

## Executive Summary

In 2000, the Institute for Environmental Studies (IES) at the University of Toronto and Environment Canada established an Integrated Mapping Assessment Project (IMAP) Lab at the University of Toronto (UofT). IMAP has been engaged in collecting published maps on topics such as climate, severe weather, air quality, human health, woodlots, wetlands, wildlife, land-use, roads and many other themes, and then functionally linking and integrating these map surfaces together on specific issues such as atmospheric change and biodiversity.

All papers in this volume have two things in common – each emerges from a research study conducted at the IMAP Lab at the University of Toronto; and each looks at change. Change can be defined as making something different from what it would be if left alone. This volume examines environmental changes, both natural and human-induced, with its papers organized around three major themes of change – climate change; landscape change; and social change.

## Climate Change

The first theme of climate change begins with a paper by Fenech and Chiotti (2005) examining the effects of climate change on the West Nile virus. As of 2002, the West Nile virus has spread to and throughout Ontario leading to one human death in the late summer. It is not known how the virus entered Ontario – whether it was an infected bird (imported, migratory or overwintering), mosquito, human or other vertebrate host. The West Nile virus is spread when infected birds that have high levels of West Nile virus in their blood are bitten by mosquitoes. The infected mosquitoes can then transmit the West Nile virus to humans or other animals. In North America, the West Nile virus cycles through 3 species of mosquitoes described as initiator, amplifier and bridger with the *Culex restuans*, *Culex pipiens* and *Culex salinararius* playing each role respectively. Wild birds are the principal hosts of the West Nile virus, especially the American crow which also plays an important role in signaling the epi-centre of the virus outbreak two weeks prior to peak exposures, and the onset of severe symptoms in humans. The West Nile virus fever in humans usually is an influenza-like illness, but occasionally, the more severe symptoms of meningitis or encephalitis occur. Studies have shown that only 20 percent of all humans (1 in 5) infected with the West Nile virus exhibit adverse effects. Temperature and other climate factors can be implicated in the spread and severity of the West Nile virus across North America, yet the range of influence that climatic factors play is not entirely known. Fenech and Chiotti show that under future climate change scenarios, climatic conditions conducive to the spread and severity of the West Nile virus

will increase. The authors recommend management options including monitoring the spread of infection; reducing human exposure to infected vectors; preventing initiation and magnification of the virus; screening blood supplies and other products capable of spreading the virus; and conducting public information campaigns.

Liu *et al.* (2005) examine the impact of excessive rainfall on waterborne diseases in southern Ontario by examining the Walkerton case study example. The occurrence of excessive rainfall over a five day period in Walkerton, Ontario resulted in one of Canada's most severe waterborne disease outbreaks, killing 7 people with thousands becoming ill. Many factors are associated with the transportation of contaminated water, including rainfall, runoff, soil moisture status, temperature and evapotranspiration. The unique synoptic situation leading to this excessive rainfall event was characterized by two slowly moving deep low-pressure systems, which passed through southern Ontario consecutively, with both of the low-pressure centers crossing the Walkerton area. The five-day cumulative rainfall, beginning with four days of 15-20 mm each day, followed on the fifth day by a 70 mm rainfall, exceeds both the 90th percentile and the two standard deviation of the 30-year rainfall mean for Walkerton. Further analysis of soil moisture budgets showed saturated soil conditions were present during this rainfall event, resulting in surface runoff, an effective mechanism for the transport of contamination into drinking-water systems. Liu *et al.* present radar images providing an assessment of the spatial extent of this rainfall event plus the timing of the rain events over the five-day period. Interestingly, most of the rain occurred during the late evening or nighttime hours, raising the question whether residents fully understood the amounts and the impact of accumulated rain, runoff and contamination. The authors explore the meteorological forecast potential to develop a WellHead Protection Alert System (WELLPASS) for either municipal or private drinking-water systems. It is proposed that advisories, based on the Quantitative Precipitation Forecast and 90% thresholds, would be issued to warn residents, days in advance, of the risk of excessive rainfall and hence the potential for surface runoff. Drinking-water wells, under the influence of surface water, would be particularly vulnerable during these rainfall alert events, requiring adaptive management actions.

Fenech *et al.* (2005) present the results of a study examining the impact of climate on changes in the seasonal timing of life cycle events of eastern Canada from 1901 to 1924. During this time, an influential inspector of schools in Nova Scotia, Dr. A.H. MacKay, recruited a number of knowledgeable teachers around the province to use their students to observe 100 natural occurrences each year,

and report them in a standardized way. This is the science of phenology - the study of the seasonal timing of life cycle events. These observations included the appearance of blooming wildflowers, cultivated plants, migratory birds, mammals, amphibians plus the freezing of lakes and rivers, appearance of frost and snow, number and severity of thunderstorms, hurricanes, etc. In addition, the timing of human agricultural practices was also recorded, including calving, seeding, potato planting, and haying. Tracking the timing of naturally occurring events helps show trends in the effects on biota and human activities as a result of climate change and weather variability. Analysis has shown that earlier Springs can be linked to El Niño events, and a trend has been observed towards earlier plant development over the last 40 years in the Edmonton, Alberta area - a trend that matches trends in warmer January to June temperatures in Western Canada. Some plant and animal life cycle events integrate the effects of various climate factors and can be used to detect subtle trends against the noisy background of normal weather variability. Many centuries of plant phenology records from Europe show us that plants and animals are sensitive weather instruments: they can be used for recording climate variables (heat, precipitation, wind) and for forecasting the best time for planting, harvesting, treating for pests, avoiding pollen or planning your holidays. Knowing valuable seasonality information such as the timing of spring flowering helps decision making for farmers and foresters, that is, to correctly time operations such as planting, fertilizing, crop protection (integrated pest management) and to predict harvest timing. It also is useful in wildlife management (the survival of deer fawns is greater in years with early spring arrival); human health (pollen warnings for allergy sufferers), and tourism (best times to photograph flowers or animals, or to go fly fishing). MacKay was an acclaimed botanist whose lichen collection and publications are part of the Nova Scotia Museum resources. The records from his environmental observation project are also part of the Nova Scotia Museum collection, and are a valuable source of data. With over 1500 Nova Scotian schools participating, MacKay filled 20 thick volumes with meticulous records of the natural environment (6 are summary volumes). In 1998, these records were digitized, put into a database, and are now available for study. Fenech *et al.* examine the 20 years of MacKay data identifying trends in phenology and human activity, and its possible messages for climate change in eastern Canada.

The final paper under the climate change theme is presented by Karsh (2005) on biodiversity research and plant hardiness zones across a southern Ontario transect. The paper compares expected species lists for the new plant hardiness zones with species lists collected by volunteers in SI/MAB plots along a longitudinal gradient in the Niagara Escarpment from Long Point to Wiarton.

Scientists have currently documented 12 tree families at Long Point and nine tree families at Wiarton. The expected loss in the number of tree families in Long Point, as predicted by the new plant hardiness zones, could result in a potential biodiversity crisis for Ontario. Our native species diversity could be threatened, especially species growing in the Carolinian Region of Ontario, one of the most diverse areas in Canada. Karsh says that native species that have been naturally adapted to our Canadian climates may potentially be lost. Detailed examples of biodiversity data are discussed using a Southern Ontario case study. In addition, Karsh presents recommendations for future paired SI/MAB plots. The author concludes that ongoing monitoring on these paired 1 ha SI/MAB sites by the volunteer sector and ACER (Association for Canadian Education Resources) can provide scientists with an early detection of changes in the landscape, especially in high impact areas.

### Landscape Change

The second theme of the book - landscape change - begins with a paper by Butt *et al.* (2005) who examine the impacts of European colonization since 1750 on the landscape of southern Ontario, Canada. As European settlement in southern Ontario began in the 18th Century, land was prepared for agriculture by draining wetlands and removing trees, leading to altered and continually stressed ecosystems. To illustrate the changing landscape, the authors use a Geographic Information System (GIS) to create a first approximation map of the pre-European land cover of southern Ontario. This was derived from survey notes of the original land surveys of European settlement completed from 1798-1850. When compared to a modern day map of landscape coverage, results show a decrease in forested land from more than 80 percent to less than 20 percent. The implications are decreasing forest diversity and loss of forest cores to support sensitive wildlife species resulting in significant changes in the overall forest ecology.

Fenech *et al.* (2005) present the implications of changes in the major roads of southern Ontario, Canada 1935-1995 for protected areas. Roads are important indicators of environmental change as forested lands are cleared and wetlands are drained to make the roads. Roads also open up areas to further human development leading to declining wildlife habitat and increased introduction of invasive species. Fenech *et al.* examine changes in the major roads of southern Ontario every decade from 1935 to 1995. The authors began with a digitized 1995 road map of Ontario and hard copy road maps from the Ontario archives for 1985, 1975, 1965, 1955, 1945 and 1935. Using a geographic information system, roads not present on the 1985 map were removed from the 1995

digitized map. This was repeated for every ten year interval map. Maps are presented to illustrate the dramatic changes in roads around three areas of southern Ontario with varying levels of environmental protection: the Oak Ridges Moraine, the Niagara Escarpment and Algonquin Park.

The final paper under the landscape change theme is presented by Fenech *et al.* on the landscape changes at Canada's Biosphere Reserves. The results of landscape change studies at six of Canada's Biosphere Reserves show that resource development and human settlement are the major drivers of landscape changes at Biosphere Reserves since European settlement of Canada. Most of the major landscape changes occurred in the early days of European settlement of Canada, yet significant changes are occurring today. Resource development and human settlement is common across all the studies resulting in landscape changes including: the removal of forests, conversion of grasslands and draining of wetlands in order to convert land for agricultural purposes; and the building of houses, roads and other infrastructure to support an ever-increasing human population. Landscape changes at Biosphere Reserves have significantly fragmented wildlife habitats threatening wildlife species such as the grizzly bear (Waterton), caribou (Charlevoix) and scarlet tanager (Niagara Escarpment). These species are reflecting the impacts of land use change as indicators of overall wildlife habitat decline. The protected areas at Biosphere Reserves provide an opportunity to support wildlife species, but when species require more undisturbed area than the protected areas can provide, then certain wildlife become threatened. The authors demonstrate the significant insights about changes that humans have brought on the landscapes around Biosphere Reserves since European settlement of Canada that can be gathered from existing landscape data and information around protected areas.

## Social Change

The third and final theme of the book – social change – begins with Timmerman *et al.*'s (2005) paper on exploring emerging environmental issues. 'Emerging issues' has emerged as an important theme in recent years, partly as an element in a diverse mix of 'strategic thinking' approaches. Emerging issues can be defined as those issues (both positive and negative) that are not generally or immediately recognized but which will have significant impact on human and/or ecosystem health in the 21st century. The authors detail the results of two studies attempting to identify emerging environmental issues in Canada, as well as internationally in the field of atmospheric and climate sciences. Emerging issues of climate change and biodiversity in Canada - and severe weather and climate change detection in the atmospheric and climate sciences - are identified using

both written surveys and key actor interviews. The authors identify the next steps in the future study of emerging environmental issues.

The final paper in the book authored by Fenech (2005) is on social learning in the management of global atmospheric risks. Social learning is how humans, as individuals and groups, adopt and spread new concepts, knowledge and skills. There was a clear recognition during the late 1980s of the need for a better understanding of how human societies perceive and respond to global environmental change. Applying this “social learning” framework to the identification of global atmospheric risks, this paper traces the evolution of efforts of individuals and agencies in Canada to address the issues of stratospheric ozone depletion and climate change focusing on how an issue became an issue, how it was framed and how it received attention. Fenech draws four conclusions from his study. One obvious observation is that scientists “learned” from other scientists, although Canadian scientists usually “learned” from scientists from countries other than Canada. Another obvious observation is that media attention to a scientific issue acted as a “teacher” of the Canadian public (the “learner”) creating a controversy that sparked scientific investigation and government action, although the surprise here is that the media attention was American in origin. A third conclusion was that the common stable of atmospheric scientists in Canada (the Meteorological Service) allowed for cross-issue learning in the areas of atmospheric monitoring, research and modelling. And finally, the authors conclude that the time period for an idea of global change growing into an accepted issue can be quite long, even decades.

The short history of the Integrated Mapping Assessment Project at the University of Toronto is an active and successful one. This volume details some of that success from the IMAP research projects; the IMAP symposia, conferences, workshops and events; the IMAP publications; and the partnerships made by IMAP with other organizations, students and professors. The co-location of Environment Canada scientists at universities has proved successful in the case of the IMAP Lab at the University of Toronto. The editors of this volume support continuing partnerships in this area.

Adam Fenech  
Don Maclver  
Heather Auld  
Roger Hansell

## Résumé

En 2000, l'Institut pour l'étude de l'environnement de l'Université de Toronto et Environnement Canada ont mis sur pied un laboratoire de projet d'évaluation de la cartographie intégrée à l'Université de Toronto. Dans le cadre du projet d'évaluation de la cartographie intégrée, des cartes déjà publiées qui traitent de sujets comme le climat, le temps violent, la qualité de l'air, la santé humaine, les terrains boisés, les terres humides, les espèces sauvages, l'utilisation des terres, les routes ainsi que de nombreux autres thèmes sont collectées, puis elles sont fonctionnellement intégrées et reliées entre elles en fonction d'enjeux bien précis comme les changements atmosphériques et la biodiversité.

Tous les articles de ce volume ont deux choses en commun – chacun est issu d'une étude de recherche menée au laboratoire de projet d'évaluation de la cartographie intégrée de l'Université de Toronto et chacun examine le changement. Le changement peut être défini comme le fait de rendre quelque chose différent de ce qu'il aurait été si rien n'avait été fait. Ce volume examine les changements environnementaux, qu'ils soient naturels ou anthropiques, à l'aide d'articles qui s'articulent autour de trois thèmes principaux du changement – les changements climatiques, les changements à l'échelle du paysage et les changements sociaux.

## Changements climatiques

Le premier thème des changements climatiques commence par un article de Fenech et Chiotti (2005) dans lequel les auteurs examinent les effets des changements climatiques sur le virus du Nil occidental. Dès 2002, le virus du Nil occidental s'était propagé à tout l'Ontario, causant la mort d'une personne à la fin de l'été. On ignore de quelle façon le virus est entré en Ontario – par un oiseau contaminé (importé, migrateur ou hivernant), un moustique, un être humain ou un autre hôte vertébré. Le virus du Nil occidental se propage lorsque des oiseaux contaminés qui ont de fortes concentrations du virus dans le sang sont piqués par des moustiques. Les moustiques contaminés peuvent alors transmettre le virus du Nil occidental à l'homme ou à d'autres animaux. En Amérique du Nord, le virus du Nil occidental opère son cycle par 3 espèces de moustiques décrites comme l'amorceur, l'amplificateur et le dérivateur, le *Culex restuans*, le *Culex pipiens* et le *Culex salinararius* qui assument respectivement chaque rôle. Les oiseaux sauvages sont les hôtes principaux du virus du Nil occidental, en particulier la Corneille d'Amérique qui joue également un rôle important puisqu'elle signale l'épicentre de l'épidémie virale 2 semaines avant l'exposition maximale et le début de l'apparition des symptômes graves chez

l'homme. La fièvre causée par le virus du Nil occidental chez l'homme évoque généralement les symptômes d'une grippe, mais à l'occasion, des symptômes plus graves de méningite ou d'encéphalite peuvent apparaître. Les études montrent qu'à peine 20 % de tous les êtres humains (un sur cinq) contaminés par le virus du Nil occidental présentent des symptômes sérieux. La température et d'autres facteurs climatiques peuvent entrer en jeu dans la propagation et la gravité du virus du Nil occidental en Amérique du Nord, même si l'on ne connaît pas parfaitement l'ampleur de l'influence des facteurs climatiques. Fenech et Chiotti montrent qu'en vertu des scénarios de changements climatiques futurs, les conditions climatiques propices à la propagation et à la gravité du virus du Nil occidental se multiplieront. Les auteurs recommandent des options de gestion, par exemple suivre de près la propagation de l'infection, réduire l'exposition humaine aux vecteurs contaminés, prévenir les cycles amorceur et amplificateur du virus, procéder à un dépistage des réserves de sang et des autres produits propagateurs du virus, et mener des campagnes d'information publiques.

Liu *et al.* (2005) ont étudié l'effet de pluies excessives sur les maladies d'origine hydrique dans le sud de l'Ontario en se penchant sur l'exemple de l'étude de cas de Walkerton. Les pluies excessives qui sont tombées sur Walkerton (Ontario) pendant une période de 5 jours ont entraîné une des plus graves poussées de maladies hydriques au Canada, tuant 7 personnes et rendant malades des milliers d'autres. De nombreux facteurs sont liés au transport de l'eau contaminée, y compris la pluie, le ruissellement, l'humidité du sol, la température et l'évapotranspiration. La situation synoptique unique ayant mené à ces chutes de pluie excessives était caractérisée par 2 systèmes dépressionnaires en basse altitude, se déplaçant lentement, qui sont passés l'un après l'autre sur le sud de l'Ontario, le centre des 2 dépressions traversant la région de Walkerton. L'accumulation de pluie pendant les 5 jours, à commencer par de 15 à 20 mm chaque jour pendant les 4 premiers jours, suivis de 70 mm le cinquième jour, dépasse le 90<sup>e</sup> centile et les 2 écarts types de la moyenne sur 30 ans des chutes de pluie pour Walkerton. Une analyse plus approfondie des bilans d'humidité du sol a montré que les sols étaient saturés pendant cet événement de pluie, ce qui a entraîné un écoulement de surface, un mécanisme efficace pour le transport de la contamination dans les systèmes d'eau potable. Liu *et al.* présentent des images radars qui montrent l'étendue spatiale de cet événement de pluie ainsi que le rythme des événements de pluie au cours de la période de 5 jours. Fait intéressant, la majeure partie de la pluie est tombée en fin de soirée ou au cours de la nuit, ce qui soulève la question de savoir si les résidents ont eu pleinement conscience des accumulations de pluie et des répercussions de ces



accumulations, du ruissellement et de la contamination. Les auteurs étudient le potentiel des prévisions météorologiques afin de mettre au point un système d'alerte pour la protection des têtes de puits (WELLPASS), tant pour les réseaux municipaux d'eau potable que pour les installations individuelles d'alimentation en eau potable. Ils proposent que des avis qui sont fondés sur les prévisions quantitatives de précipitation et un seuil de 90 % soient émis pour avertir les résidents, plusieurs jours à l'avance, des risques de chutes de pluie excessives et donc de la possibilité de ruissellement de surface. Au cours de ces événements de chutes de pluie excessive, les puits d'eau potable, qui sont influencés par les eaux de surface, sont particulièrement vulnérables et nécessitent des mesures de gestion adaptées.

Fenech *et al.* (2005) présentent les résultats d'une étude qui examine l'effet des changements climatiques sur le rythme saisonnier d'événements liés au cycle de vie de l'est du Canada de 1901 à 1924. Au cours de cette période, un inspecteur d'école influent de la Nouvelle-Écosse, A.H. MacKay (Ph. D.), a recruté un certain nombre d'enseignants d'expérience de la province pour qu'ils demandent à leurs élèves d'observer une centaine de phénomènes naturels chaque année, puis d'en rendre compte selon une méthode normalisée. Il s'agit de la science de la phénologie – l'étude des variations des phénomènes périodiques de la vie végétale et animale. Les élèves devaient observer, entre autres, l'apparence des fleurs sauvages en floraison, des plantes cultivées, des oiseaux migrateurs, des mammifères et des amphibiens, ainsi que le phénomène des lacs et des rivières qui gèlent, l'apparence de la gelée et de la neige, le nombre d'orages, d'ouragans, etc., et leur importance. De plus, le calendrier des pratiques agricoles humaines devait être consigné, y compris la mise bas, l'ensemencement, la plantation des pommes de terre et la fenaison. En faisant le suivi de la chronologie des phénomènes naturellement présents, il est plus facile de dégager les tendances des effets des changements climatiques et des conditions météorologiques variables sur le biote et les activités humaines. Les analyses ont montré que les printemps précoces sont peut-être liés aux épisodes El Niño et une tendance selon laquelle les plantes se développeraient plus tôt a été observée au cours des 40 dernières années dans la région d'Edmonton, en Alberta – une tendance qui correspond à la tendance de températures plus chaudes entre janvier et juin observées dans l'ouest du Canada. Certains événements du cycle de vie végétal et animal intègrent les effets de divers facteurs climatiques et peuvent être utilisés pour dégager des tendances subtiles dans le brouhaha de la variabilité normale des conditions météorologiques. De nombreux siècles d'observations phénologiques des plantes en Europe nous montrent que les plantes et les animaux sont des instruments météorologiques

sensibles qui peuvent nous aider à consigner les variables climatiques (chaleur, précipitations, vent) et à faire des prévisions quant au meilleur moment pour planter, récolter, appliquer des traitements contre les organismes nuisibles, éviter le pollen ou planifier nos vacances. Le fait d'avoir des renseignements précieux sur la saisonnalité, comme le moment de la floraison printanière, aide les cultivateurs et les forestiers à prendre des décisions pour coordonner adéquatement les activités comme la plantation, la fertilisation et la protection des cultures (lutte antiparasitaire intégrée) et pour prédire le calendrier des récoltes. De tels renseignements sont également utiles pour la gestion des espèces sauvages (la survie des faons du chevreuil est meilleure les années où le printemps est précoce), la santé humaine (avis de pollen à l'intention des personnes souffrant d'allergies) et le tourisme (quel est le meilleur temps pour photographier les fleurs ou les animaux ou encore pour aller à la pêche à la mouche). Mackay était un botaniste de renommée dont la collection de lichen et les publications sont conservées au Musée de la Nouvelle-Écosse. Les notes prises dans le cadre de son projet d'observation de l'environnement font également partie de la collection du Musée de la Nouvelle-Écosse et constituent une précieuse source de données. Avec plus de 1 500 écoles de la Nouvelle-Écosse qui participaient, Mackay a rempli 20 gros volumes d'observations méticuleuses du milieu naturel (6 sont des volumes sommaires). En 1998, ces observations ont été numérisées et mises dans une base de données, et elles peuvent maintenant faire l'objet d'études. Fenech *et al.* examinent les données que Mackay a recueillies sur 20 ans et dégagent des tendances relatives à la phénologie et à l'activité humaine, ainsi que les messages possibles que ces tendances véhiculent au sujet des changements climatiques dans l'est du Canada.

Le dernier article sur le thème des changements climatiques est présenté par Karsh (2005) et traite des recherches portant sur la biodiversité et les zones de rusticité le long d'un transect dans le sud de l'Ontario. Une comparaison est établie entre les espèces que l'on s'attend à observer dans les nouvelles zones de rusticité et les espèces récoltées par des bénévoles dans des parcelles d'étude de la biodiversité de la Smithsonian Institution, le long d'un gradient longitudinal au sein de l'escarpement du Niagara, entre Long Point et Wiarton. À l'heure actuelle, les scientifiques ont dénombré 12 familles d'arbres à Long Point et 9 à Wiarton. La perte prévue de familles d'arbres à Long Point, telle qu'on la prédit d'après les nouvelles zones de rusticité, pourrait provoquer une éventuelle crise sur le plan de la biodiversité en Ontario. La diversité des espèces indigènes telle qu'on la connaît pourrait être menacée et ce sont tout particulièrement les espèces qui poussent dans la région carolinienne de

l'Ontario, l'une des zones les plus diversifiées au Canada, qui sont menacées. Karsh affirme que les espèces indigènes qui se sont naturellement adaptées au climat canadien pourraient éventuellement disparaître. Des exemples détaillés de données sur la biodiversité font l'objet de discussions dans le cadre d'une étude de cas menée dans le sud de l'Ontario. En outre, Karsh fait des recommandations pour les futures parcelles d'étude appariées de la Smithsonian Institution. L'auteur conclut qu'une surveillance continue des sites d'étude appariés de la Smithsonian Institution, dont la superficie est de 1 ha, assurée par des bénévoles et l'ACER (Association for Canadian Educational Resources), peut fournir aux scientifiques des indices précoces des changements à l'échelle du paysage, en particulier dans les zones très touchées.

### Changements à l'échelle du paysage

Le deuxième thème du livre – changements à l'échelle du paysage – commence par un article de Butt *et al.* (2005) qui examinent les répercussions de la colonisation européenne depuis les années 1750 sur le paysage du sud de l'Ontario, au Canada. Lors de la colonisation européenne dans le sud de l'Ontario, qui a débuté au XVIII<sup>e</sup> siècle, les terres ont été préparées pour l'agriculture en procédant au drainage des terres humides et à l'élimination des arbres, transformant ainsi les écosystèmes et créant des écosystèmes perturbés en permanence. Pour illustrer le paysage changeant, les auteurs utilisent un système d'information géographique (SIG) afin de créer une première carte approximative de la couverture terrestre préeuropéenne du sud de l'Ontario. Cette carte a pu être tracée à l'aide des notes des premiers travaux d'arpentage de la colonisation européenne réalisés entre 1798 et 1850. Lorsqu'ils sont comparés à une carte contemporaine de la couverture du paysage, les résultats indiquent une diminution de la superficie des terres forestières, qui est passée de plus de 80 % à moins de 20 %. Les implications de cette réduction des terres forestières sont une diminution de la diversité forestière et une disparition des centres forestiers qui assurent la subsistance des espèces sauvages sensibles, entraînant d'importants changements dans l'ensemble de l'écologie de la forêt.

Fenech *et al.* (2005) présentent les implications pour les aires protégées attribuables aux modifications apportées aux routes principales du sud de l'Ontario entre 1935 et 1995. Les routes sont des indicateurs importants des changements environnementaux parce que des terres forestières sont déboisées et des terres humides sont asséchées pour construire ces routes. Les routes permettent également l'aménagement éventuel du territoire, lequel mène à un déclin de l'habitat faunique et à une augmentation des espèces envahissantes introduites. Fenech *et al.* examinent les modifications apportées aux routes

principales du sud de l'Ontario, tous les dix ans, de 1935 à 1995. Les auteurs ont commencé par une carte routière numérisée de l'Ontario datant de 1995 et de cartes routières papier de 1985, 1975, 1965, 1955, 1945 et 1935, obtenues dans les archives de l'Ontario. À l'aide d'un système d'information géographique, les routes qui n'étaient pas représentées sur la carte de 1985 ont pu être supprimées de la carte numérisée de 1995. Ce processus a été répété pour toutes les cartes à intervalle de dix ans. Les cartes sont présentées pour illustrer les modifications spectaculaires apportées aux routes dans les environs de trois régions du sud de l'Ontario qui bénéficient de différents niveaux de protection environnementale : la moraine d'Oak Ridges, l'escarpement du Niagara et le parc Algonquin.

Le dernier article du thème changements à l'échelle du paysage est présenté par Fenech *et al.* et porte sur les changements observés à l'échelle du paysage des réserves de la biosphère canadienne. Les résultats d'études sur les changements à l'échelle du paysage de six réserves de la biosphère du Canada révèlent que l'exploitation des ressources et les établissements humains sont les principaux catalyseurs des changements à l'échelle du paysage des réserves de la biosphère depuis la colonisation européenne du Canada. La plupart des changements majeurs à l'échelle du paysage ont eu lieu au début de la colonisation européenne du Canada, mais des changements importants se produisent encore aujourd'hui. L'exploitation des ressources et les établissements humains sont des facteurs communs dans toutes les études qui concluent à des changements à l'échelle du paysage, y compris : la destruction des forêts, la conversion des prairies et le drainage des terres humides dans le but de transformer les terres à des fins agricoles, et la construction de maisons, de routes et autres infrastructures pour subvenir aux besoins d'une population humaine toujours croissante. Les changements à l'échelle du paysage des réserves de la biosphère ont fragmenté de façon importante les habitats fauniques, menaçant des espèces sauvages comme le grizzli (Waterton), le caribou (Charlevoix) et le Piranga écarlate (escarpement du Niagara). Ces espèces sont le reflet des effets des changements dans l'utilisation des terres, car elles sont des indicateurs du déclin global de l'habitat faunique. Les aires protégées au sein des réserves de la biosphère sont un moyen d'assurer la subsistance des espèces sauvages, mais lorsque les espèces ont besoin de zones non perturbées plus importantes que ce qu'offrent les aires protégées, certaines espèces sauvages deviennent alors menacées. Les auteurs expliquent les importantes réflexions émises concernant les changements apportés à l'échelle du paysage par l'homme dans les réserves de la biosphère depuis la colonisation européenne au Canada qui peuvent être déduites des données actuelles sur le paysage et des renseignements au sujet des aires protégées.

## Changements sociaux

Le troisième et dernier thème du livre – changements sociaux – commence par l'article de Timmerman *et al.* (2005) sur l'étude des enjeux environnementaux émergents. Les « enjeux émergents » sont devenus un important thème au cours des dernières années, partiellement en tant qu'élément d'un ensemble d'approches de « réflexion stratégique ». Les enjeux émergents sont définis comme des enjeux (tant positifs que négatifs) qui ne sont pas généralement ni immédiatement reconnus, mais qui auront des conséquences importantes sur la santé humaine et sur la santé des écosystèmes au XXI<sup>e</sup> siècle. Les auteurs exposent en détail les résultats de deux études qui tentent de cerner les enjeux environnementaux émergents, au Canada ainsi que partout ailleurs dans le monde, dans le domaine des sciences du climat et de l'atmosphère. Les nouveaux enjeux en matière de changements climatiques et de biodiversité au Canada – et la détection des changements climatiques et des phénomènes de temps violent dans le cadre des sciences de l'atmosphère et du climat – sont mis en lumière à l'aide de sondages et d'entrevues auprès des intervenants clés. Les auteurs définissent les prochaines étapes de la future étude des enjeux environnementaux émergents.

Le dernier ouvrage du livre, rédigé par Fenech (2005), porte sur l'apprentissage social dans le contexte de la gestion des risques atmosphériques à l'échelle mondiale. L'apprentissage social est la façon dont les humains, en tant qu'individus ou groupes, adoptent et propagent de nouveaux concepts et de nouvelles connaissances et compétences. Il est devenu clair à la fin des années 1980 qu'il était dorénavant nécessaire de mieux comprendre la façon dont les sociétés humaines perçoivent les changements environnementaux à l'échelle du globe et comment elles y réagissent. L'ouvrage, qui applique ce cadre d'« apprentissage social » pour définir les risques atmosphériques à l'échelle mondiale, trace l'évolution des efforts individuels et organisationnels déployés au Canada pour s'attaquer aux enjeux de l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique et des changements climatiques, en mettant l'accent sur la façon dont un enjeu est devenu un enjeu, la façon dont il a été formulé et la façon dont il a fait l'objet d'un examen. Fenech tire quatre conclusions de l'étude. Une observation évidente est que les scientifiques « ont acquis des connaissances » auprès d'autres scientifiques, même si les scientifiques canadiens ont le plus souvent « appris » de scientifiques étrangers. Une autre observation évidente est que l'attention médiatique à une question scientifique a joué un rôle d'« enseignant » auprès de la population canadienne (« apprenant »), créant une controverse qui a déclenché une étude scientifique et des mesures gouvernementales, quoique la surprise ici fût que l'attention médiatique était

d'origine américaine. Une troisième conclusion est que l'équipe canadienne de scientifiques de l'atmosphère (le Service météorologique) a permis des apprentissages transversaux dans les domaines de la surveillance, de la recherche et de la modélisation de l'atmosphère. Enfin, les auteurs concluent qu'il pourrait s'écouler beaucoup de temps, voire même des décennies, avant que l'idée de l'augmentation des changements climatiques à l'échelle du globe soit acceptée.

L'histoire du projet d'évaluation de la cartographie intégrée à l'Université de Toronto est brève, mais elle est dynamique et couronnée de succès. Le présent volume expose en détail une partie du succès des projets de recherche liés au projet d'évaluation de la cartographie intégrée ainsi que les symposiums, les conférences, les ateliers et les événements sur le projet d'évaluation de la cartographie intégrée, les publications sur le sujet et les partenariats conclus entre le projet d'évaluation et d'autres organisations, étudiants et professeurs. Le regroupement des scientifiques d'Environnement Canada dans les universités s'est avéré une réussite dans le cas du laboratoire du projet d'évaluation de la cartographie intégrée, à l'Université de Toronto. Les rédacteurs du présent volume appuient les partenariats permanents dans ce domaine.

Adam Fenech  
Don Maclver  
Heather Auld  
Roger Hansell