce blanche (*Pinus albicaulis* Engelm.) et le pin ponderosa (*Pinus ponderosa* Douglas ex Lawson et C. Lawson var. *ponderosa*), qui est indigène dans les zones adjacentes de la C.-B. Il a également attaqué des espèces introduites telles que le pin sylvestre (*Pinus sylvestris* Linn) et le pin mugo (*Pinus mugo* Turra) (Cerezke, 1981).

Le cycle de vie du dendroctone du pin ponderosa est normalement d'un an. En altitude, où les étés sont plus frais, le cycle de vie peut durer deux ans (Safranyik et Carroll, 2006). Au cours d'un cycle d'un an, les adultes attaquent l'écorce interne des pins adultes au milieu de l'été, créant des galeries verticales en forme de « bâton de hockey ». Les œufs sont pondus dans des niches situées sur les côtés de cette galerie. Après l'éclosion des œufs, les larves s'alimentent tangentiellement à partir de la galerie principale jusqu'à l'automne, en se nourrissant du phloème. Elles passent l'hiver sous forme de larves et continuent à se nourrir au printemps jusqu'à la fin du printemps ou au début de l'été, lorsqu'elles se transforment en chrysalides. Après la nymphose, les nouveaux adultes se nourrissent pendant quelques jours, puis émergent et se dirigent vers de nouveaux hôtes pour répéter le cycle. Les coléoptères adultes sont porteurs de champignons bleus (Ascomycotina : Ophiostomatales) qui colonisent les tissus du phloème et de l'aubier, interrompant le transport de l'eau dans les arbres. Les effets combinés de l'alimentation du coléoptère et des infections par les champignons de bleuissement tuent les tissus à proximité des galeries à l'intérieur des arbres (Hiratsuka et coll., 1995). Lorsque les arbres subissent plusieurs attaques sur une courte période, ces infections se regroupent et l'arbre meurt.

Plusieurs signes et symptômes d'attaques du dendroctone du pin ponderosa sur les arbres sont utilisés dans les enquêtes sur la présence du dendroctone du pin ponderosa et les dégâts qu'il cause. Lorsque les arbres sont attaqués pour la première fois, la première preuve est la poussière de forage produite par l'initiation des galeries adultes. Cette poussière, connue sous le nom de « sciure », se loge dans les crevasses de l'écorce des tiges des arbres. Souvent, le système de défense naturel de l'arbre est stimulé pour produire un flux de résine qui « repousse » le coléoptère, ce qui entraîne l'échec de l'attaque. Parfois, les coléoptères parviennent à attaquer les arbres malgré l'écoulement de la résine. Les structures en résine cristallisée de couleur claire situées à l'entrée des galeries sont appelées « bouchons de résine ». Leur couleur, qui contraste avec celle de l'écorce, les rend faciles à détecter et ils peuvent être utilisés pour localiser les arbres attaqués par le dendroctone du pin ponderosa dans les relevés dès les premières attaques des adultes. Parfois, les coléoptères ne réussissent à tuer qu'une bande d'écorce, mais l'arbre survit. C'est ce que l'on appelle les « attaques de bande ». Les arbres morts dont le feuillage est encore vert sont dits « victimes d'attaques vertes ». Il est peu probable qu'ils soient détectés lors des relevés aériens. Lorsque l'arbre mort

se dessèche, généralement au cours de la saison qui suit l'attaque, le feuillage vert commence à se décolorer. On appelle ces arbres des « arbres décolorés ». S'ils sont rouges, ils sont morts. Les arbres peuvent être décrits comme des « cimes rouges », ce qui indique des attaques d'autres scolytes. Les arbres décolorés, les arbres rouges et les arbres à cime rouge sont détectables depuis l'air et utilisés pour évaluer les épidémies lors des relevés aériens (Réseau de santé forestière, 1998). Une fois que les larves ont commencé à se développer, elles deviennent la proie des pics. Le travail des pics, qui consiste à écailler de grandes surfaces d'écorce, permet de détecter facilement ces arbres lors des relevés au sol.

La lutte contre les populations de scolytes passe généralement par la destruction des couvées lorsqu'elles sont encore dans les arbres. L'abattage des arbres pour couper, peler et brûler l'écorce est la méthode de lutte habituelle, bien que des arbres entiers puissent être brûlés lorsque cela s'avère opportun d'un point de vue opérationnel. Les phéromones ont été utilisées pour appâter les arbres afin d'attirer les coléoptères vers des endroits connus dans les peuplements où la lutte peut être mise en œuvre. Les rapports de ces activités opérationnelles ont été utilisés pour élaborer des renseignements sur les dommages causés par les différents foyers décrits dans le présent document.

Au cours des 67 dernières années, trois épidémies ont été recensées à l'est des Rocheuses. La première épidémie enregistrée en Alberta s'est produite de 1940 à 1944 dans le Parc national Banff. Une deuxième épidémie, plus étendue, s'est produite de 1977 à 1987, dans les régions allant du réservoir de Spray Lakes, dans le Parc national Banff, jusqu'à la frontière américaine au sud, et jusqu'à Cypress Hills en Alberta et en Saskatchewan à l'est. La latitude la plus septentrionale atteinte en Alberta par le dendroctone du pin ponderosa au cours de ces deux périodes d'épidémie est de 51° 16' de latitude nord, ce qui correspond à Castle Mountain au cours de l'épidémie de 1940-1944 dans le Parc national Banff. Le troisième et actuel foyer de l'Alberta, qui a été remarqué pour la première fois en 1998 dans le Parc national Banff, provoque non seulement une mortalité importante dans les contreforts des montagnes Rocheuses, mais aussi dans les zones du Parc Willmore Wilderness et du Parc Kakwa Wildland, jusqu'à des zones situées au nord de la région de Grande Prairie. Des attaques confirmées ont été observées jusqu'à 57° 53' de latitude nord, à environ 200 km au nord-ouest de Peace River. La tendance au réchauffement de ces dernières années et l'abondance de peuplements hôtes avec des arbres de taille suffisante auraient permis l'expansion et l'établissement des coléoptères dans cette zone.

L'épidémie de dendroctone du pin ponderosa qui sévit actuellement dans l'Ouest canadien a entraîné des taux de mortalité sans précédent dans les forêts de pins commerciales. En 2005, les relevés aériens de la Colombie-Britannique ont permis de détecter environ 8,7 millions d'hectares de pins victimes d'attaques rouges et de déterminer qu'environ 400 millions de m³ de bois ont été touchés (BCMOF, 2006). Les prévisions d'attaques en Colombie-Britannique en 2006 sont encore plus élevées. Outre les effets économiques immédiats causés par la mortalité généralisée, le coût des efforts de lutte et le reboisement, les effets à long terme seront les plus graves lorsque l'offre de bois durable approchera de zéro. Les autorisations de coupe annuelles

actuelles ont été augmentées afin de récupérer autant de bois mort sur pied que possible. Toutefois, cela ne permet pas de maintenir l'industrie forestière dans sa configuration actuelle.

Le pin gris est l'espèce de pin la plus répandue au Canada. Son aire de répartition s'étend du coin nord-est de la Colombie-Britannique et du sud des Territoires du Nord-Ouest à l'ouest jusqu'à la Nouvelle-Écosse à l'est (Farrar, 1995). Il a été démontré que le dendroctone du pin ponderosa peut produire des couvées réussies dans le pin gris (Cerezke, 1995). Ainsi, les conséquences économiques de l'établissement du dendroctone du pin ponderosa dans les peuplements de pins gris pourraient être encore plus dévastatrices pour l'industrie du bois d'œuvre dans l'ensemble du Canada. L'expansion récente du dendroctone du pin ponderosa dans les forêts de pins tordus dans les parcs Willmore Wilderness et Kakwa Wildland de l'Alberta et la menace de sa propagation plus à l'est par le biais du corridor de la zone hybride entre le pin tordu et le pin gris dans le pin gris, justifient cette inquiétude.

Ce rapport a été préparé pour fournir des renseignements sur l'historique et l'étendue des épidémies de DPP depuis que des relevés systématiques ont été effectués dans l'Ouest canadien à partir de 1940. Les renseignements sont présentés avant la fin de l'épidémie actuelle en raison des changements récents et spectaculaires de l'aire de répartition du coléoptère et des conséquences de cette expansion. Cette expansion est à tout le moins un exemple de l'augmentation exponentielle des zones concernées par les épidémies successives. Comme telle, elle présente un intérêt biologique. Nous pensons également que le rapport arrive à point nommé en raison de la menace croissante qui pèse sur les ressources forestières du Canada. Nous croyons que cette menace croissante est en grande partie le résultat d'un changement de climat et de schémas historiques de régénération des forêts, associés à des politiques de protection qui ont abouti à une structure des classes d'âge des forêts qui favorise l'augmentation des populations de dendroctones. Nous espérons qu'en compilant des renseignements sur la gravité, la localisation et les aspects temporels des épidémies de dendroctone du pin ponderosa, la communauté scientifique aura accès à des renseignements lui permettant de remettre en question ces conjectures. En incluant des renseignements sur la nature des relevés, la qualité des données et les sources, nous espérons que la crédibilité des résultats pourra être évaluée dans le cadre de futures enquêtes scientifiques. Nous pensons en outre que les décideurs politiques seront amenés à mettre en œuvre des politiques visant à anticiper les futures épidémies et à prévenir ces dommages en instituant des pratiques de gestion forestière qui rendent les ressources forestières gérées moins sujettes à ces catastrophes. Si un rendement soutenu de pins doit être récolté dans cette région pour soutenir son entreprise forestière, la gestion de la densité dans les peuplements de pins et une structure réglementée des classes d'âge pour ces peuplements, qui sont actuellement les seuls outils proactifs connus d'atténuation des dommages causés par le dendroctone du pin ponderosa, devront être développées en tant qu'outils de sylviculture durable. Il est donc opportun d'envisager des politiques de gestion en prévision de la prochaine épidémie, dont il est presque garanti qu'elle sera d'une ampleur alarmante par rapport à l'épidémie actuelle (inachevée) et qu'elle débutera dans les 20 prochaines années si des forêts de pins suffisamment matures subsistent. Nous espérons que les renseignements contenus dans ce

rapport fourniront un cadre et des contextes pour les analyses scientifiques et politiques visant à traiter le problème du DPP.

RELEVÉS HISTORIQUES

Le Service canadien des forêts et ses prédécesseurs ont effectué des relevés sur les insectes dans tout le Canada depuis la création du Relevé des insectes forestiers (RIF) en 1936 (Cerezke, 2003). Au cours des premières années (1939 à 1948), des relevés par détection au sol ont été effectués le long des pentes orientales des montagnes Rocheuses par le personnel du RIF du Vernon Insect Laboratory à Vernon, en Colombie-Britannique. Le personnel de Parcs Canada, formé par les gardes forestiers du RIF du laboratoire de Vernon, a également participé à des relevés dans les parcs nationaux des montagnes Rocheuses. La responsabilité de l'étude des insectes sur les versants a été abandonnée par le laboratoire de Vernon en 1948 et confiée au laboratoire de zoologie forestière nouvellement créé à Calgary. En 1962, le RIF est devenu le Relevé des insectes et des maladies des arbres (RIMA) lorsque la responsabilité des enquêtes sur les maladies a été ajoutée à son mandat. En 1974, le gouvernement de l'Alberta a assumé une plus grande responsabilité dans la gestion et la surveillance des principaux insectes et maladies qui affectent les forêts provinciales. Le RIMA, les agences provinciales de l'Alberta et l'industrie forestière ont travaillé en coopération pendant de nombreuses années jusqu'à la disparition du RIMA en 1996. À cette époque, l'Alberta Sustainable Resource Development (ASRD) a assumé la responsabilité de la réalisation des relevés annuels dans la zone de forêt commerciale (la zone verte) (figure 2). Aujourd'hui encore, le SCF apporte son aide à Parcs Canada en réalisant des relevés des insectes et des maladies dans les parcs nationaux.

Levés aériens et levés au sol

Le premier cas connu du RIF utilisant des avions précisément pour détecter et cartographier les épidémies d'insectes forestiers en Alberta s'est produit dans le Parc national Wood Buffalo en 1957 (Robins et coll., 1958). Bien que des opérations expérimentales de pulvérisation aérienne aient été menées avant cela en Alberta (McGuffin, 1949), les avions n'ont pas été utilisés pour la détection et la cartographie annuelles en Alberta en raison des coûts d'exploitation des avions et de leur disponibilité réduite.

Avant cette période, les relevés des insectes forestiers étaient menés sur le terrain, à pied, à cheval, en véhicule et en bateau. Dans la plupart des cas, les relevés ont consisté à détecter et à cartographier le long des routes et des rivières accessibles. Lorsqu'une cartographie plus détaillée était nécessaire, des levés exploratoires ont été menés à pied ou à cheval dans les zones infestées. Bien que la cartographie des infestations à partir du sol ne soit pas aussi précise ou complète que la cartographie aérienne, les observations au sol fournissent de meilleures estimations de l'état des populations de ravageurs et des dommages causés.

Une fois que les avions ont été utilisés plus fréquemment pour effectuer des relevés aériens, le niveau de détail et l'exhaustivité de la cartographie ont considérablement augmenté; cependant, des relevés au sol étaient toujours nécessaires pour évaluer correctement la taille et la tendance d'une population. Les relevés aériens historiques sur le dendroctone du pin ponderosa qui ont eu lieu pendant l'épidémie des années 1980 en Alberta ont été réalisés à

l'aide d'aéronefs à voilure tournante et d'aéronefs à voilure fixe. Les relevés aériens ont été effectués à basse altitude, entre 150 et 500 m au-dessus de la canopée, à des vitesses comprises entre 70 et 100 nœuds (Gates, comm. personn.). Dans la plupart des cas, les relevés aériens ont été effectués par deux observateurs, l'un repérant les dégâts et les cartographiant, l'autre aidant à les repérer. Toutefois, ces chiffres variaient d'un relevé à l'autre et d'une agence à l'autre.

Lorsque des dégâts étaient observés, la limite extérieure de la zone était esquissée, ou si seuls quelques arbres étaient attaqués, un point était marqué sur la carte. La plupart des cartes utilisées étaient des cartes de base à l'échelle 1:250 000, 1:100 000 ou 1:50 000. Souvent, un code de gravité était enregistré sous la forme d'une estimation du nombre d'arbres touchés, du pourcentage du peuplement touché ou d'une classe de dégâts (légers, modérés ou graves).

En fonction de la zone cartographiée lors d'un relevé aérien, des relevés de suivi au sol ont été effectués pour confirmer que le dendroctone du pin ponderosa était l'agent causal, évaluer les dommages et le niveau de population, détecter et cartographier les attaques vertes non visibles depuis le ciel, et marquer les arbres à éliminer.

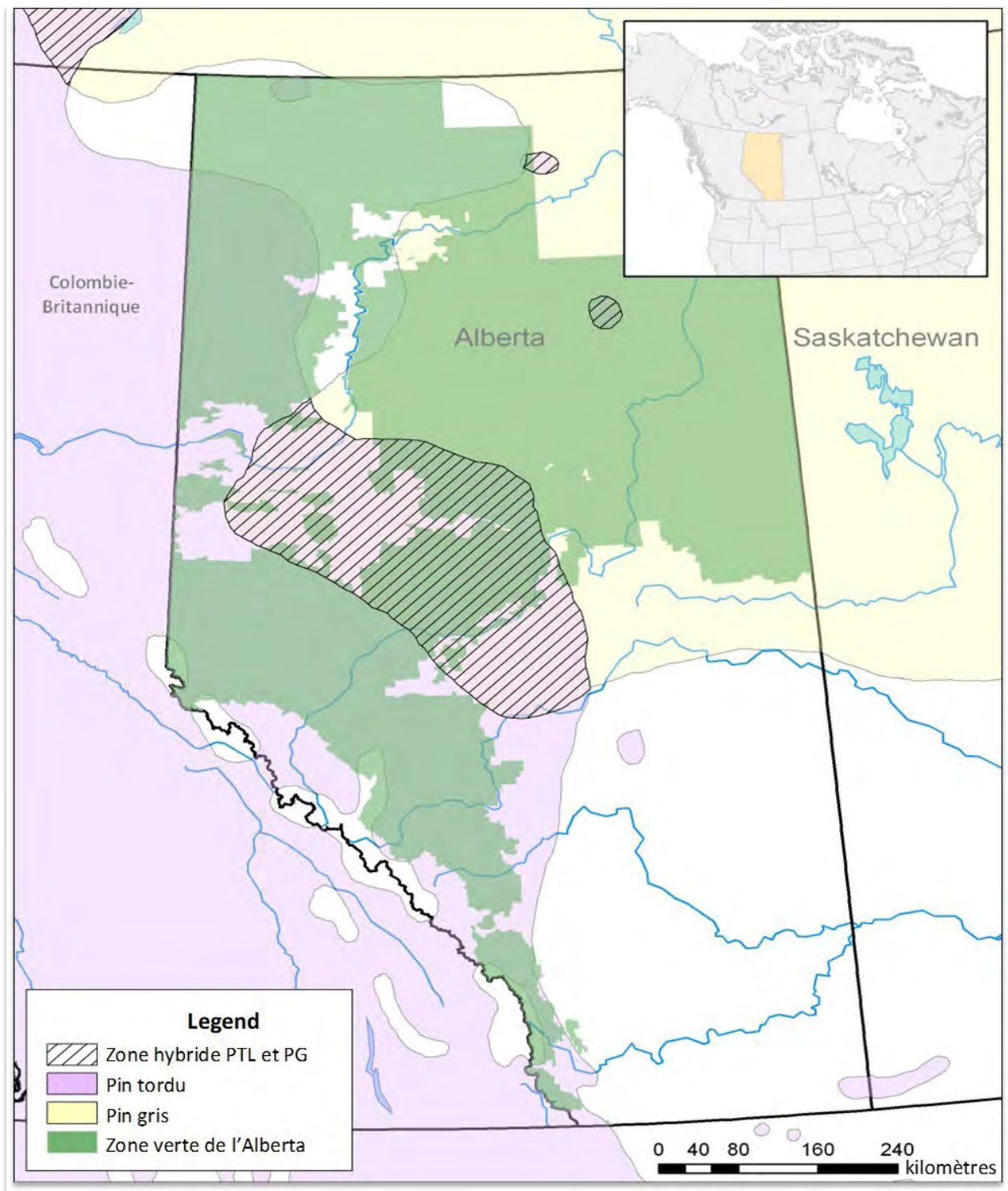


Figure 2. Carte de la forêt commerciale de l'Alberta (La zone verte).

Photographie aérienne

La photographie aérienne a été utilisée occasionnellement pendant les épidémies de DPP en Alberta pour cartographier la répartition et aider à estimer la gravité des dommages.

À l'automne 1979, l'Alberta Forest Service a effectué un relevé photographique aérien du sud-ouest de l'Alberta, de l'autoroute 3 à la frontière du Montana, afin d'évaluer l'étendue des dégâts causés par le dendroctone du pin ponderosa. La zone a été photographiée à l'échelle 1:30 000 à l'aide d'un film infrarouge en fausses couleurs. De vastes zones de mortalité ont été cartographiées juste à l'est de la frontière de la Colombie-Britannique, depuis York Creek jusqu'au mont McCarty (voir l'annexe 2). Toutefois, ces zones n'ont pas été endommagées par le dendroctone du pin ponderosa car il s'agissait de parcelles d'épinette d'Engelmann (*Picea engelmannii* (Parry ex Engelm.) et de sapin subalpin (*Abies lasiocarpa* mortes ou mourantes et surannées (Hook.) Nutt.) (Anonyme, 1979).

Le Service canadien des forêts a commandé, à la même époque, un relevé photographique en couleurs sur des parties de la même zone à une échelle de 1:10 000 afin d'évaluer l'étendue des estimations de mortalité obtenues à partir de relevés au sol de parcelles d'échantillonnage (Cerezke et Petty, 1980). Ce relevé du SCF a produit des photographies le long de quatre lignes de vol et a couvert la zone délimitée par Beaver Mines Lake, Gardiner Creek, Carbondale Hill et Lynx Creek. En outre, cinq lignes le long de la rivière West Castle ont été photographiées à l'échelle 1:4 000.

Au cours de l'été 1980, l'Alberta Forest Service a photographié à nouveau la même zone dans le sud-ouest de l'Alberta, à l'aide d'un film infrarouge en fausses couleurs à l'échelle 1:20 000. La mortalité des arbres a été interprétée à partir des photos, cartographiée, utilisée pour déterminer la zone affectée et pour planifier et orienter les efforts de contrôle.

En 1980 et 1981, le parc interprovincial Cypress Hills, en Alberta, a été photographié en couleurs à l'échelle 1:6 000 (Trott, 1981). Les dommages interprétés à partir de ce relevé ont également été utilisés pour la cartographie et le contrôle.

En réponse à une augmentation soudaine des populations de coléoptères et à leur propagation vers le nord dans le Parc national Kootenay, le SCF et Parcs Canada ont effectué des relevés au sol ainsi qu'un relevé photographique aérien à grande échelle (1:5 000), en couleurs réelles, en 1982. L'objectif était de déterminer la répartition actuelle, la gravité et le potentiel de propagation vers le nord des infestations par le dendroctone du pin ponderosa. Au total, 154 photos ont été prises le long de quatre lignes photographiques d'une longueur totale de 88 km. Une série de 28 parcelles terrestres a été établie pour vérifier les interprétations des photos, évaluer les populations de coléoptères, les taux de mortalité des arbres et les caractéristiques des peuplements (Cerezke, 1983a).

Ligne de contrôle du DPP des parcs nationaux

Parcs Canada a mis en œuvre une politique de gestion pour contrer la propagation des foyers de l'ouest vers le Parc national Banff lors de l'épidémie des années 1980. Ils ont donc établi une ligne de contrôle du DPP le long de la limite sud-ouest du Parc national Banff, à partir d'environ 51° 50' N, à la limite des parcs nationaux de Yoho et de Kootenay (Turnbull, 1982).

L'emplacement de cette ligne a été déterminé à partir de l'expérience de la propagation des infestations des parcs nationaux de Kootenay et de Yoho vers le Parc national Banff lors de l'épidémie des années 1940 (Cerezke, 1993). La politique consistait à renforcer la surveillance et à traiter toutes les infestations de dendroctones du pin ponderosa trouvées au nord-est de cette ligne. L'épidémie des années 1980 n'ayant pas été aussi grave que la précédente, une seule opération de lutte a été nécessaire dans le cadre de cette politique (Cerezke, 1993). Cela s'est produit au cours des saisons automne/hiver 1981-1982. Au total, 520 arbres attaqués par le dendroctone ont été enlevés sur deux sites (499 au nord de Kootenay Crossing et 21 juste à l'ouest de la ligne de contrôle). Le traitement utilisé consistait à couper et à brûler les arbres attaqués et à enlever l'écorce de leurs souches (White, 1982).

Utilisation de phéromones

Les phéromones ont été expérimentées pour la première fois en 1980 par l'Alberta Land and Forest Service (ALFS) entre l'autoroute 1 et Crowsnest Pass en Alberta (Boulet, 1980). Les produits chimiques et les méthodes utilisés ne sont pas clairs. Néanmoins, les essais ont été jugés peu concluants car les produits chimiques utilisés n'attiraient pas les coléoptères de manière constante.

En 1982, plusieurs études distinctes ont été menées sur l'utilisation de phéromones pour aider à surveiller et à contrôler l'épidémie de DPP.

Le Service canadien des forêts a testé un mélange d' α -pinène et de trans-verbanol comme attractif sur cinq arbres dans Porcupine Hills. Ces appâts ont été placés sur des arbres d'un diamètre de 20 cm ou plus, en pulvérisant l'écorce avec du carbaryl et en plaçant un grillage à la base de l'arbre pour recueillir les captures de coléoptères (Miyagawa, 1985).

Malheureusement, l'expérience a été interrompue par des ours qui ont arraché les grillages des arbres. Un de ces écrans a été récupéré et contenait un grand nombre de coléoptères, dont la plupart étaient des femelles. Cependant, Porcupine Hills était utilisé pour le pâturage et était considéré comme une zone à « usage multiple », de sorte que l'ALFS et le SCF ont abandonné cette expérience (Cerezke, observations non publiées).

Le Service canadien des forêts et l'Université Simon Fraser ont testé deux mélanges sémiochimiques, développés à l'Université Simon Fraser, à plusieurs endroits du Parc interprovincial Cypress Hills en 1982. Le premier appât était composé du monoterpène myrcène et de deux composés produits par les coléoptères, le trans-verbénol et l'exobrévomine, libérés à raison de 17, 1 et 0,5 mg/jour respectivement (Cerezke et coll., 1984). Le second appât était composé de myrcène et de trans-verbénol et se libérait à des taux correspondant à ceux du mélange ternaie. Les appâts ont été déployés sur des arbres pièges et dans des pièges entonnoirs Lindgren sur trois sites où les populations de coléoptères étaient soit naturellement faibles, soit en grande partie éliminées par des coupes de contrôle. Le mélange binaire s'est avéré être le meilleur appât : un grand nombre de coléoptères ont été attirés à la fois par les arbres appâtés et par les arbres environnants. Le mélange binaire a donc été utilisé sur des arbres pièges afin de concentrer les populations de coléoptères dans des zones accessibles en vue d'une élimination rentable.

De 1982 à 1984, le département de chimie de l'Université de Calgary et le Service canadien des forêts ont mené des études conjointes dans des peuplements de pins tordus et de pins flexibles du sud-ouest de l'Alberta afin d'examiner le système de communication chimique (phéromones) du dendroctone du pin ponderosa et d'explorer les applications des phéromones pour la manipulation et la gestion des populations de dendroctones. Le projet avait deux objectifs initiaux : Le premier consistait à optimiser le mélange de phéromones pour attirer le dendroctone du pin ponderosa et les méthodes d'application dans les programmes de lutte contre les coléoptères. Le deuxième objectif était d'étudier les détails structuraux de la molécule d'exobrévomine (une phéromone produite par les coléoptères mâles) pour déterminer son action fonctionnelle sur le site du récepteur olfactif des coléoptères afin de susciter la réponse comportementale nécessaire. Ce dernier objectif a été exploré par des essais biologiques sur le terrain de 16 composés analogues différents synthétisés comme des dérivés structuraux de la molécule d'exobrévomine, mais avec des variations subtiles (Dixon et Wieser, 1984 ; Wieser et coll., 1983, 1984, 1986). Ces composés ont d'abord été testés sur le terrain en tant qu'appâts déployés dans des pièges à entonnoir Lindgren et comparés aux mélanges commerciaux de phéromones de DPP, composés soit de Myrcène + trans-verbénol (M/tV), soit de My/tV + exobrévomine (My/tV+eB). Les formulations d'appâts avec les 16 composés analogues ont été préparées comme appâts en substituant chacun d'entre eux à l'eB. Des répliques de chaque appât ont été déployées dans des pièges à entonnoir et placées dans des peuplements matures de pins tordus et de pins flexibles pendant la période de vol du dendroctone du pin ponderosa. Les coléoptères attirés par les appâts ont été recueillis à intervalles réguliers, enregistrés pour chaque formulation d'appât et comptés par sexe. Les résultats de ces essais biologiques ont permis d'évaluer le rendement de chaque analogue en fonction de la capture totale de coléoptères et des pourcentages de femelles capturées, afin de les comparer aux captures réalisées avec les appâts commerciaux. Les résultats de la capture et la structure moléculaire des différents composés analogues par rapport à ceux (capture et structure moléculaire) de l'exobrévomine ont été utilisés pour déduire l'activité probable sur les sites récepteurs de phéromones du coléoptère (Wieser et coll., 1986).

Un composé analogue attirant systématiquement un grand nombre de coléoptères dans les pièges a été détecté comme étant l'e57D (exo-5,7-diméthyl-6,8-dioxabicyclo [3.2.1] octane). Ce composé a fait l'objet d'autres essais biologiques sur le terrain afin de déterminer la réaction des coléoptères en fonction des différentes concentrations et des taux de libération dans les peuplements de pins tordus latifoliés et de pins flexibles. En raison de sa capacité à attirer un plus grand nombre de coléoptères dans les pièges à entonnoir que l'appât commercial (My/tV+eB), des essais d'appât ont été menés dans trois blocs de coupe de pins tordus latifoliés dans Porcupine Hills qui étaient destinés à être récoltés. Des nombres égaux des deux formulations d'appâts (My/tV+eB et My/tV+e57D) ont été déployés sur des arbres disposés en grille dans chaque bloc de coupe afin de comparer l'efficacité de chaque appât dans la tactique de « concentration et de maintien » des coléoptères avant la récolte. L'efficacité des deux formulations d'appâts dans les trois blocs de coupe a été comparée, séparément pour les arbres appâtés et pour les arbres adjacents (dans un rayon de 5 m) non appâtés. Les critères utilisés pour évaluer les deux formulations d'appât des arbres appâtés étaient le pourcentage

d'arbres attaqués en masse, le pourcentage d'arbres moins attaqués en masse et le pourcentage d'arbres n'ayant subi aucune attaque : seuls les deux premiers critères ont été utilisés pour comparer les arbres adjacents non appâtés.

Un autre essai d'appâtage a été mené dans des peuplements matures de pins tordus latifoliés et de pins flexibles avec l'aide du personnel de l'Alberta Forest Service qui a mis en place l'expérience et recueilli des données sur les attaques ultérieures des arbres. Pour cet essai, un nombre égal des deux formulations d'appâts (My/tV+eB et My/tV+e57D) a été fixé comme appâts sur les arbres le long de 38 lignes de transect dans Porcupine Hills. Le rendement des deux formulations d'appâts a été comparé sur la base des critères suivants : pourcentage d'arbres appâtés sans attaques, pourcentage d'arbres appâtés avec des attaques infructueuses et pourcentage d'arbres appâtés attaqués avec succès.

Un autre essai d'appâtage a été réalisé sur des pins tordus latifoliés adultes afin de comparer l'efficacité de trois formulations d'appâts pour attirer les coléoptères. Dans cet essai, le nombre total de coléoptères attaquant l'ensemble du tronc de l'arbre a été déterminé et comparé aux totaux sur des arbres comparables attaqués à proximité et non appâtés.

Voici un bref résumé des conclusions des rapports suivants (Wieser et coll. 1983, 1984, 1986 ; Dixon et Wieser, 1984 ; Cerezke et coll., 1994).

1. Le site biologiquement actif de la molécule de brévicomine est la face exo du cycle 1,3 dioxolane; les deux atomes d'oxygène sont nécessaires pour une activité biologique maximale; et les positions des groupes alkyles sur le cycle dioxolane à 5 chaînons sont critiques.
2. Le composé analogue e57D est efficace dans une formulation d'appât avec My/tV pour attirer les DPP dans les pièges à entonnoir Lindgren et semble donner les mêmes résultats dans les peuplements de pins tordus et de pins flexibles.
3. L'analogue e57D utilisé comme appât dans les pièges à entonnoir Lindgren a attiré systématiquement plus de coléoptères que les deux formulations commerciales d'appâts (My/tV et My/tV+eB). Lorsque My/tV+e57D est comparé à My/tV+eB, la formulation eB attire systématiquement un pourcentage plus élevé de femelles (par exemple, 76,2 - 85,1 % contre 50,8 - 63,6 %), bien que le nombre total de femelles capturées soit toujours plus élevé avec le composé e57D. Comparée à plusieurs formulations d'appâts composés analogues à l'eB, la formulation d'appât eB a généralement attiré le plus grand nombre de coléoptères cléridés prédateurs, *Thanasimus undatulus*.
4. Au moins quatre des composés analogues de l'eB testés, en plus de l'e57D, ont capturé plus de coléoptères dans les pièges à entonnoir Lindgren que la formulation de l'appât My/tV+eB, mais le pourcentage de coléoptères femelles capturés était légèrement inférieur à celui de l'appât eB.
5. Dans les deux expériences d'appâtage des arbres, l'appât My/tV+eB a donné de meilleurs résultats que la formulation My/tV+e57D : Par exemple, dans les arbres appâtés des trois blocs de coupe combinés, les pourcentages d'arbres attaqués en masse, moins que massivement attaqués et sans attaque, respectivement (pour My/tV+eB) étaient de 33,0 %, 33,3 % et 33,3 %, et pour My/tV+e57D, les pourcentages

d'arbres attaqués étaient respectivement de 13,7 %, 30,7 % et 55,3 %. Pour les arbres adjacents non appâtés, les pourcentages d'arbres attaqués en masse et moins que massivement attaqués étaient, respectivement, pour My/tV+eB : 28,5 % et 71,5 %, et pour My/tV+e57D : 43,0 % et 57,0 %. Une explication possible de la différence de réponse attractive entre les deux formulations d'appât lorsqu'elles sont utilisées dans des pièges à entonnoir appâtés et comme appâts pour les arbres peut être liée au pourcentage plus élevé de coléoptères femelles attirés par la formulation d'appât eB, car c'est la femelle qui initie l'attaque. Pour les appâts déployés le long des lignes d'appât du pin tordu latifolié et du pin flexible, les pourcentages d'arbres attaqués avec succès, attaqués sans succès et non attaqués étaient respectivement les suivants : pour My/tV+eB : 44 %, 14 % et 40 %; et pour My/tV+e57D : 27 %, 18 % et 54 %.

6. Les pins tordus appâtés avec My/tV+eB, My/tV+e57D ou My/tV+eB+e57D ont induit des densités d'attaque élevées similaires et ont attiré environ 25,3 % à 26,9 % d'attaques en plus sur l'ensemble de la tige de l'arbre jusqu'à une hauteur d'environ 10 m par rapport aux arbres voisins non appâtés.

En utilisant les renseignements des études initiales de 1982, l'Alberta Forest Service, en coopération avec l'Alberta Recreation and Parks et le Saskatchewan Department of Parks, Recreation and Culture, a mis en œuvre un programme de piégeage à la phéromone qui s'est déroulé de 1983 à 1987 (figure 3). Le programme a été mis en œuvre dans trois zones clés, à savoir Porcupine Hills et ses environs, le Parc interprovincial des collines Cypress et la région de Kananaskis, à l'est du Parc national Banff. Les objectifs du programme étaient de tester les phéromones en tant qu'outil de détection afin de réduire les coûts de surveillance et d'exploitation, de prévoir les tendances annuelles et d'agir comme méthode de contrôle direct en concentrant les coléoptères pour une lutte rentable. Bien que la procédure d'appâtage ait été normalisée la première année, l'emplacement et le nombre de sites, ainsi que le nombre d'appâts utilisés par site (figure 3), ont varié les années suivantes. La répartition générale des sites dans les trois principales zones d'éclosion est restée plus ou moins constante. La procédure générale consistait à choisir des sites dans des peuplements de pins matures (>60 ans), avec un dbh moyen >19 cm. Les appâts ont été placés un par arbre, à 2 m du sol sur le côté nord de l'arbre. Chacun d'eux a été réparti à 50 m d'intervalle le long d'une ligne de transect ou d'une grille avant l'émergence des coléoptères (Cerezke, 1988).

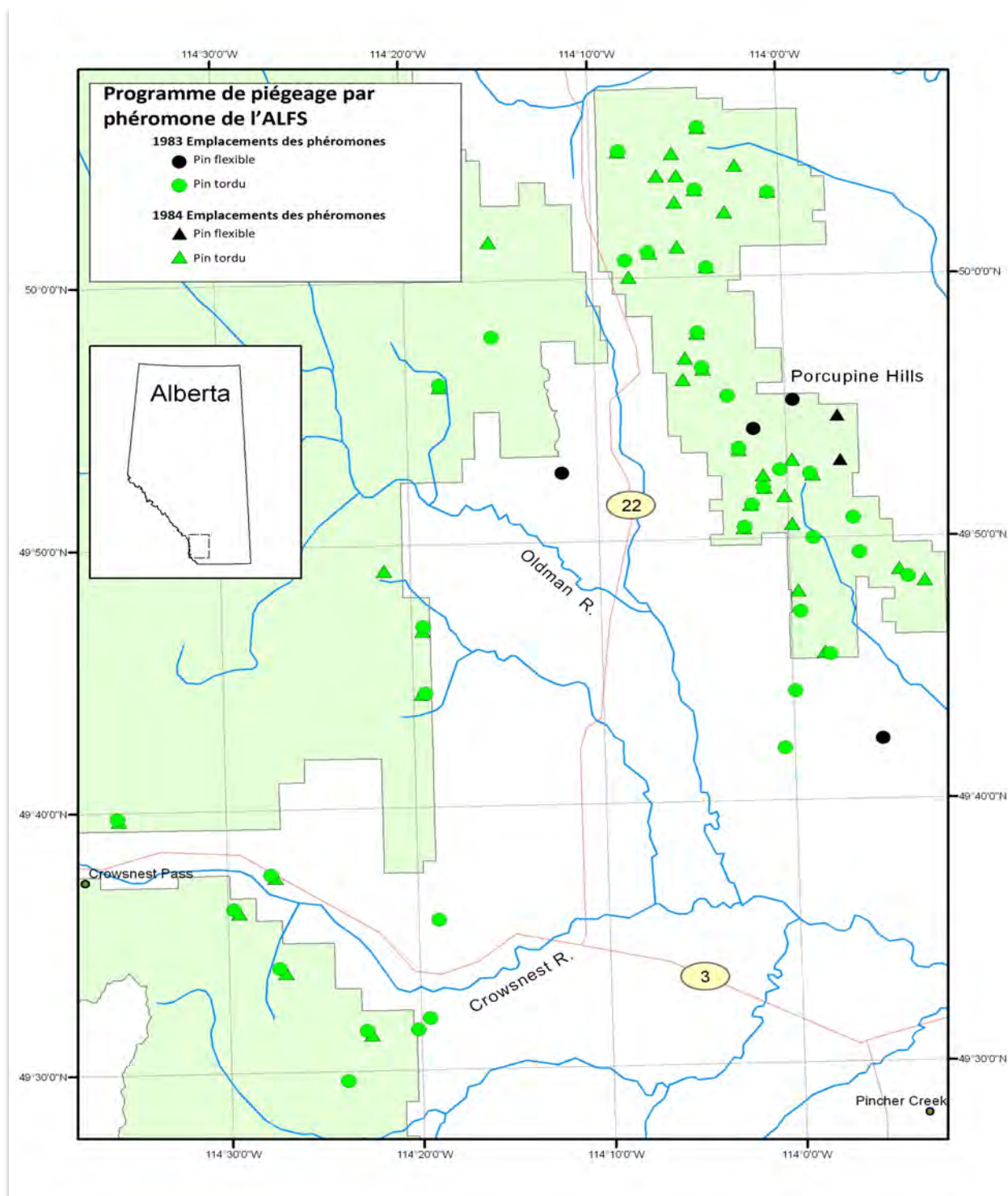


Figure 3. Sites initiaux d'appâtage à la phéromone en Alberta dans les zones de contrôle et de récupération, 1983 et 1984.

Depuis la fin de l'épidémie des années 1980, l'ASRD a continué à appâter les arbres avec des phéromones chaque année pour surveiller les niveaux de population du dendroctone du pin ponderosa. L'ASRD a tenu des registres annuels pour tous les sites d'appât à phéromone établis dans les contreforts depuis 1993. Le parc interprovincial Cypress Hills de l'Alberta fait de même depuis 2000 (figure 4).

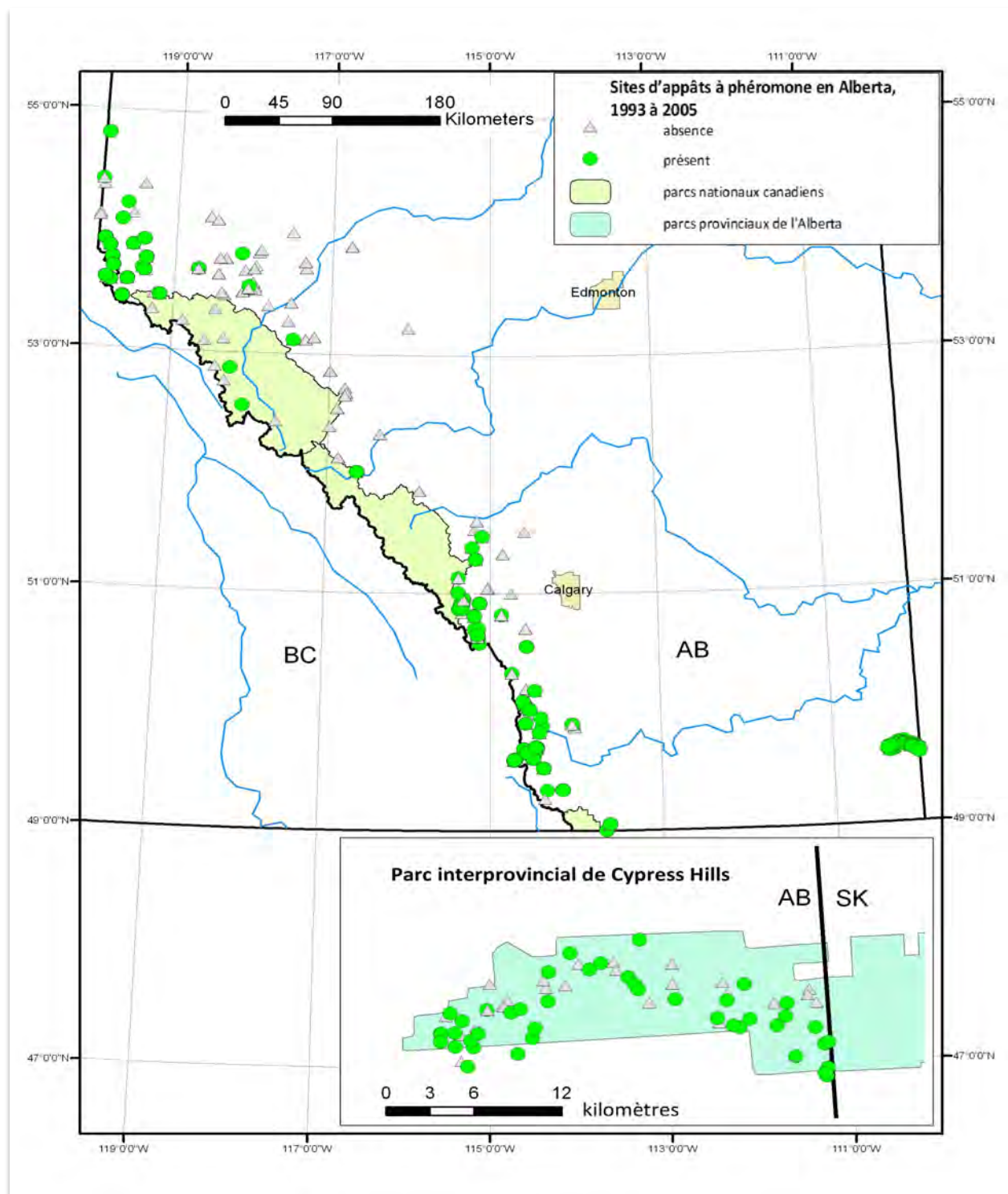


Figure 4. Emplacements des sites d'appâts à phéromone de l'Alberta et lieux des attaques, de 1993 à 2005.

Pièges d'interception

Au cours des étés 1980 et 1981, l'ALFS a mené une expérience pour déterminer si les coléoptères volaient ou étaient soufflés vers l'Alberta depuis la Colombie-Britannique à des altitudes élevées. La procédure consistait à créer et à déployer des écrans transparents collants appelés « cibles d'interception », montés sur des supports et placés sur des cols de haute montagne et des points d'observation des incendies. Les cibles d'interception étaient des écrans de 30 pouces carrés recouverts d'une substance adhésive. Elles ont été établies aux cols Scarpe Creek, Font, Racehorse, Sunkist Ridge, Fording, Middle Kootenay, Gardener Creek, Palliser, Loop, North Kootenay, Whiteman, North Fork et South Kananaskis, ainsi qu'aux points d'observation Livingstone, Ironstone, Carbondale, Sugarloaf, Porcupine, Hailstone, Kananaskis et Raspberry (Boulet, 1980). Au total, 23 cibles ont été établies à ces endroits, qui s'étendaient de l'extrémité sud de la Bow Crow Forest au nord du bassin versant de Spray River (Smith, 1981a). La première année où elles ont été déployées, des cendres volcaniques provenant de l'éruption du Mont St. Helens aux États-Unis ont interféré avec l'adhésivité des pièges, les rendant inefficaces (Boulet, 1980). L'été suivant, il a été confirmé que les coléoptères migraient en fait de la Colombie-Britannique à travers la ligne continentale de partage des eaux et restaient coincés dans les pièges. Cependant, comme le dendroctone tolère la résine de pin, la plupart des insectes ont pu échapper à la colle en marchant hors de celle-ci. Même si seulement quelques-uns sont restés coincés, plusieurs centaines ont été observés comme étant temporairement piégés (Smith, 1981b).

En 2007, l'ASRD a mené une autre expérience, en utilisant un modèle différent, et a déployé 30 pièges d'interception sur des tours d'incendie situées le long des montagnes Rocheuses et dans d'autres endroits de la province. Le projet consistait à monter un plateau de capture au fond d'une plaine de verre qui devait être fixée à une tour. L'idée était que le coléoptère heurte la plaque de verre et glisse dans le bac de capture. Ces pièges se sont avérés inefficaces pour piéger les coléoptères et les plans visant à les mettre en œuvre à plus grande échelle ont été abandonnés (ASRD, comm. personn., 2008).

Compilation des sources de données

Les sources utilisées pour créer les données spatiales historiques du DPP sont les cartes d'enquête originales, les cartes régionales et provinciales, les références textuelles des rapports du RIMA et la correspondance archivée.

Les cartes sources ont été rassemblées et organisées par année à partir des armoires à cartes du Centre de foresterie du Nord (CFN). Une recherche approfondie dans les archives du CFN a été effectuée pour trouver des cartes supplémentaires et d'autres documents écrits utiles. L'Alberta Sustainable Resource Development - Forest Health, Edmonton, l'ASRD à Blairmore, le Parc interprovincial Cypress Hills en Alberta, les Parcs interprovinciaux Cypress Hills en Saskatchewan, le Parc national Banff et le Parc national des Lacs-Waterton ont également été contactés pour localiser et rassembler toutes les cartes et données historiques dont ils disposaient.

Les cartes ont été divisées en régions distinctes et leur précision a été évaluée. Environ 360 cartes ont été évaluées en vue de leur inclusion. Au sein d'une même région, il existe

généralement plus d'une source, et les renseignements contenus dans ces cartes sont parfois contradictoires. Chaque source a été examinée pour déterminer laquelle était la plus fiable. Seules les sources les plus fiables et les plus précises ont été utilisées. Malheureusement, dans certains cas, une seule source était disponible et a dû être utilisée, qu'il s'agisse d'une source cartographique originale ou de la seule source cartographique détaillée disponible. Pour les sites du DPP pour lesquels aucune source cartographique n'était disponible, les références textuelles dans les rapports et la correspondance ont été examinées pour obtenir des descriptions détaillées et, si elles étaient disponibles, elles ont été utilisées pour créer les données.

Les renseignements décrivant chaque source cartographique ont été saisis dans une feuille de calcul Excel afin de cataloguer les sources et de stocker les métadonnées associées.

Méthodes de SIG

L'ensemble de l'aire de répartition du dendroctone du pin ponderosa a été divisé en unités plus petites et plus faciles à gérer, chacune étant numérisée et compilée individuellement (figure 5). Les zones de projet les plus petites comprenaient le Parc national Banff et la région de Kananaskis, la zone au nord de l'autoroute 3 comprenant Livingstone Range, Whaleback Ridge et Porcupine Hills (appelée zone de contrôle), la zone allant de l'autoroute 3 au sud jusqu'à la frontière nord du Parc national des Lacs-Waterton comprenant Pole Haven (appelée zone de récupération), le Parc national des Lacs-Waterton, le Parc interprovincial Cypress Hills (AB et SK) et les centres ruraux et urbains dans toute la zone des Prairies.

Toutes les données spatiales ont été créées à l'aide d'ArcGIS 9.0 et 9.1. Le processus de numérisation a consisté à scanner la carte source, à la géoréférencer dans ArcMap et à numériser les polygones des foyers ou les emplacements des points à partir de l'écran. Les scanners utilisés étaient un OCE 9800 de 36 pouces pour les grandes cartes et un HP Scanjet ADF 9 po x 12 po pour les cartes plus petites. Les spécifications de scannage pour le grand scanner consistaient à enregistrer la numérisation en 300 dpi au format TIF, tandis que la résolution pour le petit scanner était de 600 dpi.

Les données spatiales de la série topographique nationale au 1/50 000 ainsi que les coordonnées connues ont été utilisées pour géoréférencer les fichiers TIF scannés. Pour les cartes présentant des distorsions dues à des plis importants ou à des coupes et des collages, plusieurs petites parties des images scannées ont été enregistrées et numérisées séparément afin de réduire l'erreur.

Les sources ponctuelles et polygonales ont été numérisées et les points ont ensuite été convertis en polygones. Les règles utilisées pour convertir en polygones les rapports sur le nombre d'arbres attaqués enregistrés à des emplacements ponctuels étaient des versions modifiées de celles utilisées par la procédure de cartographie des scolytes du Centre de foresterie du Pacifique, telle que décrite dans le document intitulé Overview Aerial Survey Standards for British Columbia and Yukon (Koot, 1997). Bien que cette méthodologie ait été suivie au plus près pour assurer la cohérence entre les ensembles de données provinciales, des changements ont été nécessaires parce que les relevés historiques en Alberta et Saskatchewan

n'ont pas toujours suivi cette méthode de cartographie et que le nombre d'arbres attaqués n'a pas toujours été enregistré. Pour ce rapport, des hypothèses ont dû être émises quant aux emplacements sur la base de références textuelles. En outre, les données n'étant pas cartographiées « en temps réel », mais recréées à partir de sources historiques de différentes qualités, il a été décidé d'adopter une approche libérale pour le regroupement. Ainsi, les règles modifiées utilisées pour créer des polygones pour ces bases de données ont consisté à attribuer des surfaces comme suit : moins de 20 arbres = 0,25 ha, entre 20 et 50 arbres = 0,5 ha, plus de 50 mais moins de 100 arbres = 1 ou 2 ha (en fonction des références textuelles), et un polygone a été dessiné sur la base des références textuelles pour plus de 100 arbres attaqués. Tous les points ont reçu une gravité (SCODE) de 3, sauf indication contraire dans les rapports.

La structure des attributs des données spatiales créées comprend ceux qui sont décrits dans le document Overview Aerial Survey Standards for British Columbia and Yukon (Koot 1997), et ceux qui existent dans les ensembles de données actuels sur le dendroctone du pin ponderosa de la Colombie-Britannique. Il s'agit du type de ravageur, de la région trouvée, du numéro de la carte NTS 50k, du code de gravité des polygones, de l'année, des hectares et du code source. Des attributs supplémentaires ont été ajoutés pour mieux décrire les données de l'Alberta et de la Saskatchewan et pour le suivi interne des sources. Les attributs supplémentaires comprennent le numéro d'identification de la source, le nombre d'arbres attaqués ou tués et l'échelle de la carte source utilisée. Voir l'annexe A pour obtenir les définitions des attributs.

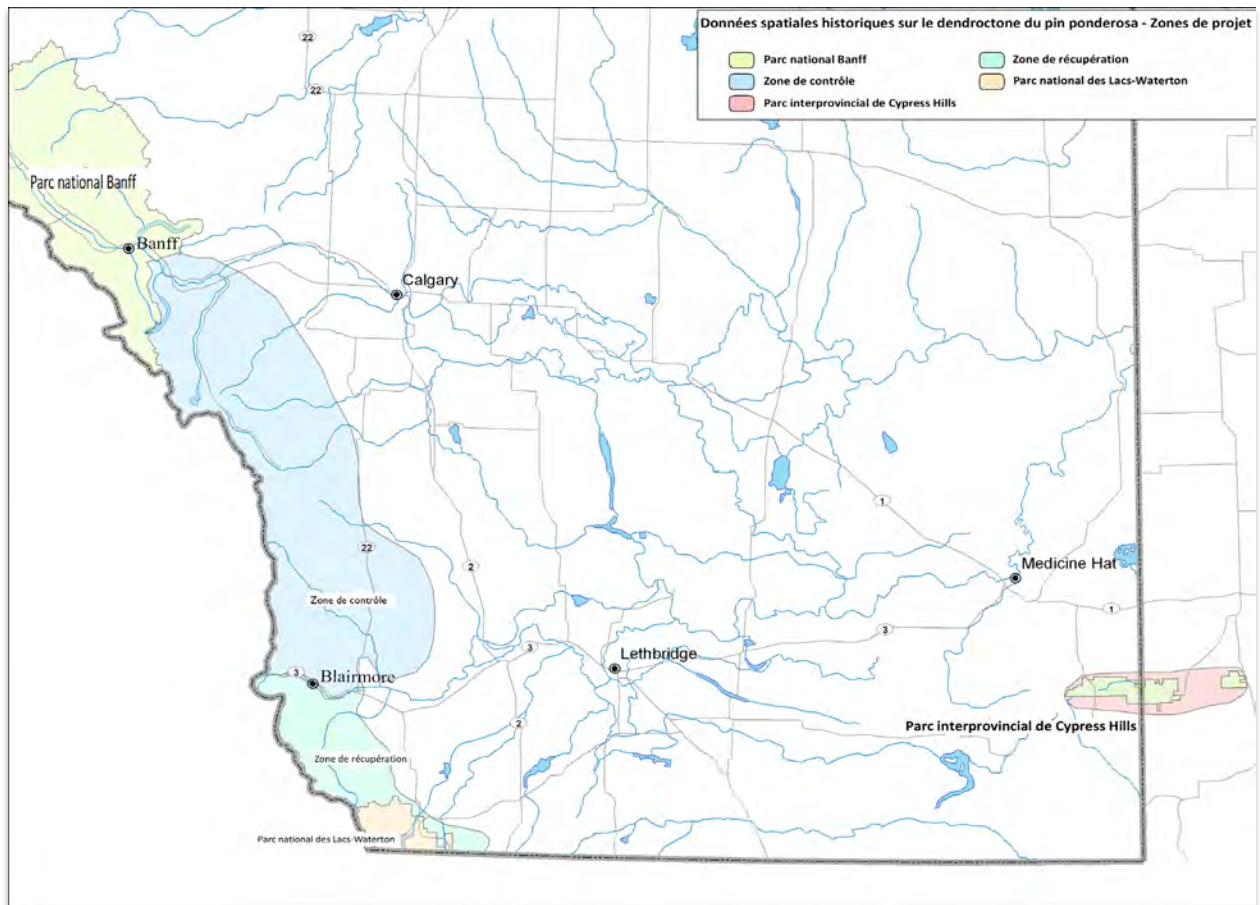


Figure 5. Zones de projet historiques du dendroctone du pin ponderosa.

Vérification des erreurs

La taille, la forme et la position des éléments numérisés ont été vérifiées par rapport aux cartes originales scannées. Les scans ou les sources cartographiques originales ont également été comparés aux données pour s'assurer de leur exhaustivité. Le géoréférencement des images scannées a également été vérifié par rapport aux données de la carte de base au 1:1 000 000 de l'Environmental Systems Research Institute (ESRI). L'intégrité de la topologie des polygones de tous les fichiers de forme a été vérifiée et nettoyée pour s'assurer qu'ils représentaient des polygones fermés dans la base de données.

Pour les données créées à partir de sources à petite échelle, principalement celles créées à partir de chiffres de rapports, les renseignements de localisation ont été vérifiés par rapport à l'imagerie satellite de Google Earth. Les caractéristiques cartographiques à petite échelle étant sujettes à des imprécisions dans la représentation de leur emplacement, certains polygones numérisés sont tombés sur des roches stériles ou des prairies alpines. Les polygones situés à des coordonnées improbables ont été repositionnés manuellement pour se conformer aux descriptions textuelles des rapports et références disponibles. Ceux qui n'ont pas de référence textuelle ont été repositionnés dans la zone forestière appropriée la plus proche.

Les attributs des fichiers de forme ont été vérifiés en exécutant des requêtes de sélection et en filtrant les champs pour détecter les anomalies. Toutes les erreurs constatées ont été corrigées.

RÉSUMÉS HISTORIQUES DES ÉPIDÉMIES DE DENDROCTONE DU PIN PONDEROSA

1940-1944

La première épidémie de DPP enregistrée en Alberta a commencé en 1940 dans le Parc national Banff, bien que les gardes du parc ne l'aient pas détectée avant de remarquer que les arbres devenaient rouges en 1941 (figure 6). Heureusement, les gardes du parc de Banff avaient déjà été formés à la détection du dendroctone du pin ponderosa en raison d'une épidémie déjà en cours dans le Parc national Kootenay, et parce que les peuplements de Banff étaient considérés comme très dangereux (Hopping et Mathers, 1945). Au cours de cette période, le personnel du Dominion Forest Insect Laboratory de Vernon, en Colombie-Britannique, et le personnel du Parc national Banff ont procédé à la surveillance des insectes et des maladies des forêts dans le Parc national Banff.

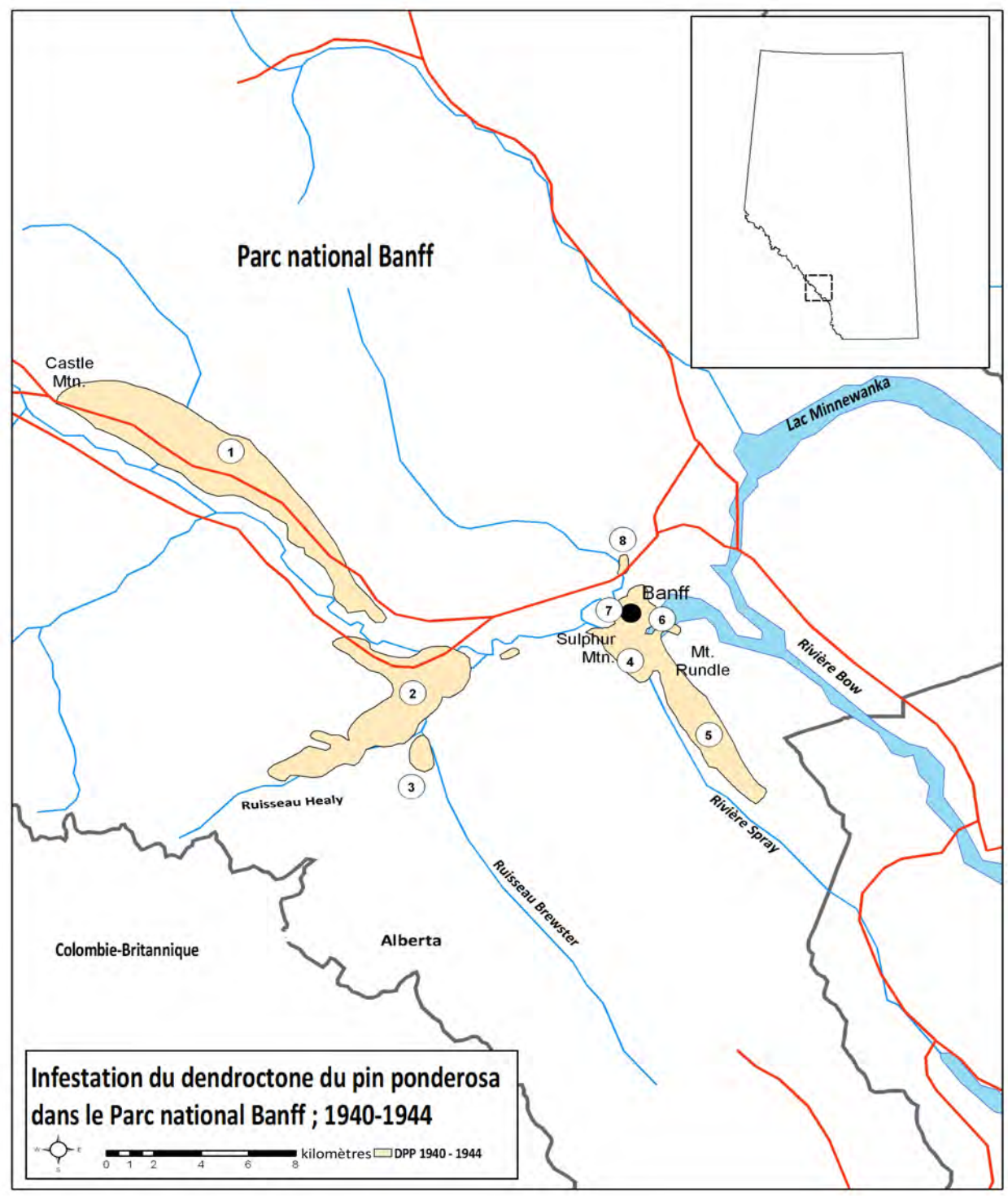


Figure 6. Zones d'épidémie de dendroctone du pin ponderosa à l'intérieur du Parc national Banff, 1940 à 1944 (Hopping et Mathers, 1945).

L'infestation a été étudiée à la fin de l'été 1941 par un entomologiste du Dominion Forest Service qui a constaté qu'il y avait 200 % plus d'attaques vertes que d'attaques rouges (1940 attaques vertes) (Hopping et Mathers, 1945). Un plan de contrôle par coupe et brûlage a été immédiatement mis en œuvre en septembre 1941. Le personnel du Dominion Forest Insect Laboratory de Vernon, en Colombie-Britannique, a coordonné les efforts de relevés et de contrôle, tandis que les fonctions administratives, la main-d'œuvre et les coûts ont été pris en charge par la Direction des parcs nationaux.

À son apogée, à l'automne 1941, l'épidémie couvrait environ 10 060 acres (4 074 ha) et était divisée en huit zones d'infestation basées sur les frontières naturelles (figure 6 et tableau 1). Il convient de noter que les superficies maximales indiquées diffèrent des superficies du SIG réelles parce que les cartes sources utilisées pour numériser le foyer étaient différentes des estimations initiales.

Tableau 1. Zones d'épidémie de dendroctone du pin ponderosa à Banff, 1940-1944.

Zone d'infestation	Pic signalé Superficie (ha)	Zone du SIG (ha)	Description
Zone 1	1 636	3 248	Sur la rive nord de Bow River, s'étendant de 6 miles à l'ouest de Banff jusqu'à la région de Castle Mountain.
Zone 2	912	1 972	Dans le bassin versant de Healy Creek et le long de la rive sud de Bow River jusqu'à Wolverine Creek.
Zone 3	130	131	Zone relativement petite sur le côté ouest de Brewster Creek, près du confluent de Healy Creek.
Zone 4	373	1 736 (comprend les zones 5, 6 et 7)	S'étend autour de la base du mont Sulphur.
Zone 5	798	-	Le long de la base du Mont Rundle.
Zone 6	55	-	Au pied du mont Tunnel.
Zone 7	138	-	Le site de la ville de Banff et ses environs.
Zone 8	26	33	La base de Stoney Squaw Mtn.

Origine du foyer

Sauf indication contraire, les détails de l'épidémie, les procédures d'enquête et les études décrites dans cette section sont largement tirés du rapport de Hopping et Mathers (1945). Ces renseignements sont interprétés ici et constituent en grande partie la source utilisée pour construire les fichiers de données pour les polygones des foyers.

L'origine de l'épidémie a suscité des débats. On a supposé que les coléoptères avaient pu être transportés à haute altitude à partir du foyer du Parc Kootenay, plutôt que de se développer indépendamment. Cette théorie a été avancée par H.L. Holman, agent forestier de district, Dominion Forest Service, Calgary (correspondance de Holman, 17 février 1942). Le foyer de Banff s'est déclaré à 19 kilomètres du point le plus proche de l'infestation du Parc national Kootenay et a été séparé par une chaîne de montagnes de haute altitude, avec un seul col à moins de 1 800 m d'altitude.

La correspondance personnelle entre Hopping et Holman discute de plusieurs idées pour tester la théorie de Holman. Au cours de l'hiver 1942, il a été convenu que des relevés seraient effectués pendant l'été dans de nombreux cols de haute montagne situés entre les foyers de Kootenay et de Banff, dans l'espoir qu'ils fourniraient des indices sur l'origine du foyer de Banff (Hopping et Holman, correspondance du 9 février 1942). Simpson Pass et Vermillion Pass sont deux cols de la frontière provinciale précisément mentionnés comme candidats à ces relevés, mais d'autres cols le long de la frontière ont pu être relevés également (Holman, 22 janvier 1942).

Dans une autre lettre, M. Hopping suggère d'envisager la mise en place de pièges d'interception « tanglefoot » au sommet d'une tour d'incendie - on ne sait pas laquelle - dans le Parc national Kootenay, ainsi qu'au sommet des arbres dans certains de ces cols de haute montagne. Il mentionne également des expériences menées aux États-Unis, où des filets enchevêtrés ont été traînés derrière des avions à haute altitude. Il propose en outre une alternative peu coûteuse consistant à utiliser des cerfs-volants recouverts de pièges « tanglefoot » sur des lignes de 1 000 pieds pour détecter la présence de coléoptères à haute altitude. (Hopping et Holman, correspondance du 20 février 1942). Il n'est pas certain que l'une ou l'autre de ces expériences ait été réalisée dans les années 1940.

M. Hopping indique que la théorie selon laquelle les coléoptères ont été transportés par le vent depuis l'infestation de Kootenay a été envisagée, mais que des études complémentaires ont permis de déterminer que l'épidémie de Banff s'est développée de manière indépendante. Hopping a indiqué que les précipitations à Banff pour les 45 années entre 1896 et 1942 ont diminué au cours des 23 dernières années de cette période et que des conditions similaires à la sécheresse ont prévalu au cours des 7 dernières années. Ce phénomène était visiblement évident durant les étés de l'époque, car les sources et les cours d'eau, qui coulaient habituellement tout l'été, se tarissaient. Des échantillons de cernes ont été prélevés en huit endroits de l'infestation de Banff et, selon Hopping, tous les peuplements ont subi des réductions de croissance dues au stress hydrique. On a attribué à la sécheresse le mérite d'avoir créé des conditions propices à l'apparition d'une population endémique qui a pris les proportions d'une épidémie.

Procédures de levés et de contrôle

La procédure de relevés utilisée à l'époque consistait à tracer une ligne de base le long d'une courbe de niveau à la limite inférieure d'une zone d'infestation, en marquant des intervalles tous les 200 pieds. Des lignes en bandes étaient tracées à 90° à partir des intervalles de base, en remontant la pente jusqu'à la limite de la ligne de bois ou de l'infestation. Deux géomètres remontaient la pente en examinant tous les arbres situés dans un rayon de 100 pieds de part et d'autre d'une ligne de démarcation. Lorsqu'ils atteignaient le sommet, ils traversaient jusqu'au sommet de la ligne de bande suivante et redescendaient. Les attaques vertes et rouges ont été comptabilisées et marquées pour être traitées. Cette procédure a été répétée chaque année.

Trois équipes de contrôle composées de 40 hommes chacune ont été initialement engagées pour effectuer les travaux. À l'exception des chefs cuisiniers et des contremaîtres, les équipes étaient composées essentiellement d'hommes ayant effectué un service de remplacement (objecteurs de conscience). Les travaux de contrôle étaient menés du début de l'automne à la fin du printemps, mais les progrès étaient parfois ralentis en raison de l'appel des travailleurs ou de leur retour dans leurs fermes pour la saison de croissance.

Chaque équipe de 40 personnes s'est vu attribuer des zones d'infestation dans lesquelles elle était responsable des activités de contrôle. Chaque équipe a désigné 3 ou 4 équipes de croisière composées d'un préposé à la boussole, d'un chaîneur et de deux observateurs, pour effectuer le travail de relevé, de comptage et de marquage des arbres à abattre. Les traitements ont consisté à couper, découper et brûler les arbres, sauf dans le cas du site de la ville de Banff où 500 arbres ont été récupérés en enlevant l'écorce, en broyant les souches, puis en brûlant toute l'écorce et les matériaux ligneux. Les équipes ont également été invitées à traiter les arbres victimes d'attaques rouges et vertes, ainsi que les arbres accidentellement brûlés par les incendies, afin de ne pas attirer d'autres coléoptères.

Au cours du premier hiver 1941-1942, 9 192 arbres ont été abattus sur environ 2 317 ha du foyer. Toutes les zones d'infestation ne pouvant être traitées, ils ont concentré leurs efforts sur celles qui étaient les plus proches du site de la ville. La zone 3 (figure 6) a été entièrement exclue des opérations de contrôle. Il a été signalé que la zone de Healy Creek (zone 2) était la plus infestée.

En 1942, de nouvelles attaques ont eu lieu, mais dans l'ensemble, les zones infestées en 1941 ne se sont pas étendues. Le personnel du parc a réussi à intensifier les efforts de lutte et à couvrir toutes les zones de foyers, à l'exception de la zone 2. Les travaux de lutte de 1942-1943 ont couvert environ 3 707 ha (9 160 acres) et ont permis d'abattre un total de 17 911 arbres.

En janvier 1943, la région de Banff a connu 12 jours consécutifs de températures minimales et maximales moyennes de -20°C et -32°C respectivement, ce qui a décimé les couvées au-dessus de la limite des neiges. Le minimum extrême durant cette période était de -44°C. Ce fait, ainsi que le programme de contrôle agressif, a été crédité de l'effondrement de l'épidémie. Plus tard dans l'année, en septembre, les relevés ont indiqué que seule la zone 4 (base du mont Sulphur) présentait un degré appréciable de réinfestation, de sorte qu'une seule équipe a été employée pour nettoyer la zone au cours de l'hiver 1943-1944. Dans la zone 4, l'intensité de l'attaque

était d'environ un arbre pour trois acres (0,82 arbre/ha), tandis que le ratio était d'un arbre pour 15 acres (0,16 arbre/ha) dans les autres zones.

En 1944, l'infestation a continué à diminuer dans toutes les zones, à l'exception de la zone de Brewster Creek (zone 3) qui nécessitait encore un traitement pendant l'hiver. Parmi toutes les autres zones en déclin, les populations de coléoptères dans la zone de Hillsdale (zone 1) étaient encore relativement actives, mais pas suffisamment pour justifier un traitement. Dans toutes les autres zones, il n'y a eu que peu ou pas de nouvelles attaques.

Le nombre de nouvelles attaques en 1945 a encore diminué au point qu'il a été déclaré que le Parc national Banff semblait être sous contrôle (Ann. Rep. RIF 1945). En 1946, la zone de l'épidémie a été relativement épargnée par de nouvelles attaques. On peut dire sans risque de se tromper qu'à ce moment-là, l'épidémie du Parc national Banff s'est effondrée. Aucun traitement de lutte n'a été nécessaire depuis novembre 1944, et 1946 a été la dernière année de signalement de l'épidémie.

1982-1987

Parc national Banff

Les populations de dendroctones du pin ponderosa en Colombie-Britannique étaient très actives à la fin des années 1970. Par conséquent, les gardes forestiers de l'EIMF et le personnel du Parc de Banff ont surveillé le Parc national Banff pour détecter les attaques de dendroctone du pin ponderosa pendant de nombreuses années avant le début de l'épidémie en 1982. Le foyer s'est déclaré dans la vallée de Spray River, entre la zone du réservoir de Spray Lakes et un point situé à 3 km au nord du lac Leman (figure 7).

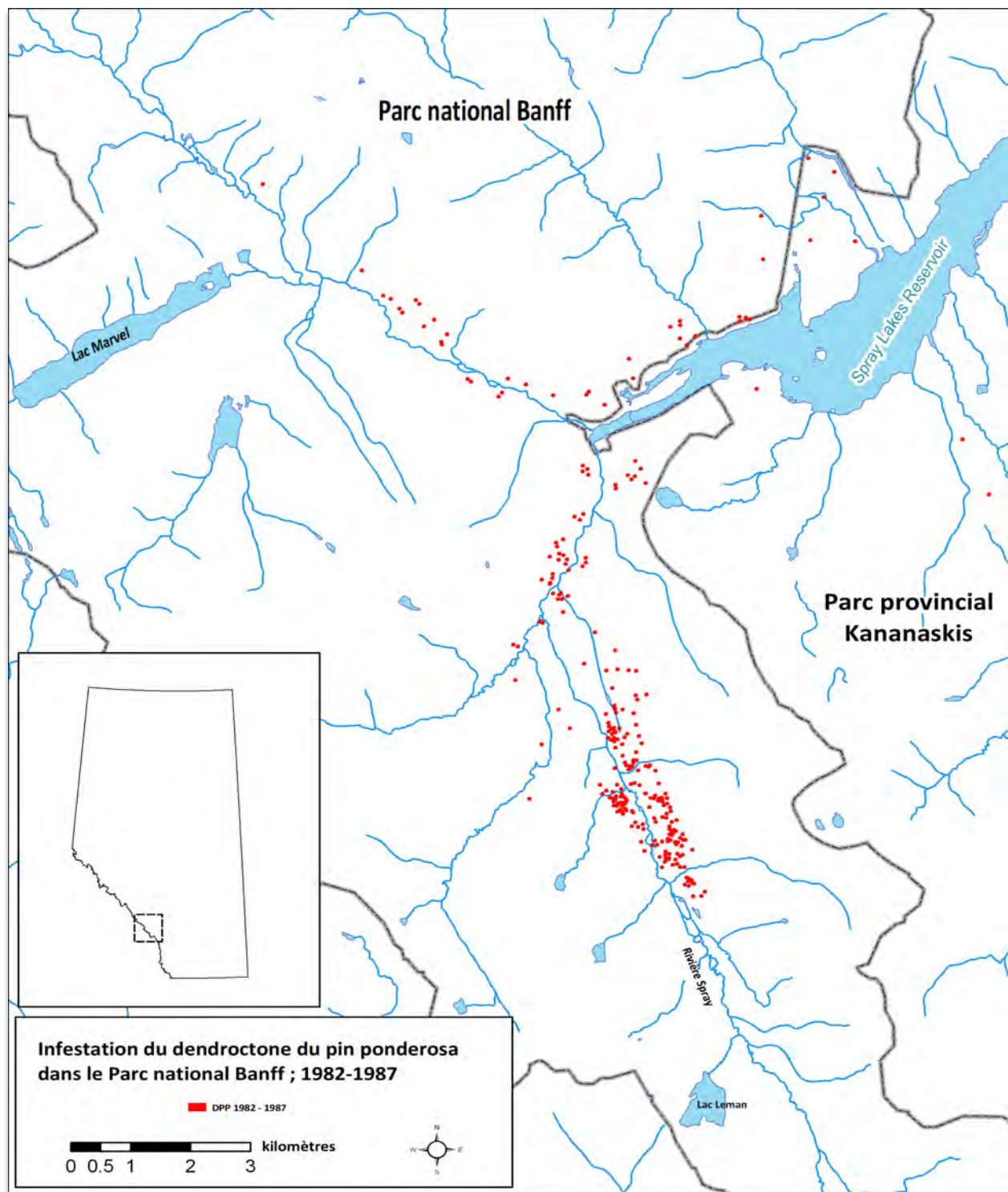


Figure 7. Épidémie de dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national Banff, 1982 à 1987.

En 1982, des relevés aériens ont été effectués dans toute la partie sud du parc, notamment de Saskatchewan Crossing au lac Louise, dans les vallées de Howse et Alexander River, dans Spray River et ses affluents. La seule zone où des arbres tués par le DPP ont été observés se trouve le long de Spray River, entre le poste de garde de Palliser et Currie Creek. Six infestations ont été cartographiées. La vérification sur le terrain a rapidement confirmé que l'agent était le dendroctone du pin ponderosa et a déterminé qu'un total de 33 arbres avaient été tués, dont neuf nouveaux arbres victimes d'attaques vertes. Un examen plus approfondi des arbres attaqués les plus anciens a révélé que certaines attaques remontaient à 1979. Sur les 24 arbres morts observés lors de l'enquête aérienne, sept ont été attaqués en 1981, 13 en 1980 et quatre en 1979. L'existence d'un cycle de vie de deux ans pour le coléoptère a été déduite. Il y avait peu de preuves que les couvées terminaient leur développement car de nombreuses galeries étaient inachevées et il n'y avait pas de trous d'éclosion des adultes (Petty et Grandmaison, 1983). Il a été décidé de ne pas mettre en œuvre de programme de lutte avant que la menace ne soit réévaluée au printemps suivant (Moody et Cerezke, 1983).

En 1983, des relevés aériens ont été effectués le long de Spray River jusqu'à Palliser Pass, et dans les vallées de Bryant, Brewster et Healy Creek. Le dendroctone du pin ponderosa n'a été trouvé que dans la même zone qu'en 1982, mais il avait pris de l'ampleur. Des relevés au sol ont été effectués en juillet et en septembre et 130 arbres (attaqués en 1982 et 1983) ont été recensés sur une distance de 3,2 km entre la cabane des gardes de Palliser et le sentier qui mène à Whiteman Pass. Trois autres arbres tués par le dendroctone ont été trouvés juste au nord de cette zone (Petty et Gates, 1984). Un plan de contrôle de l'abattage et du brûlage a été immédiatement mis en œuvre (Moody et Cerezke, 1984) et les 130 arbres ont été traités (Petty et Gates, 1984).

En 1984, le petit foyer s'est étendu au sommet du réservoir de Spray Lakes et à 4 km en amont de la vallée de Bryant Creek. Le relevé aérien réalisé en août a révélé que 166 arbres tués par le dendroctone se trouvaient entre le réservoir et la cabane du gardien de Palliser (Petty et Gates, 1985). Une étude au sol réalisée en septembre a permis de découvrir huit autres atténuateurs et de déterminer qu'aucun d'entre eux ne présentait de potentiel de développement de la couvée. D'autres examens ont également permis de constater que les couvées issues des attaques de 1982 et 1983 n'ont pas dépassé le premier ou le deuxième stade. L'expansion vers le nord autour des côtés sud et ouest du réservoir de Spray Lake n'a pas été considérée comme une menace car toutes les attaques ont eu lieu à des altitudes assez élevées (1 730 - 1 830 m) et le développement des couvées a été médiocre. Il a été recommandé de revoir les arbres au printemps, avant le contrôle, pour déterminer les taux de survie à l'hiver. En 1984, la découverte d'une seule infestation de DPP contenant quatre nouveaux atténuateurs, juste à l'extérieur de la frontière du parc, en Alberta, à l'ouest du réservoir de Spray Lake, a été particulièrement préoccupante (Cerezke, 1984). Il n'est pas certain qu'un contrôle ait eu lieu au printemps 1985.

En 1985, seuls 50 nouveaux arbres attaqués par le dendroctone ont été observés dans la même zone. En 1986, ces chiffres sont tombés à 10 arbres et aucune mesure de lutte n'a été prise. En 1987, 25 arbres ont été observés dans la même zone et ont été immédiatement enlevés. En

1988, les relevés ont révélé qu'il n'y avait plus aucun signe d'activité des coléoptères, ce qui signifiait un effondrement total.

La mortalité due à l'épidémie de dendroctone du pin ponderosa qui a sévi de 1982 à 1987 à Banff a atteint son maximum en 1984 et a diminué régulièrement jusqu'à la fin de l'épidémie en 1987. Le plus grand nombre d'attaques réussies semble avoir eu lieu en 1982 et 1983. Les infestations de Banff au cours de cette épidémie étaient mineures, avec une surface cumulée de 68 ha. Étant donné que les relevés annuels au sol ont montré peu de signes d'établissement de couvées réussies, il est probable que la majorité de la mortalité annuelle causée soit le résultat de la migration des coléoptères à partir des infestations de la Colombie Britannique.

Zone de Kananaskis

En 1981 et 1982, en raison de l'augmentation des populations de dendroctones du pin ponderosa en Colombie-Britannique, l'AFS et l'EIMF ont commencé à surveiller les glaciers le long de la ligne de partage des eaux à l'ouest de Kananaskis pour détecter les coléoptères transportés par le vent. Les deux glaciers connus pour faire l'objet d'une surveillance constante sont les glaciers Haig et Manigin. Au total, 30 coléoptères ont été trouvés sur ces glaciers en août 1982. Les enquêteurs ont noté que lorsque les coléoptères étaient ramassés sur les glaciers, beaucoup devenaient actifs une fois réchauffés dans la main. Bien que les coléoptères aient été trouvés en faible nombre en 1982, G. J. Smith, conseiller technique sur le DPP pour l'ALFS, a établi 15 transects permanents à travers divers peuplements de pins dans la région de Kananaskis. Sur les quinze sites étudiés, l'activité du DPP a été découverte dans quatre d'entre eux, à l'ouest d'Upper Kananaskis Lake, à l'est de la route Old Gypsum, le long du côté ouest de Lower Smuts Creek et le long du côté est de Spray Lake. Au total, environ 36 arbres à différents stades d'attaque ont été trouvés. Un seul arbre a été attaqué par attaque verte, 25 ont été abattus par le vent et les autres étaient des arbres décolorés ou des chicots. Des attaques plus anciennes suggèrent que le coléoptère est présent dans ces zones depuis plusieurs années (Smith, 1982).

Les efforts de lutte dans la région de Kananaskis ont consisté à écorcer les arbres pour exposer les nouvelles couvées dans les arbres légèrement infestés et à enlever les arbres fortement infestés pour les placer dans des endroits sûrs où ils pourront être brûlés.

Les relevés aériens et terrestres se sont poursuivis l'année suivante et une plus grande activité des coléoptères a été observée à l'intérieur et à l'extérieur des sites appâtés à la phéromone. Au total, 118 arbres ont été traités, dont 73 provenaient de sites appâtés et 45 de Kananaskis et Spray Valley. Seules 6 des 45 attaques en dehors des sites d'appât étaient des attaques vertes. Il a été noté que les dégâts étaient causés par une population faible et instable ayant un cycle de deux ans et bénéficiant du soutien annuel de coléoptères migrants venant de l'ouest de la ligne de partage. La surveillance des glaciers s'est également poursuivie en 1983, et trois coléoptères ont été trouvés sur le glacier Haig et 17 sur le glacier Mangin (Smith, 1983).

En 1984, des prospections aériennes et terrestres ont révélé 100 pins attaqués par le dendroctone, qui ont été immédiatement traités (Moody et Cerezke, 1985). Des mesures préventives ont été prises au printemps 1985, lorsque 200 arbres poussés par le vent ont été

traités le long de l'autoroute de Spray Lake, près de Canyon Dam, sur la rive ouest du lac (Smith, 1985b).

En 1985, un total de 45 nouveaux arbres attaqués ont été trouvés, dont 11 ont fait l'objet d'attaques vertes, 14 étaient dans le chablis et 18 provenaient de sites appâtés. Les glaciers Managin et Haig ont été contrôlés à nouveau et un seul coléoptère a été trouvé. En septembre, tous ces arbres ont été enlevés. Les arbres inaccessibles par la route ont été abattus et transportés par hélicoptère vers les sites de brûlage. Smith (1985b) a déclaré que seule une population endémique persistait.

En 1986, après le vol du coléoptère dans le Parc national Kootenay à l'ouest, 15 des 56 arbres-appâts établis ont été attaqués dans les régions de Kananaskis et de Spray Lakes. Dix arbres ont été fortement attaqués (plus de 25 coups chacun) et cinq légèrement. Les lignes de transects permanents dans la région de Kananaskis ont fait l'objet de relevés subséquents, mais seuls quatre arbres nouvellement attaqués ont été trouvés. Les 10 arbres les plus infestés, inaccessibles par la route, ont été abattus et transportés par hélicoptère pour être brûlés. Les neuf autres ont subi des attaques légères et les couvains de ces arbres ont été traités manuellement sur place (Smith, 1986).

L'appâtage aux phéromones s'est poursuivi en 1987 et 50 autres arbres (appâtés et adjacents) ont été attaqués et immédiatement traités (Cerezke et Emond, 1989). L'année suivante, les effectifs ont diminué et seuls quelques arbres à appâts ont été attaqués dans les zones situées à l'est de Spray Lake et près de Upper Kananaskis Lake. Tous les arbres attaqués ont été traités par écorçage et laissés sur place. Aucune mortalité d'arbre n'a été observée (Emond et Cerezke, 1989). En 1989, les arbres de 9 sites d'appât sur les 12 établis à Kananaskis ont été attaqués. La plupart des attaques ont échoué. Comme les coléoptères ont été éliminés, il n'a pas été nécessaire de couper et de brûler ou d'enlever les arbres (Emond et Cerezke, 1990).

L'ALFS a mené des relevés aériens l'année suivante et aucune nouvelle mortalité de coléoptères n'a été détectée. Seuls deux sites d'appâtage, composés de trois arbres d'appât chacun, ont été établis en 1990. L'un était situé près de Upper Kananaskis Lake et l'autre près de Smuts Creek. Au total, 320 attaques de coléoptères ont eu lieu sur les six arbres appâtés des deux sites, la plupart sur des arbres de Smuts Creek. Là encore, la plupart des attaques ont échoué et les coléoptères se sont retirés (Cerezke et coll., 1991).

Vue d'ensemble des zones de contrôle et de récupération

Au début de l'épidémie de DPP de 1977 à 1987, les contreforts de Kananaskis jusqu'à la frontière du Montana (à l'exclusion du Parc national des Lacs-Waterton) ont été divisés en deux zones de gestion. La première zone, appelée zone de contrôle, englobe tout ce qui se trouve au nord de l'autoroute 3, y compris Livingstone Range, Whaleback Ridge et Porcupine Hills. Les mesures de lutte ont consisté en des traitements ponctuels, où la coupe et le brûlage, ou dans le cas de petits groupes d'arbres légèrement attaqués, l'écorçage, ont été utilisés pour contrôler les populations de coléoptères. Des relevés de détection aériens et terrestres ont été effectués chaque année, principalement par l'ALFS. L'objectif principal de la zone de contrôle était d'arrêter la propagation des coléoptères vers le nord.

La seconde zone, appelée Zone de récupération, comprenait la zone située au sud de l'autoroute 3 jusqu'à l'extrémité nord du Parc national des Lacs-Waterton et la zone située juste à l'est de la limite du Parc national des Lacs-Waterton, connue sous le nom de Pole Haven. (La réserve indienne Blood Indian Reserve est évoquée en même temps que Waterton Lakes en raison de sa proximité avec le parc). Les mesures de contrôle dans cette zone ont commencé par des coupes d'assainissement et des brûlages au cours des premières années (1977-1979), puis ont été remplacées par des coupes de récupération en 1980 lorsque les populations croissantes de coléoptères sont devenues impossibles à gérer. Des relevés aériens et terrestres annuels ont été effectués dans cette zone par le SCF, l'EIMF en coopération avec l'ALFS et Parcs Canada (Pole Haven). En outre, des photos aériennes ont été prises à plusieurs reprises au nord du parc, à la fois par l'ALFS et le SCF, pour aider à cartographier l'étendue et la gravité des dommages.

Une partie du plan de contrôle de l'ALFS comprenait un moratoire sur l'expédition de grumes à l'intérieur de la zone d'infestation et entre les provinces pendant la période de vol du dendroctone.

La zone de contrôle

Au début du printemps 1980, des arbres tués par le dendroctone du pin ponderosa et passés inaperçus ont été découverts au nord de l'autoroute 3. Craignant une propagation vers le nord, un programme de contrôle sanitaire a été immédiatement lancé dans la partie nord de la Bow Crow Forest, qui faisait partie de la zone de contrôle, le 9 avril 1980. Ce programme consistait principalement à couper et à brûler les arbres dans les zones fortement infestées et à découper l'écorce dans les zones légèrement infestées. Des coupes de récupération ont eu lieu dans les zones accessibles (Boulet, 1980).

Un premier relevé aérien de l'AFS au début du mois d'avril a permis de découvrir de nombreuses petites zones dans Porcupine Hills, East Livingstone Range, sur Whaleback Ridge, dans la région de Thunder Mountain, près de Burmis et en divers endroits le long de Crowsnest Pass. Cent petites zones nécessitant un traitement ont été détectées uniquement dans Porcupine Hills. Une seconde prospection aérienne, plus approfondie, a été effectuée le 17 avril dans Crowsnest Pass et Porcupine Hills et un nombre encore plus important d'arbres décolorés a été trouvé (Boulet, 1980).

Procédures des relevés au sol

Des relevés au sol ont été menés dans Porcupine Hills, Livingstone Range, Whaleback Ridge et Crowsnest Pass. Dans un premier temps, une simple méthode de transect linéaire a été utilisée pour détecter et cartographier les arbres attaqués. Il s'agissait d'abord de repérer les arbres à cime rouge depuis le ciel, puis de s'y rendre à l'aide d'une boussole et d'une chaîne à partir d'un site d'atterrissage pour hélicoptères. La ligne entre le site d'atterrissage et la parcelle a été étudiée et tous les arbres attaqués trouvés le long de cette ligne ont été comptés, cartographiés par rapport à la ligne et marqués avec de la peinture orange fluorescente. Une équipe de topographes se compose généralement d'un préposé à la boussole, d'un chaîneur et de deux observateurs. Cette méthode s'est avérée inefficace et a été remplacée au cours de l'hiver 1980-1981 par une approche plus approfondie et plus systématique. Les peuplements de

pins ont été identifiés sur des cartes de terrain et 6 à 8 arpenteurs-géomètres ont marché côte à côte, à environ 25 m de distance, à travers chaque peuplement en couvrant systématiquement toutes les zones. Lorsque des arbres attaqués ont été observés, ils ont été marqués et cartographiés, et un numéro a été attribué à la parcelle. Les parcelles numérotées ont permis aux bûcherons et aux géomètres de suivre facilement leur propre progression et ont donné aux équipes de contrôle la liberté de décider de la manière la plus pratique et la plus rapide d'accéder à chaque parcelle (Taylor, 1981 et AFS, 1986).

On soupçonnait également que les coléoptères arrivaient en Alberta par les cols de haute montagne en provenance de l'ouest. Cette hypothèse a été confirmée par la découverte de coléoptères en deux endroits à des altitudes élevées à Tent Mountain Pass en 1978, par les infestations trouvées dans Cypress Hills (1979) et par le schéma d'attaques dispersées observé dans Porcupine Hills (Cerezke, 1980). Cette préoccupation a incité l'AFS à commencer à surveiller tous les cols le long de la frontière de la Colombie-Britannique entre les autoroutes 1 et 3 (Boulet, 1980). Des coléoptères ont été observés en vol dans certains cols en provenance de la Colombie-Britannique, le plus grand nombre ayant été observé dans Font Pass, col situé à la source de South Castle River (Ryhanen, 1980).

Travail de contrôle

Le travail de contrôle a été géré par l'année de développement du coléoptère, qui s'étend d'août à juillet. L'objectif était d'éliminer le plus grand nombre possible de coléoptères avant leur envol en juillet. La coupe sanitaire dans la zone de contrôle a commencé dans Crowsnest Pass, mais l'accent a été mis sur Porcupine Hills après le deuxième relevé aérien. Les efforts de lutte ont été déployés dans une direction nord-sud à partir de la limite nord de l'infestation, située juste au nord de la limite sud du canton 11 (Smith, 1980). Au fur et à mesure que les relevés au sol progressaient, il est devenu évident qu'il fallait davantage de personnel pour éliminer un nombre suffisant d'arbres infectés avant le vol du coléoptère. Un camp de lutte contre le dendroctone du pin ponderosa a été établi sur le site de l'ancienne station des gardes forestiers de Skyline. Il servait de logement à l'équipe et de base d'opérations (figure 8). Les efforts de lutte de 1980 ont mobilisé jusqu'à 69 personnes et leur équipement comprenait 15 camions, 10 débusqueuses et deux hélicoptères (Boulet, 1980 et Allsop et coll., 1980).



Figure 8. Camp de contrôle du DPP de l'ALFS à Porcupine Hills (Cerezke, sept. 1981).

En septembre 1980, un total de 1 597 parcelles contenant 15 689 arbres infestés avaient été traitées au cours de l'été 1980. La plupart de ces arbres ont été récupérés pour le bois d'œuvre, l'écorce et les dalles étant réduites en copeaux. Un total de 902 896 fbm (382 583 mètres cubes) a été récupéré par un moulin à Cowley et un à Burmis. Sur ce total, environ 1 423 arbres attaqués par le dendroctone ont été trouvés dans la réserve indienne de Peigan, située à l'extrémité sud de Porcupine Hills. Bien que des dispositions aient été prises pour enlever ces arbres, le temps et le manque de main-d'œuvre ont empêché de traiter la zone avant le vol du dendroctone en juillet. Une comparaison a ensuite été effectuée sur les réinfections des zones traitées et non traitées (sud de Porcupine Hills). Les résultats ont montré un taux moyen de réinfection de 17 contre 3 arbres nouvellement infestés par arbre infesté trouvé l'année précédente dans les zones non contrôlées et contrôlées, respectivement (Boulet, 1980). Cela a indiqué à l'AFS que le programme de contrôle avait permis de réduire les taux de réinfestation.

Au cours de l'hiver 1980-1981 (octobre-mars), 1 606 autres parcelles forestières infestées ont été traitées en éliminant 15 534 arbres attaqués par le dendroctone (Taylor, 1981). Ces zones infestées étaient dispersées dans Porcupine Hills et Livingstone Pass. Pour les sites situés sur des terrains accidentés, un hélicoptère a été utilisé pour soulever les troncs d'arbres afin de les brûler. On pense que la répartition dispersée des zones infestées est due à des réinvasions en provenance de l'ouest et du sud-ouest qui ont complété les populations locales (Hiratsuka et coll., 1982). Une équipe de sept personnes a commencé à effectuer des travaux de contrôle dans la réserve indienne de Peigan, située à l'extrémité sud de Porcupine Hills, au début du mois de février. Le 3 mars, 229 parcelles contenant 1 478 arbres infestés avaient été traitées. Cinq cents de ces arbres ont été récupérés, tandis que les autres ont été traités sur place. (Weekes, 1981).

Le total général des arbres infestés enlevés au cours de l'année de développement du dendroctone (1980-1981) était de 24 702 pins tordus (ALFS 1986).

En 1982, l'intensité des attaques le long du corridor du Crowsnest Pass est restée la même qu'en 1981, mais elles ont été fortement réduites à l'est de Livingstone Range et à l'extrémité nord de Porcupine Hills. Il a été noté qu'il y avait peu de preuves de dispersion sur de longues distances à l'intérieur ou à l'extérieur des zones de récupération et de contrôle, contrairement à ce qui avait été observé en 1980. Dans la zone de contrôle, il a été noté que la plupart des nouvelles attaques se situaient à moins d'un kilomètre des attaques de l'année précédente et que les nouvelles attaques étaient difficiles à localiser car les bouchons de résine indicateurs étaient soit très petits, soit absents de nombreuses attaques (Smith, 1982).

En raison de la réduction globale dans les zones de Livingstone et de Porcupine Hills, le nombre total de traitements nécessaires a été considérablement réduit. Au total, 7 222 pins tordus tués ont été traités au cours de l'année de développement 1981-1982 (ALFS, 1986).

Au cours de l'année de développement du dendroctone 1982-1983, environ 7 952 pins tordus tués par le dendroctone (3 676 victimes d'attaques vertes et 4 276 victimes d'attaques rouges) ont été traités. À cette époque, on pensait que les infestations de pins tordus latifoliés étaient contrôlées avec succès; cependant, une population importante de DPP a été découverte dans des peuplements de pins tordus latifoliés au sommet des crêtes sur des terres publiques dans toute la vallée inférieure de Crowsnest River et l'extrémité sud de Porcupine Hills. Bien que la présence de ce coléoptère ait été précédemment connue dans le pin flexible, il n'était pas considéré comme une menace car on pensait que le pin flexible ne poussait pas en nombre suffisant pour soutenir et développer les populations de coléoptères (Smith 1983c). Des prospections aériennes ont permis de déterminer qu'au moins 50 % des pins flexibles sur des terrains privés étaient infestés dans ces zones (Smith, 1983c). Dans Porcupine Hills, les infestations de pin flexible étaient surtout légères et dispersées du canton 12 vers le sud jusqu'à la réserve indienne de Peigan. De graves infestations ont été observées sur des terrains publics au sud de Whaleback Ridge, dans les régions de Todd et Cow Creek, et dans la vallée de Crowsnest River depuis Burmis vers l'est (Smith, 1983b). On estime qu'entre 6 000 et 10 000 pins flexibles étaient infestés, dont 1 400 ont été traités en 1983 (Cerezke, 1983).

L'année de développement du dendroctone 1983-1984 a révélé un nombre estimatif de 10 370 pins tordus tués par le dendroctone dans la zone de contrôle (Gates 1984). Parmi eux, 8 792 ont été traités (ALFS 1986). En outre, 23 500 pins tordus tués par le dendroctone dans la moitié sud de Porcupine Hills et dans les forêts provinciales adjacentes ont également été coupés et brûlés (Gates, 1984) (figure 9). On a estimé que 10 000 autres pins flexibles infestés n'avaient pas été traités le long du versant sud-est de Porcupine Hills (Moody et Cerezke, 1985).

Les résultats préliminaires du programme de piégeage par phéromone de l'ALFS mis en œuvre dans la région de Kananaskis, la zone de contrôle et la partie nord de la zone de récupération, et les régions de Cypress Hill, ont montré une moyenne de 60 à 70 attaques de coléoptères par m² de surface d'écorce sur les arbres appâtés et de 50 à 60 attaques par m² sur les arbres adjacents. La densité des attaques sur les arbres appâtés était plus élevée sur les pentes exposées au nord et à l'est ainsi que le long des ruisseaux que dans les peuplements exposés au sud et à l'ouest et sur les hautes terres, respectivement. Il a également été noté que les sites de

pin flexible ont reçu les densités d'attaque les plus élevées, avec en moyenne 117 attaques par m² sur les arbres appâtés et 72 attaques par m² sur les arbres adjacents. Dans Porcupine Hills, les densités d'attaque sur les sites d'arbres appâtés ont diminué dans une direction sud-nord (Miyagawa, 1984 et Cerezke, 1984).



Figure 9. Pin tordu infesté par le dendroctone du pin ponderosa à l'extrémité sud-ouest de Porcupine Hills. (Cerezke, février 1984).

Au cours de l'hiver 1984-1985, des contrôles ponctuels ont révélé une mortalité larvaire estimée entre 90 et 95 % dans l'ensemble de la zone de récupération et de la zone de contrôle. En mai et juin, des levés approfondis ont été effectués au sol dans les peuplements infestés de pins tordus et de pins flexibles, qui ont révélé un taux de survie larvaire moyen de 4,5 %. Une période précoce de températures inférieures à la normale en octobre 1984, suivie de périodes plus froides en décembre et février, a contribué à réduire la population (Smith 1985 et AFS 1986).

Avec une estimation de 30 000 pins flexibles infestés dans la zone de contrôle (Moody et Cerezke, 1986), l'AFS a profité du déclin de la population pour mettre en place un effort de lutte vigoureux. Au total, 4 943 pins tordus et 15 657 pins flexibles ont été traités au cours de l'année de développement du dendroctone 1984-1985 (Smith 1985). Le traitement du pin flexible infesté le long du versant sud-est de Porcupine Hills n'a pas été jugé prioritaire parce qu'il était relativement isolé, sous le vent de tout pin tordu et ne menaçait donc aucun peuplement commercial. Des observations antérieures n'ont pas noté de mouvement significatif du pin flexible vers le pin tordu (Smith, 1985).

Les relevés au sol menés par l'AFS en 1985 à la fin de l'automne et en hiver ont montré qu'un pourcentage élevé d'attaques de 1985 ont échoué parce qu'une très faible production de

couvain dans les galeries a été observée. Comme en 1985, des relevés ont été effectués en mai et juin 1986 pour déterminer la survie hivernale et les résultats ont montré un pourcentage élevé de mortalité hivernale. Le nombre total d'arbres infestés enlevés au cours de l'année de développement du dendroctone 1985-1986 était de 1 033 pins flexibles infestés et de 175 pins tordus situés dans Porcupine Hills et à l'ouest. Le déclin général a été confirmé par les relevés effectués en août et en septembre dans les pins flexibles le long du côté sud-est de Porcupine Hills, qui n'ont révélé aucune nouvelle attaque. Le seul pin flexible nouvellement infesté était un arbre trouvé à l'extrémité sud-ouest de Whaleback Ridge (Smith, 1986). Les attaques de 1986 sur les arbres appâtés par la phéromone ont entraîné l'élimination de 11 pins tordus à l'automne 1986 (Smith, 1986). Le grand programme de lutte contre le dendroctone du pin ponderosa s'est donc effectivement terminé au cours de l'hiver 1985-1986. Dans la zone de contrôle, un total cumulé de 12 471 ha de forêts de pins tordus et de pins flexibles a été touché par cette épidémie (figure 10). Au total, 69 486 pins tordus et 41 591 pins flexibles ont été éliminés au cours des opérations de lutte (tableau 2).

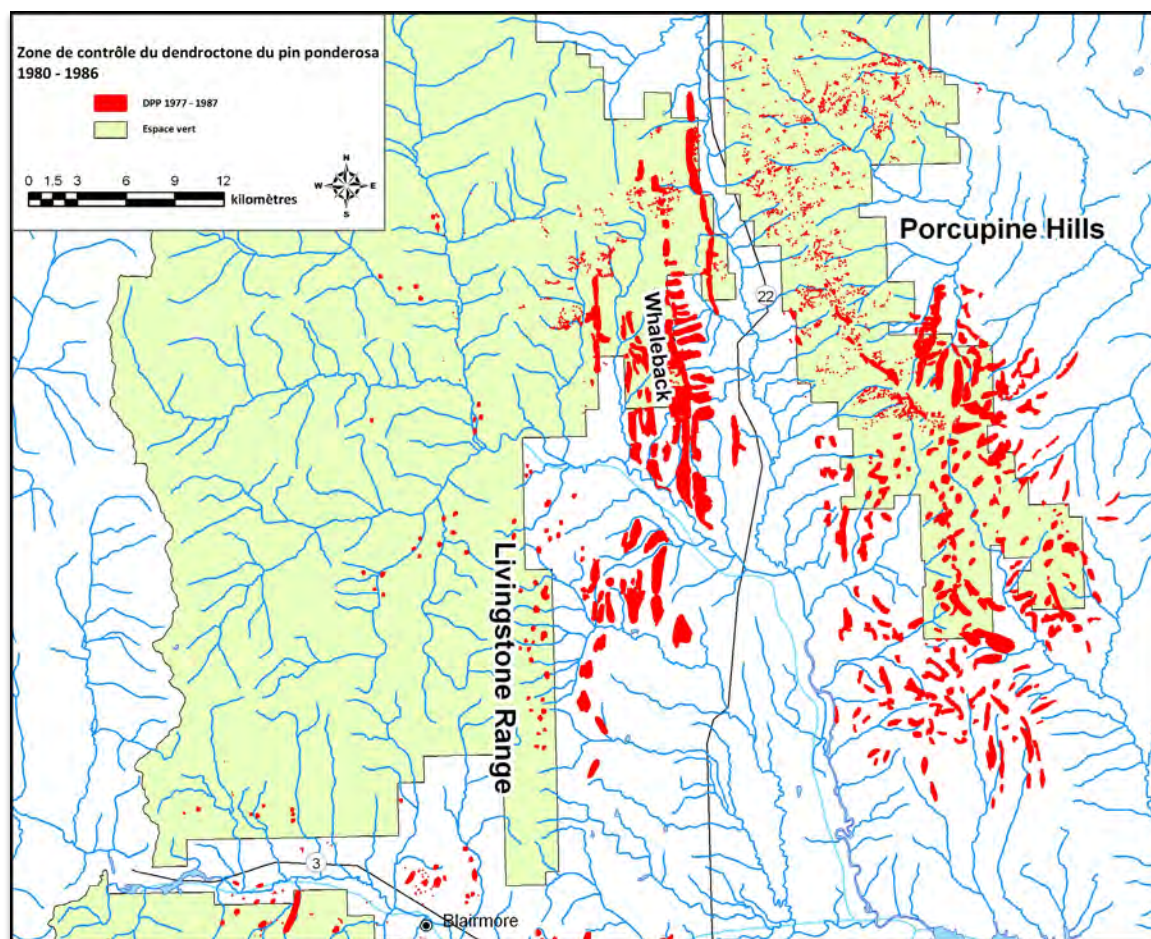


Figure 10. Zones de foyers de dendroctone du pin ponderosa dans la zone de contrôle, 1980-1986.

Tableau 2. Nombre d'arbres enlevés dans la zone de contrôle.

Année de développement du coléoptère (août à juillet)	Pins tordus latifoliés traités	Pins flexibles traités
1979-1980	15 689*	-
1980-1981	24 702	-
1981-1982	7 222	-
1982-1983	7 952	1 400
1983-1984	8 792	23 500
1984-1985	4 943	15 657
1985-1986	175	1 033
1986-1987	11	1
Total	69 486	41 591

* - Comprend les traitements jusqu'en septembre 1980.

La zone de récupération

Le premier signalement du dendroctone du pin ponderosa dans les forêts au sud de Blairmore a eu lieu en 1967, lorsque plusieurs galeries d'adultes inoccupées ont été trouvées (Safranyik, cité dans Cerezke et Petty, 1980). Par la suite, le premier foyer documenté dans cette région a débuté en 1977. Cependant, des investigations sur le terrain ont permis de déterminer que des populations de coléoptères avaient été actives dans la zone 2 ou 3 ans auparavant (Wong et Petty, 1978). En 1977, des arbres tués par le dendroctone ont été observés sur le flanc de la colline au-dessus du campement du groupe Syncline sur le côté ouest de Castle River, le long de Castle River près de Scarpe Creek, à l'extrémité sud de West Castle River, le long de Carbondale River et sur les pentes inférieures de Carbondale Hill, près du campement de Lynx Creek et près des sources de Lyons Creek (Petty, 1977). Vingt arbres ayant fait l'objet d'attaques vertes ont également été repérés sur la route reliant Beaver Mines à Castle River, à 5,5 km à l'ouest de la limite de la réserve forestière (Petty, 1978). Les arbres situés dans les endroits accessibles ont été coupés et brûlés.

Les zones d'infestation ont augmenté de manière significative en 1978 au sud de Blairmore. Un relevé aérien du SCF réalisé à la fin du mois d'août a révélé que les zones les plus touchées se trouvaient sur les pentes inférieures nord de Barnaby Ridge, entre les rivières West et South Castle, et sur les pentes inférieures de Syncline Mountain, au-dessus de la station de gardes forestiers de Castle. La mortalité des arbres a été observée à l'est de South Castle River jusqu'à Beaver Mines Lake, le long de la route de Beaver Mines jusqu'à la limite de la réserve forestière, et tout au long des pentes sud-ouest de Carbondale Hill. Des poches éparses ont été observées au sud le long de South Castle River jusqu'à la zone de Scarpe Creek, le long de West Castle River, Gardiner Creek, sur les pentes sud de Cherry Hill, l'extrémité inférieure de MacDonald Creek, le terrain de camping de Lynx Creek, et sur les collines le long du côté nord de Carbondale River. Plus près de Blairmore, deux petites infestations ponctuelles ont été observées près du lac dans Tent Mountain Pass (Petty, 1978).

Le SCF a effectué des relevés au sol pour déterminer le développement du couvain et les prévisions concernant l'évolution de l'épidémie en 1979. Les couvées étaient bien établies et la menace d'une nouvelle expansion était réelle.

En 1979, les zones où les arbres ont été tués par le dendroctone du pin ponderosa se sont considérablement étendues. Les arbres morts étaient les plus nombreux le long des bassins versants des rivières West et South Castle, autour de Beaver Mines Lake, sur les pentes inférieures du mont Syncline et le long de Gardiner Creek. La mortalité s'est poursuivie dans la zone du terrain de camping de Lynx Creek et a également été observée le long des pentes sud de Blairmore Range, de Carbondale Hill et du mont Backus. Des infestations ponctuelles ont également été observées le long des ruisseaux Mill et Gladstone, ainsi que dans les vallées méridionales s'écoulant vers l'est. La découverte de cinq arbres infestés à l'ouest de Blairmore était particulièrement intéressante. Il s'agissait de l'étendue la plus septentrionale de l'épidémie de dendroctone du pin ponderosa à ce jour. Il a également été noté que les populations étaient si élevées dans la zone du Beaver Lake Campground que de nombreuses épinettes blanches de grand diamètre ont été fortement attaquées, bien que la production de

galeries et de couvains ait été infructueuse (Cerezke, 1979). Une fois de plus, les vérifications sur le terrain ont révélé qu'une expansion considérable de la zone du foyer pouvait être attendue en 1980 (Hiratsuka et coll., 1980). Jusqu'à présent, les efforts de lutte consistaient principalement à couper et à brûler les arbres infestés dans les endroits accessibles.

En 1979, de nombreuses petites parcelles de mortalité causée par le DPP ont également été découvertes pour la première fois dans la région de Pole Haven, juste à l'est de la frontière du Parc national des Lacs-Waterton (Hiratsuka et coll., 1980).

Comme on pouvait s'y attendre, le foyer s'est considérablement étendu en 1980 pour atteindre une superficie estimée à 6 500 ha de forêts de pins tordus infestées. Les zones les plus endommagées se situaient le long des vallées des rivières South et West Castle, près de Beaver Mines Lake et dans la vallée de Carbondale River. Les relevés au sol du SCF ont permis de déterminer que certains peuplements de pins matures ont subi une mortalité cumulative des arbres comprise entre 70 et 90 %. La population s'est tellement développée que les jeunes peuplements de pins âgés de 35 à 40 ans le long de West Castle River étaient maintenant attaqués et qu'une plantation de pins sylvestres près de la ville de Beaver Mines avait subi une mortalité de près de 100 % des arbres (voir figure 11). Comme les zones d'infestation augmentaient au-delà de la capacité de contrôle, un programme d'abattage de récupération a été mis en œuvre dans la Southern Bow Crow Forest à la fin de l'automne 1980 (Hiratsuka et coll., 1981).



Figure 11. Plantation de pins sylvestres près de Beaver Mines en 1980 (Herb Cerezke, juin 1980).

La région de Pole Haven a également connu une augmentation substantielle de l'activité du dendroctone du pin ponderosa en 1980. De nombreuses parcelles éparses de nouveaux arbres morts ont été observées dans toute la zone située à l'est du Parc national des Lacs-Waterton. Jusqu'à 30 % des arbres de ces parcelles étaient morts.

Quelques nouvelles zones de mortalité ont été observées en 1981, mais la plupart d'entre elles étaient des zones d'intensification et d'expansion des zones d'infestation de 1980. L'ALFS a estimé que le volume cumulé de pins abattus dans la zone de récupération jusqu'en 1981 était de 283 000 m³. Au printemps 1981, 106 000 m³ avaient été récupérés dans les zones les plus endommagées (figure 12). Dans la plupart des zones restantes, le bois a été perdu parce qu'elles étaient inaccessibles, qu'elles étaient sensibles sur le plan environnemental, qu'elles contenaient du bois non commercialisable ou que les arbres s'étaient détériorés (Hiratsuka et coll., 1982).

Il n'y a pas eu d'extension sensible de l'épidémie en 1982. Une nouvelle mortalité n'a été détectée que dans les zones précédemment touchées. Le SCF, en coopération avec l'ALFS, a mené un relevé aérien et terrestre intensif afin d'estimer le nombre et le volume des nouveaux arbres morts (1981-attaqués). Au total, 350 parcelles ont été cartographiées, contenant environ 576 242 arbres nouvellement abattus. La perte de volume a été estimée à 190 160 m³. Les nouvelles zones d'infestation couvraient environ 4 260 ha de forêts de pins. On estime que 17 633 m³ de pins tués par le dendroctone du pin ponderosa ont été récoltés, ce qui porte le total à 123 633 m³ à la fin de 1982 (Cerezke et Gates, 1983).



Figure 12. Exploitation forestière de récupération à côté de Beaver Mines Lake (Photo : Herb Cerezke, août 1981).

Le nombre de nouvelles infestations dans des zones de peuplements déjà investis est passé à 516 en 1983, elles étaient de petite taille et le nombre d'arbres tués était de 236 600, soit 60 % de moins qu'en 1982. La majeure partie de la mortalité, 220 965 arbres, s'est produite dans la vallée de Gladstone Creek et entre Mill et Whitney Creeks. En général, les infestations semblaient s'être déplacées vers l'est. La superficie totale infestée est tombée à 2 600 ha et la perte de volume a été estimée à 78 090 m³. La coupe de récupération s'est poursuivie dans le peuplement accessible le plus endommagé et le volume total enlevé en 1983 était de 200 580 m³ (Moody et Cerezke, 1984).

Le foyer au sud de l'autoroute 3 a légèrement diminué en 1984 et 224 700 arbres nouvellement tués ont été observés dans plus de 200 parcelles totalisant 2 500 ha. Plus de la moitié provenait d'une extension des zones endommagées en 1983 dans la seule région de Pole Haven. Environ 122 300 tiges ont été tuées sur 1 300 ha de forêts de pins (94 tiges/ha). La mortalité des arbres dans les grands peuplements de cette zone a été signalée comme étant supérieure à 40 % (Gates, notes de terrain, 1984). La perte de volume totale approximative pour la zone de récupération en 1984 était de 74 150 m³. La plupart des peuplements fortement endommagés ont fait l'objet d'une coupe de récupération, ce qui a porté le total cumulé à 286 000 m³ depuis le début des opérations en 1980 (Moody et Cerezke, 1985).

En 1985, la zone du foyer a continué à diminuer et peu de nouvelles infestations ont été détectées. Les zones précédemment infestées ont continué à présenter de petites taches éparses de nouvelle mortalité. La zone où les populations étaient les plus actives au sud de l'autoroute 3 et au nord du Parc national des Lacs-Waterton se trouvait près de Whitney Creek, où 100 nouveaux arbres décolorés ont été observés. Les autres zones comprenaient Hastings Ridge, Mill, Gladstone et Yarrow Creeks. Il a été noté que des poches de pins à écorce blanche à des altitudes plus élevées près de la tête du bassin versant de Castle River contenaient encore des populations actives de dendroctones du pin ponderosa, bien qu'elles soient peu nombreuses. La coupe de récupération dans cette zone a été minime. Au total, 130 000 pins tordus morts ont été recensés, ce qui représente un volume estimé à 42 770 m³ (Moody et Cerezke, 1986).

En 1985, la majeure partie (plus de 95 %) de la mortalité des pins tordus était localisée dans la zone de Pole Haven (Moody et Cerezke, 1986), qui a subi des niveaux de dégâts similaires à ceux observés en 1983. Bien qu'il y ait eu de nombreuses et vastes zones de mortalité, les relevés au sol ont révélé que les taux de survie des populations de larves de doryphores étaient très faibles. Le même phénomène a été observé au nord du Parc national des Lacs-Waterton. Il a donc été prévu que la nouvelle mortalité en 1986 serait minime (Smith, 1985a).

En 1986, l'épidémie s'était pratiquement éteinte, les observations aériennes et terrestres effectuées dans toute la zone de récupération n'ayant révélé aucune nouvelle mortalité imputable au dendroctone du pin ponderosa. Très peu de DPP vivants ont été trouvés dans le pin à écorce blanche près de la tête de Castle River. A Pole Haven, plusieurs examens approfondis du sol n'ont permis de trouver que six larves vivantes et aucune nouvelle mortalité (Smith, 1986). La coupe de récupération a commencé dans cette zone en 1986 et s'est

poursuivie pendant plusieurs années après la fin de l'épidémie. On estime que 974 ha de forêt de pins tordus ont été récupérés dans cette zone (Dunk, comm. pers.). La superficie totale de la forêt de pins touchée par le foyer dans la zone de récupération s'élevait à 21 069 ha (figure 13). La superficie totale récoltée pour la récupération dans la zone de récupération était d'environ 2 834 ha (Dunk, comm. personn.). Le volume total exact de pins tordus sauvés n'est pas clair, mais nous savons que le total jusqu'en 1985 était de 328 770 m³.

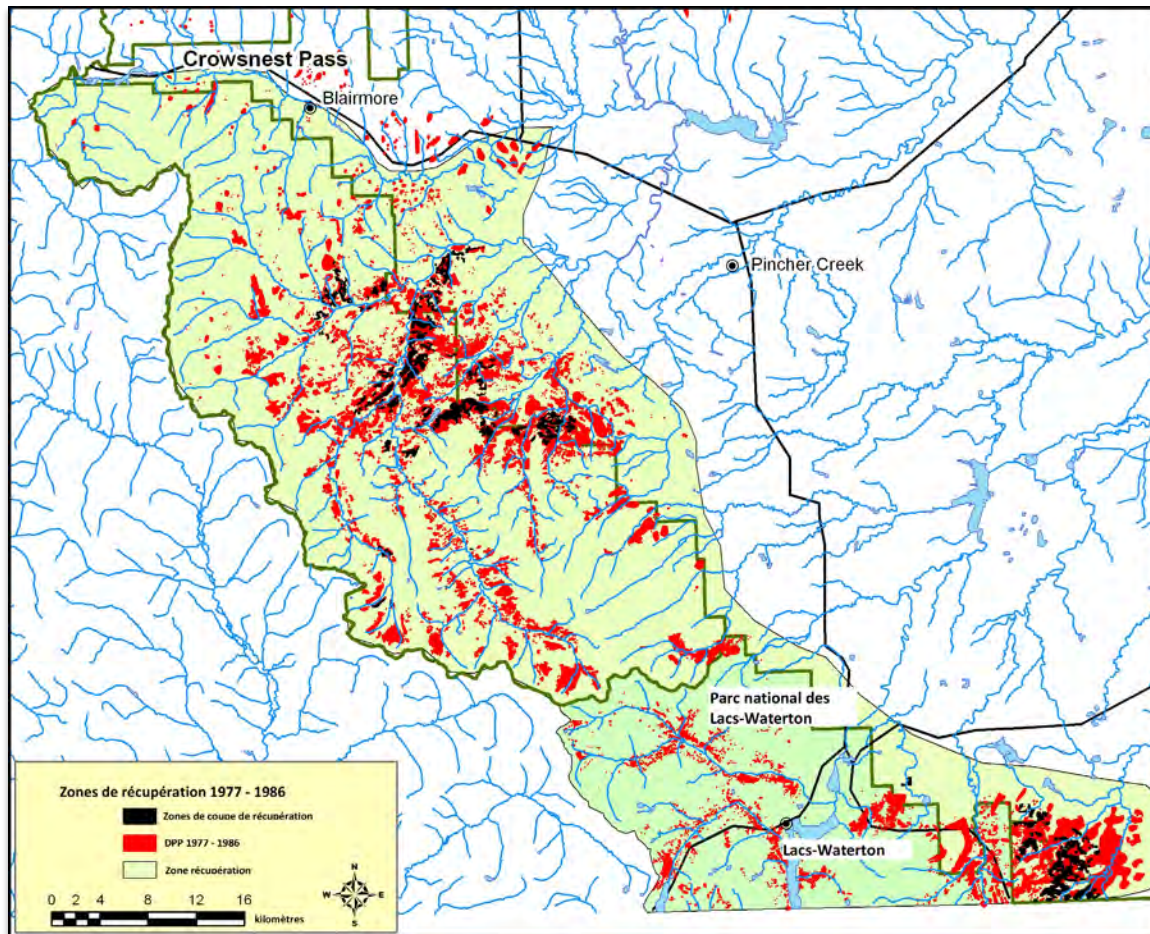


Figure 13. Épidémie de dendroctone du pin ponderosa et zones de coupe de récupération dans la zone de récupération, 1977-1986.

Parc national des Lacs-Waterton **1977 à 1987**

La première observation de dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national des Lacs-Waterton a eu lieu en 1977 lors d'une étude de routine au sol du RIMA. Un garde forestier du RIMA a recueilli des dendroctones du pin ponderosa adultes sur plusieurs pins tordus latifoliés tués par le dendroctone près du terrain de camping de Belly River, et sur trois arbres décolorés attaqués par le dendroctone le long du sentier de randonnée de Blakiston Falls. Bien qu'il n'y ait pas eu de mortalité dans la région de Blakiston Falls, plusieurs arbres morts ont été observés sur la rive ouest de Belly River, dans la réserve indienne Blood Indian Timber. Ceci, combiné à la présence de couvains établis, indique que le coléoptère était actif dans cette zone depuis 2 ans (Petty, 1977).

En 1978 et 1979, les zones d'infestation ont augmenté rapidement et le coléoptère s'est rapidement répandu dans tout le parc. Des infestations étaient désormais visibles depuis la ville de Waterton Lakes sur les pentes nord-est de Bertha Peak, le long des côtés est et ouest de Waterton Lake, et dans les vallées du parc ouest, en particulier au nord de Cameron Lake et dans la région de Twin Lakes. À l'est du parc, des infestations étaient visibles à l'ouest de Belly River dans la réserve indienne Blood Indian Timber et juste à l'extérieur de la limite est du parc dans la zone de forêt commerciale connue sous le nom de Pole Haven (Hiratsuka et coll., 1980).

L'infestation a continué à s'étendre et à s'intensifier en 1980 et s'est bien implantée dans l'ensemble du parc. Le plus grand nombre d'arbres tués par le dendroctone a été trouvé autour du site de la ville, au sud le long des côtés est et ouest de Waterton Lake jusqu'à la frontière américaine, ainsi que sur le mont Crandell et le versant nord-ouest de Sofa Mountain. Des parcelles comprenant jusqu'à 100 arbres tués par le dendroctone et de nombreux arbres décolorés étaient visibles depuis l'autoroute de Chief Mountain. Dans la réserve indienne Blood Indian Timber Reserve, à l'ouest de Belly River, on estime que jusqu'à 50 % des pins ont été tués, et dans les zones situées à l'est du parc, ce chiffre s'élève à 30 %. En 1980, le taux d'attaques vertes a été très élevé par rapport aux années précédentes. Cela a été confirmé à plusieurs endroits dans le parc, notamment dans la zone est du parc, dans les zones du terrain de camping Crandell et du Red Rock Canyon, et dans la zone située entre Oil City et Cameron Lake. Il a également été noté que de nombreux pins tordus latifoliés plus jeunes (11,5 cm - 15 cm de diamètre) ont été attaqués sur le terrain de camping Crandell (Petty, 1980).

En 1980, le personnel du parc a lancé un vaste relevé au sol afin de cartographier l'étendue du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national des Lacs-Waterton. Le levé au sol, réalisé au cours des étés 1980 et 1982, a consisté à examiner au moins une fois tous les peuplements de pins sensibles dans le parc et à cartographier la mortalité sur des photos aériennes au 1:15 800, qui ont ensuite été transférées sur des cartes d'inventaire au 1:25 000. Tous les emplacements des arbres tués par le dendroctone ont été cartographiés et leur nombre a été enregistré. Bien que le levé ait été détaillé et précis, la propagation annuelle du dendroctone du pin ponderosa n'a pas été saisie, de sorte que seule une zone cumulée d'infestation existe pour les trois années. Des parcelles d'inventaire ont également été établies dans les peuplements sélectionnés afin d'enregistrer des caractéristiques plus détaillées des peuplements et des renseignements sur les attaques. Au cours de cette période, le SCF a également mis en place un réseau de parcelles pour surveiller les populations (Watt, 1984).

En raison du grand nombre d'attaques vertes en 1980, on a assisté en 1981 à une nette augmentation du nombre d'arbres visibles, tués par le dendroctone. Des augmentations notables de la population de dendroctone du pin ponderosa ont été observées au-dessus de la ville de Waterton, sur les pentes nord-ouest de Sofa Mountain et dans les vallées de Cameron et Blakiston Creeks, ainsi que dans la région de Belly River, à l'est du parc (Petty et coll., 1981). Il a été signalé que jusqu'à 85 % des pins de certains peuplements ont été tués depuis le début de l'épidémie (Hiratsuka et coll., 1982). Des levés au sol au printemps et à l'automne, visant à

évaluer l'état de la population du coléoptère¹, ont été menés sur la route de Cameron Lake, près de la tour de guet sur la route de Chief Mountain, au pont de Belly River, au terrain de camping de la Belly River et au terrain de camping Crandell. Toutes les zones présentaient des populations en baisse, à l'exception du terrain de camping Crandell, qui semblait stable. Cette diminution a été confirmée dans la plupart de ces zones, lorsque des contrôles au sol ont été effectués à la fin de l'automne pour détecter les arbres attaqués en 1981 (Petty et coll., 1981).

En 1982, l'infestation de dendroctone du pin ponderosa a été décrite comme étant similaire à celle de 1981, mais continuant à diminuer depuis 1980. Les résultats des levés sur la survie hivernale menés au printemps ont montré une diminution dans la partie ouest du parc, mais restaient élevés à l'est de Sofa Mountain et dans la région de Belly River (Petty et Grandmaison, 1982). Bien que la mortalité des pins tordus soit désormais évidente dans l'ensemble du parc, c'est dans la vallée de Belly Mountain que la nouvelle mortalité était la plus évidente. On estime que 20 % des pins ont été touchés dans cette zone (Moody et Cerezke, 1983). À l'est du parc, dans la réserve indienne Blood Indian Reserve, l'activité du dendroctone du pin ponderosa s'est intensifiée, mais aucune mesure de contrôle n'a été prise (Petty, 1983).

En 1983, le déclin de l'activité du dendroctone du pin ponderosa s'est poursuivi. Dans la partie ouest du parc, bien que les chiffres aient diminué, on trouvait encore des populations importantes le long des vallées de Cameron et Blakiston Creeks et près de Yarrow Creek dans le nord. Des parcelles plus grandes et plus nombreuses ont été cartographiées dans l'est du parc, en particulier entre le pont de Belly River et la frontière américaine. Le confluent de Belly et North Belly River a été l'un des plus durement touchés, avec environ 1 500 à 2 000 arbres tués par le dendroctone. Il est évident qu'il y a eu une migration vers l'est car la majorité des nouvelles zones ont été observées à l'extrémité est du parc et plus loin à l'extérieur de la limite est du parc (Gates, 1983). Au total, le nombre estimé d'arbres attaqués en 1982 et tués dans le parc était d'environ 5 190 arbres répartis dans le parc en 200 parcelles. À proximité du parc, on estime à 1 750 le nombre d'arbres tués par le dendroctone dans la réserve indienne Blood Indian Reserve et à 1 200 à 1 500 autres à l'est du parc dans la région de Pole Haven (Moody et Cerezke, 1984).

Un nouveau déclin et un déplacement vers l'est des populations de dendroctone du pin ponderosa ont été observés en 1984. Seuls 1 000 arbres décolorés ont été enregistrés dans l'ensemble du parc, la plupart se trouvant dans la zone Belly River - Chief Mountain, à l'est du parc. Cependant, les infestations dans les forêts provinciales à l'est du parc ont augmenté de manière significative, tuant environ 122 300 tiges sur 1 300 ha. À l'époque, cela représentait plus de la moitié de la mortalité totale le long des pentes orientales des Rocheuses (Moody et Cerezke, 1985). À la mi-juillet, on notait très peu d'émergence d'adultes dans le parc (Petty et Gates, 1984).

¹ L'état des infestations a été évalué en déterminant le rapport entre le nombre moyen de trous d'entrée des adultes et le nombre moyen de descendants. Le levé a consisté à examiner un échantillon d'écorce de 6 pouces de côté sur les côtés nord et sud de chacun des 5 arbres, sur 5 sites différents. Les classes de rapport étaient les suivantes : décroissant (I : 0-2,5), statique (I : 2,6-4,0), croissant (I : 4,1+) (Petty et coll., 1981).

En 1985, le nombre de nouveaux arbres attaqués en 1984 a été réduit à 100 (Moody et Cerezke, 1986). Lors d'un relevé aérien de l'AFS visant à cartographier la région de Pole Haven, plusieurs petites parcelles éparses ont été observées à l'ouest de Belly River et des parcelles plus importantes à l'est, à l'intérieur du parc. Douze petites parcelles de 2 à 8 arbres situées le long de la limite du parc ont été cartographiées sur le versant nord de la haute vallée de Yarrow Creek (Smith, 1985a). Une fois encore, la zone de Pole Haven, à l'est du parc, a été la plus durement touchée parmi tous les sites de la région des contreforts. Environ 95 % des pins tordus tués dans les contreforts, soit environ 123 500 arbres, se trouvaient dans cette zone (Moody et Cerezke, 1986). Cependant, un faible taux de survie des larves (5 % des larves écloses) a été observé lors des contrôles au sol dans cette zone, et il a été prévu que l'émergence des adultes en 1985 serait minime. Plus tard dans l'année, de nouvelles attaques de 1985 se sont produites dans de petites parcelles de 5 à 20 arbres. Les parcelles d'arbres morts étaient nettement plus petites que celles de l'année précédente (Smith, 1985b).

En 1986, seuls 55 nouveaux arbres décolorés ont été observés sur les routes de Cameron Lake et de Red Rock Canyon (Cerezke, 1986b). Une activité mineure du dendroctone du pin ponderosa a eu lieu à l'extrémité est du parc, le long de la route Chief Mountain (Emond et Gates, 1986). Malheureusement, les estimations du nombre d'arbres morts n'ont pas été enregistrées. Par conséquent, ces arbres ne sont pas inclus dans les 55 arbres décolorés susmentionnés. La mortalité dans le parc s'est généralement produite sous forme d'arbres individuels ou par groupes de 2 ou 3 (Cerezke et Moody, 1986). En juin 1986, l'AFS a effectué un relevé de survie hivernale dans la région de Pole Haven, et seulement six larves ont été trouvées. Plus tard en août, les contrôles au sol n'ont pas permis de trouver de nouvelles attaques, signalant l'effondrement de l'épidémie dans cette zone (Smith, 1986).

En 1987, 220 arbres tués par le dendroctone ont été trouvés dans les mêmes zones qu'en 1986 : Red Rock Canyon Road et Cameron Creek Road, et cette fois, la zone touchée comprenait le côté est du parc, le long des pentes nord de Chief Mountain. La quasi-totalité de la mortalité s'est produite sous forme d'arbres isolés plutôt qu'en groupes (Cerezke et Emond, 1988). La dernière année avec une mortalité appréciable a été 1987 et est donc considérée comme la fin de l'épidémie des années 1980.

La superficie totale affectée par le dendroctone du pin ponderosa entre 1977 et 1987 dans les parcs nationaux de Waterton Lakes était de 2 603 ha. (figure 14). Aucun programme de lutte n'a été mis en œuvre dans le Parc national des Lacs-Waterton au cours de l'épidémie de 1977 à 1987.

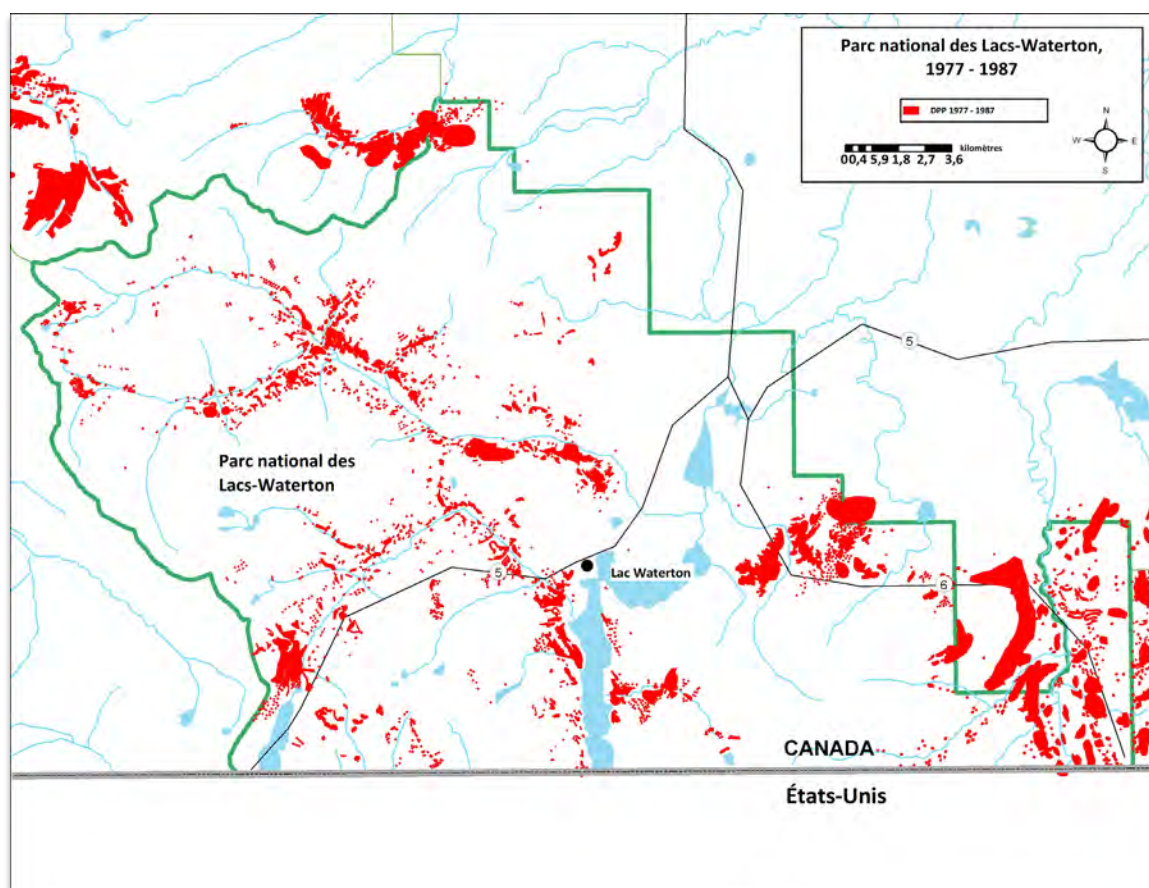


Figure 14. Zones d'infestation du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national des Lacs-Waterton; 1977-1987.

Parc interprovincial de Cypress Hills (Alberta et Saskatchewan)

Les programmes de contrôle du PICH en Alberta et en Saskatchewan ont été menés par le personnel du parc, avec les conseils et la contribution des agences forestières provinciales et du Service canadien des forêts. Les deux programmes de contrôle des parcs provinciaux ont débuté en 1980 : celui de l'Alberta à l'automne (Trott et Weekes, 1986) et celui du côté de la Saskatchewan en juin (Thomson, 1980). Le Service canadien des forêts a fourni des relevés aériens, des évaluations de population et une expertise technique tout au long de l'épidémie. Dans la plupart des cas, les travaux de détection et de contrôle ont eu lieu chaque année entre septembre et avril, après la période de vol des coléoptères et pour permettre des conditions de brûlage plus sûres pendant les hivers. Des évaluations de la population et des relevés de dépistage ont également eu lieu tout au long de l'été.

En Alberta, les méthodes de détection et de contrôle au sol consistaient à peindre des lignes de base et de contrôle rouges dans des zones d'infestation prédéterminées, détectées à partir de photos aériennes et de relevés aériens. Les zones situées entre les lignes ont fait l'objet de relevés, les arbres infestés ont été marqués avec de la peinture jaune, cartographiés sur des cartes de terrain, puis un sentier a été tracé jusqu'à la ligne de base et marqué avec des drapeaux rouges. Après que les équipes de contrôle ont traité les arbres, le drapeau rouge a été enlevé pour éviter toute confusion. Les arbres ont été abattus, tronçonnés et brûlés sur place.

Pour éviter d'endommager davantage les zones de loisirs et la plupart des terrains de camping, les arbres tronçonnés ont été transportés à la décharge et brûlés. (Trott, 1982).

En Saskatchewan, le programme de lutte initial consistait à abattre et à ébrancher les arbres infestés, à écorcer la tige et la souche, puis à pulvériser du carburant diesel sur le tronc et la souche (Thomson, 1980). Ce processus prenait beaucoup de temps et n'était pas efficace à 100 %, de sorte que la méthode de lutte a été remplacée par la coupe et le brûlage au cours de l'hiver 1980-1981 (Walter, 1986).

1979 à 1986

Le dendroctone du pin ponderosa a été découvert pour la première fois dans le PICH en novembre 1979, lorsqu'un garde forestier du SCF effectuant des levés de routine a découvert cinq pins tordus tués par le dendroctone (Hiratsuka et coll., 1980) près de la tour d'incendie de Medicine Lodge, au sud-ouest d'Elkwater (Trott et Weekes, 1986, Infobase du RIMA). Des échantillons de coléoptères ont été prélevés et un taxonomiste du Centre de foresterie du Nord a confirmé qu'il s'agissait bien du dendroctone du pin ponderosa. Cette découverte était importante car elle marquait une nouvelle expansion substantielle de l'aire de répartition du dendroctone du pin ponderosa vers l'est (Hiratsuka et coll., 1980).

Le 23 avril 1980, le personnel du SCF et du PICH a effectué un relevé aérien conjoint des deux côtés de la frontière provinciale afin de déterminer l'étendue réelle du dendroctone du pin ponderosa dans le parc. Les parcelles de pins tordus morts ont été cartographiées principalement en groupes de trois arbres ou moins dans l'ensemble du parc, mais des parcelles plus importantes (six arbres ou moins) ont été cartographiées dans les sections 13, 14, 15, canton 8, rang 3, W4M, le long de Grayburn Road et de Nine Mile Creek. Des jetées ont été effectuées au cours du relevé pour confirmer la présence du dendroctone du pin ponderosa à plusieurs endroits en Alberta et dans le bloc Ouest en Saskatchewan. Les observations au sol ont également montré que le coléoptère était présent depuis au moins 1978 et peut-être même avant (Petty, 1980d). Des photographies aériennes ont été prises du foyer, puis cartographiées et utilisées pour des levés au sol et des travaux de contrôle (Trott, 1981)². Le nombre total d'arbres infestés dans la partie albertaine du PICH en 1980 a été estimé à 3 500 arbres (Hiratsuka et coll., 1981). Le nombre total exact d'arbres infestés enlevés du côté de l'Alberta au cours de l'hiver 1980-1981 n'est pas clair ; cependant, 120 arbres ont été enlevés dans la région de Willow Creek (NE, Sec 35, Canton 7, Rang 3, W4) (Cerezke, 1981).

En Saskatchewan, un levé a été effectué le 4 juin 1980 dans les blocs Ouest et Centre. Au total, 38 et 74 emplacements de pins morts ont été observés dans ces blocs, respectivement. Les emplacements ont été parcourus au sol et 103 pins ont été confirmés comme tués par le dendroctone du pin ponderosa et traités (Walters, 1986). Les efforts de lutte ont d'abord été entrepris dans le bloc Central par une équipe de quatre personnes nouvellement embauchées et supervisées par un forestier du Saskatchewan Environment and Resource Management

² Bien qu'aucune mention réelle de la photographie aérienne en 1980 n'ait été faite, les cartes sources numérisées provenaient de photos aériennes et Trott mentionne la comparaison de la photographie aérienne de 1981 avec celle de 1980.

(SERM). À cette époque, la lutte consistait à abattre, ébrancher, puis écorcer les arbres et les souches, et à les pulvériser avec du carburant diesel (Thompson, 1980). Il n'est pas certain que des levés au sol visant à marquer et à cartographier les arbres devant être enlevés aient été réalisés avant les travaux de contrôle. Étant donné qu'il ne restait que quelques semaines avant le vol du dendroctone, il a peut-être été décidé de gagner du temps et d'essayer d'éliminer autant d'arbres que possible avant l'apparition du dendroctone. Au cours de l'automne et de l'hiver 1980-1981, 128 arbres au total ont été traités (Walters, 1986).

Au cours de l'été 1981, le dendroctone du pin ponderosa s'est étendu à l'ensemble du PICH en Alberta et en Saskatchewan et les efforts de lutte ont été intensifiés. Des photographies en couleurs (à l'échelle 1:6 000) ont été prises le 7 août 1981 pour localiser les arbres infestés, mais elles ont aussi grandement aidé à déterminer les zones prioritaires et à localiser les arbres infestés à traiter. Les zones prioritaires comprennent Nine Mile Coulee, à l'ouest de l'autoroute 48 et au sud de la route Murray Hill, des terres privées au sud-ouest du parc, une zone interdite aux chasseurs de wapitis, tous les terrains de camping et le site de la ville d'Elkwater. Un relevé aérien réalisé le 1er septembre a permis de cartographier 85 nouvelles infestations dans le parc et de trouver des infestations sur des terrains privés au sud du parc. Les zones situées sur des terrains privés ont été traitées après autorisation écrite des propriétaires. Un grand nombre des arbres tués par le dendroctone et trouvés sur des terrains privés étaient les plus anciens à ce jour, et bien que l'année de l'attaque n'ait pas été estimée, on a supposé qu'il s'agissait peut-être de l'une des premières attaques de l'épidémie (Trott, 1982). À la fin de l'automne 1981, un relevé détaillé sur le terrain dans 1 616 ha de forêts de pins tordus dans le parc a révélé 748 arbres supplémentaires tués par le dendroctone dans 365 parcelles. Au total, 500 poches ont été observées, totalisant plus de 1 000 arbres tués par le coléoptère en 1980 (Hiratsuka et coll., 1981), et le nombre total d'arbres éliminés au cours du programme de lutte de 1981-1982 était de 864 (Trott, 1982).

En Saskatchewan, en 1981, les relevés au sol dans le bloc Central ont couvert 1 900 ha et ont permis de traiter 90 arbres infestés. De petites parcelles étaient réparties dans l'ensemble du parc, mais elles étaient plus nombreuses près de Sucker Creek, à l'extrémité sud de Lone Pine Creek et juste à l'ouest et au nord-ouest du terrain de camping de Pine Hill. Des arbres infestés ont également été découverts et traités sur des terrains privés au nord-ouest du parc et près de Lone Pine Creek. Dans le bloc Ouest, environ 90 % (3 250 ha) du parc ont été étudiés et un total de 576 arbres infestés ont été trouvés et traités. Des zones fortement infestées ont été observées au sud de Nine Mile Creek dans le coin sud-ouest du parc et à l'extrémité nord de la zone de Fort Walsh Creek au sud de la route de la station de gardes forestiers (Thompson, 1982). Le nombre total de nouveaux arbres tués par le dendroctone observés était de 146 et le nombre total d'arbres abattus au cours de l'hiver 1981-1982 en Saskatchewan était estimé à 767 (Walter, 1986).

En 1982, les prospections estivales de l'Alberta ont permis de localiser 150 nouveaux arbres attaqués par le coléoptère (Moody et Cerezke, 1983). En novembre, un total de 850 pins attaqués par le dendroctone a été trouvé dans la partie albertaine du PICH (Moody, 1982). Au total, plus de 1 600 arbres infestés ont été éliminés au cours de l'hiver 1982-1983 (Moody et

Cerezke, 1983). Là encore, de nombreuses zones infestées se trouvaient sur des terrains privés au sud-ouest du parc et près de l'angle sud-est. En 1982, le SCF et l'Université Simon Fraser ont mené une expérience avec des phéromones pour attirer les coléoptères dans des arbres pièges du côté albertain du PICH (voir la section sur l'utilisation des phéromones).

En 1982, en Saskatchewan, des relevés aériens ont permis de localiser 182 arbres tués et de nombreux autres arbres infestés ont été découverts lors de relevés au sol. Au total, 2 222 arbres ont été traités au cours de l'hiver 1982-1983 (Walter, 1986). La zone d'infestation ne s'est pas étendue mais s'est intensifiée dans les zones existantes.

En 1983, les relevés aériens effectués en septembre en Alberta ont permis de détecter 300 arbres tués par le dendroctone dans les mêmes zones que l'année précédente (Moody et Cerezke, 1984). Les programmes de lutte se sont poursuivis et un total estimé à 2 700 arbres a été traité (Cerezke, 1983).

En 1983, du côté de la Saskatchewan, 259 nouveaux pins tués par le dendroctone ont été repérés lors de relevés (Walters, 1986) dans des zones infestées l'année précédente. Aucune nouvelle zone n'a été détectée. Des relevés effectués à la fin de l'automne ont permis de découvrir 700 arbres attaqués supplémentaires (Cerezke, 1983). Au cours de l'hiver 1983-1984, 905 arbres au total ont été abattus du côté de la Saskatchewan (Walters, 1986). Au cours de cette année, la Saskatchewan a entamé les premières étapes de la mise en œuvre d'un plan de récolte à long terme du dendroctone du pin ponderosa visant à éliminer les pins surannés préférés par le DPP dans le bloc ouest du parc interprovincial de Cypress Hills (Cerezke, 1983c).

En 1983 également, un programme de piégeage à la phéromone a été mis en œuvre dans tout le sud-ouest de l'Alberta et dans les parties du parc interprovincial de Cypress Hills situées en Alberta et en Saskatchewan (voir la section sur l'utilisation de la phéromone). En Alberta, 12 sites d'appât contenant 100 arbres appâtés ont été établis et 100 % des arbres appâtés ont été attaqués (Cerezke, 1988). En Saskatchewan, 29 sites contenant 335 arbres-appâts ont été établis. Au total, 50 055 attaques de coléoptères (Walter, 1986) ont eu lieu sur 325 des 335 arbres appâtés (Cerezke, 1988).

En 1984, les populations des deux côtés de la frontière ont considérablement diminué, apparemment en raison des basses températures hivernales de 1983-1984, de la forte prédation des pics et des programmes de contrôle en cours. En Alberta, environ 300 arbres tués par le dendroctone ont été trouvés aux mêmes endroits qu'en 1983 (Moody et Cerezke, 1985). L'appâtage à la phéromone a été poursuivi en 1984 et 200 arbres appâtés ont été plantés. Cependant, les résultats indiquent une réduction de la population lorsque seulement 48 % des arbres sont attaqués (Cerezke, 1988). Le nombre total de pins infestés enlevés au cours des opérations de lutte dans le PICH en Alberta en 1984-1985 était de 108 arbres (Cerezke et Moody, 1986).

Les relevés effectués en Saskatchewan en 1984 ont permis de détecter 245 nouveaux pins tués par le dendroctone, dans les mêmes zones que celles où ils avaient été trouvés en 1983. Cependant, une mortalité importante des adultes et des larves a également été observée tout

au long des infestations (Moody et Cerezke, 1985). Le nombre d'arbres-appâts établis en Saskatchewan en 1984 a été porté à 1 000; cependant, seules 3 660 attaques sur 230 arbres (23 %) ont été enregistrées, ce qui représente une baisse substantielle par rapport au taux d'attaque de 1983 (Cerezke, 1988 ; Walter, 1986). Le nombre total d'arbres enlevés au cours du programme de contrôle dans le PICH de la Saskatchewan en 1984-1985 n'était que de 84 arbres (Walters, 1986).

L'hiver 1984-1985 a de nouveau été marqué par des températures basses et une forte prédation des pics, ce qui a encore réduit le taux de survie de la population de dendroctone du pin ponderosa (Trott et Weekes, 1986).

Au cours de l'été 1985, le déclin des populations de coléoptères s'est poursuivi dans la partie de l'Alberta du PICH; les relevés ont permis de cartographier environ 73 nouveaux arbres tués par les coléoptères (Moody et Cerezke, 1986 ; Walters, 1986). Un levé aérien a été effectué en août et 16 zones suspectes ont été détectées. Cependant, les contrôles au sol effectués par la suite n'ont révélé aucune mortalité causée par le dendroctone du pin ponderosa. Un relevé exhaustif au sol couvrant 2 270 ha a été mené de septembre à février, ce qui a permis de traiter 79 arbres infestés, soit en les coupant et en les brûlant, soit en enlevant l'écorce des trous d'entrée des coléoptères pour exposer leurs galeries. Une petite population a également été trouvée dans des pins empilés au nord du terrain de golf d'Elkwater et a été traitée par une équipe de jeunes gardes forestiers en enlevant l'écorce. Le programme d'appâtage à la phéromone du PICH de l'Alberta en 1985 a établi 79 sites d'appâtage contenant 200 arbres appâtés (Trott et Weekes, 1986). Le déclin de la population a été confirmé lorsque le nombre total d'arbres attaqués était inférieur de 50 % à celui de l'année précédente (Cerezke, 1988). Sur les 200 arbres appâtés, seuls 37 ont été attaqués, pour un total de 554 impacts de coléoptères. Il a été noté que 12 arbres supplémentaires ont été attaqués dans un rayon de 50 m autour des zones d'appât. (Cerezke, 1988; Trott et Weekes, 1986). Le nombre total d'arbres traités au cours de l'hiver 1985-1986 dans le PICH de l'Alberta était de 70 (Trott et Weekes, 1986).

En Saskatchewan, en 1985, seuls 27 nouveaux pins tués ont été détectés, dont beaucoup se sont avérés être dus à d'autres causes (Walter, 1986). Il s'agissait d'une baisse substantielle par rapport à l'année précédente. Le programme d'appâtage à la phéromone de Saskatchewan a mis en place 800 arbres-appâts en 1985, ce qui a entraîné 495 attaques sur 80 arbres (Cerezke, 1988; Walter, 1986). Comme pour l'Alberta, il s'agissait d'une diminution de 50 % par rapport aux résultats de 1984 (Cerezke, 1988). Étant donné que seuls trois arbres ont été enlevés au cours de l'hiver 1985-1986 en Saskatchewan (Walters, 1986), on suppose que les 80 arbres appâts attaqués ont été traités à la main ou que les attaques ont échoué et qu'ils ont été abandonnés. En raison du déclin constant et du faible nombre de coléoptères, les programmes de lutte dans les deux provinces ont été considérés comme étant dans une phase de « nettoyage » en 1985.

Au printemps 1986, il était clair que l'épidémie s'était pratiquement effondrée. En Alberta, on ne sait pas si de nouveaux arbres attaqués ont été cartographiés au cours des prospections estivales, mais sur les 200 arbres appâtés dans le cadre du programme d'appâtage à la

phéromone, seuls cinq arbres ont été attaqués (Cerezke et Moody, non publié, 1987). On ne sait pas si ces cinq arbres infestés ont été coupés et brûlés ou s'ils ont été traités à la main et laissés sur pied.

En 1986, en Saskatchewan, des relevés ont permis de cartographier 43 pins nouvellement abattus, dont beaucoup l'avaient été pour d'autres raisons. Aucun n'a été enlevé, de sorte que ceux qui étaient infestés par le dendroctone du pin ponderosa ont peut-être été traités à la main et laissés sur pied. Sur les 500 arbres appâtés à la phéromone déployés du côté de la Saskatchewan en 1986, aucun n'a été attaqué. (Cerezke et Moody, non publié, 1987). Le faible nombre d'attaques lors du programme de piégeage à la phéromone de 1986 a signalé la fin de l'épidémie dans le PICH et le principal programme de lutte a pris fin en 1987 (Cerezke et Emond, 1988).

L'épidémie de dendroctone du pin ponderosa dans le parc interprovincial de Cypress Hills a duré 7 ans (1979 à 1986) et a été dispersée dans la plupart des peuplements de pins à l'intérieur et à l'extérieur du parc (figure 15). Au cours de cette période, plus de 7 033 arbres tués par le dendroctone ont été détectés lors des relevés aériens annuels et, à la suite de levés intensifs au sol, environ 9 571 ont été coupés et brûlés (voir le tableau 3). Bien que le nombre exact ne soit pas connu, il est également possible que plusieurs centaines d'arbres infestés aient été traités à la main sans les détruire. Du côté de la Saskatchewan, le nombre d'arbres appâtés a été beaucoup plus important que du côté de l'Alberta; cependant, la province a également utilisé trois fois plus d'appâts à base de phéromones au cours de l'épidémie. Mis à part les basses températures et la forte prédation des pics durant les hivers 1983-1984 et 1984-1985, le programme de lutte agressif semble avoir contribué de manière significative au contrôle de cette épidémie. Il est difficile d'évaluer l'efficacité des opérations de contrôle car il n'y avait pas de zones non traitées avec lesquelles comparer les zones traitées.

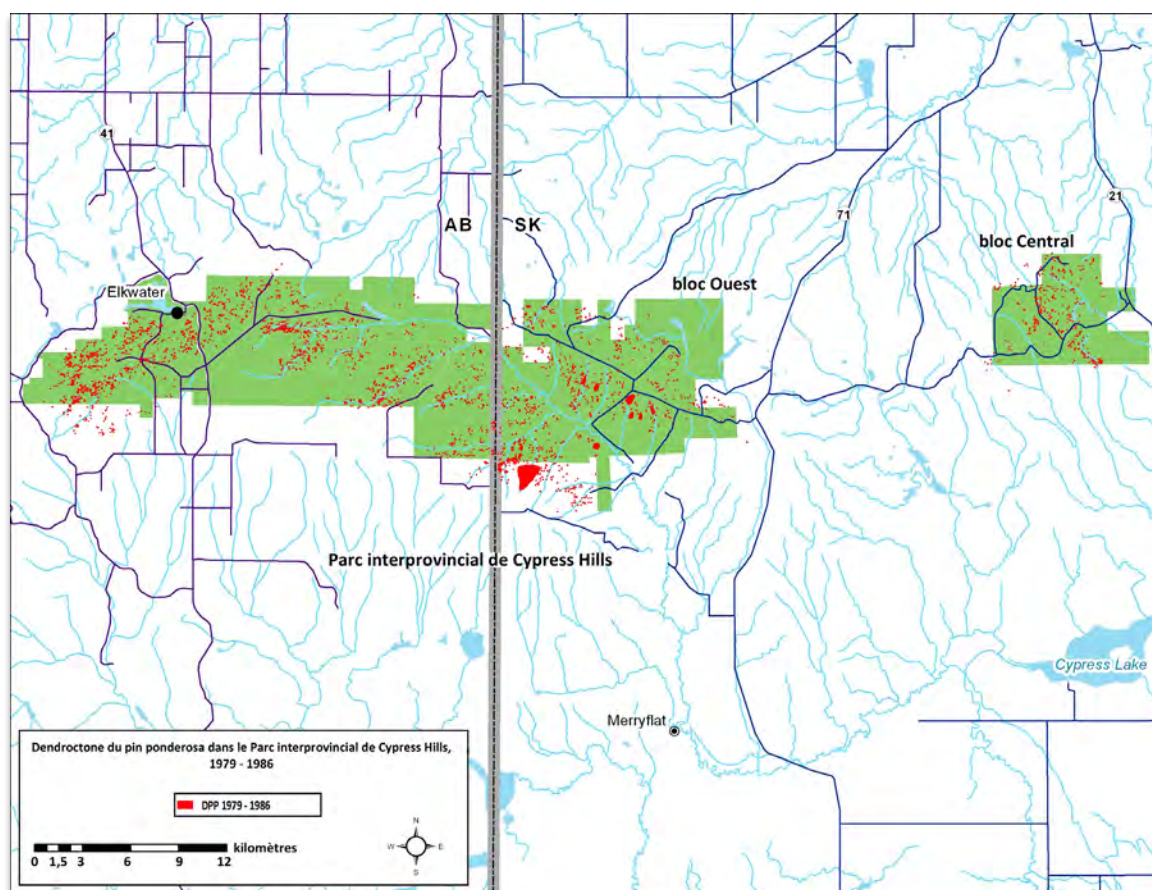


Figure 15. Répartition du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc interprovincial de Cypress Hills; 1979-1985.

Tableau 3. Tableau récapitulatif de l'épidémie de dendroctone du pin ponderosa de Cypress Hill.

Année	Arbres morts détectés		Arbres coupés et brûlés (ne comprend pas les autres traitements)		Arbres appâtés par des phéromones		Arbres attaqués aux stations d'appât à phéromones (Le nombre d'attaques est indiqué entre parenthèses)	
	Alb.	Sask.	Alb.	Sask.	Alb.	Sask.	Alb.	Sask.
1979	5a	0	0	0				
1980	3 500a	103b	120+c	128b				
1981	1 000+a	146b	864d	767b				
1982	850e	182b	1 600b	2 222b				
1983	300a	259b	2 700f	905b	100 g	335 g	100 g	325 g (50 055b)
1984	300a	245b	108a	84b				230 g (3 660b)
1985	73h	27b*	70i	3b				80 g (495b)
1986		43b*		0b				0 g
1987					200 g	300 g	20g	3 g (5b)
Total	6 028+	1 005	5 462+	4 109	900	2 935	258	638

* - tous les arbres énumérés n'ont pas été tués par le dendroctone du pin ponderosa

a - Hiratsuka et coll. 1981, 1982

b - Walters 1986

c - Cerezke 1981

d - Trott 1982

e - Moody 1982

f - Cerezke 1983

g - Cerezke 1988

h - Calculé d'après Moody et Cerezke 1986, où 100 arbres auraient été observés dans les deux provinces, et d'après Walters 1986, qui indique que 27 arbres ont été observés en Saskatchewan

i - Trott et Weekes 1986

Le plan de récolte à long terme du dendroctone du pin ponderosa en Saskatchewan, qui a vu le jour en 1984 (Prairie Environmental Services Inc. 1985), s'est poursuivi pendant un certain nombre d'années après 1986. Dans le cadre de ce plan, 22 blocs de coupe totalisant 250 ha de peuplements de pins tordus latifoliés surannés et équiennes ont été exploités en 1989 (Cerezke, 1990), et en 1995, le total s'élevait à 476,2 ha. Toutes les zones exploitées ont été replantées à la fin de 1995 avec environ 1 174 352 pins tordus (R. Moore, comm. pers.).

Dispersion à longue distance

Bordereaux de clôture

Depuis la création du Relevé des insectes forestiers du Service canadien des forêts en 1936, les gardes forestiers ont mené des relevés généraux des insectes, recueillant des échantillons

d'insectes et de maladies dans de nombreux endroits au Canada. Un bordereau contenant des renseignements sur la collecte était généralement rempli lors de l'obtention des échantillons. Les échantillons et les bordereaux de clôture ont ensuite été renvoyés au laboratoire pour que les identifications sur le terrain soient confirmées ou correctement établies par un taxonomiste. Les gardes forestiers se faisaient un devoir de procéder à des collectes fréquentes, surtout si les organismes rencontrés ou l'endroit où ils se trouvaient étaient inhabituels. Plusieurs collectes de dendroctone du pin ponderosa ont été réalisées dans la région concernée au fil des ans (figure 16). Les cas de dendroctone du pin ponderosa intéressants, signalés ici, ont été découverts au cours d'années sans épidémie ou dans des zones éloignées des zones d'épidémie connues.

Par exemple, en mai 1950, un garde forestier a recueilli un coléoptère sur le terrain d'auto-camping d'Eisenhower, à l'ouest de Banff. Bien qu'il y ait eu plusieurs arbres morts dans la région, il n'a pu trouver qu'un seul coléoptère et deux bouchons de résine. En juillet de la même année, un autre garde forestier du RIMA a recueilli 8 *D. ponderosae* adultes morts à 28 miles à l'ouest de Rocky Mountain House. En août, trois autres coléoptères ont été découverts dans un pin tordu affaibli à 30 km à l'ouest de Turner Valley. Toutes ces collectes ont été confirmées comme étant des dendroctones du pin ponderosa (InfoBase du RIMA).

En 1966, le dendroctone du pin ponderosa a été prélevé sur plusieurs arbres attaqués dans le parc national de Jasper par un garde forestier du SCF à environ 20 km au sud de la ville de Jasper. Une autre collecte a été prélevée dans la même zone générale l'année suivante (InfoBase du RIMA, Susut et Melvin, 1974)³.

Plusieurs collectes ont également été effectuées dans la zone des prairies du sud de l'Alberta, de 1979 à 1981. La première d'entre elles a eu lieu dans le Parc interprovincial de Cypress Hills en 1979. Il s'agissait non seulement de la première occurrence enregistrée à Cypress Hills, mais aussi de l'extension la plus à l'est à cette époque (Hiratsuka et coll., 1980). Sa présence du côté saskatchewanais du parc représente également un nouveau record de collecte pour cette province. En 1980, plusieurs collectes ont également été faites lorsque le dendroctone du pin ponderosa s'est étendu aux blocs ouest et central du Parc interprovincial de Cypress Hills en Saskatchewan, et a été découvert dans des centres urbains tels que Medicine Hat et Lethbridge, où des pins sylvestres ornementaux ont été tués.

³ Les spécimens de ces collectes ont été perdus. Cependant, les bordereaux de clôture des deux collectes sont conservés et indiquent que l'identification des coléoptères recueillis a été confirmée par le taxonomiste résident.

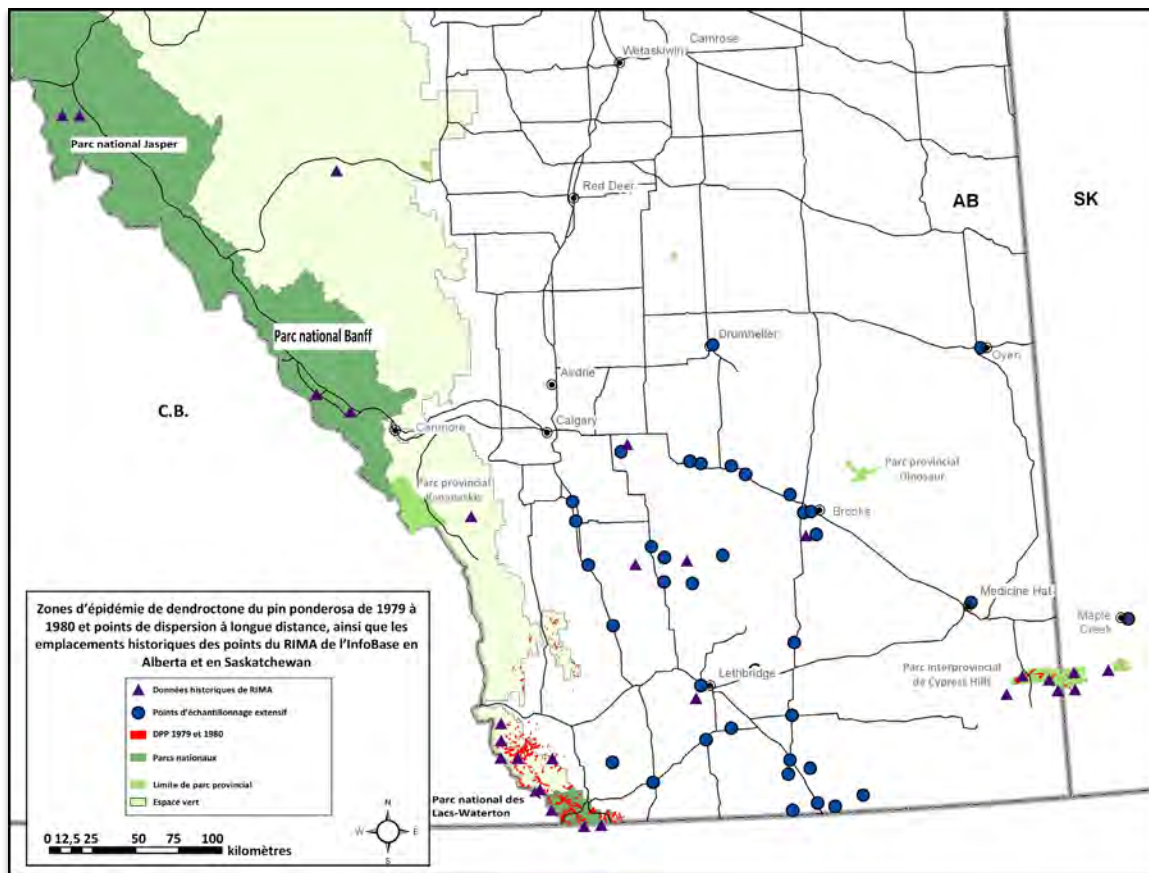


Figure 16. Zones d'épidémie de dendroctone du pin ponderosa de 1979 à 1980 et points de dispersion à longue distance, ainsi que les emplacements historiques des points du RIMA de l'InfoBase en Alberta et en Saskatchewan.

Relevé de la dispersion à longue distance

Encouragé par la découverte du dendroctone du pin ponderosa à Cypress Hills et dans d'autres zones urbaines non boisées telles que Medicine Hat et Lethbridge, le Service canadien des forêts a effectué un relevé de la dispersion à longue distance en 1981. Le relevé, qui a été effectué dans le sud de l'Alberta et de la Saskatchewan, visait à déterminer l'étendue réelle de la dispersion du dendroctone du pin ponderosa. Le relevé s'est concentré sur les zones où le pin planté était commun, notamment les parcs, les terrains de camping, les brise-vent, les centres urbains, les cimetières et d'autres zones. Au total, 38 nouveaux emplacements d'arbres attaqués ou tués par le dendroctone ont été découverts (voir la figure 16). Les sites les plus éloignés de toute infestation majeure sont Oyen et Drumheller, qui se trouvent à une distance de 200 à 300 km de la source d'infestation majeure la plus proche (Hiratsuka et coll., 1981).

Diverses espèces de pins ont été contrôlées au cours du relevé, et celles qui ont été attaquées sont le pin gris, le pin tordu, le pin mugho et le pin sylvestre (tableau 4). On a également découvert qu'environ 45 % des arbres attaqués l'ont été en 1979. On pense que les vents dominants de la fin de l'été ont été responsables de la répartition sur de longues distances (Hiratsuka et coll., 1981).

Tableau 4. Pins dont on pense qu'ils ont été infestés par le dendroctone du pin ponderosa à la suite d'une dispersion à longue distance.

Espèces de pins	Nombre d'arbres ayant fait l'objet du relevé	Nombre d'arbres attaqués	Pourcentage d'arbres attaqués
Pin gris	38	4	10.5 %
Pin flexible	3	0	0 %
Pin tordu	1 755	38	2.2 %
Pin mugo	23	1	4.3 %
Pin ponderosa	102	0	0 %
Pin sylvestre	1 047	51	4.9 %
Pin pignon	2	0	0 %

Résumé 1977-1987

L'étendue globale de l'épidémie de dendroctone du pin ponderosa de 1977 à 1987 couvrait environ 37 090 ha de forêts de pins tordus et s'étendait de la frontière américaine au nord jusqu'au réservoir de Spray Lakes près du Parc national Banff et jusqu'au bloc Central du Parc interprovincial Cypress Hills en Saskatchewan (figure 17). On estime que 3 236 871 pins tordus ont été abattus dans les forêts commerciales, ce qui représente un volume total de 1 068 167 m³ (Brandt, 1994). On ne sait pas exactement combien de pins ont été abattus sur les terres des Premières Nations et dans les parcs provinciaux, mais on sait qu'au moins 10 137 pins tordus ont été tués dans le Parc interprovincial Cypress Hills (tableau 3). En outre, 41 591 pins flexibles ont été tués par les efforts de lutte dans la zone de contrôle et il a été noté que « d'innombrables milliers » de pins flexibles gris tués par le dendroctone étaient restés sur pied (Smith, 1986).

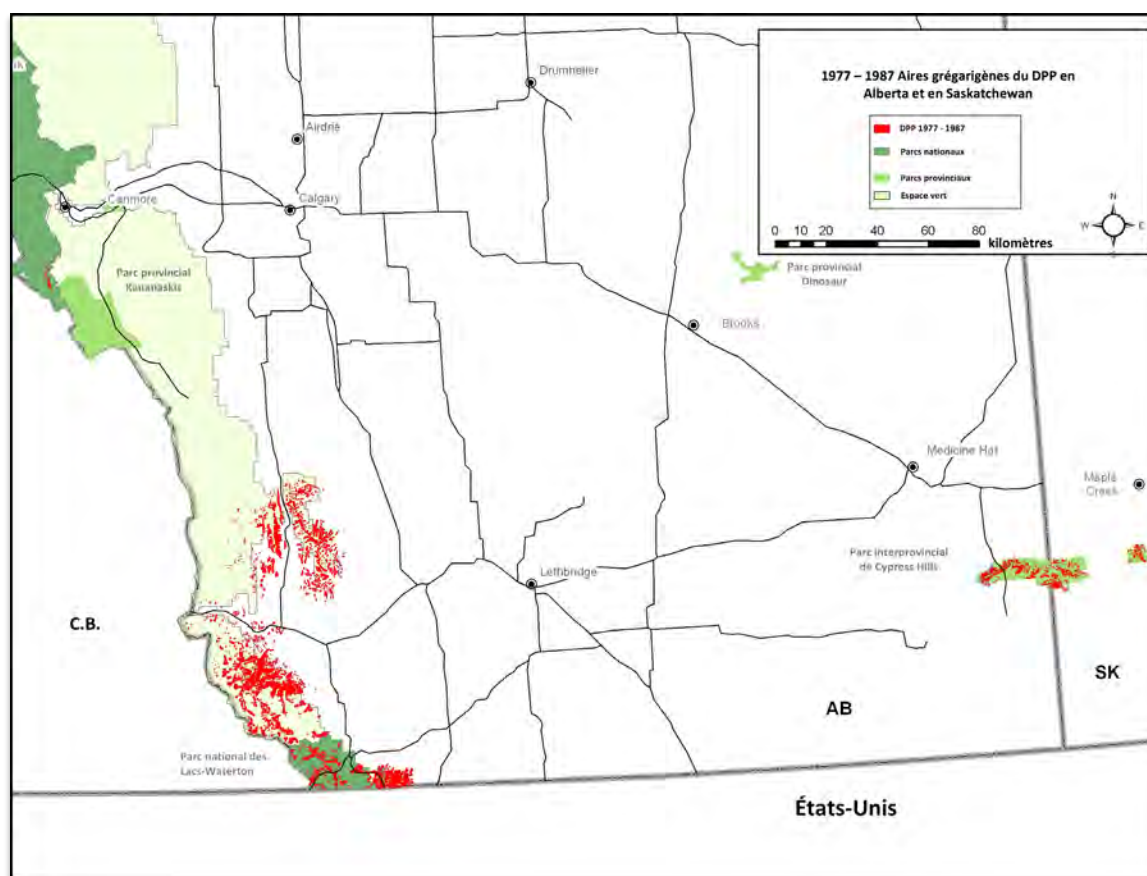


Figure 17. Vue d'ensemble des infestations par le dendroctone du pin ponderosa de 1977 à 1987.

Les infestations septentrionales de cette épidémie, en particulier celles des parcs nationaux de Kananaskis et de Banff, étaient relativement mineures et on pense qu'elles ont été causées par des vols annuels de coléoptères à partir des infestations plus importantes de la Colombie-Britannique. Elles étaient de petite taille, présentaient une faible mortalité annuelle des arbres et les couvées avaient du mal à s'établir. En comparaison, les infestations du sud, telles que celles de la zone de contrôle et de récupération, du PNWL et du PICH, étaient de grande taille, avec des taux de mortalité élevés et des populations de coléoptères bien établies. La zone de récupération représentait la plus grande partie (56 %) de l'ensemble de la zone touchée par le foyer.

Les efforts de lutte déployés au cours de cette épidémie ont permis de sauver de nombreux pins commerciaux, mais la principale raison pour laquelle l'épidémie s'est éteinte est due aux basses températures enregistrées au cours des hivers 1983-1984 et 1984-1985. La preuve en est que l'infestation du PNWL s'est effondrée en même temps que les autres zones d'infestation, même si elle n'a pas été contrôlée.

L'épidémie du millénaire

Willmore - Kakwa - Grande Prairie

Les attaques du dendroctone du pin ponderosa ont été détectées pour la première fois dans le parc Willmore Wilderness en 1992, lorsque des arbres appâtés ont été attaqués près de Beaverdam Pass. En 1993, des attaques infructueuses ont eu lieu sur des sites appâtés près de Morkill Pass, Beaverdam Pass, et au confluent de Jackpine River et de Spider Creek (Brandt, 1994). Les attaques se sont poursuivies dans les mêmes zones que ci-dessus, y compris à Casket Creek en 1994, mais elles ont été couronnées de succès. Des attaques infructueuses ont eu lieu près de Côté Creek et Featherstonhaugh Creek, et près du confluent de Beaverdam Creek et Pauline Creek. Tous les arbres attaqués avec succès ont été abattus et écorcés ou les couvains de coléoptères ont été détruits manuellement (Brandt, 1995). En 1995, seules des attaques infructueuses ont été constatées sur des arbres appâtés près de Côté Creek et Featherstonhaugh Creek, Beaverdam Pass, et au confluent de Jackpine River et Spider Creek (Brandt, 1996). L'année suivante, les arbres appâtés ont de nouveau été attaqués dans les mêmes zones. Entre 1992 et 1996, les attaques d'arbres appâtés n'ont jamais dépassé le nombre de visites annuelles et les relevés aériens n'ont pas révélé de mortalité causée par le dendroctone du pin ponderosa ailleurs que sur les arbres appâtés. On pensait que la plupart des attaques au cours de ces années étaient le fait de coléoptères migrant depuis la C.-B. (Brandt, 1997).

Cette situation a changé en 1997, lorsque le nombre d'attaques réussies par arbre appâté a considérablement augmenté. Les arbres appâtés au confluent de Jackpine River et de Spider Creek ont subi jusqu'à 60 attaques par arbre, tandis que ceux de Upper Sheep Creek, de Morkill Pass et de Beaverdam Pass ont subi respectivement jusqu'à 35, 22 et 17 attaques par arbre. En 1998, on pense que l'augmentation était due à la migration des coléoptères depuis l'infestation de Holmes River, située à environ 5 km en Colombie-Britannique, ainsi qu'aux fortes chutes de neige de l'hiver 1996-1997 qui ont contribué à isoler les coléoptères hivernants, améliorant ainsi la survie des couvées en hiver. En octobre 1998, 42 arbres avaient été traités soit par écorçage manuel, soit par abattage et brûlage (ASRD, 1997 et 1998).

En 1999, l'augmentation des attaques s'est poursuivie et cinq petites poches d'arbres tués par le dendroctone ont été observées dans Jackpine Pass, en dehors des zones des stations d'appâtage. En outre, 11 des 16 sites d'appât établis dans le parc Willmore Wilderness (PWW) ont été attaqués et 28 arbres devaient être enlevés à l'automne 1999 (ASRD, 1999). L'année suivante, 25 arbres ont à nouveau été tués dans la région de Jackpine Pass, mais seuls deux d'entre eux avaient survécu aux coléoptères. Une fois de plus, 11 des 16 sites d'appâtage ont été attaqués et 14 arbres ont dû être enlevés. On soupçonne que les niveaux sont restés les mêmes que l'année précédente (ASRD, 2000).

En 2001, peu de survie a été constatée dans les sites d'appât où les arbres avaient été attaqués l'année précédente dans le PWW. Cependant, les arbres de 10 autres sites du parc ont été attaqués. Il a été noté que le nombre d'attaques par arbre a augmenté par rapport à l'année précédente. Une centaine d'arbres tués par le dendroctone ont été détectés dans Meadowland Valley, près de Jackpine River et également à l'ouest de Ptarmigan Lake (ASRD, 2001).

En 2002, l'infestation a de nouveau augmenté lorsque les prospections aériennes et terrestres ont permis de détecter 200 arbres victimes d'attaques en rouge et 113 en vert, principalement dans Meadowland Creek Valley, près de Jackpine River. Les arbres victimes d'attaques en rouge ont été abattus, tandis que les arbres victimes d'attaques en vert ont été coupés et brûlés. L'année suivante, seuls 10 arbres tués au total ont été trouvés dans deux parcelles. Celle située près de Beaverdam et Avalanche Creek ne contenait que deux arbres et celle située près de Meadowland Creek en contenait huit. Les stations d'appât à phéromone ont été réduites de 12 à 2 en 2003. Il est intéressant de noter que les trois arbres ont été attaqués dans une nouvelle parcelle établie le long de Lower Kakwa River dans le parc provincial Kakwa Wildland au nord de Willmore. Il s'agissait de l'attaque la plus septentrionale du dendroctone du pin ponderosa en Alberta à ce jour (ASRD, 2002 et 2003).

En 2004, des attaques rouges et des arbres décolorés ont de nouveau été observés dans la région de Meadowland Creek, de Beaverdam et d'Avalanche Creek, ainsi que dans la région de Casket Lake. On a signalé qu'elles étaient plus nombreuses près de Casket Lake. Les postes d'appâtage du Parc provincial Kakwa Wildland n'ont pas été attaqués en 2004.

L'année suivante, l'activité du dendroctone du pin ponderosa s'est intensifiée de façon spectaculaire et des arbres victimes d'attaques rouges et vertes ont été trouvés dans les vallées de Jackpine River, de Beaverdam Creek, de Muddywater River et de Sheep Creek. En outre, des arbres attaqués ont été détectés à d'autres endroits : dans le parc Kakwa, au nord du parc, et directement à l'est de Grande Cache, sur la face ouest du mont Louis (figure 18). Au total, 10 660 arbres ont été traités dans la Région de Willmore Wilderness et 289 dans la zone du Parc Kakwa en mai 2006 (ASRD, 2005 et 2006).

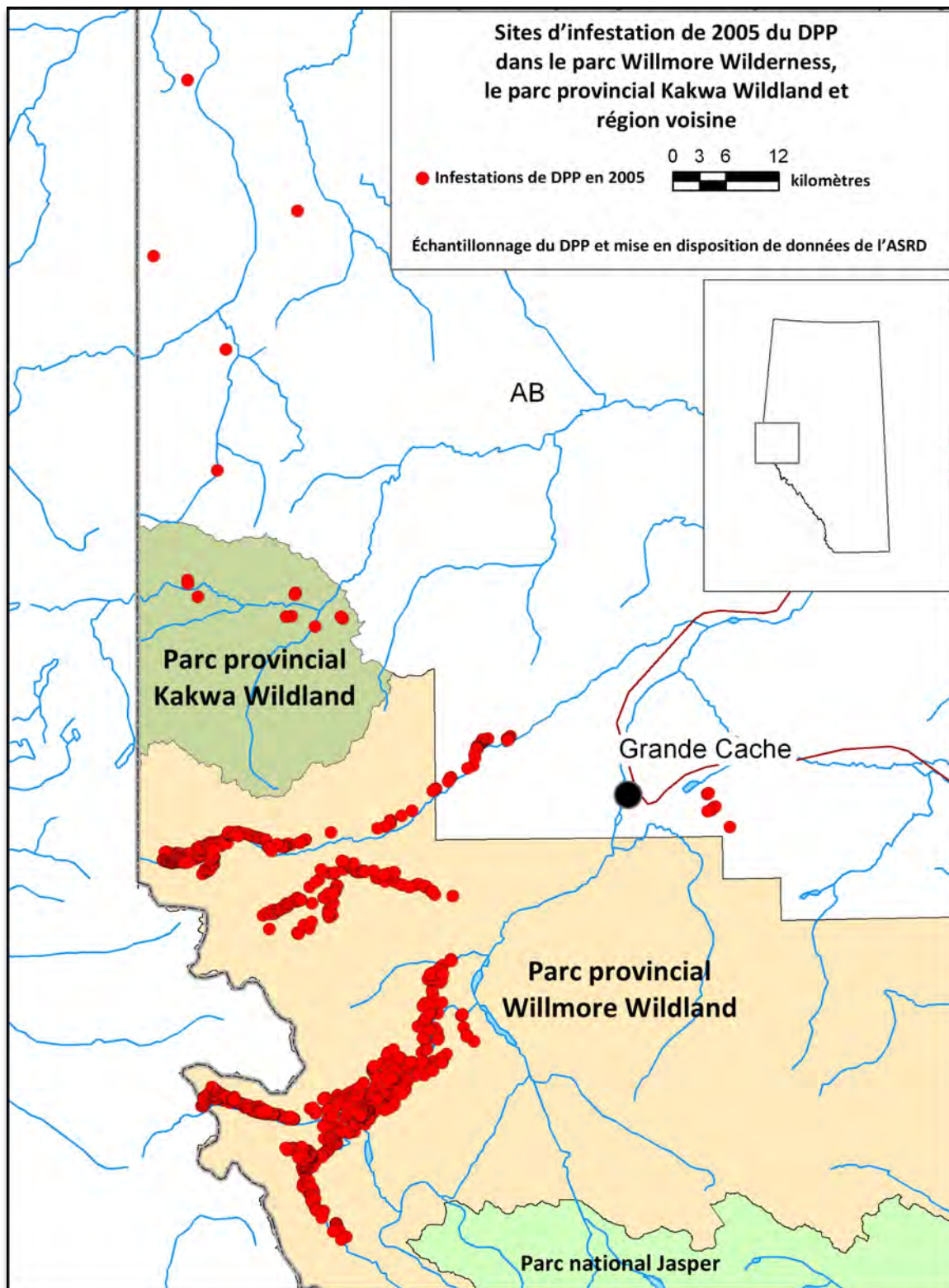


Figure 18. Dendroctone du pin ponderosa dans les parcs Willmore Wilderness et Kakwa Wildland, 2005.

Au cours de l'été 2006, un vol important de coléoptères a eu lieu en juillet, entraînant une expansion sans précédent dans le nord-ouest de l'Alberta (ASRD, 2006). À la mi-août, les relevés aériens et terrestres ont permis d'estimer à 2 550 000 le nombre d'arbres attaqués par le dendroctone dans la seule zone forestière Smoky de l'ASRD. Cela représentait environ 91 % du nombre total estimé d'arbres attaqués par le dendroctone dans la province (ASRD, 2007). L'infestation ponctuelle la plus septentrionale a été enregistrée près de la frontière de la Colombie-Britannique, à environ 260 km au nord de Grande Prairie, à 57° 45' de latitude nord, et la plus orientale a été enregistrée près du Petit lac des Esclaves, à 115° 30' de longitude nord.

À l'heure où nous écrivons ces lignes, l'épidémie dans cette région continue de s'étendre. À ce jour, un total cumulé de trois millions d'arbres a été infesté en Alberta (Dan Lux, comm. pers. 2007).

Parc national Jasper

Hormis les arbres tués par le dendroctone observés par un garde forestier en 1966 et 1967 à 20 km au sud de Jasper, comme indiqué ci-dessus, les attaques du dendroctone du pin ponderosa n'ont pas été enregistrées dans le Parc national Jasper (PNJ) avant 1992. Cette année-là, des arbres appâtés par l'ASRD près de Chown Creek à l'extrémité nord du PNJ ont été attaqués (Cerezke et Brandt, 1993). Des attaques dispersées ont eu lieu en 1993 dans les vallées Whirlpool River et Miette River (Brandt, 1994). Aucune nouvelle attaque n'a été signalée entre 1995 et 1998. Toutefois, en 1999, des parcelles de 1 à 5 pins tordus tués par le dendroctone ont été observées en 15 endroits dispersés le long de la partie supérieure de la Smoky River, près de Bess Pass. Plusieurs arbres décolorés ont également été cartographiés le long de Twintree Lake (figure 19). Un levé complémentaire au sol de 9 des 15 emplacements a révélé que 14 arbres avaient été attaqués en 1998, tandis que 2 l'avaient été avant 1998, probablement en 1997. Il a été noté que la vallée adjacente de Holmes River en C.-B. était fortement infestée et était la source possible des attaques, peut-être par des vols passant par Bess Pass (Unger, 1999b).

En 2000, l'épidémie de dendroctone du pin ponderosa s'est poursuivie dans cette région et un total d'environ 70 arbres tués par le dendroctone dans 23 sites ont été cartographiés lors de relevés aériens. Dix de ces sites avaient été attaqués les années précédentes, mais 13 nouvelles zones ont été observées plus au sud, entre Bess Pass et Carcajou Creek. Les attaques sur un seul de ces sites ont été confirmées comme étant causées par le dendroctone du pin ponderosa, mais tous les autres sites semblaient similaires. Les prospections au sol ont révélé un cycle de vie de 2 ans avec une grande variation dans la phénologie (Unger, 2000b).

En 2001, les populations de dendroctone du pin ponderosa ont semblé diminuer en nombre lorsque seulement 12 arbres décolorés ont été trouvés sur six sites. Ces zones étaient principalement situées dans la région de Chown Creek, mais des arbres épars tués par le dendroctone du pin ponderosa ont été observés jusqu'au confluent avec Carcajou Creek, au sud. Des levés au sol effectués en juillet ont révélé la présence de 26 arbres victimes d'attaques vertes. Seuls 14 arbres ont été attaqués en 2001, les autres ayant été partiellement attaqués en 1999 et 2000. Les 14 arbres étaient dispersés entre le chalet des gardes du parc Smoky et Carcajou Creek. Une forte mortalité hivernale due aux conditions météorologiques ainsi qu'à la

prédation des pics et des galeries courtes avec peu ou pas de production d'œufs ont été observées (Unger, 2001b).

Les infestations semblaient avoir légèrement augmenté en 2002, puisque 64 arbres décolorés ont été localisés sur 19 sites. Seuls 12 de ces sites ont fait l'objet de recherches au sol et, parmi eux, neuf ont été confirmés comme étant causés par le dendroctone du pin ponderosa. Les populations de coléoptères de ces neuf sites ont connu une faible survie hivernale. Les prospections au sol de juin et septembre ont montré des galeries plus courtes que la normale contenant un petit nombre d'œufs. Ceci, combiné à un cycle de vie de deux ans, a indiqué que l'infestation était à peine établie. De plus, pour la première fois, deux arbres tués par le dendroctone du pin ponderosa ont été observés le long de l'autoroute 16, près de l'entrée ouest. L'expansion de l'infestation dans le Parc provincial du Mont Robson était préoccupante en raison de sa proximité avec les peuplements de pins de la vallée de Miette River dans le PNJ (Unger, 2002b).

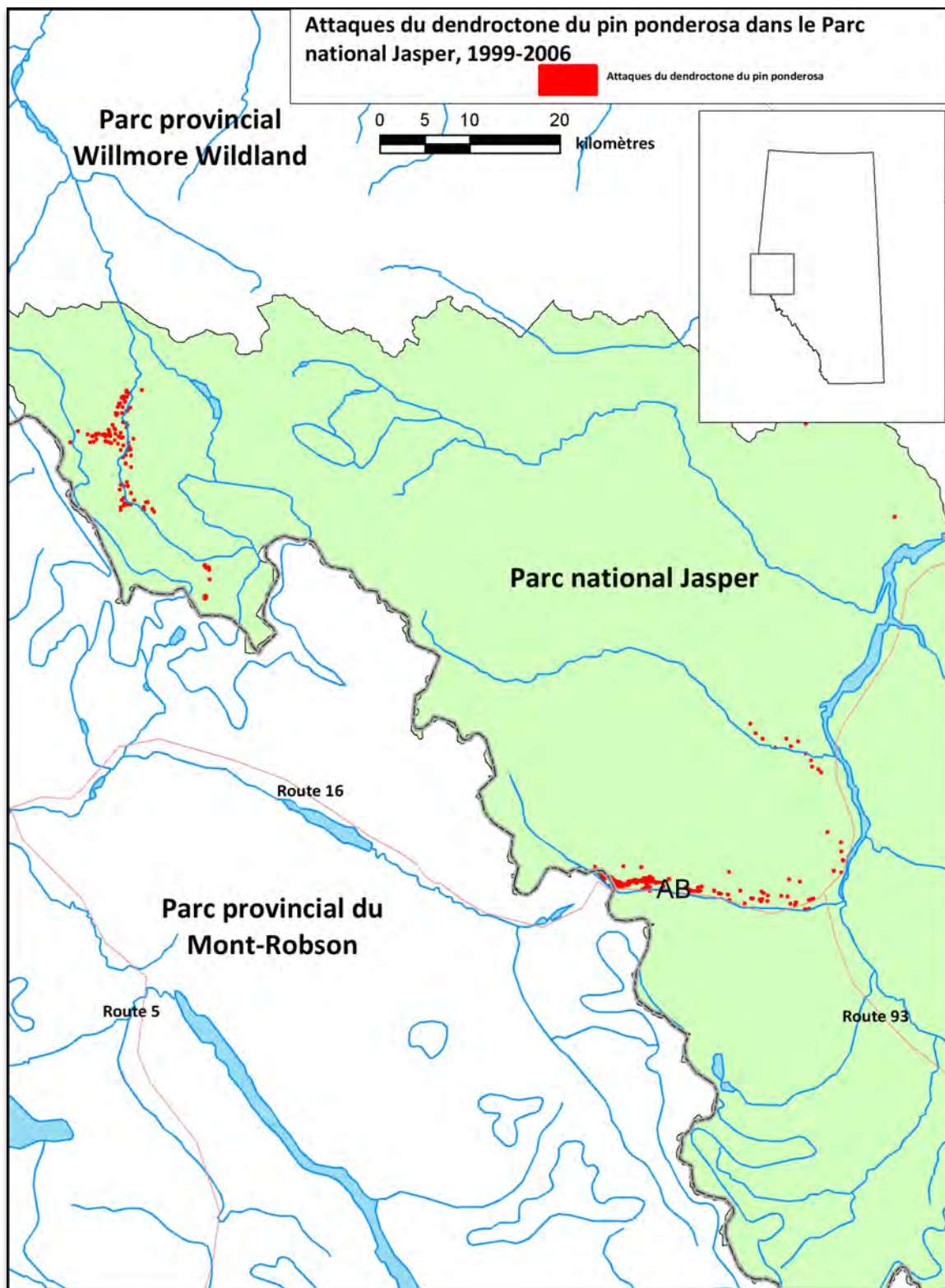


Figure 19. Attaques du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national Jasper, 1999-2006.

Une diminution de l'infestation de l'Upper Smoky River a eu lieu en 2003. Les prospections aériennes de septembre n'ont permis de localiser que 32 arbres décolorés sur neuf sites. Les résultats du levé au sol de six de ces sites ont permis de prédire que les populations seraient stables en 2004. Une migration supposée s'être produite en 2002 à partir des infestations du Parc provincial du Mont Robson a donné lieu à 15 petites parcelles attaquées en 2002 (avec cinq arbres ou moins) qui étaient situées à l'entrée ouest du parc (Unger, 2003).

En 2004, l'infestation s'est poursuivie dans la partie supérieure de la Smoky River, avec la découverte de 12 arbres nouvellement tués dans cinq parcelles dans la région de Calumet Creek à Adolphus Lake. D'autres poches ont également été repérées le long de Robson River. Le nombre d'arbres récemment abattus a diminué dans les régions de Wolverine Creek et de Chown Creek, où seuls 19 arbres ont été recensés en 12 endroits. À l'entrée ouest, l'activité du dendroctone du pin ponderosa s'est intensifiée et a tué environ 125 arbres dans 58 parcelles. Dans ces poches, la population a progressé jusqu'à Caledonia Creek à l'est, et des arbres morts épars ont été trouvés jusqu'à Mina Lake à l'est. En 2004, on craignait que les arbres tués par le dendroctone du pin ponderosa ne soient pas détectés parce qu'ils seraient confondus avec des arbres morts dans les zones de mortalité causée par la sécheresse qui ont été observées au nord d'Athabasca Falls jusqu'à Snake Indian River et le long de Miette River en 2004 (Unger, 2004).

En 2005, l'infestation globale du PNJ a peu ou pas progressé. Trente nouveaux arbres décolorés dans 20 zones ont été cartographiés dans la région de l'Upper Smokey River. Il a été noté que l'activité du dendroctone du pin ponderosa dans la région de la Upper Smokey River était caractéristique d'une population endémique dans laquelle des niveaux élevés de mortalité hivernale maintenaient la population locale à un faible niveau. Entre l'entrée Ouest et le site de la ville de Jasper, 142 arbres décolorés dans 41 parcelles ont été localisés. Cela représentait une légère augmentation par rapport aux niveaux de 2004. Plus de 60 % de ces parcelles se trouvaient le long de Miette River, entre l'entrée ouest et Derr Creek. Des levés au sol ont également été effectués dans le Parc provincial du Mont Robson afin de déterminer la vigueur de cette population et l'afflux éventuel de coléoptères migrant dans le corridor de l'entrée ouest. Les relevés ont montré une population saine composée de couvées bien développées avec une très faible mortalité (Unger et Roke, 2005).

Au total, environ 180 arbres décolorés ont été cartographiés dans le PNJ en 2006. Il y avait 146 arbres décolorés dans 50 parcelles cartographiées entre l'entrée ouest et Jasper, 30 arbres dans 10 endroits le long de Snaring River, et un nombre non divulgué d'arbres dans deux endroits le long de Moosehorn Creek. Aucune activité du dendroctone du pin ponderosa n'a été observée dans la région de la Upper Smokey River. Bien que le nombre d'arbres tués ne le reflète pas, il y a un consensus général sur le fait qu'une baisse de l'activité de la population de dendroctone du pin ponderosa a eu lieu en 2006.

Parc national Banff et sa région

Le SCF et Parcs Canada ont continué à effectuer des relevés aériens et terrestres annuels du dendroctone du pin ponderosa pendant de nombreuses années sans incident, jusqu'en 1994. Cette année-là, moins de 20 arbres tués par le dendroctone du pin ponderosa ont été découverts dans la vallée de Bow River, entre l'intersection de l'autoroute 1A et le nord de Corral Creek. Des vérifications sur le terrain ont révélé que certains des arbres avaient été attaqués par bandes en 1992 et réattaqués en 1993 (Brandt, 1994). Les relevés annuels se sont poursuivis sans incident jusqu'en 1998.

L'épidémie actuelle de dendroctone du pin ponderosa à Banff a commencé en 1998, lorsque plus d'une douzaine de petites parcelles composées de cinq arbres ou moins ont été détectées dans les vallées de Brewster et de Healy Creek. Un relevé au sol de ces parcelles en septembre a indiqué que 15 arbres avaient été attaqués en 1997 et que seuls trois arbres victimes d'attaques vertes avaient été trouvés. Un endroit avec trois arbres décolorés montrant des signes de dommages causés par les pics a été localisé le long de Bryant Creek et un autre avec 15 arbres décolorés ou plus près de l'extrémité sud de Spray Lake, mais il n'a jamais été confirmé qu'ils étaient causés par le dendroctone du pin ponderosa (Unger, 1998a).

Au cours des années suivantes, l'infestation s'est étendue à toute la vallée de Bow River, pour inclure des zones telles que Red Earth, Brewster, Healy, Forty Mile et Goat Creeks, Cascade et Spray Rivers, Sundance Pass, Mount Norquay, Lake Minnewanka et le Fairholme Bench (Figure 20). En 2002, l'épidémie s'est étendue à l'est au-delà de la frontière du parc et a infesté environ 1 200 pins dans et autour du site de la ville de Canmore et du parc Bow Valley Wildland (ASRD, 2002). En 2004, l'infestation de Banff avait atteint 5 000 arbres attaqués et 1 200 arbres victimes d'attaques vertes supplémentaires avaient été découverts lors de prospections au sol. La plupart des arbres décolorés se trouvaient dans les régions de Healy Creek et du Mont Norquay (Unger, 2004a), tandis que les arbres victimes d'attaques vertes ont été observés dans la partie supérieure de Fairholme Bench, dans les régions de Tunnel Mountain/Peyto Pit/Douglas Fir et de Lake Minnewanka (Park, 2005). Les zones avec des arbres attaqués ont également augmenté dans la vallée de Bow River entre Ranger Canyon et Castle Mountain, le long du cours inférieur de Spray River, et près d'Aylmer Creek près de Lake Minnewanka (Unger, 2004a). Au cours de l'hiver 2004-2005, 1 471 pins victimes d'attaques vertes ont été éliminés soit par coupe et brûlage, soit par abattage en vue d'une récupération.

Une diminution du nombre de pins actuellement attaqués a été observée en 2005, lorsque seulement 3 000 pins ont été cartographiés dans le Parc national Banff. Parmi eux, 900 se trouvaient dans la région de Healy Creek, 600 dans la région de Tunnel Mountain, et les 1 500 restants étaient répartis le long de Bow River, juste à l'est de la ville de Banff jusqu'au nord du Lac Louise, ainsi que dans les régions de Lake Minnewanka, Stoney Squaw et Norquay. En 2006, la population a encore diminué lorsqu'environ 1 050 pins tués par le dendroctone ont été détectés. Les régions de Carrot Creek/Lake Minnewanka/Cascade River contenaient 300 arbres décolorés, les régions de Mount Norquay et Stoney Squaw en contenaient 225, Healy Creek en contenait 200, tandis que les régions de Brewster Creek, Tunnel Mountain et Spray River en contenaient 50 chacune.

Des mesures de contrôle conformes à la politique du parc ont été prises dans le Parc national Banff pour gérer cette épidémie de dendroctone du pin ponderosa. Deux zones ont été établies : une zone de surveillance où les brûlages dirigés ont été utilisés pour réduire l'habitat du dendroctone du pin ponderosa, et une zone de gestion où les brûlages dirigés et les pratiques standard de lutte contre le dendroctone du pin ponderosa, telles que la coupe et le brûlage/élimination, et l'appâtage à la phéromone pour la détection et la surveillance, ont lieu (figure 20). Entre 2002 et le printemps 2005, environ 6 700 arbres infestés par le dendroctone ont été coupés et brûlés ou enlevés mécaniquement de la zone de gestion. En 2003, un brûlage dirigé a été effectué sur 4 420 ha d'habitats infestés et non infestés par le dendroctone du pin ponderosa sur Fairholme Bench. Des appâts à base de phéromones ont également été utilisés chaque année pour attirer le coléoptère dans les zones accessibles. De 2003 à 2005, le nombre annuel d'appâts installés était de 524 496 et 500 respectivement (Parcs Canada, 2006).

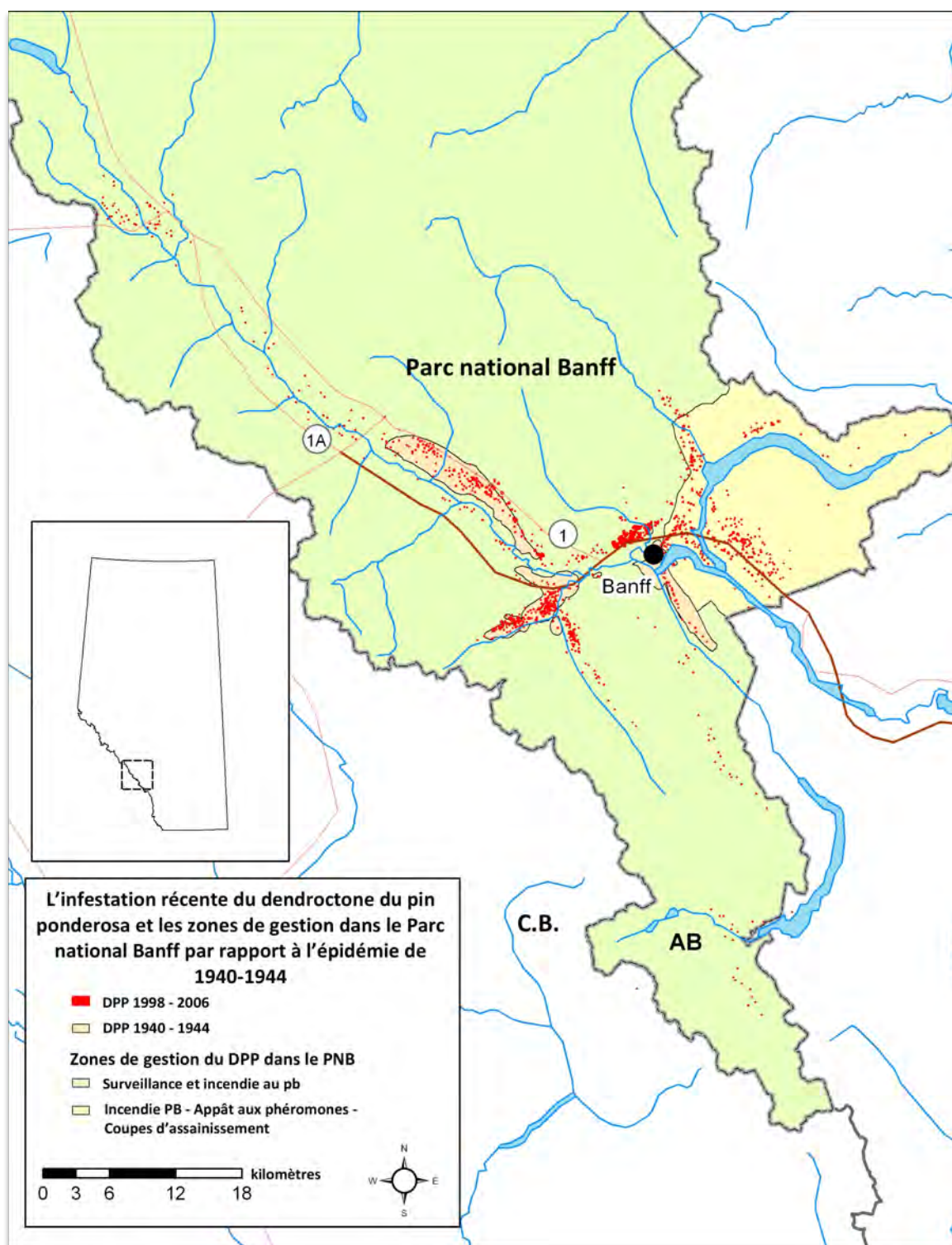


Figure 20. Épidémie actuelle de dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national Banff, 1998-2006.

La plupart des zones endommagées lors de cette récente épidémie à Banff correspondent à celles qui ont été attaquées lors de l'épidémie de Banff entre 1940 et 1944, en particulier dans les zones de Brewster/Healy Creek, au nord de Bow River jusqu'à Castle Mountain, dans la vallée de Spray River près de Sulphur Mountain, et de Stoney Squaw Mountain. Cependant, alors que l'épidémie des années 1940 n'a duré que cinq ans, l'épidémie actuelle dans le Parc national Banff et les régions de Canmore a duré neuf ans et se poursuit à l'heure où nous écrivons ces lignes.

Zone de Kananaskis

L'activité du dendroctone du pin ponderosa dans la région de Kananaskis au cours des années 1990 a été relativement faible. En 1991, les six arbres appâtés sur les deux sites d'appâtage établis sur le côté est du réservoir de Spray Lakes ont été attaqués et ont été traités à la main (Cerezke et Gates, 1992). L'année suivante, 15 appâts ont été déployés sur cinq sites dans la même zone, ce qui a donné lieu à 10 arbres attaqués. Six d'entre eux ont été fortement attaqués et ont dû être enlevés ou écorcés. Cette année-là, l'ALFS a également détecté deux petites parcelles de pins récemment tués, vraisemblablement par le dendroctone du pin ponderosa, près du mont Kent. Cette information n'a toutefois pas été confirmée. L'appâtage aux phéromones s'est poursuivi chaque année dans la région de Kananaskis jusqu'en 2001. Au cours de cette période, les arbres appâtés ont été touchés chaque année, sauf en 1995. Des couvées réussies ont été observées en 1994 et ont été détruites immédiatement. Depuis 2001, des attaques ont eu lieu contre des stations d'appâts à l'est de Kananaskis en 2003, 2004 et 2005, mais elles n'ont pas été très importantes jusqu'à présent (ASRD, 2006).

Zones de contrôle et de récupération

La surveillance des zones de contrôle et de récupération par des levés aériens et levés au sol, ainsi que par des stations d'appâts semiochimiques, s'est poursuivie chaque année après l'effondrement de la principale épidémie de 1977 à 1986 dans ces régions.

En 1987, 68 arbres appâtés ont été attaqués dans la région de Crowsnest Pass et seuls quelques pins tordus et pins flexibles récemment tués ont été trouvés dans la région de Blairmore lors des prospections. Tous ont été traités (Cerezke et Emond, 1988). L'année suivante, un relevé routier mené par le SCF dans Porcupine Hills, le long de l'autoroute 517, et le long des routes forestières au sud de Blairmore et Beaver Mines, n'a détecté aucune nouvelle mortalité. Cette situation a changé en 1989, lorsque plus de 600 pins nouvellement tués ont été découverts en petits groupes de 2 à 10 arbres dispersés dans les zones de récupération et de contrôle, depuis Porcupine Hills jusqu'à la frontière du PNWL. Onze des 13 sites d'appât dans le sud de la forêt de BowCrow ont été attaqués. Il a été noté que la plupart des attaques étaient infructueuses et ne nécessitaient aucun traitement (Emond et Cerezke, 1990).

Bien qu'aucune nouvelle mortalité n'ait été détectée par les relevés, les arbres appâtés ont été attaqués chaque année de 1990 à 2004 dans les anciennes zones de contrôle et de récupération. La plupart des attaques au cours de cette période, en particulier de 1990 à 1993, se sont concentrées sur les postes d'appâtage situés dans et autour de Crowsnest Pass, entre Blairmore/Coleman et la frontière de la Colombie-Britannique. Les postes d'appâtage de Tent

Mountain, Allison, Byron et McGillvray Creeks, la zone au nord de Coleman et le long de la rivière Oldman ont également été attaqués à plusieurs reprises.

La plupart des attaques de stations d'appât ont échoué au cours de cette période, et celles qui ont réussi ont le plus souvent été traitées en enlevant à la main l'écorce contenant des galeries actives de coléoptères. Il semble qu'il y ait eu une augmentation progressive de l'activité du dendroctone du pin ponderosa depuis 1998. Plus récemment, en 2005, l'activité du dendroctone du pin ponderosa a augmenté dans la zone située entre les parcs nationaux de Kananaskis et de Waterton Lakes (figure 21). Les levés au sol effectués par l'ASRD en 2005 ont révélé un rapport de 4:1 entre les arbres victimes d'attaques vertes et d'attaques rouges, ce qui indique un retour à l'augmentation des populations dans cette région (ASRD, 2005).

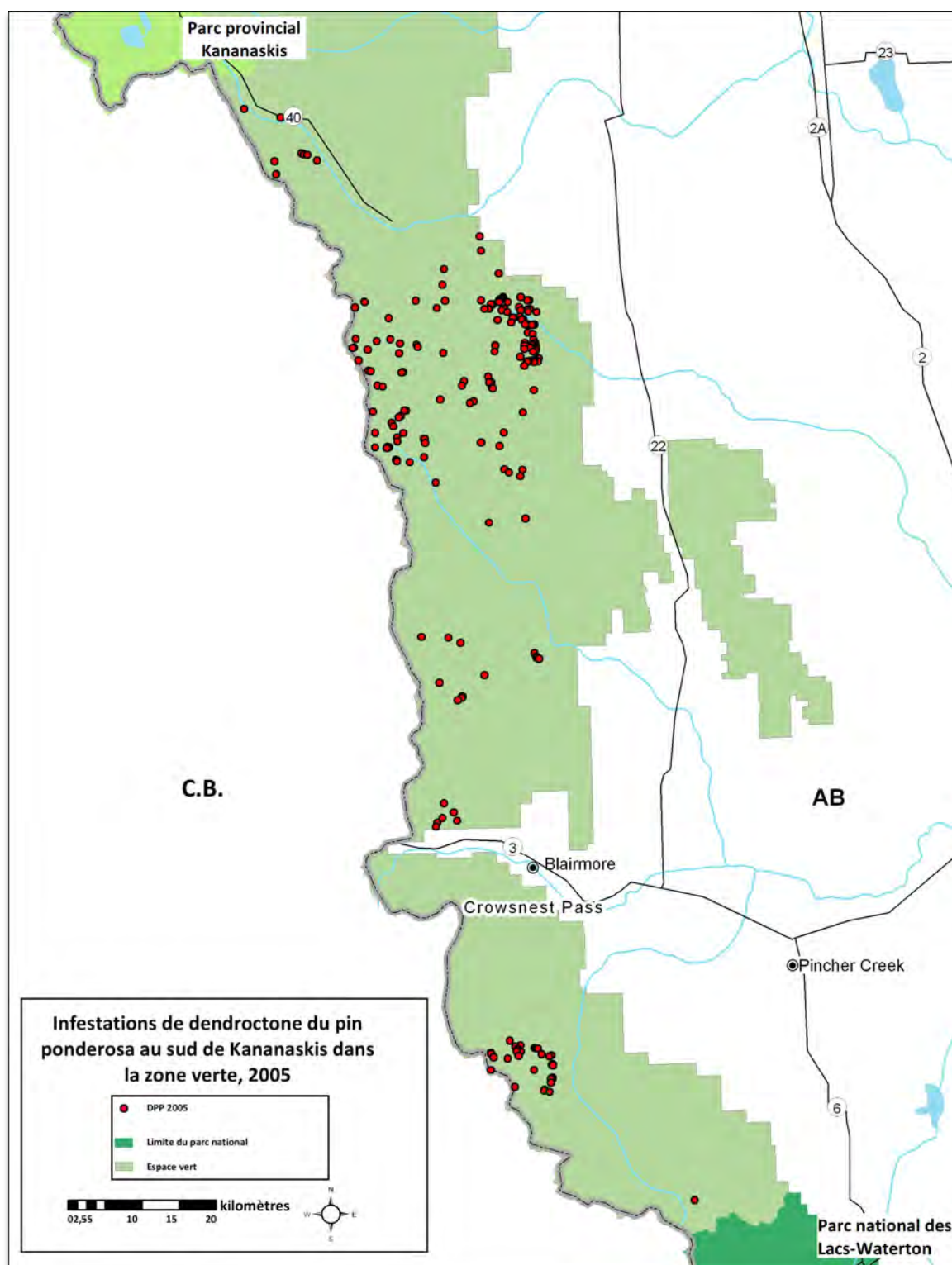


Figure 21. Infestations de dendroctone du pin ponderosa au sud de Kananaskis dans la zone verte, 2005.

Il est également à noter qu'il n'y a pas eu d'activité de coléoptères dans Porcupine Hills pendant un certain nombre d'années, jusqu'à ce qu'une seule station d'appât soit attaquée en 2001. Elle a depuis été attaquée en 2003 et 2004. En outre, depuis 2000, des attaques ont eu lieu, par intermittence, à deux postes d'appâtage différents situés à l'extérieur du coin sud-est du Parc national des Lacs-Waterton (données de l'ASRD, voir l'URL de l'ASRD).

Parc national des Lacs-Waterton

En 1988, on n'a trouvé dans le Parc national des Lacs-Waterton, le long des routes de Cameron Lake et de Red Rock Canyon, que 60 arbres décolorés en groupes de 3 ou moins. Dans la partie est du parc, les attaques de coléoptères ont été signalées comme étant dispersées de part et d'autre de la Chief Mountain Road, au sud de la frontière américaine (Emond et Cerezke, 1989). La localisation de cette mortalité n'a pas été cartographiée.

En 1989, on estimait que 20 à 30 arbres, présumés tués par le dendroctone du pin ponderosa, étaient à nouveau observés le long de Blakiston Creek et de la route de Cameron Lake (Emond et Cerezke, 1990). Ces zones n'ont jamais fait l'objet de recherches sur le terrain. Aucun cas de mortalité causée par le coléoptère n'a été enregistré dans l'est du parc.

Les relevés se sont poursuivis pendant de nombreuses années sans qu'aucune nouvelle mortalité ne soit observée, jusqu'en 2000. Un seul arbre attaqué par le dendroctone du pin ponderosa a été découvert sur un arbre ayant subi un stress dû au feu sur le versant est de Sofa Mountain. Cette indication de la présence de faibles populations à l'intérieur du parc est préoccupante car elle pourrait s'étendre aux peuplements de pins récemment soumis à des incendies dans la région (Unger, 2000c).

Aucune nouvelle attaque n'a été signalée jusqu'en 2004. Des attaques accidentelles de dendroctone du pin ponderosa ont été observées à de très faibles niveaux sur des pins tués par la sécheresse et le scolyte Ips le long de Cameron Creek, de Crandell Lake, du côté ouest du Upper Waterton Lake près de la frontière américaine, de la région de North Belly River et à l'est de l'autoroute Chief Mountain. La découverte du dendroctone du pin ponderosa à de faibles densités était importante car elle indiquait que les populations étaient désormais au-dessus des niveaux endémiques (Unger, 2004c). Les faibles niveaux de dendroctone du pin ponderosa constatés en 2004 se sont atténués et aucune mortalité des pins attribuée au DPP n'a été observée en 2005 et 2006 (Roke et Unger, 2005 et Roke, 2006). Il est intéressant de noter qu'au cours de cette épidémie, les populations du PNWL n'ont pas augmenté comme dans les autres régions de la province, contrairement à ce qui s'était passé dans les années 1980. La surveillance se poursuit aujourd'hui.

Parc interprovincial de Cypress Hills

En 1987, l'Alberta a cartographié l'emplacement d'environ 90 pins nouvellement abattus, tous considérés comme endommagés par les porcs-épics. Un total de 200 appâts à phéromones déployés dans la partie albertaine du parc a donné lieu à 43 attaques infructueuses sur 20 arbres. La Saskatchewan a repéré 37 arbres nouvellement tués, tous par d'autres agents. Sur 300 appâts à phéromones déployés, seules cinq attaques ont été constatées sur trois arbres en Saskatchewan (Cerezke et Emond, 1988).

Bien que l'on ne connaisse pas l'état de la population de dendroctone du pin ponderosa en 1988, on peut supposer qu'elle était peu nombreuse car un petit nombre d'attaques a de nouveau été enregistré en 1989 sur 200 arbres appâtés dans le PICH dans les deux provinces. En Alberta, neuf attaques ont été enregistrées sur sept arbres, et en Saskatchewan, une attaque a été trouvée. Grâce au plan d'exploitation à long terme de la Saskatchewan visant à réduire les peuplements de pins surmatures prédisposés aux attaques du dendroctone du pin ponderosa, 250 ha au total avaient été exploités en 1990 (Emond et Cerezke, 1990).

De 1989 à 1994, les arbres appâtés du côté albertain du PICH ont continué à subir de très faibles attaques, mais ceux du côté saskatchewanais n'en ont subi aucune. Aucune attaque n'a été signalée jusqu'en 2000, lorsque les cinq postes d'appâtage installés du côté de l'Alberta, y compris un arbre non appâté, ont été attaqués. Bien que les chiffres soient encore très faibles, il y avait lieu de s'inquiéter car la répartition des attaques sur tous les sites d'appâtage laissait supposer que les populations de dendroctone du pin ponderosa pourraient être en augmentation (ASRD, 2000).

De 2000 à 2006, les postes d'appâtage de l'Alberta ont continué à enregistrer un faible nombre d'attaques, mais ont commencé à augmenter depuis 2004 (figure 22 et tableau 5). En 2006, les attaques sur les arbres appâtés ont été multipliées par 13 par rapport à 2005, bien que de nombreuses attaques aient été notées comme infructueuses avec de courtes galeries de moins de 10 cm de long. La plupart des attaques ont eu lieu dans la partie sud-est du parc, mais elles ont été plus nombreuses dans les localités de Grayburn, Storm et Nine Mile Creek. Sur les 29 arbres attaqués, neuf ont été coupés et brûlés pendant l'hiver 2006-2007, les autres ont été traités en enlevant l'écorce des galeries (Weekes, 2006). Les relevés aériens et le piégeage par phéromone se poursuivent.

En Saskatchewan, des pièges à entonnoir Lindgren, chacun appâté avec un leurre à trois composants, ont été déployés au cours des dernières années. Les chiffres annuels des pièges étaient négatifs jusqu'à ce que trois DPP adultes soient récupérés sur un total de 45 pièges déployés en 2005 (Kelly, comm. pers., 2006). On sait également que deux pins tordus ont été attaqués dans le bloc ouest du PICH de Saskatchewan en 2006 (Moore, comm. pers., 2006).

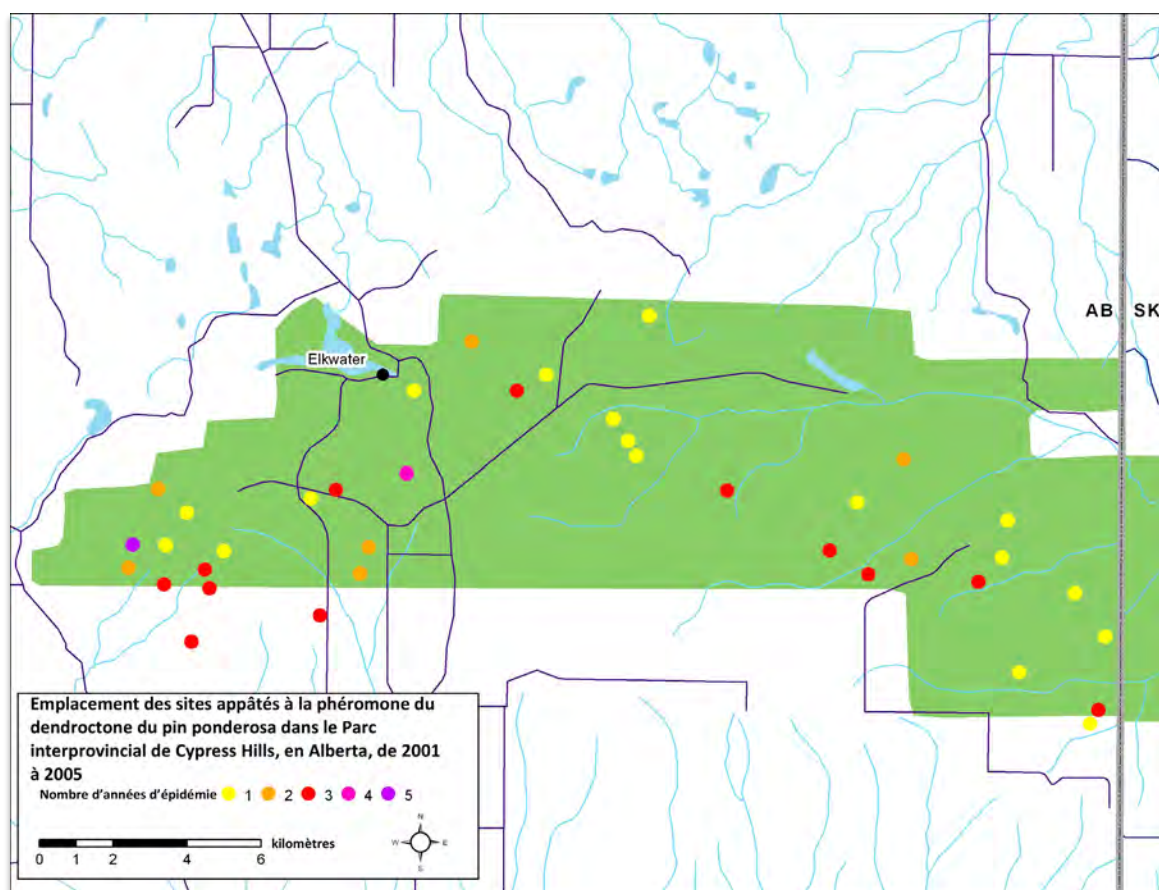


Figure 22. Emplacement des sites appâtés à la phéromone du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc interprovincial de Cypress Hills, en Alberta, de 2001 à 2005.

Tableau 5. Résumé du programme d'appâtage à la phéromone du dendroctone du pin ponderosa dans le Parc interprovincial de Cypress Hills de l'Alberta, de 2000 à 2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Parcelles établies	8	54	54	23	25	18	18
Appâts utilisés	24	162	162	45	53	54	52
Attaques	20	152	30	54	7	29	378
Arbres attaqués		56	13	22	4	14	29
Sites attaqués	5	35	11	13	4	13	15
Arbres coupés et brûlés	-	-	-	-	-	-	9

(Weekes, 2006).

Discussion sur les sources de données, la qualité des données et les erreurs potentielles

Aperçu

Les données historiques reconstituées doivent toujours être traitées avec prudence. Bien que le plus grand soin ait été apporté par ceux qui ont effectué les relevés initiaux et par ceux qui ont créé les données numériques des années plus tard, le laps de temps laisse de nombreuses possibilités d'interprétation erronée des faits. À l'époque, les techniques d'arpentage et de cartographie pouvaient varier d'une agence à l'autre. Des zones peuvent avoir été complètement omises ou avoir fait l'objet de plusieurs levés par des agences différentes, ce qui a donné lieu à des versions contradictoires des mêmes données. Les efforts de lutte menés à l'époque peuvent avoir supprimé les arbres attaqués entre les relevés, de sorte que ces arbres n'ont jamais été recensés. La technologie GPS n'était pas non plus disponible au cours des premières années de l'épidémie, de sorte que certains croquis cartographiques ont pu être imprécis. Cela aurait pu entraîner une sous-estimation ou une surestimation des zones infestées. En outre, les infestations cartographiées peuvent contenir des zones qui n'auraient pas pu abriter des populations de dendroctone du pin ponderosa, telles que des blocs de coupe, des marécages, des prairies alpines, etc. Au fil du temps, les cartes et les rapports se perdent et les experts qui ont participé aux relevés initiaux ont pris leur retraite, sont décédés ou ne peuvent plus être contactés. Cette perte de données, d'information et de connaissances oblige souvent les personnes chargées de reconstituer les scénarios d'épidémies historiques à s'appuyer sur des sources secondaires à la fiabilité douteuse. Le problème le plus fréquent dans la reconstitution des descriptions historiques des épidémies de dendroctone du pin ponderosa est sans doute la dépendance à l'égard des cartes ou des figures de rapport et des références textuelles des rapports de synthèse lorsque les cartes et les rapports originaux ont disparu. Les problèmes particuliers étaient ceux d'une échelle insuffisante pour représenter les lieux détaillés des foyers et interpréter les niveaux de population. Dans la mesure du possible, nous avons essayé d'utiliser des documents originaux ou des rapports dérivés de ces documents. Les observations ont été mentionnées, même si les interprétations correctes peuvent être remises en question. En général, l'approche adoptée a consisté à inclure toute information crédible dans l'espoir que des travaux futurs puissent résoudre ces questions.

Un autre problème survenu dans le cadre de ce travail concerne les méthodologies utilisées pour acquérir les données. Comme on pouvait s'y attendre, les technologies se sont améliorées

au fil du temps. Dans les années 1940, les relevés des foyers se limitaient à des observations au sol. Dans les années 1980, les avions étaient couramment utilisés pour la détection et l'enregistrement des foyers à l'aide de cartes sommaires. Ces relevés ont souvent été complétés par des relevés au sol. Au tournant du millénaire, les améliorations apportées à la localisation des foyers grâce à l'utilisation du GPS et à l'établissement de rapports grâce à l'utilisation du SIG ont rendu ces renseignements beaucoup plus fiables. Néanmoins, l'augmentation de la taille des foyers signalée ici pour les foyers successifs est réelle. Même si les premiers observateurs étaient limités à des relevés au sol, l'utilisation de tours d'incendie, les vues offertes par les terrains élevés, l'accès aux cols de montagne et aux glaciers permettent de penser qu'ils n'auraient pas manqué les dégâts dans les zones où les populations de coléoptères se sont étendues lors des épidémies ultérieures. Les détails enregistrés dans les foyers successifs permettent une meilleure précision, mais nous pensons que l'image générale de zones plus étendues infestées au fil du temps est exacte.

Des incohérences dans la collecte et la communication des données ont inévitablement résulté de la nature adaptative et interjuridictionnelle de ce travail. Au cours des sept décennies représentées dans le dossier rapporté ici, plusieurs agences, stratégies de relevés et programmes de contrôle différents ont permis d'élaborer les renseignements à des fins différentes en Alberta et en Saskatchewan. Le rapprochement des incohérences fréquentes quant à la manière dont les renseignements recueillis ont été enregistrés et communiqués a été une exigence constante, afin de traiter les renseignements contradictoires sur les statistiques annuelles relatives aux foyers pour chaque région. Les renseignements présentés ne sont pas incorrects. Toutefois, le lecteur doit être conscient du risque encouru en essayant de reconstituer l'historique des foyers à partir de différents enregistrements lorsque les renseignements ont été recueillis à différentes échelles spatiales et temporelles à des fins diverses. Par exemple, certains rapports décrivent l'activité annuelle par année civile, d'autres par année de développement du dendroctone (environ d'août à août), et d'autres encore ne sont pas clairs. On a veillé à chaque étape à réconcilier autant que possible toutes les divergences qui étaient essentielles pour le synopsis.

Cartes d'arpentage et autres sources

Les échelles cartographiques vont de 1 : 12 500 à 1 : 5M, ce qui inclue les cartes forestières provinciales, Cartes de la série nationale de référence cartographique (1 :50 000 et 1 :250 000), cartes d'inventaire forestier de la phase III de l'Alberta, cartes des parcs nationaux, cartes routières, cartes générales Mylar, rapports. Environ 80 % des polygones de l'ensemble de l'historique des foyers ont été créés à partir de sources cartographiques à des échelles égales ou inférieures à 1:50 000 (figure 23). Lorsqu'aucune carte n'était disponible, nous avons tenté de recréer la taille et la localisation des attaques en nous basant sur les meilleures descriptions textuelles disponibles. Elles ont été numérisées par écran en utilisant comme référence les données de la carte de base à l'échelle 1:50 000 non à l'échelle.

Bien que des efforts considérables aient été déployés pour retrouver le plus grand nombre possible de cartes d'arpentage originales, il est très probable que d'autres cartes sources, voire

de meilleures, existent encore pour certaines zones, mais qu'elles n'aient pas été trouvées au moment de la rédaction du présent rapport.

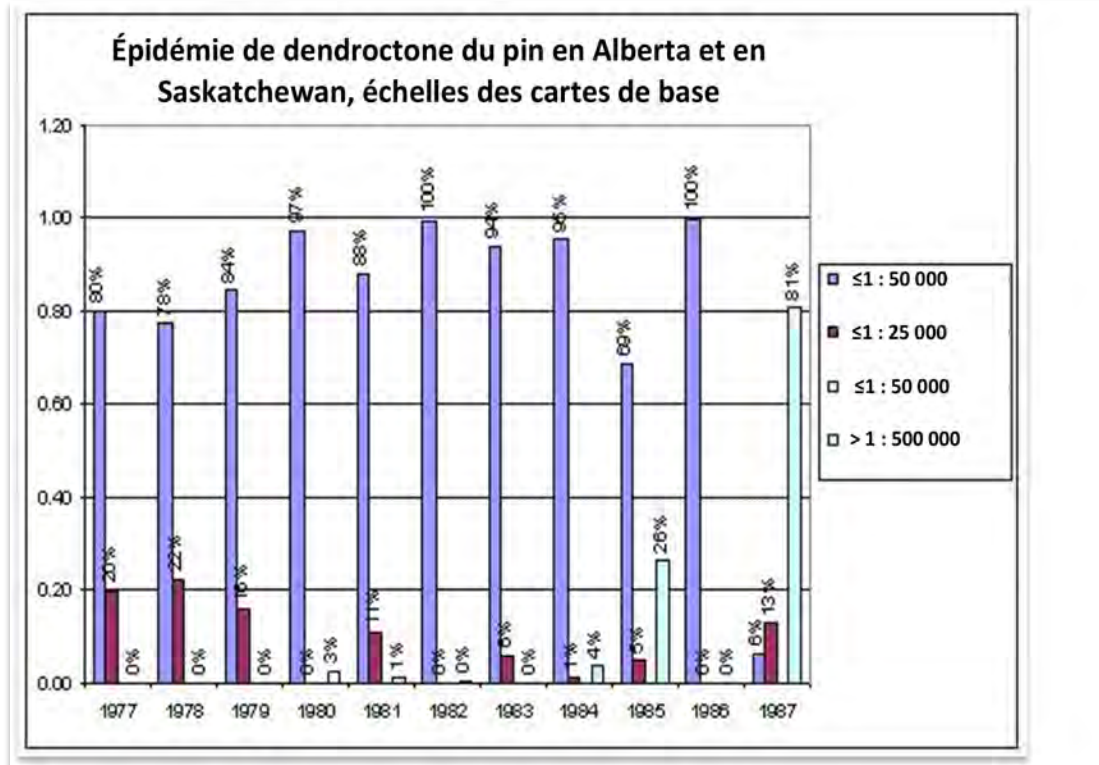


Figure 23. Pourcentage de données sources par échelle de carte et par année.

Lors des levés aériens, des erreurs de navigation ou une mauvaise visibilité due à la fumée ou à des conditions météorologiques défavorables peuvent entraîner des imprécisions dans les croquis cartographiques. Les jours clairs et ensoleillés favorisent la décoloration et font ressortir les arbres rouges, tandis que les jours nuageux et couverts peuvent masquer les dégâts. Des inexactitudes peuvent également survenir lorsque les méthodes de cartographie par croquis ne sont pas utilisées de manière cohérente par les géomètres des différents organismes. La cohérence de l'approche, telle que les échelles cartographiques utilisées ou les normes relatives aux croquis cartographiques, varie souvent.

Une autre inexactitude potentielle de la mortalité annuelle déclarée est le fait que, certaines années, plusieurs relevés et rapports distincts ont été réalisés. Il est possible que les sources utilisées pour une zone donnée ne soient pas un résumé complet pour l'année, mais plutôt un relevé intermédiaire. Il est également possible que toute la mortalité annuelle du dendroctone du pin ponderosa n'ait pas été enregistrée, en raison des mesures de lutte agressives prises dans de nombreuses régions à l'époque. Il est tout à fait concevable que de nombreux rapports de découverte et de mesure de contrôle aient été rapportés verbalement ou écrits sans être cartographiés. Les divergences entre les lieux de prospection signalés, les estimations de la mortalité annuelle et le nombre d'arbres traités laissent supposer que cela a pu être le cas.

De nombreuses sources cartographiques numérisées semblent être des copies plutôt que des cartes d'arpentage originales ou des cartes d'ensemble sommaires qui ont été réalisées au

cours des années d'épidémie à diverses fins de planification. Dans un cas, en comparant des cartes topographiques originales à des copies dessinées à la main, certains polygones avaient été oubliés lors du transfert des données.

Les erreurs de localisation et de taille sont également inhérentes à l'utilisation de sources cartographiques à petite échelle (figures de rapport). L'emplacement des polygones provenant de ces sources a été vérifié en superposant les données à l'imagerie satellitaire disponible sur Google Earth. Les polygones situés dans des zones non boisées, telles que des roches stériles, des lacs ou des prairies subalpines, ont été ajustés sur la base des descriptions textuelles. Si aucune description textuelle n'était disponible, le polygone a été ajusté à la zone forestière la plus proche.

En raison du nombre d'organismes impliqués, l'enregistrement de la gravité des dommages cartographiés n'était pas cohérent. Lorsque la gravité a été enregistrée, il s'agissait soit du nombre d'arbres touchés, soit d'une estimation du pourcentage du peuplement touché, soit de la mention « léger », « modéré » ou « grave ». Pour les sources cartographiées pour lesquelles aucune gravité n'a été fournie, la gravité a été attribuée sur la base des descriptions textuelles de la mortalité annuelle pour cette zone. Si les descriptions textuelles n'étaient pas utiles, une gravité légère (code = 1) a été attribuée par défaut.

Données spatiales et données déclarées

Un problème qui se pose presque invariablement lors de la recreation spatiale de données historiques sur les épidémies est que certains attributs spatiaux, tels que la superficie, ne correspondront presque jamais à ce qui a été publié et rapporté à l'époque. Cela s'explique par un certain nombre de raisons, les principales étant la méthode utilisée pour calculer la surface et la source utilisée dans le processus de numérisation. Comme le SIG n'était pas disponible lors des premières épidémies, les zones ont été soit estimées visuellement, soit estimées sur la base du nombre total d'arbres infestés, soit calculées à partir des cartes d'arpentage originales à l'aide d'une matrice de points ou d'un planimètre polaire. À moins que les mêmes sources cartographiques n'aient été utilisées pour déterminer la superficie par planimètre au cours des années suivantes, la différence entre les estimations successives de la superficie et la superficie historiquement rapportée peut être substantielle.

Le nombre d'arbres morts rapportés annuellement a souvent été indiqué pour les différentes régions sur des cartes pendant les années d'épidémie. Ces estimations ont été incluses en tant qu'attribut des données lorsque l'information a été numérisée pour être incluse dans la base de données du SIG. Le fait de connaître le nombre réel d'arbres infestés par caractéristique permet de mettre en perspective l'étendue réelle des dégâts. Par exemple, de nombreux polygones de pin flexible cartographiés dans Porcupine Hills étaient en fait des limites de peuplement qui restaient plus ou moins les mêmes chaque année, alors que les arpenteurs-géomètres indiquaient le nombre annuel d'arbres infestés. Cette pratique semble avoir été adoptée même lorsque seul un petit nombre d'arbres a été observé. Par conséquent, les estimations de superficie ne sont pas des mesures appropriées de l'impact du dendroctone du pin ponderosa, si ce n'est pour donner la superficie cumulée affectée par des épidémies successives. Cependant, de nombreuses sources cartographiques utilisées ne contenaient pas le nombre

estimé d'arbres infestés. Pour ces derniers, une valeur par défaut de 1 a été donnée. Par conséquent, le nombre d'arbres additionnés dans l'ensemble de données spatiales sera inférieur au nombre indiqué pour une année donnée dans les sources textuelles.

Description détaillée des données par région

Seules les zones et les années pour lesquelles la précision spatiale peut être problématique en raison des sources utilisées pour générer ce rapport sont discutées dans cette section (figure 23).

Parc national des Lacs-Waterton

Seules les données sur les sources ponctuelles provenant des figures des rapports du RIMA et des bordereaux de clôture étaient disponibles pour les infestations de dendroctone du pin ponderosa de 1977 à 1979 dans le Parc national des Lacs-Waterton. Les cartes d'infestation n'étaient pas disponibles pour ces années.

Les données de 1980 à 1982 ont été obtenues à partir d'un ensemble complet de cartes originales de compilation de relevés à l'échelle 1:25 000, empruntées au Parc national des Lacs-Waterton. Les données sur les foyers figurant sur les cartes sont le résultat d'un relevé intensif sur le terrain mené par Parcs Canada sur une période de trois ans. Elles ont également été enrichies par des données supplémentaires de levés aériens et terrestres du RIMA du SCF.

Pour 1985 et 1987, les chiffres du rapport annuel du RIMA étaient les seules sources cartographiques disponibles. La localisation des points a été cartographiée à partir de ces sources.

Parc national Banff

Les seules sources disponibles pour l'épidémie de dendroctone du pin ponderosa de Banff dans les années 1940 sont des descriptions textuelles et une carte dessinée à la main tirée de l'article de Hopping et Mathers Forestry Chronicle de 1945 (Hopping et Mathers, 1945). La figure a été scannée, numérisée, puis superposée à l'imagerie satellite de Google Earth et les polygones ont été ajustés aux seules zones forestières.

Zone de récupération

Aucune carte détaillée n'était disponible pour les foyers de 1977 et 1978 dans la forêt de Bow/Crow. Les données de 1979, au sud de Crowsnest Pass, ont été obtenues à partir de photographies aériennes et tous les arbres morts (à cime rouge) ont été cartographiés. Les zones de 1979 correspondant aux descriptions textuelles de 1977 et 1978 ont fait l'objet d'une rétro-interprétation sur ces photos afin d'obtenir les zones de foyers pour ces années.

Les données de 1980 ont également été obtenues à partir de l'interprétation de photos aériennes. Étant donné que toute la mortalité a été cartographiée pour 1979 et 1980, et que des parties ont été copiées jusqu'en 1978 et 1977, il est possible que toutes les zones cartographiées ne correspondent pas à une mortalité causée par le dendroctone du pin ponderosa. Cela s'est manifesté par de très grands polygones observés sur les cartes sources de 1979, 1980 et 1981. Ces zones importantes ont été cartographiées dans les vallées situées le long de la frontière de la Colombie-Britannique, au sud de Crowsnest Pass, comme étant des

zones de mortalité du dendroctone du pin ponderosa, mais il n'y a pas eu de rapports textuels ou de cartes corroborant la mention de ces zones. Les rapports textuels décrivent d'autres zones comme étant « les plus durement touchées » et ne mentionnent pas ces grandes zones. Une note interne a été trouvée et explique qu'après que les techniciens de terrain aient effectué une vérification sur le terrain de l'interprétation des photos, certaines zones ont été déterminées comme étant principalement des zones en dépérissement de mortalité d'épinettes blanches et de sapins subalpins (voir l'annexe 1). Par ailleurs, l'un d'entre nous (Cerezke) et Ian Dunk (agent forestier de l'ALFS à Blairmore), qui ont participé très activement aux travaux menés dans cette région à l'époque, a suggéré que ces zones n'étaient pas toutes touchées par la mortalité due au dendroctone du pin ponderosa. Pour aggraver le problème, de petites poches de mortalité du dendroctone du pin ponderosa ont été cartographiées dans certaines de ces mêmes grandes zones lors d'un arpentage très détaillé du SCF en 1982. Comme le dendroctone du pin ponderosa a un cycle de vie de deux ans dans cette région, il est très probable qu'il était actif dans ces zones en 1981 et peut-être en 1980, mais une partie de la mortalité causée par le DPP peut avoir été « camouflée » par la mortalité en dépérissement de l'épinette blanche et du sapin. Il a donc été décidé que, lorsque les données de 1982 coïncidaient, des parties des grandes zones seraient extraites et utilisées pour les estimations de 1980 et 1981.

Aucune donnée n'était disponible pour 1986 et 1987 dans cette zone.

Zone de contrôle

Les données pour 1980 et 1981 dans Porcupine Hills proviennent d'une carte de compilation sans étiquettes faisant correspondre les polygones aux années. Nous avons pu extraire les données de 1981 de cette carte composite en superposant une couverture distincte élargie à partir d'une source cartographique à plus petite échelle et en faisant correspondre les polygones superposés ou de forme similaire à ceux de la compilation originale.

Aucune source cartographique de 1982 n'était disponible pour Livingstone Range, Whaleback Ridge et l'extrémité sud de Porcupine Hills.

Les données relatives à Porcupine Hills, Whaleback Ridge et Livingstone Range de 1983 à 1985 ont été principalement cartographiées en tant que peuplements de pins flexibles et de pins tordus latifoliés à partir de cartes d'inventaire forestier. Les frontières et le nombre d'arbres attaqués et tués par le dendroctone du pin ponderosa ont été ajustés chaque année par les équipes de prospection au sol. Par conséquent, la forme de ces polygones semblait similaire d'une année à l'autre dans ces zones, même si le nombre réel d'arbres infestés par zone pouvait être très faible.

Bien que 1986 ait été considérée comme la dernière année de l'épidémie et qu'il y ait eu une activité mineure du dendroctone du pin ponderosa en 1987, les renseignements n'ont pas pu être reconstitués pour ces deux années parce que les sources de données n'étaient pas disponibles.

Poll Haven

Les seules sources cartographiques disponibles pour 1979, 1981, 1982 et 1985 sont les chiffres du rapport annuel du RIMA détaillant les infestations de dendroctone du pin ponderosa. Le chiffre de 1979 était une compilation des emplacements des points de 1977 à 1979. En raison de la petite échelle des sources cartographiques pour ces années, la précision spatiale de la région de Pole Haven est suspecte et doit être utilisée avec prudence.

Parc interprovincial de Cypress Hills, AB et SK

Seules les coordonnées UTM (Universal Transverse Mercator) des bordereaux de clôture du RIMA et les coordonnées ATS étaient disponibles pour localiser les infestations de 1979 dans le PICH. Ces points ont été regroupés pour inclure une zone de 0,25 ha.

Pour 1985, 64 des données pour cette zone provenaient du rapport annuel du RIMA sur la répartition du dendroctone du pin ponderosa et ont été utilisées pour le côté Saskatchewan. Bien que l'épidémie ait plus ou moins pris fin en 1986, avec seulement cinq arbres trouvés du côté de l'Alberta, aucune source cartographique n'était disponible pour cette année.

Points de dispersion à longue distance et collectes

Les collectes des gardes forestiers du RIMA étaient généralement enregistrées sur les bordereaux de clôture du RIMA. Au moment de la collecte, les coordonnées (UTM) ont été enregistrées comme la zone, l'est à deux chiffres et le nord à trois chiffres, ce qui équivaut à une cellule carrée de 10 kilomètres de côté. L'emplacement de ces points a été corrigé manuellement de la manière la plus précise possible sur la base de détails supplémentaires dans les commentaires du bordereau de clôture et de références textuelles supplémentaires.

Les points d'observation du dendroctone du pin ponderosa découverts lors du relevé de la dispersion à longue distance en 1981 n'ont pas été enregistrés sous forme de coordonnées, mais plutôt sous forme de nom du centre urbain le plus proche. Ces points ont été numérisés à partir de la figure de répartition du dendroctone du pin ponderosa dans le rapport annuel du RIMA pour 1981. Étant donné que ces emplacements ont été trouvés à l'intérieur et à l'extérieur des centres urbains, l'ajustement des emplacements des points numérisés aux coordonnées du centre urbain approprié n'aurait fait qu'ajouter une erreur potentielle, de sorte que ces points ont été laissés tels qu'ils ont été numérisés.

CONCLUSION

L'épidémie qui s'est produite dans le Parc national Banff en 1940 est le premier cas d'activité du dendroctone du pin ponderosa à l'est des montagnes Rocheuses au Canada. À l'époque, les relevés se limitaient à des observations faites depuis le sol, la surveillance par avion n'étant pas encore une pratique courante dans les opérations forestières. La biologie de base de l'insecte était connue, et la connaissance de la répartition des coléoptères en Colombie-Britannique a permis de déterminer que les populations de coléoptères pouvaient probablement coloniser de nouvelles zones par le biais de vols de dispersion. En effet, des coléoptères ont été retrouvés sur des glaciers et des cols dans les montagnes Rocheuses. Bien que ces preuves soient convaincantes, elles n'excluent pas la possibilité pour les populations locales de pulluler pour causer d'importants dégâts in situ.

Au cours des 66 années qui se sont écoulées depuis la détection des premiers dégâts causés par le dendroctone du pin ponderosa dans le Parc national Banff, deux épidémies se sont produites par la suite. Quarante-deux ans se sont écoulés entre le début des deux premières épidémies. En revanche, l'intervalle entre l'épidémie précédente et l'épidémie actuelle n'était que de 11 ans. De même, les deux premiers foyers ont duré environ six ans, mais le plus récent persiste depuis au moins neuf ans, voire treize ans. Sur la base des efforts de lutte entrepris et des arbres abattus, l'épidémie qui a débuté en 1940 semble avoir été plus intense que la seconde épidémie qui a débuté en 1982. Il n'est pas possible de comparer les épidémies précédentes avec l'épidémie actuelle car cette dernière n'est pas terminée. Néanmoins, l'épidémie actuelle semble plus intense que celle qui a débuté en 1982. On ne sait pas exactement pourquoi l'épidémie actuelle a duré aussi longtemps, ni pourquoi elle est survenue si peu de temps après l'épidémie de 1982-1987. Le dernier foyer de dendroctone du pin ponderosa en C.-B. a commencé à augmenter en 1995. On peut supposer qu'une forêt vieillissante avec un plus grand nombre d'arbres sensibles, associée à des températures hivernales récentes plus douces et à la possibilité d'une dispersion à longue distance depuis la Colombie-Britannique, a pu contribuer à des populations plus importantes et à un taux de survie des couvées plus élevé dans le Parc national Banff.

La deuxième épidémie, qui a probablement débuté à la fin des années 1970, a été beaucoup plus répandue en Alberta que la précédente. Elle n'a pas été aussi intense localement que la précédente dans le Parc national Banff, mais cette épidémie a causé beaucoup plus de dégâts dans les autres régions concernées à l'est des montagnes Rocheuses au Canada. Ce foyer englobait plusieurs zones forestières au sud du Parc national Banff, à l'est de la limite entre la forêt et la prairie et au sud de la frontière entre le Canada et les États-Unis. Du point de vue de la colonisation, l'aire de répartition du dendroctone du pin ponderosa comprend désormais des îlots boisés dans la région de Cypress Hills, à la frontière entre l'Alberta et la Saskatchewan. Des études de piégeage ont également révélé que le coléoptère pouvait être trouvé dans des plantations de pins dispersées dans la région des prairies du sud de l'Alberta. Ils n'ont pu coloniser ces plantations qu'en se dispersant sur de longues distances. À la fin de cette épidémie, une estimation minimale de la superficie cumulée des peuplements endommagés était de 37 090 ha, soit une multiplication par près de 4 de la superficie de l'épidémie.

La troisième épidémie, actuellement en cours, a probablement commencé à la fin des années 1990, mais a accéléré sa croissance au tournant du millénaire. Sept ans après le début de l'épidémie, nous avons assisté à un bond en avant dans l'expansion de l'aire de répartition du dendroctone du pin ponderosa vers le nord, à une latitude de plus de 6°. Tout aussi alarmante est son expansion dans la zone où l'on trouve des hybrides naturels de pin tordu et de pin gris. Cette expansion de l'aire de répartition biologique est importante car les hybrides constituent une passerelle génétique et géographique vers les peuplements de pin gris de la forêt boréale orientale. L'épidémie n'a pas encore atteint son terme, mais on peut supposer que l'ampleur finale sera un quadruplement de la superficie endommagée par rapport à celle enregistrée lors de l'épidémie précédente. Là encore, on suppose que ces épidémies ont été engendrées par des coléoptères probablement originaires de Colombie-Britannique, mais une meilleure compréhension du rôle des populations endémiques entre les épidémies pourrait obliger à réévaluer cette conjecture. Les études en cours sur la structure génétique des coléoptères et de leurs champignons symbiotiques pourraient fournir des indices sur l'importance relative des populations endémiques et migrantes dans la croissance et la propagation des épidémies.

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier Dave Dalman, de l'Agence Parcs Canada, pour sa contribution financière initiale au projet, James Brandt, Jim Weber, Brad Tomm, du Centre de foresterie du Nord, qui ont été consultés sur les questions historiques relatives au dendroctone du pin ponderosa, ainsi que Darren Sutton et Stephen Boogaard, du Centre de foresterie du Nord, qui ont contribué à l'élaboration des ensembles de données spatiales.

Les auteurs remercient également de leur générosité les nombreuses personnes qui ont contribué à l'information contenue dans ce rapport. Nous remercions tout particulièrement les personnes suivantes pour leur aide :

- Rob Watt, Parc national des Lacs-Waterton de Parcs Canada pour les cartes et les renseignements.
- Ian Dunk, ASRD de Blairmore, pour les cartes, les données spatiales et les renseignements.
- Howard Gates, Centre de foresterie du Nord (retraité) pour ses renseignements.
- Christine Kominek, Alberta Sustainable Resource Management, pour les cartes et les données sur les stations d'appâtage.
- Les Weekes, Parc interprovincial de Cypress Hills, en Alberta, pour les cartes et les renseignements.
- Kelvin Kelly, Parc interprovincial de Cypress Hills, Saskatchewan, pour ses renseignements.
- Darrel Zell, Parc national Banff, Parcs Canada, pour ses conseils sur le projet.
- Cliff White, Parc national Banff, Parcs Canada, pour des renseignements sur le foyer de Banff.
- Gary Roke, Centre de foresterie du Pacifique, SCF, pour les données et rapports spatiaux annuels récents.
- Steve Taylor, Centre de foresterie du Pacifique, SCF, pour les cartes du PICH et les discussions sur les données de la C.-B.
- Gurp Thandi, Centre de foresterie du Pacifique, SCF, pour les récentes données spatiales annuelles et les discussions sur les données de la Colombie-Britannique.

Nous sommes également reconnaissants de l'aide désintéressée des réviseurs d'une première version de ce document et des efforts qu'ils ont déployés pour nous empêcher de nous égarer sur le territoire plus approprié des écrivains de science-fiction. À tous ceux qui ont été mentionnés, nous répétons que nous sommes vraiment reconnaissants. Les transgressions qui subsistent doivent nous être imputées. Nous demandons l'absolution du lecteur en échange de la tolérance de notre enthousiasme à synthétiser le tableau d'ensemble à partir des archives historiques.

ANNEXE A

Attributs du fichier de forme

Définitions des attributs (CFP) :

Ravageur (Texte 10)

Le type de ravageur pour le polygone particulier (c'est-à-dire dendroctone du pin ponderosa)

Région (Texte 2)

- La région dans laquelle se trouvent ces données.

pb = Parc national Banff

wp = Parc national des Lacs-Waterton

zc = Zone de contrôle

bn = Zone de récupération

cp = Parc interprovincial de Cypress Hills, AB et SK

SNRC (Texte 6)

- Le numéro de la feuille de carte de la série nationale de référence cartographique (c'est-à-dire « 82g » - 250k ou « 82g01 » 50k).

SCODE (court 1)

- La gravité de l'infestation pour le polygone en question.

1 = Légère (1-10 % de peuplements tués)

2 = Modérée (11-29 % de peuplements tués)

3 = Grave (30 % + peuplements tués)

4 = Gris/mort (infestation précédente)

0 = Non infesté

- Si aucun % ou nombre d'arbres n'est indiqué, la valeur par défaut est 1.

ANNÉE (court 4)

- L'année du relevé de l'infestation.

HA (Double 11 3)

- Superficie totale (en hectares) du polygone précisé.

SOURCE (Texte 16)

-L'endroit d'où provient la source de la carte.

RIMA = SCF, Relevé des insectes et des maladies des arbres

ASRD = Alberta Sustainable Resource Development

PICH = Parc interprovincial de Cypress Hills, Alberta

PNWL = Parc national des Lacs-Waterton

Définitions d'attributs (CFN) :

SOURCE_ID (Texte 10)

- Numéro d'identification de la source de la carte

NUM_TREES (Long 5)

- Le nombre d'arbres touchés ou tués. Si non signalé, la valeur par défaut est 1.

PERCENT_I (Double 10, 2)

- Pourcentage du peuplement infesté. $(\text{NOMBRE D'ARBRES} / (\text{HA} * 1125)) * 100$

- Remarque : 1125 est la densité de peuplement préférée pour le dendroctone du pin ponderosa

Points regroupés :

Les emplacements des points ont été regroupés en tampons en fonction des critères suivants :

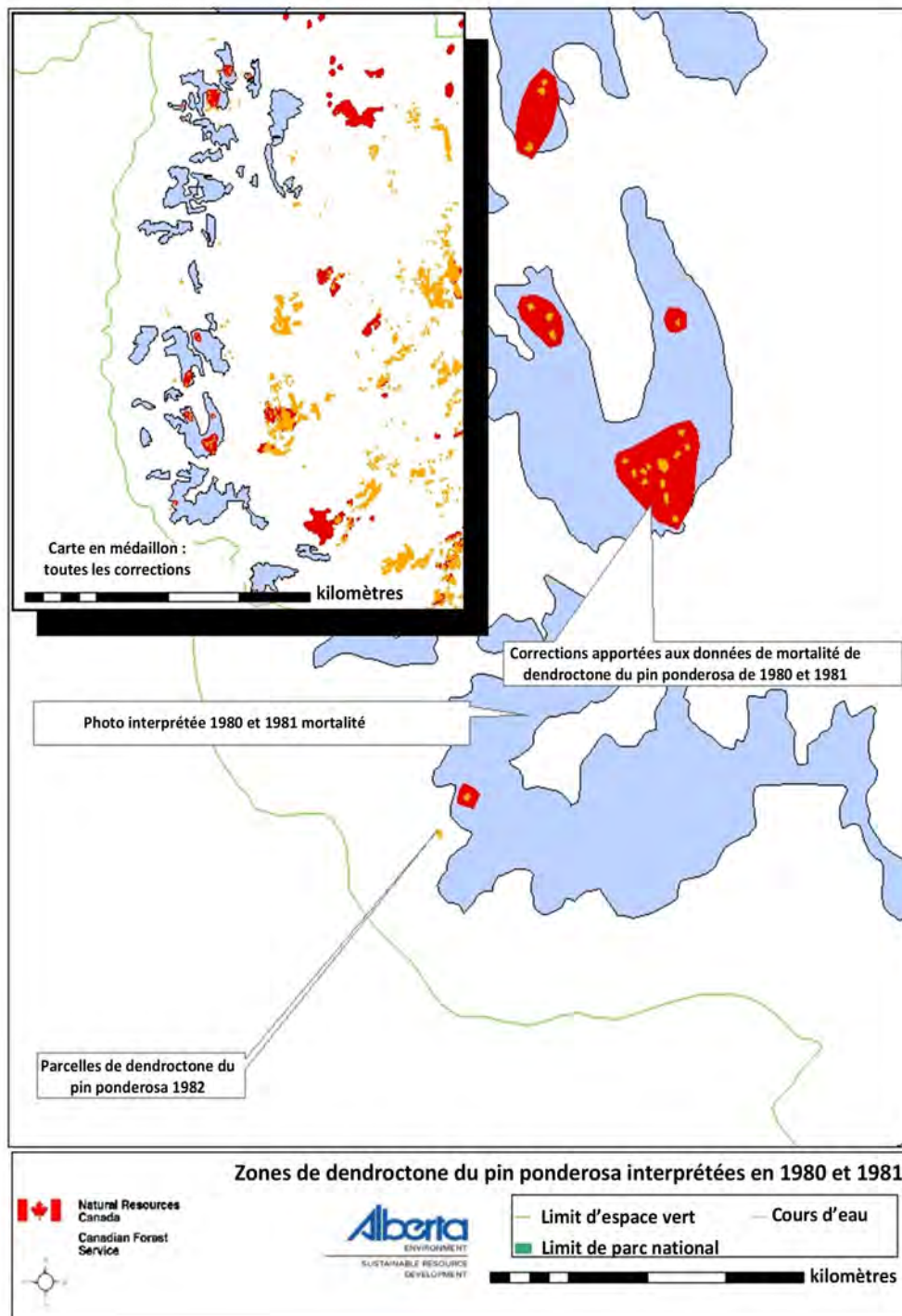
<20 arbres = 0,25 ha.

>20 arbres = 0,5 ha.

>50 arbres = 1 ou 2 ha. selon les détails de la référence du texte.

>100 arbres = un polygone a été dessiné sur la base de données cartographiques et de références textuelles.

ANNEXE B





Pour voir plus de publications liées à la foresterie, rendez-vous sur le
site Web des publications du Service canadien des forêts