

Évaluer les tendances passées, présentes et futures en matière de charge de travail relative aux incendies forestiers au Canada

B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd
128, avenue Chambers
Sault Ste-Marie (Ontario) P6A 4V4

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----------|
| Sommaire | 3 |
| Introduction | 4 |
| Mesurer la charge de travail récente et actuelle en matière de gestion des incendies au Canada | 6 |
| Dépenses de gestion des feux de végétation au Canada | 7 |
| Superficie brûlée et nombre de feux à l'échelle nationale | 10 |
| Superficie brûlée et nombre de feux pour chaque province et territoire | 12 |
| Activité des feux dans les zones d'intervention maximale (ZIM) et les zones d'intervention limitée (ZIL) | 14 |
| Activité des grands feux | 16 |
| Activité des feux d'origine humaine et provoqués par la foudre | 17 |
| Tendances concernant le partage des ressources | 22 |
| Changement climatique et future charge de travail relative aux incendies au Canada | 23 |
| Renseignements généraux | 23 |
| Changement climatique et feux de végétation | 25 |
| Conditions météorologiques propices aux incendies et danger d'incendie/comportement des feux à l'avenir | 25 |
| Superficie brûlée | 26 |
| Nombre de feux | 27 |
| Conséquences pour la gestion des feux | 28 |
| Point de vue des responsables de la gestion des feux concernant l'évolution de la charge de travail au Canada | 29 |
| References | 34 |
| Annexe A : Dépenses liées aux feux de végétation | 38 |
| Annexe B : Feux et superficie brûlée | 42 |
| Annexe C : Feux d'origine humaine et provoqués par la foudre | 46 |

Annexe D : Coûts du partage des ressources

53

Sommaire

Bien qu'au cours du dernier siècle les organismes canadiens de gestion des feux aient mis au point des programmes sophistiqués qui se sont avérés très efficaces pour contrôler l'activité des feux indésirables, ces dernières années, alors que les répercussions des incendies sont de plus en plus graves, la baisse de la capacité de gestion des feux est source d'inquiétudes croissantes. Ces inquiétudes ont mené à l'élaboration de la Stratégie canadienne en matière de feux de forêt (SCFF) en 2005, qui a permis de cerner un certain nombre de nouveaux enjeux ayant une influence croissante sur les programmes canadiens de gestion des feux de végétation. Parmi les nouveaux défis recensés dans le domaine de la gestion des feux au Canada, citons l'expansion du milieu périurbain, l'augmentation des problèmes de santé des forêts, les prévisions concernant les répercussions du changement climatique, les attentes croissantes du public, le développement économique croissant dans les zones de végétation ou la diminution de la capacité de gestion des feux au Canada. Parallèlement, les organismes de gestion des feux ont perçu intuitivement que la charge de travail relative aux incendies augmentait dans de nombreuses régions canadiennes et que cette tendance pourrait fortement s'accroître au cours du XXI^e siècle.

Cette évaluation, menée sous l'égide du Groupe de travail sur la gestion des feux de forêt (GTGFF) du Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF), visait à répondre à cette inquiétude croissante concernant la charge de travail relative aux incendies. Elle comportait une analyse minutieuse des statistiques récentes et à jour sur les incendies, une étude de la documentation scientifique sur les effets du changement climatique sur l'activité et les répercussions prévues des feux, et la réalisation d'un sondage dans les organismes canadiens de gestion des feux afin de recueillir des avis sur les facteurs qui pourraient influencer sur les activités actuelles et futures des feux.

Une compilation et une analyse exhaustives des statistiques sur les incendies à partir de 1970 ont révélé que si le nombre de feux et la superficie brûlée ont globalement augmenté au Canada entre 1970 et 2000, à partir de 1995, les données montrent une baisse générale du nombre de feux, en particulier de ceux d'origine humaine, dans la majorité des provinces et territoires. Aucune tendance ne se détache nettement pour ce qui est de la superficie brûlée, probablement en raison de la forte variabilité interannuelle et de la brièveté de la période que couvrent les statistiques sur les incendies. Certains organismes ont expliqué certaines de ces baisses par l'efficacité des programmes de prévention, ainsi que par la sophistication et l'efficacité croissantes des opérations de suppression des feux. Une analyse plus détaillée des grands feux (plus de 200 hectares) et des incendies dans les zones d'intervention maximale et dans les zones d'intervention limitée n'a pas non plus révélé de tendance.

Les dépenses de gestion des feux de l'ensemble des organismes canadiens à partir de 1970 ont été examinées : pour ce qui concerne les organismes ayant les plus grands programmes du moins, les dépenses sont de plus en plus stables en dollars constants. Les organismes expliquent ce phénomène par plusieurs facteurs : le taux d'inflation des principaux éléments de lutte contre les incendies (carburant, aéronefs, et dans une certaine mesure, frais de personnel) est supérieur à celui de l'indice des prix à la consommation; les coûts augmentent du fait que les ressources sont de plus en plus partagées, même si les dépenses liées au partage des ressources ne dépassent jamais 5 % des dépenses nationales totales liées aux incendies; et plus important encore, les feux dans les milieux périurbains et les zones où d'autres valeurs humaines ou non forestières sont en danger sont de plus en plus fréquents et génèrent des dépenses proportionnellement plus élevées que les feux qui menacent surtout les ressources forestières. Ce phénomène s'observe alors même que certains organismes réduisent l'intensité des opérations de suppression visant des incendies qui ne menacent pas directement la sécurité ou la valeur des ressources.

D'autres études ne faisant pas directement partie de celle-ci et parrainées par le GTGFF ont documenté les préoccupations des organismes à l'égard de la diminution de la capacité en matière de ressources dans certains domaines : la réduction du budget de base dans certains organismes a entraîné une diminution des ressources de base dédiées à la gestion des feux; on a observé une baisse de certains types de ressources (p. ex., nombre d'avions-citernes écopeurs), bien que la capacité de base en pompiers ait été en grande partie maintenue; tous les organismes sont préoccupés par le départ à la retraite des pompiers professionnels expérimentés occupant des postes de responsables, et par la difficulté à recruter et à conserver les responsables clés de la gestion des feux au vu des enjeux démographiques et de la concurrence d'autres secteurs économiques.

Les prévisions de changement climatique au Canada qui utilisent les tout derniers modèles de circulation générale (MCG) indiquent un accroissement important de la charge de travail relative aux incendies au fil du XXI^e siècle. On observera une plus grande variabilité climatique, des conditions météorologiques propices aux incendies plus extrêmes, une hausse du nombre de feux d'origine humaine et provoqués par la foudre, une augmentation de la superficie brûlée, et un accroissement de l'ampleur et de l'intensité des incendies. Toutefois, à ce stade, on ne dispose pas des données qui permettraient de valider ces tendances prévues, bien que l'on note déjà les signes d'une plus grande variabilité saisonnière, comme des saisons des feux plus longues. Les tendances observées ces 20 dernières années à l'égard du nombre de feux et de la superficie brûlée n'indiquent pas de détérioration des conditions des incendies à l'échelle nationale.

Enfin, bien que les conditions de feux les plus extrêmes prévues par de nombreux modèles de changement climatique n'aient pas encore été observées de manière régulière, il n'a pas été apporté de modification notable aux prévisions d'augmentation des répercussions des feux à long terme découlant des MCG les plus crédibles créés pour l'Amérique du Nord. Cela laisse penser que les organismes peuvent s'attendre à connaître en permanence des problèmes liés à la variabilité climatique, à observer une augmentation des phénomènes météorologiques graves et, très probablement, des conditions de brûlage plus extrêmes. L'augmentation constatée des dépenses de gestion des feux pourrait être le meilleur signe de conditions de gestion des feux plus difficiles. En outre, cette augmentation montre que la communauté canadienne de gestion des feux doit poursuivre ses efforts pour maintenir sa capacité d'intervention, anticiper l'évolution de la charge de travail relative aux incendies et maintenir son efficacité et sa capacité en matière de partage des ressources.

Introduction

Bien que les activités organisées de protection et de gestion des feux de forêt n'aient vu le jour au Canada qu'au début du siècle dernier, les feux de forêt représentent un régime de perturbation majeur dans les forêts canadiennes depuis la fin de la dernière période glaciaire il y a environ 10 000 ans. Le feu de foudre est naturel et essentiel dans la plus grande partie du paysage forestier canadien. Avec les insectes, les maladies, le vent et la régénération naturelle, il a aidé à façonner le profil des forêts canadiennes et à les rendre adaptées aux incendies bien avant la colonisation du pays.

À la fin des années 1800 et au début des années 1900, les colons canadiens se sont déplacés vers l'Ouest et on a vu apparaître des collectivités à un rythme rapide, lesquelles n'étaient le plus souvent peu ou pas protégées contre les feux de forêt. Durant cette période, il arrivait fréquemment que des feux de forêt incontrôlables et catastrophiques se déclarent, liés aux opérations forestières et à la transformation des forêts en terres cultivées. Les pertes humaines et matérielles étaient alors considérables. La prise de conscience croissante de ce problème naissant par la population et le monde politique a contraint les gouvernements à commencer à réfléchir à la protection des collectivités, ainsi qu'à celle d'un secteur forestier en pleine expansion et essentiel au bien-être économique du Canada. Ces effets, qui ont largement contribué au bien-être économique du Canada, ont entraîné la création d'organismes de gestion des feux dans l'ensemble du pays, dont la politique visait une suppression totale des incendies.

Depuis l'apparition de la gestion organisée des feux au début du XX^e siècle, l'utilisation des forêts canadiennes à des fins industrielles et récréatives variées a considérablement augmenté. Cet accès et cette utilisation accrus ont été accompagnés

d'une hausse simultanée de l'incidence des feux de forêt. Les organismes se sont mobilisés et ont augmenté leur capacité de suppression des incendies pour répondre à ce problème. Au milieu des années 1900, toutes les provinces canadiennes, de même que le Yukon et les Territoires du Nord-Ouest (et Parcs Canada) avaient mis en place de solides programmes de protection contre les incendies. Les organismes canadiens de gestion des feux font désormais partie des plus modernes du monde. En 1982, le Centre interservices des feux de forêt du Canada (CIFFC) a été créé en vue de faciliter le partage des ressources (personnel, aéronefs et matériel) entre les organismes canadiens, pratique qui s'est rapidement développée au cours des dernières décennies et qui inclut désormais des partenariats avec les organismes de gestion des feux des États-Unis. Si la gestion des feux au Canada a continué à évoluer pour répondre à l'évolution des exigences, les grands incendies de forêt restent courants, comme on l'a vu récemment avec les incendies de 2003 en Colombie-Britannique et l'incendie de Slave Lake, en Alberta, en 2011 qui, ensemble, ont entraîné des pertes assurées s'élevant à plus d'un milliard de dollars et la destruction de quelque 800 maisons et entreprises. Au cours des dix dernières années, il y a eu en moyenne 8 000 incendies et deux millions d'hectares brûlés chaque année au Canada. Quant aux dépenses nationales annuelles de gestion des feux, elles avoisinaient les 800 millions de dollars. Le Canada possède également de vastes zones de forêts nordiques éloignées où on laisse le feu jouer son rôle naturel dans la structure et l'entretien de l'écosystème. Ces feux naturels, qui ne font l'objet d'opérations de suppression que s'ils menacent des valeurs, représentent généralement environ 50 % de la superficie totale brûlée chaque année.

La Stratégie canadienne en matière de feux de forêt (SCFF) a été élaborée en 2005, sous l'égide du Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF), car l'opinion publique se montrait de plus en plus préoccupée par l'apparition d'un certain nombre de nouveaux problèmes qui, combinés, commençaient à réduire l'efficacité des programmes de gestion des feux au Canada, et compromettaient la capacité à exécuter les futurs programmes aussi efficacement que dans le passé (CCMF, 2005). La SCFF, approuvée par l'ensemble des gouvernements provinciaux et territoriaux, mentionnait que bien que pendant près d'un siècle, le Canada soit parvenu à gérer les incendies de façon à laisser se produire certains feux naturels tout en protégeant énergiquement la vie humaine et la propriété, la gestion du feu dans le pays parvenait à un tournant. On pensait que les problèmes de santé et d'incendie dans les forêts dus au changement climatique se combineraient avec l'expansion du milieu périurbain et le déclin d'une capacité de suppression des feux de végétation de plus en plus onéreuse, ce qui provoquerait des feux aux répercussions sans précédent au Canada dans un avenir proche. Dans la SCFF, on reconnaissait qu'au vu de ces facteurs, il serait impossible, tant économiquement que physiquement, de conserver le même taux de réussite dans la protection contre les incendies, et on appelait le pays à trouver un nouvel accommodement pour les feux de végétation mettant l'accent sur l'adaptation et de nouvelles approches, ainsi qu'à prendre conscience que le feu jouerait probablement son rôle naturel dans une plus grande partie du paysage canadien dans les années à venir.

Depuis la publication de la SCFF en 2005, un nombre croissant de responsables de la gestion des feux pense que les incendies sont de plus en plus imprévisibles et graves, ce qui a amené le GTGFF du CCMF à demander à ce que l'on évalue la charge de travail actuelle relative aux incendies au Canada, et à ce que l'on étudie, en s'appuyant sur des études scientifiques et l'expérience et les connaissances intuitives des responsables de la gestion des feux, les changements les plus susceptibles de survenir relativement à cette charge de travail au Canada à l'avenir. Ce sentiment que la charge de travail relative aux feux de végétation augmente est renforcé par le fait que les dépenses liées aux feux, qui prennent généralement en compte la charge de travail, augmentent à l'échelle nationale. En outre, entre 1980 et 2007, 547 collectivités ont été évacuées au Canada (209 121 personnes) en raison de menaces de feu de forêt (Beverly et Bothwell, 2010). Bien que l'on connaisse très mal le coût de ces évacuations, du fait que plusieurs organismes y participent, cette tendance à la multiplication des évacuations progresse.

La charge de travail relative aux incendies est définie comme « le nombre et l'ampleur (soit la classe de la superficie des incendies et l'intensité du front de flammes) de tous les incendies requérant des opérations de suppression au cours d'une période donnée dans une zone spécifique » (Merrill et Alexander, 1987). Il s'agit d'un concept utilisé par les responsables de la gestion des feux pour intégrer la nature complexe de l'incidence des feux de forêt et de leur comportement en prenant en compte trois facteurs : le nombre de feux, leur superficie et leur intensité. Il est possible de créer des indices de charge de travail et de les utiliser pour mesurer la charge de travail cumulée pour une certaine période, généralement la saison des

feux, ce qui offre une mesure de l'intensité de la saison des feux pouvant être utilisée pour le calcul du budget et des ressources. Aux fins du présent rapport, nous examinerons également les obligations qu'entraînent les feux de végétation en matière d'organisation de la gestion des feux, dont la capacité d'intervention et les dépenses, dans le cadre de notre évaluation de la charge de travail relative aux incendies.

Les organismes canadiens de gestion des feux sont également préoccupés par l'interaction potentielle entre l'évolution de la charge de travail relative aux incendies et celle de la capacité d'intervention. Ils craignent que les conditions de brûlage, potentiellement plus difficiles, ne soient encore aggravées par une diminution de la capacité d'intervention, qui découlerait de la baisse des financements accordés par les gouvernements pour la gestion des feux, ainsi que d'autres facteurs économiques, sociaux et démographiques qui pourraient réduire la capacité de lutte contre les incendies. Bien qu'ils n'entrent pas directement dans le cadre de la présente étude, le GTGFF a commandé d'autres rapports sur la capacité d'intervention (McBay, 2012) et sur le profil démographique des organismes de gestion des feux de végétation (Gordon, 2014) en réaction à ces inquiétudes.

Ces études montrent que même si la quantité de matériel et le nombre de pompiers sur le terrain sont relativement stables à l'échelle nationale, les organismes sont préoccupés par la baisse du nombre d'hélicoptères disponible (concurrence d'autres secteurs économiques), la réduction du nombre d'avions-citernes écopeurs (mise hors service des aéronefs vieillissants, mais peut-être compensée par la capacité accrue des aéronefs plus récents), ainsi que la perte importante de responsables expérimentés, étant donné que les pompiers professionnels occupant des postes de responsables prennent leur retraite et que les organismes ont des difficultés à recruter, à former et à conserver une nouvelle génération d'employés. Les problèmes liés à la capacité d'intervention sont particulièrement inquiétants. Les organismes doivent réfléchir à la façon dont ils pourraient atténuer ces effets compte tenu de l'évolution actuelle de la charge de travail relative aux incendies.

Cette évaluation des tendances au niveau de la charge de travail relative aux incendies commence par une analyse détaillée des statistiques sur les incendies au Canada, suivie d'une étude de la documentation récente sur les prévisions concernant les répercussions du changement climatique sur l'activité des feux de forêt au Canada et leurs effets dans le pays, et se termine par un sondage mené auprès des responsables canadiens de la gestion des feux pour qu'ils fassent part de leurs intuitions au sujet de la charge de travail actuelle relative aux incendies et de la façon dont elle pourrait évoluer.

Mesurer la charge de travail récente et actuelle en matière de gestion des incendies au Canada

Pour évaluer les changements possibles concernant la charge de travail relative aux incendies au Canada, il faut réaliser une analyse des tendances récentes en matière d'activité des feux dans le pays. On a évalué les tendances d'un certain nombre d'indicateurs traditionnels et potentiels de la charge de travail relative aux incendies en utilisant les statistiques les plus pertinentes disponibles. On a analysé les tendances aux échelles nationale et provinciale/territoriale lorsque c'était possible. Les indicateurs de la charge de travail relative aux incendies comprenaient les dépenses liées aux feux, le nombre d'incendies et la superficie brûlée chaque année au total, l'activité des feux dans les zones d'intervention maximale et les zones d'intervention limitée, l'activité des grands feux, le nombre de feux d'origine humaine et provoqués par la foudre, et les tendances nationales en matière de partage des ressources. On a également étudié, dans la mesure du possible, d'autres facteurs ayant un effet sur la charge de travail relative aux incendies tels que le partage des ressources et l'expansion du milieu périurbain.

Il existe des statistiques détaillées sur les feux de forêt pour l'ensemble des organismes canadiens de gestion des feux, qui sont résumées à l'échelle nationale depuis quelques dizaines d'années dans divers rapports fédéraux produits par le Service canadien des forêts (SCF), le sous-comité sur la protection des incendies de forêt (qui relève du Conseil national de recherches) et le CIFFC. Actuellement, ces statistiques sont disponibles et mises à jour chaque année dans le cadre du Programme national de données sur les forêts (PNDF) (www.nfdp.ccfm.org), un centre d'échange de données pour les statistiques nationales forestières supervisé par le CCMF. On a utilisé les statistiques de toutes ces sources dans les analyses suivantes, et recueilli des renseignements supplémentaires directement auprès des différents organismes canadiens pour compléter les données au besoin. Toutes les statistiques de 2013 ont été collectées sur le site Web du CIFFC et sont officielles.

Dépenses de gestion des feux de végétation au Canada

La hausse des dépenses de gestion des feux renforce le sentiment que la charge de travail relative aux incendies augmente au Canada. Les coûts liés aux feux sont calculés chaque année par Parcs Canada et les organismes provinciaux et territoriaux de gestion des feux. Ces données sont résumées à l'échelle nationale depuis quelques dizaines d'années. Les premiers résumés ont été créés par le SCF et publiés dans une série de rapports couvrant la période 1979-1990 (Ramsey et Higgins, 1982, 1985, 1991; Higgins et Ramsey, 1992). Lorsque le PNDP a été créé sous l'autorité du CCMF en 1990, les données sur les dépenses liées aux feux ont été ajoutées à de nombreuses autres dépenses liées à la foresterie, et résumées sur le site Web du PNDP. Les données sur les dépenses liées aux feux de forêt entre 1990 et 1999 ont été collectées auprès des organismes canadiens, ajoutées aux données antérieures tirées des rapports de Ramsey et Higgins, et intégrées au site Web et aux rapports publiés du PNDP. Le PNDP a collecté d'autres données sur les feux et la foresterie après 1999, mais a dû arrêter de compiler les coûts liés aux feux en raison de difficultés à harmoniser les méthodes de calcul de ces coûts utilisées par les organismes de gestion des feux.

Afin d'évaluer le consensus de plus en plus large selon lequel les dépenses liées aux feux progressaient depuis l'an 2000, mais n'étaient pas résumées à l'échelle nationale, on a chargé un prestataire externe (B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd.) d'effectuer un sondage auprès de l'ensemble des organismes afin d'obtenir leurs données annuelles jusqu'en 2009. L'ajout de ces données supplémentaires a permis d'obtenir un ensemble de données couvrant une période de 40 ans que l'on pouvait analyser pour dégager les tendances en matière de coûts liés à la gestion des feux sur une période réaliste. Dans ces analyses, les coûts sont exprimés en dollars de 2009, les coûts annuels réels ayant été convertis à l'aide de l'indice annuel des prix à la consommation.

Les organismes de gestion des feux décomposent habituellement leurs dépenses annuelles liées aux feux en coûts fixes et variables, souvent appelés « coûts budgétés » et « coûts liés à la lutte contre les incendies » respectivement. Bien que les termes utilisés puissent varier en fonction des organismes, les coûts fixes sont ceux associés à l'exécution du programme de gestion des feux (p. ex., infrastructure, salaire des employés permanents) et sont assez constants. Les coûts variables fluctuent en fonction de l'intensité de la saison des feux et reflètent le coût des ressources supplémentaires ponctuelles telles que les pompiers, les hélicoptères et les aéronefs à voilure fixe.

Les coûts fixes, variables et totaux annuels associés aux feux de végétation sont résumés à l'échelle nationale sur la **figure 1** pour la période allant de 1970 à 2009. Comme on peut s'y attendre, les coûts variables fluctuent bien plus d'une année à l'autre que les coûts fixes. Les coûts globaux progressent régulièrement depuis 1970, mais connaissent une hausse considérable depuis le milieu des années 1990. De plus, la variabilité d'une année à l'autre a aussi nettement augmenté durant cette période. Les dépenses globales de gestion des feux (en dollars de 2009) ont augmenté, passant d'environ 200 millions de dollars au début des années 1970 à une moyenne de plus de 800 millions de dollars après l'an 2000.

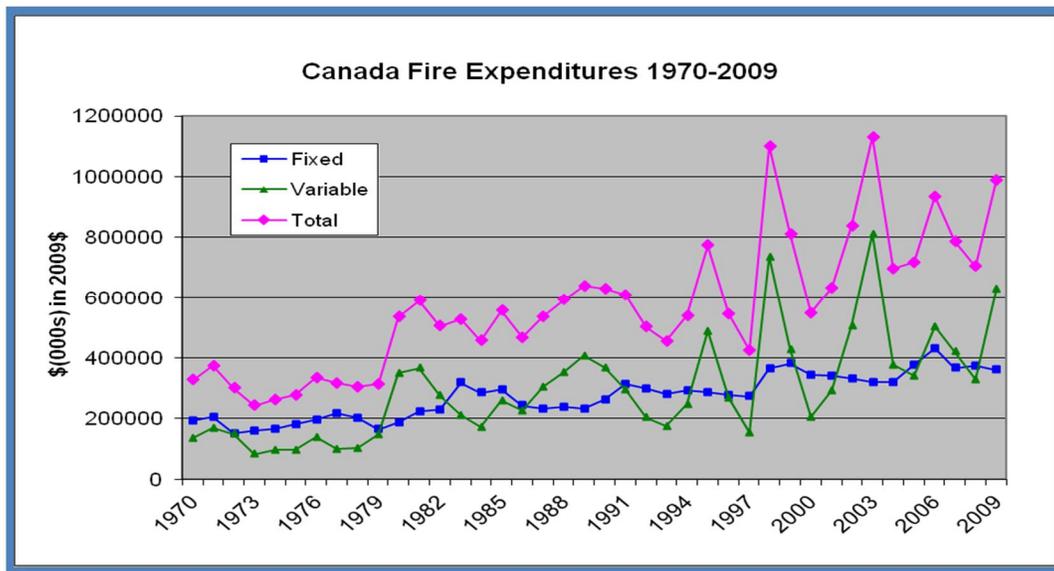


Figure 1 – Tendence des coûts (fixes, variables et totaux) de gestion des feux au Canada entre 1970 et 2009

La **figure 2** illustre l'écart considérable entre les dépenses liées aux feux des différents organismes : l'Alberta (Alb.) et la Colombie-Britannique (C.-B.) dépensent bien plus que les autres organismes, puis viennent, dans l'ordre, l'Ontario (Ont.), le Québec (Qc), la Saskatchewan (Sask.) et le Manitoba (Man.). Ces organismes ont tous subi une hausse des coûts ces dernières décennies (en particulier la Colombie-Britannique et l'Alberta) par rapport à la période allant de 1970 à 2009. L'ordre de grandeur des dépenses moyennes liées aux feux dans les sept autres provinces et territoires, soit Terre-Neuve-et-Labrador (T.N.-L.), la Nouvelle-Écosse (N.-É.), le Nouveau-Brunswick (N.-B.), l'Île-du-Prince-Édouard (Î.-P.-É.), le Yukon (Yn), les Territoires du Nord-Ouest (T.N.-O.) et dans les parcs nationaux, est généralement inférieur à celui des coûts combinés moyens de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, de la Saskatchewan, du Manitoba, de l'Ontario et du Québec.

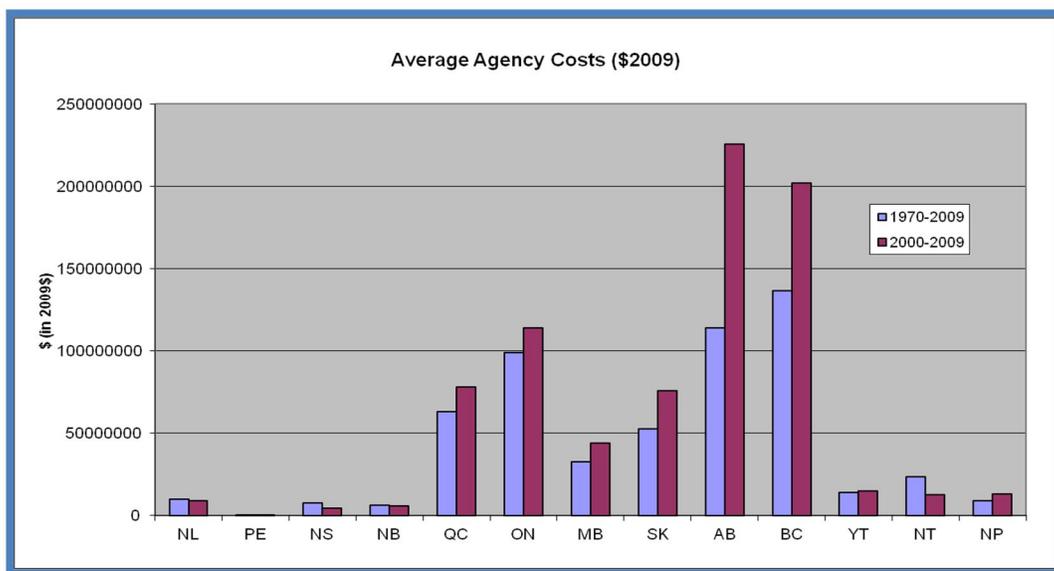


Figure 2 – Coûts annuels moyens de gestion des feux pour chaque province et territoire (1970-2009 et 2000-2009)

L'**annexe A** présente les dépenses liées aux feux de l'ensemble des organismes canadiens de gestion des feux. Veuillez noter que l'échelle de l'axe des ordonnées (dépenses) varie fortement d'un organisme à l'autre, les programmes de grande ampleur (p. ex., C.-B., Alb., Ont.) dépensant habituellement 20 à 30 fois plus que chacune des provinces maritimes. Comme on peut s'y attendre, les coûts fixes progressent plus lentement et présentent des variabilités annuelle et interannuelle bien plus faibles que les coûts variables, et ce phénomène est commun à tous les organismes. On voit bien dans l'**annexe A** que la Colombie-Britannique et l'Alberta ont enregistré les coûts liés aux feux les plus élevés et les plus variables ces dernières années, ce qui a amené à se demander si la hausse des coûts dans ces deux provinces n'expliquait pas la tendance nationale à la hausse. Toutefois, les coûts ont également augmenté régulièrement en Saskatchewan, au Manitoba, en Ontario et au Québec ces quarante dernières années. Étant donné que ce sont les dépenses de ces six organismes qui sont de loin les plus élevées, il semble probable que ces provinces soient les plus principales responsables de la tendance à la hausse des dépenses nationales.

Les dépenses liées aux feux des provinces maritimes, des Territoires du Nord-Ouest, du Yukon et des parcs nationaux sont également présentées à l'**annexe A**. Les coûts liés aux feux des Territoires du Nord-Ouest et du Yukon sont généralement bien inférieurs à ceux des six plus grands organismes, mais avoisinent les dépenses du Manitoba. Les coûts liés aux feux sont également bien inférieurs dans les provinces maritimes. Comme on pourrait s'y attendre, les coûts liés aux feux sont particulièrement bas à l'Île-du-Prince-Édouard, même par rapport à ceux de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick. De manière générale, les dépenses liées aux feux de ces petits organismes semblent diminuer ces dernières années, même si l'on observe nettement une variabilité interannuelle, comme pour les grands organismes.

Les figures suivantes comparent les dépenses totales liées aux feux des organismes, les organismes dépensant le plus étant représentés sur la **figure 3a**, et ceux dépensant le moins, sur la **figure 3b**. L'écart important entre les dépenses des organismes apparaît clairement, tant lorsque l'on compare les graphiques que lorsque l'on compare les coûts des organismes dans chaque graphique. Tous les organismes de la **figure 3a** présentent une tendance à la hausse de leurs dépenses pendant la période examinée, l'augmentation étant prononcée en Colombie-Britannique et en Alberta, et modérée en Ontario, au Québec, en Saskatchewan et au Manitoba. À l'inverse, pour les organismes ayant les programmes de gestion des feux les moins coûteux (**figure 3b**), on ne note aucune modification importante des dépenses (quelques hausses modestes au Yukon, à Terre-Neuve-et-Labrador, au Nouveau-Brunswick et dans les parcs nationaux, et une baisse en Nouvelle-Écosse et dans les Territoires du Nord-Ouest) au cours de la même période.

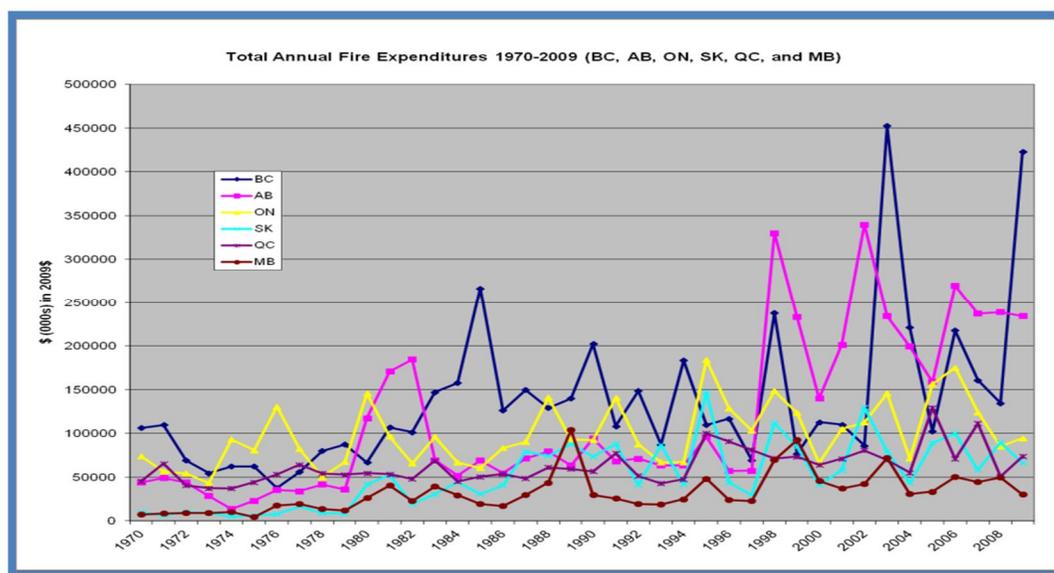


Figure 3a – Dépenses annuelles liées aux feux entre 1970 et 2009 (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc)

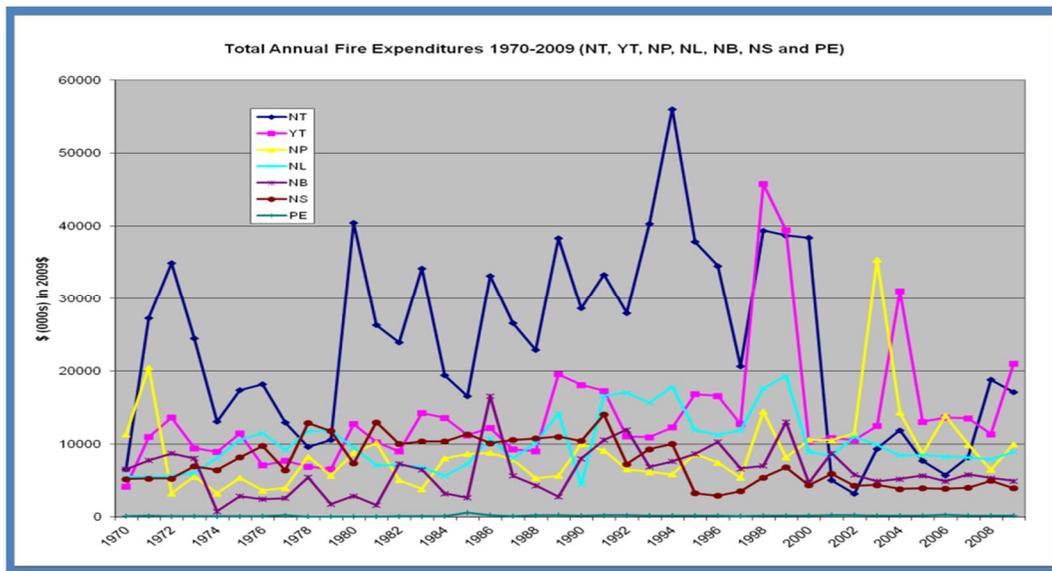


Figure 3b – Dépenses annuelles liées aux feux entre 1970 et 2009 (T.N.-O., Yn, T.N.-L., N.-É., N.-B. et Î.-P.-É.)

Superficie brûlée et nombre de feux à l'échelle nationale

Pour évaluer les causes potentielles de la hausse des coûts et de l'augmentation de la charge de travail relative aux incendies au Canada, il semble logique de commencer par examiner le nombre de feux et la superficie brûlée au fil du temps. La **figure 4a** présente le nombre de feux comptabilisé et la superficie brûlée chaque année au Canada à partir de 1920, de même que les lignes de tendance pour cette période de 94 ans. Ce qui ressort de ce graphique, c'est l'énorme variabilité interannuelle au niveau de la superficie brûlée, qui peut aller de moins de 300 000 hectares à plus de 7 500 000 hectares pour une année donnée. Le nombre de feux varie moins d'une année à l'autre, mais oscille entre 3 000 et 11 000 environ chaque année. Cette forte variation de l'activité et des répercussions des feux d'une année à l'autre représente un problème à la fois sur le plan budgétaire et sur le plan des ressources pour les organismes de gestion des feux, étant donné que lorsque la charge de travail est la plus intense, les ressources disponibles se révèlent insuffisantes.

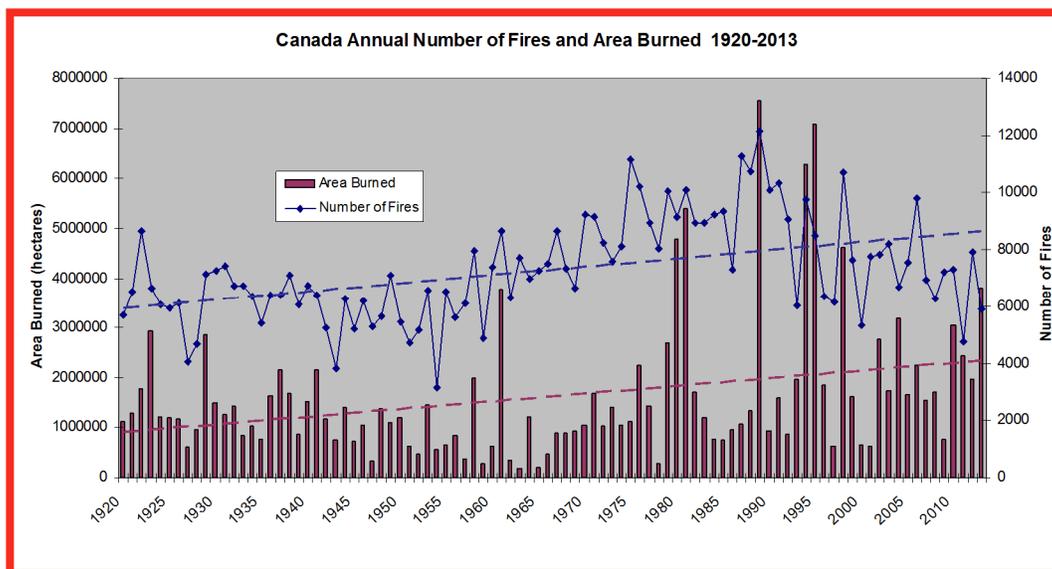


Figure 4a – Nombre de feux et superficie brûlée par an au Canada (1920-2013)

La **figure 4a** révèle que la tendance à la hausse de l'activité des feux et de la superficie brûlée semble régulière, passant d'une moyenne d'un peu plus de 6000 feux et de moins d'un million d'hectares brûlés au début des années 1920 à une moyenne de plus de 8 000 feux et de deux millions d'hectares brûlés ces dernières années. Ces tendances sont largement attribuables aux années 1980 et 1990, deux décennies importantes, ainsi qu'au fait qu'avant les années 1970, de nombreux incendies n'étaient pas détectés ou comptabilisés et que l'activité des feux durant cette période est donc sous-représentée dans les statistiques nationales sur les incendies. Il est impossible de corriger cette lacune, mais l'on peut supposer qu'elle est de moins en moins importante au fil des décennies, à mesure que les programmes de surveillance et de détection des feux se sont développés. Les programmes canadiens de gestion des feux, en constante évolution, influent indubitablement sur la quantité de renseignements que l'on peut tirer des statistiques et des tendances à long terme. Les moyennes décennales entre 1920 et 2013 (**figure 4b**) révèlent également un déclin progressif entre 1920 et 1960, suivi d'une augmentation rapide de l'activité et des répercussions des feux dans les années 1970, 1980 et 1990. Cependant, à partir de l'an 2000, on constate une baisse modeste du nombre de feux et de la superficie brûlée à l'échelle nationale.

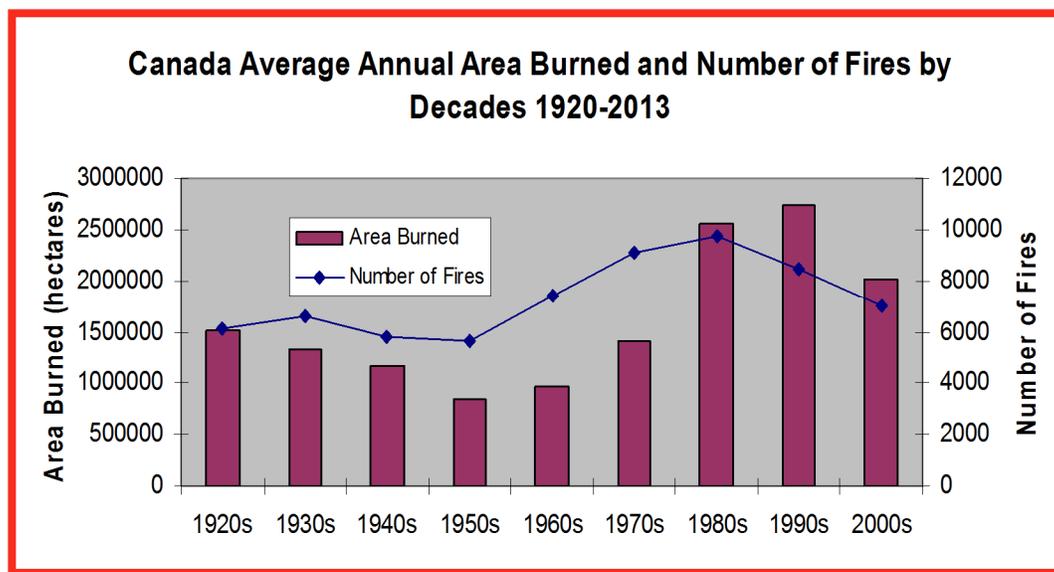


Figure 4b – Moyennes décennales de la superficie brûlée et du nombre de feux par an au Canada (1920-2013)

On considère que les données nationales sur les incendies sont devenues beaucoup plus fiables après la mise en place d'une vaste couverture par satellite au début des années 1970. Lorsque l'on examine uniquement les données à partir de 1970 (**figure 4c**), les lignes de tendance changent notablement. On observe alors une nette tendance à la baisse du nombre de feux, tandis que la superficie brûlée augmente légèrement, ce qui s'explique dans les deux cas par la plus forte influence de la baisse de l'activité des feux à partir de l'an 2000.

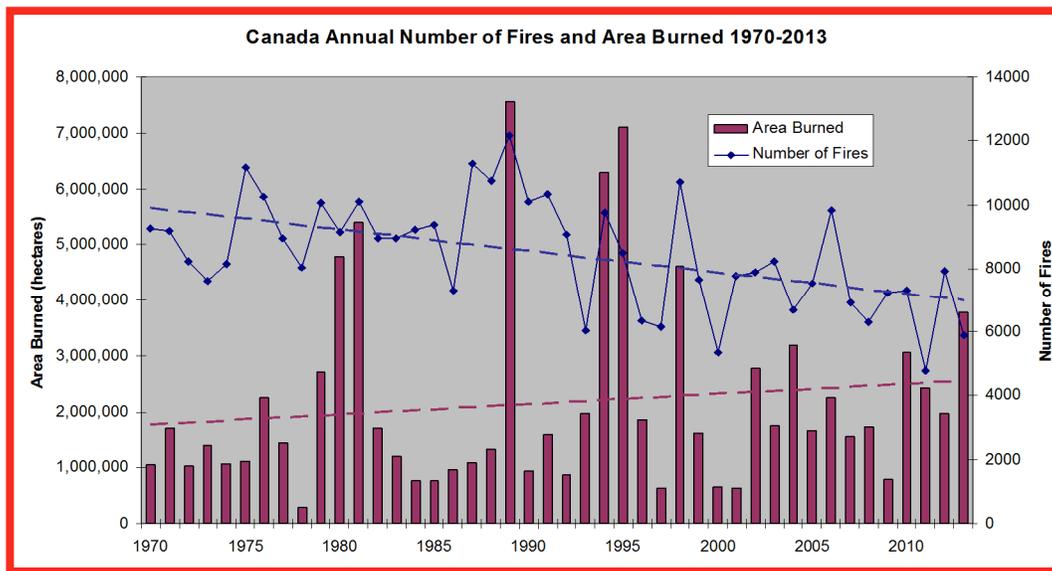


Figure 4c – Nombre de feux et superficie brûlée par an au Canada (1970-2013)

L'analyse des tendances concernant l'activité des feux au Canada se révèle problématique, principalement du fait de la nature très épisodique de l'ensemble de données. Une forte variabilité interannuelle constitue la norme, en particulier pour la superficie brûlée chaque année par les feux de végétation, pour lesquels la variation peut largement dépasser un ordre de grandeur (entre moins de 300 000 hectares et plus de 7 500 000 hectares) par an. Cette caractéristique amène à se demander si un ensemble de données portant sur 44 ans suffit à dépasser cette variabilité et permet une analyse raisonnablement fiable des tendances. Le nombre de feux varie beaucoup moins d'une année à l'autre que la superficie brûlée et peut donner de meilleures analyses des tendances.

L'analyse des statistiques nationales sur les feux n'apporte pas le moindre éclairage sur la raison pour laquelle les dépenses augmentent, étant donné que le nombre de feux et la superficie brûlée ont diminué récemment, pendant la période où les dépenses ont connu la plus forte hausse. On a ensuite examiné les statistiques de chaque province et territoire séparément pour repérer d'éventuelles tendances régionales.

Superficie brûlée et nombre de feux pour chaque province et territoire

On a compilé le nombre de feux et la superficie brûlée par an pour tous les organismes provinciaux et territoriaux de gestion des feux à partir de 1970 en utilisant les données du PPDF. Les résultats sont illustrés à l'**annexe B**. Lorsque l'on compare les graphiques des différents organismes, on remarque que l'axe des ordonnées diffère notablement. La première partie de l'**annexe B** présente les statistiques sur les feux des organismes ayant des dépenses élevées (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc) pour la période de 44 ans allant de 1970 à 2013. L'une des caractéristiques communes à tous les organismes de ce groupe est la nature très épisodique de la superficie brûlée chaque année.

Les statistiques de la Colombie-Britannique révèlent une baisse du nombre de feux avec une forte variabilité interannuelle. La superficie brûlée annuelle a augmenté au cours de la dernière décennie, et semble concorder avec l'augmentation concomitante des dépenses en Colombie-Britannique illustrée à l'**annexe A**.

Le nombre de feux en Alberta semble avoir augmenté notablement ces dernières années. Cette augmentation pourrait s'expliquer en partie par un changement de politique qui a eu lieu au cours des dix dernières années et qui a conduit à l'ajout des petits feux aux statistiques sur les incendies de l'Alberta. L'Alberta a connu de nombreuses années où la

superficie brûlée était insignifiante, mais il y a eu des années où elle a été importante récemment et pendant la période 1980-1981, des événements qui coïncident avec l'accroissement des dépenses en Alberta (**annexe A**).

Aucune tendance ne se détache des statistiques de la Saskatchewan et du Manitoba : on note une grande variabilité annuelle et interannuelle de l'activité des feux dans les deux provinces. Dans les statistiques du Manitoba, on remarque avant tout les vastes superficies brûlées au nord de la province en 1989.

En Ontario et au Québec, on observe une forte variabilité interannuelle, tant concernant la superficie brûlée que le nombre de feux, mais également une baisse régulière du nombre de feux entre 1970 et 2013. Aucune tendance ne se dégage en Ontario pour ce qui est de la superficie brûlée, mais au Québec, on note une forte tendance à la hausse, qui pourrait être due au fait que les grands feux qui se sont produits dans le nord du Québec dans les années 1970 et au début des années 1980 ne sont pas inclus dans les statistiques du PNDF.

Les statistiques sur les feux des organismes ayant des dépenses moins élevées (Yn, T.N.-O., parcs nationaux, T.N.-L., N.-É., N.-B. et Î.-P.-É.) sont également présentées à l'**annexe B**. Bien que l'activité des feux pour ces organismes soit inférieure à celle des organismes ayant des budgets plus élevés, on note malgré tout des similitudes, en particulier la nature très épisodique des statistiques annuelles sur les feux.

Sur les graphiques du Yukon, des Territoires du Nord-Ouest et des parcs nationaux, on observe comme ailleurs une forte variabilité interannuelle, qui s'explique en partie par le fait que ces provinces et territoires laissent abondamment brûler les feux naturels. Une tendance à la baisse du nombre de feux se dégage nettement dans les Territoires du Nord-Ouest, mais il y a peu de changement au Yukon et dans les parcs nationaux. De la même manière, aucune tendance ne se détache concernant le total des superficies brûlées, sauf au Yukon, où la tendance est fortement influencée par l'année 2004 qui présentait un chiffre élevé.

Les données sur les feux de T.N.-L. à partir de 1970 montrent que la superficie brûlée est très irrégulière d'une année à l'autre et qu'elle dépend fortement des incendies de grande ampleur, fréquents au Labrador, pour lesquels les opérations de suppression sont très limitées. En ce qui concerne le nombre de feux à T.N.-L., la tendance est fortement à la baisse pour la période que couvrent les données.

Dans les Maritimes, pour la période après 1970, l'année 1976 se démarque par son nombre élevé de feux en Nouvelle-Écosse. Autrement, la superficie brûlée chaque année pendant cette période était inférieure à 3 000 hectares. En outre, le nombre de feux en Nouvelle-Écosse a chuté au cours des 44 dernières années. De même, la superficie brûlée au Nouveau-Brunswick a considérablement diminué ces dernières années, à l'exception d'une importante activité des feux en 1986. Le nombre de feux a également baissé régulièrement entre 1970 et 2013. Les statistiques de l'Île-du-Prince-Édouard sont relativement insignifiantes par rapport à celles des autres organismes, mais on observe la même variabilité interannuelle. Le nombre de feux et la superficie brûlée ont tous deux baissé de façon significative.

Les statistiques sur les feux présentées ci-dessus pour chaque province et territoire montrent clairement que ce sont les plus grands organismes qui connaissent la plus forte activité de feux et qui supportent les coûts les plus élevés. Il semble fort probable que l'augmentation de la charge de travail relative aux incendies à l'échelle nationale soit le résultat de l'activité des feux dans ces régions. Les dépenses liées aux incendies et l'activité des feux des petits organismes n'augmentent pas, et ne sont pas suffisamment importantes pour avoir une incidence sur les tendances nationales globales. De plus, s'il y a souvent de vastes superficies brûlées dans les zones d'intervention limitée des Territoires du Nord-Ouest, du Yukon, des parcs nationaux et de Terre-Neuve-et-Labrador, on peut supposer sans risque de se tromper que cela n'entraîne pas d'augmentation des dépenses pour ces organismes.

Il semble donc prudent de se concentrer sur les organismes ayant les plus grands programmes pour tenter de trouver les causes de la hausse des dépenses. Nous incluons ici les **figures 5a et 5b** afin que l'on puisse comparer le nombre de feux et la superficie brûlée pour ces grands organismes (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc).

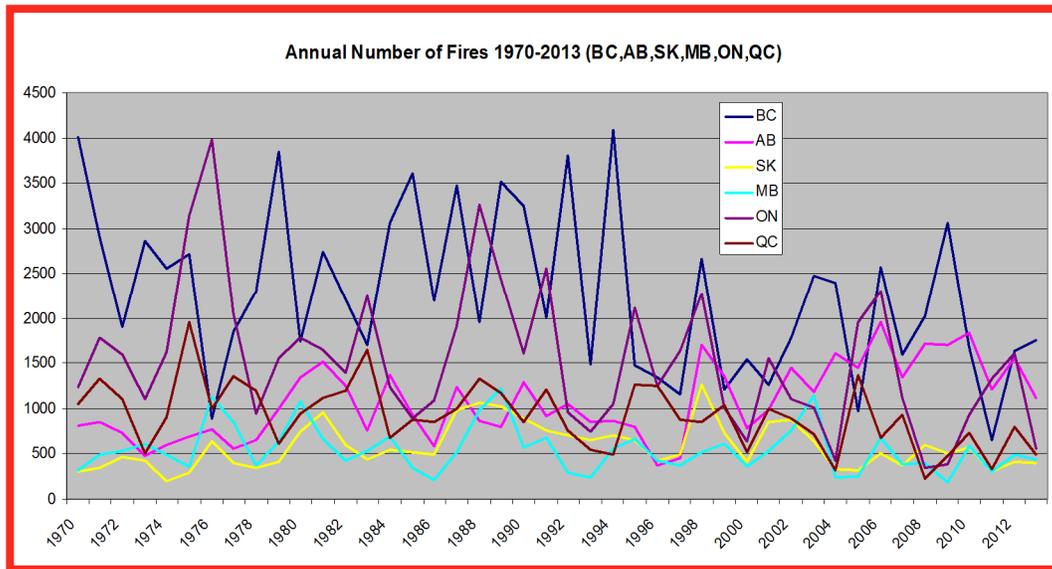


Figure 5a – Nombre de feux par an entre 1970 et 2013 (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc)

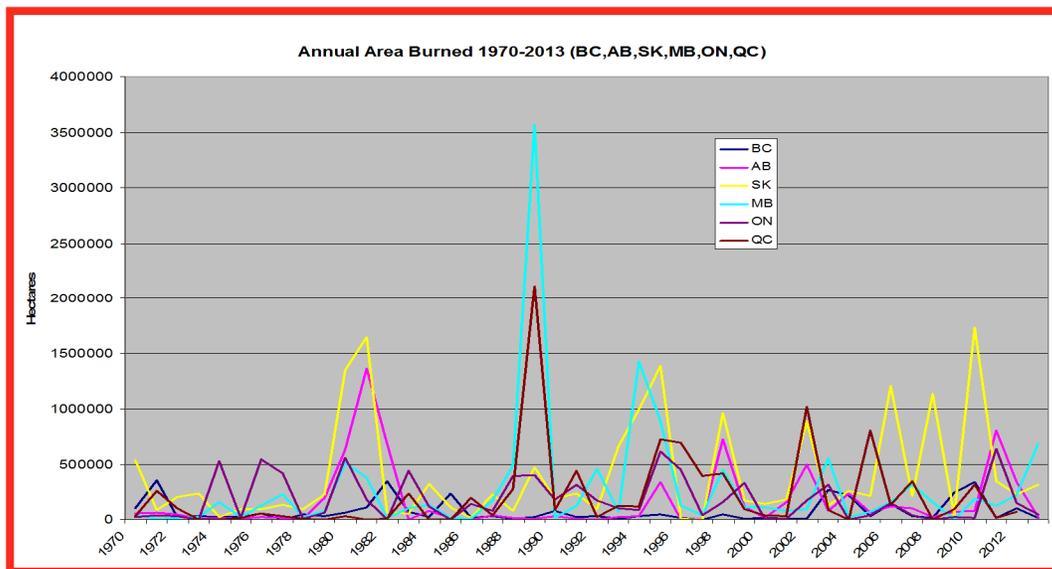


Figure 5b – Superficie brûlée chaque année entre 1970 et 2013 (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc)

Activité des feux dans les zones d'intervention maximale (ZIM) et les zones d'intervention limitée (ZIL)

Comme on l'a mentionné plus haut, de nombreux territoires et provinces canadiens possèdent de vastes zones (ZIL) où l'on pratique une suppression « limitée » des incendies et où la plupart des feux brûlent naturellement. Dans ces zones (qui couvrent près de 50 % du paysage forestier canadien), l'activité des feux est surveillée, mais les organismes ne lancent une opération de suppression que lorsque des collectivités ou d'autres valeurs sont en danger, et cette opération de suppression se limite souvent à protéger lesdites valeurs. La grande majorité des feux qui se déclarent dans les ZIL peu peuplées sont provoqués par la foudre et prennent souvent de l'ampleur du fait qu'aucune opération de suppression n'est menée. À l'inverse, la majorité des feux qui se déclarent dans les ZIM sont causés par les activités humaines (activités

récréatives, opérations industrielles, chemins de fer, etc.) et sont généralement de bien de faible ampleur en raison des opérations de suppression drastiques qui sont menées.

La **figure 6** illustre la répartition géographique des ZIL (en blanc) et des ZIM (en gris) au Canada : les ZIL couvrent de grandes superficies au Labrador, au nord du Québec, en Ontario, au Manitoba et en Saskatchewan, et la majorité de la superficie des Territoires du Nord-Ouest et du Yukon. La Colombie-Britannique, le Manitoba et les provinces maritimes (dont l'île de Terre-Neuve) considèrent que l'ensemble de leur territoire est une ZIM et appliquent une politique drastique de suppression de tous les incendies.

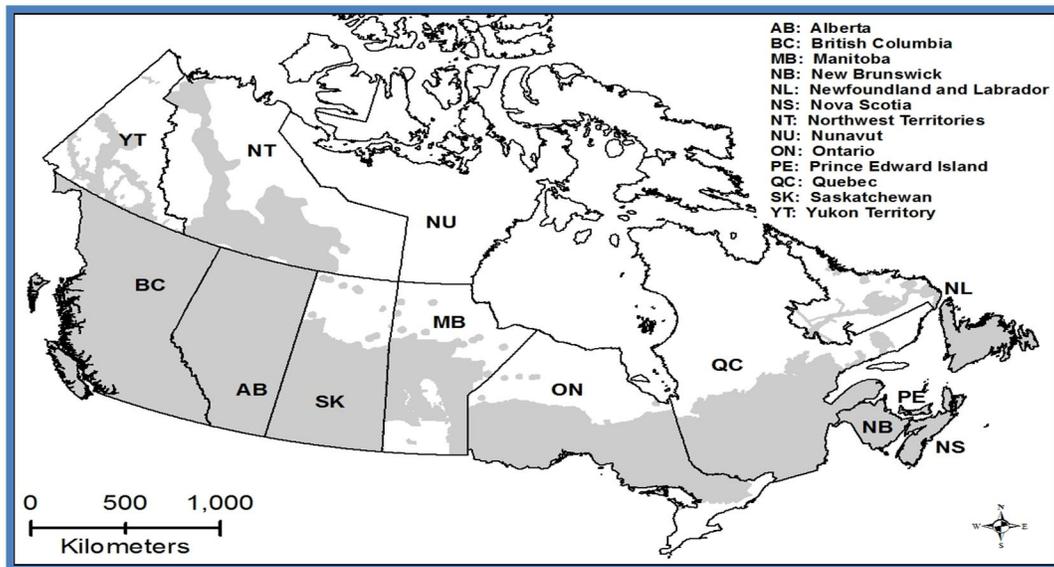


Figure 6 – Répartition des ZIM et des ZIL au Canada (adapté de Magnussen et Taylor, 2012)

On a utilisé les statistiques du PPDF et du CIFFC pour déterminer les tendances au niveau du nombre de feux et de la superficie brûlée dans les ZIM et les ZIL du Canada entre 1990 et 2013. Les résultats sont présentés à la **figure 7**. On constate qu'il n'y a pas de changement notable au niveau de la superficie brûlée dans les deux types de zone. Quant au nombre de feux dans les ZIL, il est resté relativement constant durant cette période de 24 ans. Cependant, le nombre de feux dans les ZIM est en baisse, ce qui concorde avec les résultats précédents de nombreux territoires et provinces du Canada. Les fortes différences au niveau de la superficie des incendies sont également clairement visibles. Les ZIL représentent environ 66 % de la superficie totale brûlée, alors qu'il ne s'y déclare que 8 % du nombre total de feux à l'échelle nationale.

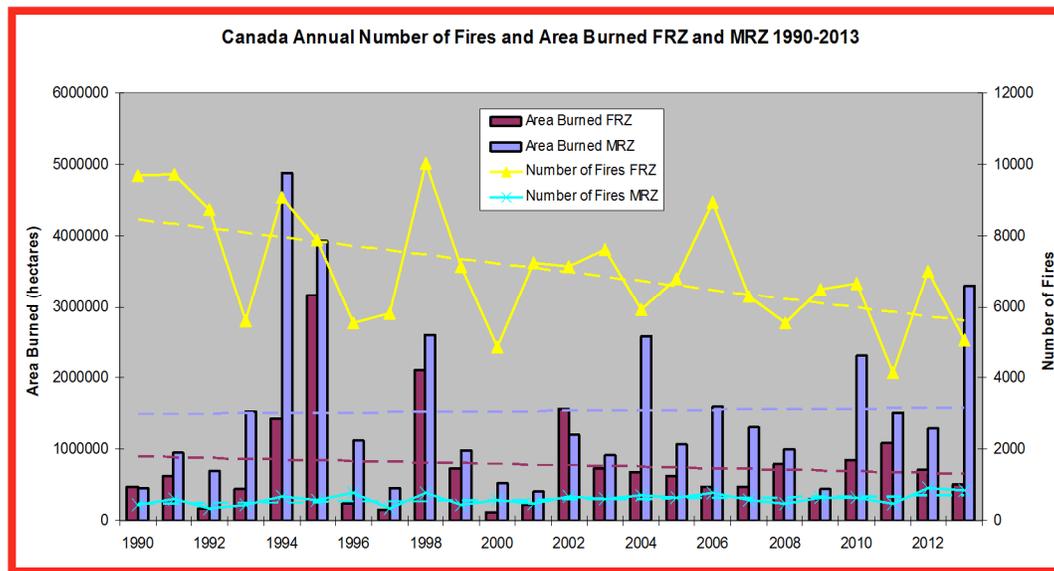


Figure 7 – Nombre de feux et superficie brûlée par an dans les ZIM et les ZIL du Canada (1990-2013)

Activité des grands feux

Les feux qui échappent à la première attaque et qui prennent de l'ampleur, souvent appelés « feux d'envergure », nécessitent généralement des opérations de suppression de grande ampleur qui s'avèrent coûteuses, ce qui pourrait être lié à l'augmentation des dépenses. Pour étudier cette hypothèse, on a évalué le nombre de feux de plus de 200 hectares et la superficie brûlée par ces grands feux entre 1970 et 2011. On a utilisé la Base de données sur les grands feux de forêt (BDGFF) du Canada, qui regroupe l'ensemble des feux de plus de 200 hectares qui se sont déclarés après 1959 (Stocks *et al.*, 2003), aujourd'hui appelée Base nationale de données sur les feux de forêt du Canada (BNDFFC) (<http://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/ah/nfdb>) pour cette analyse, en partant de l'hypothèse que les incendies de plus de 200 hectares seraient un indicateur relativement raisonnable des feux d'envergure. On a limité l'analyse aux six principaux organismes de gestion des feux, en supposant que si les grands feux avaient une incidence sur les dépenses relatives aux incendies au Canada, cette incidence serait particulièrement visible dans ces provinces et territoires.

Le nombre de grands feux et la superficie brûlée par ceux-ci en Colombie-Britannique, en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba, en Ontario et au Québec entre 1970 et 2011 sont présentés sur les **figures 8a et 8b** respectivement. Sur ces deux graphiques, les fortes variabilités annuelle et interannuelle du nombre de grands feux et de la superficie brûlée par ceux-ci sont manifestes, comme lorsque l'on a examiné les feux de superficie différente précédemment. Cependant, aucune tendance ne se dégage pour cette période dans un graphe ni dans l'autre, sauf en ce qui concerne la superficie brûlée en Saskatchewan, qui connaît une hausse ces dernières années.

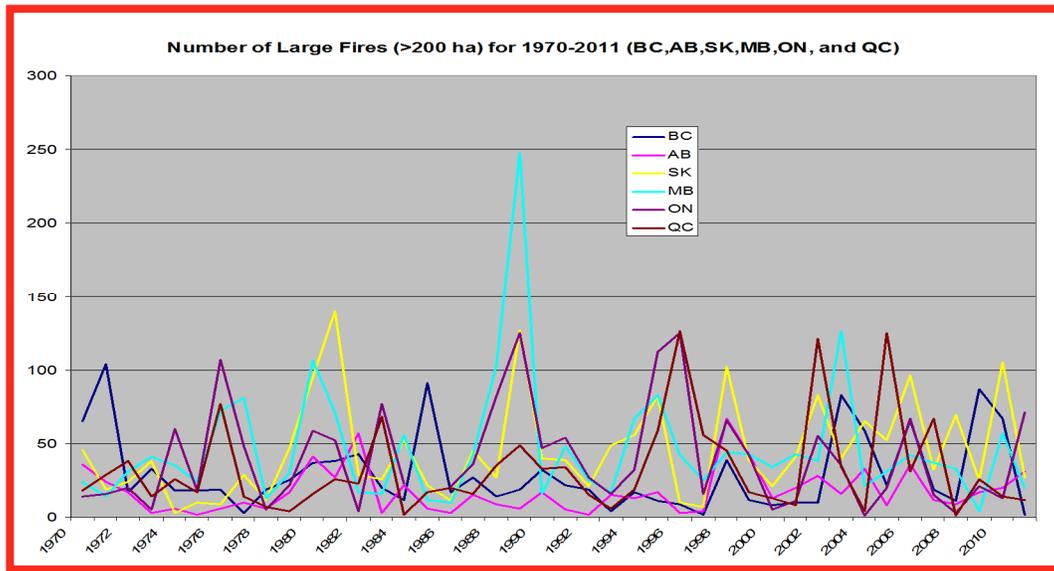


Figure 8a – Nombre de grands feux entre 1970 et 2011 (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc)

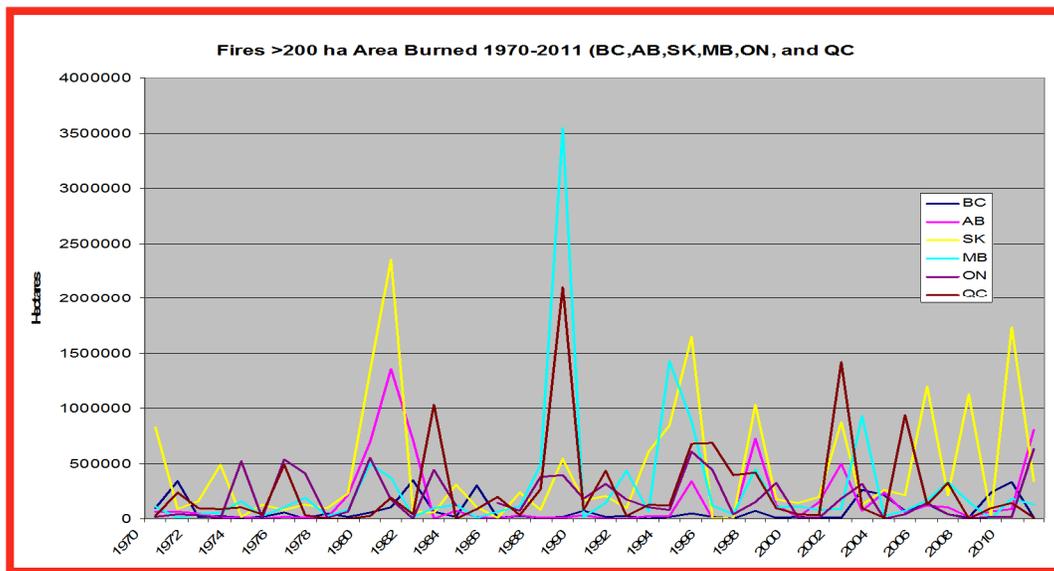


Figure 8b – Superficie brûlée par les grands feux entre 1970 et 2011 (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc)

Activité des feux d'origine humaine et provoqués par la foudre

Après avoir analysé les tendances en matière d'activité des feux et de superficie brûlée pour tous les types de feu par organisme, on a entrepris une autre étude sur les tendances concernant les feux d'origine humaine et provoqués par la foudre. Les données de cette analyse ont été tirées des documents de Ramsey et Higgins sur la période 1978-1990 et du PNDF sur la période après 1990. Les quelques données manquantes ont été obtenues en communiquant avec les organismes concernés, le cas échéant.

Les figures 9a et 9b illustrent le nombre de feux d'origine humaine et provoqués par la foudre, ainsi que la superficie brûlée par ceux-ci dans chaque province et territoire du Canada. À l'exception des Maritimes, le nombre de feux d'origine humaine et provoqués par la foudre est à peu près semblable dans chaque région. L'étendue de la superficie brûlée par les feux

provoqués par la foudre est toutefois bien plus grande dans les parcs nationaux, dans les Territoires du Nord-Ouest, au Yukon et en Saskatchewan. Ce phénomène est probablement imputable aux effets des ZIL dans de multiples provinces et territoires, où les feux provoqués par la foudre sont plus nombreux et brûlent souvent naturellement. En outre, les feux provoqués par la foudre se déclarent souvent simultanément dans des zones généralement moins accessibles, ce qui augmente le délai d'intervention pour les opérations de suppression et permet à davantage d'incendies de prendre de l'ampleur. Les feux provoqués par la foudre ne semblent pas être un problème important dans les Maritimes.

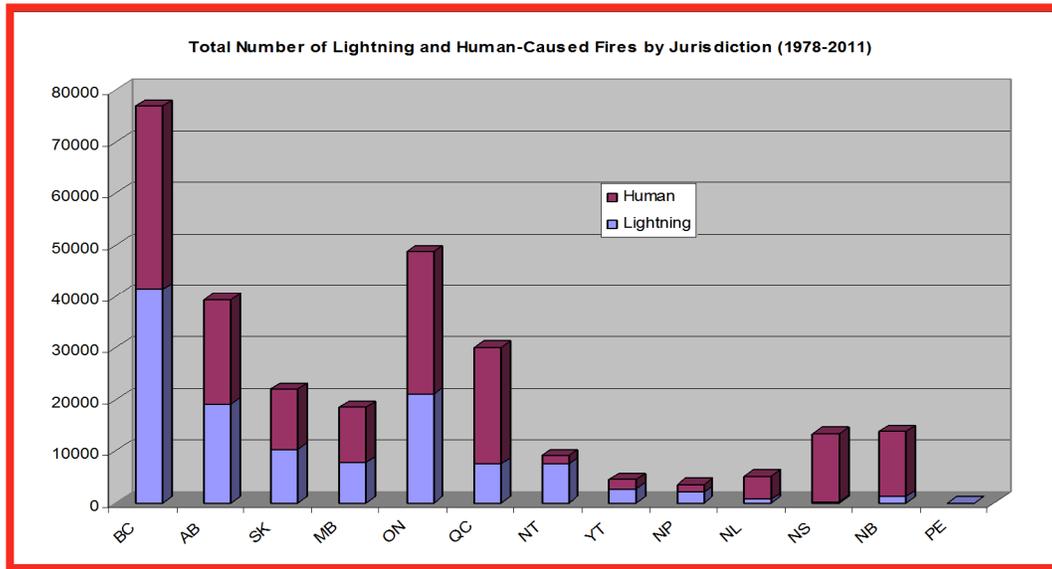


Figure 9a – Nombre total de feux provoqués par la foudre et d'origine humaine pour chaque province et territoire (1978-2011)

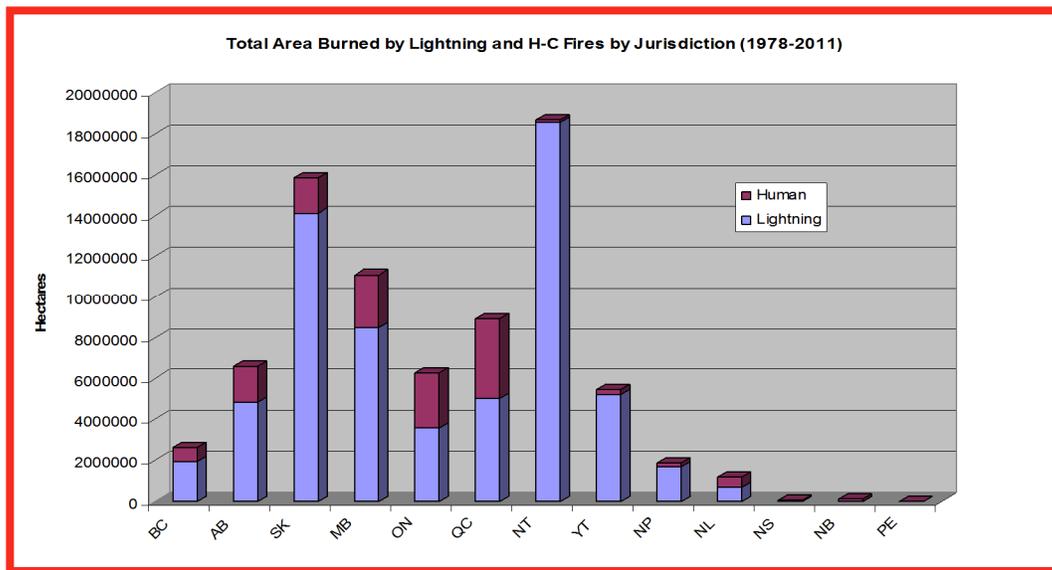


Figure 9b – Superficie totale brûlée par les feux provoqués par la foudre et d'origine humaine pour chaque province et territoire (1978-2011)

Les tendances annuelles relatives au nombre de feux d'origine humaine et provoqués par la foudre et à la superficie brûlée par ceux-ci sont présentées dans les **figures 10a et 10b** respectivement. Comme d'habitude, il est difficile d'interpréter ces tendances en raison de la grande variabilité interannuelle, surtout en ce qui concerne la superficie brûlée. À l'échelle nationale, on observe une tendance à la baisse du nombre de feux d'origine humaine et provoqués par la foudre, mais cette baisse est bien plus marquée pour les feux d'origine humaine, surtout ces dernières années. On observe une légère tendance à la baisse de la superficie brûlée dans le cas des feux provoqués par la foudre, et une légère tendance à la hausse dans le cas des feux d'origine humaine.

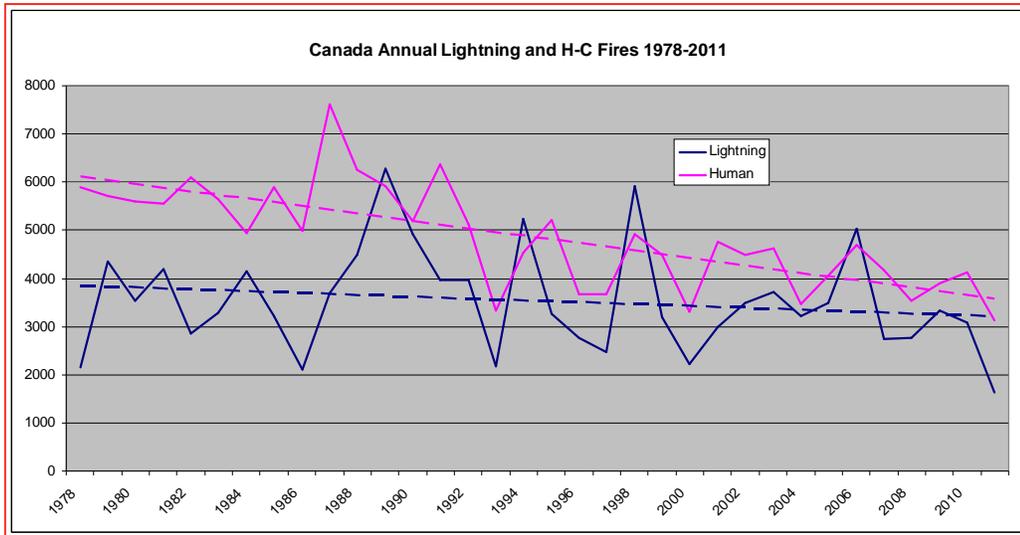


Figure 10a – Tendence nationale annuelle relative aux feux provoqués par la foudre et d'origine humaine entre 1978 et 2011

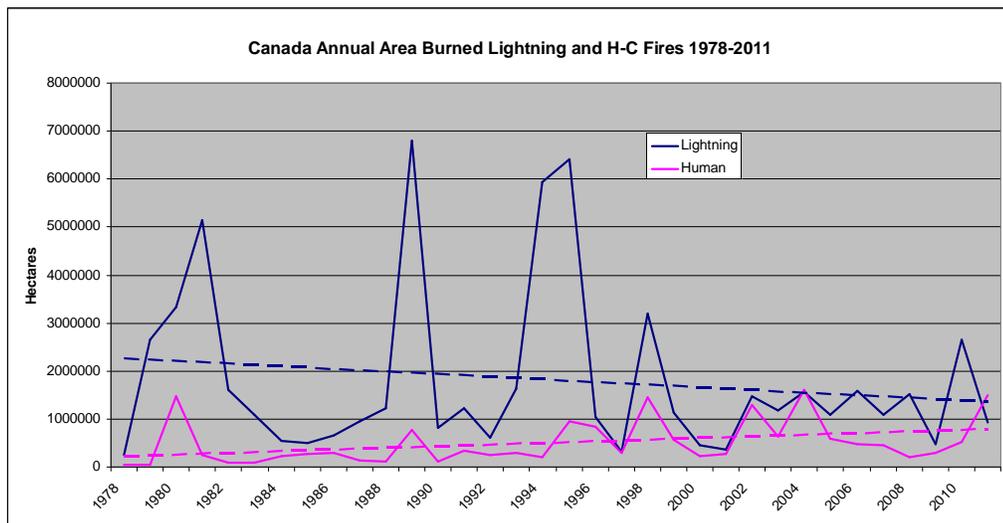


Figure 10b – Tendence nationale annuelle relative à la superficie brûlée par les feux provoqués par la foudre et d'origine humaine entre 1978 et 2011

On a tracé les tendances pour tous les organismes, mais seules les tendances des organismes ayant les activités de feux les plus intenses et les coûts de gestion des feux les plus élevés (Alb., C.-B., Sask., Man., Ont. et Qc) sont présentées sur les figures suivantes, étant donné que ce sont ces organismes pour lesquels on est le plus susceptible de remarquer une corrélation entre l'augmentation des dépenses et l'activité des feux.

On a pu uniquement séparer les feux provoqués par la foudre et ceux d'origine humaine à l'échelle des provinces et territoires dans leur globalité, et non à l'échelle des ZIL et des ZIM (le cas échéant) de chacune, en raison du manque de données à ce niveau de précision. Cependant, dans le cas de la Colombie-Britannique et de l'Alberta, on peut considérer que tous les feux se produisent dans une ZIM, même si un petit nombre d'incendies a fait l'objet d'opérations de suppression limitée en Colombie-Britannique ces dernières années.

Les tendances concernant les feux d'origine humaine pour les six principaux territoires et provinces sont présentées à la **figure 11a**. On constate une forte tendance à la baisse du nombre de feux d'origine humaine en Colombie-Britannique, en Saskatchewan, en Ontario et au Québec au cours de cette période, et à l'inverse, une forte tendance à la hausse en Alberta ces dernières années. Comme on l'a mentionné plus haut, cette tendance pourrait s'expliquer par l'ajout récent des feux de petite superficie à la base de données de l'Alberta. Aucune tendance ne se dégage nettement au Manitoba.

L'**annexe C** présente séparément les graphiques illustrant le nombre de feux provoqués par la foudre et d'origine humaine, ainsi que la superficie brûlée par ceux-ci, dans chaque province et territoire.

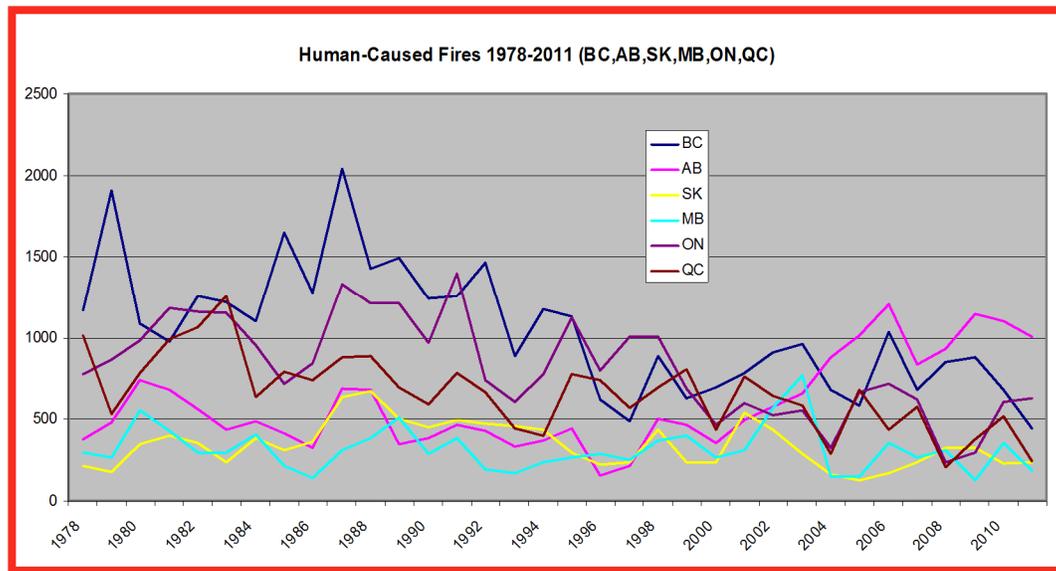


Figure 11a – Nombre de feux d'origine humaine entre 1978 et 2011 (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc)

La **figure 11b** illustre les tendances relatives aux feux provoqués par la foudre. Aucune tendance nette ne se dégage au niveau du nombre de feux provoqués par la foudre au cours de cette période, tous les organismes faisant état de chiffres relativement uniformes au fil du temps. Le nombre de feux provoqués par la foudre semble être très irrégulier, en particulier en Colombie-Britannique et en Ontario, par rapport à l'activité des feux d'origine humaine.

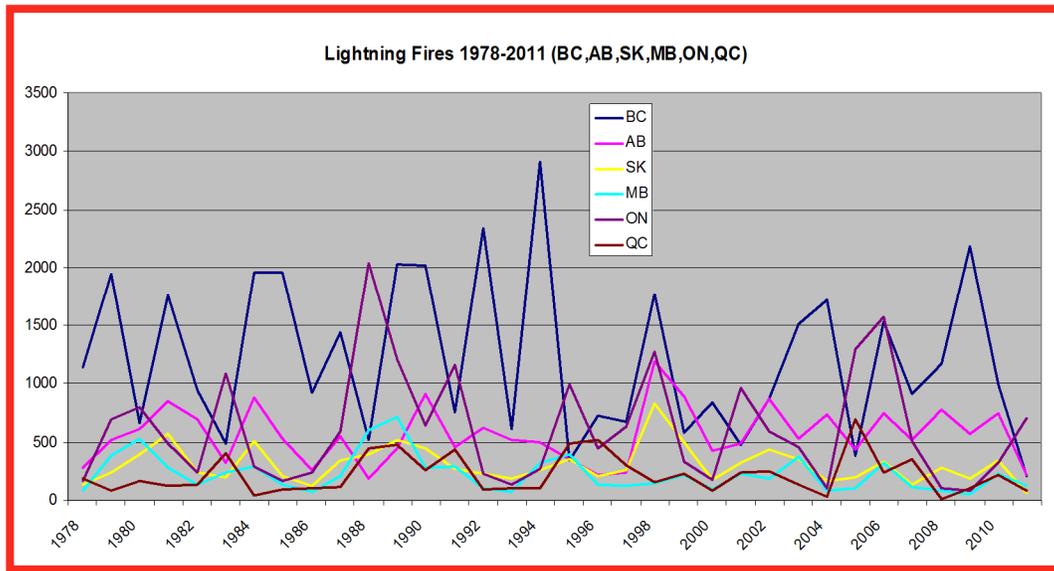


Figure 11b – Nombre de feux provoqués par la foudre entre 1978 et 2011 (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc)

Les figures 12a et 12b montrent les tendances relatives à la superficie brûlée par les feux d'origine humaine et par les feux provoqués par la foudre respectivement. Pour les raisons indiquées plus haut, les feux d'origine humaine brûlent généralement une moins grande superficie que les feux provoqués par la foudre, mais les premiers présentent de fortes variabilités annuelle et interannuelle. La superficie brûlée par les feux provoqués par la foudre varie aussi fortement d'une année à l'autre. C'est en Saskatchewan et au Manitoba que les superficies brûlées sont les plus importantes, du fait que ces provinces et territoires possèdent de vastes ZIL.

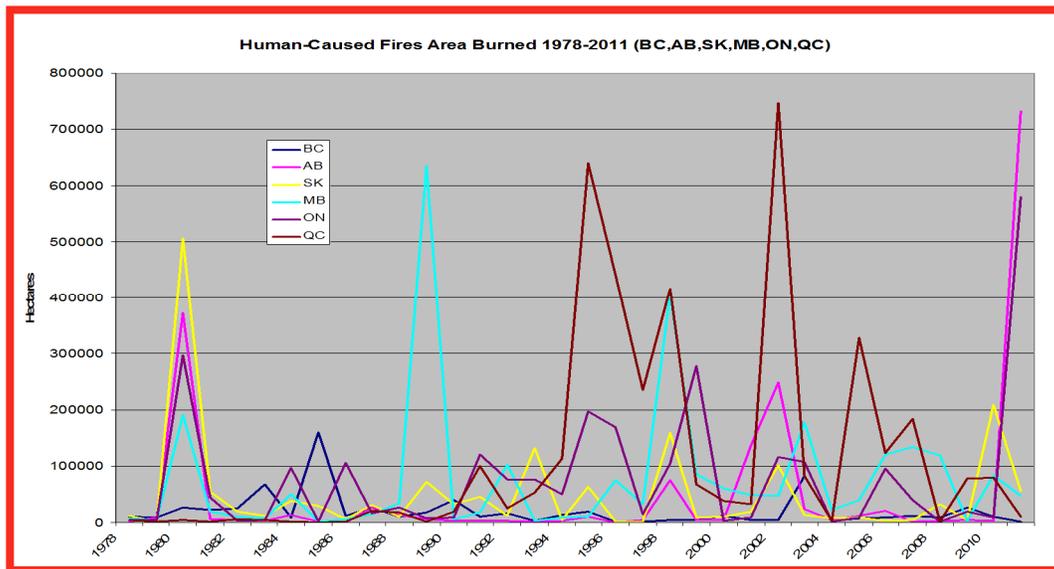


Figure 12a – Superficie brûlée par les feux d'origine humaine entre 1978 et 2011 (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc)

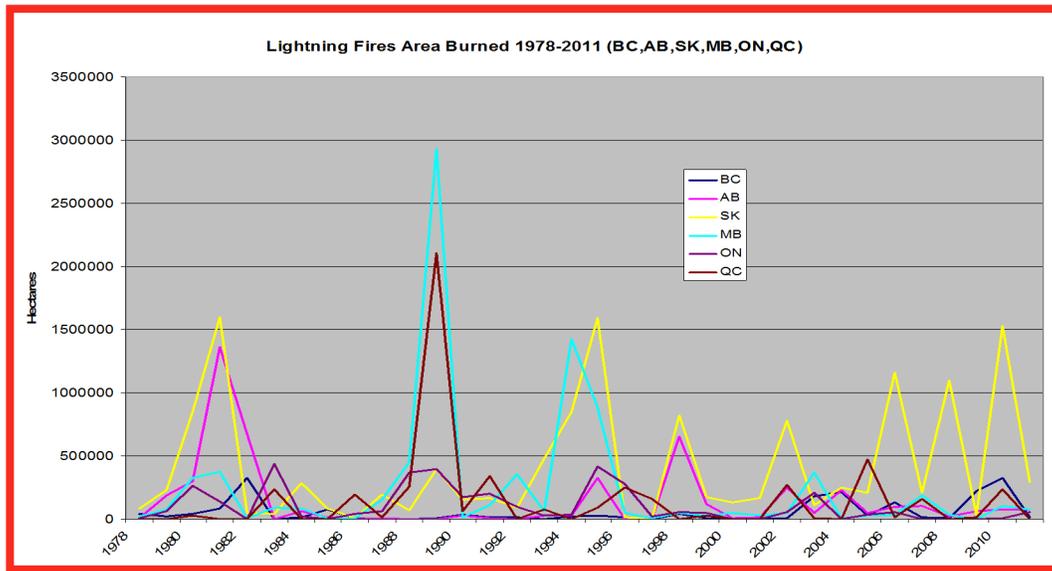


Figure 12b – Superficie brûlée par les feux provoqués par la foudre entre 1978 et 2011 (C.-B., Alb., Sask., Man., Ont. et Qc)

Tendances concernant le partage des ressources

Lors de la création du CIFFC en 1982, les organismes canadiens de gestion des feux se sont engagés à partager leurs ressources à beaucoup plus grande échelle et de façon plus organisée. La **figure 13** montre l'importance des partages effectués depuis cette date, leur nombre progressant presque chaque année, en particulier après le milieu des années 1990, où la mise en place de normes communes de formation a grandement simplifié les échanges de personnel.

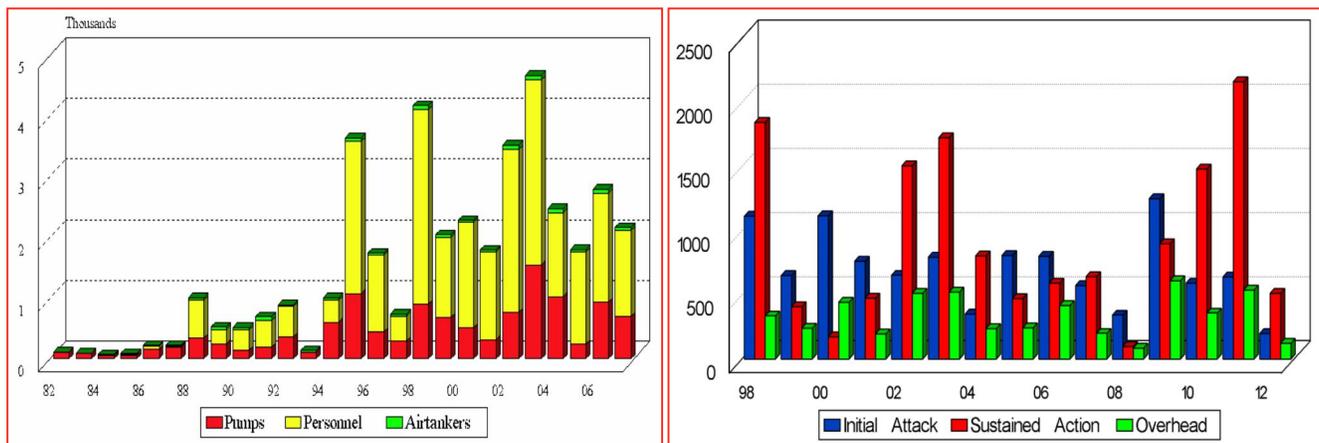


Figure 13 – Ressources partagées entre 1982 et 2007 (à gauche) et personnel mobilisé entre 1998 et 2012 (à droite) par l'intermédiaire du CIFFC

Afin de déterminer le coût du partage des ressources entre organismes et la part de ces coûts dans les dépenses globales de gestion des feux à l'échelle nationale, on a examiné les factures des huit dernières années (2006-2013) du CIFFC. Les coûts annuels des échanges de ressources sont présentés à l'**annexe D**. Ils oscillent entre un minimum de 6,55 millions de dollars en 2008 et un maximum de 31,46 millions de dollars en 2009, avec une moyenne annuelle de 16,2 millions de dollars (notez les différences d'échelle d'une année à l'autre). Le coût total des échanges de ressources pour cette période de huit ans s'élevait à 140,69 millions de dollars. Les organismes de la Colombie-Britannique, de l'Alberta et de l'Ontario sont ceux qui échangent le plus de ressources presque tous les ans, mais d'autres organismes, notamment celui du Québec, commencent

à partager de plus en plus souvent les ressources. En réalité, ces dernières années, entre 10 et 12 organismes ont participé au programme d'échange des ressources chaque année, ce qui montre bien combien les organismes comptent désormais sur leurs partenaires. La **figure 14** résume le coût total de l'échange des ressources par organisme (dépenses et recettes) pour la période 2006-2013 et illustre combien la Colombie-Britannique, l'Alberta, l'Ontario et le Québec ont été tributaires du partage des ressources pendant cette période.

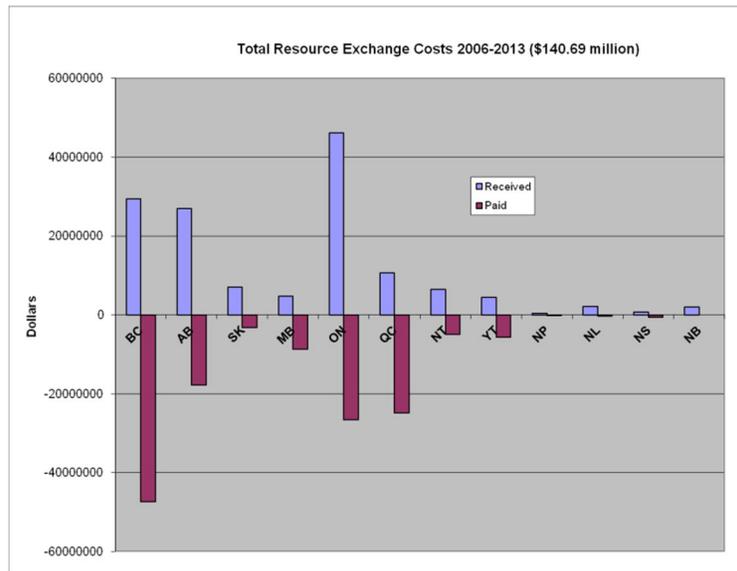


Figure 14 – Coût total du partage des ressources par organisme entre 2006 et 2013

Toutefois, malgré le recours croissant au partage des ressources et le coût considérable que cela occasionne, il ne semble pas que l'augmentation des échanges participe activement à la hausse des dépenses nationales liées aux feux. En 2009, année où l'activité des feux a été intense en Colombie-Britannique, le partage des ressources a coûté 31,5 millions de dollars à l'échelle nationale, la part de la Colombie-Britannique représentant 26 millions de dollars. Cette année-là, les coûts variables nationaux se sont élevés à 628 millions de dollars environ, tandis que les coûts variables de la Colombie-Britannique seule atteignaient 382 millions de dollars (on suppose que les coûts variables comprennent le partage des ressources dans le budget des organismes). En 2008, une année relativement calme au chapitre du partage des ressources, les coûts variables totaux au Canada s'élevaient à 330 millions de dollars et les coûts du partage des ressources, à 6,6 millions de dollars. Il semble donc que le partage des ressources représente moins de 5 % des dépenses annuelles totales liées aux feux.

Changement climatique et future charge de travail relative aux incendies au Canada

Renseignements généraux

On a étudié la forte variabilité du climat de la Terre au cours des dernières centaines de milliers d'années en analysant les données tirées de noyaux de glace, d'anneaux de croissance d'arbres, de pollen, de glaciers, de sédiments océaniques et de l'orbite de la Terre, qui peuvent être considérés comme des mesures indirectes du climat. Cet historique révèle que le climat de la Terre a naturellement varié au fil du temps en raison de causes naturelles (p. ex., volcans, modification de l'énergie solaire et des concentrations de gaz à effet de serre).

Depuis le début de la révolution industrielle à la fin des années 1700 / au début des années 1800, l'homme utilise les combustibles fossiles à un rythme qui s'est accéléré depuis cette époque, à mesure que l'industrialisation a gagné le monde entier. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère ont augmenté régulièrement depuis que l'on a commencé à mesurer les concentrations de gaz carbonique (CO₂) à Hawaï en 1958, tendance que l'on a principalement expliqué par la consommation des combustibles fossiles et à l'évolution de l'utilisation des sols sur le plan mondial. Aujourd'hui, l'atmosphère de la Terre contient 42 % plus de CO₂ qu'avant la révolution industrielle, et la concentration des autres GES présents dans l'atmosphère (dont le méthane, l'ozone, le monoxyde de carbone et l'oxyde de diazote) augmente aussi régulièrement. Cette concentration donne lieu à un réchauffement de l'atmosphère et à un climat plus instable et plus chaud. Depuis 1900, la température mondiale moyenne a augmenté de 0,7 degré Celsius et actuellement, il fait bien plus chaud dans l'hémisphère Nord qu'au cours des 1 000 dernières années.

La prise de conscience croissante par les mondes politique et scientifique de la menace potentielle que représente le changement climatique a amené l'Organisation météorologique mondiale à créer le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en 1988. Le GIEC a été fondé afin de servir de forum aux scientifiques pour qu'ils travaillent ensemble à l'évaluation des preuves scientifiques du changement climatique, avec l'objectif de fournir régulièrement un avis scientifique consensuel aux responsables de l'élaboration des politiques. Entre le Premier rapport d'évaluation du GIEC en 1990 (GIEC, 1990) et le Cinquième rapport en 2013 (GIEC, 2013), une série de rapports à laquelle des milliers de scientifiques ont contribué, le GIEC a souscrit de plus en plus fortement à l'idée que le changement climatique est une réalité imputable à l'homme. L'extrait suivant, tiré du Cinquième rapport d'évaluation, résume le consensus scientifique à ce jour :

« Le réchauffement du système climatique est sans équivoque, et depuis les années 1950, bon nombre des changements observés sont sans précédent depuis des décennies ou des millénaires. L'atmosphère et l'Océan se sont réchauffés, les quantités de neige et de glace ont diminué, le niveau de la mer s'est élevé, et les concentrations de gaz à effet de serre ont augmenté. » (GIEC, 2013).

Ces résultats ont amené le grand public et le monde politique à prendre davantage conscience des répercussions potentielles du changement climatique dans le monde entier, et un certain nombre de pays s'est engagé à élaborer des stratégies pour atténuer et adapter les effets du changement climatique. Sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies, des pays se réunissent depuis les années 1990 pour négocier des engagements à réduire les émissions de GES. Avec le Protocole de Kyoto en 1997 (http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php) et l'Accord de Copenhague en 2009 (<http://unfccc.int/home/items/5262.php>), les pays signataires se sont engagés à réduire leurs émissions de GES importants.

La science du changement climatique s'est beaucoup développée depuis la formation du GIEC et représente actuellement un thème de recherche majeur dans la plupart des pays développés. Les chercheurs ont élaboré des modèles de circulation générale (MCG) et des modèles climatiques régionaux (MCR) plus précis qui incluent des représentations de l'atmosphère, des océans et de la biosphère terrestre en trois dimensions, et ces modèles sont constamment améliorés afin de prévoir les futurs climats. Ces modèles ont servi à créer des scénarios sur le futur climat, que les chercheurs utilisent pour étudier plus en détail les répercussions à venir du changement climatique dans de nombreuses disciplines. Outre les recherches poussées sur les répercussions atmosphériques et océaniques, de nombreux travaux se sont attachés à étudier les effets potentiels du changement climatique sur la biosphère terrestre.

Comme les scénarios sur le changement climatique prévoient que le réchauffement sera particulièrement marqué aux latitudes septentrionales et dans les terres, les scientifiques s'accordaient à dire que les effets dans cette région du globe seraient précoces et importants. La vaste zone boréale du monde est devenue le centre d'intérêt d'un grand nombre de recherches liées au changement climatique, étant donné l'énorme quantité de carbone terrestre présent dans cette région et sa vulnérabilité croissante aux perturbations naturelles provoquées par le réchauffement climatique. Au Canada, la recherche s'est concentrée sur les réserves de carbone forestier, la santé des forêts, la migration des espèces et les perturbations naturelles (dégâts causés par les incendies, les insectes et le vent).

Changement climatique et feux de végétation

Les chercheurs canadiens spécialistes des incendies ont commencé à évaluer et à prévoir les répercussions probables du changement climatique sur l'activité des feux de végétation au Canada à la fin des années 1980 et au début des années 1990, et sont des chefs de file du domaine depuis cette époque. Les collaborations interdisciplinaires étroites entre les scientifiques des gouvernements fédéral et provinciaux et les chercheurs universitaires se sont multipliées et banalisées au cours des vingt à trente dernières années, à mesure que la recherche sur les incendies et le changement climatique a gagné en maturité. Les chercheurs canadiens ont également étroitement collaboré avec des équipes internationales pour étudier les menaces potentielles communes que le changement climatique pourrait faire peser sur les futurs régimes de feux de la zone circumboréale, en se concentrant en particulier sur la Russie, l'Alaska et le Nord du Canada. Les chercheurs ont vite pressenti que les feux de végétation pourraient rapidement subir l'influence de la tendance au réchauffement climatique, et que ces feux pourraient agir en synergie avec d'autres perturbations naturelles telles que les dégâts causés par les insectes et le vent dans ces conditions.

La méthode canadienne utilise principalement les tout derniers résultats des MCG, l'activité récente des feux et les relations entre les conditions météorologiques propices aux incendies et le danger d'incendie pour prévoir les régimes des feux de végétation qui apparaîtront avec l'évolution du climat. Les chercheurs augmentent la fiabilité de ces prévisions en utilisant de nouveaux MCG dont la précision et le contenu ne cessent de s'améliorer. Les premières recherches canadiennes ont cherché avant tout à prévoir l'évolution du danger d'incendie liée au changement climatique, tandis que les études plus récentes ont utilisé ces résultats pour prévoir les changements au niveau du nombre de feux de végétation et de la superficie brûlée par ceux-ci, de même que les conséquences sur la gestion des feux et sur le bilan de carbone des forêts canadiennes. Dans les sections suivantes, on examine plus en détail chacun de ces thèmes de recherche, en présentant les références scientifiques les plus pertinentes.

Conditions météorologiques propices aux incendies et danger d'incendie/comportement des feux à l'avenir

Les premières recherches canadiennes sur le changement climatique et les feux ont été lancées à la fin des années 1980 avec l'objectif d'élaborer des scénarios sur le danger d'incendie à l'avenir. On a ajouté des données mensuelles sur la température et les précipitations, obtenues grâce à un MCG, aux données sur le danger d'incendie des dernières décennies pour créer un scénario 2 x CO₂, ce qui a permis de prédire que les saisons des feux seraient plus longues et plus graves en Ontario (Street, 1989), et que le danger d'incendie augmenterait de près de 50 % au Canada (Flannigan et Van Wagner, 1991). Stocks *et al.* (1998) ont utilisé une méthode semblable, avec quatre MCG, pour évaluer la fréquence relative des conditions de danger extrême d'incendie au Canada et en Russie, ainsi qu'au Canada et en Alaska (Stocks *et al.*, 2000). Dans les deux cas, avec un climat où la concentration de CO₂ aurait doublé, la saison des feux commençait plus tôt et la zone où il y avait un danger extrême d'incendie était bien plus vaste (**voir la figure 15**). Une étude de Wotton et Flannigan (1993) a également prédit un début de la saison des feux plus tôt au printemps et un allongement de la saison des feux de 30 jours

au Canada. Dans une étude très récente, Flannigan *et al.* (2013) ont examiné l'influence possible du changement climatique sur la gravité et la durée de la saison des feux à l'échelle mondiale en utilisant trois MCG modernes. Leurs résultats laissent penser que les saisons des feux seront trois fois plus graves et qu'elles dureront 20 jours de plus dans l'hémisphère Nord (en particulier dans les hautes latitudes) d'ici la fin du siècle.

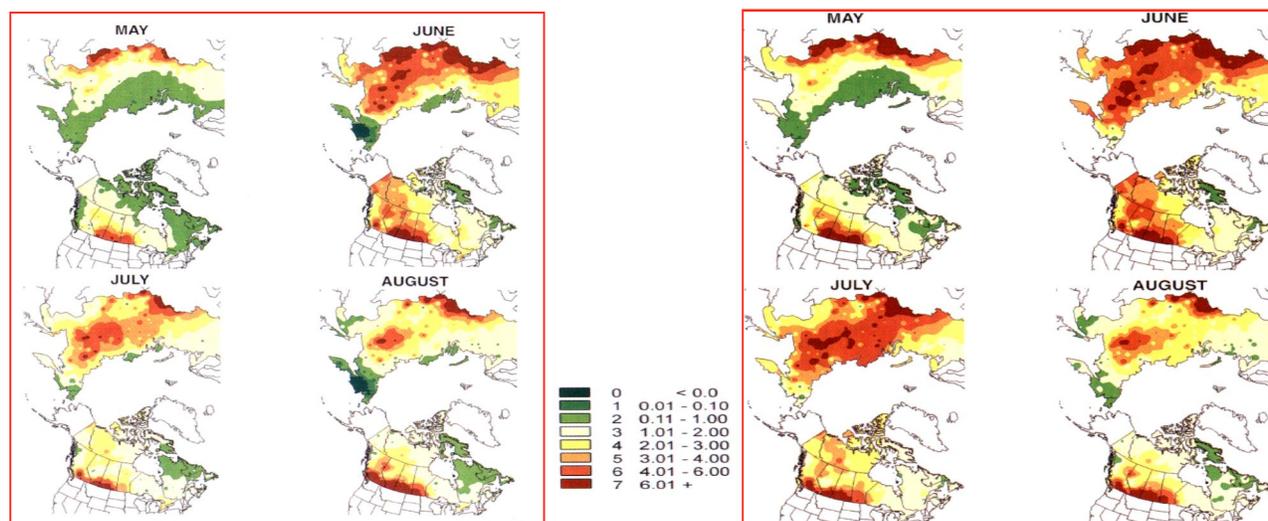


Figure 15 – Indice mensuel moyen de gravité au Canada et en Russie entre 1980 et 1989 (à gauche) et avec un scénario de climat 2 x CO₂ (tiré de Stocks *et al.*, 1998)

On peut s'attendre à ce que l'intensité et la gravité des incendies boréaux augmentent avec le réchauffement climatique, car la quantité de combustible pouvant brûler augmentera du fait du temps plus sec et de la dégradation du peuplement forestier due à la transformation de la végétation et à la détérioration de l'état de santé des forêts (de Groot *et al.*, 2003, 2009). Le feu devrait être l'un des principaux catalyseurs de la transformation de la végétation en réaction au changement climatique, souvent en synergie avec d'autres perturbations naturelles, ce qui accentuera les effets directs du réchauffement climatique sur la répartition et la migration des espèces (Stocks, 1993; Weber et Flannigan, 1997).

Superficie brûlée

Flannigan *et al.* (2005) ont réalisé les premières estimations de la superficie brûlée au Canada dans le contexte du changement climatique, en utilisant les relations entre les conditions météorologiques, le danger d'incendie et la superficie brûlée par les grands feux entre 1959 et 1997 (Stocks *et al.*, 2003), et avec les résultats de deux MCG, ils ont déterminé la superficie qui brûlera dans un scénario de climat 3 x CO₂¹. Comme le montre la **figure 16**, on prévoit une forte augmentation de la superficie brûlée dans de nombreuses écozones du Canada, les plus importantes se produisant dans les régions boréales et la taïga du pays. Cette étude prévoit une augmentation de 75 % à 120 % de la superficie brûlée d'ici la fin du siècle.

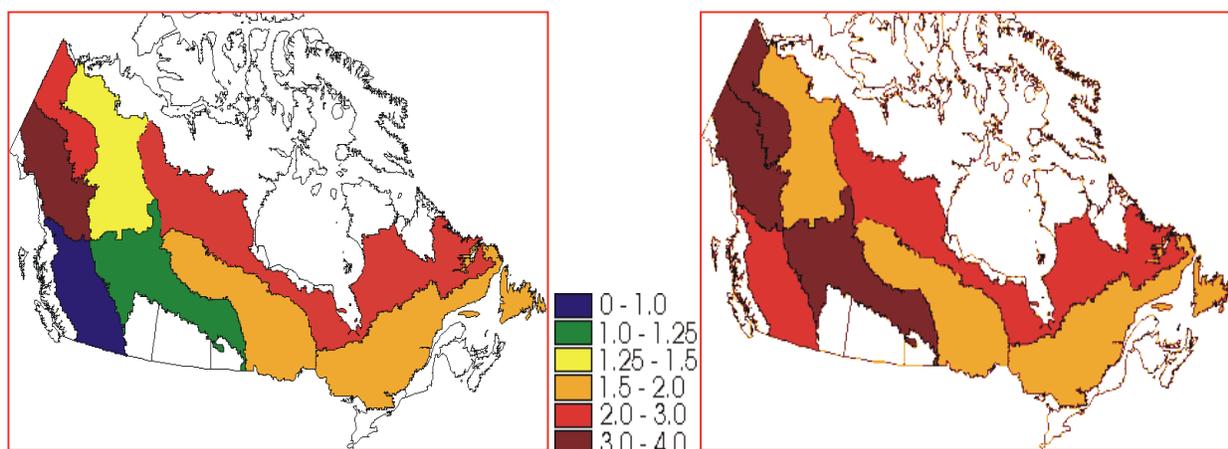


Figure 16 – Ratio de superficie brûlée 3 x CO₂/1 x CO₂ par écozone canadienne avec le MCG du Canada (à gauche) et celui du Royaume-Uni (à droite) (tiré de Flannigan *et al.*, 2005)

D'autres études prévoient également une augmentation de la superficie brûlée dans de nombreuses régions du Canada au cours du siècle à venir (Bergeron *et al.*, 2004; Amiro *et al.*, 2009; Flannigan *et al.*, 2009). Dans une étude similaire réalisée aux États-Unis, Balshi *et al.* (2008) ont prédit que la superficie brûlée dans l'ouest de l'Amérique du Nord augmenterait de 100 % d'ici 2050, et de 350 à 500 % d'ici 2100¹, en se fondant sur des données sur la température de l'air et l'humidité du combustible.

La température s'avère être une variable cruciale qui agit sur l'activité des feux : une augmentation des températures fait augmenter l'activité des feux (Gillett *et al.*, 2004; Flannigan *et al.* 2005; Parisien *et al.*, 2011). La hausse des températures augmenterait l'évapotranspiration (ce qui entraînerait une baisse du taux d'humidité du combustible forestier) et provoquerait une augmentation de l'activité et des départs de feu liés à la foudre (Price et Rind, 1994), et conduirait donc à un allongement de la saison des feux (Wotton et Flannigan, 1993).

Il a été montré qu'il existait une forte corrélation entre la force et la persistance des anticyclones stationnaires dans la haute atmosphère et l'apparition des grands incendies de forêt (Skinner *et al.*, 1999, 2002). On s'attend à ce que la persistance des crêtes verticales augmente dans un climat 2 x CO₂ et ce facteur pourrait entraîner une multiplication des grands feux (Lupo *et al.*, 1997).

Nombre de feux

Pour prévoir l'évolution du nombre de feux, il faut trouver les relations entre les feux d'origine humaine et provoqués par la foudre d'un côté, et les conditions propices aux incendies forestiers et le danger de feu à l'heure actuelle de l'autre, puis appliquer ces relations aux données climatiques des MCG pour prévoir le nombre de feux à l'avenir. Avec cette méthode, Wotton *et al.* (2003) ont prédit une augmentation de 50 % des feux d'origine humaine en Ontario d'ici 2100. Les prévisions du nombre de feux provoqués par la foudre se basent uniquement sur les effets du réchauffement climatique sur l'état de sécheresse du combustible et ne tiennent pas compte de l'augmentation prévue de l'activité de la foudre en cas de réchauffement de l'atmosphère, comme le décrivent Price et Rind (1994). Krawchuk *et al.* (2009) ont étudié les feux provoqués par la foudre en utilisant un scénario de climat 3 x CO₂ et ont prédit que ce type de feu augmenterait de 80 % dans le nord de l'Alberta d'ici la fin du siècle. Dans l'étude sur le nombre de feux la plus poussée menée à ce jour, Wotton *et*

¹ Un scénario 2 x CO₂ correspond à un climat où la concentration de CO₂ dans l'atmosphère a doublé par rapport à l'époque pré-industrielle, ce qui devrait arriver d'ici 2050. Un scénario 3 x CO₂ correspond à un climat où la concentration de CO₂ dans l'atmosphère a triplé, ce qui devrait se produire d'ici 2100.

al. (2010) ont examiné quelle serait l'activité des feux au Canada avec un scénario 3 x CO₂. Sur la **figure 17**, qui montre l'évolution en pourcentage du nombre de feux d'origine humaine et provoqués par la foudre d'ici 2090, il apparaît clairement que si l'on prévoit une augmentation de l'activité dans toutes les régions forestières du Canada, l'augmentation relative varie d'une région à l'autre. On prévoit que les augmentations les plus importantes auront lieu dans les écozones boréales et de taïga, en particulier dans la région centre-ouest du Canada. Selon les prévisions, le nombre de feux provoqués par la foudre devrait aussi augmenter davantage que l'activité des feux d'origine humaine.

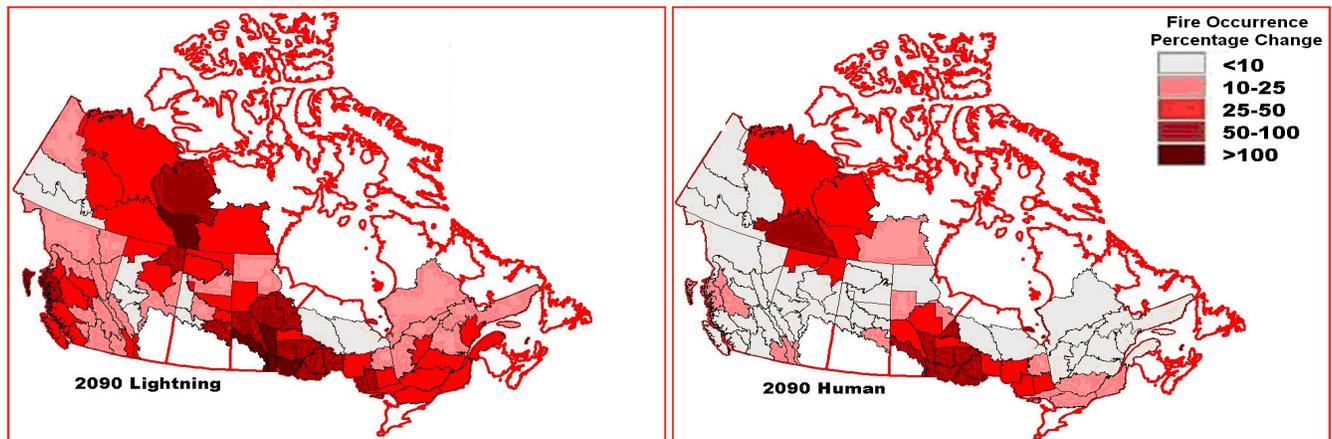


Figure 17 – Évolution relative (pourcentage d'augmentation) de l'activité des feux entre les scénarios de climat actuel (référence) et futur (3 x CO₂) (tiré de Wotton *et al.*, 2010)

Conséquences pour la gestion des feux

Les répercussions prévues de l'évolution de l'activité des feux due au changement climatique qui sont décrites dans les sections précédentes amènent à se demander si les programmes canadiens actuels de gestion des feux auront la capacité de s'adapter aux futurs régimes des feux et de les atténuer. En règle générale, les organismes de gestion des feux fonctionnent avec une marge étroite entre réussite et succès (et leur budget est défini de la même manière), et si la tendance était à l'augmentation de l'activité des feux avec le changement climatique, il se pourrait qu'un plus grand nombre de feux échappent à l'attaque initiale et prennent de l'ampleur (Stocks, 1993). La hausse de la superficie brûlée qui en résulterait pourrait être bien supérieure aux prévisions si l'on considère uniquement la multiplication des zones où les conditions seraient propices aux incendies que l'on observerait en parallèle. Il est également probable que vu les exigences financières concurrentes, les gouvernements aient des difficultés à accorder aux organismes canadiens de gestion des feux les augmentations budgétaires nécessaires pour que ces derniers conservent leur efficacité actuelle (Stocks, 1993).

En Ontario, les simulations réalisées en utilisant le système d'attaque initiale de l'Ontario (McAlpine et Hirsch, 1998) ont montré qu'il faudra investir énormément dans des ressources supplémentaires pour réduire le nombre futur de feux échappés par rapport au nombre actuel, et qu'une augmentation progressive des ressources de suppression des incendies entraînera une baisse du taux de réussite de l'attaque initiale. Plus récemment, Wotton et Stocks (2006) ont utilisé le système de simulation d'attaque initiale de l'Ontario en combinaison avec des scénarios sur le nombre de feux et les conditions propices aux incendies prévus pour montrer qu'il faudrait doubler les ressources actuelles pour faire face à une modeste augmentation de 15 % de la charge de travail (que l'on calcule à partir du nombre de feux et de la difficulté à les contrôler). En outre, Podur et Wotton (2010) ont utilisé les résultats de MCG et des modèles de simulation de la propagation et de la suppression des feux pour prévoir que la superficie brûlée doublerait d'ici 2020 et qu'elle serait multipliée par huit d'ici 2100. Ces changements ont été provoqués par l'augmentation des feux échappant à l'attaque initiale, la fréquence des feux échappés augmentant de 34 % d'ici 2040 et de 92 % d'ici la fin du XXI^e siècle.

Enfin, au cours des premières négociations autour du changement climatique dans le cadre du Protocole de Kyoto, les pays ont évoqué la possibilité de se servir du carbone stocké dans les vastes forêts du Canada pour compenser les émissions de GES. Toutefois, des études menées par la suite ont clairement démontré que la hausse du taux de perturbation naturelle (et des synergies entre le feu, les insectes et les zones de chablis) entraînée par le changement climatique pourrait réduire à néant toute tentative d'agir sur l'équilibre du carbone forestier en gérant les forêts (Kurz *et al.*, 1995, 2008a, 2008b).

Point de vue des responsables de la gestion des feux concernant l'évolution de la charge de travail au Canada

De nombreux responsables canadiens de la gestion des feux de végétation ont de plus en plus le sentiment que les conditions des incendies, au moins dans certaines régions du pays, deviennent plus variables, ce qui donne lieu à des feux qu'il est plus difficile de contrôler efficacement. Les responsables ont donc l'impression que la charge de travail relative aux incendies a augmenté à ce jour, et se montrent de plus en plus inquiets pour l'avenir, étant donné que l'on prévoit une augmentation notable de l'activité des feux.

Pour évaluer ce problème plus précisément, on a effectué un sondage auprès de l'ensemble des organismes canadiens de gestion des feux en demandant à des cadres de la gestion des feux de donner leur avis sur les tendances actuelles et futures en matière de charge de travail relative aux incendies. On leur a fourni les statistiques des quarante dernières années sur les incendies (données sur les dépenses, le nombre de feux et la superficie brûlée) dans leur région et au Canada, puis on leur a demandé de faire part de leurs réflexions sur les sujets suivants :

- 1) Causalité des tendances relatives au nombre de feux et à la superficie brûlée (au sein de votre organisme et à l'échelle nationale).
- 2) Modifications des politiques et des responsabilités ayant trait à la protection qui pourraient avoir eu un effet sur le nombre de feux relevé par votre organisme au fil des ans.
- 3) Causalité des tendances relatives aux dépenses de gestion des feux (au sein de votre organisme et à l'échelle nationale).
- 4) Autres tendances relatives à l'évolution de la charge de travail et à la capacité des ressources au sein de votre province ou territoire.
- 5) Mesures prises par votre organisme en réaction à l'évolution des tendances, notamment les changements apportés à la politique, aux lignes directrices sur les interventions, à la capacité des ressources, ou d'autres mesures.

Les avis différaient d'un organisme à l'autre, non seulement en fonction des valeurs très diverses que les responsables protégeaient, mais aussi de la superficie et du budget de leur organisme (et donc des dépenses). Les organismes de grande taille ont évolué vers des programmes de gestion des feux plus spécialisés comportant davantage de formations et de normes. Des feux naturels se déclenchent dans tous les territoires et provinces comportant de vastes ZIL, ce qui a une très forte incidence sur les statistiques relatives aux incendies dans ces régions.

1) Tendances relatives à l'activité des feux :

Presque tous les organismes signalent une baisse du nombre de feux d'origine humaine et de la superficie brûlée par ceux-ci ces dernières années. Ce phénomène a été attribué à divers facteurs, parmi lesquels :

- des programmes de prévention des incendies et d'éducation du public plus fructueux
- l'utilisation fréquente de zones où des activités ou la circulation sont interdites
- des lignes directrices nouvelles ou améliorées à l'intention de l'industrie forestière
- la réduction des lignes de chemin de fer (dans les Maritimes)
- un exode rural des terres agricoles vers les centres urbains
- un plus faible danger d'incendie (dans certains cas)

Cependant, certains organismes anticipent une augmentation des feux d'origine humaine dans un avenir proche en raison du développement de l'industrie des ressources naturelles, en particulier des secteurs pétrolier/gazier et minier, et de la poursuite de l'expansion des collectivités dans des terrains non cultivés inflammables.

La plupart des organismes indiquent que le nombre de feux provoqués par la foudre et la superficie brûlée par ceux-ci restent variables, mais n'ont pas changé ces dernières années. Certains organismes (comportant des ZIL) signalent une augmentation du nombre de feux provoqués par la foudre et de la superficie brûlée par ceux-ci en raison de l'utilisation accrue de la détection et de la cartographie par satellite. D'autres pensent que l'amélioration des technologies de suppression fait baisser la pression sur la superficie brûlée par les feux d'origine humaine et provoqués par la foudre dans les ZIM. Parallèlement, certains organismes autorisent (et encouragent) davantage les feux naturels dans la mesure du possible, et anticipent que cela fera augmenter la superficie brûlée dans les ZIL.

2) Modification des politiques sur la protection

- Un certain nombre d'organismes indiquent qu'ils ont vu leurs responsabilités liées à la protection augmenter du fait de l'accroissement du développement industriel (exploitation minière, pétrole et gaz, etc.), en particulier dans les régions éloignées.
- Certains organismes ont conclu une entente en vertu de laquelle les gouvernements locaux ou municipaux prennent en charge les incendies dans les collectivités et à proximité.
- Tous les organismes font état d'un partage accru des ressources par l'intermédiaire du CIFFC et disent que ce système est devenu une composante clé de la planification des programmes de lutte contre les incendies.

3) Tendances concernant les dépenses liées aux feux :

La plupart des organismes de gestion des feux du Canada, y compris l'ensemble des organismes ayant des programmes de grande envergure, indiquent que le coût de la prestation des services de gestion des feux augmente dans leur région. Un grand nombre des raisons avancées pour expliquer cette tendance sont communes à tous les organismes. En voici quelques-unes :

- Le nombre croissant d'incendies à proximité des ressources de grande valeur dans le milieu périurbain ou à côté qui nécessitent de faire intervenir beaucoup de ressources coûteuses. Les attentes de la population dans ces zones sont également de plus en plus grandes, faisant peser une pression supplémentaire sur les organismes de gestion des feux.
- La hausse des coûts des ressources de suppression (aéronefs, hélicoptères, retardant, combustible, etc.) qui semble être plus rapide que l'indice des prix à la consommation.

- Le recours croissant au partage des ressources. Depuis que l'on a réduit la taille des organismes au milieu des années 1990, on compense le manque de ressources en les partageant largement, et les coûts que cette organisation entraîne s'ajoutent directement au budget de lutte contre les incendies. Cette culture du libre échange des ressources au Canada peut entraîner des dépenses rapides et importantes.
- La hausse des coûts variables, tandis que les coûts fixes diminuent du fait des politiques budgétaires gouvernementales.
- Le plus grand professionnalisme, dont la formation des équipes de pompiers et de personnel administratif.
- L'élargissement des programmes en réponse à l'aménagement croissant des zones éloignées aux fins d'extraction des ressources naturelles.

4) Autres tendances concernant la charge de travail et la capacité des ressources :

- Les effets du changement climatique sur le danger d'incendie et les dégâts causés par les insectes.
- Le développement de l'exploitation des ressources et du milieu périurbain.
- L'évolution démographique : la diminution du nombre d'employés expérimentés, la planification de la relève entravée par des contraintes.
- La baisse de la capacité des employés permanents, compensée par des ressources internes et externes temporaires qui coûtent cher.
- Un moins bon accès aux ressources, des demandes concurrentes des industries en pleine expansion.

5) Mesures prises en réaction à l'évolution des tendances :

- Planification stratégique accrue pour améliorer l'efficacité et la rentabilité, protection des collectivités, profil démographique des effectifs, plans d'examen de l'état de préparation.
- Plus grande souplesse au niveau de la gestion des feux, suppression des feux présentant de forts risques rapidement et non-intervention pour les feux présentant de faibles risques qu'on laisse brûler naturellement.
- Plus grande participation à l'échange des ressources par l'intermédiaire du CIFFC, et des Compacts pour les États-Unis.
- Certains organismes ne signalent aucun changement.

Résumé

Les dépenses canadiennes liées à la gestion des feux de végétation ont progressé régulièrement au cours des 40 dernières années, puis se sont mises à augmenter plus rapidement, avec une variabilité croissante, à partir du milieu des années 1990. Cette tendance se dégage particulièrement en Colombie-Britannique et en Alberta, mais d'autres organismes disposant de grands programmes de gestion des feux connaissent également une augmentation des dépenses, notamment l'Ontario et le Québec. En revanche, certains organismes, notamment ceux de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau-Brunswick et des Territoires du Nord-Ouest ont vu leurs coûts baisser ces dernières années. De plus, les responsables de la gestion des feux avaient l'intuition que la charge de travail relative aux incendies augmentait également, ce qui a été l'une des principales raisons de l'élaboration de la Stratégie canadienne en matière de feux de forêt en 2005. Les analyses des statistiques récentes sur les incendies présentées ci-dessus, les prévisions des changements que provoquerait le changement climatique au niveau de la charge de travail et le sondage recueillant l'avis de responsables expérimentés de la gestion des feux au Canada visaient à déterminer les raisons possibles de l'augmentation des dépenses et de la charge de travail relative aux incendies.

L'examen des statistiques nationales sur les incendies à partir de 1970, soit une période de 40 ans où la couverture de l'ensemble des feux au Canada est considérée comme régulière et fiable, ne révèle pas de tendance à la hausse de l'activité des feux à l'échelle nationale. La forte variabilité interannuelle, une caractéristique classique des statistiques sur les feux de végétation, rend le repérage des tendances difficile. D'après des études récentes (p. ex., Metsaranta, 2010), il se pourrait qu'un historique de données sur 44 ans, dans lequel la superficie brûlée chaque année varie de plus d'un ordre de grandeur, ne constitue pas une période suffisamment longue pour pouvoir discerner une tendance significative sur le plan statistique. Cela serait vrai à l'échelle nationale comme à l'échelle provinciale/territoriale au Canada.

S'il est difficile de dégager des tendances au niveau de la superficie brûlée chaque année, on peut noter une tendance à la baisse du nombre de feux à l'échelle nationale après 1970, qui est plus marquée depuis le début des années 1990. Cette tendance récente s'observe aussi clairement dans les différents territoires et provinces du pays, à l'exception de l'Alberta, où le nombre de feux progresse, ce qui est dû en partie (mais pas entièrement) aux changements apportés au système de comptabilisation des incendies en 2004.

Au vu des fortes différences entre les interventions en cas de feu dans les ZIL et les ZIM à l'échelle nationale, on a pensé qu'un examen des statistiques sur les incendies dans les ZIM pourrait révéler des tendances susceptibles d'avoir une influence sur les coûts totaux liés aux incendies, étant donné que dans ces zones, les interventions sont plus drastiques et plus coûteuses en cas de feu. Cependant, même avec ce filtre, aucune tendance ne s'est détachée. On a observé une tendance à la baisse du nombre de feux dans les ZIM, comme on pouvait s'y attendre étant donné les tendances notées précédemment au niveau des provinces et territoires, et on n'a repéré aucune tendance nette au niveau de la superficie brûlée. Le nombre de feux et la superficie brûlée dans les ZIL sont restés relativement stables.

On a alors supposé que les grands feux, qui engendrent des coûts disproportionnés, pourraient expliquer en partie la hausse des coûts nationaux et on a donc analysé les feux de plus de 200 hectares en Colombie-Britannique, en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba, en Ontario et au Québec. La forte variabilité interannuelle relative au nombre de feux et à la superficie brûlée apparaît nettement dans cet ensemble de données, tout comme lors de l'examen de l'ensemble des feux, et on n'a relevé aucune tendance à long terme.

On a ensuite entrepris une analyse des feux d'origine humaine et provoqués par la foudre dans chaque province et territoire, même s'il était impossible de séparer les données par ZIM/ZIL. Les statistiques sur les feux provoqués par la foudre n'ont révélé aucune tendance nette, mais celles sur le nombre de feux d'origine humaine ont montré une forte tendance à la baisse en Colombie-Britannique, en Saskatchewan, en Ontario et au Québec, ce qui indiquait que la tendance générale à la baisse du nombre de feux s'expliquait en grande partie par les feux d'origine humaine.

Le partage des ressources entre les organismes canadiens de gestion des feux progresse régulièrement depuis la création du CIFFC en 1982. On a entrepris une analyse des coûts annuels du partage des ressources entre 2006 et 2013 pour déterminer l'ampleur de ce programme sur le plan financier. Les organismes de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, de l'Ontario et du Québec étaient ceux qui utilisaient le plus le partage des ressources, mais presque tous les organismes y avaient eu recours de nombreuses années. Les coûts annuels s'échelonnaient entre environ sept millions de dollars et presque 32 millions de dollars. Étant donné que les dépenses nationales annuelles atteignaient une moyenne de 800 millions de dollars au cours de cette période, il semblerait que les coûts liés au partage des ressources ne participent pas de façon significative à l'augmentation des dépenses nationales.

On a réalisé un examen détaillé de la documentation ayant trait aux changements climatiques et à l'activité future des feux au Canada, puis l'on a produit un résumé. Une série d'études, qui a commencé au début des années 1990, a utilisé les tout derniers MCG en combinaison avec les données récentes sur les incendies pour produire des prévisions à jour de l'activité des feux au Canada au cours du XXI^e siècle. Voici ce qu'indiquent les résultats de ces études :

- Une forte augmentation de l'étendue des zones où le danger d'incendie est extrême et de la fréquence de ce niveau de danger, en particulier dans la zone centre-ouest du Canada.
- Un allongement de la saison des feux, avec des saisons qui commencent plus tôt au printemps.
- Une augmentation de la fréquence des incendies plus intenses et plus sévères.
- Une forte augmentation de la superficie brûlée (de 75 % à 120 %) dans la zone boréale canadienne.
- Une hausse notable de la fréquence des feux d'origine humaine et provoqués par la foudre dans la zone boréale, avec la prévision d'une augmentation des feux provoqués par la foudre supérieure à celle des feux d'origine humaine.
- Une baisse de la capacité des organismes canadiens de gestion des feux à maintenir leur efficacité actuelle si les prévisions concernant les feux sont exactes, étant donné que les modèles indiquent qu'il faudrait doubler les ressources actuelles uniquement pour répondre à une modeste augmentation (p. ex., 15 %) de la charge de travail.

On a mené des sondages auprès des organismes pour connaître les changements qu'ils percevaient concernant la charge de travail et les politiques qui étaient mises en place pour faire face à ce problème. Étant donné que l'analyse des tendances concernant les feux et la superficie brûlée à l'échelle nationale et à l'échelle des provinces et territoires ne révélait aucune tendance à la hausse de l'activité des feux pouvant être reliée à l'augmentation des coûts, on espérait que les organismes de gestion des feux sauraient peut-être de manière intuitive quels étaient les facteurs qui pourraient répondre au moins en partie à cette question. La plupart des responsables de la gestion des feux interrogés ont associé la tendance à la baisse du nombre de feux à l'amélioration de la prévention et des activités, mais ont cité des causes possibles de la hausse des coûts qui n'apparaîtraient pas forcément dans les statistiques annuelles sur les incendies. Voici quelques-unes des principales causes citées :

- l'augmentation des coûts opérationnels, du matériel et de l'infrastructure;
- les coûts et la surveillance supplémentaires associés à la lutte contre les incendies plus près du milieu périurbain;
- les responsabilités accrues du fait de la surveillance exercée par le public et le monde politique;
- le développement croissant des activités d'extraction des ressources qui font augmenter l'activité des feux d'origine humaine et mettent en danger davantage de personnes et de valeurs;
- les programmes de lutte contre les incendies qui élargissent leur couverture sans recevoir de financement de base supplémentaire;
- la participation croissante des organismes de gestion des feux à la lutte contre tous les dangers (p. ex., inondation).

Les MCG, fréquemment mis à jour et améliorés, continuent de prédire une augmentation notable de l'activité et des répercussions des feux au Canada, bien que la preuve de ces répercussions reste à apporter. Toutefois, la hausse régulière des coûts de gestion des feux montre bien que les choses sont en train de changer. À ce stade, il semble que ce soient l'augmentation rapide des coûts du matériel et des opérations de lutte contre les incendies, la hausse des coûts liés à la protection des ressources de grande valeur dans le milieu périurbain et l'élargissement – tant sur le plan géographique que des domaines d'intervention – des responsabilités des organismes de gestion du feu qui fassent augmenter les coûts. Néanmoins, à mesure que le changement climatique se poursuivra, les organismes seront de plus en plus confrontés à des feux plus fréquents et plus intenses dans des conditions de brûlage plus extrêmes. L'augmentation des dépenses de gestion des feux constatée qui a donné lieu à cette étude est peut-être la meilleure preuve de la dégradation des conditions de gestion des feux. La communauté canadienne de gestion des feux doit poursuivre ses efforts pour maintenir sa capacité d'intervention, anticiper l'évolution de la charge de travail et conserver sa capacité et son efficacité à l'égard du partage des ressources.

Remerciements

Ce travail n'aurait pu voir le jour sans l'aimable concours d'un certain nombre de collègues du secteur de la gestion des feux de végétation. Mike Flannigan (Université de l'Alberta), Mike Wotton (Service canadien des forêts), Steve Taylor (Service canadien des forêts) et Paul Ward (à la retraite) ont participé à l'analyse des données et à l'élaboration des conclusions contenues dans le présent rapport en donnant de leur temps et en faisant part de leurs réflexions. John Little (Service canadien des forêts) a organisé et fourni les données de la Base nationale de données sur les grands feux de forêt. De nombreux responsables de la gestion des feux des quatre coins du pays ont également fourni des données et des éclaircissements. Un merci tout particulier à Sherra Muldoon, qui a été d'une aide précieuse pour l'organisation du présent rapport.

References

- Amiro, B.D., Cantin, A., Flannigan, M.D. and de Groot, W.J. 2009. Future emissions from Canadian boreal forest fires. *Canadian Journal of Forest Research* 39: 383-395. [doi: 10.1139/X08-154](https://doi.org/10.1139/X08-154).
- Balshi, M.S., McGuire, A.D., Duffy, P., Flannigan, M., Walsh, J., and Melillo, J. 2009. Assessing the response of area burned to changing climate in western boreal North America using a multivariate adaptive regression splines (MARS) approach. *Global Change Biology* 15(3): 578–600. doi:10.1111/j.1365-2486.2008.01679.x.
- Bergeron, Y., Flannigan, M., Gauthier, S., Leduc, A. and Lefort, P. 2004. Past, current and future fire frequency in the Canadian boreal forest: implications for sustainable forest management. *Ambio* 33: 356-360. <http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=25283>
- Beverly, J.M., and Bothwell, P. 2011. Wildfire evacuations in Canada 1980-2007. *Natural Hazards* 59:571-59. [10.1007/s11069-011-9777-9](https://doi.org/10.1007/s11069-011-9777-9)
- [CCFM] Canadian Council of Forest Ministers. 2005. Canadian wildland fire strategy: a vision for an innovative and integrated approach to managing the risks. ISBN 0-662-42194-9.
- de Groot, W.J., Bothwell, P.M., Carlsson, D.H. and Logan, K.A. 2003. Simulating the effects of future fire regimes on western Canadian boreal forests. *Journal of Vegetation Science* 14: 355-364. [10.1111/j.1654-1103.2003.tb02161.x](https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02161.x)
- de Groot, W.J., Pritchard, J., and Lynham, T.J. 2009. Forest floor fuel consumption and carbon emissions in Canadian boreal forest fires. *Canadian Journal of Forest Research* 39: 367-382. [doi:2010.1139/X08-192](https://doi.org/10.1139/X08-192).
- Flannigan, M.D., and Van Wagner, C.E. 1991. Climate change and wildfire in Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 21: 66-72. <http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=10603>
- Flannigan, M.D., Logan, K.A., Amiro, B.D., Skinner, W.R., and Stocks, B.J. 2005. Future area burned in Canada. *Climatic Change* 72: 1–16. doi:10.1007/s10584-005-5935-y

- Flannigan, M.D., Krawchuk, M.A., de Groot, W.J., Wotton, B.M., and Gowman, L.M. 2009. Implications of changing climate for global wildland fire. *International Journal of Wildland Fire* 18(5): 483–507. doi:[10.1071/WF08187](https://doi.org/10.1071/WF08187).
- Flannigan, M.M., Cantin, A.S., de Groot, W.D., Wotton, M., Newberry, A., and Gowman, L.M. 2013. Global wildland fire severity in the 21st century. *Forest Ecology and Management* 294: 54-61. doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.022
- Gillett, N.P., Weaver, A.J., Zwiers, F.W. and Flannigan, M.D. 2004. Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires. *Geophysical Research Letters* 31: L18211.1-L18211.4. doi: [10.1029/2004GL020876](https://doi.org/10.1029/2004GL020876)
- Gordon, G..2014. Workforce Demographic Issues in Canada's Wildland Fire Management Agencies. Report to the Wildland Fire Management Working Group, Canadian Council of Forest Ministers. 50pp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 1990. IPCC First Assessment Report. Working Group I: scientific assessment of climate change. J.T. Houghton, G.L. Jenkins, and J.J. Ephraums (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland.
- Krawchuk, M.A., Cumming, S.G., and Flannigan, M.D. 2009. Predicted changes in fire weather suggest increases in lightning fire initiation and future area burned in the mixedwood boreal forest. *Climatic Change* 92. [doi: 10.1007/s10584-008-9460-7](https://doi.org/10.1007/s10584-008-9460-7)
- Kurz, W.A., Apps, M.J., Stocks, B.J. and Volney, W.J.A. 1995. Global climate change: disturbance regimes and biospheric feedbacks of temperate and boreal forests. Pp. 119-133 *in* G.M. Woodwell and F. Mackenzie (eds). *Biotic Feedbacks in the Global Climate System: Will the Warming Speed the Warming?* Oxford Univ. Press, Oxford, UK.
<http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=19008>
- Kurz, W.A., Dymond, C.C., Stinson, G., Rampley, G.J., Neilson, N.T., Carroll, A.L., Ebata, T., and Safranyik, A. 2008a. Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature* 425: 987-990. doi:[10.1038/nature06777](https://doi.org/10.1038/nature06777).
- Kurz, W.A., Stinson, G., Rampley, G., Dymond, C., Neilson, E. 2008b. Risk of natural disturbances makes future contribution of Canada's forests to the global carbon cycle highly uncertain. *Proceedings National Academy of Sciences U S A* 105: 1551-1555. [doi/10.1073/pnas.0708133105](https://doi.org/10.1073/pnas.0708133105)
- Lupo, A.R., Oglesby, R.J. and Mokhov, I.I. 1997. Climatological features of blocking anticyclones: A study of Northern Hemisphere CCM1 model blocking events in present-day and double CO2 concentration atmosphere. *Climate Dynamics* 13: 181-195. [doi: 10.1007/s003820050159](https://doi.org/10.1007/s003820050159)
- Magnussen, S., and Taylor, S.M. 2012. Interannual- and intra-annual profiles of fire regimes in the managed forests of Canada and implications for resource sharing. *International Journal of Wildland Fire* doi.org/10.1071/WF11026.
- McAlpine, R.S., and Hirsch, K.G. 1998. LEOPARDS—Level of Protection Analysis Software. *Forestry Chronicle*. 75: 615-621. <http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=18670>
- McBay, P. A. 2012. Fire Load and Resource Capacity Survey Overview. Report to the Wildland Fire Management Working Group, Canadian Council of Forest Ministers. 15pp.
- Merrill, D.F., and Alexander, M.E. 1987. Glossary of forest fire management terms (Fourth Edition). Publication NRCC No. 26516, National Research Council of Canada, Canadian Committee on Forest Fire Management, Ottawa, ON.
- Metsaranta, J.M. 2010. Potentially limited detectability of short-term changes in boreal fire regimes: a simulation study. *International Journal of Wildland Fire* 19: 1140-1146. <http://dx.doi.org/10.1071/WF10037>

Parisien, M.-A., Parks, S.A., Krawchuk, M.A., Flannigan, M.D., Bowman, L.M., and Moritz, M.A. 2011. Scale-dependent controls on the area burned in the boreal forest of Canada, 1980–2005. *Ecological Applications* 21:789–805.

<http://dx.doi.org/10.1890/13-1477.1>

Podur, J. and Wotton, M. 2010. Will climate change overwhelm fire management capacity? *Ecological Modelling* 221: 1301-1309. [doi:10.1016/j.ecolmodel.2010.01.013](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.01.013)

Price, C., and Rind, D. 1994. Possible implications of global climate change on global lightning distributions and frequencies. *Journal of Geophysical Research* 99 (D5), 10823-10831. [DOI: 10.1029/94JD00019](https://doi.org/10.1029/94JD00019)

Ramsey, G.S., and Higgins, D.G. 1982. Canadian forest fire statistics: 1980. Environment Canada, Canadian Forestry Service, Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontario. Information Report PI-X-17. 38 p.

<http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=12046>

Ramsey, G.S., and Higgins, D.G. 1985. Canadian forest fire statistics 1981, 1982, 1983. Canadian Forestry Service, Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontario. Information Report PI-X-49. 148 p.

<http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=24169>

Ramsey, G.S., and Higgins, D.G. 1991. Canadian forest fire statistics 1984-1987. Forestry Canada, Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontario. Information Report PI-X-74..163 p. <http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=10655>

Higgins, D.G., and Ramsey, G.S. 1992. Canadian forest fire statistics 1988-1990. Forestry Canada, Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontario. Information Report PI-X-107.. 76 p.

<http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/10684.pdf>

Skinner, W.R., Stocks, B.J., Martell, D.L., Bonsal, B., and Shabbar, A. 1999. The association between circulation anomalies in the mid-troposphere and area burned by wildland fire in Canada. *Theoretical and Applied Climatology* 63: 89-105.

[10.1007/s007040050095](https://doi.org/10.1007/s007040050095)

Skinner, W.R., Flannigan, M.D., Stocks, B.J., Martell, D.L., Wotton, B.M., Todd, J.B., Mason, J.A., Logan, K.A., and Bosch, E.M. 2002. A 500 mb synoptic wildland fire climatology from large Canadian forest fires, 1959-1996. *Theoretical and Applied Climatology* 71: 157-169. [10.1007/s007040200002](https://doi.org/10.1007/s007040200002)

Stocks, B.J., Fosberg, M.A., Lynham, T.J., Mearns, L., Wotton, B.M., Yang, Q., Jin, J.-Z., Lawrence, K., Hartley, G.R., Mason, J.A., and McKenney, D.W. 1998. Climate change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests. *Climatic Change* 38(1): 1-13. [doi.10.1023/A:1005306001055](https://doi.org/10.1023/A:1005306001055)

Stocks, B.J. 1993. Global warming and forest fires in Canada. *For. Chron.* 69(3): 290-293. [doi. 10.5558/tfc69290-3](https://doi.org/10.5558/tfc69290-3)

Stocks, B.J., Fosberg, M.A., Wotton, B.M., Lynham, T.J., and Ryan, K.C. 2000. Climate change and forest fire activity in North American Boreal Forests. p. 368-376 in *Fire, Climate Change, and Carbon Cycling in the Boreal Forest..* E.S. Kasishcke and B.J. Stocks (eds), *Ecological Studies* 138, Springer-Verlag, New York.

Stocks, B.J., Mason, J.A., Todd, J.B., Bosch, E.M., Wotton, B.M., Amiro, B.D., Flannigan, M.D., Hirsch, K.G., Logan, K.A., Martell, D.L., and Skinner, W.R. 2003. Large forest fires in Canada, 1959-1997. *Journal of Geophysical Research*

[10.1029/2001JD000484](https://doi.org/10.1029/2001JD000484).

Street, R.B. 1989. Climate change and forest fires in Ontario. pp. 177-182 in *Proceedings 10th Conference Fire and Forest Meteorology*, (eds. D.C. MacIver, H. Auld, and R. Whitewood), Ottawa, Canada.

Weber, M.G., and Flannigan, M.D. 1997. Canadian boreal forest ecosystem structure and function in a changing climate: impact on fire regimes. *Environmental Reviews* 5: 145-166. [10.1139/a97-008](https://doi.org/10.1139/a97-008)

Wotton, B.M., and Flannigan, M.D. 1993. Length of the fire season in a changing climate. *Forestry Chronicle* 69:187-192.
<http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=20036>

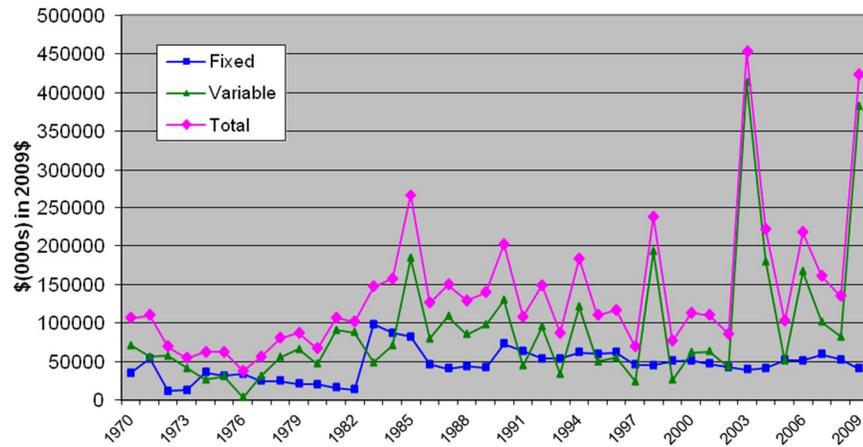
Wotton, B.M., Stocks, B.J. 2006. Fire management in Canada: vulnerability and risk trends. p.49-55 in *Canadian Wildland Fire Strategy: Background synthesis, analysis, and perspectives*. K. Hirsch and P. Fuglem (eds). Canadian Council of Forest Ministers. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre: Edmonton, Alberta

Wotton, B.M., Nock, C.A. and Flannigan, M.D. 2010. Forest fire occurrence and climate change in Canada. *International Journal of Wildland Fire*, 19,253-271.

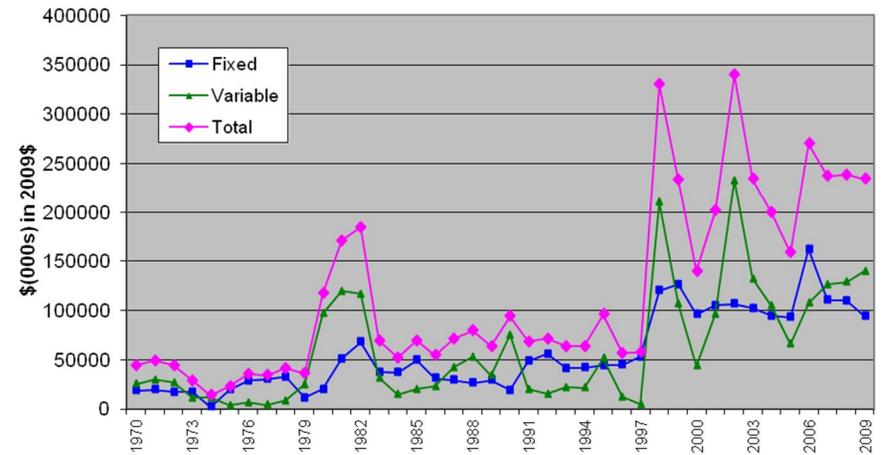
Annexe A : Dépenses liées aux feux de végétation

DÉPENSES DE GESTION DES FEUX POUR CHAQUE PROVINCE ET TERRITOIRE CANADIENS ENTRE 1970 ET 2009

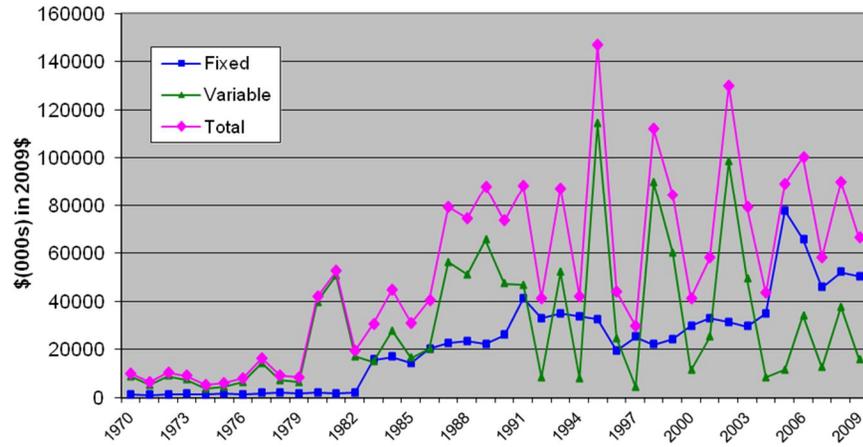
BC Fire Expenditures 1970-2009



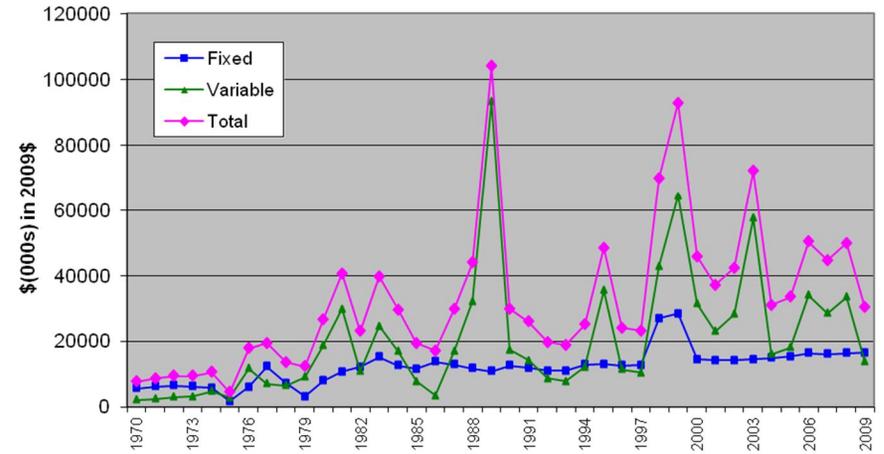
AB Fire Expenditures 1970-2009

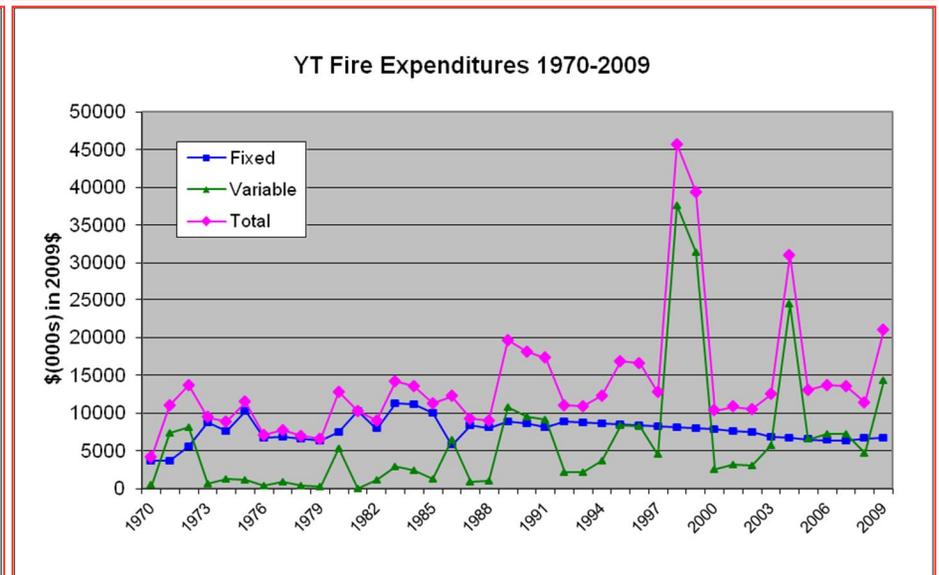
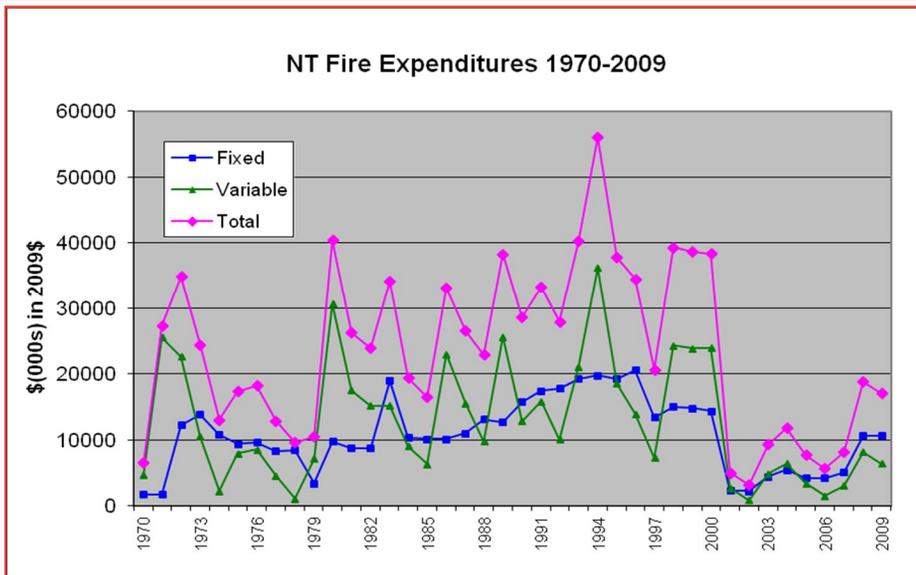
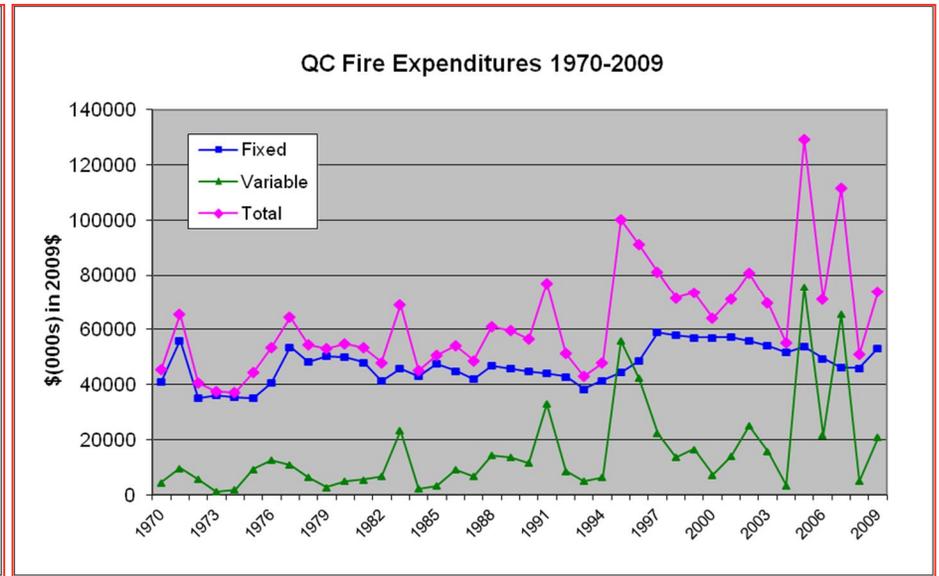
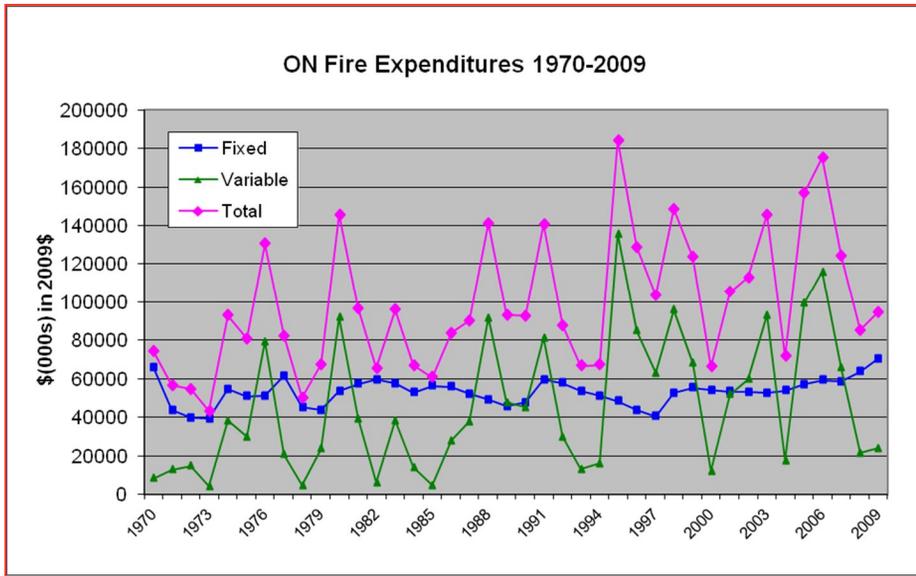


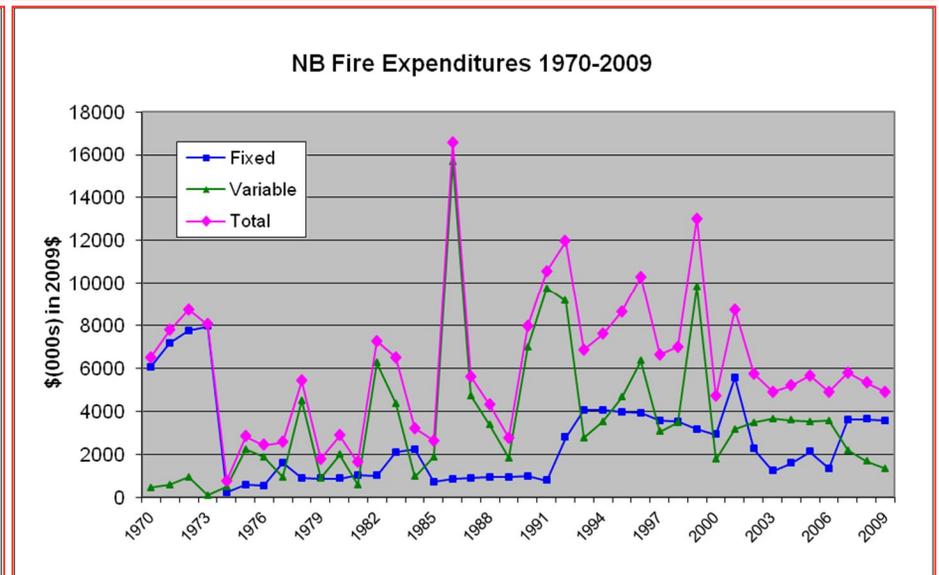
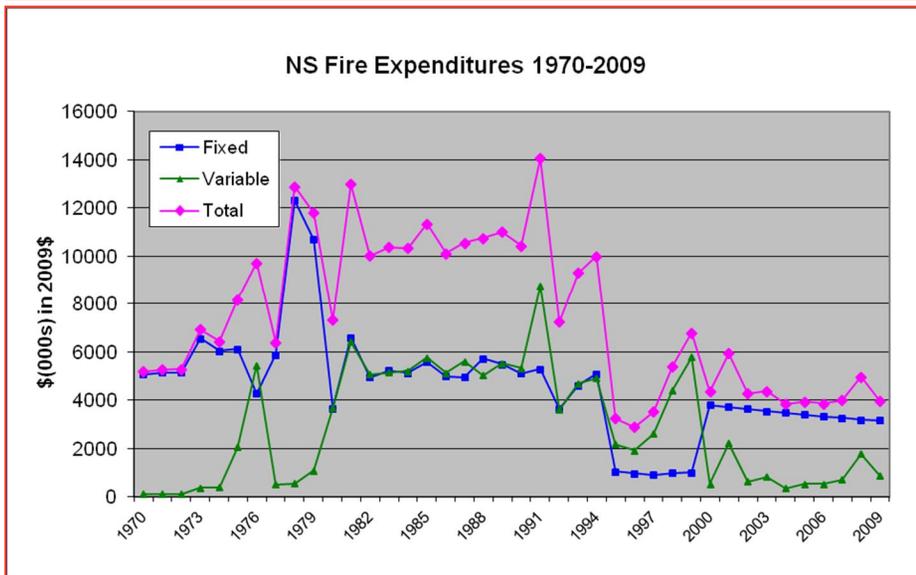
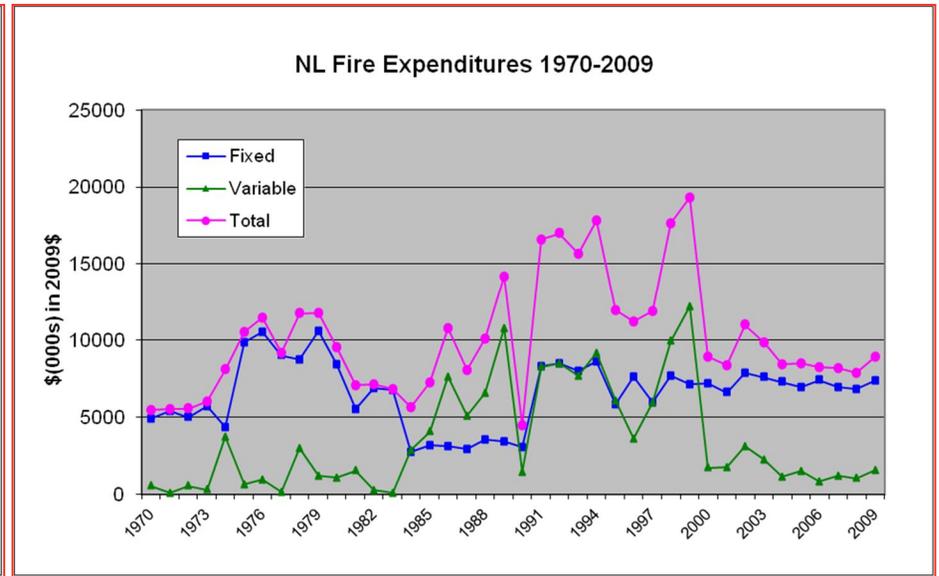
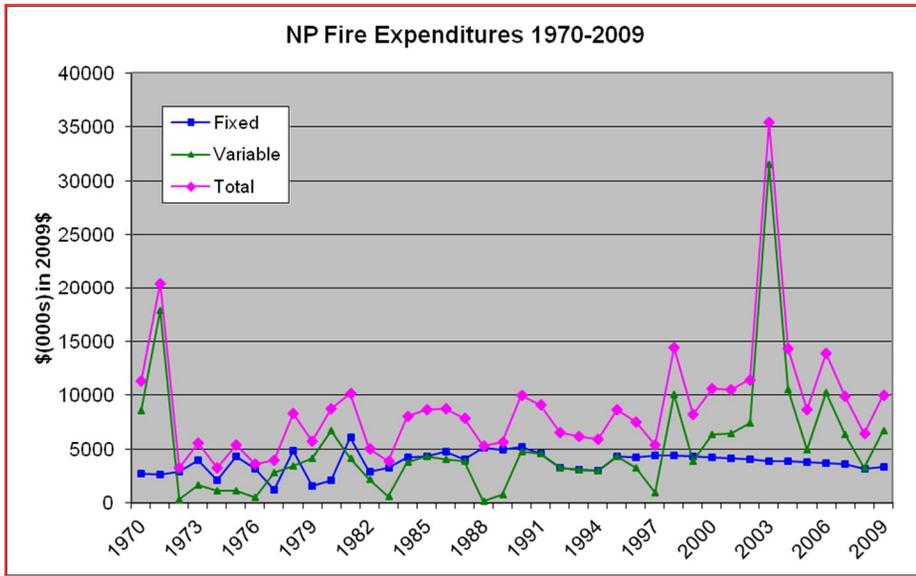
SK Fire Expenditures 1970-2009

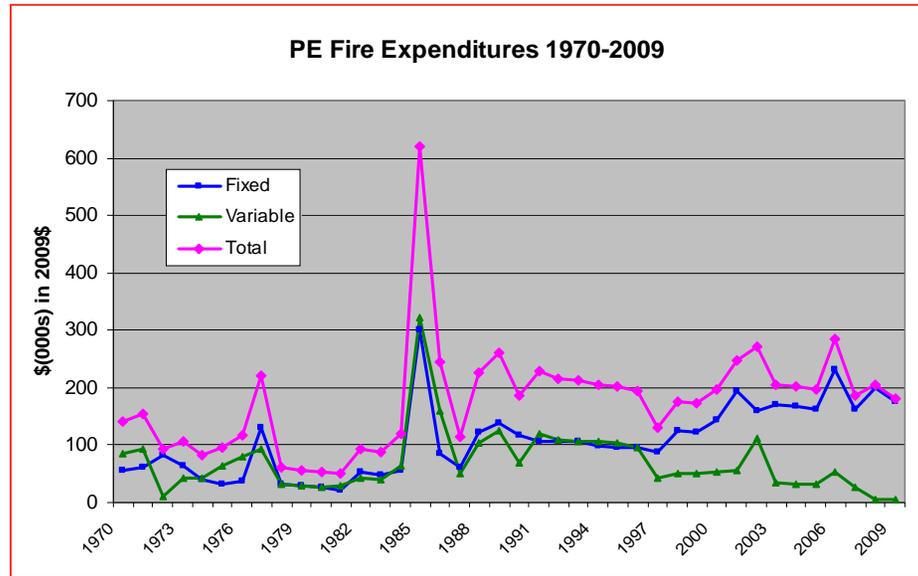


MB Fire Expenditures 1970-2009



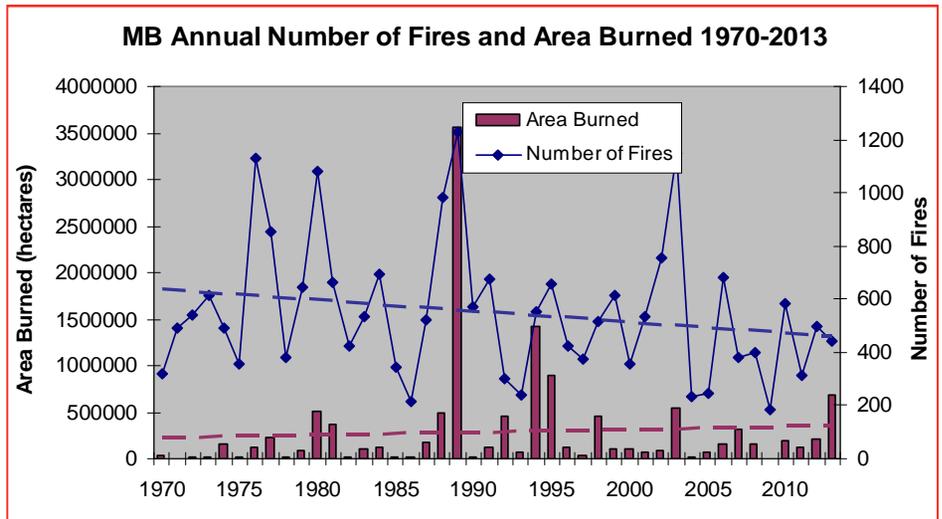
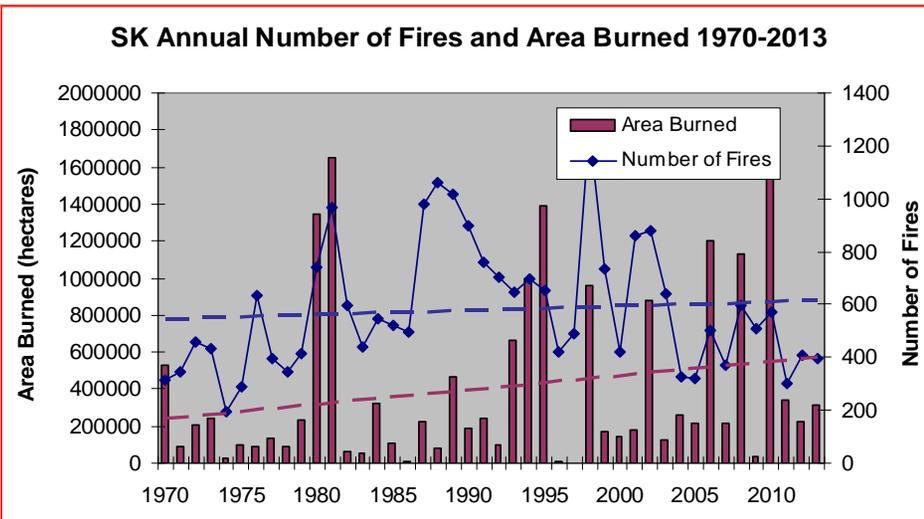
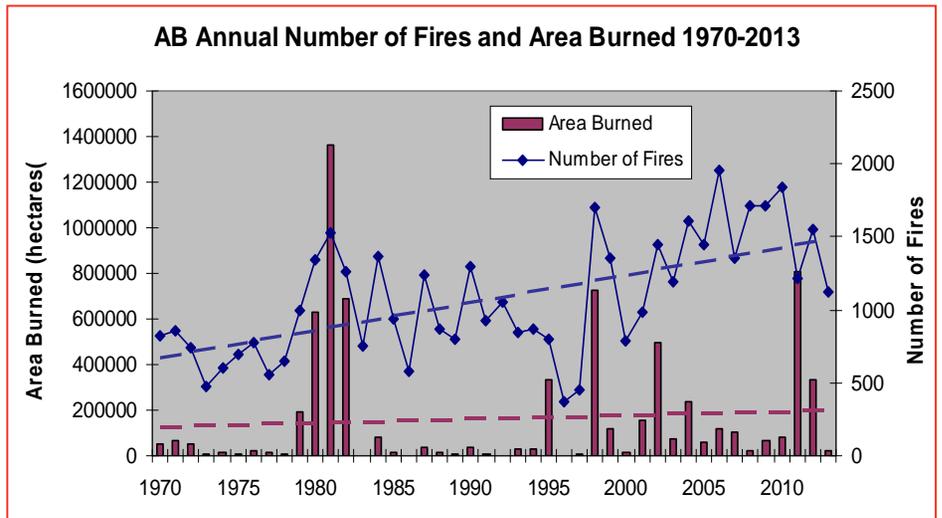
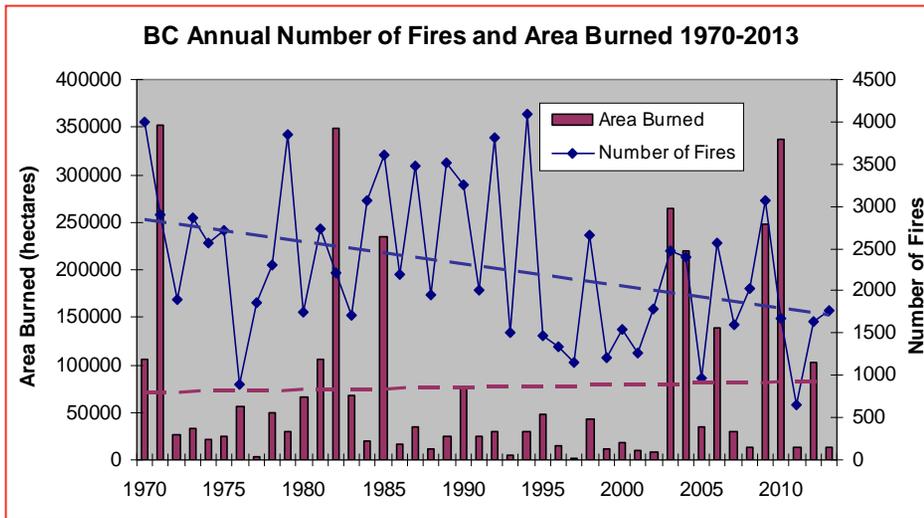


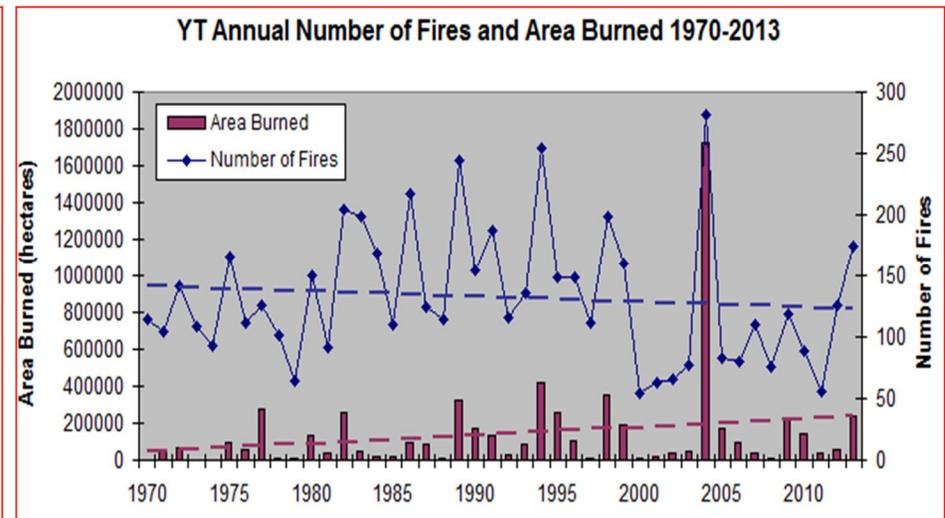
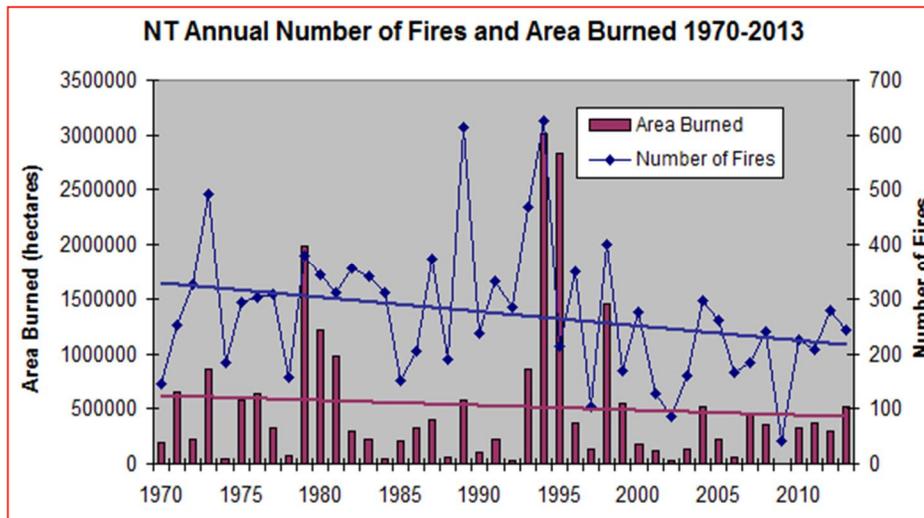
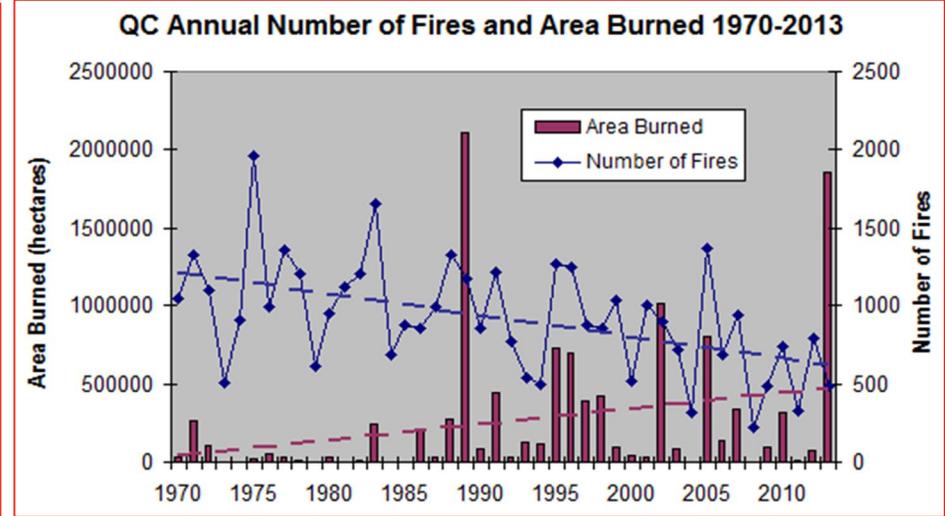
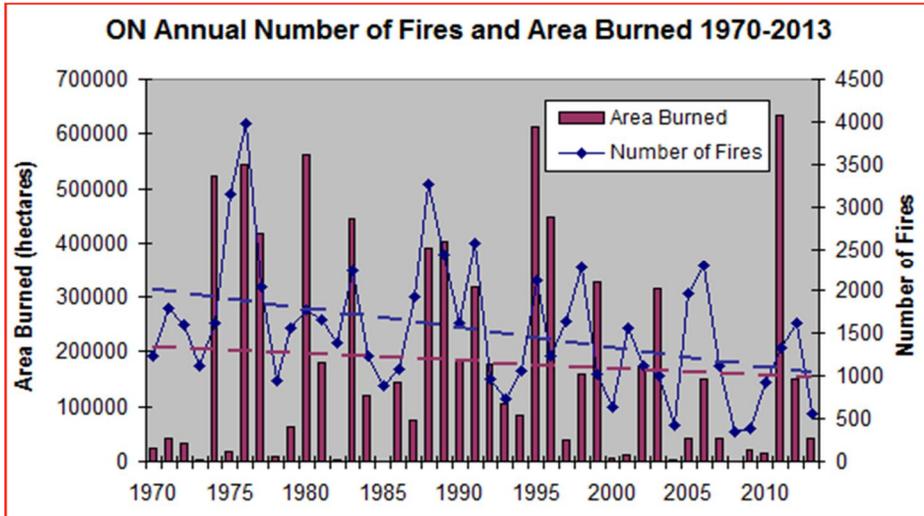


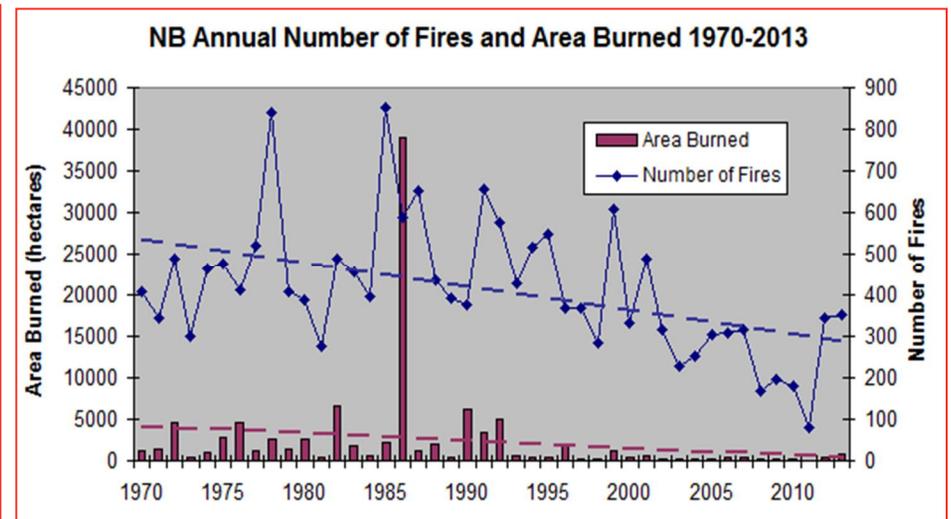
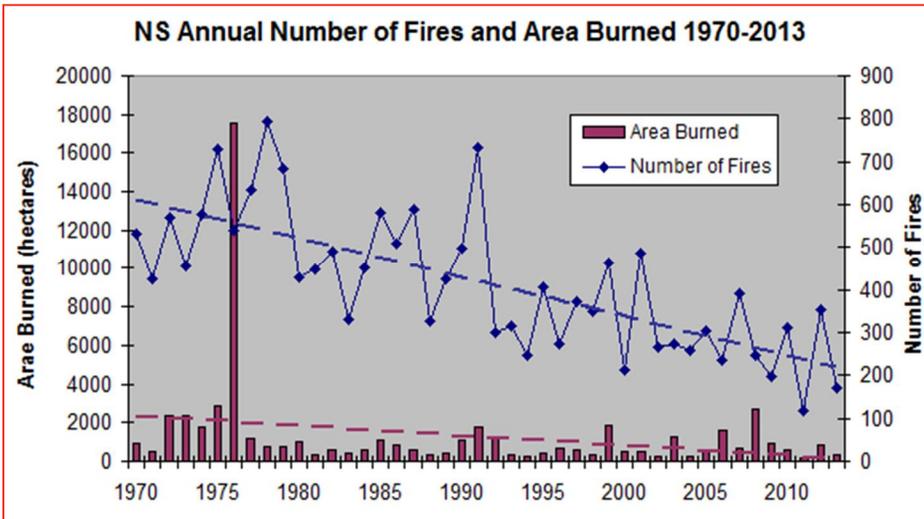
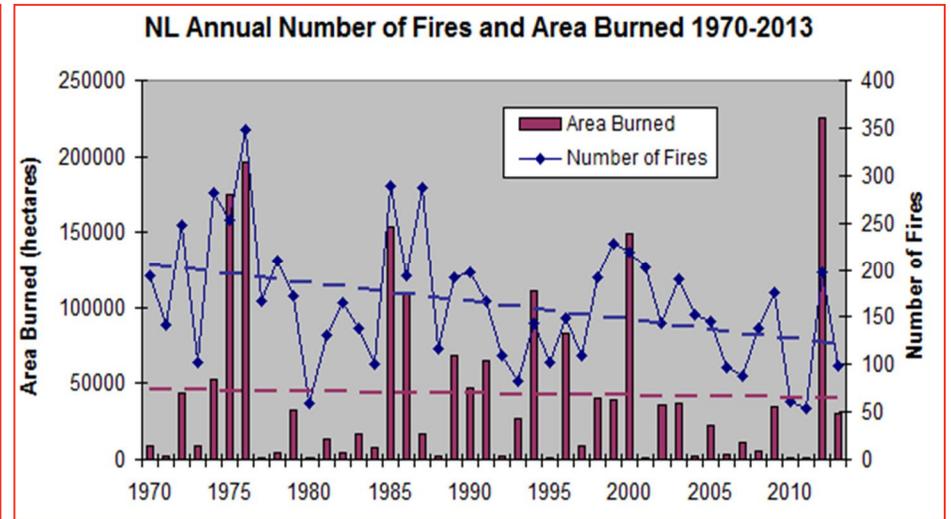
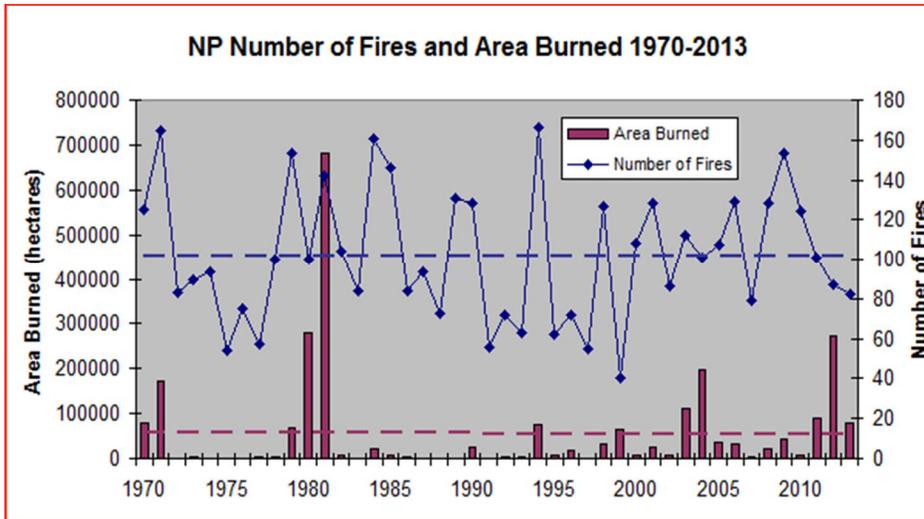


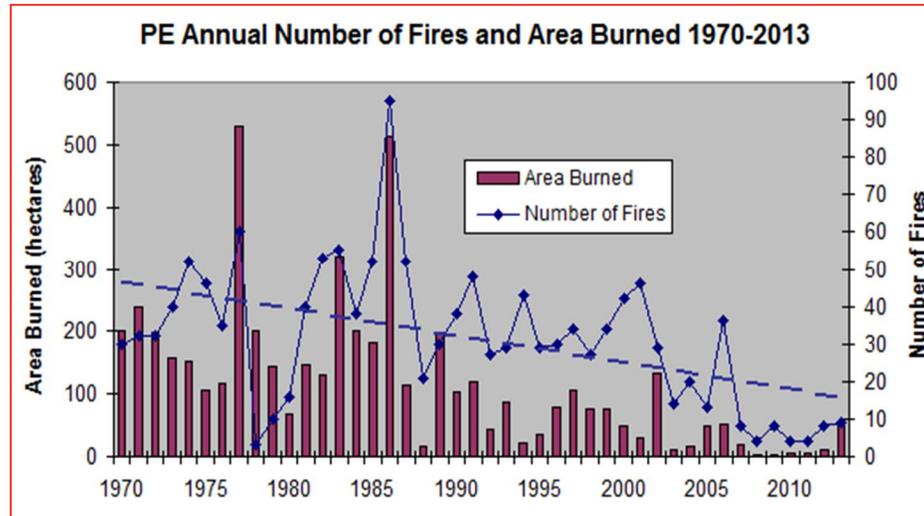
Annexe B : Feux et superficie brûlée

FEUX ET SUPERFICIE BRÛLÉE POUR CHAQUE PROVINCE ET TERRITOIRE CANADIENS ENTRE 1970 ET 2013



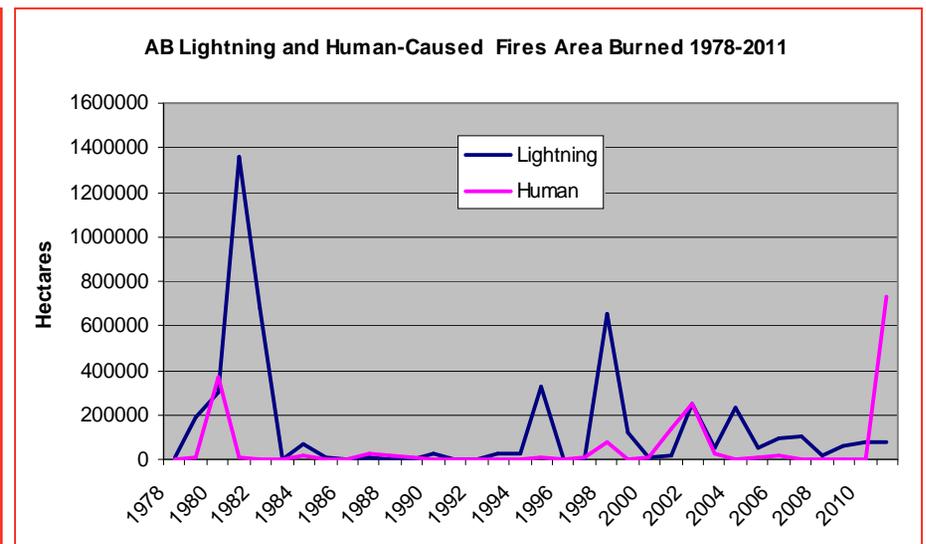
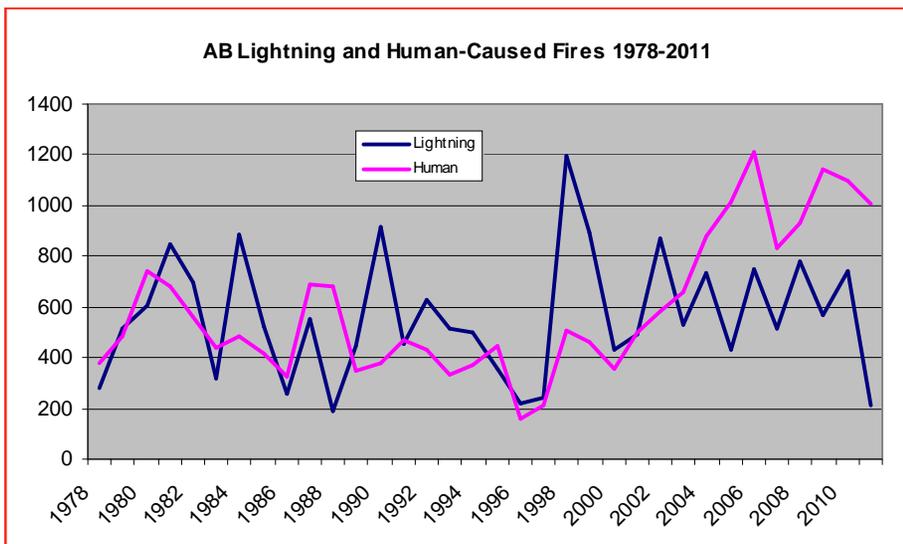
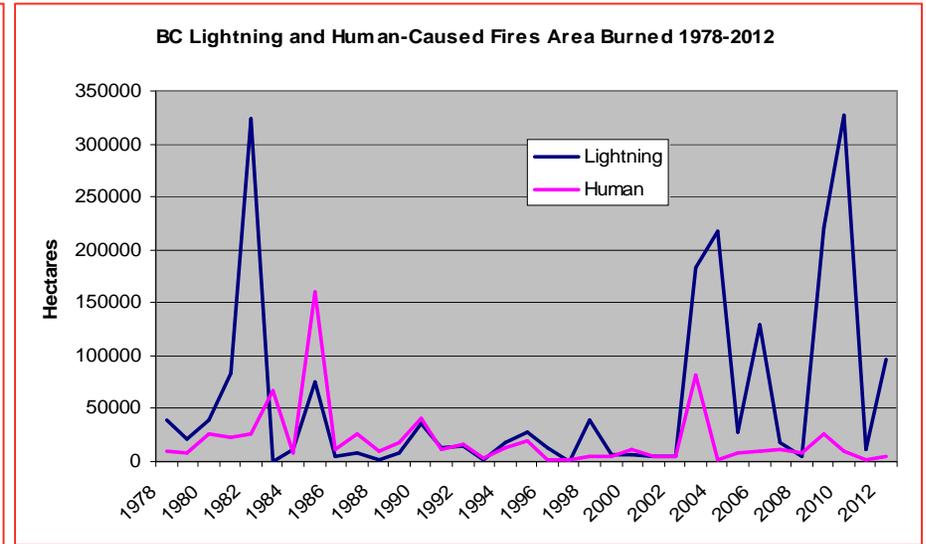
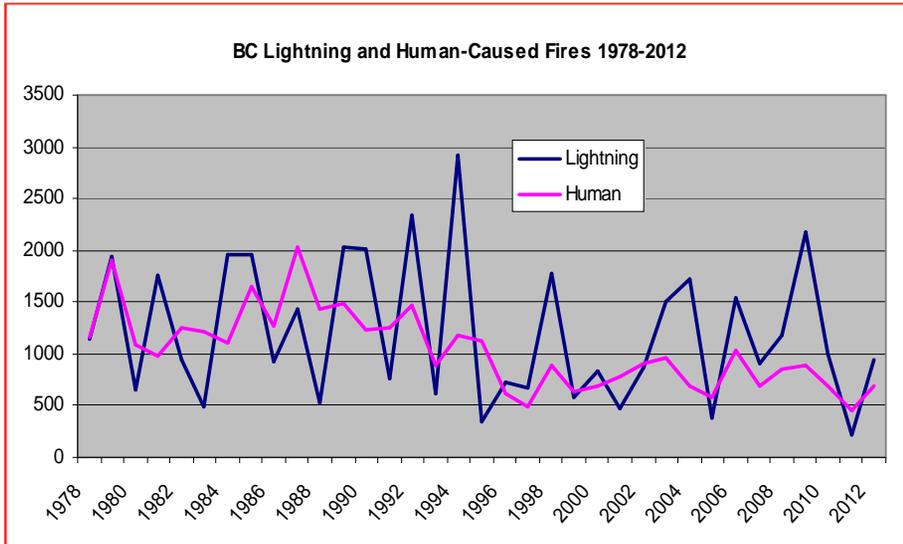




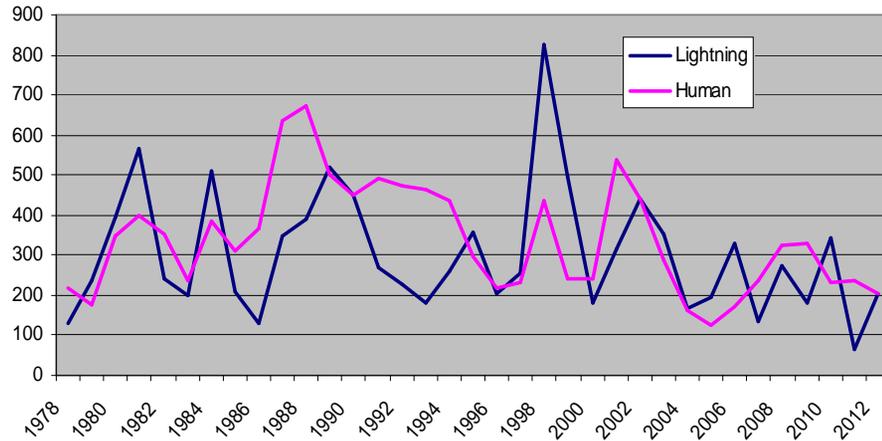


Annexe C : Feux d'origine humaine et provoqués par la foudre

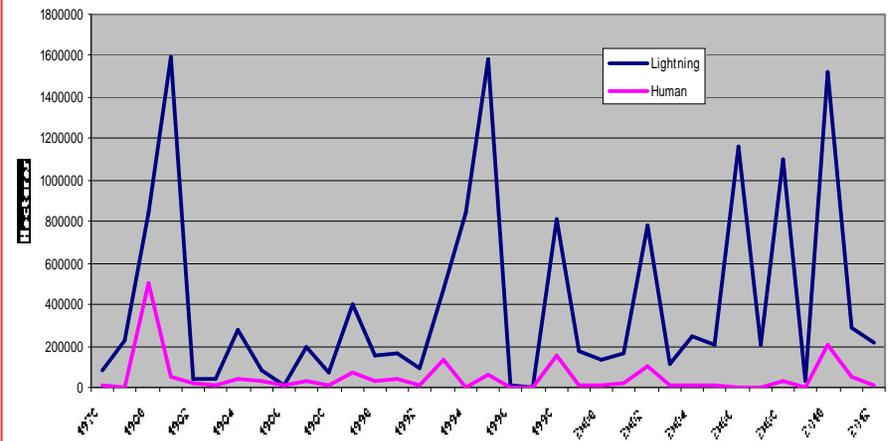
NOMBRE DE FEUX D'ORIGINE HUMAINE ET PROVOQUÉS PAR LA FOUDRE ET SUPERFICIE BRÛLÉE PAR CEUX-CI DANS CHAQUE PROVINCE ET TERRITOIRE CANADIENS ENTRE 1978 ET 2011-2012



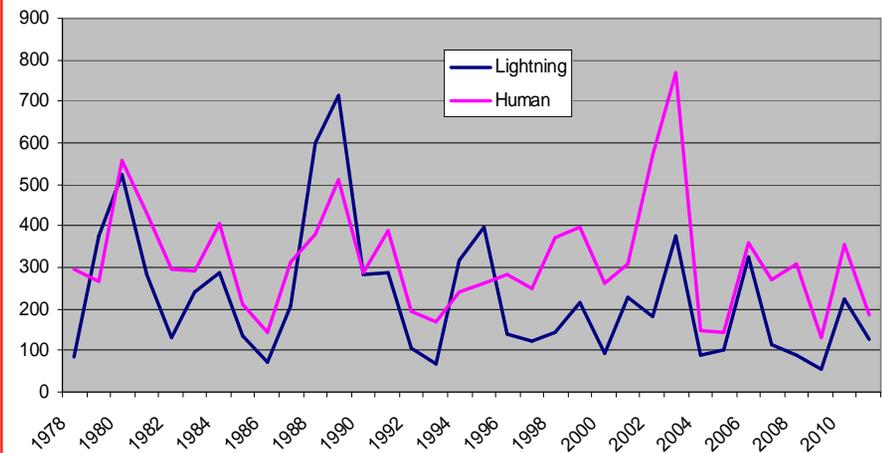
SK Lightning and Human-Caused Fires 1978-2012



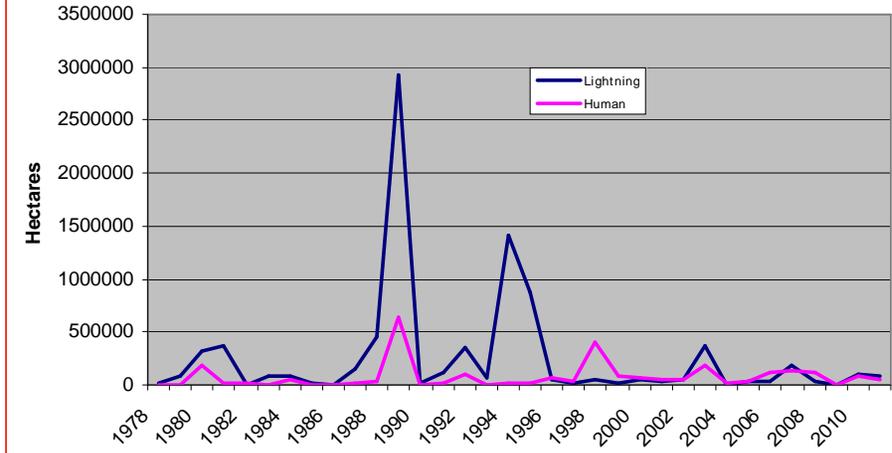
SK Lightning and Human-Caused Fires Area Burned 1978-2012

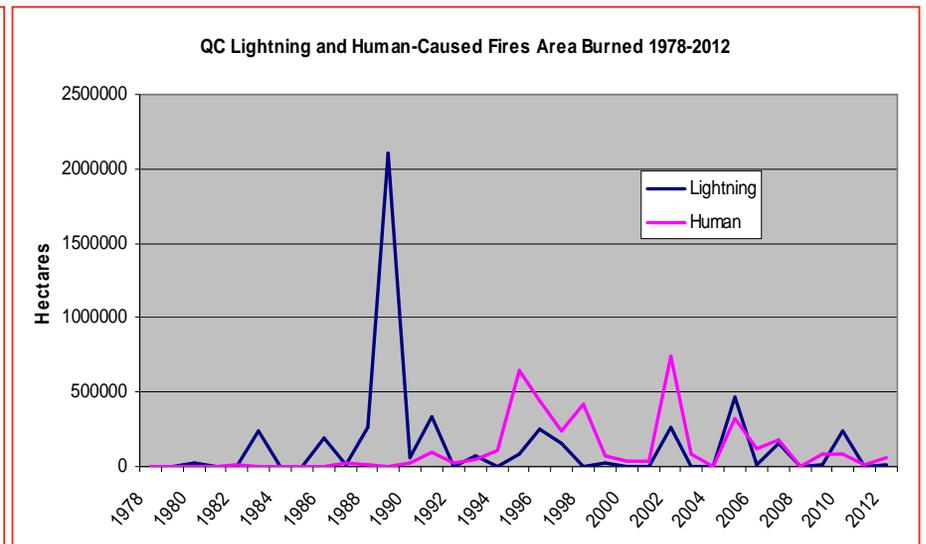
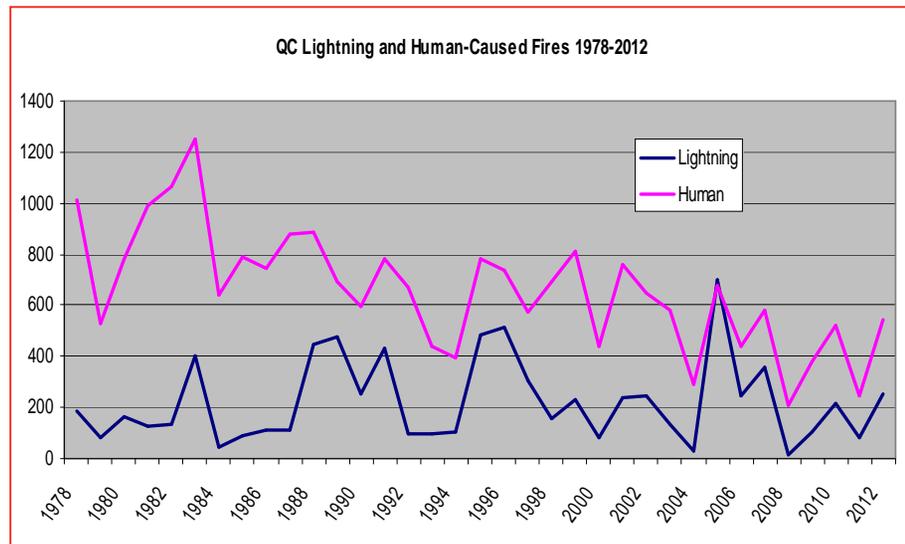
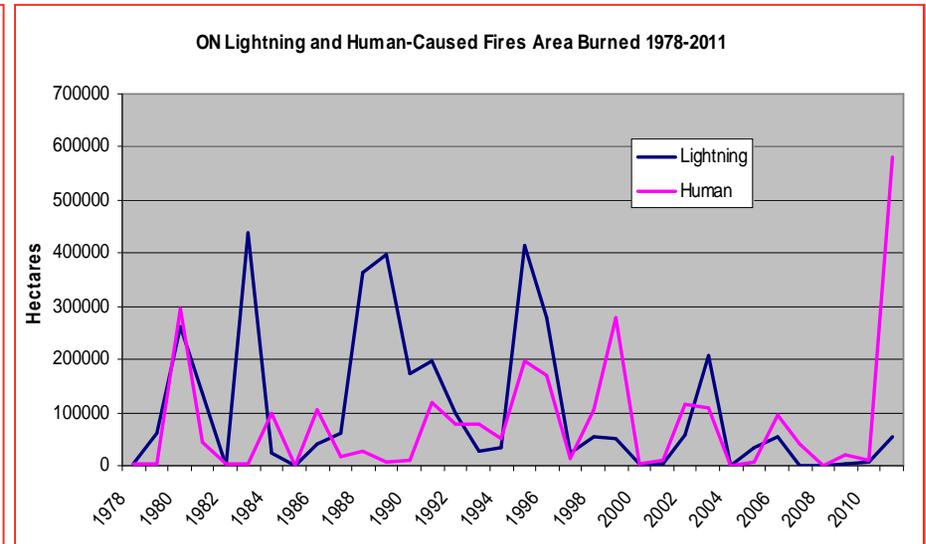
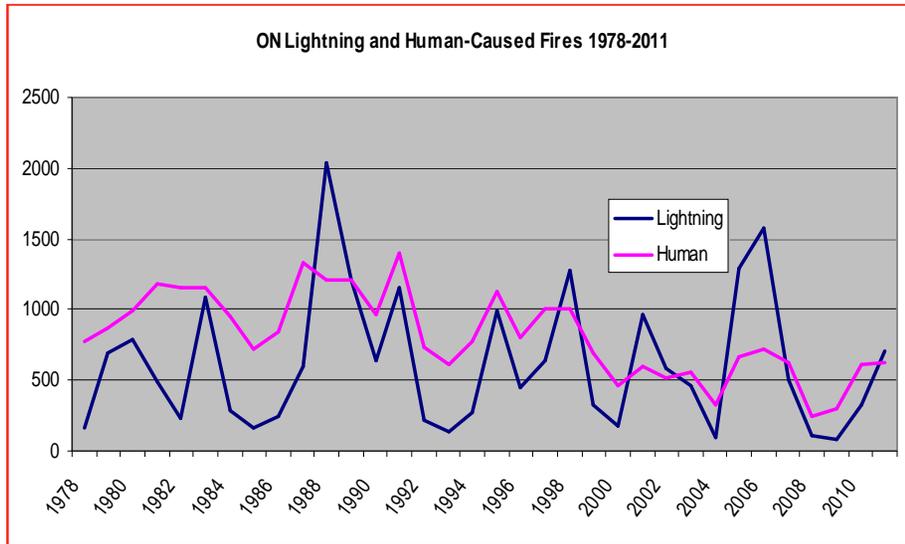


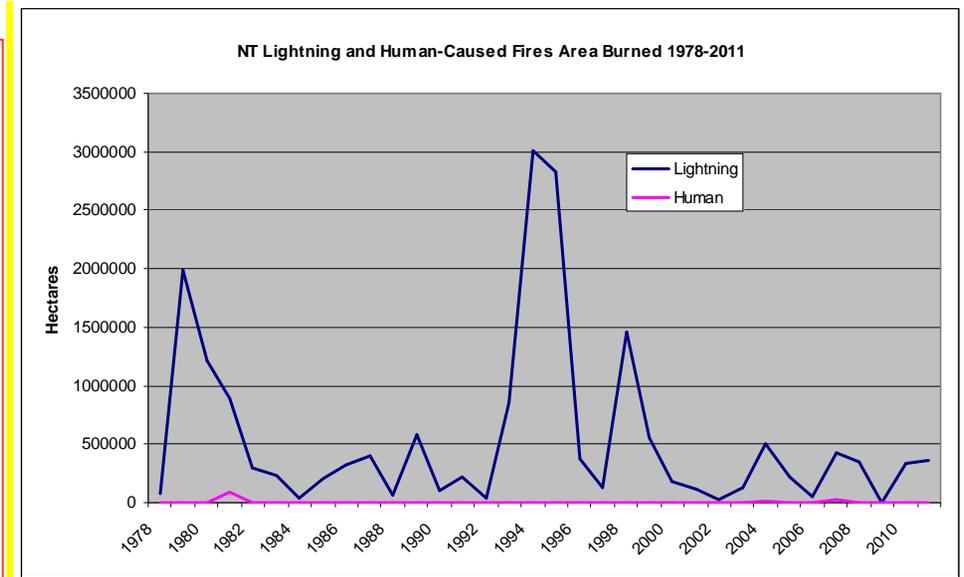
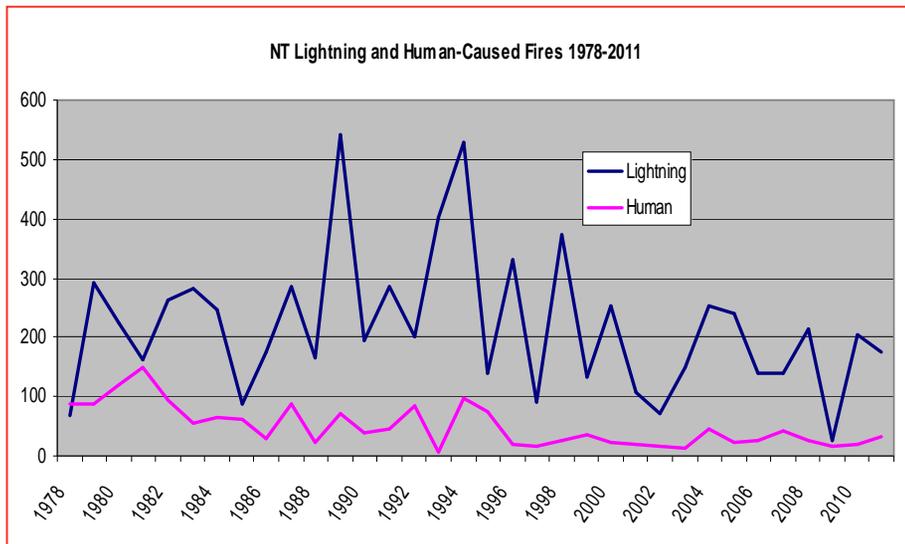
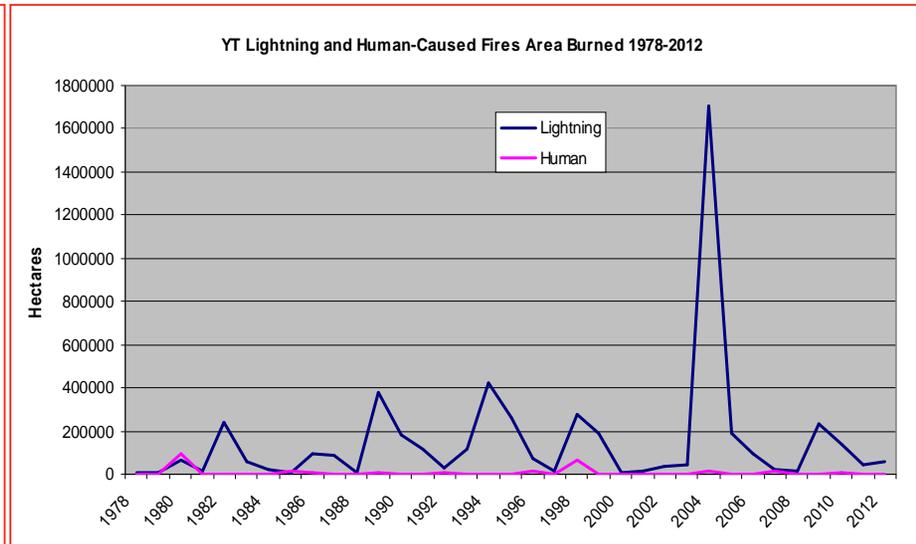
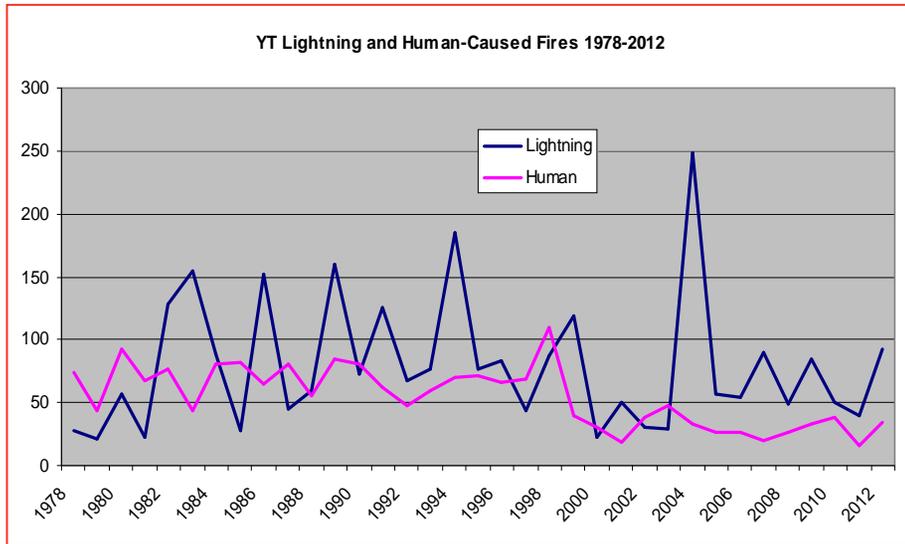
MB Lightning and Human-Caused Fires 1978-2011

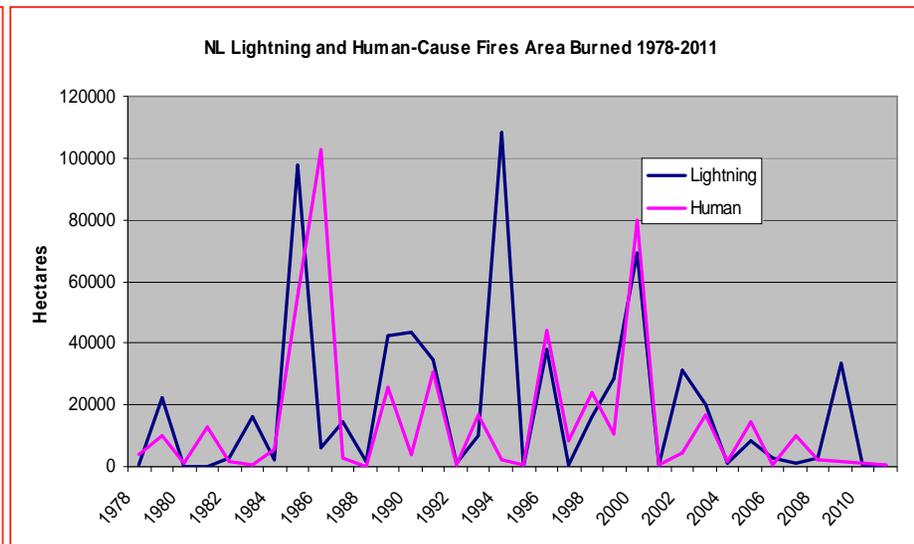
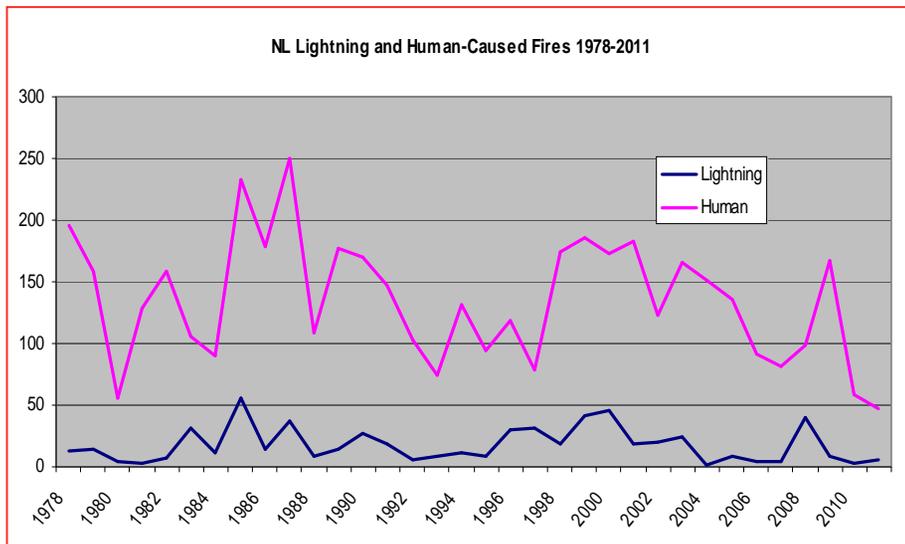
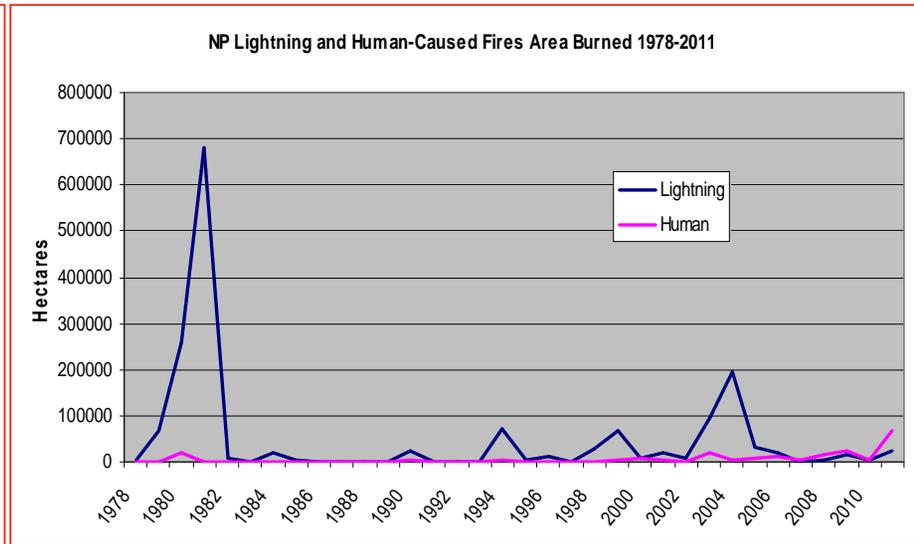
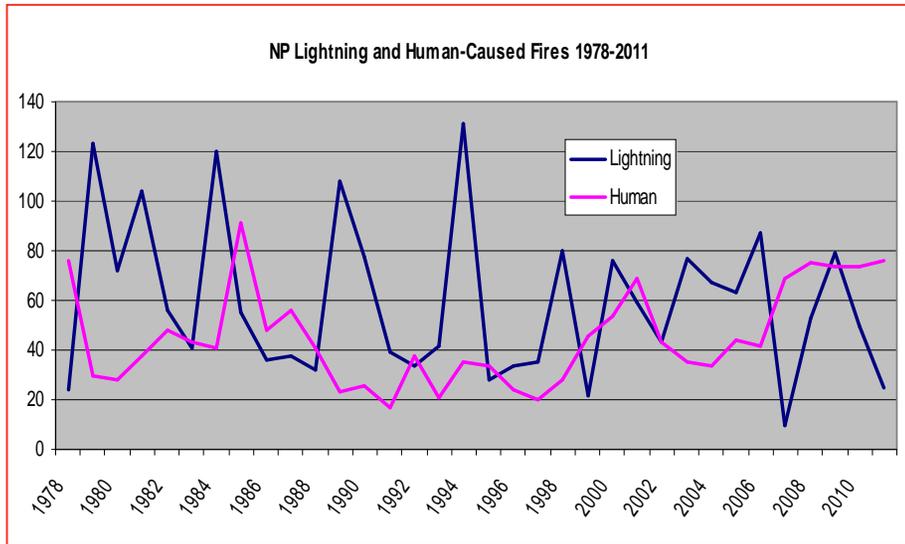


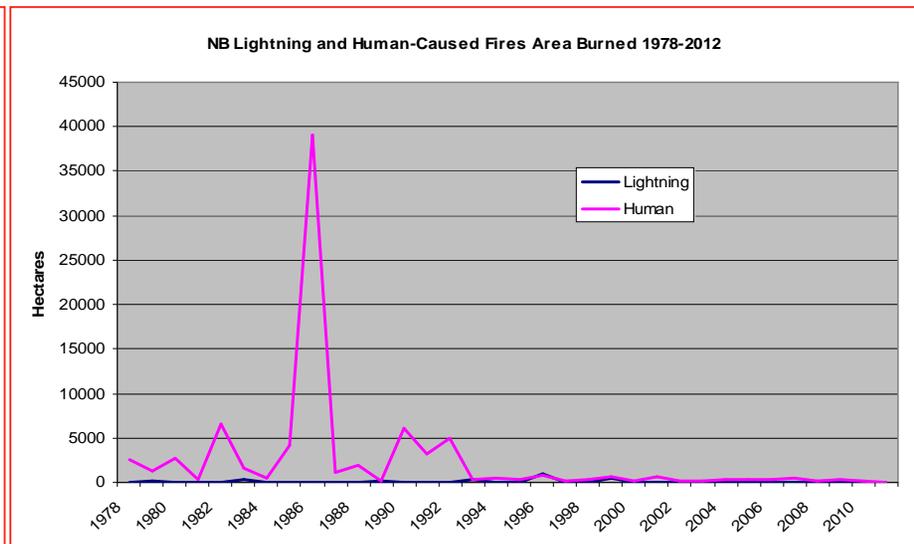
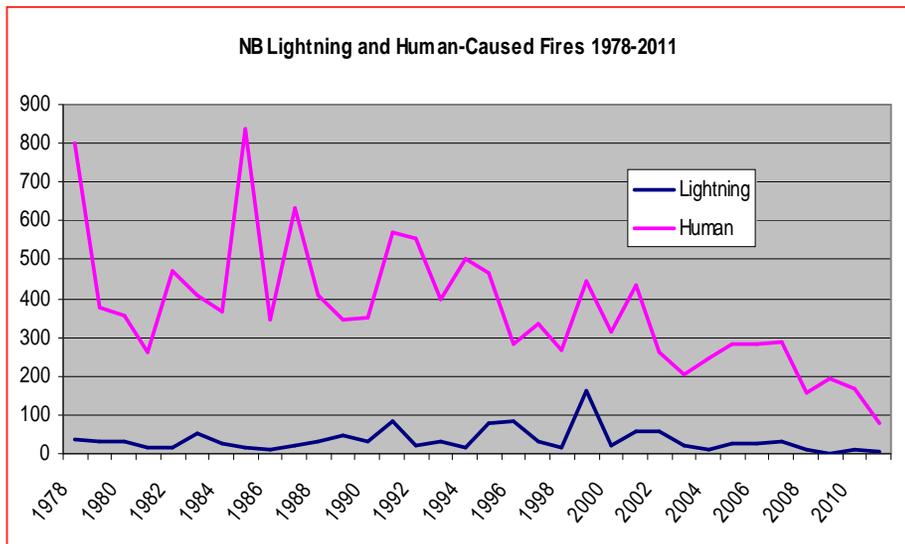
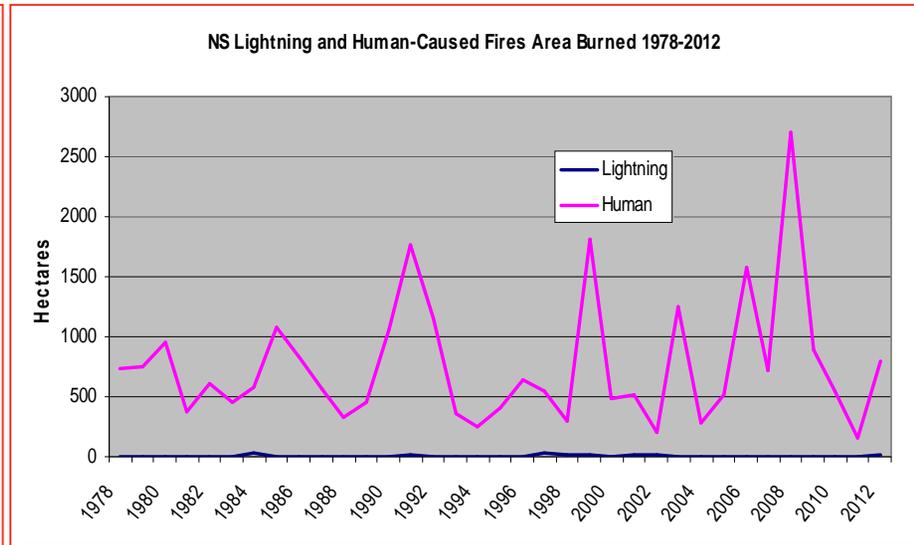
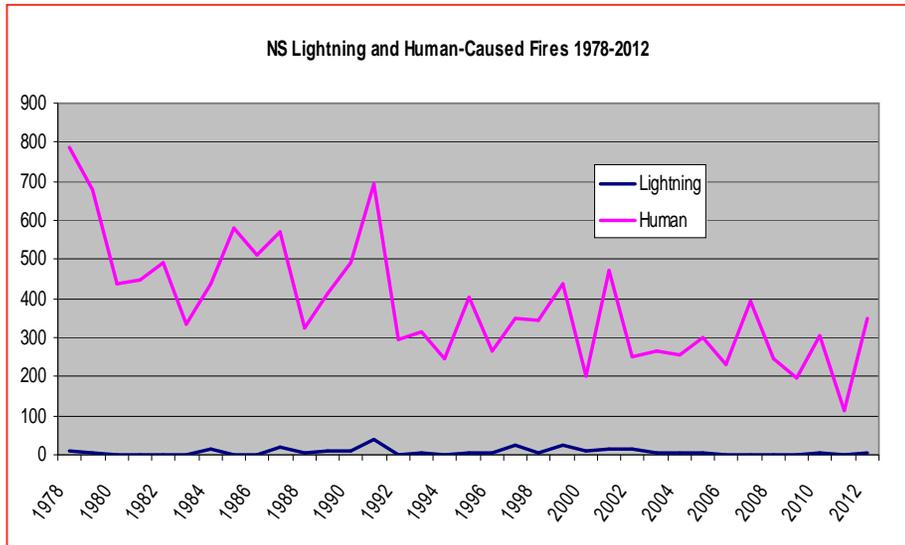
MB Lightning and Human-Caused Fires Area Burned 1978-2011

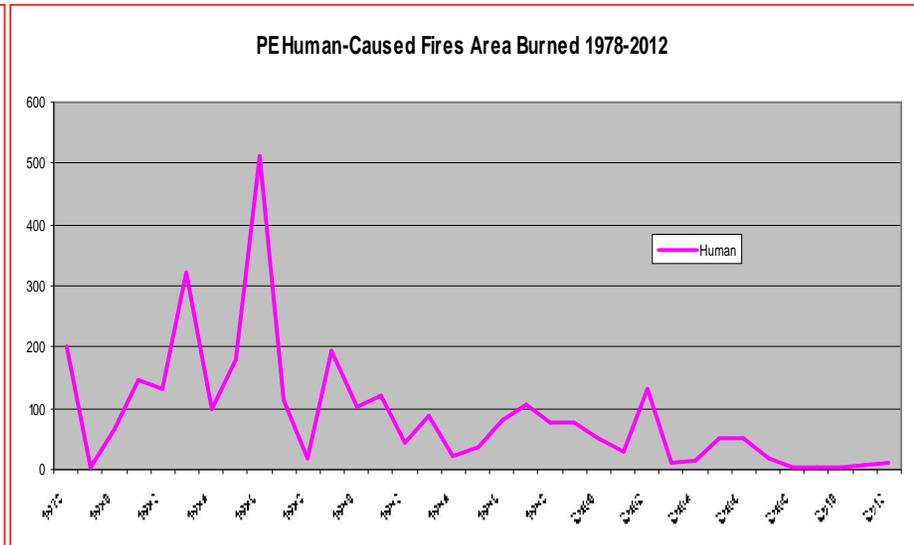
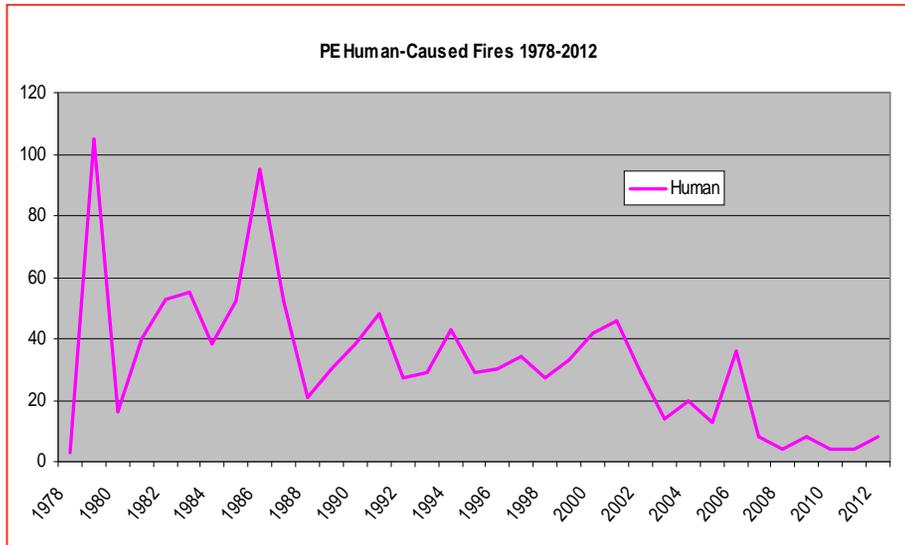












Annexe D : Coûts du partage des ressources

COÛTS ANNUELS DU PARTAGE DES RESSOURCES POUR CHAQUE PROVINCE ET TERRITOIRE CANADIENS ENTRE 2006 ET 2013

