Environment Canada Environnement Canada

Canada

RESE: SURVEILLER LA BIODIVERSITÉ DANS LES FORÊTS CANADIENNES

EMAN RESE

Ecological Monitoring and Assessment Network
Le réseau d'évaluation et de surveillance écologiques

SOMMAIRE **1**

PROTOCOLES DE SURVEILLANCE DES ÉCOSYSTÈMES DU RESE 1
ORIENTATIONS FUTURES 2

CHAPITRE 1 LE RÔLE DU RESE **5**

COMMUNIQUER LES RÉSULTATS 8
INTÉGRER ET METTRE EN ŒUVRE LA STRATÉGIE CANADIENNE DE LA BIODIVERSITÉ 8

CHAPITRE 2 SURVEILLER LA BIODIVERSITÉ DANS LES FORÊTS CANADIENNES **11**

PROTOCOLES DE SUIVI DE LA BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE TERRESTRE DU RESE 11

CHAPITRE 3 PROTOCOLES SUPPLÉMENTAIRES **15**

SANTÉ DES ARBRES 17
ABONDANCE ET DIVERSITÉ DU LICHEN CORTICOLE 18
ABONDANCE DE LA SALAMANDRE 18
DIVERSITÉ DU VER DE TERRE 18
TAUX ANNUELS DE DÉCROISSANCE 19
PHÉNOLOGIE DES PLANTES 19
DIVERSITÉ DES ESPÈCES ANOURES ET PHÉNOLOGIE DES CRIS 20
PHÉNOLOGIE DES GLACES 20
ABONDANCE DES PLANTES EXOTIQUES ET ENVAHISSANTES 20
ABONDANCE DES INVERTÉBRÉS AQUATIQUES 21
DIVERSITÉ ET ABONDANCE DES INVERTÉBRÉS TERRESTRES 21
CONSTITUER UN HERBIER 22

CHAPITRE 4 ARCHIVAGE DES DONNÉES **24**

INTRODUCTION 24
SYSTÈME DE GESTION DE L'INFORMATION DU PARC NATIONAL KEJIMKUJIK 24
SYSTÈME DE DOCUMENTATION 24
PROJETS DE RECHERCHE 24
RÉPERTOIRE DE DONNÉES 25
DICTIONNAIRE DE DONNÉES 25
ÉVALUATIONS 26
PARTAGE DE DONNÉES 26
ARCHIVAGE DES DONNÉES 26
CONCLUSION 27

CHAPITRE 5 ÉTAT ACTUEL DE LA SURVEILLANCE DES FORETS AU CANADA **28**

UN EXAMEN DE L'ÉTAT ACTUEL DES PARCELLES DE SURVEILLANCE DES FORÊTS DU RESE 28

SOMMAIRE DES ÉTUDES DE CAS ET ANALYSE ET APPLICATION DES DONNÉES RECUEILLIES **31**

ÉTUDES DE CAS 31
ANALYSE ET APPLICATION DES DONNÉES RECUEILLIES 32

ETUDES DE CAS **34**

PARCELLES DE LA BIODIVERSITE DES FORETS SUR L'ILE GALIANO 34
UTILISATION DE PARCELLES DU SMITHSONIAN INSTITUTE/L'HOMME ET LA BIOSPHERE (SI/MAB) A KEJIMKUJIK : UN BREF EXAMEN 35
PROGRAMME DE SURVEILLANCE DE L'ESCARPEMENT DU NIAGARA EN ONTARIO (ENO) 37
CHANGEMENT ATMOSPHERIQUE ET BIODIVERSITE 39
SOMMAIRE DU RAPPORT PRELIMINAIRE SUR LES DOMMAGES CAUSES PAR LA TEMPETE DE VERGLAS 43
RESERVE DE LA BIOSPHERE DE LONG POINT 44
CENTRE POUR LES EXPERIENCES DE RECHERCHE SUR L'ATMOSPHERE 46

PARCELLES JUMELEES 48
SI/MAB AU YUKON OU COMMENT MESURER DES PARCELLES DE PETITES EPINETTES SUR LES COLLINES ..51
CARTOGRAPHIE BIOREGIONALE DE LA PARCELLE DE LA BIODIVERSITE DE L'ILE DE TORONTO 52

ANALYSE ET APPLICATION DES DONNEES RECUEILLIES 55

LA QUESTION DE LA BIODIVERSITE 55
CADRE DE LA BIODIVERSITE 56
COMPARAISONS NATIONALES 58

ANNEXE A PROFILS DES SITES D'ECHANTILLONNAGE 68

COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES MARITIMES DE L'ATLANTIQUE 68
Parc national Fundy 68
Parc national Kejimkujik 68
Coentreprises du parc national Kejimkujik 69
COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES DE LA CORDILLERE BOREALE 69
Wolf Creek 69
COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES DES PLAINES BOREALES 70
Parc national du Mont-Riding 70
COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES DU BOUCLIER BOREAL (TERRE-NEUVE ET LABRADOR) 71
Parc national Terra-Nova 71
COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES DU BOUCLIER BOREAL (QUEBEC) 71
Réserve de la biosphère de Charlevoix 71
La Mauricie 71
Saint-Hippolyte 72
Grand conseil des Cris 72
COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES DU BOUCLIER BOREAL (ONTARIO) 72
Région des lacs expérimentaux 72
COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES DES PLAINES A FORETS MIXTES 73
Réserve de la biosphère de Long Point 73
Brock University/Parc provincial Short Hills 73
Jardins botaniques royaux 74
Île de Toronto 74
Joker's Hill 74
Tiffin Centre for Conservation (Office de protection de la nature de Nottawasaga) 74
Mono cliffs outdoor Education Centre et Association for Canadian Educational Resources (ACER) 75
Boyne River Natural Science School et ACER 75
Wiarton Outdoor Education Centre et ACER 75
Commission de l'Escarpement du Niagara/Programme de surveillance de l'Escarpement du Niagara en Ontario 76
Mont St.-Hilaire 77
COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES DE LA CORDILLERE MONTAGNARDE 77
Parc national Yoho 77
COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES MARITIME DU PACIFIQUE 77
Rocky Point 77
Réserve de la biosphère de la baie Clayoquot 78
Mount Arrowsmith Biosphere Foundation 78
Royal Roads University/Parc Hatley 79
Galiano Conservancy Association 79
COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES DES PRAIRIES 80
Station expérimentale de Delta Marsh 80
COOPERATIVE DES SCIENCES ECOLOGIQUES DE LA TAÏGA DES PLAINES 80
Office des ressources renouvelables gwich'in 80

ANNEXE B LISTE DES SITES ACTUELLEMENT CONNUS DU SI/MAB AU CANADA 81

ANNEXE C GLOSSAIRE 84

REMERCIEMENTS

La surveillance de la biodiversité des forêts du RESE est une tâche de longue haleine et cette publication vise à unir les participants et à concentrer l'attention du réseau sur l'objectif commun de surveillance des changements écologiques à long terme sur le plan national. Le réseau et par conséquent la présente publication, ne pourrait exister sans les encouragements et la participation de tous ceux qui prennent part à la surveillance écologique à long terme. Nous souhaitons nommer quelques-uns des intervenants dont le dur labeur a permis la réalisation de cette publication.

Merci à tous ceux qui ont rédigé des articles pour souligner le travail effectué à des sites individuels et d'avoir partagé opinions et expériences :
Cliff Drysdale, gestionnaire scientifique des écosystèmes, parc national Kejimkujik
Martin Lechowicz, département de biologie, Université McGill
Anne Marie Braid, surveillance de l'ENO, Commission de l'Escarpement du Niagara
Joan Eamer, Environnement Canada, Yukon
Alice Casselman, Association for Canadian Education Resources
Christine Rikley, étudiante de premier cycle en études de l'environnement et des ressources, University of Waterloo
Brian Craig, directeur, Fondation de la réserve de la biosphère de Long Point
Angela Jean-Louis, Galiano Conservation Association
Sally O'Grady, spécialiste en gestion de l'information, parc national Kejimkujik
Marianne Karsh, directrice exécutive, Arborvitae
Don MacIver, Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada

Nous souhaitons également remercier Patricia Roberts-Pichette, Sally O'Grady et Cliff Drysdale dont l'expérience et les commentaires inspirants ont contribué à l'orientation de la publication.

Merci à Kristi Skebo, Sarah Quinlan et Brian Craig qui ont révisé le texte et ont aidé à la mise en page de la publication.

Merci aux réviseurs du rapport, y compris Hague Vaughan pour ses excellents commentaires.

Merci à Don MacIver et Adam Fenech pour leur soutien à ce réseau de sites à ses débuts et pour avoir procuré connaissances et formation aux personnes intéressées à participer à un réseau national de parcelles forestières.

Et finalement, nous souhaitons remercier tous les représentants des sites qui ont pris le temps de remplir le questionnaire, de soumettre des données et de fournir de nombreuses photographies de bénévoles et étudiants qui ont permis de concrétiser tout ce travail.

SOMMAIRE

La surveillance écologique sert à l'observation et à l'évaluation d'organismes, de populations et de collectivités en vue de détecter les changements qui surviennent dans les systèmes écologiques au fil du temps.

L'étude de la diversité biologique est essentielle pour mieux comprendre notre milieu naturel et pour mieux prendre conscience des changements qui surviennent en son sein. La surveillance écologique est un outil qui peut servir à recueillir des données sur les tendances relatives à la diversité biologique. Les données recueillies dans le cadre de programmes de surveillance peuvent révéler les premiers indices de problèmes liés aux écosystèmes, permettant ainsi d'enquêter sur les sources des changements écologiques et la diminution possible des effets néfastes. La surveillance nous permet de reconnaître les changements dans nos milieux naturels. Ces renseignements peuvent nous aider à mieux comprendre l'utilisation des ressources et les impacts sur l'environnement en contribuant à orienter l'étude vers l'état et les tendances révélés grâce à l'interprétation de la surveillance écologique.

Les programmes de surveillance contribuent à atteindre les objectifs fixés dans le cadre de la Stratégie canadienne de la biodiversité, la réponse officielle du Canada à la Convention des Nations Unies sur la biodiversité. La stratégie trace les grandes lignes du Canada quant aux objectifs à atteindre en vue de protéger la biodiversité. L'un de ces objectifs est d'accroître la compréhension face aux écosystèmes. Le Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RESE) peut atteindre cet objectif via l'élaboration de protocoles normalisés pour surveiller les changements dans la biodiversité et via des programmes de sensibilisation visant à encourager les membres des collectivités à participer à une collecte de données bénévole et à accorder temps et ressources aux projets de surveillance.

Protocoles de surveillance des écosystèmes du RESE

Au cours des sept dernières années, les partenaires du RESE ont établi plus de quatre-vingt-dix parcelles de surveillance à l'aide du protocole de surveillance de la biodiversité du Smithsonian Institute/L'homme et la biosphère (SI/MAB) qui, à l'origine, avait été élaboré pour les écosystèmes des forêts tropicales. Patricia Roberts-Pichette et Lynn Gillespie, toutes deux détentrices d'un doctorat, en collaboration avec le Conseil scientifique canadien de la biodiversité, ont par la suite adapté ce protocole (avec l'aide du Smithsonian Institute) et ajouté d'autres méthodes pour une approche plus intégrée de la surveillance des écosystèmes axée sur des parcelles au Canada. Les protocoles de surveillance de la végétation terrestre du RESE établissent la manière d'entreprendre des inventaires pour une surveillance à long terme de la végétation. Ces protocoles sont recommandés pour les nouveaux projets de surveillance à long terme ou comme outil additionnel aux travaux de surveillance actuels. Les protocoles du RESE ne sont pas recommandés en remplacement des projets en cours.

Les protocoles de surveillance de la végétation terrestre doivent servir à la collecte de données sur les espèces de plantes pour un inventaire de la surveillance axée sur des parcelles. Le Bureau de coordination du RESE (BCRESE) prépare une série de protocoles normalisés de surveillance des écosystèmes pour surveiller une variété d'indicateurs qui fonctionneront en série pour détecter et assurer le suivi des changements qui surviennent dans les écosystèmes au fil du temps. Ces indicateurs abiotiques, biotiques et culturels des écosystèmes peuvent être mis en œuvre en conjonction avec les protocoles de surveillance de la végétation terrestre comme fondement d'un programme complet de surveillance de la biodiversité des forêts.

Les protocoles sont des méthodes normalisées et détaillées pour la mesure des indicateurs à l'usage d'un large éventail de participants. Lorsqu'elles sont utilisées de façon appropriée, les méthodes normalisées de collecte de données permettent la comparaison des renseignements recueillis par différents utilisateurs. Cette comparaison par le biais de l'intégration ou du traitement des données peut contribuer à comprendre les changements écologiques à différentes échelles au sein d'un type d'écozone ou d'écosystème, ou encore peut servir à fournir de l'information sur les écosystèmes sur le plan local, régional ou national. Les protocoles, bien qu'élaborés avec le concours d'experts et de spécialistes en matière d'écologie, sont présentés de façon qu'ils soient compris par les partenaires des collectivités dont les connaissances scientifiques varient. Il est nécessaire de bien comprendre les protocoles pour recueillir les données avec exactitude. Ces protocoles ont été créés pour le grand public et peuvent être mis en œuvre par des gestionnaires d'aires protégées, des propriétaires fonciers, des chercheurs, du personnel scolaire, des

étudiants de niveau postsecondaire et d'autres membres des collectivités intéressés par la gestion et la surveillance écologiques à long terme.

Les protocoles et la collecte de données ne représentent qu'une partie du processus de surveillance. Dès que les mesures sont effectuées et que l'information est recueillie, les données devraient être analysées et les résultats organisés en un format accessible pour permettre de comprendre les changements qui surviennent dans les systèmes écologiques. Par conséquent, il est important de mettre l'accent sur le besoin d'archivage des données. Les programmes de surveillance à long terme dépendent d'un stockage adéquat des résultats et des échantillons (tels que les espèces de référence) qui permettront d'établir des comparaisons avec de futurs résultats ou d'autres sites surveillés. L'archivage des données est probablement la partie la plus importante de tout programme de surveillance à long terme réussi, bien qu'il soit souvent négligé. Suite à l'inventaire, il est important que les données et les échantillons soient stockés rapidement et de manière à être compréhensibles plus tard, ou par d'autres chercheurs. Le programme BioMon a été élaboré pour stocker et résumer de larges quantités d'information sur la végétation et il est recommandé pour le stockage des données obtenues via les parcelles de surveillance des forêts du RESE. Des directives pour le stockage d'espèces de plantes de référence se trouvent sur le site Web du RESE.

Au cours des sept dernières années, le RESE et ses partenaires ont bâti un réseau d'information sur les sites, les projets et les protocoles de surveillance au Canada. L'objectif du réseau est d'avoir un système de surveillance et d'évaluation permettant de fournir des renseignements sur l'état des forêts canadiennes et d'établir l'orientation future de la surveillance écologique.

Il est important de traiter de plusieurs questions relatives à la croissance et à l'amélioration du réseau de surveillance du RESE. Cela comprend l'établissement de nouvelles parcelles, l'ajout de nouveaux protocoles, l'exécution d'un nouvel inventaire des parcelles actuelles, des systèmes de gestion de l'information, des commentaires et des évaluations ainsi que des partenariats.

La présente publication aborde le rôle unique des parcelles de surveillance des forêts du RESE dans l'atteinte des objectifs fixés en premier lieu dans le cadre de la Stratégie canadienne de la biodiversité et en second lieu, pour aider le RESE à coordonner, normaliser et concerter les efforts déployés dans l'ensemble du pays pour procéder à l'inventaire et à la surveillance des changements de la biodiversité dans les écosystèmes forestiers. Grâce à la simplicité de la collecte de données, à la dimension des parcelles, à la rigueur des inventaires de la végétation et à l'utilisation de nombreux protocoles de surveillance complémentaires, les parcelles de la biodiversité des forêts du RESE remplissent une tâche unique en nous permettant d'évaluer les changements et leurs raisons en matière de biodiversité forestière.

En bout de ligne, l'objectif de cette publication est double :
favoriser l'expansion de la surveillance de la biodiversité au Canada – montrer en quoi le concept original du SI/MAB a évolué et s'est élargi au Canada pour intégrer la surveillance de la biodiversité des systèmes forestiers et non forestiers dans son ensemble, et;
procurer aux participants un forum où ils pourront partager des informations et des données, leurs réussites et leurs défis ainsi que pour reconnaître leurs contributions dans l'établissement d'un programme canadien de surveillance de la biodiversité.

Par conséquent, cette publication vise un assez grand public et elle est destinée à la fois aux stations de recherches universitaires et aux groupes communautaires.

Orientations futures

« Le Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques se compose de partenaires qui collaborent ensemble pour améliorer l'efficacité de la surveillance des écosystèmes ainsi que sa pertinence en donnant une meilleure information pour la prise de décisions et en influençant les comportements.»
Dr. Hague H. Vaughan, directeur du Bureau de coordination du RESE

L'adoption d'un programme complet de surveillance de la biodiversité axé sur des parcelles concorde avec le mandat

global du RESE. Les parcelles de surveillance des forêts représentent une part importante de l'avenir du RESE et de la sensibilisation à l'environnement au Canada.

Grâce à l'établissement d'un programme de surveillance national, le RESE peut dorénavant se concentrer sur les changements constatés dans l'ensemble du pays. À l'aide des données provenant des parcelles de surveillance des forêts, le RESE sera en mesure d'influencer la prise de décisions, de diriger la recherche et de présenter des questions prioritaires sur le plan national.

Plusieurs questions ont été soulevées dans le cadre de l'évaluation du système actuel de parcelles de surveillance des forêts. L'objectif global d'un programme complet de surveillance national requiert plus de travail dans certains domaines. La liste qui suit trace les grandes lignes des questions qui doivent être abordées afin d'assurer un réseau fonctionnel à l'échelle nationale, provinciale, régionale et locale.

1. Établissement de nouvelles parcelles

En examinant notre système actuel de parcelles, il est possible d'identifier des lacunes dans l'information écologique. Il existe plusieurs écozones qui ne possèdent pas de parcelles de surveillance à long terme ou qui requièrent davantage de parcelles pour fournir un exemple représentatif de l'état de la biodiversité. Plusieurs types de forêts nécessitent également une représentation. Par exemple, Karsh (consulter la section sur l'analyse et l'application des données recueillies) déclare qu'en raison du grand nombre de parcelles dans les peuplements d'érables à sucre, il faudrait accorder la priorité à d'autres types de forêts lors de l'établissement de nouveaux sites. Les parcelles peuvent aussi être établies pour répondre à des questions de recherche spécifiques concernant les changements dans la végétation ou les changements relatifs à des types spécifiques de végétation. Selon MacIver (consulter la section sur les études de cas), pour détecter les changements, il faut des parcelles ou des transects dans différents gradients (écologique, chimique et climatique) dans des paysages ayant subi les répercussions des activités humaines. La surveillance des milieux en lisière peut également accroître l'information écologique. De nouvelles parcelles peuvent être jumelées à des parcelles anciennement établies afin de permettre la comparaison entre des milieux perturbés et non perturbés. Il est possible de recueillir des renseignements utiles depuis des sites urbains ou des zones perturbées. Le réseau devrait aussi favoriser l'utilisation de deux dimensions différentes de parcelles (20 x 20 m et 1 ha) dans une série d'emplacements. L'établissement de nouvelles parcelles sera favorisé en vue de répondre aux besoins des gestionnaires, des chercheurs, des collectivités et des organismes gouvernementaux en matière d'information.

2. Nouveaux protocoles de surveillance des écosystèmes

Afin de rendre l'information recueillie à partir des parcelles plus opportune et profitable, le RESE doit élargir le type d'information recueillie, à savoir aller au-delà des arbres pour inclure d'autres niveaux de végétation, d'autres espèces et d'autres indicateurs des modifications des écosystèmes. Le chapitre 3 décrit les protocoles élaborés ou en cours d'élaboration dont la mise en œuvre est simple comme partie intégrante d'un programme complet de surveillance. Karsh (consulter la section sur les études de cas) a aussi suggéré la cartographie biorégionale comme moyen de comprendre la valeur anthropocentrique d'une région sous surveillance. Il y a également plusieurs types de terrains qui ne font actuellement pas partie du programme de surveillance du RESE. Des protocoles pour la conception des parcelles et la collecte de données doivent être préparés, adaptés ou normalisés pour les systèmes marins, les systèmes d'eau douce, les terres humides, les prairies, la toundra, les terres arables et les zones urbaines. De nouveaux protocoles et des adaptations aux anciens protocoles continueront de s'ajouter au réseau de surveillance pour maximiser l'information sur l'état des écosystèmes et les changements écologiques au Canada.

3. Procéder à un nouvel inventaire

Pour assurer le suivi des changements au fil du temps, il faudrait procéder à un nouvel inventaire des parcelles de façon continue. Présentement, seuls quelques sites ont subi un nouvel inventaire (Kejimkujik, Mont St-Hilaire et Long Point) et les renseignements obtenus via ce nouvel inventaire se sont avérés très précieux. Procéder à de nouveaux inventaires permet de documenter les changements depuis le premier inventaire et de prendre note des nouveaux enjeux. Le RESE préconise de procéder à un nouvel inventaire des parcelles en temps opportun selon un calendrier convenu relativement à ce qui doit être mesuré et ce, de façon à suivre les changements qui surviennent chez les organismes, les collectivités et les indicateurs environnementaux au fil du temps. Si nous devons utiliser les parcelles pour déterminer les changements et leurs raisons, particulièrement à long terme, des inventaires réguliers sont tout à fait essentiels.

4. Système de gestion de l'information

De grandes quantités de données sur la végétation ont été et seront recueillies et ces données doivent être présentées dans un format accessible. Nous avons besoin d'un système complet de gestion de l'information pour les données recueillies dans les parcelles de surveillance des forêts. Une base de données de surveillance ou un système de gestion doit atteindre un certain nombre d'objectifs. Le système doit pouvoir contenir et classer de l'information détaillée sur la végétation, les indicateurs, les descriptions de sites, les dimensions des parcelles, l'utilisation des terres et les répercussions des activités humaines. Cette base de données devra être dynamique en vue de permettre l'intégration de nouveaux protocoles et appropriée pour l'information sur les parcelles provenant de différents milieux tels que les systèmes marins. Le système devrait être normalisé de façon à pouvoir établir des comparaisons entre les sites et les comparaisons au fil du temps. Il devra en outre être convivial pour permettre l'entrée et l'analyse simples des données par un éventail de chercheurs, de gestionnaires ou de partenaires communautaires différents. Il faudra avoir la possibilité de stocker les données rapidement et de les analyser de façon opportune afin que l'information sur les modifications des écosystèmes servent à évaluer les problèmes potentiels. L'accessibilité est aussi importante et le BCRESE prépare actuellement une série de pages Web pour les parcelles de surveillance des forêts du RESE en vue d'atteindre cet objectif. Finalement, l'information stockée doit être compréhensible et accessible pour permettre une description de l'état de la biodiversité au Canada.

5. Commentaires et communication

Grâce à la surveillance, on peut obtenir des données qui sont analysées pour obtenir des renseignements opportuns sur les changements dans les écosystèmes. Ces données peuvent ensuite servir à mieux informer les décideurs, menant à la création de meilleures politiques en matière d'environnement. Cependant, pour suggérer des mesures, nous devons avoir une information fiable. L'évaluation des données actuelles aidera le RESE à marcher de pair avec les nouveaux enjeux. Nous serons en mesure d'identifier les domaines d'intérêt ou de préoccupation particuliers en matière de modifications des écosystèmes. Ce qui ne peut se faire sans l'établissement d'un réseau d'évaluation et de commentaires. Des publications ou la création d'un site Web est nécessaire pour montrer les tendances et les résultats obtenus concernant les données des parcelles de la biodiversité des forêts. L'analyse des données de la surveillance intégrée des forêts peut permettre d'explorer les relations écologiques, d'évaluer l'efficacité des techniques de gestion et mener à de meilleures prises de décisions en matière de protection de l'environnement. En plus des commentaires, les résultats du programme de surveillance doivent être diffusés au grand public de même qu'aux gestionnaires et aux décideurs.

6. Partenariats

Il est important de chercher de nouveaux partenaires et de favoriser les anciens partenariats puisque ceux-ci sont le fondement du Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques. Au même titre que les partenariats établis avec le RESE, les partenaires doivent pouvoir communiquer directement entre eux et collaborer pour faire la synthèse de l'information sur le plan de l'écozone. Le RESE cherche aussi à élargir le réseau au-delà de l'échelle nationale. Des programmes de surveillance ont été élaborés dans de nombreux autres pays et réunir l'information peut mener à une étude globale des tendances de la biodiversité et des modifications des écosystèmes, ce qui s'avérerait irremplaçable dans la prise de décisions et l'établissement de protocoles à l'échelle mondiale.

Références

Roberts-Pichette, P et M. McKellar. 1996. Non publié. *Buts, objectifs et produits livrables du RESE : Déclarations 1996*. Collection des rapports hors série du RESE, Rapport n^{o} 3. Bureau de coordination de la surveillance écologique, Burlington, Ontario.

CHAPITRE 1
LE ROLE DU RESE

HAGUE VAUGHAN

Le Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RESE) a été mis sur pied en vue de promouvoir l'intégration de projets de recherche multidisciplinaires à long terme sur les écosystèmes et leurs résultats de par le pays. Une part importante du travail du RESE consiste à normaliser des protocoles de mesure et à synthétiser l'information recueillie et rapportée par les partenaires dans différentes écozones. Cela contribue à l'objectif plus large de rendre les données accessibles entre les partenaires du RESE à la communication de renseignements intégrés sur les écosystèmes aux décideurs. Le Bureau de coordination du RESE (BCRESE), en collaboration avec ses partenaires, procure un cadre à l'intérieur duquel des programmes de recherche et de surveillance visant à étudier les modifications des écosystèmes peuvent être plus facilement réalisés.

Le protocole sur les parcelles de la biodiversité des forêts qui a été initié par le Smithsonian Institute/L'homme et la biosphère (SI/MAB, maintenant connu sous programme de surveillance et d'évaluation de la biodiversité) a reçu un bon appui aux fins de la surveillance des changements dans la biodiversité des forêts. L'établissement de parcelles, en suivant le protocole indiqué, permet d'établir des comparaisons sur une variété de régions géographiques, de l'échelle locale ou régionale ou au niveau de l'écozone. Le protocole normalisé jette les bases pour l'élaboration d'une méthode uniforme de rapporter les changements dans la biodiversité des forêts dans l'ensemble du Canada et il se prête à l'étude de l'état et des tendances de variables biologiques et de caractéristiques des écosystèmes spécifiques. Toutefois, le protocole du SI/MAB s'appuie sur les systèmes de forêts tropicales. Pour se conformer aux zones écologiques canadiennes, les protocoles du SI/MAB ont été adaptés afin de mesurer de façon efficace la végétation dans des climats tempérés.

Figure 1. Cours de formation au parc national Kejimkujik

Le premier cours de formation canadien du SI/MAB a eu lieu au parc national Kejimkujik en avril 1994. Le cours a suscité l'intérêt d'une variété d'organismes fédéraux et provinciaux, du secteur privé et des organisations non gouvernementales. L'objectif premier était de familiariser les participants à la méthodologie du SI/MAB pour l'établissement de parcelles de surveillance de la biodiversité. Des efforts concertés entre le Bureau de coordination du RESE d'Environnement Canada, des représentants de l'industrie forestière de la Nouvelle-Écosse, de Parcs Canada et du bureau du SI/MAB ont été examinés. Un grand intérêt scientifique a été suscité sur place et des individus des milieux scientifiques et universitaires ont initié des projets supplémentaires avec sérieux.

Lors du premier cours de formation, on a convenu de l'objectif d'établir au moins dix autres parcelles au Canada. Sept ans plus tard, l'intérêt envers le programme s'est accru considérablement et plus de 90 parcelles ont été établies dans l'ensemble du pays; de parcelles de surveillance de forêts caroliniennes et de forêt pluviales anciennes au sud à des parcelles boréales au nord. Nous avons pu recueillir une quantité incroyable de données sur la biodiversité et continuons toujours la collecte de données sur une variété d'écosystèmes forestiers au Canada.

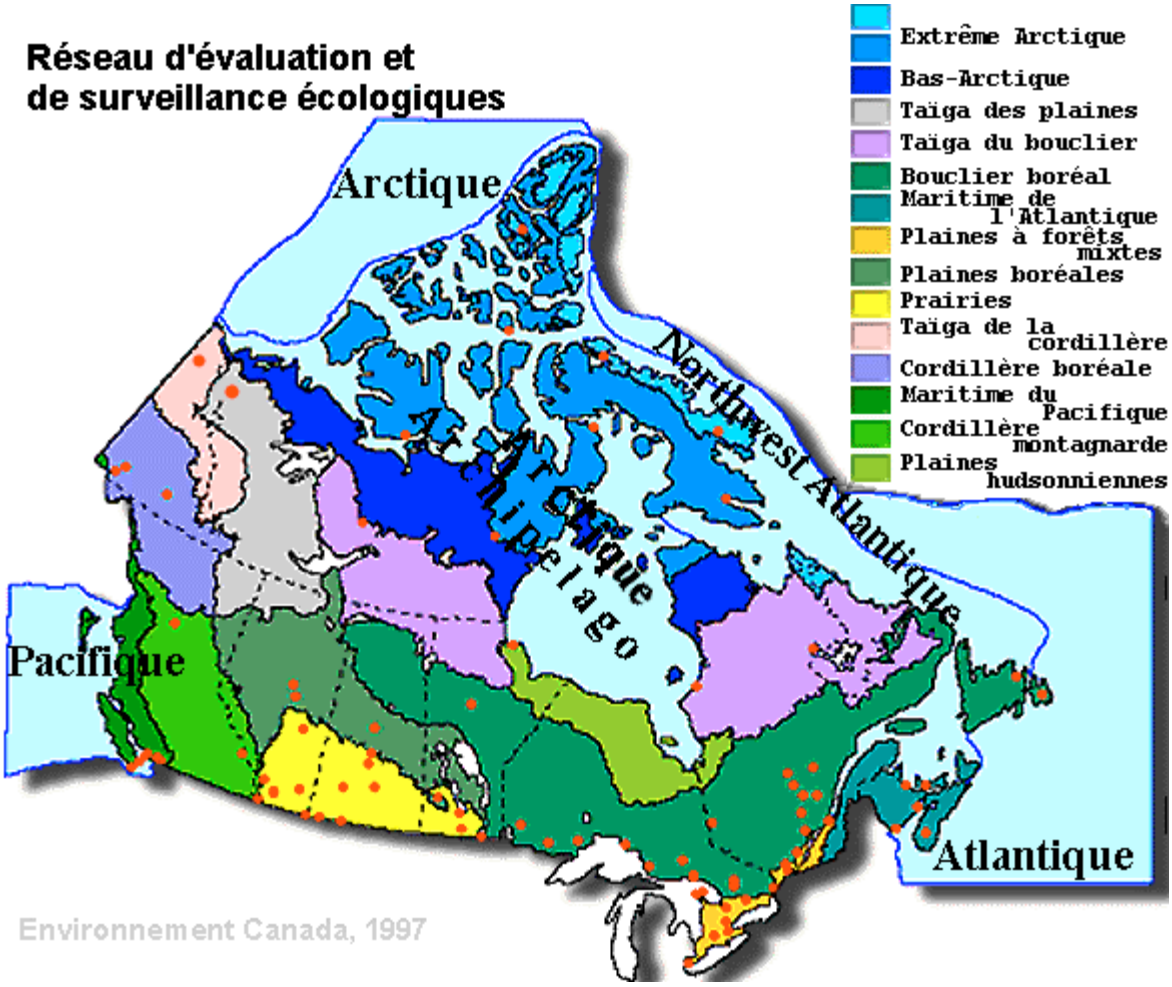


Figure 2. Répartition des sites de surveillance de la biodiversité des forêts de par le Canada.

Depuis le début, le nombre de variables surveillées dans les parcelles du SI/MAB a augmenté. Le protocole d'origine du SI/MAB (une parcelle d'un hectare) se concentrait uniquement sur les arbres du couvert forestier et il a été adapté et étoffé par le groupe d'experts du BCRESE en vue d'obtenir une approche plus intégrée de la surveillance des écosystèmes des forêts au Canada. En retour, ces travaux ont pavé la voie à la synthèse d'autres protocoles complémentaires normalisés de surveillance. La présente publication illustre cette évolution en partie, des parcelles de surveillance d'arbres du SI/MAB aux parcelles de la biodiversité du RESE.

Un élément principal de cette évolution a été le document sur le protocole de surveillance de la végétation terrestre du RESE, qui a introduit le concept d'échelle et qui a élargi le concept de base original des protocoles de surveillance pour inclure les strates forestières inférieures, à savoir les arbustes et la litière forestière dans les écosystèmes forestiers et non forestiers.

Le document sur le protocole de surveillance de la végétation terrestre a connu trois développements majeurs simultanés. Un ajout aux protocoles du SI/MAB a été l'utilisation optionnelle de dimension de la parcelle (20 x 20 m) ainsi que la parcelle d'un hectare pour la surveillance des arbres du couvert forestier. Les forêts canadiennes possèdent généralement moins d'espèces d'arbres que les forêts tropicales. Par conséquent, selon l'objectif de la recherche, il est possible d'utiliser une autre dimension de parcelle. Les parcelles de 20 x 20 mètres peuvent aussi être utilisées en conjonction avec les parcelles d'un hectare pour permettre la collecte supplémentaire d'information. Par exemple, la parcelle d'un hectare établie à l'Escarpement du Niagara peut servir de description écologique de la région tandis que les parcelles de 20 x 20 mètres peuvent être réparties dans l'ensemble de la réserve de la biosphère

pour surveiller les changements le long des gradients, des régions urbaines ou d'indicateurs spécifiques répondant à une question de recherche particulière.

Un programme de surveillance idéal comprend à la fois des parcelles d'un hectare et plusieurs parcelles de 20 x 20 mètres afin de maximiser la quantité de données recueillies sur l'état et les modifications des écosystèmes.

Un autre développement consistait à élargir les protocoles d'origine du SI/MAB pour inclure la surveillance d'autres niveaux de végétation – arbustes, arbrisseaux et litière terrestre. Cela a permis d'élaborer et d'intégrer des protocoles supplémentaires tels que : la santé des arbres, les vers, les grenouilles, les salamandres, les lichens et les arthropodes. Nous abordons ces protocoles au chapitre 3.

Un troisième développement représentait la définition normalisée d'un arbre par rapport à un jeune arbre aux fins de classification. Cela posait plusieurs problèmes puisqu'il y a un large éventail de types forestiers au Canada, y compris les systèmes d'arbres nains et les systèmes de forêts boréales à croissance lente au nord. Deux mesures sont données dans les protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre en vue de classifier un exemplaire comme arbre. Dans la plupart des forêts canadiennes, il y a des exemplaires dont le diamètre à hauteur de poitrine (dhp) est de 10 cm ou plus. Le dhp devient 4 cm lorsque la classification est réalisée dans un système forestier d'arbres nains. Cependant, il peut être nécessaire d'ajouter une troisième mesure dans les systèmes à croissance lente du nord. Dans le Wolf Creek Research Basin, on a mesuré le dhp des arbres à 2,5 cm et plus puisque ces exemplaires peuvent avoir 10 à 20 ans. La majorité des participants au réseau continuent d'utiliser la définition d'un arbre comme ayant un dhp de plus de 4 cm tel que recommandé dans le protocole original du SI/MAB.

L'adoption d'une série normalisée de protocoles de surveillance de la biodiversité a permis aux partenaires du RESE de recueillir des données de référence pouvant servir à évaluer les effets des agresseurs environnementaux des écosystèmes sur une grande échelle. Ces données sont essentielles pour mieux comprendre les effets des événements climatiques d'importance, des niveaux croissants de polluants, de la fragmentation, des espèces envahissantes, des niveaux croissants de rayonnement UV-B et d'autres agresseurs (seuls ou combinés) sur les écosystèmes canadiens. Un système intégré pour l'interprétation et l'évaluation des effets directs et cumulatifs causés par les agresseurs des écosystèmes est essentiel dans l'ensemble du pays. Cela aidera le RESE à promouvoir de façon appropriée la formulation de politiques et de prises de décisions saines pour un développement durable dans l'ensemble de la société canadienne.

En bout de ligne, l'objectif de cette publication est double :

1. favoriser l'expansion de la surveillance de la biodiversité au Canada – montrer en quoi le concept original du SI/MAB a évolué et s'est élargi au Canada pour intégrer la surveillance de la biodiversité des systèmes forestiers et non forestiers dans son ensemble, et;
2. procurer un forum aux participants pour qu'ils puissent partager des informations et des données, leurs réussites et leurs défis ainsi que pour reconnaître leurs contributions dans l'établissement d'un programme canadien de surveillance de la biodiversité.

Cette publication a été élaborée afin de résumer le travail déjà accompli et de recommander ceux qui participent déjà au programme de la biodiversité des forêts : montrer la manière dont cela a débuté, comment cela a changé, où nous en sommes et, en s'appuyant sur ces résultats, quelle orientation prendre. Cette publication vise aussi à favoriser l'expansion des programmes de surveillance de la biodiversité grâce à l'ajout de nouveaux protocoles et à l'établissement de plus de parcelles de biodiversité dans une variété de régions de par le Canada en vue d'offrir une vision nationale de la santé et des changements écologiques.

En recueillant et en partageant de l'information sur les études réalisées jusqu'à présent, ce rapport recommande l'orientation à prendre : identifier les lacunes dans nos connaissances et comment y remédier, en plus de créer un système de rassemblement des données, d'analyse et de diffusion de l'information. En gros, l'utilisation de ces parcelles évolue bien au-delà des attentes initiales en un réseau intégré de surveillance des écosystèmes qui fournit de l'information cohérente pour faciliter la gestion adaptative de la durabilité et ce, de l'échelle locale à l'échelle nationale. Rien de tout cela n'aurait été possible sans le temps et les ressources offerts de manière bénévole par des citoyens intéressés et des partenariats communautaires qui nous ont permis d'aller si loin et de qui nous dépendons toujours. Par conséquent, cet examen est aussi une célébration de ce que nous avons accompli.

Communiquer les résultats

L'un des aspects les plus importants dans l'élaboration d'un programme national de surveillance est l'intégration d'une méthode efficace et opportune de diffuser l'information : les données, les tendances générales, les analyses spécifiques et les orientations pour l'avenir. Cela est indispensable pour assurer aux participants qui contribuent temps et information que l'information recueillie est analysée et intégrée en quelque chose de plus global.

Au cours des dernières années, le site Web du RESE a servi de référentiel pour les résumés de données de sites d'inventaire des forêts du Canada et quelques autres du SI/MAB dans le monde. Bien que les débuts soient réussis, nous poursuivons l'évolution en nous appuyant sur ce qui a été fait.

Se servir d'un forum, tel que la présente publication, donne aux participants des communautés de surveillance une idée des connaissances et des orientations à prendre. Par le biais de cette publication, l'information est recueillie et unifiée sous un format, un peu d'information est donnée sur chaque site et l'accès aux données et aux analyses des données est offert. Les données, recueillies par sites individuels, ont été rassemblées et analysées spécialement pour cette publication en vue d'établir une connaissance de base et d'identifier les domaines où il y a des lacunes.

Les programmes de surveillance à long terme reposent grandement sur l'intérêt et la participation soutenue de professionnels spécialisés et de partenaires communautaires qui s'engagent à offrir temps et ressources et ce, souvent de façon bénévole. Il est important de montrer que l'information recueillie n'est pas perdue mais qu'elle est bien étudiée et analysée, que les lacunes sont identifiées et que des mesures sont prises pour renforcer le programme. Sans encouragements ou commentaires, les participants risquent de perdre tout intérêt. Les sites qui continuent à prospérer le feront de leur propre initiative et le centre d'intérêt du programme passera du plan national au plan local. Si cela se produit, il sera difficile de convaincre les partenaires à participer de nouveau dans un programme national semblable. En fixant nos objectifs clairement et en bâtissons à partir de ce que nous avons, nous encourageons les participants actuels à continuer et nous favorisons l'arrivée de nouveaux participants.

Il est important d'intéresser et de sensibiliser la population canadienne sur l'état actuel de l'environnement et sur les changements qui surviennent. Le réseau de parcelles de surveillance des forêts du RESE, qui rassemble de grandes quantités de données sur une variété d'écosystèmes forestiers, a l'obligation de donner l'accès à cette information (les données et les analyses subséquentes) et de diffuser cette information de manière opportune afin de favoriser la participation future et la prise de décisions éclairées.

Intégrer et mettre en œuvre la stratégie canadienne de la biodiversité

La gestion de la biodiversité est une question qui concerne la qualité de vie de tous les Canadiens et Canadiennes. Les sociétés humaines et les économies régionales sont liées aux ressources produites par les écosystèmes. Les répercussions des modifications des écosystèmes s'expriment via des changements dans la biodiversité. Ces changements modifient les ressources disponibles des économies régionales et ce, souvent au détriment des populations humaines. Une gestion saine des écosystèmes est essentielle à une utilisation durable des ressources, à des économies régionales dynamiques et au maintien à long terme des populations humaines. L'amélioration de la qualité de vie des Canadiens et Canadiennes exige un effort national pour obtenir de l'information réaliste sur notre diversité biologique (Comité scientifique de la biodiversité du RESE, 1997).

La Stratégie canadienne de la biodiversité a mis l'accent sur le besoin d'accroître notre compréhension des écosystèmes en vue d'améliorer nos capacités de planification et de gestion. L'atteinte de cet objectif repose principalement sur la gestion écologique, définie dans la stratégie comme « la gestion des activités humaines de façon à ce que les écosystèmes, leur structure, leur fonction, leur composition ainsi que les processus physiques, chimiques et biologiques qui les façonnent se poursuivent à des échelles temporelles et spatiales appropriées » (Bureau de la Convention sur la biodiversité, 1995). Les éléments suivants sont essentiels dans l'amélioration de nos capacités de gestion écologique : les inventaires biologiques, la gestion des données et de l'information, la formation et la surveillance.

La gestion durable de la biodiversité dépend de l'accessibilité à de l'information réaliste sur nos écosystèmes. Les programmes de surveillance rassemblés dans le cadre des inventaires de référence peuvent fournir cette information (Bureau de la Convention sur la biodiversité, 1995). Le RESE a mis en œuvre ou a contribué à l'élaboration et à l'application d'un certain nombre de programmes de surveillance dans l'ensemble du Canada. L'information sur la biodiversité et la manière dont elle évolue peut être recueillie grâce à l'adoption de protocoles normalisés tels que :

- Les protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre du RESE;
- Veille aux vers (pour surveiller et évaluer les changements dans les populations et la répartition des vers de terre);
- Attention Grenouilles! (pour surveiller la présence et l'absence d'espèces de grenouilles) et;
- Opération floraison (pour surveiller la phénologie des fleurs).

Des programmes nationaux de surveillance subséquents (par exemple sur les salamandres, les oiseaux, les lichens et les invertébrés benthiques) pouvant servir à la collecte d'information en association avec les parcelles de surveillance des forêts du RESE sont actuellement à l'essai.

Les protocoles actuels ont été conçus pour répondre à une variété d'objectifs relatifs à la recherche, à l'éducation et à la conservation. Les protocoles de surveillance du RESE peuvent satisfaire aux besoins des chercheurs et organismes individuels. Ils peuvent aussi jouer un rôle dans les programmes de gestion de plus grande envergure. Par exemple, les protocoles de surveillance du RESE peuvent servir à des projets de surveillance dans les parcs nationaux pour pouvoir déceler les enjeux préoccupants au sein d'un parc national ou identifier les problèmes dans l'atteinte des objectifs du plan de gestion du parc. Ces protocoles permettent également la coordination avec les gestionnaires et les chercheurs des parcs provinciaux afin de renforcer les projets précédents ou les futurs plans de surveillance et de gestion.

Les protocoles d'inventaire indiqués dans le document sur le protocole de surveillance de la végétation terrestre du RESE sont spécialement conçus pour les systèmes forestiers et non forestiers du Canada. Le travail de base a été réalisé en vue de l'élaboration de futurs protocoles d'inventaire biologique et d'établir le lien entre les données d'inventaire biologique et les facteurs physiques (sol, climat, etc.). Jusqu'à présent, les inventaires des forêts réalisés à l'aide des protocoles du SI/MAB ou du RESE sont effectués dans des zones sensibles et protégées (parcs nationaux et provinciaux, réserves de la biosphère), des habitats essentiels (nord du Canada), des régions comptant des groupes taxonomiques d'importance économique (Mont St-Hilaire, CARE), des zones de grande diversité (Long Point, Escarpement du Niagara) et des régions où le développement et les perturbations des activités humaines sont les plus importants (sud de l'Ontario, côte de la Colombie-Britannique).

Une partie importante des travaux du RESE comprend les efforts déployés pour réaliser des protocoles normalisés de mesure et pour assurer que l'information recueillie à l'aide de ces protocoles est rendue accessible entre les partenaires du RESE. En élargissant la base d'information recueillie sur la biodiversité des forêts (des inventaires sur les espèces d'arbres du couvert forestier aux inventaires des couches de végétation en surface, de la faune, des sols, etc.), nous mettons en place les moyens visant à rehausser la collecte, le partage, l'analyse, la portée et la distribution de données et d'information nécessaires à la surveillance de la biodiversité.

La mise en application réussie de la Stratégie canadienne de la biodiversité repose sur l'appui et la participation des parcs nationaux et provinciaux, des offices de la protection de la nature, des établissements d'enseignement, des groupes scolaires locaux, des organismes gouvernementaux, des établissements de recherche, des groupes de conservation, du secteur de l'industrie, des collectivités locales et des individus – qui sont tous des partenaires œuvrant au sein du réseau de parcelles de surveillance des forêts du RESE. Ce réseau est un moyen de rassembler de nombreux intérêts vers l'objectif commun de la conservation de la biodiversité.

Références

Bureau de la Convention sur la biodiversité. 1995. *Stratégie canadienne de la biodiversité : la réponse du Canada à la Convention sur la biodiversité*. Ministre des Approvisionnements et Services, Ottawa.

Comité scientifique de la biodiversité du RESE. 1997. Non publié. *La contribution du RESE à la mise en œuvre de*

la Stratégie canadienne de la biodiversité. Collection des rapports hors série du RESE, Rapport n^{o} 8. Bureau de coordination de la surveillance écologique, Environnement Canada, Burlington, Ontario.

Liste des figures

Figure 1 Cours de formation au parc national Kejimkujik
Figure 2 Répartition des sites de surveillance de la biodiversité des forêts de par le Canada

CHAPITRE 2
SURVEILLER LA BIODIVERSITE DANS LES FORETS CANADIENNES

KRISTI SKEBO

Protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre du RESE

La surveillance écologique à long terme représente la manière de documenter les changements qui surviennent dans les écosystèmes végétaux, avec quelle rapidité et quels résultats. Cela devrait donner un avertissement de ce qui risque d'arriver (en s'appuyant sur la documentation de ce qui s'est déjà produit) et ainsi permettre des mesures préventives ou adaptatives.

Le protocole de surveillance à long terme, établi par le Smithsonian Institute (SI) et le programme L'Homme et la biosphère (MAB) de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), était une méthode adéquate pour la surveillance de la diversité des espèces d'arbres forestiers matures dans les systèmes tropicaux. Mais de quelle manière cela pouvait-il servir à la surveillance des forêts canadiennes?

L'adaptation des protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre a été réalisée à partir des protocoles du SI/MAB pour convenir aux écosystèmes canadiens. Ces protocoles sont une série de méthodes étoffées recommandées pour la surveillance à long terme de la diversité des espèces de plantes dans les écosystèmes forestiers et non forestiers au Canada. L'utilisation de ces protocoles permet aux observateurs de documenter les changements chez les espèces (l'abondance, la diversité et la structure communautaire) et, par conséquent, les changements dans les écosystèmes à long terme. Ces protocoles doivent servir en conjonction avec les protocoles de surveillance d'autres organismes terrestres vivant en surface ou de façon souterraine de même que pour surveiller des variables climatiques sélectionnées et d'autres variables abiotiques. Les études sur une variété d'ensembles de données à long terme, chaque étude utilisant les mêmes méthodes normalisées, devraient fournir des aperçus concernant les changements sur de vastes régions, soulever des questions pour une recherche additionnelle et contribuer à définir ou à limiter les problèmes environnementaux inattendus.

Le centre d'intérêt des protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre est constitué des composantes de la végétation en surface des écosystèmes forestiers et non forestiers. Le Manuel fournit de l'information sur les arbres du couvert végétal, les strates des petits arbres, les arbustes et la végétation en surface relativement à :

- L'établissement de parcelles permanentes (comment décider le nombre de parcelles, comment choisir au hasard l'emplacement des parcelles, comment évaluer une parcelle de surveillance permanente, etc.);
- La tenue des documents;
- Les méthodes de collecte de données et d'information (comment trouver et identifier la végétation terrestre, comment numéroter et marquer les arbres, comment mesure le dhp, comment cartographier les arbres, etc.);
- Le rassemblement et le traitement des données; et
- La présentation de fiches techniques.

Dans les communautés forestières, la surveillance des espèces du couvert et du sous-étage conjointement avec les arbrisseaux, les arbustes et la végétation en surface fourniront des données sur l'influence du couvert forestier sur les niveaux de recrutement des semis dans le sous-étage. Cela peut également donner des indices sur la manière dont la structure des strates forestières supérieures risque de changer à l'avenir et donnera un aperçu sur les différents moteurs de changement. Une telle information peut contribuer à séparer la variation innée de celle occasionnée par un changement climatique ou tout autre changement global, puisqu'il est fort probable d'obtenir des résultats plus rapides sur les changements de populations grâce à la surveillance des espèces dans les strates végétales. Dans le même ordre d'idées, dans les communautés non forestières, les données de surveillance devraient donner un aperçu des dynamiques des lots de végétation. Les données sur les arbustes et les arbrisseaux sont particulièrement significatives dans le cadre de la surveillance ou de la gestion d'espèces sauvages importantes. Les espèces de végétation en surface sont bien adaptées à leur milieu. Grâce à leur nombre, elles fournissent une base de données riche à l'analyse des dynamiques des espèces en réaction aux changements environnementaux survenus en raison des modifications dans les concentrations de polluants atmosphériques, de l'augmentation du rayonnement UV-B et de la

variation dans les régimes de température et d'humidité. Surveiller ce qui se passe avec les espèces de végétation en surface non forestières de même qu'avec les espèces de végétation en surface forestières peut donner des indications des changements environnementaux plus rapidement qu'avec les arbres forestiers seulement.

En 1994, l'Équipe d'évaluation de la biodiversité a mis l'accent sur la fait que la surveillance des changements de la biodiversité inclut la compréhension de certains concepts fondamentaux tels que l'échelle, le type de changements et leurs indicateurs, la relation entre stabilité et diversité et la fragmentation de l'habitat, etc. L'échelle est essentielle lorsque l'on traite de biodiversité. Les questions relatives aux mesures, à la surveillance, aux valeurs et causes des changements de la biodiversité peuvent avoir des réponses différentes selon les échelles spatiales et temporelles utilisées pour poser une question ou y répondre. Par conséquent, il est important d'adopter une approche hiérarchique avec les niveaux inférieurs de diversité (par exemple génétique) qui sont cumulés aux niveaux supérieurs (par ex. les populations d'espèces, les écosystèmes). Des mesures prises à un niveau auront des ramifications à la fois aux niveaux supérieurs et inférieurs. Il ne faut pas sous-estimer cela lorsque vient le temps de planifier, d'effectuer et d'interpréter les résultats d'une surveillance à long terme des changements de la biodiversité, particulièrement parce que cela s'applique au niveau des espèces et des écosystèmes.

En 1994, le RESE a choisi la dimension de parcelle d'un hectare carré (sous-divisée en 25 quadrats de 20 x 20 mètres) comme norme pour la surveillance de la diversité biologique des arbres dans les écosystèmes forestiers canadiens. La parcelle d'un hectare (également connue sous le nom de parcelle du SI/MAB) est recommandée au Canada pour les projets importants et à long terme de recherche et de surveillance des écosystèmes forestiers. L'utilisation d'une parcelle d'un hectare procure un échantillon relativement grand et par conséquent, il s'agit d'un échantillon jugé raisonnable du peuplement sélectionné en ce qui touche aux relations spatiales des espèces, à la microrépartition, aux arbres tombés, à l'âge des arbres, à la composition des espèces, etc. Depuis 1994, l'évaluation des protocoles de surveillance se poursuit.

Parcelles de 20 x 20 mètres	Parcelles de 1 hectare
Avantages : - Une solution de remplacement aux parcelles de 1 hectare lorsqu'il y a des contraintes de temps, de ressources ou d'argent. - Possible de surveiller des peuplements d'arbres denses et même âgés avec un dhp en général sous les 10 cm; - Surveiller les forêts d'arbres nains dont les arbres ont un dhp de moins de 10 cm; - Servent à surveiller les forêts où il y a un nombre limite d'espèces d'arbres atteignant le couvert forestier; - Servent à surveiller les peuplements irréguliers; - Surveiller les facteurs biotiques et abiotiques pour les expériences désignées au préalable; - Surveillance spécifique aux indicateurs; - Bon outil de gestion permettant la planification adaptative via la surveillance biologique; - Rentables; - Conception plus simple; - Donnent de l'information opportune sur les changements écologiques; et - Faciles à utiliser pour les programmes de surveillance communautaires. *Coûts :* - Peuvent ne pas être un exemple représentatif de l'écosystème à l'étude à moins qu'une courbe des espèces n'ait été bien appliquée; - Peuvent limiter la capacité des objectifs de recherches multiples; et - Peuvent limiter l'information sur les processus biologique.	*Avantages :* - Procurent une description écologique étoffée de la communauté; - Une information de qualité supérieur qui limite les erreurs d'échantillonnage; - Possible de surveiller des zones comptant un grand nombre d'espèces; - Peuvent s'étendre aux changements dans les sols, la topographie et l'approvisionnement en eau; - Peuvent permettre une variété d'intérêt et d'objectifs de recherche; - Permettent d'obtenir de l'information sur une variété d'indicateurs à plusieurs échelles; - Rehaussent l'importance d'une zone d'étude; - Accès à de plus grands groupes; - Bénéfiques aux programmes d'éducation et de formation; *Coûts :* - Plus exigeantes en main-d'œuvre; - Coût plus élevé; et - Peuvent ralentir le processus de rétroaction en raison de la quantité de données recueillies.

Tableau 1. Analyse des avantages et des coûts selon les dimensions de parcelles dans les projets de surveillance canadiens.

L'expérience avec la parcelle d'un hectare a révélé qu'une plus petite dimension de parcelle est aussi nécessaire en conjonction avec des parcelles d'un hectare ou en remplacement de celles-ci. Le tableau 1 donne une analyse des avantages et des coûts pour la parcelle d'un hectare par rapport à la parcelle de 20 x 20 mètres. Cependant, de nombreux programmes profiteraient de l'utilisation des deux dimensions de parcelles afin de répondre aux besoins de recherche et de surveillance.

Le nombre minimal de quadrats de 20 x 20 mètres dans tout peuplement est probablement de cinq dans les forêts comptant peu d'espèces d'arbres de couvert, par exemple les forêts de conifères ou de peupliers faux-tremble, et de dix dans les forêts de feuillus ou mixtes (Roberts-Pichette et Gillespie, 1999). Une courbe d'accumulation des espèces (figure 1) peut servir de guide pour décider si ce nombre est suffisant pour un peuplement particulier. Une description approfondie de la courbe d'accumulation des espèces est donnée dans le protocole. Les méthodes incluses dans le manuel ne doivent pas remplacer les méthodes qui servent actuellement (à moins que les méthodes actuelles soient jugées inadéquates à certains niveaux). Étant donnée que la surveillance à long terme de la biodiversité est si rare au Canada, il est plus important de continuer avec un programme de surveillance à l'aide des méthodes originales plutôt que de changer pour de nouvelles méthodes recommandées.

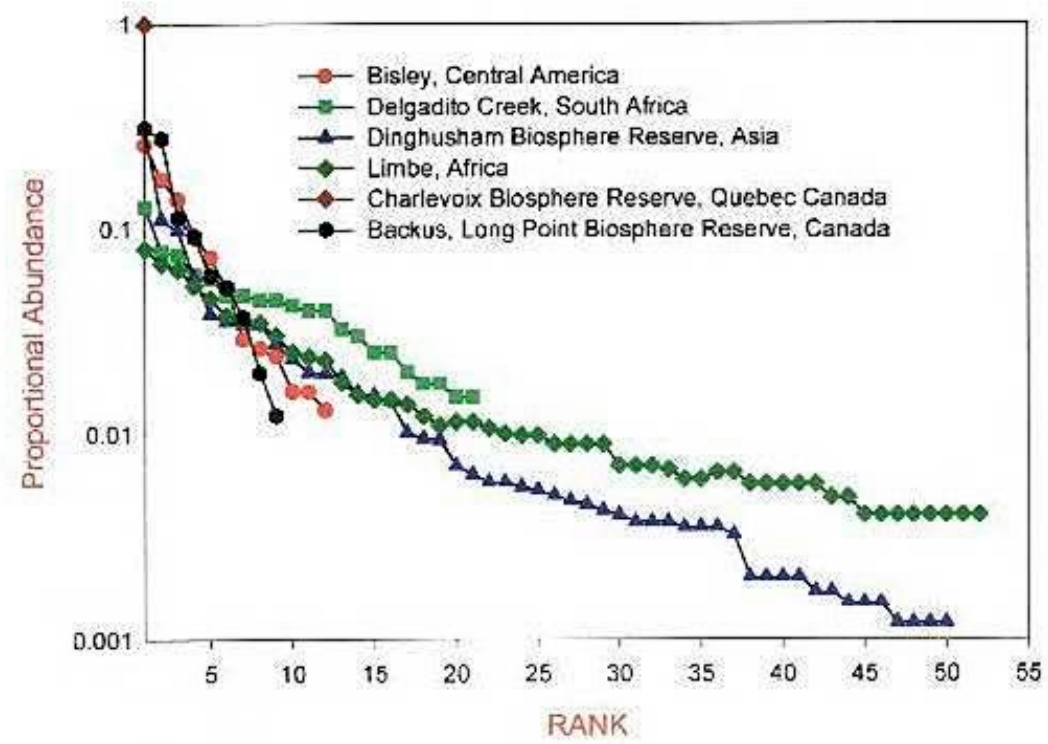


Figure 1. Un exemple d'une courbe d'accumulation d'espèces d'arbres pour déterminer le nombre de parcelles nécessaires pour représenter une communauté naturelle (en anglais seulement).

Les données provenant d'une seule grande parcelle dans un peuplement unique, bien qu'inestimables pour un site spécifique, doivent être combinées aux données d'autres sites pour obtenir le plus grand bénéfice possible sur les plans local, régional et national. Il est essentiel pour les groupes à l'intérieur d'une même écozone de se consulter et de collaborer lors de l'établissement de programmes de surveillance de la biodiversité en vue de coordonner les activités et de rassembler les données. Il faut favoriser le partage de l'expertise de même que l'intégration et la synthèse des données provenant d'un même type de communauté pour l'analyse et l'interprétation. Cela simplifiera la formulation des interprétations scientifiques applicables à une plus grande région géographique. La normalisation et le partage des données contribueront aussi à valider les résultats provenant de sites individuels, à fournir des évaluations plus fiables des changements ou de la stabilité dans la diversité des arbres au sein ou dans l'ensemble des types de communauté d'une écozone, et à fournir une base de comparaison entre les écozones. À long terme, cette approche contribuera à distinguer les effets locaux de ceux qui surviennent sur une vaste échelle spatiale.

Ce qui différencie ce programme de surveillance de la biodiversité des forêts des autres programmes de recherche ou de collecte de données sont les données quantitatives recueillies – seules celles qui peuvent être comptées ou mesurées sont inscrites. Cela permettra la participation de partenaires communautaires possédant un niveau d'expérience varié pour recueillir des données fiables puisqu'elles ne s'appuient ni sur le jugement ni sur l'estimation. Les estimations ne sont pas utilisées sur le terrain, bien que des indices ou des échelles peuvent être issues des données recueillies. Tout doit être documenté. Cette précision s'avérera précieuse à long terme.

Lorsqu'il s'agit d'entreprendre un projet à l'aide des protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre, le manuel peut guider les gestionnaires et les participants d'un programme de surveillance à travers toutes les procédures nécessaires qui touchent à la surveillance de la végétation terrestre. Le tableau 2 énumère les étapes générales nécessaires pour réaliser un programme de surveillance des parcelles.

Mesures	Description
Dimension et nombre de parcelles	Choisir la dimension d'une parcelle ou la combinaison de dimensions de parcelles nécessaires pour atteindre les objectifs de gestion ou de recherche.
Choix du site	Utiliser une sélection au hasard du site pour repérer une zone d'étude au sein de l'écozone ou de l'aire naturelle choisie.
Préparation des ressources	S'assurer que tout le matériel et les gens nécessaires sont réunis et disponibles pour réaliser le processus de surveillance.
Collecte de données	Suivre les protocoles pour les mesures et la collecte de données à l'intérieur et en périphérie de la ou des parcelles.
Rassemblement et archivage des données	Rassembler les données, s'assurer que l'information est sauvegardée dans un format compréhensible (tel que le BioMon) pour permettre la recherche et la comparaison à long terme.
Avis au RESE	Collaborer avec le RESE pour faire partie du réseau d'évaluation et de surveillance du Canada.

Tableau 2. Liste des mesures à prendre pour la surveillance de la biodiversité à l'aide des protocoles du RESE.

Le manuel sur les protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre, écrit par Patricia Roberts-Pichette et Lynn Gillespie se trouve sur le site Web du RESE aux adresses suivantes :
(Anglais) http://www.eman-rese.ca/eman/ecotools/protocols/terrestrial/vegetation/
(Français) http://www.eman-rese.ca/rese/ecotools/protocols/terrestrial/vegetation/

Références

Roberts-Pichette, P. and Gillespie, L. 1999. *Protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre du RESE*. Collection des rapports hors série du RESE, Rapport n° 9. Bureau de coordination de la surveillance écologique, Environnement Canada, Burlington, Ontario.

Liste des figures et tableaux

Figure 1 Un exemple d'une courbe d'accumulation d'espèces d'arbres pour déterminer le nombre de parcelles nécessaires pour représenter une communauté naturelle.

Tableau 1 Analyse des avantages et des coûts selon les dimensions de parcelles dans les projets de surveillance canadiens.

Tableau 2 Liste des mesures à prendre pour la surveillance de la biodiversité à l'aide des protocoles du RESE.

CHAPITRE 3
PROTOCOLES SUPPLEMENTAIRES

BRIAN CRAIG, SARAH QUINLAN ET KRISTI SKEBO

Pour commencer à comprendre le fonctionnement de différents écosystèmes forestiers, il est nécessaire d'accumuler de l'information sur autant d'aspects que possible sur ces systèmes (la biodiversité). Présentement, sur la plupart des sites on collecte de l'information uniquement sur les différents niveaux de végétation au sein des parcelles de surveillance des forêts du RESE. Bien que cette information soit utile à long terme, les effets des changements dans le climat ou l'étendue des répercussions des activités humaines sont souvent examinés plus rapidement dans d'autres aspects de l'écosystème forestier (à savoir les organismes dont les périodes de croissance et de reproduction ainsi que les durées de génération sont plus courtes). Par conséquent, il est important que des protocoles supplémentaires, qui contribuent à surveiller les changements (dans l'abondance et la répartition) dans d'autres organismes qui s'adaptent plus rapidement, soient adoptés.

Le BCRESE, de concert avec ses partenaires, a élaboré ou modifié les protocoles existants, qui peuvent servir de pair avec les parcelles de surveillance des forêts du RESE. Le BCRESE s'est concentré sur l'élaboration d'un ensemble de protocoles normalisés de surveillance des écosystèmes qui seront réunis en une série pour détecter et assurer le suivi des modifications des écosystèmes au fil du temps et qui pourront servir dans des aires protégées et des paysages de travail. Une série d'environ vingt protocoles de surveillance des écosystèmes ont été choisis et ils :

- identifieront les changements importants des écosystèmes au-delà des catégories normales de fluctuations, de façon à déclencher et à diriger la conception d'enquêtes futures plus rigoureuses;
- conviennent à la mesure et à la comparaison entre une variété de sites;
- se caractérisent par des méthodes d'échantillonnage rentables; et
- s'adapteront aisément aux programmes de surveillance existants. (Environnement Canada, 2000a)

Les protocoles de surveillance des écosystèmes se sont appuyés sur 1770 variables de surveillance provenant d'une variété de sources, y compris d'importants programmes environnementaux de surveillance de par le monde. Les variables ont été soumises à des tests d'efficacité pour vérifier leur réaction à une gamme de questions y compris : les perturbateurs endocriniens; les espèces envahissantes; les changements globaux dans le cycle du carbone/le réchauffement climatique mondial; l'augmentation du rayonnement ultraviolet « B »(UV-B); la fragmentation des habitats; les voies de transport; les pluies acides; le DDT; l'eutrophisation; l'ozone des basses couches de l'atmosphère; les effluents d'usine de pâtes et papier ainsi que la pollution des eaux souterraines (Environnement Canada, 2000b).

La majorité des variables choisies réagissent assez bien à la plupart des agresseurs mais des redondances et des lacunes ont été identifiées dans ce processus et la série a été modifiée en conséquence. La série de variables principales de surveillance est énumérée dans le tableau 1. Ces variables principales sont utilisées par le BCRESE pour décider des protocoles à favoriser dans la surveillance de la biodiversité des forêts afin d'offrir un programme de surveillance intégré axé sur des parcelles.

Plusieurs protocoles de surveillance des écosystèmes peuvent fournir une multitude de mesures des modifications des écosystèmes. Par exemple, mesurer la diversité des espèces de grenouilles fournit également des mesures de la symétrie morphologique, de la richesse des espèces et des espèces exotiques. Par conséquent, le nombre total de mesures sur le terrain peut être réduit tout en conservant la capacité de mesurer différents aspects des modifications des écosystèmes. Il existe un consensus général parmi les partenaires du RESE que cette série représente un point de départ adéquat pour assurer le suivi et la détection précoce des modifications des écosystèmes. Il est évident que la série évoluera alors que de nouvelles informations pertinentes seront disponibles sur les modifications des écosystèmes.

Le manque d'accessibilité à des données comparables a été un obstacle pour établir des comparaisons à différentes échelles. Il est possible de régler ce problème via l'élaboration et la mise en œuvre de protocoles normalisés de surveillance des écosystèmes. Le RESE déploie des efforts concertés pour utiliser, adapter et élaborer des méthodes normalisées de surveillance pour chacun des protocoles de surveillance des écosystèmes et pour d'autres aspects de

surveillance des écosystèmes au besoin.

	Variables fondamentales de surveillance	Mesures dérivées
1	Qualité de l'eau – oxygène dissous	
2	Qualité de l'eau – limpidité de l'eau	
3	Débit d'un cours d'eau – rapidité du débit	
4	Niveau du lac – fluctuation du niveau du lac	
5	Qualité de l'air – indicateurs de lichen	
6	Moyenne de température – température du sol/profondeur du pergélisol	
7	Neige/phénologie des glaces – fonte des glaces lacustres/synchronisation des glaces	
8	Sédiments du lac – analyse fondamentale des sédiments	
9	Richesse des espèces – amphibiens	SM,ER,EE
10	Richesse des espèces – mammifères	ER,EE
11	Diversité des espèces – oiseaux	ER,EE,RE
12	Diversité des espèces – plantes	ER,EE,RE
13	Diversité des espèces – grenouilles et salamandres	SM,ER,EE
14	Diversité des espèces – invertébrés aquatiques/benthos	ER, EE, RE
15	Biomasse de la communauté – benthos	
16	Indicateur des groupes d'espèces – indice d'intégrité biotique des poissons	SM, ER, EE, BC, PP, PC
17	Changement de la couverture terrestre	
18	Phénologie des plantes	
19	Productivité du peuplement – phytoplancton	
20	Productivité du peuplement – plantes	BC
21	Santé du sol – diversité des espèces de vers de terre et décomposition du sol	
22	Santé des arbres – état de la cime et du tronc	

Tableau 1. Liste des variables fondamentales recommandées pour les programmes de surveillance. (Abréviations : SM – symétrie morphologique, ER – espèces rares, EE – espèces exotiques, RE – richesse des espèces, DE – diversité des espèces, BC – biomasse de la communauté, PP – productivité du peuplement, PC– pathologie clinique.).

Le RESE, en collaboration avec la Fédération canadienne de la nature, a établi une série de programmes Attention nature conçus pour recueillir de l'information fiable pouvant contribuer aux programmes de surveillance locaux, régionaux et nationaux. Bon nombre des protocoles abordés ci-dessous font partie du programme Attention nature. L'objectif d'Attention nature est de favoriser la coopération entre les partenaires communautaires en vue d'élargir la région géographique concernée et d'accroître la fréquence des observations. Bien que les protocoles d'Attention nature ont été préparés par des experts scientifiques pour assurer une certaine validité et fiabilité, ils sont également simples et accessibles pour que des gens possédant des niveaux différents d'expérience en matière de surveillance puissent les utiliser. Par conséquent, les gestionnaires de projets de surveillance peuvent rehausser la capacité de collecte d'information locale de surveillance en obtenant la participation d'une plus grande partie de la communauté générale.

Les partenaires communautaires peuvent participer à tous les protocoles de surveillance bien que certains nécessitent un certain niveau d'expérience, particulièrement en ce qui touche l'identification des espèces. Des cours de formation bien élaborés contribueront à assurer une collecte d'information rigoureuse.

Les protocoles sont conçus pour satisfaire aux besoins locaux mais ils contribueront aussi à l'information provinciale et nationale. Par conséquent, bien que les gestionnaires de sites individuels assureront le maintien de leur propre base de données, il est important que les données soient partagées dans le cadre du RESE afin d'assurer le suivi des modifications sur une plus grande échelle. Dans le cas de nombreux programmes, l'information peut être soumise via les sites Web du RESE ou d'Attention nature pour être ensuite accessible à l'usage du RESE et de ses partenaires.

Les protocoles abordés ci-dessous sont recommandés pour un usage autonome, comme partie intégrante d'un programme de surveillance ou en association avec toutes les parcelles de végétation du RESE, puisque leur mise en œuvre est relativement peu coûteuse et qu'il est possible de les reproduire d'une année à l'autre. Bien que ces protocoles devraient servir dans des sections de peuplements forestiers semblables en composition à la parcelle de surveillance des forêts du RESE, la plupart des échantillonnages ne devraient pas s'effectuer dans la parcelle en soi. Trop de circulation dans les parcelles de végétation aura comme résultat l'étude des effets des humains dans les parcelles plutôt que les effets des changements environnementaux sur la végétation sous surveillance. Tel qu'illustré

dans la figure 1, des protocoles supplémentaires peuvent être aisément liés aux parcelles de 20 x 20 mètres.

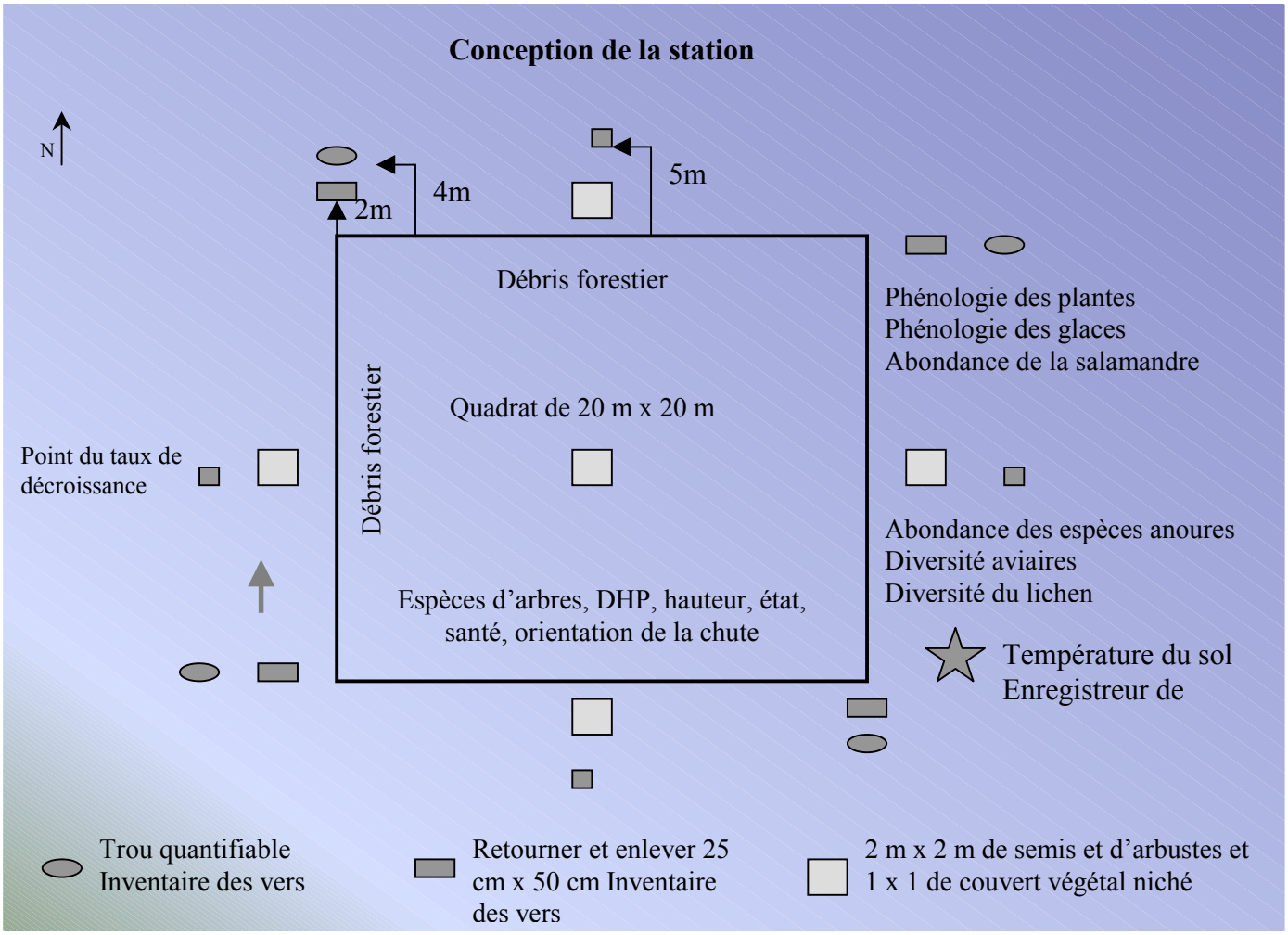


Figure 1. Un exemple d'une parcelle de 20 x 20 mètres avec des protocoles supplémentaires.

Santé des arbres

Ce protocole a été préparé en partenariat avec le Service canadien des forêts pour surveiller la santé des arbres en inscrivant l'état des cimes des arbres et les irrégularités dans les tiges.

La surveillance à long terme des irrégularités et de l'état des cimes des arbres peut fournir de l'information pertinente sur la santé des écosystèmes à l'intérieur des forêts canadiennes. L'âge, la taille et l'historique de détérioration des arbres sont des éléments d'information essentiels. Les facteurs agressants à court terme tels que la défoliation par les insectes ou les conditions météorologiques extrêmes peuvent causer le dépérissement, mais lorsque le facteur agressant est retiré, le rétablissement des arbres devraient se faire. Des facteurs agressants prolongés peuvent occasionner le dépérissement et le déclin et possiblement la mortalité de l'arbre. En prenant note de l'état des cimes et des irrégularités dans les tiges, il est possible de comprendre les degrés de dommage sur une variété de classes d'âge et de taille.

L'information sur l'état des cimes des arbres et les irrégularités peuvent s'ajouter simplement à un programme de surveillance de la biodiversité des forêts pour les arbres à l'intérieur d'une parcelle. Cela comprend l'identification de l'état, la classe des cimes, l'irrégularité des tiges et l'état des cimes. Les partenaires communautaires qui suivent

une séance annuelle de formation peuvent effectuer ces évaluations simples. La séance de formation est offerte en vue d'offrir une certaine constance dans la détermination de la santé des arbres.

Les protocoles de santé des arbres et des fiches techniques se trouvent au http://www.eman-rese.ca/rese/ecotools/protocols/terrestrial/.

Abondance et diversité du lichen corticole

Ce protocole est élaboré par des lichenologues experts dont David Richardson, de la St. Mary's University et Irwin Brodo, du Musée canadien de la nature, tous deux détenteurs d'un doctorat. Il permettra d'enregistrer l'abondance d'espèces de lichen facilement identifiables et il comprend de l'information sur la manière de prendre des échantillons pour des analyses chimiques subséquentes des polluants métalliques et organiques.

Il y a un lien solide entre les communautés de lichen corticole et la qualité de l'air. Les lichens sont très sensibles à la pollution atmosphérique, particulièrement aux polluants à base de soufre et d'azote (Richardson, 1992). Ces organismes sont importants d'un point de vue écologique puisqu'ils servent de fourrage à de nombreuses espèces forestières.

Différentes espèces d'arbres accueillent différentes espèces de communautés de lichen. Par conséquent, des séries de lichens sont mises sur pied pour surveiller la qualité de l'air dans les forêts mixtes de feuillus, les forêts boréales et les forêts pluviales tempérées. Le protocole identifie aussi une méthode d'échantillonnage de la diversité du lichen sur des espèces d'arbres choisies et de collecte d'échantillons de lichen pour une analyse chimique.

Les protocoles préliminaires se trouvent au http://www.eman-rese.ca/rese/ecotools/protocols/terrestrial/.

Abondance de la salamandre

Ce protocole est préparé en collaboration avec Parcs Canada, Ontario Parks, le Réseau canadien de conservation des amphibiens et des reptiles, le United States Geological Survey et d'autres spécialistes de la surveillance des amphibiens. La surveillance des salamandres consiste en la collecte d'information sur la présence et l'abondance des espèces dans une zone prédéterminée dans le temps en vue d'établir des tendances.

Il existe très peu d'information de référence sur les populations de salamandres au Canada. Les salamandres sont un sujet idéal des programmes de surveillance car elles sont territoriales et donc elles réagissent aux changements locaux. Les salamandres sont de bons bioindicateurs des pluies acides, de la sédimentation, de la contamination et des modifications des habitats.

Le protocole se compose d'une série de planches de bois qui offrent un abris aux salamandres et qui sont placées près des parcelles de surveillance des forêts. Dès qu'elles sont en place, elles subissent une vérification hebdomadaire pendant huit semaines à l'automne. L'information sur les espèces est enregistrée pour les individus trouvés sous chaque planche. Cette méthode de « capture » procure un indice de l'abondance des salamandres dans la région. Les changements relatifs à l'abondance peuvent être déterminés après quelques années d'échantillonnage. Bien que cela nécessite l'identification des espèces, les protocoles sont relativement simples et les partenaires communautaires peuvent facilement procéder à l'échantillonnage.

Les méthodes de surveillance de la salamandre, les fiches techniques et les formulaires d'entrée de données se trouvent au http://www.eman-rese.ca/rese/ecotools/protocols/terrestrial/.

Diversité du ver de terre

Veille aux vers est un programme établie par Jill Clapperton, titulaire d'un doctorat, du ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire du Canada, en collaboration avec le RESE et le Centre de recherches de Lethbridge, pour aider à identifier les différentes espèces de vers et leur répartition au Canada.

Les vers de terre sont de bons indicateurs de la santé des sols puisqu'ils sont sensibles aux perturbations. Ils sont également de bons indicateurs de la diversité des sols puisqu'ils ont une incidence sur tout, des bactéries dans le sol à la faune et la flore en surface. La mesure de la diversité des vers de terre peut servir à la gestion des habitats et l'information trouvée peut mener à l'amélioration des techniques de valorisation des sites et de la restauration du sol. Nous savons peu de choses concernant la diversité des vers de terre. En fait, la majorité des vers de terre au Canada sont des espèces exotiques introduites par des colons européens. Le programme Attention nature contribuera à déterminer la répartition des vers de terre au Canada puisque l'information est présentement inconnue.

Figure 2. Vers de terre

La figure 1 illustre l'emplacement des stations de vers de terre en relation au quadrat de 20 x 20 m. Les protocoles originaux ont été adaptés spécialement pour être utilisés avec les parcelles de surveillance des forêts du RESE et ils comprennent des directives spécifiques sur la collecte d'échantillons. Les stations devraient être situées à l'extérieur des parcelles parce qu'il faut y creuser et perturber le sol un peu afin de localiser les vers de terre. Les partenaires communautaires sont capables de réaliser ces protocoles de surveillance après avoir appris les techniques d'identification et d'échantillonnage.

Le protocole, les espèces clés et d'autres photographies se trouvent sur le site http://www.naturewatch.ca/francais/wormwatch/. Les données recueillies à partir des parcelles de surveillance des forêts peuvent être entrées directement sur le site Web Veille aux vers.

Taux annuels de décroissance

Ce protocole a été utilisé par le Service canadien des forêts (Centre de foresterie du Pacifique) pour surveiller les changements dans les taux de décroissance du sol.

Mesurer les taux annuels de décroissance fournira un bon indicateur des changements dans la santé du sol, particulièrement en ce qui touche aux changements dans la respiration des sols et l'activité microbienne – des éléments qui sont principalement contrôlés par la température et l'humidité du sol et, à un moindre degré, par le type de sol et la communauté végétale.

Mesurer les taux de décroissance comprend l'inscription de la perte de poids dans les abaisses-langues ou les baguettes enfouis des trembles. Les taux annuels de décroissance peuvent être réalisés en conjonction avec la surveillance de la biodiversité des forêts. Les sites d'essai peuvent être situés près d'une parcelle de surveillance et indiqués comme tel. Mesurer le taux de décroissance comprend la disposition de 4 paires d'abaisses-langues ou de baguettes pesés au préalable dans le sol près des trembles, généralement en automne. Ils sont ensuite retirés exactement un an après la date où ils ont été placés et sont pesés à nouveau pour déterminer la décroissance.

Les protocoles et les fiches techniques se trouvent au http://www.eman-rese.ca/rese/ecotools/protocols/terrestrial/.

Phénologie des plantes

Le programme Attention nature a été préparé de concert avec des spécialistes de la phénologie des plantes dans chaque province et territoire du Canada. Ce protocole enregistre la période d'efflorescence d'une série de plantes sensibles aux changements climatiques.

Assurer le suivi des périodes d'efflorescence procure de l'information sur la variabilité et les changements climatiques.

La surveillance des périodes d'efflorescence peut s'effectuer dans des régions adjacentes aux parcelles qui

contiennent des exemplaires faisant partie d'une série d'espèces pour la province ou le territoire. Il est possible d'indiquer plusieurs sites comme contenant une ou de nombreuses populations d'espèces de série. La surveillance s'effectue au début du printemps pour inscrire les dates des premières efflorescences et du milieu de floraison pour chaque espèce comme l'indique le protocole. Ce protocole peut être réalisé par des naturalistes ou des personnes familières avec les caractéristiques des espèces de plantes.

Les protocoles provinciaux, les fiches techniques et les formulaires d'entrée de données pour le programme Opération floraison se trouvent au http://www.naturewatch.ca/francais/plantwatch/.

Diversité des espèces anoures et phénologie des cris

Le protocole de surveillance des grenouilles et des crapauds a été élaboré en collaboration avec le Réseau canadien de conservation des amphibiens et des reptiles (RCCAR) et des herpétologues experts de partout au Canada. Ce protocole surveille la présence ou l'absence et l'abondance des grenouilles et des crapauds via l'identification des cris.

Les amphibiens ont une peau perméable, ce qui signifie qu'ils sont sensibles à l'ajout de toxines dans leur milieu aquatique. Ces organismes sont aussi sensibles aux changements climatiques, au rayonnement ultraviolet et aux changements atmosphériques, ce qui fait d'eux une bonne espèce indicatrice pour les programmes de surveillance.

Une station d'écoute permanente devrait être établie dans la terre humide la plus près d'une parcelle de surveillance des forêts. L'écoute devrait se faire hebdomadairement ou aussi souvent que possible, principalement entre les mois de mars et de juillet, selon l'emplacement géographique du site.

La promotion de la diversité des espèces anoures et de la phénologie des cris se fait via le programme provincial Attention nature. Le site Web Attention Grenouilles! http://www.naturewatch.ca/francais/select_province.html comprend un protocole scientifiquement valide, des fichiers sonores pour l'identification, un programme d'auto-test, un programme de localisation géographique et une soumission de données en ligne.

Phénologie des glaces

Le programme Attention nature a été élaboré de concert avec le Service météorologique du Canada, Claude Dugay de l'Université Laval, titulaire d'un doctorat, et d'autres experts de la cryosphère au Canada. Ce protocole enregistre les dates de la prise des glaces et de la débâcle dans les rivières et les lacs.

La couche de glace revêt une importance biologique puisqu'elle peut avoir une incidence sur la température de l'eau, l'hydrochimie, la reproduction, la migration des oiseaux et l'approvisionnement en aliments dans un système riverain. Par conséquent, les changements dans la couche de glace de l'ensemble des écosystèmes du nord peuvent avoir des répercussions importantes. Les données sur la phénologie des glaces servent à détecter les causes et les effets du réchauffement du climat.

Une station permanente d'observation des glaces devrait être établie près du cours d'eau le plus près d'une parcelle de surveillance des forêts. Il faut effectuer une tentative concertée pour déterminer la journée exacte de la prise des glaces et de la débâcle.

Il est possible de se procurer ce simple protocole Attention nature en ligne au http://www.naturewatch.ca/francais/icewatch/ et il comprend un programme de localisation géographique et une soumission de données en ligne.

Abondance des plantes exotiques et envahissantes

Les protocoles de surveillance des plantes exotiques et envahissantes incluent l'enregistrement de la présence ou de l'absence des espèces exotiques ou envahissantes dans des zones prédéterminées.

Les espèces exotiques ou nuisibles qui peuvent concurrencer la végétation indigène pour former des peuplements dominants dans les habitats naturels sont considérées comme envahissantes. La surveillance de ces espèces problématiques peut servir de bon indicateur des agresseurs ou des perturbations écologiques dans les processus environnementaux. Les plantes envahissantes peuvent perturber les aires naturelles en déplaçant des communautés indigènes, en perturbant le fonctionnement naturel et en ayant des incidences sur la biodiversité indigène. Accroître notre compréhension des espèces problèmatiques peut mener à une gestion améliorée des aires naturelles.

Les plantes nuisibles ou envahissantes peuvent être surveillées de plusieurs façons, y compris par l'enregistrement des occurrances, de l'abondance, de l'expansion et des répercussions perceptibles. Les espèces de plantes sont identifiées et inscrites au même titre que l'information sur l'habitat et l'état. Cela peut s'effectuer le long d'un sentier voisin d'une parcelle ou d'un chemin avoisinant la parcelle, ou encore à l'endroit ou une population de plantes envahissantes a été détectée.

Vous trouverez plus de renseignements sur la manière de surveiller les plantes exotiques et envahissantes sur le site Web du RESE au http://www.eman-rese.ca/rese/ecotools/protocols/terrestrial/exotics/intro.html.

Abondance des invertébrés aquatiques

Parmi les partenaires qui participent à l'élaboration de ce protocole se trouvent des organismes fédéraux tels que le ministère des Pêches et des Océans, l'Institut national de recherche sur les eaux, des organismes provinciaux, des établissements d'enseignement et des ONG à vocation écologique. Ce protocole servira à surveiller la présence et l'abondance des invertébrés dans les cours d'eau, les rivières et les lacs.

La surveillance de voies navigables peut contribuer à identifier des problèmes de pollution, à évaluer les tendances et l'efficacité des projets de gestion ou de rétablissement. Les invertébrés aquatiques sont de bons indicateurs de la santé des cours d'eau et de la qualité de l'eau.

De nombreux protocoles de surveillance des invertébrés aquatiques sont utilisés par différents organismes gouvernementaux et des ONG à vocation écologique dans l'ensemble du Canada. Bien que semblables en soi, les subtilités dans la collecte des échantillons et leur analyse peuvent faire obstacles aux comparaisons d'intiatives similaires. Il y a un besoin pour des protocoles normalisés afin de permettre les comparaisons sur le plan local, régional et national. Le RESE coordonne actuellement l'élaboration de protocoles normalisés de surveillance des invertébrés aquatiques.

Les protocoles comprendront l'établissement de stations permanentes d'échantillonnage dans les cours d'eau, les rivières ou les lacs. Cela peut se faire dans les voies navigables voisines de parcelles de surveillance. Il y aura un système d'échantillonnage à trois stades selon les ressources du chercheur et le niveau d'expertise.

Communiquez avec le bureau du RESE pour plus de renseignements.

Diversité et abondance des invertébrés terrestres

La surveillance des arthropodes comprend la collecte et l'entrée d'information sur les groupes écologiques à une série de stations d'échantillonnage.

Les arthropodes sont le groupe le plus varié d'organismes dans la plupart des écosystèmes et ils représentent une vaste ressource d'information utilisée présentement sur les écosystèmes. Les arthropodes peuvent fournir de l'information sur pratiquement tous les macro et microhabitats au sein d'un écosystème. Ils touchent à une variété de classes de dimension, présentent une gamme de capacités de dispersion et d'exigences des écosystèmes, passent par une variété de cycles biologiques, contribuent à la fonction médiatrice des écosystèmes, contribuent au maintien de la structure et de la fertilité des sols, régissent les populations d'autres organismes et réagissent rapidement aux changements dans leur milieu. L'information provenant d'assemblages d'espèces d'arthropodes peut servir à caractériser de façon précise presque tous les aspects relatifs à un écosystème.

Ces protocoles sont destinés à la fois aux écosystèmes forestiers et non forestiers, certains nécessitent un échantillonnage destructeur et ne devraient pas s'effectuer au sein d'une parcelle servant à la surveillance de la végétation. La collecte d'individus peut s'ajouter à un programme de surveillance de la biodiversité des forêts car les sites peuvent se situer à l'extérieur de parcelles de 20 x 20 mètres ou de 1 hectare. Il existe une variété de méthodes d'échantillonnage dont le coût et le degré de difficulté varient pour la collecte et l'identification des insectes. Tout dépendant du projet de surveillance, la collecte d'insectes peut s'effectuer via un échantillonnage du terrain ou du couvert forestier.

Les protocoles de surveillance des arthropodes se trouvent sur le site du RESE au http://www.eman-rese.ca/rese/ecotools/protocols/terrestrial/arthropods/intro.html.

Constituer un herbier

Ce protocole sert à l'enregistrement et à la collecte d'espèces de plantes au sein d'une zone prédéterminée. Afin d'obtenir des enregistrements exacts de la diversité de la végétation terrestre, il est nécessaire d'obtenir des spécimens de référence des plantes à l'intérieur des parcelles de surveillance des forêts du RESE.

Les exemples d'espèces de référence trouvés à l'intérieur de la parcelle devraient être pris auprès des populations à l'extérieur de la parcelle. Les spécimens de plantes sont plaqués, séchés rapidement puis stockés dans le noir à l'abri des insectes nuisibles et sous les taux normaux d'humidité des pays tempérés. Les plantes resteront en bon état pour des centaines d'années si elles sont stockées de cette manière. Il est possible d'obtenir la plupart du matériel et des fournitures nécessaires pour constituer un herbier à prix minime.

Les directives sur la manière de constituer un herbier se trouvent sur le site du RESE au http://www.eman-rese.ca/rese/ecotools/protocols/terrestrial/plantcoll/plant_collections.html.

Références :

Bureau de coordination du RESE. 2001. *Protocoles de surveillance recommandés par le RESE*. http://www.eman-rese.ca/rese/ecotools/protocols/intro.html

Environnement Canada. 2000a - *Selecting Core Variables for Tracking Ecosystem Change at EMAN Sites* – Rapport final des consultants préparé par Geomatics International Inc. Guelph, Ontario, pour Environnement Canada, Bureau de coordination du RESE, Burlington, Ontario, Canada
http://www.eman-rese.ca/eman/reports/publications/2000_eman_core_variables/ (en anglais seulement)

Environnement Canada. 2000b – *Case Studies to Test the Efficacy of EMAN Core Monitoring Variables* - Rapport final des consultants préparé par North-South Environmental Inc. Campbellville, Ontario, pour Environnement Canada, Bureau de coordination du RESE, Burlington, Ontario, Canada.
http://www.eman-rese.ca/eman/reports/publications/2000_eman_core_efficacy/ (en anglais seulement)

North-South Environmental Inc. 2001. *Draft EMAN Monitoring Protocols* Version 2.0. Bureau de coordination du RESE, Burlington, Ontario.

Richardson, D. 1992. *Pollution Monitoring with Lichens*. Richmond Publishing Co. Ltd. Sloug, Angleterre.

USDA Forest Service (FS). 2000. *Monitoring Air Quality and Biodiversity with Lichen Communities: Forest Inventory and Analysis program (FIA) lichen Communities Indicator*.
http://www.wmrs.edu/lichen/ (en anglais seulement)

Liste des figures et des tableaux

Figure 1 Un exemple d'une parcelle de 20 x 20 mètres avec des protocoles supplémentaires.

Figure 2 Vers de terre.

Tableau 1 Liste des variables fondamentales recommandées pour les programmes de surveillance. (Abréviations utilisées : SM – symétrie morphologique, ER – espèces rares, EE – espèces exotiques, RE – richesse des espèces, DE – diversité des espèces, BC – biomasse de la communauté, PP – productivité du peuplement, PC– pathologie clinique.)

CHAPITRE 4
ARCHIVAGE DES DONNEES

SALLY O'GRADY

Introduction

Lorsque vient le temps d'établir une parcelle de surveillance, peu importe le milieu, il est important de noter que l'établissement de la parcelle et la collecte de données ne représentent qu'une partie du processus. L'archivage des données est extrêmement important puisqu'il permet l'évaluation et la recherche de l'information recueillie sur le site de surveillance.

Un des objectifs du Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RESE) est d'offrir un mécanisme de réseau pour le partage de données et d'information écologiques sur le plan de l'écozone, à l'échelle régionale, nationale et internationale. Des normes sérieuses de gestion des données sont essentielles pour un partage des données et de l'information sur une aussi grande échelle. La raison d'être de normes complètes sur les données est d'assurer la continuité et de permettre aux utilisateurs de comparer les études, soit de façon spatiale, temporelle ou les deux, de même que l'accessibilité à long terme des données et de l'information. Voici une analyse du système de gestion de l'information utilisé au parc national Kejimkujik, qui est un bon exemple de la manière de gérer l'information recueillie dans le cadre de programmes de surveillance.

Système de gestion de l'information du parc national Kejimkujik

Un système de gestion de l'information, par définition, dénote un système qui se compose fondamentalement de composantes qui interagissent en vue d'atteindre un objectif commun. Ce que fait un système et la manière dont il est géré dépend de sa conception et de ses objectifs. Le but du système de gestion de l'information scientifique des écosystèmes du parc national Kejimkujik et du lieu historique du Canada est d'établir une série structurée de processus pour convertir les données scientifiques en information. En gardant cet objectif à l'esprit, nous avons porté notre intérêt sur l'élaboration de processus via lesquels les données peuvent être recueillies, stockées, extraites, analysées et à l'avenir, disponibles en un format accessible. Les normes et les directives qui permettent d'assurer que les données pourront à la fois être utiles et partagées sont la pierre angulaire des réussites de ce système.

Système de documentation

Au Centre des sciences des écosystèmes du parc national Kejimkujik, la philosophie est simple – enregistrer un nombre minimal de documents essentiels en vue d'inscrire, de comprendre et de reconstituer un projet de recherche ou de surveillance dans son ensemble, maximisant ainsi la valeur de l'étude initiale et de ses données. Avec cet objectif en tête, les éléments de documentation suivants ont été élaborés : projet de recherche/permis, évaluation des impacts environnementaux, répertoire de données, dictionnaire de données et rapport des résultats. Au Centre des sciences, ces éléments sont archivés dans un classeur unique comprenant les données et les copies papier, ce qui a comme résultat un produit général et complet accessible aux futurs chercheurs et analystes qui souhaiteront peut-être utiliser les données de manière non prévue par le chercheur initial. Ces classeurs sont stockés en lieu sûr avec des copies de sauvegarde conservées à l'externe.

Projets de recherche

Le projet de recherche normalisé, préparé par le chercheur, décrit de façon détaillée les objectifs, la raison d'être, les hypothèses, les méthodes, les accès, les techniques d'échantillonnage, les incidences potentielles, l'expérience de recherche et le personnel qui a participé à l'étude. La proposition est présentée au gestionnaire des sciences des écosystèmes de Kejimkujik et après examen, si l'étude répond aux besoins du parc en matière de recherche et de surveillance, une évaluation des impacts environnementaux est effectuée. Dès que l'évaluation environnementale est complétée, le projet peut commencer. Le chercheur doit se conformer à des conditions d'approbation pour la recherche, parmi lesquelles se trouvent : l'acceptation de toutes les mesures ou conditions d'atténuation identifiées

par l'évaluation environnementale; établir des liens avec le personnel de gestion de l'information du parc concernant toutes les normes de gestion et de documentation des données; fournir une série complète de données et de documents en format numérique et papier; et participer à l'évaluation du projet. Il est bénéfique dans le cadre de ce processus d'avoir une personne compétente sur place qui peut assurer la formation du chercheur et l'assister quant aux bonnes pratiques de gestion des données et des données spatiales, visant ainsi à assurer le succès du projet.

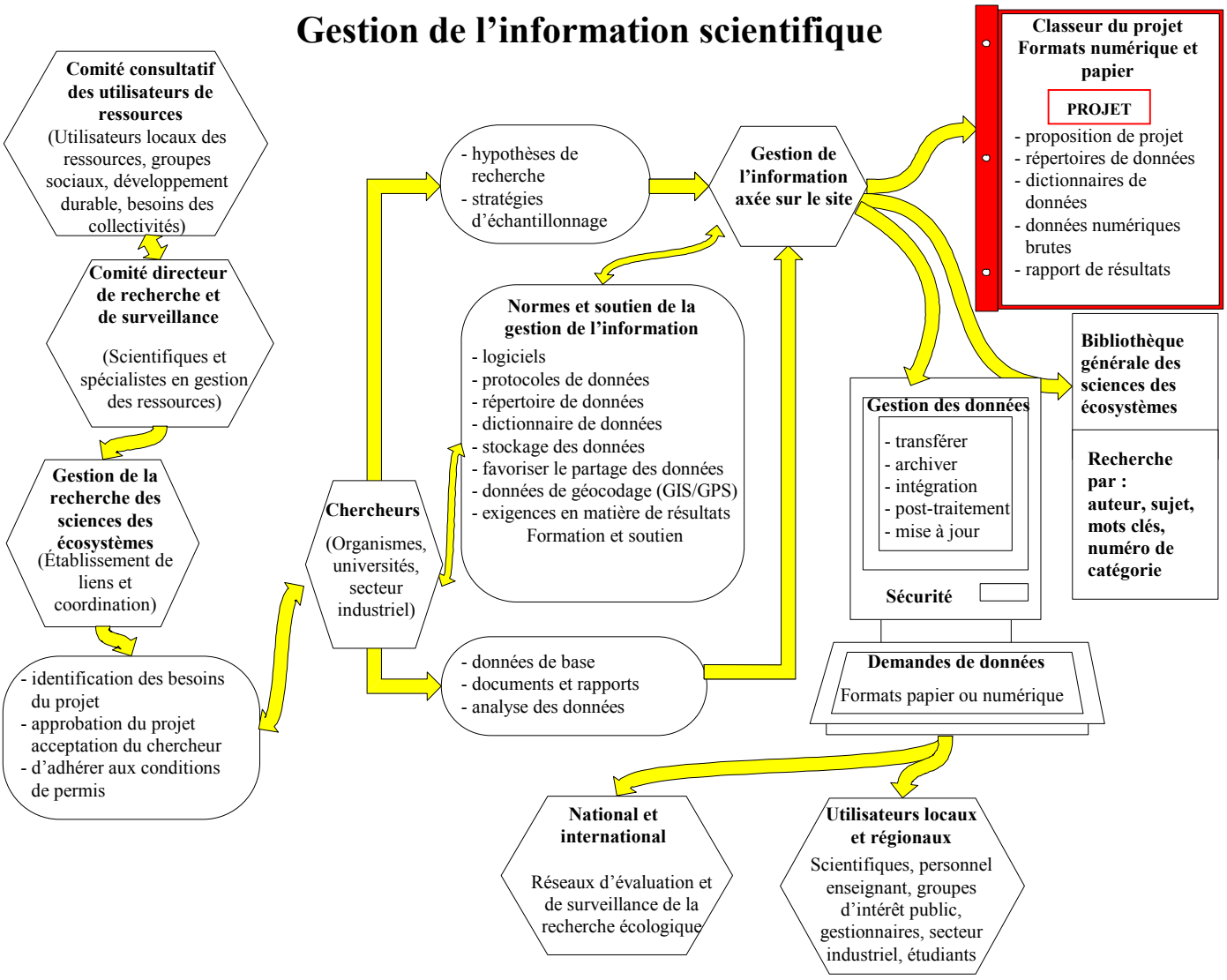


Figure 1. Organigramme de la gestion de l'information scientifique.

Répertoire de données

Le répertoire de données contient toutes les métadonnées (l'information) au sujet des données recueillies. Il représente le qui, quoi, où, comment, pourquoi et comment des données et il est le document essentiel pour se familiariser et comprendre le projet et ses données connexes. Le répertoire de données est préparé par les chercheurs et il est finalisé à la fin du projet. Ce répertoire contribue à la création d'un répertoire national des projets et données de recherche.

Dictionnaire de données

Le dictionnaire de données énumère et décrit la structure des fichiers, les champs individuels de données, tous les codes et il comprend une version résumée du logiciel utilisé, de même qu'un enregistrement des modifications des ensembles de données. Le dictionnaire de données est mis sur pied par le chercheur en consultation avec le spécialiste en gestion de l'information.

Évaluations

Un système d'évaluation de recherches a été mis sur pied afin d'assurer que les projets sont réalisés en conformité avec le cadre de référence convenu et avec les procédures décrites précédemment. La raison d'être d'une évaluation est de contribuer à la réussite du projet par le biais d'une évaluation constructive et confidentielle. Le processus d'évaluation comprend habituellement la participation de conseillers (professeurs d'université) et de pairs (d'autres chercheurs effectuant le même genre de recherche) ainsi que le gestionnaire des sciences des écosystèmes de Kejimkujik.

Partage de données

Les données recueillies doivent non seulement être utilisables mais, dans un esprit de collaboration, doivent également pouvoir être partagées. Il faut s'entendre sur le partage de données et les droits d'auteur. En ce qui concerne le système d'information scientifique du parc national Kejimkujik, nous avons préparé une convention d'application et d'entente sur l'utilisation des données qui simplifie l'échange d'ensembles de données tout en définissant les droits d'auteur et les contraintes d'utilisation. Les droits relatifs aux données peuvent appartenir soit à un organisme externe, un individu ou au parc uniquement. Si un organisme externe ou un individu possède les droits, nous assurons le lien vers les propriétaires et la localisation des données plutôt que leur distribution. Si les données appartiennent au parc, elles seront distribués selon le bon jugement de son personnel. La convention sur l'utilisation des données sert aussi de méthode pour communiquer avec les utilisateurs en cas de mises à jour ou de corrections après la distribution.

Archivage des données

Les documents et les données sont stockés à la fois sur le site et à l'externe. Les données, les documents, les rapports et les cartes sont conservés dans le logiciel d'origine ASCII (s'il y a lieu) et en format papier. En outre, les fichiers

Historique du logiciel BioMon

Le logiciel BioMon a tout d'abord été élaboré pour le programme de surveillance des parcelles de la biodiversité des forêts du SI/MAB par l'équipe du Smithsonian. Tandis que des parcelles étaient établies dans des endroits reculés, un programme était nécessaire afin d'obtenir les listes des arbres et les cartes pour les vérifications sur place. Jim Comiskey, détenteur d'un doctorat, a mis sur pied un progiciel transportable.

En 1994, lorsque la première parcelle canadienne du SI/MAB a été établie au parc national Kejimkujik, le logiciel avait subi quelques évolutions, utilisant différentes compilations de progiciels de fournisseurs. Puisque les progiciels privés (pour l'entrée de données sur place et la réalisation de cartes) étaient trop dispendieux pour les centres de recherche locaux, des partenariats ont été établis avec le Nova Scotia Centre of Geographic Sciences afin de rendre le programme plus « convivial ».

Sous l'autorité de Roger Mosher, un instructeur de programmation COGS, un programme conforme aux spécifications identifiées a été conçu. Puisqu'on lui prévoyait une utilisation mondiale, il devait respecter un dénominateur commun du moment : un système sur DOS plutôt que sur Windows. Ce système BioMon sur DOS s'est rapidement avéré archaïque pour les utilisateurs nord-américains et la tâche de programmer un système Windows a de nouveau été confiée à Roger Mosher.

En adaptant le programme à un système sur Windows, la structure a aussi été modifiée pour permettre l'intégration non seulement des parcelles de surveillance des forêts du SI/MAB, mais également avec l'idée d'ajouter davantage de modules de surveillance au système de base. Jusqu'à présent, BioMon peut convenir à l'entrée et au traitement des données à la fois pour les parcelles de surveillance des forêts du SI/MAB et les parcelles modifiées de Whittaker. En outre, la mise sur pied d'un module sur la surveillance des oiseaux forestiers est sur la bonne voie mais la continuité de ce module dépend de l'intérêt manifesté et de l'investissement accordé.

BioMon est le logiciel recommandé par le RESE pour la collecte de données dans le cadre de projets de surveillance. Ce programme respecte les normes internationales et les exigences canadiennes en matière de compilation de données. Il a été créé spécifiquement pour effectuer le répertoire, l'archivage et l'organisation des données sur les parcelles. Le logiciel peut aussi effectuer des analyses statistiques rudimentaires et fournir des cartes interactives détaillées sur l'emplacement des arbres au sein des parcelles. BioMon a parcouru un long chemin et a le potentiel de satisfaire à bien d'autres protocoles de surveillance.

numériques sont transférés en versions logicielles et sur des médias plus récents selon les nouvelles technologies. Toutes les données de base doivent rester au Centre des sciences des écosystèmes de Kejimkujik. Nous recommandons aux chercheurs de réaliser des copies de sauvegarde des données durant le projet et de laisser ces copies auprès du gestionnaire de l'information du parc, puisque pour des raisons trop nombreuses à mentionner, il est possible que la seule copie des données soit celle du parc. Dans bon nombre de cas, nous devrions être considérés non pas comme distributeurs de données mais plutôt comme archivistes qui contribuent à l'accessibilité à long terme des données en conservant une copie des données et des documents relatifs au projet.

Conclusion

À l'avenir, nous devrions pouvoir regarder dans le passé et comprendre les résultats d'un projet. De plus, les données recueillies maintenant devraient pouvoir servir aux futurs chercheurs pour des raisons qui ne sont pas nécessairement connues de nos jours.

Puisque l'efficacité d'un système se mesure à l'efficacité de ses composantes, le succès du système de gestion de l'information scientifique du parc national Kejimkujik et de tous les programmes de surveillance écologique s'appuie principalement sur les composantes de la gestion des données et des documents. La documentation n'est pas seulement essentielle à la réussite de ces systèmes mais elle est également indispensable à la durée des données au-delà du projet initial. Il a été suggéré que la documentation des processus est tout aussi importante, sinon plus, que le produit en soi. Rappelez-vous que la documentation est le premier élément d'information demandé lorsque quelqu'un enquête sur l'utilisation des protocoles de recherche et de surveillance ou des données.

Le concept de gestion et d'archivage des données est essentiel au succès des projets à long terme tels que les parcelles de surveillance de la biodiversité des forêts du RESE. Ceux qui effectuent des programmes de surveillance doivent se pencher sérieusement sur leur propre système de documentation et de gestion de l'information pour permettre l'utilisation des données à l'avenir par le Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques ainsi que ses partenaires.

Liste des figures et des tableaux

Figure 1 Organigramme de la gestion de l'information scientifique.

CHAPITRE 5
ÉTAT ACTUEL DE LA SURVEILLANCE DES FORETS AU CANADA

L'idée d'une surveillance à long terme de la biodiversité des forêts au Canada n'en est encore qu'à ses débuts. Au cours des sept dernières années, le RESE a bâti un réseau de surveillance des parcelles et des protocoles pour les systèmes forestiers canadiens. La plupart des parcelles n'ont subi qu'un seul inventaire et, dans de nombreux cas, la collecte de données n'a pas été complétée ou les données ne sont pas accessibles au RESE et à ses partenaires. Cependant, l'établissement de plus de 90 parcelles au cours de sept ans est assez remarquable et il est important de poursuivre cette lancée et de réunir ces sites individuels dans un cadre national.

Pour ce faire, il est nécessaire d'évaluer l'état actuel. Nous devons examiner quelles sont les orientations importantes à l'intérieur du cadre du RESE, ce que peut faire le BCRESE de façon réaliste, quels sont les aspects de la biodiversité forestière qui peuvent nous aider à comprendre les changements et leurs raisons et comment ces résultats peuvent être communiqués de manière opportune et efficace. En déterminant en premier lieu où nous en sommes exactement, nous pourrons aborder la question de l'orientation souhaitée.

Un examen de l'état actuel des parcelles de surveillance des forêts du RESE

La répartition des parcelles de surveillance des forêts du RESE est plus importante dans certaines régions (consulter le tableau 1). La majorité des parcelles se situent dans des régions à haute densité humaine (les plaines à forêts mixtes, la région maritime de l'Atlantique, le bouclier boréal et la région maritime du Pacifique). Alors que l'enquête initiale et la surveillance continue des parcelles nécessitent des investissements important en temps, argent et travail, il semble logique que la plupart des parcelles soient situées dans des régions où ces critères sont respectés.

Écozone	Nombre de parcelles	Écozone	Nombre de parcelles
Cordillère arctique	-	Extrême-Arctique	-
Maritime de l'Atlantique	17	Maritime du Pacifique	10
Cordillère boréale	2	Prairies	1
Plaines boréales	2	Bas-Arctique	-
Bouclier boréal	13	Taïga de la cordillère	-
Plaines hudsonniennes	2	Taïga des plaines	1
Plaines à forêts mixtes	39	Taïga du bouclier	-
Cordillère montagnarde	4		

Table 1. Sommaire de la répartition des parcelles connues dans l'ensemble du Canada par écozone. Total de 91 parcelles.

Des 91 parcelles de surveillance des forêts du RESE connues au Canada, le BCRESE a obtenu environ 40 différents types de sommaires de données et de questionnaires. À partir de cela, nous avons pu observé la répartition des parcelles parmi les différents organismes et organisations du gouvernement. Le tableau 2 illustre le nombre d'organisations ou de représentants qui participent à l'établissement des parcelles. Cela ne représente toutefois pas un aperçu exact des intervenants responsables puisque de nombreux programmes de surveillance sont des initiatives concertées entre plusieurs partenaires différents. Par exemple, la parcelle de Hockley Valley est située dans un parc provincial mais elle a été établie dans le cadre d'un programme de surveillance de la biosphère de l'Escarpement du Niagara.

Les parcs nationaux ont joué un rôle important dans l'établissement de bon nombre de parcelles de surveillance des forêts du RESE, peut-être en raison de l'utilité des parcelles de surveillance du RESE dans la détection rapide des changements ou des enjeux préoccupants. Les parcelles sont également des outils efficaces dans l'atteinte des objectifs de protection, d'éducation et de sensibilisation du plan de gestion d'un parc. Cependant, jusqu'à présent moins de la moitié des parcs nationaux ont établi des parcelles de surveillance des forêts du RESE. Peut-être qu'au cours des prochaines années, davantage de ces parcelles seront établies pour contribuer à l'évaluation de l'intégrité écologique de nos parcs nationaux.

Emplacements des parcelles	Nombre d'organismes et d'organisations participants	Nombre de parcelles
Office de protection de la nature	4	9
Centre éducatif	12	14
Parcs nationaux	14	24
Parcs provinciaux	2	2
Station de recherches/ Université/ Gouvernement	14	22
Autre (terres privées)	3	16
TOTAL	**49**	**87**

Tableau 2. Sommaire de l'emplacement des parcelles et des agents responsables dans l'ensemble du Canada. Les parcelles dont les responsables étaient difficiles à déterminer ne font pas partie du sommaire.

Environ 32 parcelles ont été établies dans des aires protégées à différents degrés. Alors que nous commençons l'examen des données recueillies au cours des sept dernières années, il est évident qu'il faudra attendre un certain nombre d'années avant d'observer l'information sur les tendances de l'état des aires naturelles canadiennes. Le système actuel procure des données de référence sur l'état actuel de différents écosystèmes forestiers.

L'enregistrement de la diversité biologique a comme but de jeter des bases factuelles pour répondre à des questions fondamentales sur l'évolution et l'écologie (mai 1992). Bien que les questions portant sur l'évolution ne soient pas de la plus grande importance sur le plan national ou même régional, les questions écologiques – la réaction des espèces face à certains agresseurs (humains, climatiques) et les changements dans la composition (en ce qui touche aux espèces introduites, aux changements dans les échelles de tolérance) s'appliquent davantage. Par conséquent, la prochaine étape logique consiste à déterminer jusqu'à quel point les parcelles de surveillance des forêts du RESE sont représentatives de la diversité des espèces d'arbres au Canada. Bien qu'il s'agisse d'une question très subjective, le tableau 3 brosse un portrait sommaire de la représentativité des parcelles par rapport à la végétation arborescente dans chaque écozone de par le pays. Seules les données de parcelles détaillées dans différentes écozones ont servi à ce sommaire, puisque toutes les parcelles ne possèdent pas de données accessibles pour l'évaluation. Si nous cherchons ce qui change en matière de biodiversité et la raison de ces changements, nous devons nous assurer que nous possédons une représentation précise de ce qui compose les écosystèmes forestiers canadiens.

Écozone	Nombre de parcelles dans une écozone	Nombre d'espèces dans les parcelles écozones		Espèces trouvées dans les parcelles par rapport à toutes les espèces dans l'écozone (%)
Taïga des plaines	1	2	16	12,5
Cordillère boréale	2	10	15	66,7
Maritime du Pacifique	7	23	45	51,1
Plaines boréales	2	6	23	26,1
Prairies	1	5	18	27,8
Bouclier boréal	5	19	55	34,5
Plaines à forêts mixtes	17	64	106	60,4
Maritime de l'Atlantique	4	16	57	28,1

Tableau 3. Nombre d'espèces comptabilisées lors des inventaires des parcelles de surveillance des forêts du RESE. Les espèces considérées comme cultivées ou introduites, ambiguës dans leur répartition ou sur le plan national et non enregistrées dans les parcelles n'ont pas été incluses. Les espèces indiquées par groupe (par ex. Salix) sont inscrites comme une espèce. (Adaptation de Ecosystem, Coastal and Marine Biodiversity, World Resources Institute).

Visiblement, les espèces d'arbres présentant de plus grandes répartitions et étant plus abondantes en nombre seront plus facilement comptabilisées par les parcelles de surveillance des forêts du RESE, alors que les espèces relativement rares qui se trouvent en petit nombre dans certaines écorégions risquent d'être sous-représentées ou introuvées. Il est toutefois intéressant de noter que dans plus de la moitié des écozones au sein desquelles il y a des parcelles, moins de 50 % des espèces d'arbres évaluées présentes dans ces écozones ont été enregistrées dans les parcelles de surveillance des forêts du RESE. Si nous évaluons nos données actuelles sous cet angle, il semblerait que les écozones ne soient pas bien représentées en matière de diversité des arbres. Cela illustre un besoin pour davantage de parcelles ou des parcelles réparties de façon égale dans l'ensemble d'une écozone en vue de saisir les

espèces particulières à la région. Bien qu'il y ait des lacunes dans l'information de surveillance, peut-être avons-nous suffisamment d'information sur la biodiversité pour commencer le suivi des effets de certains événements, changements et impacts sur la biodiversité forestière plutôt que des changements dans la composition des forêts seulement.

L'information résumée dans les tableaux 1, 2 et 3 n'est que la pointe du iceberg en ce qui touche l'information pouvant être recueillie dans les parcelles de surveillance des forêts du RESE. L'information végétale recueillie est très détaillée mais puisque les arbres d'une forêt réagissent lentement aux changements, il est primordial de procéder à la collecte d'information de base supplémentaire sur la biodiversité à l'aide de protocoles supplémentaires normalisés qui pourront fournir davantage d'information rapidement sur l'état changeant de notre milieu. Voilà pourquoi le RESE a entrepris l'élaboration et l'essai des protocoles énumérés au chapitre 3 (Attention Grenouilles!, Veille aux vers, Opération floraison etc.). C'est également la raison pour laquelle la dimension de parcelle de 20 x 20 mètres a été ajouté de façon à permettre la réévaluation annuelle et la surveillance particulière de certains indicateurs. Bien que tous les outils ne soient pas encore en place pour un réseau complet de surveillance intégré, nous sommes sur la bonne voie. Le RESE continuera d'apprendre et de s'adapter aux besoins et aux résultats en matière de surveillance.

Références

Burke, L., Kura, Y., Kassem, K., Revenga, C., Spalding, M. et D. McAllister. Avril 2000. *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems Biodiversity*. World Resources Institute. Information accessible en ligne au : http://www.wri.org/wri/wr2000/coast_page.html. (en anglais seulement)

May, R. 1992. *How many species inhabit the earth?* Scientific American 267: 42-48.

Liste des tableaux

Tableau 1. Sommaire de la répartition des parcelles connues dans l'ensemble du Canada par écozone. Total de 91 parcelles.

Tableau 2. Sommaire de l'emplacement des parcelles et des agents responsables dans l'ensemble du Canada. Les parcelles dont les responsables étaient difficiles à déterminer ne font pas partie du sommaire.

Tableau 3. Nombre d'espèces comptabilisées lors des inventaires des parcelles de surveillance des forêts du RESE. Les espèces considérées comme cultivées ou introduites, ambiguës dans leur répartition ou sur le plan national et non enregistrées dans les parcelles n'ont pas été incluses. Les espèces indiquées par groupe (par ex. Salix) sont inscrites comme une espèce. (Adaptation de *Ecosystem, Coastal and Marine Biodiversity, World Resources Institute*).

SOMMAIRE DES ETUDES DE CAS ET ANALYSE ET APPLICATION DES DONNEES RECUEILLIES

Études de cas

Parcelles de la biodiversité des forêts sur l'île Galiano

Angela Jean-Louis
Galiano Conservation Association

L'île Galiano abrite l'une des zones biogéoclimatiques les plus limitées du Canada : l'écosystème de la forêt côtière de sapins de Douglas. L'information sur la protection de la biodiversité de ce système est évaluée via l'utilisation du protocole du SI/MAB pour les forêts puisque ces inventaires offrent un cadre de recherche sur la biodiversité.

Utilisation de parcelles du Smithsonian Institute/L'homme et la biosphère (SI/MAB) à Kejimkujik : un bref examen

Cliff Drysdale, gestionnaire des sciences des écosystèmes
Parc national Kejimkujik

Des parcelles du SI/MAB ont été établies à Kejimkujik aux fins de formation et d'expérience, afin d'évaluer les résultats du protocole sur les répercussions à grande distance des polluants atmosphériques sur l'écologie des forêts acadiennes. Des protocoles connexes pour la collecte et la gestion de données ont simplifié les comparaisons de données avec d'autres parcelles de forêts couramment utilisées en Nouvelle-Écosse.

Programme de surveillance de l'Escarpement du Niagara en Ontario (ENO)

Anne Marie Braid
Surveillance de l'ENO, Commission de l'Escarpement du Niagara

Les protocoles du SI/MAB ont été adoptés dans le cadre du programme de surveillance de l'ENO en vue d'assurer le suivi à long terme des modifications de la biodiversité le long de l'Escarpement du Niagara. La surveillance est réalisée par des étudiants de la University of Waterloo, leur permettant d'acquérir des connaissances théoriques et pratiques sur la surveillance de l'environnement.

Changement atmosphérique et biodiversité

Don MacIver
Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada

L'unité thermique par modèle de diversité des souches de forêts, suggérée par Rochefort et Woodward (1992), offre des données de référence pratiques à l'aide desquelles il est possible d'examiner et d'évaluer les parcelles du SI/MAB (à savoir ce qui est prévu par opposition à ce qui est observé), particulièrement le long de l'Escarpement du Niagara dans le sud de l'Ontario.

Sommaire du rapport préliminaire sur les dommages causés par la tempête de verglas

Martin Lechowicz
Département de biologie, Université McGill

En janvier 1998, la région allant de Kingston, à l'est de l'Ontario jusqu'aux provinces des Maritimes, a été frappée par la pire tempête de verglas du siècle. Avant cette tempête de verglas, quatre parcelles permanentes de surveillance de la biodiversité des forêts avaient été établies dans la région. Une évaluation quantitative des dommages causés dans les quatre parcelles a été réalisée à l'aide des protocoles du SI/MAB et du ministère des Ressources naturelles du Québec.

Réserve de la biosphère de Long Point
Brian Craig
Conseiller scientifique du réseau, RESE
Christine Rikley
Étudiante de premier cycle en études de l'environnement et des ressources, University of Waterloo

La Réserve de la biosphère de Long Point a adopté le protocole du SI/MAB comme partie intégrante d'une initiative à long terme de surveillance de la biodiversité des forêts. La collecte des données sur la végétation et les salamandres a été effectuée par des élèves de l'élémentaire et du niveau secondaire depuis 1995. Les résultats ont donné de l'information sur les causes de déclins chez les cornouillers de la Floride.

Centre pour les expériences de recherche sur l'atmosphère
Don MacIver
Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada
Marianne Karsh
Directrice exécutive, Arborvitae

Le Centre pour les expériences de recherche sur l'atmosphère (CARE) a été établi en 1988 et il est le site expérimental national du Canada pour faire l'essai de l'instrumentation atmosphérique de même que pour détecter les changements atmosphériques à long terme. Une étape importante entre 1988 et 1994 a été la localisation de tours de recherche dans une parcelle du SI/MAB comme regroupement de la surveillance de la biodiversité et de l'observation atmosphérique.

Parcelles jumelées
Alice Casselman
Association for Canadian Education Resources

Le programme de surveillance communautaire a été conçu avec l'idée que des non-spécialistes seraient en mesure de recueillir des données exactes d'information sur la biodiversité des forêts. Des parcelles jumelées ont été établies, l'une pour la démonstration et la formation, et l'autre à l'usage des chercheurs.

SI/MAB au YUKON ou comment mesurer des parcelles de petites épinettes sur les collines
Joan Eamer
Environnement Canada, Yukon

L'application d'une méthodologie conçue pour les forêts tropicales humides aux forêts septentrionales de conifères pose des défis intéressants. Dans ce document, il y a une liste des adaptations effectuées à la méthodologie du SI/MAB à ces conditions.

Cartographie biorégionale de la parcelle de la biodiversité de l'île de Toronto
Marianne Karsh
Directrice exécutive, Arborvitae

Les cartes biorégionales sont axées sur la collectivité et elle communique une histoire en images et en mots. Dès qu'une carte biorégionale est complétée, elle devient la base de connaissances sur laquelle s'appuient la planification de scénarios.

Analyse et application des données recueillies

La question de la biodiversité
Don MacIver
Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada

Un résumé de deux documents clés : La Stratégie canadienne de la biodiversité et l'Évaluation scientifique de la biodiversité, qui ont servi à ratifier l'engagement du Canada à la Convention sur la diversité biologique.

Cadre de la biodiversité

Don MacIver

Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada

Un moyen possible de conceptualiser et de réaliser le cadre des différents objectifs et usages des parcelles de forêts du RESE.

Comparaisons nationales

Marianne Karsh

Directrice exécutive, Arborvitae

Ce document présente une méthode possible d'analyser les données produites par les parcelles de forêts du RESE. Les données et l'information recueillies à partir de 40 parcelles sont résumées et utilisées pour réaliser des courbes de la diversité, ce qui donne davantage de poids aux espèces les plus abondantes, pour différentes régions de par le Canada et dans le monde.

Ci-joint comprend les documents, rapports et études de cas de différents partenaires tels que reçus à l'origine et sur lesquels ce rapport s'est appuyé.

CASE STUDIES

Forest Biodiversity Plots on Galiano Island

Angela Jean-Louis

Through community-based land trusts, monitoring plots have been set up on Galiano Island. The loss of biodiversity has become an area of concern as the island is home to important ecosystems. The SI/MAB protocols for ecological monitoring plots are in use by the Galiano Conservancy Association as a framework for biodiversity research.

Galiano Island encompasses some 6,000 hectares of coastal Douglas-fir ecosystem which is one of Canada's most limited biogeoclimatic zones. This zone is also one of the most vulnerable zones to population encroachment. It lies at the edge of Canada's third largest metropolis (Greater Vancouver) in a narrow band around the Strait of Georgia, through an area of rapid coastal development along Vancouver Island's eastern shore and at the foot of the Coastal Range of British Columbia. Less than two per cent of the coastal Douglas-fir zone is protected and almost none remains unaltered by resource extraction and settlement that began only one hundred and fifty years ago.

The Galiano community has long valued the beauty and fragility of its landscape. Setting aside conservation areas has been a tradition for many years. Now over fourteen percent of the island lies in parks and reserves that all have a conservation objective in common. The Galiano Conservancy Association began a decade ago as one of Canada's first community-based land trusts. It has secured land in protected status through outright purchase, partnerships, co-management and conservation covenants. These projects have succeeded through cooperation with local, regional, provincial, federal governments, industry, national and provincial Non-Governmental Organizations (NGOs), nearby universities, and members and supporters of the Galiano Conservancy.

The establishment of protected areas is only one conservation strategy for the Galiano Conservancy. Many public education projects focus on conservation awareness in the community, since most of the island lies in private ownership, surrounding the designated conservation reserves. No matter how successful we are at promoting conservation, the responsibilities of land stewardship require that we confront our understanding of how well this conservation is, in fact, protecting biodiversity. The Smithsonian Institution / Monitoring and Assessment for Biodiversity (SI/MAB) protocol for forest inventories offers a framework for biodiversity research.

Galiano Island

In 1996, the Galiano Conservancy established a conservation agreement between key provincial and federal agencies, and NGOs to protect and designate the Pebble Beach Reserve. Conservation values for the 322-acre Reserve include management objectives for monitoring the natural composition and function of the coastal Douglas-fir and associated ecosystems. To pursue this possibility, in 1995 and 1999, the Galiano Conservancy gained formal training to follow the international SI/MAB forest inventory protocols.

Being home to an array of forest types, the Pebble Beach Reserve stands out as an unparalleled site for biodiversity studies. The area consists of a rare remnant of old-growth, a naturally regenerated second growth and a healthy young Douglas-fir plantation. This unique area offers an opportunity to implement comparison studies and monitor contrasting biodiversity among these different stands on adjacent permanent plots.

In 1999, our initial SI/MAB project established the first monitoring plot in the Reserve and conducted an initial baseline tree inventory. In order to extend the knowledge base of these local systems, additional inventories will be conducted here on various ecosystem components in the future. The summer of 2001 will see two additional plots added. Subsequent inventories, slated for the future, will include shrub layer species, mosses and lichens, fungi, invertebrates, birds, mammals and amphibians. Analysis of even the most rudimentary data collected over time will record baseline biodiversity characteristics never available before and evidence of the ecosystem's dynamics.

Better understanding of the way complex natural systems function can contribute to more effective land stewardship on Galiano Island and elsewhere in the coastal Douglas-fir zone. Raising public awareness about the consequences of disrupting ecological relationships and about the rehabilitation of natural system functioning may begin to slow biodiversity loss.

In focusing on education and research, the Galiano Conservancy Association's biodiversity monitoring programme not only upholds its conservation objectives but also contributes to raising provincial appreciation that a priority on appropriate land use planning and management is the only safety net for this rare and threatened ecosystem.

Smithsonian Institution/Man and the Biosphere (SI/MAB) plot use in Kejimkujik: A Brief Discussion

Cliff Drysdale

Smithsonian/MAB Plot Application in Kejimkujik

Use of SI/MAB Forest Biodiversity Monitoring plots in Kejimkujik National Park and National Historic Site began as both a training exercise and an experiment to evaluate the SI/MAB plot protocol for monitoring the impact of long range transport of air pollutants on Nova Scotia Acadian forest ecology. The 1 hectare SI/MAB plot, with its twenty five 20 x 20 metre quadrats, also appeared to be large enough to explore opportunities for site-based relational analysis of data sets resulting from multi-disciplinary biodiversity and ecological process studies. The SI/MAB plot configuration, and associated protocols for data collection and management, have facilitated data comparisons with other commonly used forestry plots in Nova Scotia.

The first two SI/MAB plots were installed in Kejimkujik in April 1994. Site selection was limited because snow remained on much of the forest floor and access to a variety of forest types was restricted. Plot 1 was installed in a mixed hardwood stand, while Plot 2 was placed in a mixed softwood stand. Both sites were representative of typical park forests and the plots were intended to serve as a basis for subsequent studies at the landscape scale. Participants in the plot installation exercise came from a variety of government agencies, academic institutions and industry.

As a consequence of the creation of these first two plots, significant interest was generated in multi-disciplinary, plot-based monitoring from two perspectives.

First, a variety of research agencies and educational institutions recognized the opportunity to carry out site assessments for a variety of abiotic and biological components at the plot sites: forest microclimate, soil chemistry, basidiomycete and decay fungi, lichens, micro-invertebrates, forest canopy lepidoptera and forest bird sampling studies have since been initiated. In some cases longer term monitoring and replicate sampling has been implemented.

Cliff Drysdale instructing a training session.

Second, representatives of the forest industry expressed interest in having SI/MAB plots installed on their land to help evaluate harvest and sylviculture techniques. This led to the installation, by student employees and adult trainees, of three more SI/MAB plots and replicate quadrats outside park boundaries on commercial forest lands of Bowaters-Mersey Paper Company, N.F. Douglas Lumber Company and Harry Freeman and Son Lumber Company Limited. The installation of these plots led to co-operative efforts in establishing control sites inside the National Park, monitoring forest birds, monitoring ground vegetation and studying tree regeneration associated with plot locations on working landscapes. More recently, an SI/MAB plot has been installed at Thomas Raddall Provincial Park on the Atlantic Coast. The first plots are now being remeasured to determine tree recruitment, growth and mortality.

Concurrently Kejimkujik staff, faculty from the Nova Scotia Centre of Geographic Science, and the Smithsonian Institution have collaborated in further development of BioMon software, which supports data management requirements for the SI/MAB plot based monitoring.

Results

The remeasurement results of forest tree species within Kejimkujik SI/MAB Plots 1 and 2 have yet to be fully analysed following resampling in 1999. The early spring installation in 1994, before leaf-out, made initial discrimination of dead versus live trees subject to error, although this has subsequently been corrected. Similarly, use of two different dbh measurement tools (tapes and tree calipers) may have initially resulted in reduced accuracy and re-measurement became necessary. The original SI/MAB protocol did not require the measurement of dead standing trees; this process was adopted with initial Kejimkujik plot installation. It is expected that the ongoing monitoring and re-assessment of these plots will benefit from the experience gained during the first monitoring cycle.

The results from the variety of associated plot studies carried out on the substrate and on a variety of biotic elements in Plots 1 and 2 have provided a significant amount of valuable information.

- Soil chemistry analysis determined that calcium values at the sites were among the lowest in North America, further substantiating concern about sustainable acid deposition levels and the potential impact to sustainable forestry on working landscapes.
- A number of fungus species new to Nova Scotia were identified.
- Studies of forest soil invertebrates examined the collembola, mites, soil mollusca and myriapoda. Among a variety of findings, it was determined that the majority of myriapoda found at the study sites were exotic species.
- The forest canopy lepidoptera monitoring at the site of Plot 1 identified new species for Nova Scotia, including a hybrid of pine and spruce budworm.
- The first records of gypsy moth for inland Nova Scotia were made at Plot 1.
- A variety of acid sensitive lichens and basidiomycete fungi were also identified on the plots.
- While the forest bird monitoring study carried out in association with the plots has yet to be completed, preliminary results of comparison with the plots in harvested areas outside the park (N.F. Douglas Lumber Company and Bowaters Mersey Paper Company plots), with controls in Kejimkujik, have proven to be extremely informative with respect to bird biodiversity and territoriality in managed forests versus natural areas .

Bug bucket from Lepidopteran inventory.

The use of SI/MAB plots on Bowaters Mersey Paper Company commercial forest land has been augmented with a variety of other sampling techniques to evaluate changes in ground vegetation including red spruce regeneration. This project is on-going and has received additional funding from the National Science and Engineering Research Council (NSERC) fund.

Maintenance of the microclimate tower installed adjacent to Plot 1 has been quite problematical because of logistical concerns and some technical difficulties. Data from this installation has been sparse to date.

The revision to the Biomon software as carried out by Nova Scotia's Centre of Geographic Sciences and Kejimkujik staff has proven to be very effective. The current software appears to be very flexible and robust.

Conclusions

The long-term nature of plot based monitoring precludes a definitive analysis of results from the sampling activity at Kejimkujik, however it is possible to draw some general conclusions about the use of SI/MAB plots.

- The full one hectare SI/MAB plot should be considered as one of a variety of measuring and monitoring tools. Its use should be based on its relevance in context with the research and monitoring objectives identified prior to plot site selection. The utility of the 20 x 20 metre plot should also be considered, depending on the application required. The SI/MAB quadrat is supported by the same software, but does not require the same time investment to install. This is an important consideration of multiple plot replicates and controls are required.

- Care should be taken to ensure sufficient replication and controls are developed if results are to be extrapolated to a larger geographic area. The new BioMon software is also flexible enough to allow configuration of quadrats to comply with site characteristics.

- Careful attention to the standardized measurement protocols is essential, particularly if installation teams change from year to year. Even professionals can be tempted to depart from use of standard protocols, to the detriment of quality results. Vigilance is essential.

- The SI/MAB plot appears to be an excellent tool for educational purposes, which can simultaneously address monitoring needs. Kejimkujik has used students extensively for plot installation. Their results appear to be at least as accurate as those of adults in this endeavour. Students have repeatedly commented that their participation has been an important learning and team building experience.

- Use of SI/MAB plot based monitoring, as part of a partnership with other land users, offers an excellent opportunity to advance cooperation and dialogue among parties who may not normally collaborate.

Ontario's Niagara Escarpment (ONE) Monitoring Programme

Anne Marie Braid

The Ontario Niagara Escarpment (ONE) programme, using SI/MAB protocols, has been established to track long-term biodiversity changes along the Niagara Escarpment. As part of a block field course, students from the University of Waterloo are responsible for collecting information within the plots which provides them with theoretical and practical knowledge of environmental monitoring.

Monitoring Forest Biodiversity as part of the Ontario's Niagara Escarpment (ONE) Monitoring Programme

The Niagara Escarpment Plan, Canada's first large-scale environmental land use plan, came into effect in 1985. The Plan implements the Niagara Escarpment Planning and Development Act, the purpose of which is "to provide for the maintenance of the Niagara Escarpment and lands in its vicinity as a continuous natural environment, and to ensure only such development occurs as is compatible with that natural environment".

Inventorying ground vegetation at Skinner's Bluff.

The Niagara Escarpment Plan establishes land use policies along the Escarpment that work towards: (1) protecting and enhancing unique ecologic and historic areas; (2) maintaining and enhancing water resources; (3) providing opportunities for outdoor recreation; (4) maintaining and enhancing open landscape character; (5) providing public access; and (6) ensuring all land use is compatible with the purpose of the Act.

Measuring dbh at Cabot Head.

Ontario's Niagara Escarpment (ONE) Monitoring Programme is a long-term monitoring strategy to assess whether the policies of the Niagara Escarpment Plan are adequate to achieve the purpose of the Act. It is designed to monitor the linkage between land use change and ecosystem status and to examine the cumulative environmental effects of development. The objectives of the ONE Monitoring Programme are taken directly from the Act. These objectives address: terrestrial ecology, water, recreation, open landscape character, public access and land use. The objectives are translated into questions which the monitoring programme can answer.

As part of the terrestrial ecology objective of the ONE Monitoring Programme, Smithsonian Institute Man and Biosphere (SI/MAB) protocols were adopted to track long-term changes in forest biodiversity in permanent plots along the Escarpment. Relatively undisturbed or "control" plots are located in areas along the Escarpment that have the highest level of protection. Control sites will eventually be compared with disturbed or "pressure" sites to achieve a greater understanding of the effects of development on the natural environment. Sites are selected based on a number of criteria, which are:

- for control sites, lack of human pressure and high ecological health of the area;
- for pressure sites, proximity to a recent or planned (within the next two years) major stress;
- proximity of existing monitoring programmes or other past data collection;
- suitability / likelihood of the site for the establishment of other monitoring programmes;
- co-location of component types (i.e. forest, wetland, old field);
- likely presence of "indicator" (rare or significant) species;

- proximity of a compatible control or pressure site; and
- long-term security of the site and approval by the regulating agency.

SI/MAB plots also provide the opportunity for additional research activities, such as monitoring tree health and ground vegetation. Students who collect the data are provided with an educational experience. The data collected in the plots can build on the information gathered through other programmes, such as the Forest Bird Monitoring Programme of the Canadian Wildlife Service.

University of Waterloo Environmental Monitoring Course as a model for SI/MAB plot establishment

Since 1996, second-year University of Waterloo students have been collecting forest biodiversity data in Smithsonian Institute Man and Biosphere (SI/MAB) plots along the Niagara Escarpment as part of a block field course in Environmental Monitoring. The course is held through a partnership between the Ontario's Niagara Escarpment (ONE) Monitoring Programme of the Niagara Escarpment Commission, the Ecological Monitoring and Assessment Network, the Ministry of the Environment and the University of Waterloo. To date, students have established plots at the Hilton Falls Conservation Area, Hockley Valley Nature Reserve, Cabot Head Nature Reserve, Hope Bay Nature Reserve and Skinner's Bluff Management Area.

The course is designed to provide students with theoretical and practical knowledge of environmental monitoring in the context of the Niagara Escarpment Biosphere Reserve. It is scheduled during the last two weeks of August. Students stay at group camping facilities for the duration of the course. Generally, the course consists of three main components:

1. Instructors and a variety of guest speakers provide an overview of the Niagara Escarpment Commission, the ONE Monitoring Programme, the international Man and Biosphere Programme, biosphere reserves and Escarpment monitoring activities.

2. A field component provides students with "hands-on" experience in implementing an international protocol. Teamwork is an important part of this component.

3. Students are involved in data entry using BioMon and are responsible for field checks to verify the collected information.

In addition to the SI/MAB protocol, students are also exposed to other monitoring techniques, such as tree health, shrub/sapling layer and herbaceous layer monitoring.

The University of Waterloo Environmental Monitoring course is an excellent way to create an educational experience for students and at the same time a means of collecting data that the ONE Monitoring Programme can analyse for long-term changes in forest biodiversity.

Atmospheric Change and Biodiversity

Don MacIver

As changes in biodiversity have now been linked to changes in atmosphere, forest biodiversity monitoring plots can provide baseline data on atmospheric related variation in ecosystems. SI/MAB plots can be evaluated based on a heat unit from family diversity models which identify whether biodiversity within plots correspond with the expected biodiversity of the current climate.

The atmosphere is dynamic, changing and extreme. The atmosphere influences processes at all levels of biodiversity and their many interrelated populations. It is difficult to think of a biodiversity process that is not directly or indirectly adapting to a changing atmosphere. Many components of biodiversity are naturally adapted to a certain

degree of atmospheric variability (i.e. climate variability) and will migrate or go extinct depending upon the rates of atmospheric change (i.e. climate change).

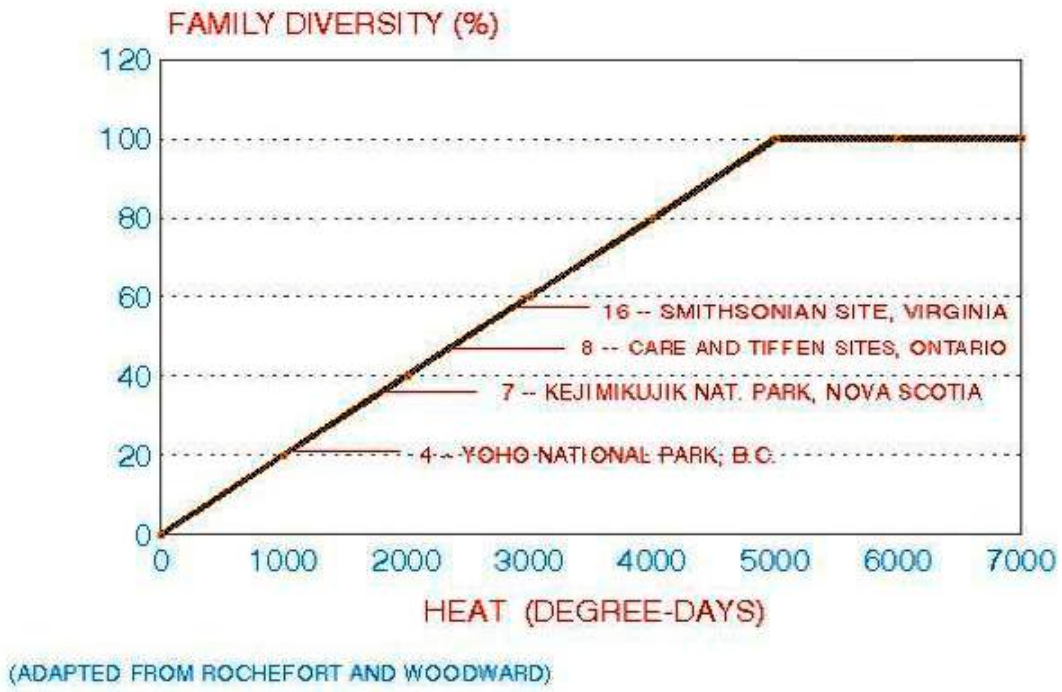


Figure 1. Basic heat by Family biodiversity (forest) baseline plus SI/MAB sites.

Heat is a powerful trigger. Changes of 1 or 2 degrees centigrade translate into significant biological impacts, adaptations and vulnerabilities. The heat unit by family diversity model for forests, suggested by Rochefort and Woodward (1992), provides a useful global baseline against which to examine and evaluate SI/MAB plots (i.e. expected versus observed). The heat unit is the accumulation of heat above the base temperature of 5C commonly referred to as growing degree days (GDD). In addition, this basic relationship, illustrated in Figure 1, served as an effective diagnostic tool to identify plots where the biodiversity was or was not in equilibrium with the present climate.

Further, this baseline relationship also served as an essential transfer function when merged with the long-term bioclimate maps for Ontario (Watson and MacIver, 1995). The spatial variability of climate-based biodiversity was mapped and then subjected to a $2xCO_2$ atmosphere, using climate change scenarios to calibrate and again map, the anticipated and future changes in biodiversity (MacIver, 1998). This mapping technique also helped to identify areas in southern Ontario that will require enhanced conservation practices for the adaptability of native species, including areas that will be vulnerable to invasive exotic species which will serve as critical early-warning sites for detecting the presence of invasive exotic species.

The SI/MAB plots provided initial verification of the family diversity baseline nationally, but more importantly, allowed for the construction and calibration of the biodiversity baseline for mixedwood forest species due to the abundance of the SI/MAB plots located across ecological, climate and chemical gradients in southern Ontario. Figure 2 depicts this gradient analysis approach and the relative linearity of the basic heat by family biodiversity relationship for mixedwood forest sites from Long Point on Lake Erie to Tiffin on Georgian Bay (MacIver, 1999). In addition to climate variability and change, there are many atmospheric processes that directly affect the structure and functioning of ecosystems and hence, the changing state of biodiversity. These include weather extremes, increased UV-B; acid deposition; increased levels of ground-level ozone and other photochemical pollutants; and suspended particulate matter and hazardous air pollutants.

Many existing biological and atmospheric monitoring systems collect systematic observations using inventory-type protocols and schedules to record, archive and detect changes. Few abiotic and biotic observations have been collected over the long-term at the same site. Even fewer databases, such as climate, have the universality to provide the connecting spatial linkages with site-based biological observations. However, the geo-referencing of these data observations allows for the spatial mapping and overlaying of different thematic surfaces which, in turn, led to the development of an Integrated Mapping Assessment Project (IMAP). Initiated in 1999, IMAP is on the web at http://www.utoronto.ca/imap/start.htm (MacIver et al. 1999).

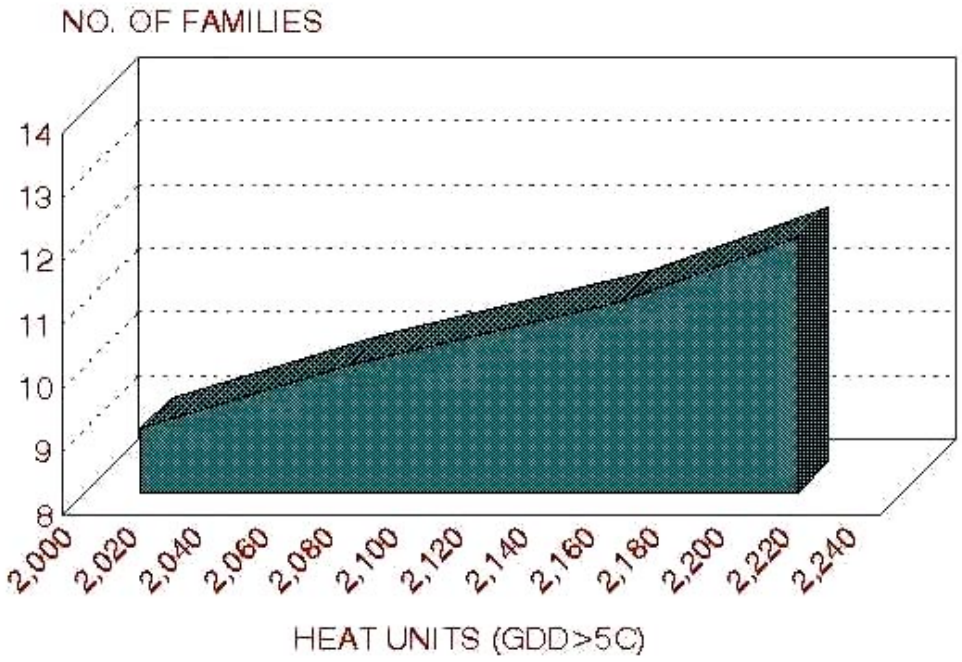
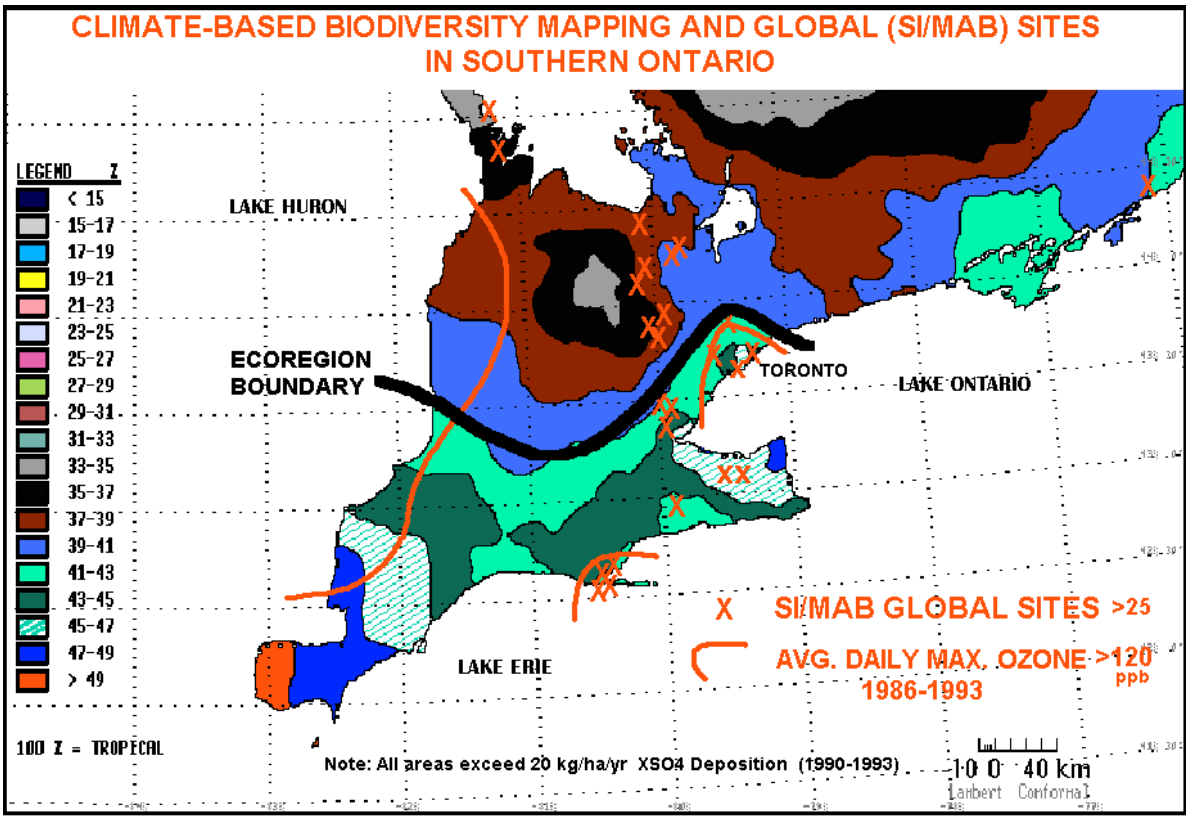


Figure 2. Heat by Family biodiversity for mixedwood forests in southern Ontario, based on SI/MAB plot observations.

For example, if the cumulative impacts of the chemical atmosphere are layered onto the climate-based biodiversity map for southern Ontario (Figure 3 - Legend % refers to percentage of tropical biodiversity as described by Rochefort and Woodward), along with the location of some of the SI/MAB plots, it becomes apparent that human intervention and management is needed to reduce cumulative atmospheric stressors, to rehabilitate and adapt native biodiversity and to reduce the potential for invasion of native vegetation by exotic species (MacIver, 2000).
To further illustrate this conservation challenge, Long Point on Lake Erie, an international biosphere reserve with some of the greatest biodiversity in southern Ontario, is subject to the highest loading of ground-level ozone, high UV-B (latitude), exceedences of acid deposition targets, increasing heating and future global warming, and is surrounded by a highly altered agricultural landscape. The advantage of undertaking climate-based studies in the forest monitoring plots located in the Long Point Biosphere Reserve helps us to obtain quick and relevant information on the changing state of biodiversity.

The SI/MAB plots, using global protocols, perform many integrating tasks and have proven useful in identifying the effects of atmospheric variability and change. It is recommended that more SI/MAB plots be established across ecological, chemical and climate gradients in highly altered landscapes in Canada to detect change and adaptation responses.



Sources: Atmospheric Change and Biodiversity (Maciver, 1997); 1997 Canadian Acid Precipitation Assessment and the 1980-1993 Ground-Level Ozone and Its Precursors (Data) Assessment (1997), Environment Canada and Science Program

Figure 3. Cumulative impact of the chemical atmosphere; climate-based biodiversity and SI/MAB observation sites.

Canada can ill-afford to lose even one native species or ecosystem compared to the relative richness of more southerly countries.

References

Auld, H. & D. MacIver. 1999. Integrated Mapping Assessments of Changing Vulnerability and Variability in Climate, Biodiversity, Land-Use and Built Environments. In Proceedings of a Workshop on Decoding Canada's Environmental Past, Environment Canada.

MacIver, D. 1998. Atmospheric Change and Biodiversity. Environmental Monitoring and Assessment, 49:177-189.

MacIver, D. 1999. Maps Link Atmosphere and Biodiversity, S & E Bulletin 14, Environment Canada.

MacIver, D. & B. Watson. 1995. Bioclimate Mapping of Ontario. Environment Canada, Downsview, Ontario.

Rochefort and Woodward. 1992. Effects of climate change and doubling of CO_2 on vegetation diversity, *J. of Exp. Bot.* 43: 1169-1180.

List of Figures

Figure 1. Basic heat by Family biodiversity (forest) baseline plus SI/MAB sites.
Figure 2. Heat by Family biodiversity for mixedwood forests in southern Ontario, based on SI/MAB plot observations.
Figure 3. Cumulative impact of the chemical atmosphere; climate-based biodiversity and SI/MAB observation sites.

Summary of Preliminary Report on Ice Storm Damage

Martin Lechowicz

Four permanent SI/MAB monitoring plots had been set up in Eastern Canada prior to a damaging ice storm that occurred in the winter of 1998. Evaluation of these plots after the storm has allowed for the assessment of damages to the natural environment and has also given baseline data that can now be used to pursue research on ecological recovery.

Summer 1999, Mont St. Hilaire.

In January 1998, the area from around Kingston, Ontario east to the Maritime provinces was struck by the worst glaze ice storm of the century. The most heavily hit regions centred on St-Jean-sur-Richelieu to the south-east of Montrϑal, Quϑbec. The Mont St. Hilaire Biosphere Reserve lies within this zone of greatest damage and the old-growth forests in the reserve were indeed devastated by the storm. The impact of the storm was concentrated in the valley of the St. Lawrence River.

Prior to the ice storm, four permanent forest biodiversity monitoring plots had been established in this region: 1) two sites at the Mont St. Hilaire Biosphere Reserve, Quϑbec, 2) a site at Gananoque, Ontario and 3) a site at Ste-Hippolyte, Quϑbec. SI/MAB protocols were used to collect data on the forest composition and structure at the four sites. Quantitative assessment of the damage to all four of the 1-ha plots was made. As the Mont St. Hilaire Biosphere lay within the zone of greatest damage, a more global estimate of damage within the forests of the Mont St. Hilaire Biosphere Reserve was made by sampling 117 circular quadrats (6-m radius) placed randomly over the entire mountain. Trees were scored for damage using a scale employed by the Quϑbec Ministry of Natural Resources in their province-wide estimates of the effect of the ice storm.

The forests at the Ste-Hippolyte and Gananoque SI/MAB plots were younger and differed in composition than the two plots at the Mont St. Hilaire Biosphere Reserve. Any differences in damage by the ice storm at the sites was therefore reflected in the combined influence of regional and local variation in the intensity of the storm and in the differences in the vulnerability of different tree species to ice damage.

In terms of the damage to individual trees, most of the common canopy species were, on average, equally damaged at a given site. The damage caused to the trees by the ice storm was ranked on a scale of 1 (not or almost not affected) to 5 (severely affected to fatal). The majority fell between “25-50% loss of canopy branches” and “more than 50% branch loss but less than total loss of canopy form”. This was an indication that many trees were very badly damaged and subsequently may not be able to recover from the storm. There is little quantitative data in the literature, but indications are that canopy damage, in excess of 50%, will lead to the death of many species. It will be interesting to track individual stems in these plots over the next five to ten years to establish reliable data on the fate of stems and species with different amounts of branch loss.

Down wood

In terms of the forest as a whole, it was clear walking around the Mont St. Hilaire Biosphere Reserve, in the summer after the storm, that almost all sectors had drastically less shade at ground level than in previous years. There was an immense amount of down wood on the forest floor, a tangle of branches through which it was almost impossible to walk. Sugar maple, which was the most abundant tree at the site, also comprised the largest part of the down biomass, but red oak and beech contributed nearly as much debris. These three species accounted for over 90% of the down biomass on the mountain as a whole.

In the past, damage caused by ice storms was documented, but rarely followed up with recovery research. By studying the long term effects on the mortality and recovery rates of the trees in these plots, information that may be useful in predicting mortality and recovery rates, and possible outcomes of future drastic weather events (particularly if predictions that climate change will bring increased risk of extreme storm events are true) will be gathered.

Long Point Biosphere Reserve

Brian Craig

The Long Point World Biosphere Reserve adopted the SI/MAB protocol as part of a long-term monitoring initiative in order to;

- to monitor and compare forest change in protected areas versus the working landscape;
- to provide a quality learning experience for students by engaging them in data collection efforts;
- to raise the profile Backus Woods, one of the best examples of Carolinian forest remaining in Canada, as an international network monitoring site; and
- to contribute data to the international biosphere reserve monitoring network.

Since 1995, four one-hectare monitoring plots have been established: two in Carolinian forest (Backus Woods and Wilson Tract) and two in Oak-Savannah forest (Turkey Point Plots 1 and 2). The re-inventory of Backus Woods in 2000 revealed an alarming trend in the number of dead standing *Cornus florida* – Eastern Flowing Dogwood, a species which reaches the limit of its northern distribution in southern Ontario – which increased from 15% to 46% over a five year period (Figure 1). Samples were analysed by the

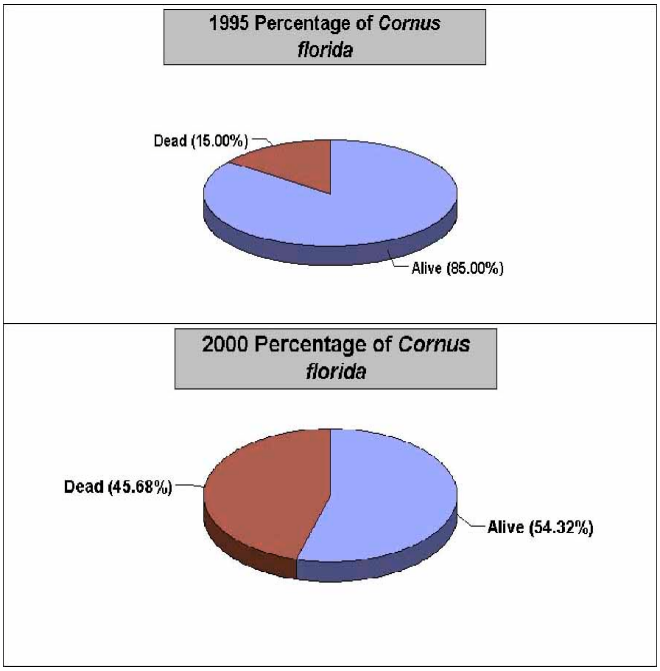


Figure 1. Percentage of alive and dead Cornus florida, Backus Woods, in (a) 1995 and (b) 2000.

Canadian Forest Service and the cause has been attributed to *Discula destructiva* (Dogwood anthracnose), a fungus believed to be recently introduced in Canada, possibly on nursery stock from Asia (Britton, 1994). Left unchecked, Dogwood anthracnose has the capability to destroy most of the eastern flowering dogwood in Ontario within the next five to ten years (Frontline Express, Canadian Forest Service, 2001).

A 30 metre climate tower was erected in a closed canopy mature Carolinian forest in 1996, adjacent to the Wilson Tract plot. The station was installed as part of an EMAN initiative to collect climate data with the intent to relate that information (where applicable) to changes in forest composition. Utilising a Campbell Scientific data logger hourly air temperatures at 3, 7, 11, 15, 25 and 30 metres, soil temperatures in the humus and at a depth of 5, 10, 25, 50, and 100 centimetres; and photosynthetic radiation has been collected continuously. Interestingly, the soil in the plot has not frozen over the past four years. Whether this is a recently developed "trend" or this is something that has been occurring for a number of years remains to be seen. It will be very important to maintain the climate station in order to continue to monitor this situation.

A salamander cover board survey at Backus Woods and Wilson Tract was initiated in 1997. Salamander abundance data has been collected on a weekly basis from March to November, 1998-2001. These data are currently being analysed to determine:

- if different types of boards influence the number of salamanders found,
- how many weeks of the year the boards should be surveyed for effective sampling and
- what is the optimal number of boards needed per plot to effectively monitor Plethodontid salamander population trends (over the long-term).

The results of this analysis will serve as the basis for the development of salamander monitoring protocols for eastern Canada. It is hoped that over the next couple of years, these results will also contribute toward the development of salamander monitoring protocols in western Canada.

Engaging students in the collection of tree inventory data from several of the plots has proven to be very successful. In 1995, fifteen grade 8 students were selected to participate in a five day monitoring camp. The students received rudimentary training in tree identification and tagging, tree mapping, and data entry using the BioMon programme. While undergraduate summer student employees, during all tree identification and tagging, supervised the elementary students, the elementary students accurately mapped all of the quadrats without supervision. The data collected by the elementary students was subjected to an audit by Environment Canada and was found to be reliable. It has been our experience at the Long Point Biosphere Reserve that when provided with the proper training and support, elementary school-aged student volunteers are a competent and cost effective means of collecting basic inventory data.

Since the inception of the annual camp in 1995, many students have continued to participate. Of these participants, twelve students were asked to generate a list of reasons, in their own words, for participating in the monitoring camp. Each student then ranked their top three choices from the group list of 28 reasons. Based on this ranking, the following reasons for participating in the camp were obtained.

Top 10 Student Reasons for participating in Long Point summer monitoring camp

1. Doing something for the environment.
2. Fun being with your friends.
3. Leadership has high expectations.
4. Like being outdoors.
5. Unique opportunity.
6. Efficient way to learn.
7. Meeting and working with new peers.
8. Challenging.
9. Fun to do something different.
10. Working with professionals.

It is significant that the second most important reason for participating in the camp was "Fun being with your friends". Of paramount importance to a successful student monitoring camp are planned recreational activities that contribute to building a strong team and individual self-esteem.

A Student's Perspective at Long Point

Christine Rickley

Christine working hard.

During the summer of 1995, Brian Craig who was a local teacher at the time, approached me to see if I would be interested in participating in a week-long camp where I, and other students my age, would be collecting scientific data in a nearby conservation area. As I was thirteen years old, I took this proposition as the perfect opportunity to go camping and to have fun with other students from my school. Now, after over five years of being involved in the camp, I have realised that it has provided me with a lot more than just friends and good times.

By becoming involved in that first year, the experience has completely changed my attitude and outlook on the environment, and the work being done to conserve and manage it in a sustainable matter. I, and many of the other students involved throughout the years, have developed a respect for the importance of monitoring changes occurring in our world and identifying what the possible causes are for these changes.

The camp gave us the opportunity to learn science in a hands-on environment; we learned different sampling techniques and what types of indicators can be used to conduct such studies.

By participating in fieldwork with scientists from our area, as well as across Canada, I developed an understanding of why so many have become so dedicated and loyal to their particular interest within the environmental field; why it is important for people like me to follow in their footsteps. This aspect, as well as my love for the environment that has developed and grown over the past years in the monitoring camp, is what has driven me to pursue a degree in Environment and Resource Studies. Without the experiences that I had attained through this project, I am sure my life would have never steered itself in its current direction .

For those students who may not pursue careers in the environmental field, I am sure they too will carry the same love and respect for the environment throughout their lives.

References

Britton, K.O. 1994. Dogwood anthracnose. Pp 17-20 in C. Ferguson and P. Bowman, editors. Threats to forest health in the southern Appalachians. Southern Appalachian Man and the Biosphere Cooperative, Gatlinberg, Tennessee.

Frontline Express, Canadian Forest Service, 2001. Dogwood Anthracnose (*Discula destructiva*) in Ontario. http://www.glfc.cfs.nrcan.gc.ca/frontline/bulletins/bulletin_no.1_e.html

List of Figures

Figure 1. Percentage of alive and dead *Cornus florida*, Backus Woods, in (a) 1995 and (b) 2000.

Centre for Atmospheric Research Experiments

Don MacIver & Marianne Karsh

The Centre for Atmospheric Research Experiments (CARE) was established in 1988 and is Canada's national experimental site for testing new atmospheric instrumentation as well as for detecting long-term atmospheric change. Instrumented towers for temperature, humidity, wind and radiation were established to monitor the horizontal and

vertical profiles of heat, moisture and wind. Towers were located in standard open site locations, openings in the forest, forest edges and closed forest environments. The latter two towers were located in the planted red pine SI/MAB plot; a second paired plot was established in the unmanaged mixed hardwood forest. The co-location of biodiversity monitoring along with atmospheric monitoring was an important first step between 1988-1994.

The Growth and Ageing of Forest Biodiversity

Increment cores are part of the recommended international Smithsonian Institution (SI/MAB) vegetation monitoring protocols. The technique of coring trees in order to examine the annual growth rings allows us to accurately determine a tree's age. From the increment core of a Red Pine *(Pinus resinosa)* in the first biodiversity plot at CARE, we can determine that this tree was planted in 1937. There was a rapid increase in average ring width at dbh from 1 cm to approximately 8.5 cm in 1941. Ring widths decreased rapidly after that point, reaching stagnant growth levels of approximately 1 cm average width by 1949. Further decreases in ring widths continued past the year of sampling in 1988 to the present. This tree shows that it was heavily impacted quite early in life and may be showing the detrimental effects of overly close spacing and lack of thinning, thereby providing an overstory nurse crop for increasing hardwood biodiversity in the understory. Growth responses to a management intervention would have been expected since pines respond to natural mortality in the stand (species-spacing) with consequent increases in light and growing space even in later life stages (Karsh, unpublished M.Sc.F. Thesis, University of Toronto, 1992).

Tree Ring Analysis can also be used to enhance research findings on biodiversity plots. Radial measurements of average ring width on cross-sections sampled along a tree stem (every 50 cm or less) result in a curve representing the growth layer profile. These curves are produced by the Tree Ring Increment System (Fayle and MacIver, 1986).

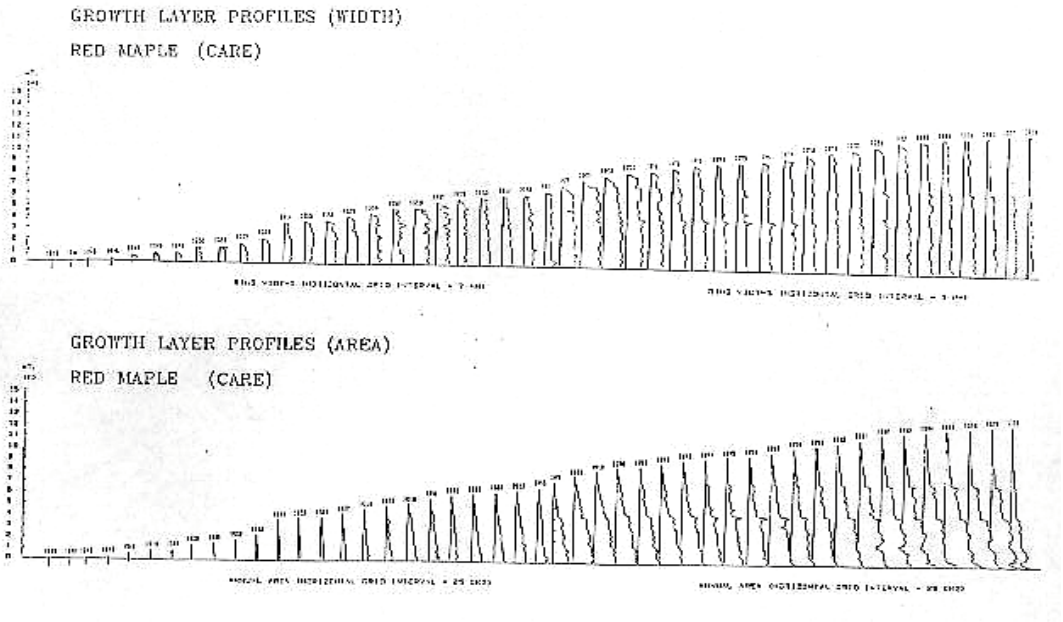


Figure 1. Growth layer profiles (a) width and (b) area.

Figure 1a shows the Growth Layer Profiles (width) for a mature red maple. This tree's age can be traced back to 1943. It shows a slow establishment phase for the first seven years until 1949. After that point, it added incrementally larger ring widths along the length of the tree stem. The tree experienced some excellent growth years in 1956, 1957 and in 1960, but showed net annual decreases in ring width from 1958-59 and 1961-66. The most striking decreases during that period occurred in 1962 and 1966. The tree started to respond and recover from 1967-69 and then less noticeably from 1980-82. The period from 1970-79 and 1983-88 showed overall annual decreases in growth. In 1988, there was hardly any ring width along the stem.

When we examine the GLP (area) (Figure 1b), we can see that the upper portion of the stem is never fully developed. There was more growth in the lower branches than in the upper. The shape of the profile reflects a relatively long crown; the upper crown is severely affected by an impact on the stand, perhaps suggesting that there was reduced

space to grow and/or reduced light from stand closure (species-spacing). This type of growth layer profile shows typical growth and development patterns of a tree in an unmanaged forest stand.

Forest Soil Buffering Capacities

Figure 2 illustrates the buffering capacity of forest soils. The buffering capacity is at a 2:1 ratio. For every two-degree change in temperature in the open, there is a one-degree change in the forest. This suggests that our forests can potentially have a profound buffering impact on changes in climate. This buffering capacity protects animals from overly rapid temperature increases and mitigates the effects of climate change on human populations by providing an oasis with a cooler climate.

Snow cover provides additional buffering capacity; it can act as an insulation layer for many species during their life-cycle. The impact of global warming in the lower boundary layers of the atmosphere will directly affect temperatures in open areas and, to a lesser degree, in forest environments. However, as changes in the landscape can lead to increased fragmentation of forest areas, global warming and changes in snow cover will directly impact the survival and development of native biodiversity. Invasive alien species, which are more readily suited to this new climate, will become increasingly prevalent. A forest climate monitoring programme in highly altered landscapes needs to be co-located in the SI/MAB plots to understand the biometeorological exchanges and processes that affect biodiversity.

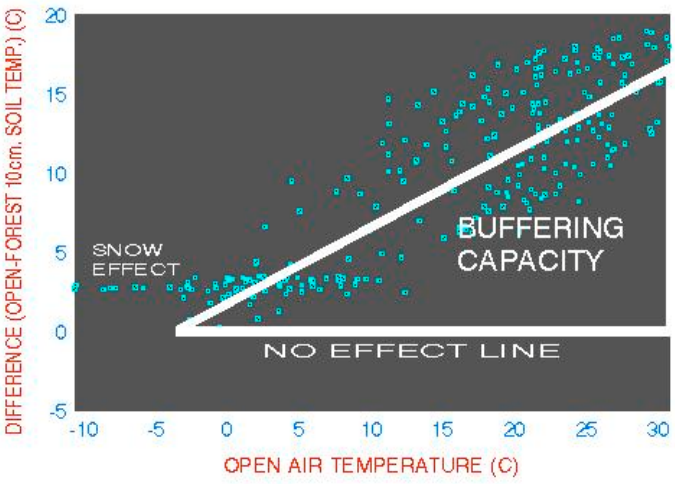


Figure 2. Thermal buffering capacity of forest soils.

References

Fayle, D.C.F. and D.C. MacIver. 1986. Growth layer analysis as a method of examining tree growth and development responses. Pp. 40-48. In D.S. Solomon and T.B. Brann (eds.), Environmental Influences on Tree and Stand Increment. Maine Argric. Exp. Sta., Univ. Maine, Misc. Publ.

Karsh, M. 1991. The growth and development of sapwood in Jack Pine. University of Toronto. Unpublished M.Sc.F. Thesis. 153pp.

List of Figures

Figure 1. Growth layer profiles (a) width and (b) area.
Figure 2. Thermal buffering capacity of forest soils.

Paired Plots

Alice Casselman

Over the past five years, the Association for Canadian Educational Resources (ACER) has developed the capacity to provide complete support for the establishment of new sites along the Niagara Escarpment: From land surveys, such as those done at Brock University and Dufferin County forest sites, to training, community involvement and data collection by community members at Outdoor Education Centres. Each site includes a pair of surveyed plots – one that serves both for demonstration and training, while the other is surveyed, staked and set aside for future research. The research plots, in theory, provide the model and support for the community-based plot.

"Members of the NEBRS project team, which includes authors and teachers, have surveyed a one-hectare parcel of land for study at the outdoor education centre in an effort to observe changes in the trees, birds, plants, climate, and even worms. The plot of land will be made available to community groups, students, teachers and local land owners to use as an environmental training ground." Brian Rodnick, *Orangeville Citizen*, July 23, 1997.

Established in the northern, central and southern areas of the escarpment, the plots provide a natural gradient of biodiversity and climatic conditions for studies of comparative monitoring on a regional scale. These plots are part of an integrated, long-term environmental education and monitoring network and are community-based, serving to link educators, residents and researchers.

"The paired plots have a biological difference, the Mother Nature way and the Human way."
Don MacIver (Wes Keller, *Orangeville Citizen,* Feb 11, 2000).

Mapping along the Niagara Escarpment.

The community-based monitoring programme was built on the premise that laypersons could become accurate data gatherers of forest biodiversity information, provided they were given the right tools and training. It emphasizes the notion that scientists, teachers, students, landowners and the public at large can work together for a common cause – understanding the biodiversity of forest ecosystems through long-term monitoring.

"By setting aside paired one-hectare plots of forested land across the country, one for assessment by the scientific community and one by the general community, ACER and Environment Canada hope to get a snapshot of the health of the forests." John Stewart, *Mississauga News*, Wed. Nov. 1, 2000.

Considerations in the site selection of paired plots are:

1. Vegetation - the site vegetation is typical for the region and similar in both the research and the community plots.
2. Accessibility - the community plot is located very near to the field centre for ease of use in the curriculum.
3. Trails - a trail through the community plot to reduce human impact of students, volunteers and visitors.
4. Staff - experienced outdoor educators who are working in centres with environmental programmes for students and the general public. Note: The pioneer sites were managed by founding members of the Council of Outdoor Educators of Ontario (COEO).
5. Community - individual landowners and volunteers can participate in local community plots long-term data collection and have access to training and scientific expertise.
6. Size - contiguous blocks of forested land, large enough to support resident bird populations.
7. Ownership – land protected for long-term monitoring by ownership e.g., school boards, conservation authorities, agencies and ministries.

Benefits of Involving the Local Community

The community is, in many cases, proactive and ready to participate in important environmental work as was shown in both local telephone surveys and community workshops carried out by Niagara Escarpment Biosphere Reserve System (NEBRS). Because local citizens know the history of the area, they often notice small changes in the landscape more readily than visiting researchers. By their very participation, local volunteers encourage the involvement of other community members to support plot monitoring over the long-term. The greater the number of

enthusiastic local volunteers, the greater the chance that the plots will be maintained and monitored over the long-term to provide timely and useful information on changing local biodiversity.

Benefits of Scientists and the Community Working Together

Scientists and volunteers at work.

In the paired plot design, scientists can study the effects of human impact on the community plots relative to that in the research or control plots. Scientists from various disciplines can come together to analyse the data collected from the research plots and thereby advance their knowledge of local ecosystem dynamics. Our experience has demonstrated that when scientists use and publish the data collected by local volunteers and students, citizens are motivated to do even more. Meeting the scientists at the site gives the volunteers the opportunity to ask technical questions regarding biodiversity, climate change and other ecological issues in a friendly environment.

As part of a Sustainable Communities Initiative (SCI) programme at the Humber Arboretum, the Humber Arboretum and ACER jointly established one set of paired, one-hectare plots. Carol Ray, Special Projects Coordinator of the Arboretum, is very interested in seeing what biodiversity protocols school and community groups implement on their own sites after participating in the monitoring programme at the Arboretum. In the research plot, she is specifically interested in conducting studies on the correlation between the biodiversity of forests and 1) air quality, 2) water quality and 3) wildlife habitat. Since interior forest birds are affected by habitat size, one question she would like answered is "How does human impact in the Humber Arboretum area affect song bird habitat?" Carol Ray thinks that standardized monitoring in these biodiversity plots will encourage better stewardship.

Examples of How Scientists / Researchers are using the Paired Plots

Caroline Mach, Dufferin County Forest Manager, used ACER's technical knowledge to survey and establish two biodiversity research plots. One is the research plot, paired with the Mono Cliffs Outdoor Education Centre community plot, while the other is a research plot to study maple-beech forest natural regeneration. John Middleton of Brock University also used ACER's survey team to establish two plots, one on Brock University campus for student course work, the other in Short Hills Provincial Park.

Other potential research plots have been staked and surveyed in and around the Niagara Escarpment area (in association with community-based plots at Education Centres) in the hope that independent researchers will choose to use these surveyed sites.

By pairing research and community-base plots, comparable and compatible data collected from these plots will be generated and both scientists and community volunteers may begin to learn how human impact affects local biodiversity.

SI/MAB in the Yukon or, How to Measure Lots of Little Spruce Trees on Hills

Joan Eamer

Background

Two SI/MAB plots were established (starting in 1997) in the Wolf Creek Research Basin, in the Boreal Cordillera ecozone, near Whitehorse, Yukon. These plots form part of a developing forest biodiversity monitoring programme for the Research Basin. Objectives are to:

1) track changes in the Boreal Cordillera forest ecosystem;
2) develop an inventory of species and habitats;
3) establish a framework for integrated research; and,
4) contribute to community education on ecosystem and biodiversity issues.

Environment Canada designs and manages the SI/MAB programme, but credit for most of the hard work goes to youth crews, especially through the Yukon Youth Conservation Corps (Y2C2).

Notes on SI/MAB Methods

Applying a methodology designed for tropical rain forests to northern coniferous forests poses some interesting challenges. In other words, it isn't quite how it looks in the book. Forests around Whitehorse are patchy, dense and slow-growing. Listed below are the accommodations that we made to adapt the SI/MAB methodology to these conditions.

Patchiness (variability in forest communities related to elevation, aspect, soil types)

A vegetation classification was developed for the Wolf Creek Watershed, based on aerial photographs, a digital elevation model and limited ground truthing. One plot was established in each of two of the five forest vegetation classes. We first attempted to randomly select points within these classes and use these as corners of plots, but this did not work (they were either too difficult to get to or were less than a hectare in size). We eventually identified on the map all areas with relatively large blocks of each forest type that had reasonable access and that were fairly close to the climate station. We then walked through each of these blocks and paced and flagged possible one-hectare plots that were not along gradients or broken by stands of another forest type. The final selection was based on ease of access and homogeneity. It would not be possible to establish multiple contiguous plots in this type of terrain.

Verifying quadrat map, Wolf Creek.

Dense Growth (2600-3700 tree stems per hectare)

Surveying the Plots: With the volunteer help of professional surveyors, we first established the perimeter of each plot. To ensure a quality survey, we had to have a clear line of sight along each of the four border lines. This required cutting down some trees. We then worked our way inwards from each of the border lines by a combination of line-of-sight surveying and chaining across quadrats where vision was limited. No vegetation was cut inside the plots.

Mapping the Trees: High tree density also made mapping tree positions difficult, as it was often impossible to see two corners of a quadrat and trees were often only centimetres apart. To provide a frame for each quadrat, we established clearly-visible perimeter lines for the quadrats using string and flagging tape, with one colour for north-south lines and another for east-west lines. The most efficient mapping method was to first map most of the trees by triangulation with range finders and occasionally tape measures, enter the data and print a map, then return to the quadrat with three people – two to read the tree labels and measure distances from the perimeter line, and one to correct positions on the map. This process had to be repeated at least one more time before a reasonably accurate quadrat map was produced.

Slow Growth

Although the SI/MAB standard for including a tree in a plot is 10 cm diameter at breast height (dbh), many plots in Canada include trees down to 4 cm dbh. We decided to reduce this further to a minimum size of 2.5 cm, as a tree of that size may be 10 to 20 years old. This is consistent with the minimum dbh used for forest inventory plots in this region.

Other important discoveries made by our crews

1) Mosquito repellant dissolves the plastic coating of range finders.
2) Make sure at least half the crew is awake when the leader explains which scale to read on a clinometer.
3) Allow for a 10% loss of crew members through being driven mad by range finders that work only intermittently (possible relationship with point 1).
4) You always run out of tree-marking paint and radio-phone batteries simultaneously .
5) Squirrels and ravens love shiny aluminum tree tags.
6) If a moose walks through your plot, you will need to erect most of the 1.2 km of string along the quadrat perimeters all over again.
7) If you wear a bug hat your vision is impaired and you tend to fall over things and land in rose bushes.
8) If you go to the trouble of numbering, measuring, tagging and mapping a small, dead, half-rotten spruce – don't then lean against it.

And finally, if anyone ever finds the live standing *Picea glauca* number 76 in Quadrat 11 of Plot 1, please let us know.

Bioregional Mapping On Toronto Island's Biodiversity Plot

Marianne Karsh

As part of Arborvitae's Cosmic Camp For Kids and Youth Training Programme 2000, the youth team completed a Bioregional Map of the Toronto Island SI/MAB Biodiversity Plot (Figure 1).

Bioregion means "life place" and the term bioregionalism is a call for us to become knowledgeable guardians of the places where we live; encompassing not only the local land, but our local water, weather, sky, plants, animals, neighbours and communities. Although we are seldom aware of it, we live in naturally unique physical, ecological, historical and cultural areas whose boundaries are more often ridgetops than county lines and state borders.

The concept of Bioregionalism, or 'living a life dedicated towards the reintegration of human and non human relationships in place', includes four main components.

1. *Knowing the Land* - gaining familiarity with the landscape by creating a wildlife species list, a record of rainfall, waterflows, monthly climate conditions, historical events, native settlements, potentials for using clean energy, etc.

2. *Learning the Lore* - gaining an understanding about the history of one's life-place from libraries, city archives, museums and area residents.

3. *Developing the Potential* - discovering how well resources are used in the bioregion with the understanding that "A bioregion used to its potential will encourage and demand full development from its human and non-human inhabitants," (Sale, 1985).

4. *Liberating the Self* - seeking opportunities in the bioregion to live closer to the land and becoming less dependent on market forces, global economic/political forces. Feeling connected to the land provides a sense of 'rootedness' and a new meaning of life and place. "It is not difficult to imagine the alternative to the peril the industrio-scientific paradigm has placed in us. It is simply to become 'dwellers of the land'," (Sale, *1985*).

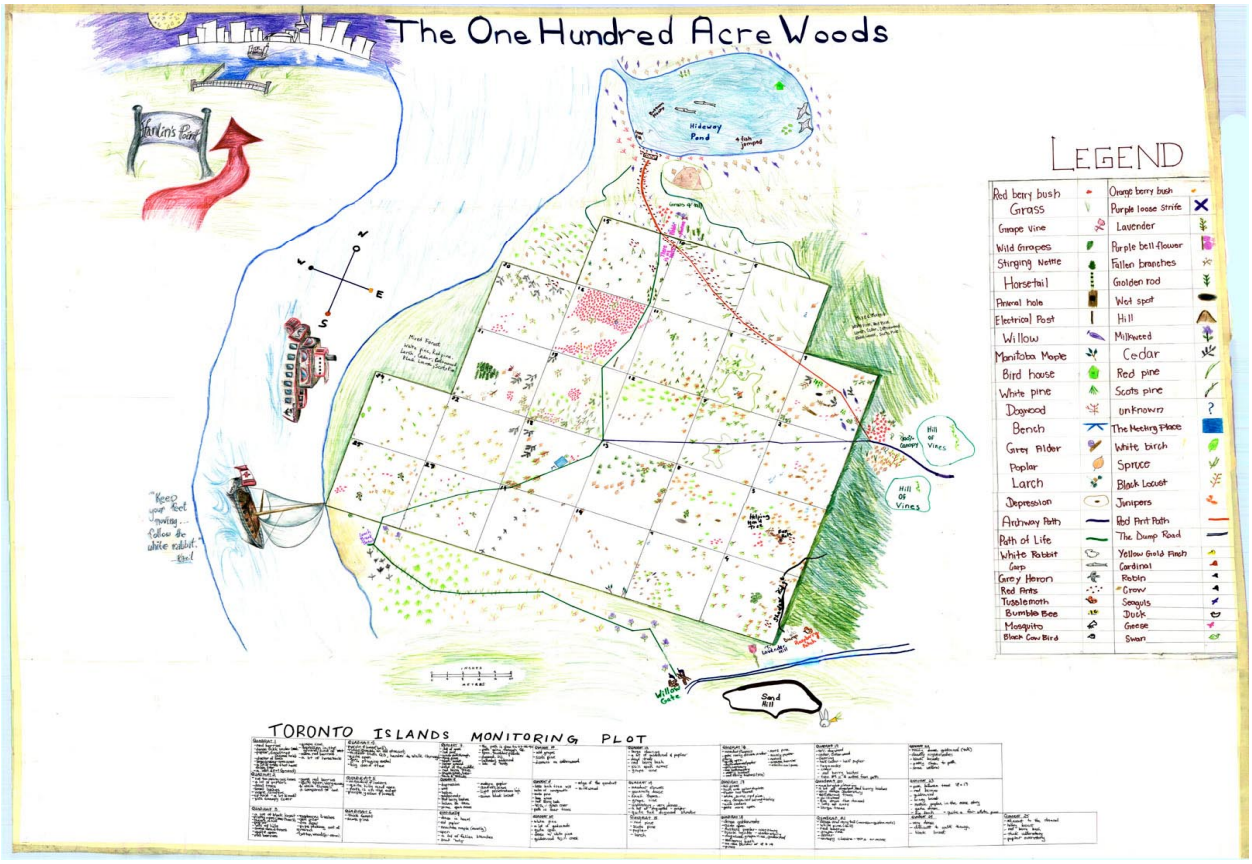


Figure 1. Bioregional map of Toronto Island SI/MAB plot.

Community-based bioregional mapping, a technique at the cutting-edge of contemporary western planning thought, is compatible with indigenous land stewardship regimes.

Bioregional maps communicate a story both in images and in words; spatial information such as the location of special things or events are labelled on the land while information about events is written in a story format. Whenever people look at maps they are reminded of stories about certain places. For example, people might have stories about a particular stand of trees and what it means to the community, which they would record on the map. The map could show natural features such as soils, landscapes, vegetation and wildlife, as well as ways that people in the community use the land.

Once a bioregional map is complete it becomes the foundation of knowledge from which planning scenarios can be prepared. The community learns about itself in the process of making decisions about its future.

By the community

Bioregional maps provide communities with a medium through which they can describe themselves and provide their own unique perspective. Bioregional mapping is done by ordinary citizens who rediscover local places through their map-making explorations, often requiring the application of appropriate scientific disciplines like geology, geography, hydrology, biology, forestry and anthropology.

Why do it?

Water and soil dynamics are key parameters in determining use of the land. Without this knowledge how can we even begin to comprehend how to use the land wisely?

One of the most fascinating things about discovering one's bioregion is that the acquaintance process never ceases – there is always more to discover. The process of learning about and appreciating our natural community effortlessly leads to a desire to protect and care for it. Building our awareness of an ecosystem's intricacies without changing or altering it leads to an understanding of how it operates and how we can better relate to it. The more you know the ecosystem the more you care about your impact on it (Bioregional Club in the U.S.)

"I'm learning something general enough to be able to apply these values to any other place my life takes me," Dan Spurgeon says. "Having respect for an ecosystem makes me feel like a part of me will never leave."

“Our goal in Bioregional Mapping was to develop the deep sense of respect and appreciation, which is really at the core of our being. It is where our spirit is. Only out of that appreciation will we learn to really care for the universe. We might do it out of a sense of responsibility but sometimes we resent responsibility. If we do it out of love and deep appreciation we'll learn to really care about it,” Janet Fraser, Cosmic Camp for Kids.

"I went into the woods because I wished to live deliberately, to front only the essential fact of life, and see if I could learn what it had to teach, and not, when I come to die, discover that I had not lived," Henry David Thoreau.

As part of the Bioregional Mapping project on Toronto Island, the Arborvitae youth team designed a questionnaire and interviewed Toronto Island residents. The questionnaire and interviews were a highlight of the exercise because the community became more deeply involved.

Combining the Bioregional Mapping with a SI/MAB Biodiversity Plot was an excellent way to facilitate the experience because the land and trees were already mapped and surveyed. The one-hectare plot size provided an increase in the number of opportunities for the youth to deepen their knowledge of the site by recording the plants, animals, water health, human impact, favourite places and stories of this bioregion. In addition, the Arborvitae youth team received training from EMAN staff and partners, and in return collected additional tree measurements, tested new protocols and produced a unique Bioregional Map for the site.

References

Bombardier, J.P. 1999. The Little Oasis: An experience in mapping the bioregion of the East Don River Corridor through Morrow Park. Unpublished report. 105pp.

Sale, K. 1985. Dwellers in the Land: The Bioregional Vision. Philadelphia, PA. and Gabriola Island, BC., New Society Publishers.

List of Figures

Figure 1. Bioregional map of Toronto Island SI/MAB plot.

ANALYSING AND APPLYING COLLECTED DATA

The following three documents provide analysis and application of the forest biodiversity monitoring system. Don MacIver relates monitoring to the idea of biodiversity while Marianne Karsh gives an example of how the SIMAB plot data can be used for comparison and discussion on the state of Canadian forests.

The Biodiversity Issue

Don MacIver

Introduction

At the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) in 1992, more than 156 countries and the European Union signed the Convention on Biological Diversity. The Framework Convention on Climate Change and the Statement of Forest Principles were also part of the Rio Declaration, Agenda 21.

Canada, in the same year, ratified its commitment to the Convention on Biological Diversity through the production of two key documents: The Canadian Biodiversity Strategy and The Science Assessment on Biodiversity.

The current decline of global biodiversity is a strong cross-cutting issue that is intended to integrate decision-making and mobilize individuals and agencies. Canada, like many countries, recognized the significance of this global biodiversity challenge, including the difficult task of integrating many diverse science and policy issues. To some, this was seen as an exercise to build cooperative policy structures and management agreements but to others, it was a singular opportunity to integrate and share biodiversity observations and knowledge in the field, the laboratory and the classroom.

The Canadian Biodiversity Strategy

Canada, by ratifying the Biodiversity Convention, committed itself to the development of a national strategy. Beginning with numerous intergovernmental and scientific focus groups, the Canadian Biodiversity Strategy emerged as an implementation guide with the following vision (BCO, 1995):

A society that lives and develops as a part of nature, values the diversity of life, takes no more than can be replenished and leaves to future generations a nurturing and dynamic world, rich in its biodiversity.

The Strategy's five goals are:

- conserve biodiversity and use biological resources in a sustainable manner,
- improve our understanding of ecosystems and increase our resource management capability,
- promote an understanding of the need to conserve biodiversity and use biological resources in a sustainable manner,
- maintain or develop incentives and legislation that support the conservation of biodiversity and the sustainable use of biological resources and
- work with other countries to conserve biodiversity, use biological resources in a sustainable manner and share equitably the benefits that arise from the utilization of genetic resources.

Each of these five goals were then identified under the broad titles of conservation and sustainable use, ecological management, education and awareness, incentives and legislation, and international cooperation. Each contains a

series of sub-headings, such as protected areas, atmosphere, traditional knowledge and implementation, ending with a national strategy containing more than 100 recommendations.

Under the direction of the Canadian Biodiversity Office, the federal, provincial and territorial governments have now signed the 1995 Canadian Biodiversity Strategy. As an over-arching document, it serves an important role in identifying international and national contexts for biodiversity, defining the vision and outlining many directions for biodiversity conservation.

Two strategic directions were identified in Canada. The first, the sector approach, promotes the integration of biodiversity conservation into management agencies such as agriculture, forestry, aquatic and so on. The second, the ecoregion approach, using the ecological framework, functionally integrates science, issues, agencies and people within and across ecological boundaries.

Science Assessment on Biodiversity

During the same period, a science team composed of government, university and private sector scientists was commissioned by Environment Canada to undertake a science assessment. Quite different from the strategy document, the science assessment reviewed our current scientific understanding and offered recommendations that were specifically targeted at relevant science and policy initiatives (BSAT, 1994).

The 215 page assessment, with an accompanying 15 page executive summary, included a conceptual overview followed by specific chapters that focused on the compatibility of major land uses with the protection of biodiversity and environmental stressors, such as genetically modified organisms, environmental pollutants and atmospheric change. The science team met frequently to consolidate, review and improve their common understanding and assessment of the science of biodiversity in Canada.

The science assessment chapters were submitted for peer review, followed by a policy workshop. The final assessment contained both science and policy recommendations and, more importantly, the science-based rationale for the proposed actions. The science assessment has been well received nationally and internationally.

References

Biodiversity Convention Office (BCO). 1995. Canadian Biodiversity Strategy. Biodiversity Convention Office, Environment Canada, Ottawa, Ontario.

Biodiversity Science Assessment Team (BSAT). 1994. Biodiversity in Canada: A Science Assessment for Environment Canada. Environment Canada, Ottawa, Ontario.

Biodiversity Framework

Don MacIver

The Canadian Biodiversity SI/MAB network continues to expand at an unprecedented rate. Numerous agencies, using the SI/MAB protocols, have established the one hectare plots in forest environments or smaller biodiversity plots in grassland and tundra locations. The goals and objectives of each group are different, hence making it difficult to communicate respective methodologies and results in a common room in spite of the common topic – biodiversity.

For this reason, a framework was established to emphasis the diversity of goals and objectives faced by different groups using the same biodiversity plot. This framework is illustrated in Figure 1 (MacIver, 1998).

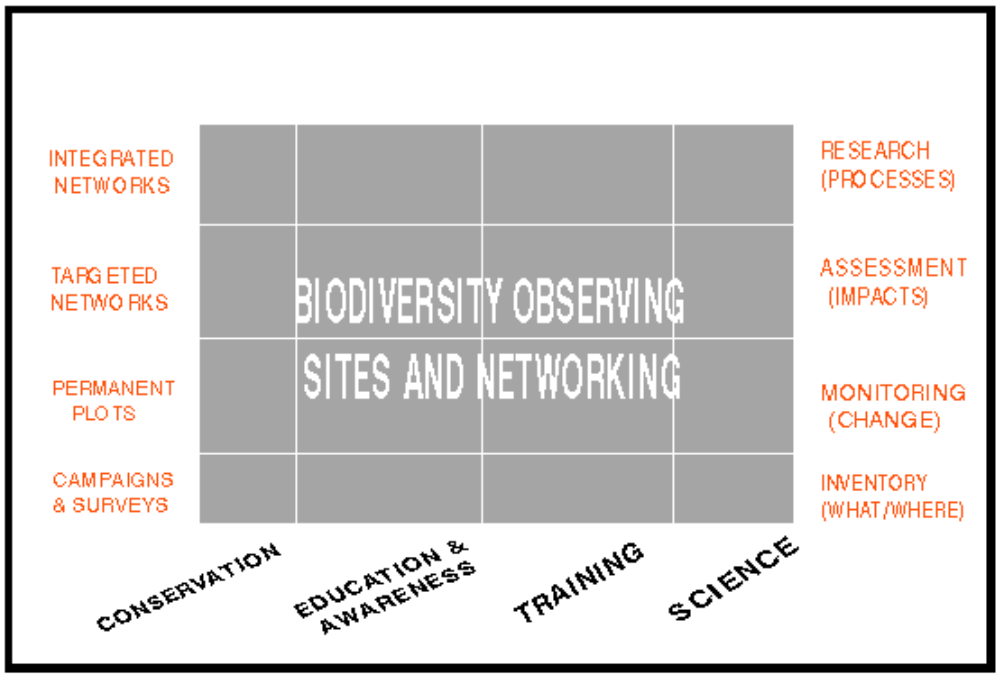


Figure 1. Biodiversity framework grid.

Conservation is, the idea of using the International SI/MAB plots to contribute to the continued protection of biologically diverse areas or to set aside land for long-term monitoring (i.e. as part of a land trust holding).

The education and awareness category is by far the most aggressive with SI/MAB plots established by outdoor education centres, urban and rural schools and universities.

The training courses are increasing in demand and frequency. Quality control standards are important for the subsequent electronic sharing of the biodiversity observations and scientific data bases. This component provides a unique opportunity to "train the trainers" using science-based protocols. In other words, these sessions are an important bridge between the science and educational categories.

The Science category is the most limited in terms of the number of sites, but highly integrated scientifically. Locations, such as Kejimkujik National Park in Nova Scotia or the Centre for Atmospheric Research Experiments (CARE) in Ontario are excellent examples of collaborative biodiversity research, using paired plots to evaluate the unmanaged versus managed forest biodiversity.

The other axis in Figure 1 serves to highlight the many goals and objectives with the bottom two levels focusing on structure and the upper two levels focusing on process. This matrix approach has proved effective to help people rationalize their goals, objectives and monitoring deliverables. Understandably, as the direction increases from left to right or bottom to top, an increasing level of expertise and resources is required, now or in the future.

Many agencies commonly establish at least two SI/MAB plots, one for education or eco-tourism and the other co-located as a research benchmark. This is design has worked well, especially throughout the length of the Niagara Escarpment centred around outdoor education centres (i.e. ACER). Data collected by scientists or trained volunteers is first audited and accredited before being exchanged on the Internet, locally, regionally, nationally and globally via EMAN.

References

MacIver, D. 1998. Atmospheric Change and Biodiversity. Environmental Monitoring and Assessment, 49:177-189.

List of Figures

Figure 1. Biodiversity Framework grid.

National Comparisons

Marianne Karsh

Canadian SI/MAB Baseline

The Canadian SI/MAB baseline operates within the context of a global biodiversity programme to better understand the state of biodiversity using the same standardized monitoring protocols. Also unique to this programme is the recognition and usability of information collected throughout Canada from numerous participants with various levels of scientific knowledge and experience. This means that quality assurance, redundancy, auditing and certification has been incorporated into the programme to support this evolving Canadian baseline.

The Canadian SI/MAB baseline is represented by observation sites from coast to coast with the predominance of sites in Ontario and Québec. Appendix B provides a complete list of evolving and known SI/MAB sites across Canada. It lists a total of 88 sites in the Canadian SI/MAB baseline with Ontario and Quebec representing 60% of them, the Maritime Provinces representing 16% and Western Canada, the Prairies and the North representing 24%. The Analysis Section, reports on 37 SI/MAB sites where data is available for analysis (all sites in Table 2) which includes 20 sites in Ontario (two set of measurements for Backus Woods), nine in Quebec, four in British Columbia, two in New Brunswick and one each in the North West Territories and the Yukon.

This has been a very successful programme with sites being established at an incremental rate from 1994 to 2001 (see Table 1).

Year	# of Plots	Location(s)
1994	2	Kejimkujik National Park, NB
1995	6	Long Point ON , Rockey Point BC
1996	13	Mingan QB, Grosse Ile QB, Lauentides QB, La Mauricie QB, Forillon QB, Boyne ON, Wiarton ON, Mono Cliffs ON, Ganonque ON, CARE ON, Bruce Peninsula ON.
1997	10	Botany Bay QB, Lake Hill QB, Wolf Creek YK, Royal Botanical Gardens ON, Tiffin ON, Toronto zoo ON, Cabot Head ON, Hitlon Falls ON, Hockley Valley ON, Skinners Bluff ON.
1998	0	
1999	6	Chalevoix QB, Galiano BC, Brock ON, Gwich'in NWT

Table 1. Chronological list of the 37 sites used for data on national comparisons

The SI/MAB sites have been established for a variety of reasons including research, education, training, protocol development, emerging issues and adaptive management. Since biodiversity is a relatively new emphasis in science, it follows that the bulk of the comparison sites were put in to answer research questions. For example, 24 SI/MAB sites listed research as the primary reason for plot establishment. The majority of the research questions centred around ecosystem processes such as:

- What is the structure and function of a natural aspen forest ecosystem?
- What is its prognosis with climate change?
- What will be the rate and nature of species change over time?
- What are the indicators to climate change?
- How will community dynamics be affected by climate change?
- What are the long-term changes in forest population dynamics?
- What are the changes and successional patterns of an undisturbed alluvial West Coast Temperate Rainforest?

- How will the Boreal Cordillera Forest Ecosystem change over time?
- What is the long-term successional trend in the black-spruce forest cover type?
- What is the structure and function of a natural mixed conifer forest ecosystem?

Other research questions focused on impacts such as:

- What are the long-term cumulative environmental effects of land use change and development on biodiversity?
- What are the effects of environmental changes on ecological communities that may result from such pressures as population growth or global warming?
- What is the impact of the Dutch Elm disease on diversity?
- What is the baseline for biodiversity of species/habitats?
- Will prescribed fire restore the diversity of grassland communities?

Fourteen sites were established with education and awareness as the primary purpose in mind. Impact assessment came next with five sites and conservation with three, training, adaptive management and emerging issues were each listed as the primary reason in at least one site.

Sixteen of the sites listed training as their secondary purpose and the SI/MAB sites were noted for serving this purpose particularly well. The remaining categories of secondary purposes were research (12 sites), conservation (8 sites), education/awareness (6 sites), impact assessment (5 sites) and emerging issues (2 sites). There are approximately 12 locations with climate stations. These are located in Fundy National Park, Wolf Creek, Terra Nova National Park, La Mauricie, Laurentides, Wilson Tract, Oxbow Woods, Mixed Conifer Site at Yoho, Tiffin, CARE, Kejimkujik, and Clayoquot. Half of Canada is forested and yet few long-term and paired bioclimate stations operate within the forest structure to understand its buffering capacity resilience to atmospheric change (MacIver et. al. 1994). This monitoring programme is very unique with climate towers co-located inside of the forest biodiversity plots and is a major step forward.

The SI/MAB Baseline shows a high predominance of sites with sugar maple (*Acer saccharum*). Seventy-six percent or 28 out of the 37 sites have trees in the Acer species group (Table 2). The majority of these stands are composed of 70 - 92% sugar maple with 24 of the sites having > 100 maple trees/ha. This is significant since the rest of the database has an average of three sites with > 100 trees/ha composed of non-maple species. Other species groups that show a moderately wide distribution through the database are Betula, Fraxinus, Fagus, Abies and Quercus.

Of the 42 sites shown in Table 3, 14 of these have >1000 stems/ha. This ranges from 339 stems/ha in the prescribed burn plot at Turkey Point to 2521 stems/ha in Charlevoix. As a comparison, the sites in Limbe, Africa and Dinghusham, Asia have an average of 1223 and 3960 stems/ha respectively. The average diameter/stem ranges from 11.1 cm/stem in Charlevoix to 52.3 cm/stem in CARE (Plot 1). The greatest basal areas were found at the two CARE plots, approx. 300 -

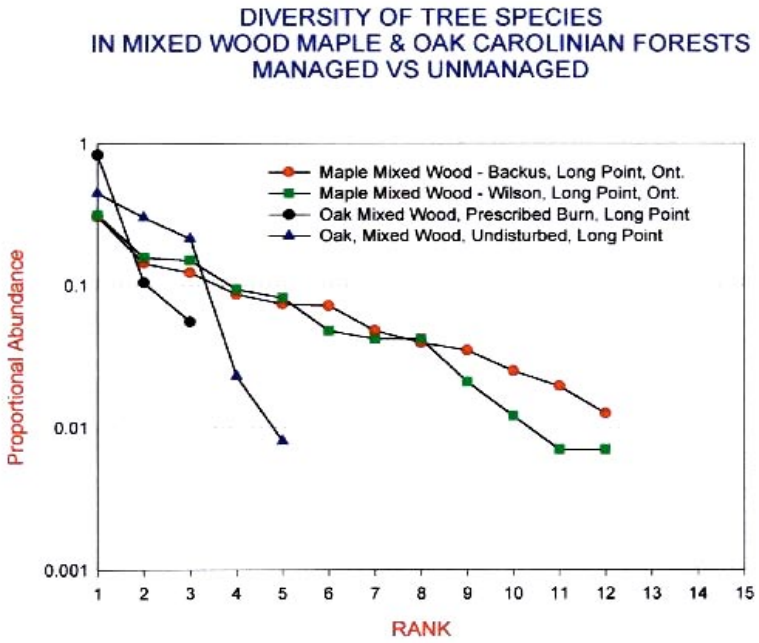


Figure 1. Diversity of species groups in Oak and Maple stands, Long Point.

400 m^2/ha. Most of the sites has between 23 - 86 m^2/ha.

Comparisons of Diversity in Canadian SI/MAB Sites

Carolinian Forests

There was a striking difference between the diversity of oak and maple stands at Long Point, Ontario especially between managed (prescribed-burn) and unmanaged sites (Figure 1). There were five versus 12 families (oak dominant versus maple dominant stands) and three families compared to five (Turkey Point plots managed and unmanaged). Today Carolinian forests survive only in scattered woodlands in southern Ontario. The Carolinian, hickory - sugar maple and basswood - sugar maple forest ecosystems are rapidly disappearing in Canada. Land conversion to urban and agricultural uses has severely fragmented the remaining forests. Backus and Wilson sites at Long Point, an important Biosphere Reserve, show a typical mixedwood diversity for this region with approximately 12 families (i.e. 12 groups of completely different species groups such as Oak sp., Pine sp., and Cherry sp).

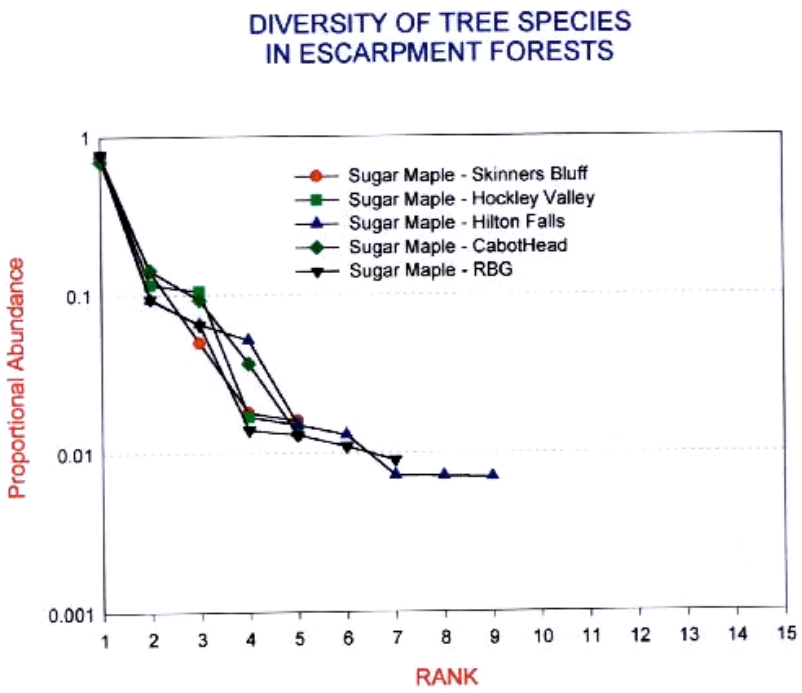


Figure 2. Diversity of species groups in Sugar Maple forests along Niagara Escarpment.

Niagara Escarpment - Sugar Maple

The Niagara Escarpment, extending from the Niagara River to the tip of the Bruce Peninsula, is in a region of high risk to the loss of biodiversity. The curves for Escarpment forests are very similar and represent five sites on a North/South transect along the Escarpment (Figure 2). These are all representative of sugar maple stands with nine families in Hilton Falls and seven at the Royal Botanical Gardens. Most of these sites, including Skinners Bluff, Cabot Head and Hockley Valley have five families and a relatively high proportion of native biodiversity.

Over 31% of the plots in the total database are sugar maple (*Acer saccharum*) forests. Sugar maple is typically associated with the latter stages of succession and is one of the most important hardwood species in Eastern Canada, valued for its wood and syrup. Canada produces between 80 and 85% of the world's maple syrup (CFS, 1999). The North American Maple Project also monitors change in these stands. Because of the high proportion of existing SI/MAB plots in sugar maple stands, priority should be given to other forest types and the establishment of additional biodiversity plots in stands with greater than 60% sugar maple should be low priority. Other sugar maple sites in this region (Figure 3) are Wiarton, Bruce National Park, Cabot Head, Toronto Zoo and Mono Cliffs (which is represented as a single point as the site has not started to diversify). All diversity curves were similar with the most different being associated with the site that had the greatest human impact, the Toronto Zoo site. If there are no invasive species occupying the site due to impact, diversity appears to decrease with increasing human impact or pressure on the site.

There is a need to measure and record the level of human impact on these biodiversity plots. There should be a record form for each site to identify the levels of traffic and human impact. Human impact causes irreversible losses of biological diversity; this means extinction of species and populations and loss of ecosystems (e.g. Carolinian). Fragmentation of natural landscapes is considered one of the most important factors contributing to the loss of biological diversity. Human impact accounts for losses between 1/2 to 1/3 of the land surface. Some of mixedwood

sites, particularly in the south, have some of the highest diversities of breeding birds. The habitats of many of these bird species are being placed under increasing levels of stress as a result of agricultural and industrial development. Introduced species of vascular plants invading some pristine forests are a threat to stand biodiversity (Middleton and McLaughlin, 1994).

There is a striking comparison between the sugar maple sites in Québec (Lake Hill, Laurentides) and the maple mixedwood at Botany Bay and Grosse Ile (Figure 4). The sugar maple sites have four to six families compared to 11 families in the maple mixedwood stand.

In addition, the maple mixedwood sites are located at Ganonoque, Tiffin, Backus and Wilson. They have very similar patterns of proportional abundance (Figure 5). All have about eight to 12 families, with the greatest number of families in the Carolinian forest. These maple mixedwood sites show the greatest diversity in terms of families. At least four families tend to be high in proportional abundance (between 0.1 and 1) with approximately nine that are lower in abundance (between 0.01 - 0.1).

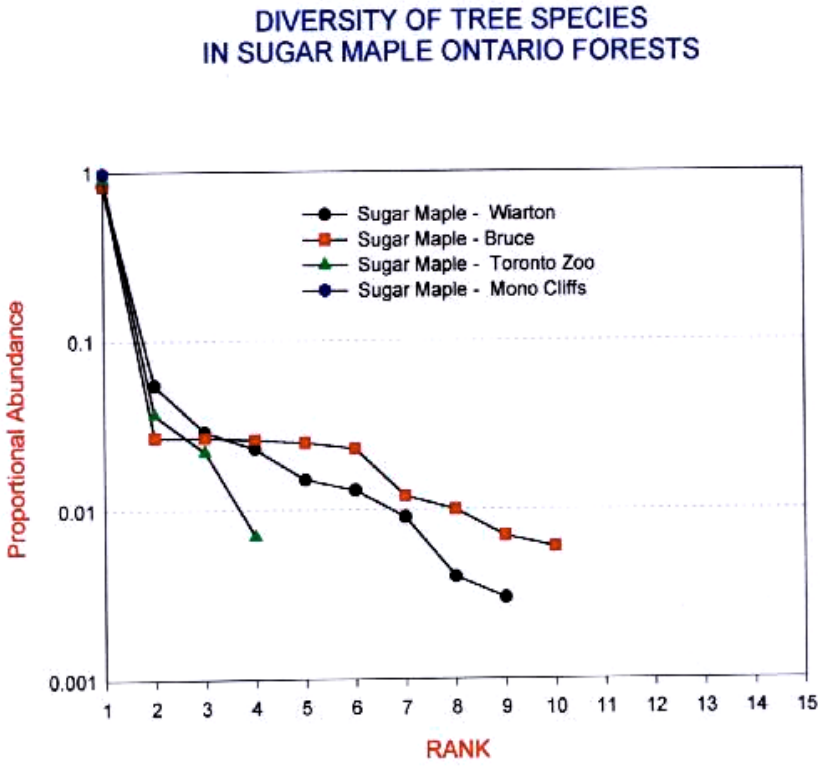


Figure 3. Diversity of species groups in Sugar Maple forests in southern Ontario.

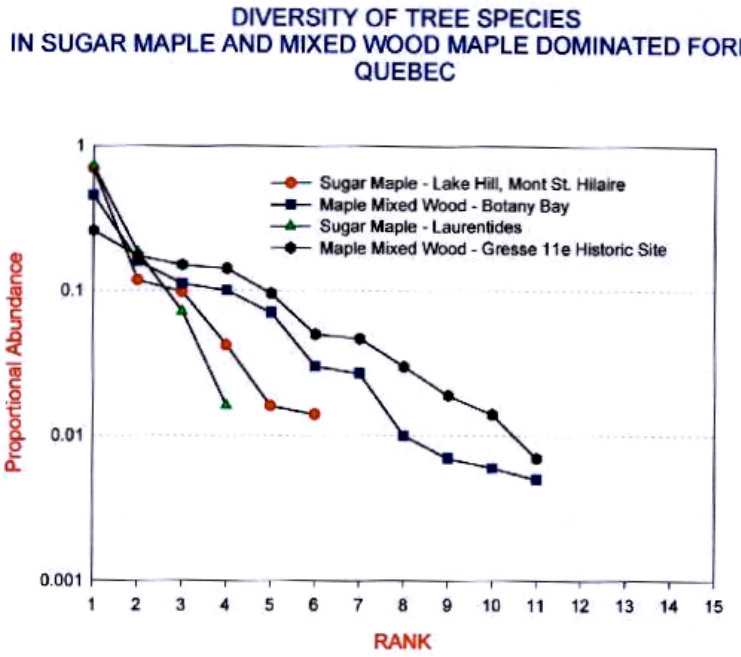


Figure 4. Diversity of species groups in Maple sites in Québec.

Northern Forests

There are two plots in predominantly white spruce (*Picea glauca*) stands (89 - 99%) at Gwich'in , NWT and Wolf Creek in the Yukon. Both stands have a small component of willow (*Salix sp.*). Poplar (*Populus sp.*) is only present at Wolf Creek. These forests are typical to the region where there is a predominance of natural single species forests that have adapted to the ecology of the region. There are one to three tree families in these sites. The number of species decreases as you go further north in the Boreal Cordillera Ecozone. There is a high predominance of forests populated by a single tree species (i.e. monocultures) in the North Boreal/Barren areas.

Permanent shifts from softwood to hardwood cover is occurring in areas where harvesting has replaced fire as the dominant disturbance. Clear cutting, because it does not mimic the ecological effects of fire, sometimes results in a fundamental ecological shift in fire-dominated ecosystems. The combination of clear cutting and fire suppression favours establishment of trembling aspen and white birch to the detriment of conifer species such as black and white spruce and jack pine (CFS, 1999).

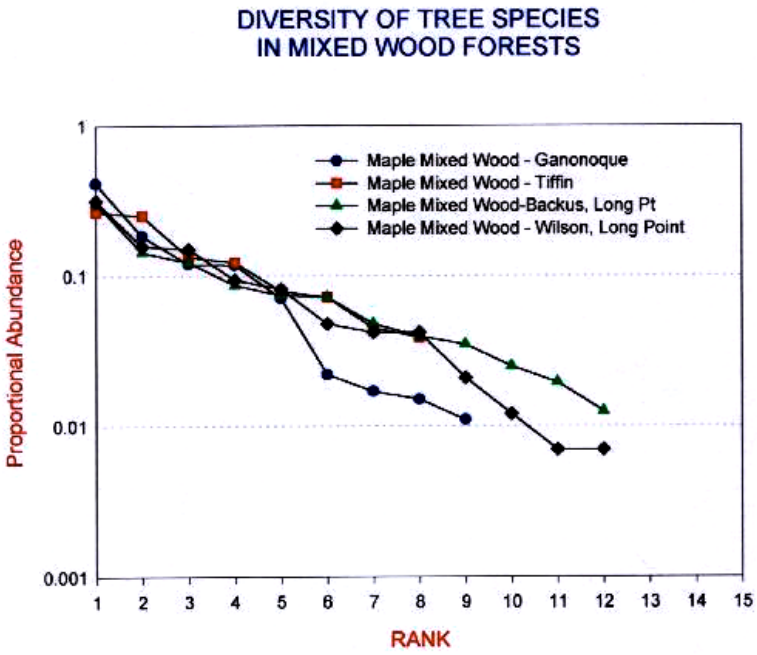


Figure 5. Diversity of species groups in Maple Mixedwood forests.

There are three plots in black spruce (*Picea mariana*) forests: two at Charlevoix and one at La Mauricie. These stands have between one to four families with an extremely high composition of spruce (>95%). Balsam fir also occur at the two sites (<1%). La Mauricie has two additional families, white pine (< 1%) and poplar (<1%). These sites have an average of 2200 stems/ha. Since this is such an extensive and important ecosystem and there is only one species on the site, black spruce represents the benchmark species for forest diversity curves in Canada.

Old Growth, Rare, Endangered or Endemic Populations

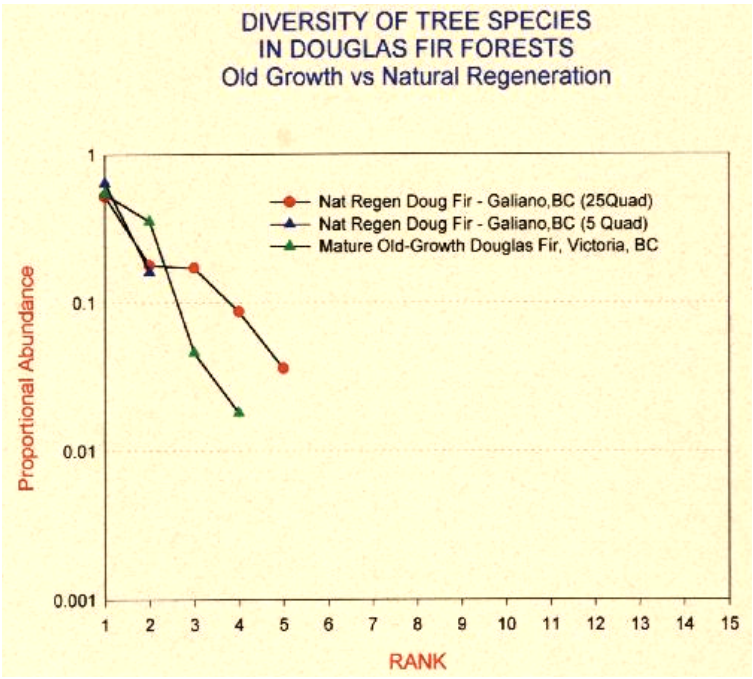


Figure 6. Diversity of species groups in Douglas Fir forests

Old stands are not necessarily particularly rich in species, but some species are clearly dependent on them. (Middleton & McLaughlin, 1994). The old growth Douglas fir site in British Columbia had four families, the new Douglas fir regeneration site had five families (Figure 6). Old growth forests survive only in patches in the three Maritime provinces and small stands of old red and white pines in central Canada. The number of pristine temperate west coast rain forests keeps shrinking. In the coastal temperate rain forest of British Columbia previously unknown invertebrate species, unique to the canopies of coastal old-growth forests, have recently been identified (CFS, 1999).

For example, the Garry oak - arbutus ecosystem in the Pacific Maritime Ecozone, specifically on southern Vancouver Island and the Gulf Islands, is one of the rarest ecosystems in British Columbia and does not occur anywhere else in Canada. That existence of endemic species (ones found only in a particular habitat) may be a signal that an unusual habitat has developed. Urbanization, invasion by exotics and agricultural activities are all contributing to its degradation (CFS, 1999). Fire suppression has allowed invasion by Douglas-fir. Overgrazing by livestock and the eastern cottontail rabbit, an introduced

species, have created conditions for the establishment of many non-native plant species. European gypsy moth and Scotch broom, both non-native species introduced through human activity, are also continuing threats to native species (CFS, 1999).

With the Garry oak and Douglas-fir sites on the West Coast, the curves in Figure 6 are typical for a single species. There is a high proportion of one or two families and then the curve drops rapidly. The other two to three families are in relatively low proportions in the understory. There are two plots at Royal Roads. The three predominant families in both plots are western red cedar, grand fir and coastal Douglas-fir. In Plot 2 there is almost twice the number of coastal Douglas-fir. Plot 1 has two other families, red alder and western hemlock. Plot 2 has six more families: cherry, western yew, red alder, arbutus, bigleaf maple and apple species.

Centre for Atmospheric Research Experiments (CARE)

This managed red pine plantation forest was established in 1937 and began with red pine making up 100% of the species in the site. At the CARE site there are currently eight families (Figure 7). There was an addition of seven more families in this stand between the time it was planted and 1988. Thus, we can ascertain that a managed plantation, if left unmanaged (i.e. no thinning or pruning later on in the stands history and no removal of dead or dying trees) will tend toward increasing biodiversity. It took about 60 years for the natural re-introduction of seven new species into this stand. This natural rate of biodiversification is too long compared to the impacts and stresses occurring with the anticipated rate of climate change. The rate that it takes forests to diversify is hundreds of years. This highlights a potential maladaptation process in forests stands and suggests a very strong need for human intervention (i.e. taking steps to increase forest adaptivity by planting for diversity). Three families show a high proportional abundance and the rest show relatively low abundance. For CARE it took 60 years for seven more families to occupy the stand. It will take at least another 100 years for trees in the understory to mature so that the canopy will become a true mixedwood canopy.

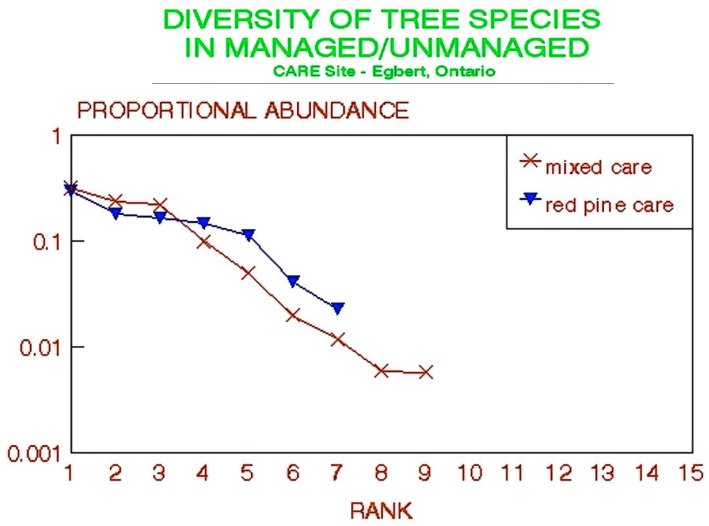


Figure 7. Diversity of tree species in managed/unmanaged CARE plots.

Canadian Benchmark and Comparison to International Sites

The conservation of a single species in a northern ecosystem may be more critical to the way that ecosystems function than a single species in a highly diverse tropical ecosystem, with its abundance of species and genetic variations. Canada can ill-afford to lose one species in a climate where species are adapted to harsher conditions. It also contains free-ranging populations of large mammals, such as polar bears, grizzlies, caribou and wolves. Latitudinal gradients of diversity have been shown from high in the tropics to low in the Arctic. In Peru there was an average of 152 different plant species per hectare with a diameter of 10 centimetres or more. An average of 18 species per hectare are found in northern Europe and 29 in the eastern United States. The average number of tree species found in Canadian plots is 11, with a range of 2 to 22.

Black spruce at Charlevoix is an important Canadian Benchmark: however, this is only one tree family compared to more than 50 in the Dinghusham area in Asia (Figure 8). (Note - Limbe, Africa includes trees smaller in size than 10 cm dbh while all the other curves on this graph (including the Canadian sites) are calculated for trees 10 cm dbh and higher).

This value of 10 cm dbh was used as the cut-off value since it is the adopted measurement standard developed for international comparisons and especially for use in the tropics. According to Roberts-Pichette and Gillespie (1999),

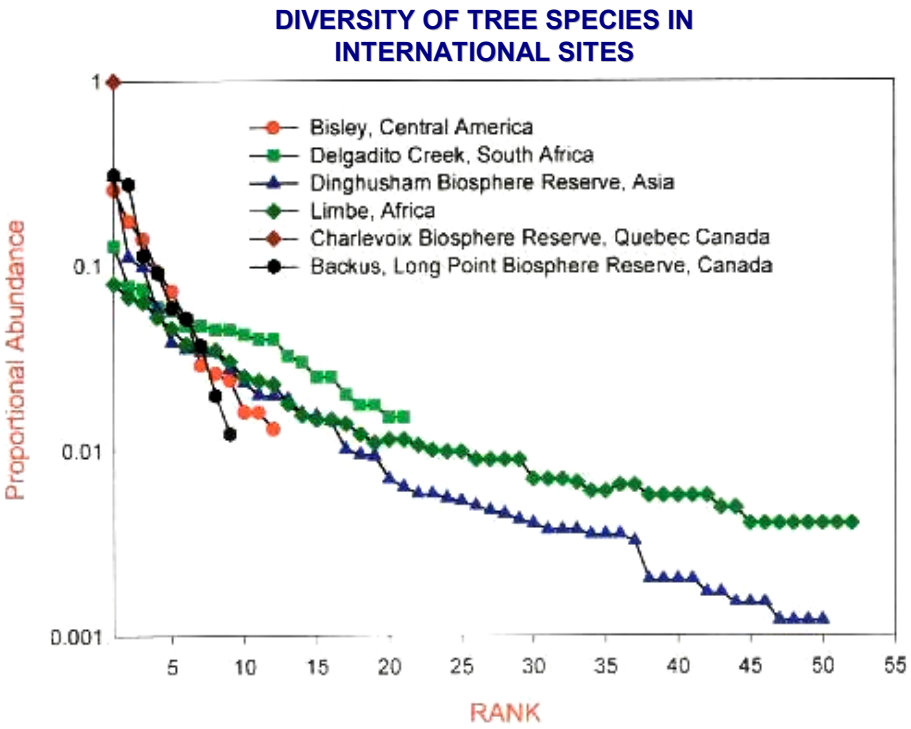


Figure 8. Diversity of tree genus groups at six international sites. Most abundant species is given a rank of 1; minimum threshold of 5 trees per species group.

Canada has adopted two levels; the first being 10 cm dbh and 4 cm dbh for dwarf forests (exceptions being the Far North or stand densities in excess of 3000 stems/ha). If we were to exclude all trees below 10 cm dbh in Canada, in stands with a total density of less than 1000 stems/ha, we lose from 15-60% of the record of biodiversity in the stand (based on SI/MAB data from Backus Woods, Botany Bay, Cabot Head, Wolf Creek, Wilson, Toronto Island, Skinners Bluff and Rocky Point). Backus Woods in the Carolinian region and Bisley in Central America have similar numbers of species (<15) and Delagadido Creek has around 20 families (see Figure 8).

Bio-Climate Comparisons and Adaptivity

Many of the SI/MAB partners were concerned about the adaptivity of our forests. Many scientists are now saying that the evidence is no longer ambiguous: Atmospheric change is a reality and it directly affects the biosphere and biodiversity. Most key habitats and many species may be subject to some change, coastal areas more than others. Not all species and habitats will be able to adapt to the rate of climate change. Insects and fungi are capable of adapting quickly to a changing environment because of their genetic makeup and short generation times, but trees are much slower to adapt. This difference in adaptive abilities would lead to an increased risk of insect and fungi infestation with a changing climate (CFS, 1999).

Deteriorating atmospheric quality, evidenced by increased air pollution, acid rain and ultra-violet radiation, is having a negative impact on many species. The consequences of air pollution may be even more severe for longer-lived species such as trees, which have longer exposure to atmospheric pollutants. In the absence of increased disturbance, lag effects of the vegetation and, perhaps animals, will decrease the speed of response and increase the persistence of flora and fauna to be out of equilibrium with climate (MacIver et. al., 1994).

Short rotation tree plantations are often low-diversity systems dominated by non-native species. While carbon update is high (due to rapid initial growth rates), other environmental impacts are negative. Single plantation low diversity systems may be less tolerant and adaptable to rapid climatic change. We may now need to begin asking if single species plantations forestry is still a viable method of forestry in the future? Protecting natural forests have other important benefits such as preserving biodiversity, which have a greater long-term ability to sequester carbon. It is expected that biodiversity will increase under global warming. In reality invasive species, planned or otherwise, will take advantage of future favourable atmospheric conditions, normally at the expense of native and indigenous species. Increasing extinctions and maladaptations can be expected to occur throughout Ontario (MacIver et. al., 1994).

Analytical Model

The diversity curves are a rapid assessment tool that can be used in the field. At the present time, based on the observed measurements and field checks, there is a reasonable level of confidence that the community, with basic

training in monitoring, can identify trees to the genus level and are able to provide accurate diameter measurements at breast height. A second generation of trained monitors will be necessary for measuring tree height, volume, carbon sequestration and tree health.

The Diversity Curves technique gives greater weighting to more abundant species. It allows us to consider all species and to not focus solely on the rare ones. Species are usually the best category of biodiversity response variables. Measuring genetic diversity would be ideal, but too expensive for the volunteer community. Other entities such as habitat or vegetation classes have an element of arbitrariness that may confuse analysis (Science Findings, 2000). Species frequently show complementary distributions (different species occur in different regions) meaning that prioritising areas to monitor can be quite effective. The hierarchical approach can integrate biodiversity conservation planning from local to regional and national levels. One hierarchical, objective approach to conserving biodiversity is based on prioritising sets of species rather than focusing on individual species or whole ecosystems. This method has already been somewhat successful (Science Findings, 2000).

Size Dependency

Preliminary results on the size dependency issue are interesting. In Backus Woods, if we were to sample only one 20 x 20 metre quadrat we would find an average of two families (ranging from a minimum of 1 to a maximum of 5). Sampling two 20 x 20 quadrats result in an average of five families (range 3 - 7), sampling three quadrats result in an average of six families (range 4 - 8) and sampling five quadrats result in an average of nine families (range 6 - 11). Over the 25 quadrats (1 hectare) we actually found 11 families represented, with at least five trees per family. Even if the cut-off number of trees was reduced to 4, 3, 2 or 1 trees per family (presence/absence) this still result in a relatively low number of potential species represented - an average of 3, 5, 6 and 9 families respectively. This then suggests that forestry plots, which may range in size from a 20 x 20 metre plot to a 40 x 20 metre plot for example could potentially under represent the number of families on a site. As growth and yield plots, they meet their purpose extremely well but as biodiversity plots they may not be capturing the number of families on the site because of the size dependency nature of biodiversity. Backus Woods and the CARE plot were compared to some data from England where it was shown that maximum diversity for minimum area occurs around the 1 ha size unit (Figure 9). With the 25 quadrats in Backus Woods, we are very close to the peak of the curve, indicating that around this sample size area there was a maximum number of species for a minimum amount of area. Fewer quadrats result in what appears to be significantly less number of species groups. The CARE plot, with fewer numbers of families, peaks in the same location but its maximum value is less than the more diverse plot at Backus. This suggests that there may be a family of related curves. Species diversity appears to increase with increasing area sampled (up to a certain area).

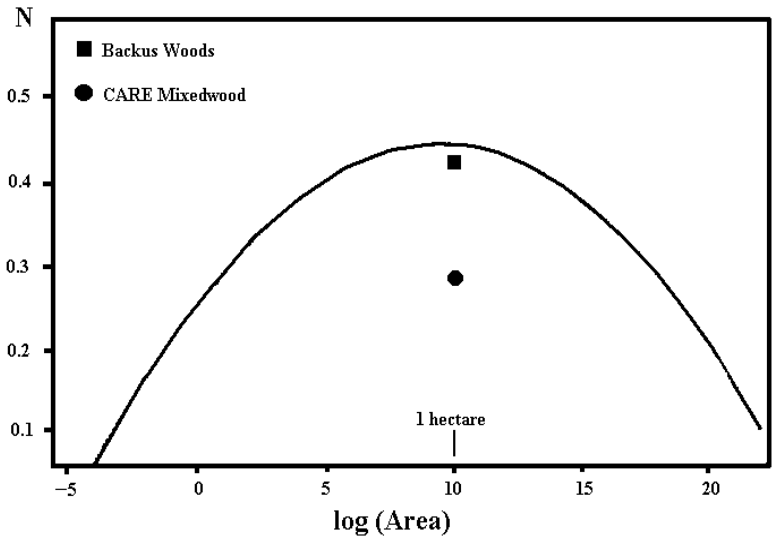


Figure 9. Dependence of number of families sampled with respect to plot size.

The two plots at Charlevoix provide another example of the size dependency relationship. This site is primarily pure black spruce. One family was found at the one 20 x 20 metre quadrat size and two families were found after sampling all twenty-five 20 x 20 metre quadrats. In the single species forest there is much less dependency on the number of quadrats than in more diverse forests. This supports the recommendation that five 20 x 20 metre quadrats may be sufficient in stands where there are only one or two species (Roberts-Pichette & Gillespie, 1999).

The western red cedar at Galiano was another example of the relationship between the number of quadrats and the number of families. Five families per hectare were identified with all 25 quadrats measured and only two families/ha were identified with five quadrats measured at an adjacent plot.

Importance of On-going Monitoring and Assessment

Monitoring for biodiversity has three main stages. The majority of Canadian plots are in Stage One but over the next few years, selected sites that are four years or older may be entering into stage two. Stage One is the initial assessment of what is there, recording all plants and animals and noting their size, condition, location, and numbers. This baseline information (distribution and abundance of the species) allows for immediate comparisons and case studies.

Stage Two is the successive visits recording what is there, looking for changes and determining what is causing those changes so as to compile a complete picture of the environments and how it functions and then linking that information to society. Detailed biodiversity assessments provide the basic information to discovering the intricate links among species. A well-established biodiversity baseline allows the selection of indicator species for long-term monitoring (Alonso and Dallmeier, 2000). Monitoring provides early detection for invasives and disease and is very important in identifying bio-climate changes. Only a 1-2 degree change in average global temperature can affect the distribution and abundance of tree species, so we need to know how tree species composition is changing.

In Stage Three, once a baseline is established, continuous monitoring will indicate whether or not the populations are shifting and what changes if any to the natural system have occurred. The focus is on determining how those changes came about and the extent to which they may be detrimental to the natural system and its resources. There is a need to decide what can be done to lessen harmful impacts and to provide better choices for society (Alonso and Dallmeier, 2000).

References

Alonso, A. and F. Dallmeier. 2000. Working for Biodiversity. Smithsonian Institution/Monitoring and Assessment of Biodiversity Program. Washington, DC. 35pp.

Canadian Forest Service (CFS). 1999. Forest Health in Canada: An Overview 1998. Atlantic Forestry Centre, Fredericton, N.B. 60pp.

Crawley, H.J. and J.E. Harral. 2001. Scale dependence in plant biodiversity. *Science* 291: 864-868.

Dallmeier, F. (Ed.). 1992. Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots. MAB Digest 11. UNESCO, Paris.

MacIver, D. 1998. Atmospheric Change and Biodiversity. *Envir. Mon. Assess.* 49: 177-189.

MacIver, D., E.E. Wheaton, I. Craine and P. Scott. 1994. Biodiversity and atmospheric change. In Biodiversity in Canada: A Science Assessment for Environment Canada, pp. 181-191.

Middleton, J. and A. McLaughlin. 1994. Exotic and expanding species. In Biodiversity in Canada: A Science Assessment for Environment Canada, pp. 147-153.

Roberts-Pichette, P & L. Gillespie. 1999. EMAN Terrestrial Vegetation Monitoring Protocols. EMAN Occasional Paper Series Report No. 9. Ecological Monitoring Coordinating Office, Environment Canada, Burlington, Ontario.

Science Findings. 2000. From Genes to Landscapes: Conserving Biodiversity at Multiple Scales. Pacific Northwest Research Station, 29: 1-5.

Smith, I.M. (editor). Assessment of Species Diversity in the Mixedwood Plains Ecozone. Printed summary. Ecological Monitoring and Assessment Network, pp. 31.

List of Figures and Tables

Figure 1. Diversity in Oak and Maple stands, Long Point.
Figure 2. Diversity of Sugar Maple forests along the Niagara Escarpment.
Figure 3. Diversity of Sugar Maple forests in southern Ontario.
Figure 4. Diversity of Maple sites in Québec.
Figure 5. Diversity of Maple Mixedwood forests.
Figure 6. Diversity of Douglas Fir forests.
Figure 7. Diversity of tree species in managed/unmanaged CARE plots.
Figure 8. Diversity of tree genus groups at six international sites. Most abundant species is given a rank of 1; minimum threshold of 5 trees per species group
Figure 9. Dependence of number of families sampled with respect to plot size.

Table 1. Baseline tree information collected from Canadian and International forest monitoring plots.
Table 2. Distribution of number of stems by Family for 37 forest monitoring plots.

APPENDIX A SAMPLE SITE PROFILES

Atlantic Maritime Ecological Science Cooperative

Fundy National Park
Number of plots: 5
Established: 1996-1998
Contact: Renee Wissink – Park Ecologist
Purpose: Research, Conservation

The five plots have been established in a variety of areas at Fundy National Park: hardwood forest, alder swamp, old mix forest and old coastal softwood. There is evidence that selective harvesting was conducted previously in three of the five plot areas. Two of the five areas were impacted by a spruce budworm infestation.

The plots were established by Parks Canada and students in order to collect baseline inventory data on the biodiversity within each plot. To date, only portions of each plot have been inventoried.

Kejimikujik National Park
Number of plots: 5
Established: 1994 (plot 1, plot 2, plot 3 - 4 quadrats, plot 4 - 4quadrats) , 1997 (plot 5)
Contact: Sally O'Grady – Information Management Specialist & Cliff Drysdale – Ecosystem Science Manager
Purpose: Training, Research

Kejimkujik National Park is representative of the Atlantic Coastal Uplands Natural Region of Nova Scotia, covering an area of 381 km^2. Kejimkujik National Park, established in 1974, typifies the glaciated, rolling drumlin topography of southwestern Nova Scotia, interspersed with lakes and streams. The area has been used by the Mi'kmaq peoples for 4500 years. The Mi'kmaq travelled the inland waterways from the Fundy Coast to the Atlantic Coast.

Plot 1, Kejimkujik National Park.

Plot 1 is adjacent to Grafton Brook, which is located at the end of the main park road, approximately 10 km from the front entrance. The area was primarily harvested for white pine and red oak.

Plot 2 is approximately 200 metre north of Grafton Lake, located at the end of the main park road. Plots 1 and 2 are paired with Plot 3 (four quadrats) and Plot 4 (four quadrats) respectively (all established in 1994). These plots are used 1) as an experiment to evaluate the SI/MAB plot protocol for multi-taxa monitoring and 2) to monitor the impact of long range transport of air pollutants on Nova Scotia Acadian forest ecology. Tree inventory data was collected initially in 1994 and again in 1999. Additional inventories have been done on ground vegetation, arthropods (Forest Lepidoptera, Forest Insect and Disease Survey, Myriapods and Collembola, Gypsy Moth, mites), Basidiomycete Fungi and terrestrial molluscs.

Plot 5 was established in 1997 and is located south of Canning Road, along the boundary in Kejimkujik National Park, approximately 7 km from the park entrance. The primary purpose of this plot is to acquire base line data for long term monitoring and evaluation of changes in a mixed softwood hemlock forest. It was designed to be a control site for comparative forest bird monitoring within a protected area and the working landscape to evaluate changes in biodiversity.

All of the plots at Kejimkujik National Park have been used as training sites, focusing on teaching participants how to establish a plot, as well as how to carry out site assessments for a variety of abiotic and biotic components. Plot 1 & 2 were the first SI/MAB Forest Monitoring Plot established in Canada (1994). A variety of representatives from government agencies and local forest companies have participated in these training sessions.

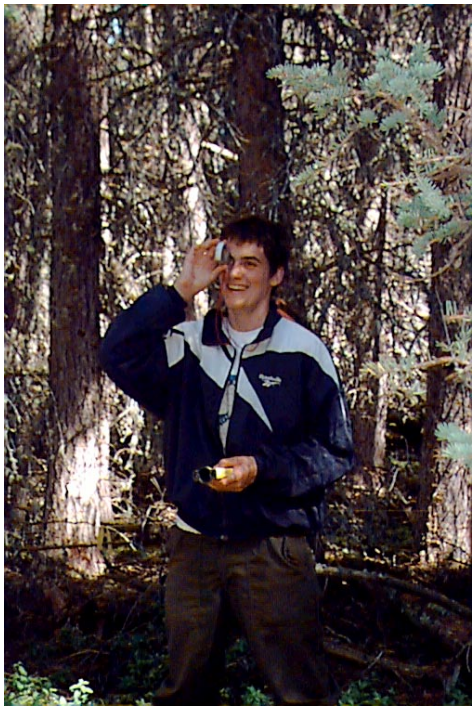
Kejimkujik National Park Joint Ventures
Number of Plots: 5
Established: 1996-1999
Contact: Sally O'Grady – Information Management Specialist & Cliff Drysdale – Ecosystem Science Manager
Purpose: Impact Assessment, Research

Several monitoring plots have been established outside Kejimkujik Naitonal Park through cooperative efforts with private companies and provincial parks. In most cases, students and adult trainees were used to collect data in these monitoring plots.

Plot 2, Kejimkujik National Park.

The Bowater Mersey Paper Company installed a plot in 1997 in order to evaluate sylviculture techniques and the role of forest gaps in red spruce regeneration. This plot was set up due to the concern expressed by the Canadian Forest Service that red spruce appears to be under stress in eastern North America. This study has been carried out by Dr. Liette Vasseur of St. Mary's University and has subsequently received NSERC funding. Concurrently, forest bird monitoring was implemented by Dr. Cindy Staicer, of Dalhousie, to assess the effects of different harvest techniques on population and biodiversity status.

The NF Douglas Lumber Company set up one full plot and eight replicate quadrats in 1996. The study plot and associated replicate quadrats were installed to evaluate sylviculture techniques to support managed white pine regeneration in a mixed forest environment. Concurrently, forest bird monitoring was implemented to assess the effects of different harvest techniques on population and biodiversity status.


Measuring tree height at Wolf Creek.

Harry Freeman and Sons Lumber Company installed a monitoring plot in 1998 to test the effects of liming on the survival and growth of softwood species. No experimental work has been done to date.

Finally, a plot was established in T. H. Randall Provincial Park in 1999 in order to document the biodiversity and growth of tree species in a coastal environment.

Boreal Cordillera Ecological Science Cooperative

Wolf Creek
Number of plots: 2
Established: 1997
Contact: Joan Eamer – Head of Ecosystem Health, Environment Canada
Purpose: Research and Education
Website: http://taiga.net/wolfcreek

The plots are located 15km south of Whitehorse in relatively pristine forest; one of the plots contains trees dating back to the 1700s. Several fires have damaged trees (most recent fire was 1950); there is no evidence of heavy insect infestation and no logging has occurred in this area. Windthrow is a significant process for the mature white spruce plot. Tree species include white spruce, lodgepole pine, balsalm poplar and several willow species.

The plots were established to 1) track change in the Boreal Cordillera forest ecosystem, 2) develop an inventory of species and habitats and 3) establish a framework for integrated research. The plots are part of a larger, long-term multidisciplinary research project in the Wolf Creek drainage basin where current research activities include: climate and climate change, vegetation, forestry, fisheries and wildlife. There are three climate stations in the basin. Future monitoring programmes being planned or considered for the plots are: forest ground vegetation, fungi, insects (density and diversity in relation to canopy structure), spiders, and leaf and log decay. Past and present monitoring programmes are: breeding bird surveys, soil fungi survey, tree coring for fire/insect history, vegetation species inventory.

Yukon Youth Conservation Corps and Yukon College students have been taught basic forest surveying skills and scientific study methods as part of their participation in plot monitoring. They were also introduced to the issues of climate change and biodiversity conservation as part of the programme. The plots are to be re-evaluated five years after esablishment.

Boreal Plains Ecological Science Cooperative

Riding Mountain National Park
Number of plots: 2
Established: 1997, 1998
Contact: Wybo Vanderschuit
Purpose: Emerging Issues, Impact Assessment; Management, Research

The first plot was established in an area of eastern deciduous forest in Riding Mountain National Park. The site is subjected to annual spring flooding and the presence of Dutch Elm disease was discovered in 1981. Various monitoring protocols have been used (SI/MAB tree mapping, EMAN Shrub and Ground Vegetation Mapping and EMAN/CFS Tree Health) to assess the impact of Dutch Elm disease on *Ulmus americana* and stand composition. Plot reassessments are scheduled for 2002 and 2007.

Eastern deciduous forest, Riding Mountain National Park.

The second plot was established in an area of Bur Oak (also known as Blue Oak) to monitor restoration of a grassland community resulting from a prescribed burn. SI/MAB and EMAN protocols have been used for data collection; baseline data on ecological restoration has been completed. Future research in the plot may also involve the monitoring of rare and endangered species.

Boreal Shield (Newfoundland and Labrador) Ecological Science Cooperative

Climate station at Blue Hill.

Terra Nova National Park
Number of plots: 1
Established: 1999
Contact: Peter Deering
Purpose: Research, Emerging Issues

The Blue Hill West area of Terra Nova National Park is representative of the park's aging forest and is showing signs of breaking up. The plot was established in order to monitor long term successional trends in the black spruce-balsam fir forest. Seed rain/germination and forest canopy gap analyses are planned for the next few years.

Plot measurements were carried out by the Conservation Corps of Newfoundland and Labrador Green Team.

Boreal Shield (Québec) Ecological Science Cooperative

Charlevoix Biosphere Reserve
Number of plots: 1
Established: 1999
Contact: Charles Roberge
Purpose: Education, Research

The plot in the Charlevoix Biosphere Reserve was established in conjunction with the tenets of the biosphere reserve, that of "in situ" research and education. It is located 120 km north-east of Québec City at an altitude of 800 to 900 metre in the Laurentide massif. The area is representative of the majority of the park, composed primarily of boreal forest (black spruce, tamarack, balsam fir and white birch) with some alpine components.

It is hoped that students from the Charlevoix area will be able to participate in future forest inventories.

La Mauricie
Number of plots: 1
Established: 1996
Contact: Albert van Dijk, Chef, Conservation des ressources
Purpose: Research, Conservation

The plot is located in about 1100 hectares of boreal forest composed mainly of black and red spruce varieties, typical of about one third of the park. The black spruce comprise 60-80% of the density and have an average age of 70 years. The area was burned in 1925 and was heavily colonized by white pines. There has been no human intervention since the park's creation in 1970.

The plot was established primarily to document forest population dynamics on a long-term basis by integrating with existing external (national and international) monitoring programmes. Future plots may be installed in the area over the next few years.

A group of forestry students from CÉGEP de la Gaspèsie assisted in the establishment of this and other plots across Quebec in the fall of 1996.

Saint-Hippolyte
Number of plots: 1
Established: 1996
Contact: Hendrik van Leeuwen – Station de biologique des Laurentides, Université de Montreal
Purpose: Research, Emerging Issues

Located in the southern Lauentians in an area dominated by maple, beech and yellow birch, the plot was established within a first-order catchment (approx. 0.06 km^2) where a number of researchers have been investigating the effects of short term climatic variations on nutrient cycling and forest growth (air and soil temperature, stream flow, watertable height, soil moisture content, water chemistry, soil chemistry, tree chemistry, and tree and root growth).

The plot was established by the Station de biologique des Laurentides to provide and promote an environment that encourages education and research opportunities in forest ecosystems. By using the SI/MAB standardized protocols and thus providing the opportunity to couple data from Saint-Hippolyte with other SI/MAB data, a greater understanding of the relationship between ecosystem structure and function can be obtained.

Grand Council of Crees
Number of plots: 3
Established: 1997
Purpose: Education, Training
Website: http://www.gcc.ca

Three plots were established in the boreal forest of northern Québec near the communities of Waswanipi, Mistissini and Ouje-Bougoumou. The original intent was to provide an educational opportunity for Cree youth to become familiar with scientific methodologies and conservation theories. Of the three plots, Ouje-Bougoumou and Waswanipi were fully surveyed and tagged. These plots have yet to be certified for accuracy. Conditions in the boreal forests of northern Québec made it difficult to establish these plots. For example, in Ouje-Bougoumou there were over 4000 mature trees per hectare in the plots, which was too demanding for a student-based approach. No further work has been done on these plots and no work is planned.

Waswanipi, student with rangefinder.

Boreal Shield (Ontario) Ecological Science Cooperative

Plot at Lake 302.

Experimental Lakes Area
Number of plots: 2
Established: 1997, 1998
Contact: John Shearer – Senior Biologist and Operations Manager
Purpose: Education and Research
Website: http://www.umanitoba.ca/institutes/fisheries

The plots are located in unsurveyed territory approximately 53 km east south-east of Kenora, Ontario, near the Experimental Lakes Area field station. The first plot was established in a regenerating jack pine stand, which was naturally seeded following a wildfire in 1980. Prior to the fire, the site was covered with mature, +100 year old boreal forest. The second plot was established along a ridge to the west of ELA Lake 302. No harvesting has been conducted on this site and the last wildfire was estimated to have occurred at least 80 years ago. A broad range of meteorological and hydrological data has been monitored in and around the ELA since 1969.

Dryden High School students assisted in the establishment of both plots, learning about forest ecology and forest inventory techniques. Because of the nature of the young, regenerating Jack Pine stand (thousands of stems per hectare) in Plot 1, SI/MAB protocol was not strictly adhered to (only five of the quadrats were surveyed). Plots are to be resurveyed every 5 years.

Mixedwood Plains Ecological Science Cooperative

Long Point Biosphere Reserve
Number of Plots: 4
Established: 1995, 1996
Contact: Brian Craig – Network Science Advisor, EMAN
Purpose: Education, Conservation
Website: http://www.kwic.com/~longpointbio/

Students at LPBR.

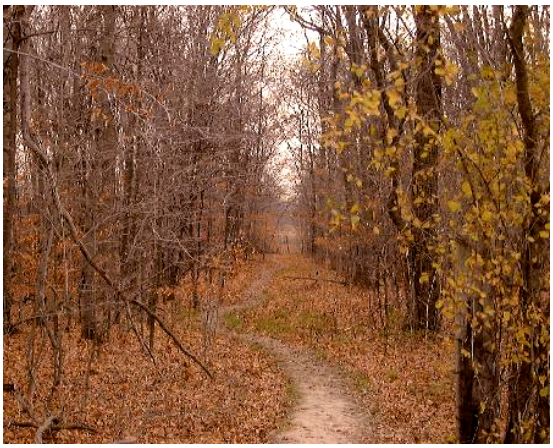
The four plots are located in three areas of the Long Point Biosphere Reserve (LPBR): Backus Woods, an old growth Carolinian forest composed primarily of oak and maple species; Wilson Tract, a managed Carolinian forest which has been subjected to periodic timber extraction; and Turkey Point Provincial Park, with plots in disturbed and natural Oak Parkland. In addition to tree, shrub and ground vegetation inventories, data on salamanders, soil health and aquatic invertebrates (mayflies and caddis flies) has been collected.

Local students (elementary and high school) and volunteers have been instrumental in data collection becoming familiar with the various SI/MAB protocols, research methods and environmental ethics. A number of students who have participated in the Long Point Student Monitoring Camp have assisted in writing reports on the plots, have given presentations at conferences and are now pursuing careers in science and environmental studies.

Brock University/Short Hills Provincial Park
Number of plots: 2
Established: 1999, expected early 2001
Contact: John Middleton – Centre for the Environment, Brock University
Purpose: Education, Conservation
Website: http://www.brocku.ca/envi/simab/

Both plots are located within the Niagara Escarpment Biosphere Reserve in the Regional Municipality of Niagara. The areas were used originally as farm woodlots.

The first plot is on the Brock University campus and is heavily used by Brock biology and environment classes. It is designed to be used in conjunction with the second plot at Short Hills which will be protected from heavy use by students. So far, the ecology, conservation planning and tourism students who have already participated have given enthusiastic responses. Emphasis will be on comparing data collected among plots and years, initially between the Brock and Short Hills plots but



Plot at Brock University Campus.

expanding to include data collected from plots in other parts of the country and beyond, once they are readily available.

Royal Botanical Gardens
Number of plots: 2
Established: 1997
Contact: Carl Rothfels, field botanist
Purpose: Education, Training
Website: http://www.rbg.ca

The first Royal Botanical Gardens (RBG) plot is located in the Rock Chapel Nature Sanctuary, south of the Armstrong nature trail on the Niagara Escarpment. The area has been a nature sanctuary since the 1950s or 1960s. Prior to that, the area may have been logged, with evidence of an old cart track near the site. The second plot is located in the Borer's Creek Conservation Authority. It lies on a river terrace on the west side of Borer's Creek.

The first plot is located in an area composed predominantly of sugar maple. The second plot, at Borer's Falls, has an abundance of black maple as well as the occasional black walnut. The shape of the plot at Borer's Falls had to be slightly adjusted (60m wide by 200m long) as it boarders a creek. Summer students (university graduates) and outdoor education students from a local high school have collected most of the data. Ideally, it will continue to be used for educational purposes.

Toronto Island
Number of plots: 2
Contact: Brian Craig – Network Science Advisor, EMAN
Established: 2000, 2001
Purpose: Education

In conjunction with visiting students from Northwestern University in Chicago, Illinois, the Ecological Monitoring and Assessment Network Coordinating Office established a full 1-ha plot in 2000 and a series of six quadrats during the spring of 2001.

The site serves as an educational tool for school groups participating in the Toronto Island Outdoor Education School programmes.

Joker's Hill
Number of plots: 1
Established: 1997
Contact: Terry Carleton – Botany Department, University of Toronto
Purpose: Research, Education

The study area is on an estate of approximately 600 hectares near Newmarket. The plot was established as part of a University of Toronto botany course (JBS229S) requirement. Students were required to survey the plot, according to SI/MAB protocol, and to perform relevant statistical analyses (distributions of tree height and tree diameter, spatial distribution, tree density and volume).

Tiffin Centre for Conservation (Nottawasaga Conservation Authority)
Number of plots: 2
Established: 1997, 2001
Contact: Byron Wesson, Director of Conservation Services
Purpose: Research, Education, Training

The Nottawasaga Conservation area consists of welands, forests, meadows, ancent lake beds, glacial shorlines, uplands and valleys.

The first plot at the Tiffin Centre for Conservation in Angus, Ontario, was established in conjunction with the University of Toronto (Botany course JBS229). As with the plot established at Joker's Hill, students were required to collect tree inventory data and to perform relevant statistical analyses.

A second plot site has also been established and data collection is scheduled to commence in the summer of 2001. This plot will be used primarily for elementary and high school students to meet the natural resources and interactions within ecosystems components of their curriculum.

Mono cliffs outdoor Education Centre & Association for Canadian Educational Resources (ACER)
Number of plots: 1
Established: 1997-1998
Contact: Kathy Lindsay – Outdoor Education Specialist
Purpose: Education
Website: http://www.acer-acre.org

Over the course of the past five years, the Association for Canadian Educational Resources (ACER) has been active in establishing community-based forest inventory plots throughout the southern Ontario area in conjunction with various Education Centres.

A one hectare plot was established at the Mono Cliffs Outdoor Education Centre in a grazed hardwood forest. Student groups did data collection in this plot and the use of environmental monitoring as an educational tool continues.

Boyne River Natural Science School & ACER
Number of plots: 1
Established: 1996-1997
Contact: Norm Frost - Site Supervisor
Purpose: Education
Website: http://www.acer-acre.org

In cooperation with ACER, the Boyne River Natural Science School has established a one hecare plot on site. The Boyne monitoring plot is set in an area mainly consisting of maple-beach climax forest, meadows and wetlands. Data collection in this plot has been initiated by the site supervisor at the Boyne River Natural Science School with the help of secondary school students.

Wiarton Outdoor Education Centre & ACER
Number of plots: 1
Established: 1996-1998
Contact: Debbie Diebel - Outdoor Education Specialist
Purpose: Education
Website: http://www.acer-acre.org

In conjunction with ACER and the Bruce Country Board of Education, the Wiarton Outdoor Education Centre has established a community-based inventory plot. The Wiarton plot is in a hardwood forest area on the centre's property. Students and teachers have helped in the data collection on site and there are plans to continue with this programme as an educational tool.

Sky Lake plot, Bruce-Grey county Board of Education.

Niagara Escarpment Commission / Ontario's Niagara Escarpment Monitoring Programme
Number of plots: 5
Established: 1996-2000
Contact: Anne Marie Braid, Ecological monitoring specialist
Purpose: Impact Assessment, Education, Training
Website: http://www.escarpment.org/Monitoring/onemonitoring.htm

Five plots have been established in various areas along the Niagara Escarpment.

Hilton Falls is a transitional zone between the Carolinian Region and the Southern Deciduous-Coniferous Forest Region which remained relatively undisturbed during human settlement (poor soil for cultivation). Conifer plantations and road construction as well as recreational use (Bruce Trail) and selective logging have impacted the area.

Cabot Head plot.

Hockley Valley is a large, contiguous forest block that stretches for 16 km north-east of Orangeville. Approximately 80% of the Valley was cleared of mature trees by the late 1900s. Many of these areas were later reforested. The western end of the Valley is designated a Class 1 "Strict Nature Reserve/Scientific Reserve" by the International Union for Conservation of Nature.

Cabot Head was used as a logging and mill site in the late 1800 and early 1900s. There is a trail adjacent to the plot, most likely a logging tote road to take logs away from the bush to Wingfield Basin. Cabot Head is also designated as a Class 1 Nature Reserve.

A sizeable portion of the Hope Bay Forest Area of Natural and Scientific Interest (ANSI) is intermediate to semi-mature in age and is gradually approaching an older, undisturbed condition. Several land-use impacts noted within the ANSI include: selective logging, light to moderate grazing, logging roads and light use of trails.

The fifth plot, in the Skinner's Bluff Management Area, is located in Grey County. The escarpment plain was selectively logged 20 to 30 years ago and is situated near a little used portion of the Bruce Trail.

The plots were set up for long-term monitoring and it is hoped that comparisons of monitoring variables (e.g. native floristic quality, species richness, biomass, canopy height, etc.) can be made between "control" plots and "pressure" plots (that are subjected to higher rates of human disturbance). Because the monitoring of sites will occur over the long term, it will help increase understanding of forest dynamics and ecosystem processes that can be used to assess the impact of disturbance and predict change. SI/MAB plot monitoring on the Escarpment is part of a larger monitoring programme (Ontario's Niagara Escarpment Monitoring Programme), which was established to determine whether the policies of the Niagara Escarpment Plan (Canada's first large-scale environmental land use plan) are adequate to protect the Niagara Escarpment.

A variety of site reports (describing the areas) and resource materials (background information on monitoring, data analysis, protocol reference manual) have been written with respect to these plots.

Mont St.-Hilaire
Number of plots: 2
Established: 1996, 1997
Contact: Martin Lechowicz – Director of Environmental Studies, McGill University
Purpose: Research, Impact Assessment
Website: http://www.mcgill.ca/gault/

Prior to the devastating ice storm in 1998, two plots were established in the Mont St.-Hilaire Biosphere Reserve at Lake Hill and Botany Bay. Originally established to study long-term forest dynamics in an area of old growth forest uncut since European colonization, the plots now serve as study sites for monitoring the recovery and mortality of trees affected by the ice storm. A number of publications have been and continue to be produced from the research done at these sites.

Overhead view of Mont St. Hilaire Biosphere Reserve.

Montane Cordillera Ecological Science Cooperative

Yoho National Park
Number of plots: 4
Established: 1995
Contact: Derek Peterson
Purpose: Research, Education, Training

Aspen plot, Yoho National Park.

The plots at Yoho National Park are representative of two different forest types in the area: aspen and conifer. Although the plots are in close proximity to areas of high human activity, they are considered representative of undisturbed aspen and conifer zones within the park.

Primarily, the plots provide a pre-established area for the collection of a diverse range of baseline biodiversity data. Subsequent information collected on aspen and conifer mortality and regeneration will help to illustrate the dynamic structures of the respective forest systems.

The conifer forest monitoring plots have also been used to train and educate interested high school and college students in tree species identification and forest conservation. Many of the volunteers participated through the Young Canada Works summer students programme and through the Research Adventure programme (visitors pay to participate in field research activities).

Pacific Maritime Ecological Science Cooperative

Rocky Point
Number of plots: 2
Established: 1995
Contact: Arthur Robinson, Natural Resources Canada
Purpose: Research

The plots are located on Department of National Defence Lands west of Victoria, British Columbia.

The first plot is in an old-growth Douglas-fir-Salal forest community. Old growth Douglas-fir is a rare ecosystem on Vancouver Island. The plot area has been used for amphibian and snake monitoring, invertebrate inventories and dendrological studies.

Rocky Point.

The second plot is located in an area characterized by deep-soil Garry oak woodland community. Additional studies (such as an invertebrate inventory, and a Stellar's Jay/Garry oak seed dispersal study have been done in the area.

The establishment of both plots was in response to Canada's Biodiversity Strategy's Goal #2: "To improve our understanding of ecosystems and increase our resource management capability" with the enhancement of biological inventory efforts in threatened ecosystems. The plots provided a training function as students from University of Victoria and the Lester B. Pearson College of the Pacific assisted with the plot inventory.

Clayoquot Sound Biosphere Reserve
Number of plots: 1
Established: 1995
Contact: Thomas Esakin
Purpose: Research, Conservation

Clayoquot Sound Biosphere Reserve.

This area of the Clayoquot Sound Biosphere Reserve is an undisturbed west coast temperate rainforest; the floodplain of the Clayoquot River. The plot is characterized by large diameter sitka spruce (>1m dbh), red alder and gravel bars which extend 150m away from the Clayoquot River. The Clayoquot plot indicates the dynamic nature of alluvial rainforest ecosystems and the importance of establishment of riparian buffers along west coast streams.

The plot will be used as a baseline for long-term monitoring of changes in tree composition and of tree growth, particularly as these relate to succession patterns in an undisturbed alluvial forest. An inventory of the trees in the plot was completed in 1997 (the inventory began in 1995 but was halted due to severe flooding). Observations on amphibians, fish, bats, mammals and birds (including Marbled Murrelets) have also been documented in the area through the Ministry of Environment's wildlife inventory programme and Long Beach Model Forest research.

Mount Arrowsmith Biosphere Foundation
Number of plots: 1
Established: 1998
Contact: Glen Janieson
Purpose: Research, Training

The plot is located at Englishman River Falls Provincial Park, 13 km southwest of Parksville British Columbia, in the Mount Arrowsmith Biosphere Reserve. The area was subjected to logging approximately 100 years ago.

Long term monitoring will provide baseline data from a relatively undisturbed area in one of the biosphere reserve's biogeoclimatic zones. Long term monitoring will be required to determine the effects of environmental changes on ecological communities that may result from pressures such as population growth or from other factors such as global warming. To date, the majority of the information collected has been from tree inventories with further inventories of vegetation and fauna planned.

A student exchange has been established between the Mount Arrowsmith Biosphere Foundation and the Long Point Biosphere Reserve to promote education and training.

Royal Roads University/Hatley Park
Number of plots: 2
Established: 1996
Contact: Bill Dushenko – Applied Research Division & Nancy Kwong – Applied Research Division
Purpose: Education/Impact Assessment, Training/Research
Website: http://www.royalroads.ca/Channels/

Hatley Park plot #2.

The plots have been established in the outlying forest of the Royal Roads/Hatley Park property to, in part, monitor the effects of increased urban encroachment and disturbance. Recommendations regarding the effective long-term management of these impacts will be made from studies examining biological diversity and ecosystem structure/function at the forest system edge. The two plots include an upland old field and mixed western red cedar ecosystem transition zone, and a salt marsh/estuary and mixed Douglas-fir ecosystem transition zone, respectively. To date, studies of tree, shrub, coarse woody debris, ground cover, soil moisture analysis and organic content, worms, and terrestrial gastropods have been made.

Originally, portions of one of the plots were used as a cattle-grazing pasture. Given the agricultural historical usage, there is an easily accessible road that runs through the plot between the two ecosystems.

A number of university and grade school students, scout troops, EMAN tour groups and the general public have participated in tree and ground surveys. These groups were provided with the opportunity to learn about biodiversity, invasive exotic species, human impacts and associated climate change.

A third plot is being established in the forest interior as a basis for comparison with studies occurring at the edges. As well, expansion of the studies into other emerging issues such as monitoring climate change and atmospheric contaminant effects/adaptations are currently being planned for the plots.

Galiano Conservancy Association
Number of plots: 1
Established: 1999
Contact: Ken Millard, Coordinator
Purpose: Conservation, Education

The Gulf Islands are part of the coastal Douglas-fir biogeoclimatic zone, which is designated as an "Ecosystem at Risk" by the British Columbia Conservation Data Centre. The Pebble Beach Reserve (322 acres) encompasses three parcels of land: the central one owned by the Galiano Conservancy (1998), and a Crown Land parcel on either side. The area is ecologically significant, home to many diverse and healthy ecosystems: a freshwater lake and creek, remnant old-growth coastal Douglas-fir forest,

Galiano Island, Pebble Beach plot.

naturally regenerated forest and a healthy, younger Douglas fir plantation. While this plot has been established in a naturally regenerated forest, there is the potential to establish comparison plots in plantation and old-growth forests.

Prairies Ecological Science Cooperative

Delta Marsh Field Station
Number of plots: 2
Established: 1999
Contact: Gordon Goldsborough – Director
Purpose: Conservation, Training
Website: http://www.umanitoba.ca/faculties/science/delta_marsh

Oxbow Woods.

This site is one of the few remaining "gallery" forests in Manitoba, near the western-most extent of oak trees in Canada. The forest is situated in an oxbow of a paleochannel of the Assiniboine River (near Portage la Prairie), at least 2000 years old. The site has seen limited human activity and has never been logged or farmed. It is as close to a pristine, pre-settlement forest as likely exists in southern Manitoba. The site has been protected within University of Manitoba property since 1966 and was designated as an Ecologically Significant Area in 1987 by the Province of Manitoba.

Both plots were surveyed by university students using the EMAN Terrestrial Vegetation Monitoring Protocols.

Taiga Plains Ecological Science Cooperative

Gwich'in Renewable Resource Board
Number of plots: 1
Established: 1998
Contact: Jennifer Walker-Larsen – Forestry/Fisheries Biologist
Purpose: Training, Education
Website: http://www.grrb.nt.ca

The plot was established south of Inuvik in the Mackenzie River Delta. The delta is used for subsistence by the Gwich'in. Gwich'in beneficiaries cut wood for firewood and lumber, fish, and hunt geese and muskrat in the area. Near the plot are several abandoned Gwich'in camps.

Students from the Aurora College Natural Resources and Technology programme helped establish the plot. Junior high and high school students participate in surveying the plots. Census techniques, tree mapping, tree identification and aspects of forest ecology are among the concepts presented to the students.

Training session, Gwich'in Renewable Resources Board.

APPENDIX B LIST OF CURRENTLY KNOWN SI/MAB SITES ACROSS CANADA

Ecozone	Site	Plot(s)
Atlantic Maritime	Prince Edward Island	Plot #1 Plot #2
	Fundy National Park	Alder Swamp Hardwood Forest Old Coastal Softwood Old Mix Forest (W. boundary) Old Mix Foest (Wolfe Lake)
	Kejimkujik National Park	Plots 1 – 5 Bowater Plot Blair Douglas Plot Harry Freeman Plot T. H. Randall Provincial Park Plot
Boreal Cordillera	Wolf Creek	Plot #1 Plot #2
Boreal Plains	Riding Mountain National Park	Eastern Deciduous Bur Oak
Boreal Shield (NF & LAB)	Terra Nova National Park	Blue Hill West
Boreal Sheild (Québec)	Charlevoix Biosphere Reserve	Parc des Jardin (GJ199) Parc des Jardin (GJ299)
	La Mauricie	La Mauricie
	Forillon	
	Grosse Ile	
	Mingan Archipelago	
	Station Biologique des Laurentides	St Hippolyte, Hermine
	Grand Council of Crees	Ouje-Bougoumou Mistissini Waswanipi
Boreal Shield (Ontario)	Experimental Lakes Area	Lake 302 Rawson Lake
Hudson Plains	Churchill Northern Studies Centre	Plot 1 Plot 2

Mixedwood Plains	CARE (Centre for Atmospheric Research Experiments)	Mixed Red Pine
	Long Point Biosphere Reserve	Backus Woods Wilson Tract Turkey Point 1 Turkey Point 2
	Bruce Peninsula National Park	
	Brock University	Brock Campus Short Hills Provincial Park
	Royal Botanical Gardens	Rock Chapel
	Hamilton Naturalists' Club	Borer's Falls Shorthills
	Tiffin Centre for Conservation	University of Toronto Tiffin
	Niagara Escarpment Commission	Cabot Head Hilton Falls Hockley Valley Hope Bay Skinner's Bluff
	Palgrave	
	Boyne River Ministry of Natural Resources	
	Boyne River Natural Science School	
	Albion Hills	
	Richardson Estate Plot	
	Dufferin County	Mulmur Township Mono Township
	Toronto Island	
	Scarborough Cemetary	
	Humber Arboretum	Plot 1 Plot 2
	University of Toronto	Joker's Hill
	Kortright Conservation Centre	
	Trent University	
	Wiarton	
	Metro Toronto Zoo	Landon Bay
	Gananoque	Botany Bay
	Mont St. Hilaire	Lake Hill
Montane Cordillera	Waterton National Park	Forest Grassland
	Yoho National Park	Aspen Mixed Conifer

Pacific Maritime	Rocky Point	Douglas Fir Garry Oak
	Clayoquot Mount Arrowsmith Biosphere Reserve	Clayoquot River
	Royal Roads University	Hatley Park, Lagoon Plot Hatley Park, Upland Plot Pebble Beach
	Galiano Conservation Association	Greig Creek
	UBC Forest Plot Lower Seymore Conservation Reserve	
Prairies	Delta Marsh Field Station	Oxbow Woods
Taiga Plains	Gwich'in Renewable Resources Board	Gwich'in Territorial Park

APPENDIX C GLOSSARY

ACER – Association for Canadian Educational Resources

BioMon – software developed for SI/MAB Forest biodiversity plot monitoring to store and summarize large amounts of vegetation information.

CARE – Centre for Atmospheric Experiments

CFS – Canadian Forest Service

Dbh – Diameter at breast height

EMAN – Ecological Monitoring and Assessment Network

EMAN CO – Ecological Monitoring and Assessment Network Coordinating Office

EMP – Ecological Monitoring Protocols

ENGO – Environmental Non-Governmental Organizations

GDD – Growing degree days

GLP – Growth Layer Profiles

KNP – Kejimkujik National Park

NEBRS – Niagara Escarpment Biosphere Reserve System

NGO – Non-Governmental Organization

NSERC – National Science and Engineering Research Council

ONE – Ontario's Niagara Escarpment

SI/MAB – Smithsonian Institute Man and Biosphere, now known as the Smithsonian Institute Monitoring and Assessment of Biodiversity programme