

**Caractérisation,
sur une période de 70 ans,
des indicateurs de l'intégrité
écologique du Parc national de
la Jacques-Cartier et de ses
zones périphériques**



RAPPORT FINAL

**Présenté à la
Fondation EJLB**



UQCN

Union québécoise pour la
conservation de la nature



Novembre 2004

CARACTÉRISATION, SUR UNE PÉRIODE DE 70 ANS,
D'INDICATEURS DE L'INTÉGRITÉ ÉCOLOGIQUE
DU PARC NATIONAL DE LA JACQUES-CARTIER
ET DE SES ZONES PÉRIPHÉRIQUES

PRÉSENTÉ À LA
FONDATION EJLB

PAR
L'UNION QUÉBÉCOISE POUR LA
CONSERVATION DE LA NATURE
(UQCN)

RAPPORT FINAL

Novembre 2004

UQCN • UNION QUÉBÉCOISE POUR
LA CONSERVATION DE LA NATURE

1085, avenue de Salaberry, bureau 300, Québec (Québec) G1R 2V7
• TÉL. : (418) 648-2104 • TÉLÉC. : (418) 648-0991 • courrier@uqcn.qc.ca • WWW.UQCN.QC.CA

Rédaction : Claude Fortin et Carl Dufour

Édition et photographies : Janouk Murdock

Seconde relecture, mise en page et maquette de couverture : Marie-Claude Chagnon

Équipe terrain : Claude Fortin, Nadia Laliberté (Cégep de Sainte-Foy),

Vicky Tremblay (Association forestière Québec Métropolitain) et Annie Lebel

© 2004. UOCN

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	1
RÉSUMÉ.....	2
1 INTRODUCTION	3
1.1 Des faits.....	4
2 TERRITOIRES À L'ÉTUDE.....	6
2.1 Présentation générale	6
2.2 Parc national de la Jacques-Cartier	6
2.2.1 Description.....	6
2.2.2 Localisation cartographique	8
2.3 Réserve faunique des Laurentides	8
2.3.1 Description.....	8
2.3.2 Localisation cartographique	9
3 MÉTHODOLOGIE.....	10
3.1 Matériel	10
3.2 Définition des zones inventoriées et des critères de sélection	10
3.2.1 Zones témoins et zones expérimentales	11
3.2.2 Types écologiques.....	13
3.3 Choix des zones à inventorier	13
3.4 Inventaires.....	13
3.4.1 Inventaire floristique	14
3.4.2 Inventaire faunique	14
3.5 Détermination de la diversité biologique	15
3.5.1 Définition des indicateurs écologiques	15
4 RÉSULTATS ET DISCUSSION	19
4.1 Diversité biologique générale	20
4.1.1 Les espèces floristiques	20
4.1.2 Les espèces fauniques	31
4.2 INDICATEURS ÉCOLOGIQUES	36
4.2.1 Indice floristique	36
4.2.2 Indice faunique.....	39
5 CONCLUSION.....	44
5.1 SOLUTIONS ET ALTERNATIVES PROPOSÉES.....	44
5.2 MODE DE GESTION DES TERRITOIRES PÉRIPHÉRIQUES	45
5.3 PROJET PILOTE.....	50

6 RÉFÉRENCES.....	53
--------------------------	-----------

ANNEXES

ANNEXE 1 — FEUILLES D'INVENTAIRES	57
ANNEXE 2— LISTE DES ESPÈCES FAUNIQUES.....	60
ANNEXE 3 — LISTE COMPLÈTE DES ESPÈCES FLORISTIQUES INVENTORIÉES	62
ANNEXE 4 – EXEMPLE DE CALCUL DES INDICATEURS / <i>FLORE</i> ET / <i>FAUNE</i>	65
CALCUL DE L'INDICE FLORISTIQUE / <i>FLORE</i>	65
CALCUL DE L'INDICE FAUNIQUE / <i>FAUNE</i>	67

LISTE DES CARTES, GRAPHIQUES, SCHÉMAS ET TABLEAUX

CARTE

Carte 1 —	
Carte de la Réserve faunique des Laurentides et du Parc national de la Jacques Cartier	7

GRAPHIQUES

Graphique 1 —	
Index d'importance floristique pour les quatre zones étudiées en relation à la classe d'âge	24
Graphique 2 —	
Biodiversité totale (nombre d'espèces floristiques / Pe) à l'intérieur des 4 zones inventoriées en fonction de la classe d'âge	28
Graphique 3 —	
Biodiversité spécifique (nombre d'espèces floristiques particulières / placette-échantillon) en relation aux zones étudiées en fonction de la classe d'âge	30
Graphique 4 —	
// moyens fauniques par type de milieux (non perturbés et perturbés) en fonction de la classe d'âge	33
Graphique 5 —	
Biodiversité totale faunique par types de zones (non perturbées versus perturbées), en relation avec la classe d'âge	35
Graphique 6 —	
Biodiversité spécifique faunique par types de zones en relation à la classe d'âge	35
Graphique 7 —	
Indice floristique / flore dans les quatre zones étudiées (Z1, 2, 3 et 4) en fonction de la classe d'âge	37
Graphique 8 —	
Indice faunique dans les zones étudiées en fonction de la classe d'âge	39
Graphique 9 —	
// moyens fauniques par type de milieux (non perturbés et perturbés) en fonction de la classe d'âge	40
Graphique 10 —	
Indice de biodiversité de chaque zone étudiée en fonction de la classe d'âge	40
Graphique 11 —	
Les trois indices (biodiversité, faunique et floristique) des zones perturbées (conservation et Z1), en fonction de la classe d'âge	41
Graphique 12 —	
Gradient / flore des blocs Z1 (conservation) sur les blocs perturbés en fonction des classes d'âge	42
Graphique 13 —	
Gradient des trois indices écologiques (biodiversité, flore et faune) entre la zone de conservation et la zone perturbée, en fonction de la classe d'âge	42

SCHÉMAS

Schéma 1 —	
Dispositif expérimental développé (vue plongeante)	11
Schéma 2 —	
Dispositif expérimental (vue terrain)	11
Schéma 3 —	
Type de zone tampon à intervention variable proposée	47

TABLEAUX

Tableau 1 —	
Listes des espèces floristiques distinctes inventoriées pour les strates forestières supérieures à 1 m (strates 1, 2 et 3)	21
Tableau 2 —	
Liste des espèces floristiques avec une fréquence moyenne supérieure à 60 %, dans la strate de hauteur inférieure à 1 m.....	23
Tableau 3 —	
Nombre de placettes-échantillons réalisées par virée d'inventaire.....	26
Tableau 4 —	
Nombre de placettes-échantillons réalisées par virée et par type de zone (n° 1 conservation, n° 2 bordure-conservation, n° 3 bordure-perturbée et n° 4 perturbée).....	27
Tableau 5 —	
Valeurs moyennes de la biodiversité floristique totale et spécifique obtenues par virée	28
Tableau 6 —	
Liste des espèces fauniques ayant une fréquence moyenne sur l'ensemble des virées réalisées supérieures à 25 %.....	32
Tableau 7 —	
Liste des espèces fauniques ayant une occupation relative moyenne supérieure à 20 % sur l'ensemble des Pe réalisées.....	32
Tableau 8 —	
Liste des espèces fauniques ayant un <i>II faunique</i> moyen supérieur à 30 % par Pe	33
Tableau 9 —	
Valeurs moyennes de la biodiversité totale et spécifique obtenue par placette-échantillon à l'intérieur de chaque virée d'inventaire	34

AVANT-PROPOS

Malgré la démarche scientifique préconisée pour réaliser ce projet, le présent rapport, par ces nombreuses contraintes, doit être perçu comme une étude scientifique exploratoire. En effet, des efforts importants ont été investis pour donner crédibilité et transparence au projet UQCN-EJLB, et c'est sous la forme d'une étude de tendance, face à une hypothèse avancée, que nous avons mené ce projet. La problématique traitée par ce projet, très peu documentée dans le passé, demande à être approfondie davantage par des chercheurs du domaine forestier et biologique, afin de dresser les effets multiples et cumulatifs des pressions périphériques exercées sur une aire protégée. C'est donc dire que nous avons également mené ce projet dans une optique d'acquisition de connaissances.

Dans un autre ordre d'idée, tout le long de la planification et de la réalisation du projet, nous avons dû ajuster et modifier les territoires à l'étude ainsi que l'idée première du projet tels que définis dans la proposition de projet soumise à la Fondation EJLB le 22 juillet 2004 et ce, afin de tenir compte des impératifs de temps et surtout des difficultés de terrain rencontrées. Ces changements portent principalement sur les territoires inventoriés et sur la manière de mener le type d'inventaire préconisé pour caractériser notre problématique. Ainsi, l'idée de départ était de caractériser l'intégrité écologique entre trois territoires connexes, le Parc national de la Jacques-Cartier (PNJC), la Réserve faunique des Laurentides (RFL) et la forêt Montmorency (FMO), forêt d'enseignement et de recherche de l'Université Laval, et de définir, si possible, un modèle de zone tampon cohérent avec l'impératif de conserver et de protéger la biodiversité d'une aire protégée. De ces trois territoires, nous n'avons conservé que les deux premiers, Parce que nous n'avons pas été en mesure de soulever de différences particulières entre les types de travaux forestiers réalisés dans la FMO, comparativement au territoire de la RFL. Dans les faits, seule la superficie des coupes réalisées dans la forêt d'enseignement, coupe sur des superficies forestières plus réduites, différait entre les trois territoires désignés.

En ce qui a trait, aux types de travaux forestiers réalisés, nous nous sommes restreints, dans le cas de la FMO et de la RFL, à un mode de prélèvement de la ressource ligneuse axé exclusivement sur la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS). En fait, l'idée initiale était que nous voulions comparer une gestion forestière classique, soit la CPRS, avec des territoires où il y aurait eu une gestion forestière écosystémique, soit des territoires où des traitements sylvicoles auraient pris en compte la présence d'aires protégées en périphérie de ces aires de coupes. Mais tel ne fut pas le cas. C'est pour ces raisons que nous avons retiré le territoire de la FMO du projet, et que nous nous sommes tenus à analyser les distinctions existantes entre des territoires de coupes classiques par CPRS et des territoires conservés. De plus, la présence de la route régionale 175 sur la totalité de la limite est du PNJC, a rendu impossible la réalisation d'inventaires continus entre les territoires du PNJC, de la RFL et de la FMO. Pour ce qui est de la réalisation des inventaires fauniques et floristiques, il s'est révélé très complexe d'implanter directement un dispositif de recherche dans la zone périphérique immédiate du PNJC. Par contre, une méthodologie a été élaborée, permettant d'analyser finement les effets et impacts cumulatifs des activités de l'exploitation forestière sur certains facteurs et paramètres importants définissant l'intégrité écologique de la zone d'étude, soit le PNJC.

RÉSUMÉ

Comment citer ce document

UQCN, 2004. *Caractérisation, sur une période de 70 ans, d'indicateurs de l'intégrité écologique du Parc national de la Jacques-Cartier et de ses zones périphériques*. Rapport présenté à la Fondation EJLB.

En juin 2000, le gouvernement du Québec adoptait des orientations en vue d'élaborer et de mettre en œuvre la *Stratégie québécoise sur les aires protégées* (SQAP). À la suite de cette assise, ce même Gouvernement sanctionnait, en décembre 2002, le projet de Loi^o 129, la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel*, afin de faciliter la mise en place de la présente stratégie et l'implantation d'aires protégées sur le territoire québécois. La mission principale de ces actions était de veiller à la création d'un réseau d'aires protégées au Québec qui soit axé sur la sauvegarde d'échantillons représentatifs de la diversité biologique de la totalité des écosystèmes de la province. Malheureusement, la littérature soulève des doutes quant aux chances de succès de protéger la biodiversité d'un territoire si des actions internes et externes à ces territoires n'adoptent pas, elles aussi, une vision écosystémique lors de leur planification et de leur réalisation. Le présent projet visait :

1. la définition, par l'intermédiaire d'indicateurs de biodiversité précis, d'un gradient de biodiversité existant entre les zones dites de conservation, soit à l'intérieur de l'aire protégée à l'étude, Parc national de la Jacques-Cartier (PNJC) et des zones perturbées par l'exploitation forestière, soit dans des territoires périphériques ou plus distants dans la Réserve faunique des Laurentides (RFL);
2. la définition et l'analyse, sur une période de temps de près de 70 ans, du portrait des effets et des impacts des activités forestières réalisées en périphérie d'une aire protégée sur deux indicateurs de biodiversité; et
3. la proposition d'un outil préventif de protection et de conservation de l'intégrité écologique des parcs et des aires protégées présents sur le territoire québécois.

Pour ce faire, un inventaire écologique et faunique a été effectué dans le PNJC, ainsi que dans la RFL, afin de répondre à la problématique définie dans le présent projet. Ainsi, à court terme, environ 20 à 30 ans, l'analyse des résultats démontre que la coupe forestière dans la sapinière à bouleau blanc de l'Est a un impact négatif sur les deux indices de biodiversité étudiés sur le territoire forestier du PNJC et de la RFL. Par contre, avec le temps, cette différence tend à disparaître pour revenir à un niveau similaire à celui des peuplements forestiers matures et surannés (70 ans et plus). Aussi, à la suite de cette analyse, un modèle de gestion périphérique a été défini et a pris la forme d'une zone tampon à dimension et intervention variable.

Avant juillet 2002, le réseau d'aires protégées du Québec englobait 1091 sites, couvrant 48 536 km², soit 2,9 % de la superficie totale du Québec (1 668 000 km²). En terme comparatif, le pourcentage des milieux protégés au Québec est particulièrement faible, puisque la moyenne mondiale en 1999 était de 8,84 %. À titre d'exemple, en tenant compte des aires protégées excluant toutes activités d'exploitation industrielle (forêt, mine et énergie - gaz et hydroélectricité), le Canada, les États-Unis, l'Australie, la Chine possèdent respectivement des valeurs de 4,7; 7,7; 6,3 et 5,3 %. Des superficies nettement supérieures au faible 0,5 % obtenue au Québec.

C'est pourquoi entre autres, en juin 2000, le gouvernement du Québec a adopté des orientations en vue de l'élaboration et de la mise en place de la *Stratégie québécoise sur les aires protégées* (SQAP) et dernièrement, soit en décembre 2002, il a sanctionné le projet de Loi n° 129, la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel*, facilitant la mise en place de la présente stratégie et l'implantation d'aires protégées sur le territoire québécois.

Deux des orientations stratégiques primordiales de la SQAP du gouvernement québécois, processus coordonné par le ministère de l'Environnement du Québec, sont :

1. de veiller à la création d'un réseau d'aires protégées au Québec qui soit axé sur la sauvegarde d'échantillons représentatifs de la diversité biologique de la totalité des écosystèmes de la province;
2. d'atteindre, d'ici 2005, une superficie légalement protégée minimale de 8,0 % sur la totalité du territoire québécois, soit un ajout de 85 000 km² aux quelques 48 526 km², ce qui représenterait plus de 133 526 km² de superficies protégées.

Depuis juillet 2002, le Québec possède, à la suite des récents efforts du ministère de l'Environnement du Québec (MENV) et de sa SQAP, un réseau de plus de 1100 aires protégées, ce qui représente près de 91 735 km², ou près de 5,5 % de l'ensemble du territoire québécois. Les derniers développements de la SQAP ont permis de rapprocher le Québec de son objectif, soit celui de donner le statut officiel d'aire protégée, d'ici la fin de l'année 2005, à une superficie d'au moins 8,0 % du territoire québécois¹. Basé sur le système de classification des aires protégées de l'Union mondiale pour la nature (UICN)², système qui est composé de six niveaux de classification, les aires protégées qui sont ou seront implantées au Québec sont différenciées selon l'encadrement juridique, la vocation et les activités qui y sont permises. Il est ainsi possible d'observer sur le territoire certaines aires protégées à vocation dite de *protection intégrale* (les réserves écologiques – correspondant à la catégorie 1 des classes de l'UICN) et des aires protégées où différentes activités anthropiques sont permises comme entre autres, la chasse, la pêche ou la récréation (la Réserve nationale de faune du cap Tourmente, correspondant à la catégorie 6 de l'UICN). Seules les activités

¹ Ministère de l'Environnement, *Stratégie québécoise sur les aires protégées. Plan d'action stratégique, premiers résultats. Les aires protégées au Québec : une garantie pour l'avenir.* 43 p.

² UICN, 1994. *Lignes directrices pour les catégories de gestion des aires protégées.* Commission des Parcs nationaux et des aires protégées de l'Union mondiale pour la nature, avec l'assistance du Centre mondial de la surveillance continue de la conservation. 102 p.

reliées à l'exploitation industrielle forestière, minière et hydroélectrique sont exclues en tout temps à l'intérieur des limites de n'importe quelle catégorie d'aire protégée.

De plus, malgré ces spécificités, le fait est que le réseau québécois d'aires protégées est composé à environ 85 % d'aires protégées de superficie inférieure à 10 km² (ministère de l'Environnement, 1999)³. Comme le but de chaque aire protégée est d'atteindre l'objectif commun de protéger et de conserver la diversité biologique qui caractérise les écosystèmes de chaque province naturelle du Québec⁴, plusieurs doutes persistent quant aux chances de succès de protéger la biodiversité sur d'aussi faibles superficies.

Alors, la question se pose, plus de cent ans après l'instauration de la première aire protégée au Québec, le Parc national du Mont-Tremblant ayant été créé en 1895. Quelle est la situation actuelle de la conservation de l'intégrité écologique des aires protégées québécoises ? Qu'en est-il du rôle réel joué par les aires protégées ? Remplissent-elles leurs missions de conservation de la biodiversité spécifique et multiple des milieux naturels du Québec ?

1.1 DES FAITS

En 1997, le *Rapport sur l'état des Parcs de 1997*⁵ concluait que l'intégrité écologique⁶ des Parcs canadiens était en péril. Ce rapport mentionnait également que la majorité des Parcs nationaux signalaient une perte significative d'intégrité écologique due à la pression des activités périphériques, que cette tendance allait en s'accroissant avec le temps et que, malgré le fait que cette observation soit généralisée à l'ensemble du réseau, cette dernière serait particulièrement plus visible dans les parcs de petite superficie. En 2000, les membres de la Commission sur l'intégrité écologique des parcs nationaux du Canada en venaient aux mêmes conclusions et mentionnaient que la conservation de l'intégrité écologique ne se limite pas seulement à l'octroi d'un titre légiféré d'aire protégée. En effet, malgré une saine gestion à l'intérieur de ces territoires, les aires protégées sont sensibles aux répercussions des multiples activités industrielles ou récréatives qui ont lieu à l'intérieur (niveau de fréquentation élevé, feux, etc.) et en périphérie (exploitation forestière, pollution atmosphérique, etc.).⁷

Comment assure-t-on le suivi de l'intégrité écologique à l'intérieur des aires dites à « *vocation de conservation* » au Québec ? Il est possible, pour les Parcs fédéraux en sol québécois, d'obtenir de l'information sur l'intégrité écologique et ses enjeux, mais de façon générale, peu de rapports font

³ Un registre officiel est présentement en réalisation à la Direction de la conservation et du patrimoine écologique du Québec (MENV). Ce registre devrait officialiser le nombre d'aires protégées sur le territoire québécois.

⁴ Les provinces naturelles, au nombre de 13 au Québec, ont été définies comme unités territoriales dans le cadre des travaux du ministère de l'Environnement du Québec et de son Cadre de référence écologique. Le MENV indique que les provinces naturelles sont des unités de grande superficie (de l'ordre de 10 km²). Leur cartographie repose, en grande partie, sur la recherche de contrastes et de différences dans la physionomie dont l'histoire géologique est, dans bien des cas, le révélateur privilégié. Les provinces naturelles sont des unités écologiques fonctionnelles de haut niveau (grands écosystèmes) induites par une structure spatiale particulière, exprimée au travers de la nature du socle rocheux, de la configuration du relief, de l'hydrographie, des dépôts de surface, du climat, de la végétation, etc. Leur description reposera donc principalement sur ces variables (Li, T. et J.P. Ducruc, 1999. *Les provinces naturelles. Niveau I du cadre écologique de référence du Québec*. Ministère de l'Environnement, 90 p.)

⁵ Patrimoine canadien, Parcs Canada. *Rapport sur l'état des Parcs de 1997*. Travaux public et Services gouvernementaux Canada. Ottawa, 1998.

⁶ Définition du concept de l'intégrité écologique selon la Commission sur l'intégrité écologique : « État d'un écosystème jugé caractéristique de la région naturelle dont il fait partie, plus précisément par la composition et l'abondance des espèces indigènes et des communautés biologiques, ainsi que le rythme des changements et le maintien des processus écologiques. »

⁷ Tardif G., 1999. Agence Parcs Canada, 2000.

mention de la réalité des parcs québécois ou aires protégées, et peu de recherches sont réalisées pour établir l'état de la problématique. En février 2003, Parcs Québec définissait dix orientations qu'elle entend poursuivre dans sa stratégie d'acquisition de connaissances, de recherche et de conservation. Parmi ces orientations, on retrouve, entre autres, la surveillance et la restauration de l'intégrité écologique et la problématique des zones périphériques. Parcs Québec mentionne que l'intégrité écologique des parcs doit être une préoccupation constante, et que l'intégration des parcs à leur environnement régional devrait être clairement énoncée dans la *Politique sur les parcs*, afin de minimiser les impacts négatifs causés par les multiples utilisateurs du milieu et des ressources.

Ce constat a donc été l'un des principaux éléments de motivation pour la définition et la réalisation du présent projet, visant à caractériser et à suivre principalement deux indicateurs de biodiversité d'un territoire ciblé. Cela permettant de valider si une aire protégée précise remplit convenablement son rôle de conservation des éléments de sa biodiversité intrinsèque. Aussi, ce projet s'inscrit dans l'optique de valoriser et de renforcer les potentiels de conservation réels des territoires officiellement protégés. Pour ce faire, une des voies que nous avons explorée et validée consistait à caractériser dans le temps la nature des impacts d'une activité périphérique, soit la coupe forestière basée sur deux critères définissant la diversité écologique d'une aire protégée, dans ce cas-ci le PNJC. Par la réalisation de nombreux inventaires écologiques, floristiques et fauniques, à l'intérieur du PNJC et de la RFL, il s'agissait :

1. de définir, par l'intermédiaire d'indicateurs de biodiversité précis, le gradient de biodiversité existant entre les zones dites de conservation, soit à l'intérieur de l'aire protégée à l'étude et des zones perturbées par l'exploitation forestière, soit dans des territoires périphériques ou plus distants dans la RFL;
2. de définir et d'analyser sur une période de temps de près de 70 ans le portrait des effets et impacts des activités forestières réalisées en périphérie d'une aire protégée sur les indicateurs de biodiversité;
3. de proposer un outil préventif de protection et de conservation de l'intégrité écologique des aires protégées et des parcs présents sur le territoire québécois. Cet outil préventif pourrait minimiser les potentiels d'impacts négatifs liés à l'activité de prélèvement forestier en zone périphérique immédiate ou rapprochée d'une aire protégée.

En terminant, sans être spécifique au Québec, ce projet répond aux besoins exprimés par plusieurs gestionnaires des ressources naturelles car, selon eux, il existe peu de recherches, d'informations et d'outils du genre, pour protéger adéquatement les territoires, tout en y exerçant des activités humaines industrielles en périphérie. Comment harmoniser les activités périphériques réalisées tout en respectant la mission première de conservation d'une aire protégée ? L'aménagement du territoire et la planification des travaux forestiers à proximité d'une aire protégée doit être réalisé avec la vision d'un usage multiple, et surtout écosystémique, des ressources naturelles existantes, ce qui veut dire que les activités industrielles ne doivent pas porter préjudice à l'intégrité écologique d'un territoire (A. Moreau *et al.*, 2002).

2.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les territoires à l'étude font partie de l'ensemble montagneux représenté par la région naturelle du Massif des Laurentides du Nord de Québec. Communément appelé Bouclier canadien, les sommets de cette région possèdent généralement une altitude supérieure à 750 m et sont composés d'une assise rocheuse très dure, d'origine granitique. Les monts et hautes collines de la région écologique sont recouverts de till épais et de till mince, résultant du retrait des glaciers. La région, qui est caractérisée par un plateau d'environ 750 m avec des collines atteignant 1000 m d'altitude, possède un relief assez accidenté. Généralement, le climat y est froid et humide et la température moyenne annuelle n'atteint que 0,3 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont considérées parmi les plus élevées de la Belle Province, avec en moyenne 1527 mm dont le tiers de celles-ci en neige.

Présents dans le sous-domaine écologique boréal de la sapinière à bouleau blanc de l'Est, le type de couvert forestier que l'on y retrouve se distingue par une diversité de végétation dont l'étagement est le résultat de l'amplitude du relief. On retrouve à la fois la forêt boréale, la forêt mélangée et la forêt feuillue, qui créent une mosaïque dans la végétation. En effet, les plateaux et sommets de montagnes sont habités par la forêt boréale et majoritairement constituée d'épinettes noires et de sapins baumiers. Généralement, on ne retrouve ce type de couvert qu'au nord du 48^e parallèle. Traversant les plateaux et les vallées du Parc national de la Jacques-Cartier, une zone transitoire existe entre la forêt boréale et la forêt feuillue, où s'installe la forêt mélangée. Celle-ci se distingue par la présence de bouleaux jaunes et de sapins baumiers, qui cèdent lentement leur place à la sapinière à bouleaux blancs. La forêt feuillue profite, quant à elle, de l'influence des vallées, qui offrent un climat plus doux pour coloniser le PNJC. Ainsi, on retrouve des peuplements d'érables à sucre et de bouleaux jaunes dans les secteurs de la vallée de la Jacques-Cartier, de la Sautauriski, de la Chute et de l'Épaulé. Le territoire du Parc constitue d'ailleurs la limite nord de la distribution de l'érable à sucre. Ainsi les peuplements forestiers du Parc dépendent des gradients d'altitude et d'humidité, mais également de la latitude et des caractéristiques édaphiques. Ces contraintes influencent de manière importante la végétation climacique.

2.2 PARC NATIONAL DE LA JACQUES-CARTIER

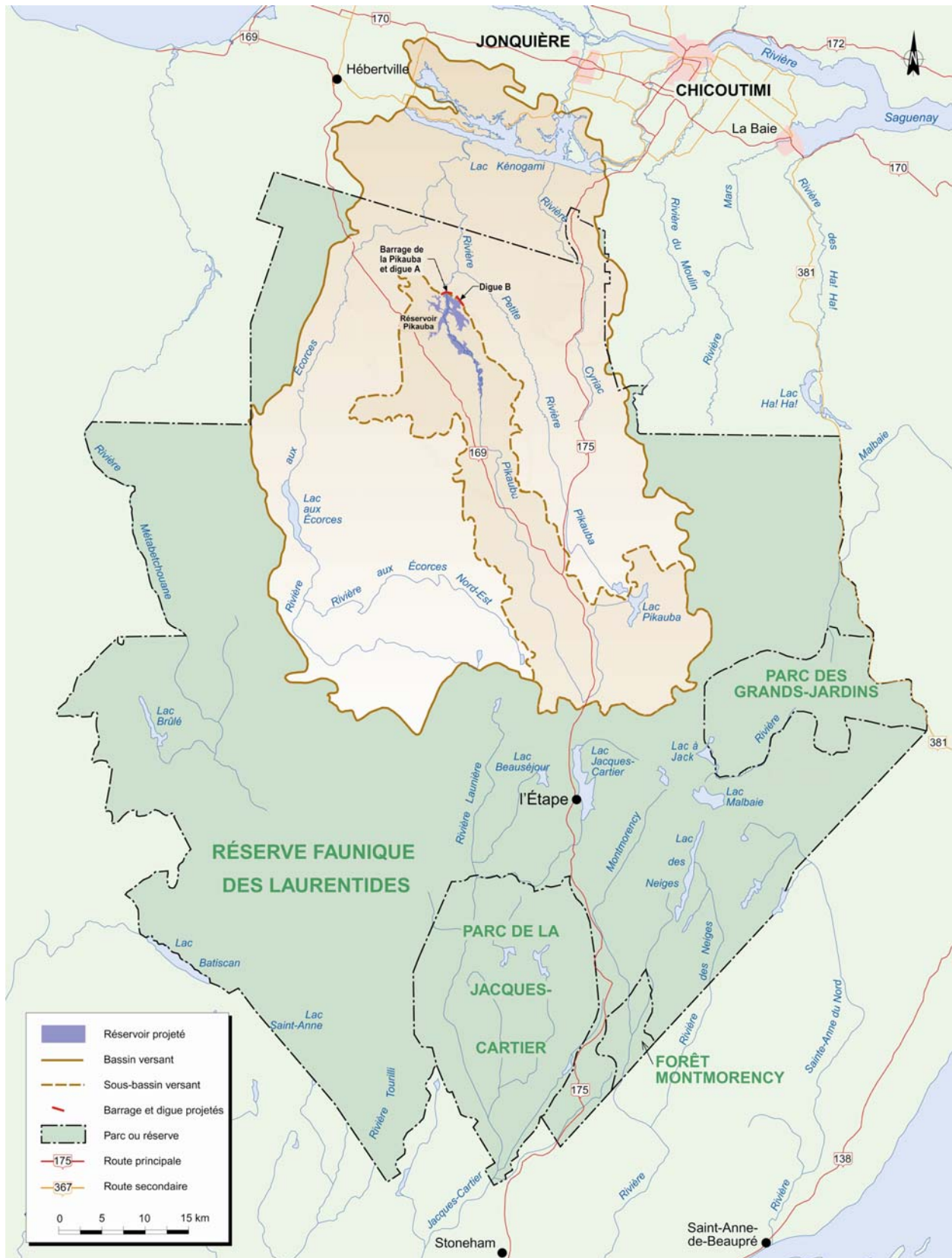
2.2.1 DESCRIPTION

D'une superficie de 670,6 km², le territoire du Parc national de la Jacques-Cartier (PNJC) est consacré à la conservation et la mise en valeur du milieu naturel. Avant la création du Parc, en 1981, le territoire a subi d'intenses coupes forestières effectuées entre 1920 et 1980 sur ses plateaux. Cependant, les épidémies sévères de tordeuse des bourgeons de l'épinette sont également à l'origine de perturbations sur d'importantes surfaces de terrain. L'exploitation forestière dans le PNJC est maintenant interdite depuis plus d'une vingtaine d'années.

Plus de 54 % de la superficie du PNJC possède une catégorie de drainage dite modérée, tandis que 30 % des parties occupant les sommets, les pentes fortes et les dépressions tapissées de dépôts fluvioglaciaires compose la classe de drainage qualifiée de bonne.

Carte 1 —

Carte de la Réserve faunique des Laurentides et du Parc national de la Jacques Cartier



Les dépressions à la surface des plateaux et les zones en bordure des plans d'eau possèdent un drainage qui va de imparfait à très mauvais. La nappe phréatique atteint souvent la surface à ces endroits, lesquels se retrouvent éparpillés sur le territoire. À l'opposé, les pentes rocheuses et les versants escarpés disposent d'un drainage excessif en raison de la faible épaisseur des sols.

Le climat froid du PNJC se caractérise par l'abondance des précipitations, en particulier les chutes de neige. En effet, les hautes terres du massif des Laurentides reçoivent annuellement d'importantes chutes de neige, atteignant parfois jusqu'à 600 cm. D'ailleurs, le résultat de fortes précipitations entraîne parfois des crues massives qui provoquent des dégâts sur les routes et les versants par des éboulements et un sapement des berges. Ainsi, avec une température moyenne annuelle de 0,09°C, des précipitations totalisant 1320 mm dont la fraction nivale varie de 30 % à 35 % et finalement avec une durée d'insolation de 1755 heures par année, on qualifie le climat du PNJC de subpolaire, subhumide, continental.

La sapinière à bouleau blanc constitue le peuplement typique, et domine dans le PNJC. D'ailleurs, le sapin baumier est la principale essence du territoire et participe à plus de 75 % des peuplements. Le climat froid et humide de la région favorise particulièrement l'implantation de cette espèce qui colonise les plateaux en s'associant avec certains feuillus et d'autres résineux. L'abondance du bouleau blanc dans ce type de peuplement dépend en grande partie de l'altitude, car l'essence ne s'implante généralement pas au-delà de 700 m.

2.2.2 LOCALISATION CARTOGRAPHIQUE

Le PNJC est localisé dans la région naturelle B22 du Massif des Laurentides du Nord de Québec, à 42 km au nord-est du centre-ville de Québec. Ses limites sont incluses à l'intérieur des coordonnées géographiques correspondant à 71 10' et 71 35' de longitude ouest, et 47 50' et 47 30' de latitude nord. Situé sur les terres du domaine public, le PNJC côtoie sur les 4/5 de son périmètre, la RFL. Outre la RFL, le PNJC voisine à l'est la forêt d'enseignement et de recherche de la FMO (Université Laval) et à l'ouest le secteur Tourilli. Le sud du Parc est bordé principalement par la forêt privée (voir la *Carte 1*, page 7).

2.3 RÉSERVE FAUNIQUE DES LAURENTIDES

2.3.1 DESCRIPTION

La Réserve faunique des Laurentides (RFL) est un immense territoire de 7861 km² qui offre une multitude d'activités sportives et récréatives à la population, comme la chasse, la pêche, le ski de fond et la villégiature.

La majorité de sa surface est gérée par la Sépaq, à l'exception de la section située à l'ouest du PNJC, soit le secteur Tourilli. Cette partie de la RFL constitue un territoire de chasse et pêche accessible au public et à gestion déléguée. La gestion du secteur Tourilli est sous la gouverne du Conseil de la nation Huronne-Wendat qui en est la bénéficiaire.

La RFL correspond à la partie sud de la zone boréale, composant le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc. Le type de milieu physique le plus fréquent dans les Laurentides regroupe les dépôts mésiques de texture moyenne (MEM). La classification écologique est attribuable au niveau des groupes d'espèces indicatrices, du régime nutritif et des essences forestières présentes. Ainsi c'est la sapinière à bouleau blanc mésique de texture moyenne (MS22) qui domine dans la majorité des régions écologiques des Laurentides. Les critères d'identification de ce type écologique regroupent les espèces indicatrices incluant des latifoliés, de l'érable à épis ou des mousses hypnacées avec un couvert dominé par le sapin et certains feuillus intolérants. On retrouve à travers le domaine d'autres types écologiques dont la répartition géographique est centrée dans les Laurentides. Ceux-ci regroupent, entre autres, les pessières noires et sapinières à épinettes noires, qui possèdent un régime nutritif considéré comme étant pauvre. Ces types écologiques s'appuient sur des caractéristiques physiques semblables à celles de la sapinière à bouleau blanc. Cependant, le sous-bois est généralement dominé par des éricacées ou des mousses hypnacées avec un couvert dominé par l'épinette noire (RE22) ou par le sapin et l'épinette noire (RS22). On rencontre habituellement ces derniers sur les hauts de pente et les mi-pentes recouvertes de till mésique.

2.3.2 LOCALISATION CARTOGRAPHIQUE

Avec près de 7900 km² de superficie, la RFL se situe entre les régions de Québec et du Saguenay–Lac-Saint-Jean, elle est accessible principalement par plusieurs routes régionales, dont la 175, la 381 et la 169 (voir la *Carte 1*, page 7). Les coordonnées géographiques de l'ensemble du territoire de la RFL se situent entre les latitudes nordiques 52°20'00 et 54°00'00, et entre le 26°00'00 et le 39°00'00 de longitude ouest. Une réserve faunique généralement, comme l'indique son appellation, se devrait d'être principalement un territoire à vocation faunique, par contre actuellement, les activités de récolte forestière sont souvent prédominantes, et ceci sur l'ensemble de son territoire.

3.1 MATÉRIEL

Pour effectuer les étapes suivantes, nous avons utilisé principalement les cartes 1:20 000 des peuplements écoforestiers du MRNFP. L'année 2000 est la date de la dernière mise à jour des données figurant sur les cartes écoforestières utilisées dans le présent projet. Les feuillets cartographiques utilisés lors de la planification sont :

- 21M06NO
- 21M06NE
- 21M06SO
- 21M06SE
- 21M03NO
- 21M03NE
- 21M11SO

Les cartes écoforestières choisies couvraient la très grande majorité des territoires sélectionnés pour réaliser le projet EJLB. Afin de préciser davantage l'analyse des territoires et la planification des inventaires forestiers, nous nous sommes procuré les photographies aériennes ci-dessous. Beaucoup d'autres photos ont été utilisées pour réaliser ces étapes, mais étant donné les coûts d'acquisition élevés, nous avons également utilisés, sur place, les ressources de la photocartotheque québécoise du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP) :

- Q02103 no.205, no. 206, no. 207
- Q02115 no. 85, no. 86, no. 87, no. 88

3.2 DÉFINITION DES ZONES INVENTORIEES ET DES CRITÈRES DE SÉLECTION

Les unités à inventorier ont été divisées en deux catégories (voir *Schéma 1*, page suivante), soit : les *zones témoins* ou zones à intégrité écologique relative⁸ (identifiées par C1, C2, C3 et C4) et les *zones expérimentales* ou zones perturbées (identifiées par Z1, Z2, Z3 et Z4, pour chacune des six virées expérimentales). Cette division des *zones expérimentales* en quatre groupes distincts a été réalisée afin de répondre à l'impossibilité de réaliser des inventaires en périphérie du PNJC. Ainsi, pour recréer cette caractéristique, nous avons défini la zone Z1, comme étant la zone représentant une zone intacte, non perturbée, représentative des *zones témoins* caractérisées par le PNJC. Les trois autres groupes, Z2, Z3 et Z4, constituent des territoires où il y a eu des travaux forestiers, soit les zones perturbées. Les *zones témoins*, ont été localisées exclusivement à l'intérieur du PNJC, alors que les unités expérimentales se retrouvaient dans le PNJC et dans la RFL.

⁸ En effet, malgré son statut officiel de parc décerné en 1981, donc d'aire protégée, l'ensemble des massifs forestiers présents sur le territoire origine de coupes forestières qui ont eu lieu entre les années 1920 et 1980.

3.2.1 ZONES TÉMOINS ET ZONES EXPÉRIMENTALES

Les *zones témoins* inventoriées ont été choisies à la suite d'une analyse et d'une sélection de plusieurs facteurs représentatifs de l'état naturel du PNJC. Ainsi, des zones où l'intégrité écologique était maximale ont été définies, c'est-à-dire, des zones où les perturbations anthropiques comme la coupe forestière et la fragmentation du territoire étaient à son minimum. Par contre, si ces perturbations étaient présentes sur le territoire à être investigué, ces dernières ne devaient pas être inférieures à 70 ans, soit de classe d'âge de 90, afin que les peuplements forestiers répondent aux spécificités des forêts surannées ou vierges.

Schéma 1 –

Dispositif expérimental développé (vue plongeante)

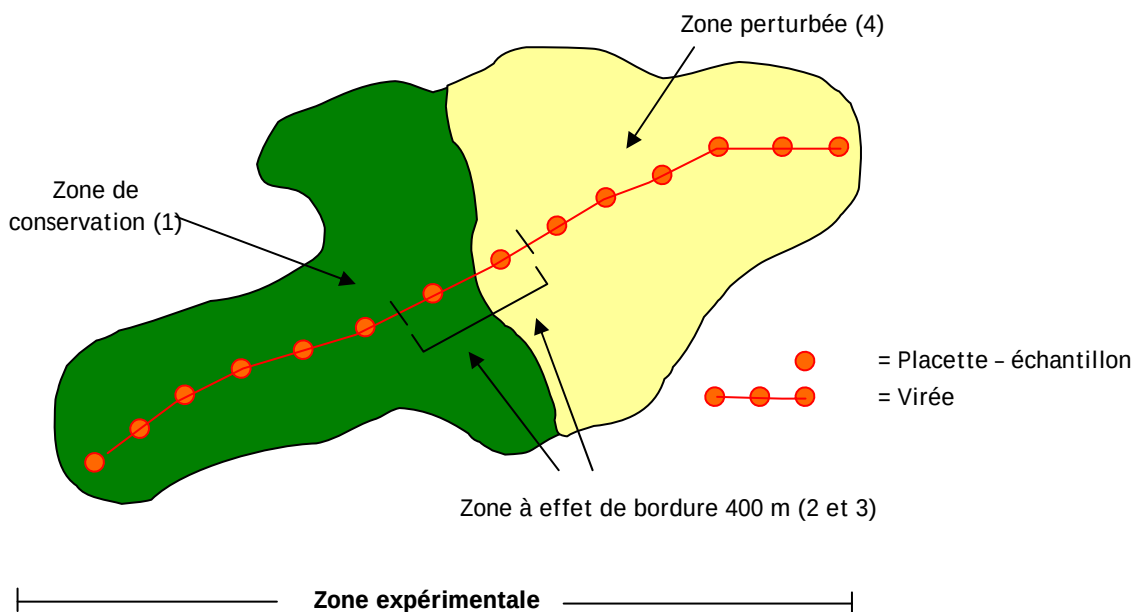
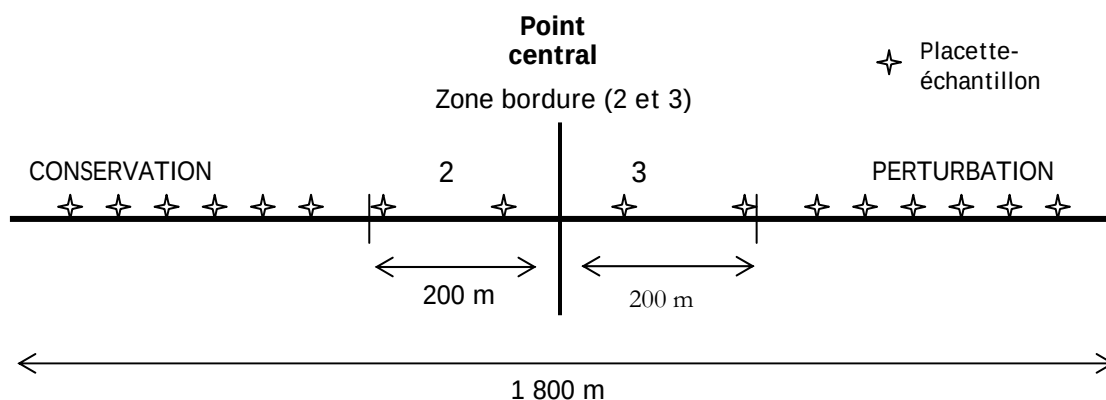


Schéma 2 –

Dispositif expérimental (vue terrain)



Pour ce faire, l'état des connaissances du PNJC a été analysé, pour ensuite définir les caractéristiques écologiques du paysage forestier (type de couvert, classes d'âge, types et âge des perturbations, type écologique, etc.). Ainsi, il a été possible de définir que les massifs forestiers représentatifs de la mosaïque végétale du PNJC, et du coup, les zones de conservation, devaient être principalement un ensemble de peuplements écoforestiers de classe d'âge de 70 ans et plus, et que le couvert devait être à dominance résineuse et composé principalement de sapinière à sapin (SS) et de sapinière à bouleau blanc (SBB) (type écologique MS22). Un profil de peuplement secondaire avec les mêmes caractéristiques écologiques a également été défini, mais de type écologique RE22 (sapinière à épinettes (SE) et pessière à sapin (ES)), et de classe d'âge 50 ans et plus. De plus, comme le PNJC a été l'objet de coupe forestière sur presque toute sa superficie, les peuplements forestiers devaient avoir comme origine une coupe forestière datant au moins des années 1930-1940. De manière pratique, voici une illustration d'un regroupement d'appellation de polygones écoforestiers représentant la *zone témoin* C1 dans le territoire du PNJC :

Exemple de regroupement de la *zone témoin* C1 :

- 1-SE B4 50 C 1A 30 RS22
- 2-SS B3 70 C 1A 30 MS22
- 3-SS D3 70 EL C 1A 30 MS22
- 4-SS B3 70 E 1A 20 MS22

Puisque des territoires souvent très éloignés les uns des autres ont été inventoriés, le concept de type écologique a été privilégié, tel que défini par le ministère des Ressources naturelles du Québec, de la Faune et des Parcs (MRNFP), afin d'être en mesure de comparer adéquatement les données recueillies lors des inventaires écologiques (point 3.2.2 ci-dessous). En effet, en identifiant le type écologique comme unité de référence, son utilisation a permis d'établir une base comparative fiable des potentiels écologiques des différents territoires à l'étude, soit ceux du PNJC et de la RFL et ce, malgré l'éloignement des sites inventoriés et des différences notables quant au stade évolutif des peuplements forestiers comparés.

Comme mentionné précédemment, les zones expérimentales devaient être composées d'une zone de conservation (Z1), de zones qualifiées de bordure (Z2 et Z3) et d'une zone perturbée par la coupe forestière (Z4). Cette dernière devait être attenante à la zone de conservation. Les zones de conservation étaient surtout constituées de peuplements équiens régénérés après coupes. Dans la majorité des cas, l'âge des peuplements de la zone de conservation étaient dans la classe d'âge 90, donc âgés entre 71 et 90 ans. L'âge des parterres de coupe sélectionnés, qui composent la zone expérimentale, devait se retrouver à l'intérieur d'une des trois classes d'âge suivantes : classe d'âge 10 (coupe entre 0 et 19 ans), classe d'âge 30 (coupe entre 20 et 39 ans) et classe d'âge 50 ans (coupe entre 40 et 59). Finalement, pour l'ensemble des territoires inventoriés, l'accessibilité a aussi été un critère de sélection déterminant.

3.2.2 TYPES ÉCOLOGIQUES

Afin de répondre à la demande d'homogénéité du potentiel écologique entre les zones inventoriées, le concept des types écologiques du MRNFP a été utilisé. Les types écologiques se définissent comme des unités de classification qui expriment à la fois les caractéristiques de la végétation qui y croît ou qui pourrait y croître (végétation potentielle) et les caractéristiques physiques du milieu⁹.

Ainsi, on définit la végétation potentielle comme une synthèse des caractéristiques dynamiques de la végétation d'un lieu donné. Elle permet de dresser le portrait de la végétation climacique en fonction des groupes d'espèces indicatrices, de la végétation actuelle, de la régénération et des caractéristiques physiques du milieu. Quant aux variables physiques du milieu, elles nous informent principalement sur la nature des éléments du milieu physique, dont le drainage, le dépôt (nature, épaisseur et texture) et la topographie.

Les types écologiques sont représentés par un code à cinq caractères. Par exemple, l'appellation **MS25S** indique la présence d'une sapinière à bouleau blanc avec une végétation potentielle (**MS2**), ainsi qu'une station au dépôt mince à épais, de texture moyenne et de drainage subhydrique (**5**) avec un *seepage* (**S**).

Les avantages des types écologiques sont nombreux et permettent, entre autres, de diviser le territoire forestier en des entités écologiques permanentes. Les types écologiques permettent aussi d'obtenir un portrait du potentiel écologique d'un territoire, et ce, malgré le fait que le peuplement actuel ne soit pas à l'état climacique comme l'indique le type écologique, pour des raisons naturelles ou anthropiques. Finalement, ils sont faciles à utiliser sur le terrain, puisque que les types écologiques se prêtent bien à la photo-interprétation et à l'analyse cartographique.

3.3 CHOIX DES ZONES À INVENTORIER

À la suite de la définition des critères de sélection des zones à inventorier et à l'analyse cartographique des cartes écoforestières, les interventions ont ciblées principalement l'intérieur et le pourtour nord du PNJC, ainsi que la région centrale du PNJC (voir la *Carte 1*, page 7). Lors de cette analyse, nous avons tenu compte de la présence du réseau de transport d'énergie, des chemins forestiers et de la Route 175 et de leurs impacts négatifs (fragmentation et isolement des territoires, les uns par rapport aux autres) sur l'intégrité écologique des milieux à inventorier. Ces variables ont grandement limité la disponibilité de territoire où il était possible de pratiquer un inventaire.

3.4 INVENTAIRES

Afin de pouvoir définir les indices de diversité biologique tout le long des virées, une collecte de données a été réalisée selon deux types d'inventaire, soit un inventaire floristique et un inventaire faunique. Ces inventaires ont été adaptés principalement à partir des procédures d'inventaire proposées par les *Normes d'inventaire forestier du MRNFP*. Selon ces normes, nous avons effectué les inventaires selon un système de placettes-échantillons à rayon fixe de 11,28 m, ce qui équivalait à une

⁹ Normes d'inventaire forestier. Placettes-échantillons temporaires, peuplement de 7 m et plus de hauteur. Mai 2002.

superficie de 400 m². Le plan de sondage a permis d'appliquer simultanément les deux types d'inventaires identifiés. Ce plan contenait 136 placettes-échantillons, réparties à l'intérieur de 10 virées distinctes. Par contre, lors des travaux d'inventaire, 10 placettes-échantillons ont été annulées pour diverses raisons techniques.

En moyenne, chaque virée avait une longueur de 1,8 km et avait comme point central la zone de transition entre la superficie dite à *intégrité écologique* et la superficie *perturbée* par la coupe forestière. La distance entre chaque placette-échantillon a été établie à 100 m, et une zone de transition de 200 m de chaque côté du point central a été défini comme zone à effet de bordure (voir le *Schéma 1*, page 11). Cette valeur moyenne a été basée sur l'étude des habitudes de vie de certains grands mammifères comme le loup et le caribou, ou sur les habitudes de vie de la Chouette rayée. Nous avons défini l'effet de bordure comme étant une zone critique au-delà de laquelle l'influence humaine est jugée minime.¹⁰ L'impact des activités humaines sur les habitats peut menacer la biodiversité d'un site. Cet impact peut varier en fonction du type, du degré et de la fréquence de la perturbation du milieu naturel ou de l'infrastructure (routes, chemins forestiers, pipelines, lignes de transport d'énergie, activités humaines, etc.).

3.4.1 INVENTAIRE FLORISTIQUE

L'inventaire écologique réalisé a été adapté du *Point d'observation écologique*¹¹. Un exemple du formulaire de prise de données est présenté à l'*Annexe 1*, page 57. Rapidement, lors de la prise de données, certaines caractéristiques du peuplement ont été décrites, ainsi que son stade évolutif, ses perturbations et la hauteur des arbres dominants. Ensuite, la végétation a été décrite par la caractérisation du couvert des strates ligneuses (arborescente supérieure et inférieure) et des strates non ligneuses (arbustive supérieure et inférieure). Pour ce faire, l'identification de toutes les espèces floristiques formant ces étages a été réalisée et, pour chacune d'elles, une classe de densité de couvert a été définie. Afin de caractériser davantage les peuplements forestiers dans lequel les placettes-échantillons ont été réalisées, trois études d'arbres ont été effectuées. Ces études ont porté principalement sur la définition de l'âge, de la hauteur et de l'état de santé de la cime de l'arbre.

3.4.2 INVENTAIRE FAUNIQUE

L'inventaire faunique a été réalisé en répertoriant les indices directs et indirects observés lors de la réalisation de l'inventaire. À l'intérieur de chaque placette-échantillon, les observations fauniques étaient notées (formulaire d'inventaire faunique en *Annexe 1*, page 57). Les principaux indices fauniques retenus, ont été des indices indirects comme, par exemple, les pistes, les fèces, les couches (zones de repos d'un animal), le brout, les nids, etc. En ce qui concerne les observations directes, à l'exception de quelques contacts visuels avec un animal, c'est majoritairement par l'écoute des chants d'oiseaux qu'il a été possible de caractériser l'importance de la présence de l'avifaune en milieu forestier. Ces indices fauniques ont été décrits qualitativement, bien sûr, mais aussi quantitativement.

¹⁰ USDA Forest Service, 1999. Forest Service Roads: A Synthesis of Scientific Information and Sylva Forest Foundation. Assessing the Ecological Impact of Timber Management: Apparent Impact, Actual Impact and Precautionary Forest Planning, BC.

¹¹ Ministère des Ressources naturelles du Québec, 1994. *Le point d'observation écologique*. Gouvernement du Québec. 116 p.

De plus, lors de l'inventaire, il y a eu caractérisation du milieu naturel et des habitats que présentaient chaque placette-échantillon. Entre autres, une description a été faite du niveau d'obstruction latérale, de la topographie, du niveau de pente, de la présence de débris ligneux au sol et il y a également eu dénombrement des chicots. Finalement, un jugement qualitatif sur le potentiel d'habitat offert par chaque placette-échantillon a également été effectué lors de la prise de données.

3.5 DÉTERMINATION DE LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE

Pour tenter d'établir et de représenter la diversité biologique et les gradients de biodiversité existant entre les différents territoires à l'étude, trois indicateurs écologiques ont été développés, soit : l'indicateur floristique (I^{flore}), l'indicateur faunique (I^{faune}) et l'indicateur de biodiversité (I^{biod}). Le dernier indicateur, I^{biod} étant un indicateur cumulatif, représenté par la sommation des deux premiers indicateurs, et exprimé ainsi : $I^{biod} = I^{flore} + I^{faune}$.

Pour la détermination de l'indicateur floristique, différents paramètres ont été utilisés, soit la biodiversité totale, la biodiversité spécifique, l'index d'importance, etc. L'ensemble des indicateurs et paramètres définis sont décrits ci-dessous.

3.5.1 DÉFINITION DES INDICATEURS ÉCOLOGIQUES

Afin de bien comprendre la démarche entreprise, il y a lieu de définir quelques notions.

3.5.1.1 INDICATEUR FLORISTIQUE (I^{FLORE})

Groupe 1 (poids RELATIF¹² 25 %)

A1. BIODIVERSITÉ TOTALE

Nombre d'espèces floristiques dans une placette-échantillon.

A2. BIODIVERSITÉ TOTALE RELATIVE

Nombre d'espèces floristiques dans une placette-échantillon ou **biodiversité totale** / Nombre total d'espèces floristiques inventoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées.

¹² Un poids relatif a été fixé pour chacun des trois facteurs composant la formule finale pour la définition de l'indice floristique I^{FLORE} , ceci permettant de mettre le poids adéquat représenté par ces trois variables, que sont la biodiversité totale relative, la biodiversité spécifique relative et l'index d'importance. Le poids relatif est réparti en fonction de l'importance variable de chaque paramètre, permettant de mieux distinguer la spécificité de chaque variable face à la caractérisation d'un milieu floristique. Ainsi, sur un total de 100 %, le poids relatif de la biodiversité totale relative, de la biodiversité spécifique relative et de l'index d'importance ont été fixés respectivement à 25, 35 et 40 %.

Groupe 2 (poids RELATIF 40 %)

B1. BIODIVERSITÉ SPÉCIFIQUE

Nombre d'espèces floristiques particulières inventoriées dans la placette-échantillon.

B2. BIODIVERSITÉ SPÉCIFIQUE RELATIVE

Nombre d'espèces floristiques particulières dans la placette-échantillon ou **biodiversité spécifique** / Nombre total d'espèces floristiques particulières inventoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées.

La sélection et la définition des espèces floristiques rares, indicatrices et particulières.

- A) Les espèces floristiques rares
Aucune mention dans le PNJC d'espèces floristiques rares et menacées sur l'ensemble du territoire en relation à la banque du CDPNQ, et aucune mention non plus lors de l'inventaire sur le terrain.
- B) Les espèces floristiques indicatrices
Plantes indicatrices : pour le type écologique MS22, seul type de territoire inventorié lors du présent projet, les deux principaux groupes d'espèces indicatrices pour ce type écologique sont le DRS (*Dryopteris spinulosa*) et le PLS (*Pleurozium schreberi*). Ces deux groupes d'espèces indicatrices pour le type écologique MS22, étant typique des forêts au stade de climax, soit la sapinière à DRS et à PLS (document *Programme de connaissance des écosystèmes forestiers du Québec méridional - rapport de classification écologique Sapinière à bouleau blanc de l'est*, Février 2000).
- Les plantes indicatrices associées aux groupes DRS et PLS sont : PLS, DIS, PTC, DRS et OXM¹³
- C) Les espèces floristiques particulières
Ces espèces dites particulières sont les espèces floristiques que l'on retrouve de façon prioritaire dans les territoires non perturbés, représentantes des milieux floristiques dans une forêt mature, dans son état pratiquement de climax ou de grande stabilité.

Critères établis pour sélectionner ces espèces :

- i) retenir automatiquement les espèces floristiques typiques des vieux peuplements forestiers inventoriées, soit les espèces suivantes : HYS, MNS, BAT et EPB.
Note : les prochains critères ont été exclusivement définis par l'analyse des dix blocs non perturbés, soit les quatre zones témoins (C1, C2, C3 et C4) et les six zones conservation (Z1).
- ii) retenir les espèces réparties dans plus de 50 % des dix blocs non perturbés, soit dans cinq ou plus des dix blocs.
- iii) ne retenir que les espèces ayant été inventoriées à une fréquence supérieure à dix reprises sur la totalité des mentions réalisées, sinon la valeur est jugée trop peu représentative.

¹³ Voir en annexe la liste des codes des espèces floristiques (liste complète à l'Annexe 3, page 62).

- iv) finalement, ne récupérer et retenir que les espèces présentes dans les dix blocs non perturbés qui y sont répertoriées à plus de 60 % de l'ensemble des mentions réalisées de cette espèce précise dans la totalité des placettes-échantillons réalisées (comprenant les zones perturbées et non perturbées).

Les plantes particulières retenues sont :
BOP, CLB, SAB et TRB.

En résumé, voici les espèces particulières et indicatrices, soit un total de 13 espèces distinctes, suivies lors de l'analyse des données d'inventaires : PLS, BAT, BOP, CLB, DIS, DRS, EPB, HYS, MNS, OXM, PTC, SAB et TRB.

Groupe 3 (poids RELATIF 35 %)

C1. INDEX D'IMPORTANCE (II)

II par espèce floristique = Couvert relatif + Fréquence relative

C2. COUVERT RELATIF (par placette-échantillon)

Pourcentage de recouvrement d'une espèce floristique / Recouvrement total des espèces floristiques à l'intérieur de la placette-échantillon.

C3. FRÉQUENCE (par virée)

Nombre de fois où une espèce floristique est présente / Nombre total de placettes-échantillons réalisées à l'intérieur d'une virée.

C4. FRÉQUENCE RELATIVE

Fréquence d'une espèce spécifique ou **fréquence** / Fréquence cumulative totale des espèces floristiques inventoriées à l'intérieur de la virée.

Pour le calcul de l'indice floristique I^{flore} : l'index d'importance (II par espèce floristique) est défini pour chacune des quatre strates d'inventaire (arborescent supérieur et inférieur, et arbustif supérieur et inférieur) et par placette-échantillon.

Définition finale de l'indice floristique (I^{FLORE}) par placette échantillon

$$I^{flore} = \text{(biodiversité relative X 0,25) + (biodiversité spécifique relative X 0,40) + (index d'importance X 0,35)}$$

*Note : l'index d'importance (moyenne des 4 espèces floristiques avec les **II** les plus élevés, sans répétition possible d'une même espèce floristique).*

Voir un exemple de calcul de I^{flore} à l'Annexe 4, page 65.

3.5.1.2 DÉFINITION DE L'INDICATEUR FAUNIQUE (I^{FAUNE})

Les paramètres considérés pour définir I^{faune} respectent la même démarche logique que celle utilisée pour définir I^{flore} . Seulement quelques petits ajustements ont été nécessaires.

Groupe 1 (poids RELATIF¹⁴ 35 %)

A1 BIODIVERSITÉ TOTALE

Nombre d'espèces fauniques inventoriées dans la placette-échantillon.

A2. BIODIVERSITÉ RELATIVE

Nombre d'espèces fauniques inventoriées dans la placette-échantillon ou **biodiversité totale** / Nombre total d'espèces fauniques inventoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisés.

Groupe 2 (poids RELATIF 45 %)

B1 BIODIVERSITÉ SPÉCIFIQUE

Nombre d'espèces fauniques particulières dans la placette-échantillon.

B2. BIODIVERSITÉ SPÉCIFIQUE RELATIVE

Biodiversité spécifique/ Nombre total d'espèces fauniques particulières inventoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées.

La sélection et la définition des espèces fauniques rares, indicatrices et particulières.

*Note : pour les prochains critères les dix blocs non perturbés ont été utilisés exclusivement, soit les quatre **zones conservation** (C1, C2, C3 et C4) et les six **zones témoin** (Z1).*

- A) Les espèces fauniques rares et menacées
Malgré l'existence de quelques espèces fauniques rares et menacées répertoriées dans le PNJC en relation à la banque du CDPNQ, aucune mention d'espèce faunique rare et menacée n'a été réalisée à l'intérieur du présent inventaire terrain¹⁵. Aucune espèce faunique n'a donc été retenue dans le cadre de ce premier critère.
- B) Les espèces fauniques indicatrices
Les espèces fauniques indicatrices retenues, sont des espèces fauniques que l'on retrouve de façon prioritaire dans les territoires non perturbés, représentantes des écosystèmes étudiés (la forêt boréale mature), forêt pratiquement à l'état de climax, de grande stabilité.

¹⁴ Un poids relatif a été fixé pour chacun des trois facteurs composant la formule finale pour la définition de l'indice faunique I^{FAUNE} , ceci permettant de mettre le poids adéquat représenté par ces trois variables que sont la biodiversité totale relative, la biodiversité spécifique relative et l'index d'importance. Le poids relatif est réparti en fonction de l'importance variable de chaque paramètre, permettant de mieux distinguer la spécificité de chaque variable face à la caractérisation faunique des écosystèmes étudiés. Alors sur un total de 100 %, le poids relatif de la biodiversité totale relative, de la biodiversité spécifique relative et de l'index d'importance ont été fixé respectivement à 35, 45 et 20 %.

¹⁵ Voir la liste complète des espèces fauniques répertoriées dans le cadre du présent projet en annexe.

Espèces fauniques représentatives et indicatrices de la forêt boréale mature retenues¹⁶, un nombre total de 10 espèces, tous des oiseaux :

- La Paruline à poitrine baie (*Dendroica castanea*)
- Le Grand Pic (*Dryocopus pileatus*)
- La Mésange à tête brune (*Parus hudsonicus*)
- La Grive à dos olive (*Catharus ustulatus*)
- Le Roitelet à couronne dorée (*Regulus satrapa*)
- La Sittelle à poitrine rousse (*Sitta canadensis*)
- Le Troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*)
- Le Tétrás du Canada (*Dendragapus canadensis*)
- La Paruline tigrée (*Dendroica tigrina*)
- La Paruline à collier (*Parula americana*)

Groupe 3 (poids RELATIF 25 %)

C1. INDEX IMPORTANCE (II)

II par espèce faunique = Occupation relative + Fréquence relative

C2. OCCUPATION TOTALE (par placette-échantillon)

Nombre d'indices fauniques pour une espèce faunique à l'intérieur d'une placette-échantillon.

C3. OCCUPATION RELATIVE

Occupation totale / Cumulatif total des indices fauniques répertoriés à l'intérieur de la placette-échantillon.

D1. FRÉQUENCE TOTALE (par virée)

Nombre de fois qu'une espèce faunique est présente / Nombre total de placettes-échantillons réalisés à l'intérieur d'une virée.

D2. FRÉQUENCE RELATIVE

Fréquence totale d'une espèce faunique spécifique / Fréquence cumulative totale des espèces fauniques inventoriées à l'intérieur de la virée.

Note : pour le calcul de l'indice faunique I^{faune} , l'index d'importance (II par espèce faunique) est défini par placette-échantillon (moyenne des 2 espèces fauniques avec les II les plus élevés).

Définition finale de l'indice faunique (I^{faune}) par placette-échantillon

$$I^{faune} = (\text{biodiversité relative} \times 0,35) + (\text{biodiversité spécifique relative} \times 0,45) + (\text{index d'importance} \times 0,25)$$

Voir un exemple de calcul de I^{faune} à l'Annexe 4, page 67.

3.5.1.3 DÉFINITION DE L'INDICE DE BIODIVERSITÉ (I^{BIOD})

$$\text{INDICE BIODIVERSITÉ } (I^{biod}) = I^{flore} + I^{faune}$$

¹⁶ En relation à la littérature existante sur le sujet, portrait-résumé établi par l'UQCN dans des travaux antérieurs, documents disponibles sur demande.

Tel que mentionné précédemment, la présente étude, quoique exhaustive à plusieurs points de vue, veut projeter une vision éclairée et élargie sur un sujet trop peu étudié, soit l'importance des effets potentiels des activités périphériques, dans ce cas-ci les travaux forestiers, sur des portions de territoires désignées protégées. De nature qualitative, l'exercice qui est mené tentera de dégager les grandes tendances qui apparaissent à la suite de l'étude des données d'inventaire. Le côté quantitatif de l'analyse scientifique n'a pas été réalisé, non que les résultats n'aient pas été au rendez-vous, mais bien parce qu'une analyse statistique des résultats n'a pas été réalisée dans le cadre de ce projet. Cela étant dit, le projet visait la mise en place d'une méthode d'acquisition de connaissances permettant de qualifier et de définir les impacts positifs et/ou négatifs des travaux forestiers sur la diversité biologique propre à la forêt boréale du territoire du Parc national de la Jacques-Cartier (PNJC). Cette section s'attardera donc à démontrer que cet objectif a été entièrement rempli.

Il s'avère qu'une étude plus poussée au niveau quantitatif, avec des statistiques à l'appui ne pourrait que renforcer la présente démarche. Un projet futur pourrait favoriser un partenariat avec les industriels forestiers, différents ministères et avec des chercheurs universitaires. Ceci pourraient être envisagé pour valider pleinement le présent outil et les tendances ici rapportées.

Cette section présentera donc les résultats, et une analyse distincte de chacune des variables étudiées accompagnera cette présentation. Cette formule permettra de faciliter la compréhension pour ensuite fournir une vision globale de l'influence des travaux forestiers sur la diversité biologique réalisés en forêt de la sapinière à bouleau blanc de l'Est ou, plus spécifiquement, pour les territoires du PNJC et de ses zones périphériques.

4.1 DIVERSITÉ BIOLOGIQUE GÉNÉRALE

4.1.1 LES ESPÈCES FLORISTIQUES

Un total de cent espèces floristiques ont été inventoriées à l'intérieur des 126 placettes-échantillons du dispositif expérimental (liste complète en *Annexe 3*, page 62). L'inventaire floristique a été réalisé en tenant compte de la distribution verticale des espèces composant le peuplement forestier. De cette distribution, quatre strates verticales ont été réparties en deux groupes distincts selon un critère de hauteur des strates soit :

- les *strates arborescentes supérieures* (17 mètres et plus) et *inférieures* (de 4 à 17 m); et
- les *strates arbustives supérieures* (de 1 à 4 m) et *inférieures* (moins de 1 m).

En fonction de ces quatre strates de hauteur, seulement 6, 10 et 14 espèces floristiques distinctes ont été inventoriées dans les étages supérieurs ou dans les trois premiers étages des peuplements forestiers rencontrés (classes de strates supérieures à 4 m; voir le *Tableau 1*, ci-après). Pour ce qui est de la strate inférieure (inférieure à 1 m) ou la strate arborescente inférieure, la totalité des 100 espèces floristiques y ont été répertoriées (liste complète à l'*Annexe 3*, page 62).

Tableau 1 —

Listes des espèces floristiques distinctes inventoriées pour les strates forestières supérieures à 1 m (strates 1, 2 et 3)

Strate forestière		Espèce floristique	Nombre de mentions
Arborescente supérieure (17 mètres et plus de hauteur)	1	EOP	20
	2	EPB	10
	3	EPN	8
	4	EPR	57
	5	PET	1
	6	SAB	81
Arborescente inférieure (4 à 17 mètres de hauteur)	1	AME	1
	2	BOP	78
	3	EPN	8
	4	EPR	41
	5	ERE	1
	6	PET	1
	7	PRS	4
	8	SAB	96
	9	SAL	1
Arbustif supérieur (1 à 4 mètres de hauteur)	1	AME	17
	2	AUR	2
	3	BOP	77
	4	EPB	12
	5	EPN	8
	6	EPR	52
	7	ERE	2
	8	PET	4
	9	PRS	4
	10	SAB	121
	11	SAL	2
	12	SAP	11
	13	SOA	15
	14	VIE	1

4.1.1.1 COUVERT RELATIF¹⁷

Un couvert relatif moyen a été défini pour chaque strate de hauteur des peuplements forestiers. Ainsi, pour l'ensemble des virées réalisées, les espèces floristiques couvrant le plus de superficie dans l'ensemble des 126 placettes-échantillons sont :

- i) Strate arborescente supérieure (n° 1, 17 m et plus), le SAB, l'EPR et L'EPR, sont les espèces floristiques obtenant les taux de recouvrement par placette-échantillon les plus importants avec des couverts relatifs moyens respectifs de 72,5; 54 et 0,8 %;
- ii) Strate arborescente inférieure (n° 2, 4 à 17 m), le SAB, l'EPR et le BOP, sont les espèces floristiques obtenant les taux de recouvrement par placette-échantillon les plus importants avec des couverts relatifs moyens respectifs de 60; 50,3 et 42,9 %;
- iii) Strate arbustive supérieure (n° 3, 1 à 4 m), le SAB, l'AUR et le VIE, sont les espèces floristiques obtenant les taux de recouvrement par placette-échantillon les plus importants avec des couverts relatifs moyens de respectifs de 72,5; 54 et 40,8 %;
- iv) Strate arbustive inférieure (n° 4, 1 m et moins), le SPS, le RUI, le PLS et le SAB, sont les espèces floristiques obtenant les taux de recouvrement par placette-échantillon les plus importants avec des couverts relatifs moyens respectifs de 25,4; 18,2; 16,9 et 14,3 %.

Pour cette dernière strate, seulement deux autres espèces floristiques, l'OXM et le VIE obtiennent des couverts relatifs moyens supérieurs à 10 %.

4.1.1.2 FRÉQUENCE¹⁸

Pour chaque strate de hauteur distincte, les espèces floristiques avec les plus grandes répartitions parmi l'ensemble des placettes-échantillons réalisées (toutes virées confondues) sont :

- i) Strate arborescente supérieure (n° 1, 17 m et plus), le SAB et l'EPR, sont les espèces floristiques les plus répandues avec des fréquences moyennes respectives de 71,9 % et 57,1 %;
- ii) Strate arborescente inférieure (n° 2, 4 à 17 m), le SAB et le BOP, sont les espèces floristiques les plus répandues avec des fréquences moyennes respectives de 79,75 % et 67,8 %;
- iii) Strate arbustive supérieure (n° 3, 1 à 4 m), le SAP et le BOP, sont les espèces floristiques les plus répandues avec des fréquences moyennes respectives de 96,4 % et de 68,5 %;
- iv) Strate arbustive inférieure (n° 4, 1 m et moins), le SAB, le PLS et le DIS, sont les espèces floristiques les plus répandues avec des fréquences moyennes respectives de 97 %; 93,9 % et 88,3 %.

¹⁷ Le couvert relatif étant défini comme le pourcentage de recouvrement d'une espèce floristique sur (/) le recouvrement total des espèces floristiques à l'intérieur d'une placette-échantillon.

¹⁸ La fréquence étant définie comme le nombre de fois où une espèce floristique est présente sur (/) le nombre total de placettes-échantillons réalisées à l'intérieur d'une virée.

Fait intéressant, à l'intérieur de cette strate arbustive inférieure, il y a quelque 20 espèces floristiques qui ont une fréquence moyenne supérieure à 60 % (*Tableau 2*, ci-après).

Tableau 2 —

Liste des espèces floristiques avec une fréquence moyenne supérieure à 60 %, dans la strate de hauteur inférieure à 1 m

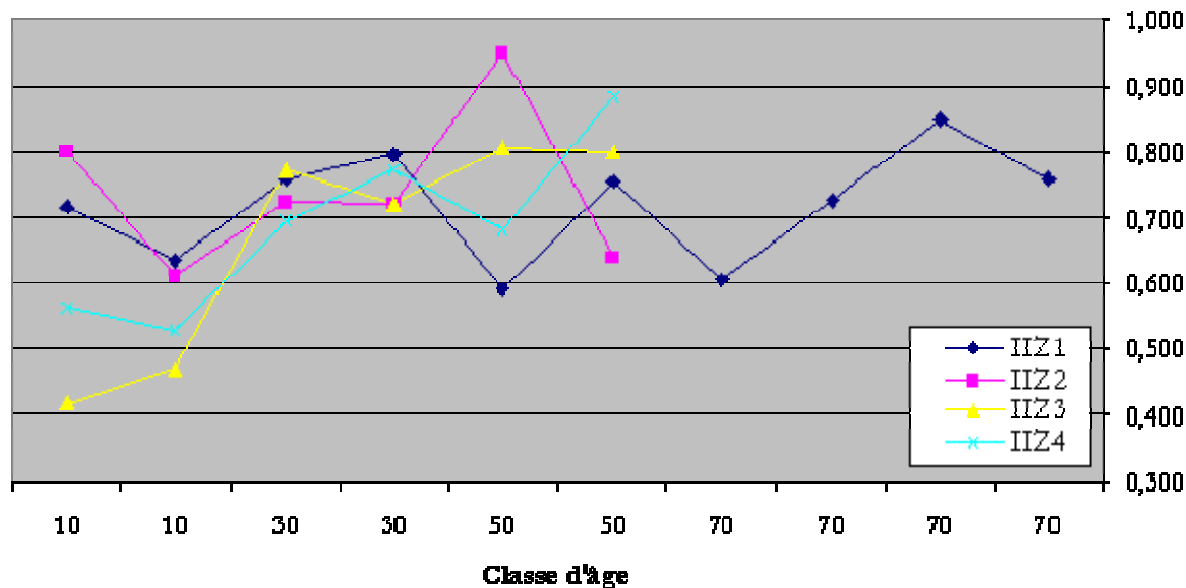
Strate forestière arborescente inférieure (4)	
Espèce floristique	Fréquence moyenne
SAB	0,9705
PLS	0,9393
DIS	0,8835
SPS	0,8720
CON	0,8659
OXM	0,8615
CLCh	0,8381
CLCo	0,8367
HYS	0,8052
POS	0,8004
GAP	0,7753
USN	0,7686
BOP	0,7461
DRS	0,7360
PTC	0,7222
CLR	0,6613
CLB	0,6508
VAC	0,6457
RIG	0,6381
EPR	0,6036

4.1.1.3 INDEX D'IMPORTANCE (II)¹

Dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées, toutes virées confondues, chaque strate de hauteur a été définie par les espèces floristiques qui avaient les plus grandes valeurs de *II* (Graphique 1, ci-après).

- i) Strate arborescente supérieure (n° 1, 17 m et plus), le SAB, l'EPR et L'EPN, sont les espèces floristiques obtenant les *II* moyens les plus élevés par placette-échantillon avec des valeurs respectives de 1,23; 0,78 et 0,68;
- ii) Strate arborescente inférieure (n° 2, 4 à 17 m), le SAB, l'EPR et le BOP, sont les espèces floristiques obtenant les *II* moyens les plus élevés par placette-échantillon avec des valeurs respectives de 1,06; 0,83 et 0,82;
- iii) Strate arbustive supérieure (n° 3, 1 à 4 m), le SAB, l'EPR et le BOP, sont les espèces floristiques obtenant les *II* moyens les plus élevés par placette-échantillon avec des valeurs respectives de 1,17; 0,49 et 0,42;
- iv) Strate arbustive inférieure (n° 4, 1 m et moins), le SPS, le PLS et le RUI, sont les espèces floristiques obtenant les *II* moyens les plus élevés par placette-échantillon avec des valeurs respectives de 0,29; 0,21 et 0,20;

Graphique 1 —
Index d'importance floristique pour les quatre zones étudiées en relation à la classe d'âge



Note : On doit interpréter les six premiers points de la courbe IIZ1 comme étant les valeurs de II des zones de conservation des six virées expérimentales, alors que les quatre dernières valeurs de II correspondent aux quatre virées des groupes témoins.

¹ L'index d'importance *II* se définit par espèce floristique et est égale à la somme du Couvert relatif + Fréquence relative, C'est un indicateur de fréquence-abondance de chaque espèce floristique à l'intérieur de la placette-échantillon étudiée.

4.1.1.4 BIODIVERSITÉ TOTALE ET RELATIVE²⁰

La biodiversité totale, soit le nombre d'espèces floristiques inventoriées par placette-échantillon (Pe), à l'intérieur des dix virées d'inventaires réalisées varie en moyenne de 18 à 27 (*Tableau 5*, page 28). Il est très intéressant de remarquer, que les virées avec perturbations (les virées 5 à 10) obtiennent une moyenne cumulée supérieure aux virées *témoins* (les virées de 1 à 4). Ainsi, dans le premier cas, la biodiversité totale s'élève à 23,9 espèces, comparativement 20 espèces floristiques par Pe dans le cas des virées dites *témoins*. Il en est de même pour ce qui est de la biodiversité relative, c'est-à-dire que l'on peut observer la même tendance qui démontre que les virées avec perturbations cumulent des moyennes supérieures de biodiversité relative, comprenant dans chaque virée un minimum de 60 % de la totalité des espèces répertoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées.

Cette observation peut s'expliquer de plusieurs façons. Premièrement, les indices de biodiversité définis dans ce projet touchent plus la biodiversité en terme de richesse végétale, qu'en terme de biodiversité spécifique. Généralement, lorsque l'on parle de biodiversité forestière, les vieux peuplements sont considérés comme un élément important de cette dernière (Franklin *et al.*, 1981). On sait également que l'aménagement des sapinières par la coupe à blanc associé à des cycles de coupes basés uniquement sur une notion de rentabilité économique tendent à rajeunir et à uniformiser les paysages. Cette manière de faire tend à raréfier significativement les peuplements de structure irrégulière des paysages forestiers, caractéristiques des peuplements surannés, donc de la biodiversité (Despons *et al.*, 2001).

Deuxièmement, on a observé que l'ouverture du couvert végétal, à la suite d'une récolte forestière dans la sapinière à bouleau blanc, favorisait grandement les espèces de lumière et, par conséquent, le groupe des plantes vasculaires. Ainsi, lors de la réalisation des inventaires des zones perturbées, il était possible de noter la différence d'espèces typiques des milieux perturbés (*Rubus pubescens*, *Ribes glandulosumbien*, *Salix sp.* et *Epilobium angustifolium*). Par contre, dans les zones de perturbation de classe d'âge 10, comme le couvert forestier n'avait été supprimé que depuis quelques années (entre trois et cinq ans), plusieurs espèces typiques des milieux fermés étaient encore présentes sur le parterre, mais en état de dégénérescence (entre autres *Pleurozium scheberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum sp.*). Malgré leur état de dégénérescence, il fallait les inscrire, tout comme l'épinette blanche et noire (*Epicea glauca* et *Epicea mariana*) résultant de la plantation. Aussi, il est fort probable que la topographie, par la présence de *seepage* et des espèces qui y sont associées (entre autres *Ribes lacustre*, *Dryopteris disjuncta*, *Streptopus roseus*), soit venues influencer la diversité d'espèces présent dans le Pe.

Finalement, en regard du dispositif de recherche, il est possible d'expliquer cette observation. En effet, cette dernière provient du fait que les virées *expérimentales* (virées 5 à 10) étaient composées de quatre zones différentes une zone conservation (Z1), une zone bordure conservation (Z2), une zone bordure perturbation (Z3) et une zone perturbée (Z4) (voir les schémas 1 et 2, page 11). Ainsi, pour les virées 5 à 10, les résultats qui sont présentés dans le *Tableau 5*, page 28, proviennent de la somme de toutes les espèces différentes par Pe

²⁰ La **biodiversité totale** : nombre d'espèces floristiques dans chaque placette-échantillon et la **biodiversité totale relative** : **biodiversité totale** / le nombre total d'espèces floristiques inventoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées.

inventoriée. Toutes ces raisons peuvent expliquer un niveau plus élevé de biodiversité des zones perturbées par rapport aux zones conservation. Une façon de dresser un portrait plus juste de la situation est de regarder la biodiversité totale sous l'angle des zones telles que définies précédemment. Il sera ainsi plus facile d'observer l'apport des zone Z1 à la biodiversité totale des virées 5 à 10.

En réalité, il faut retirer les Pe réalisées dans les zones conservation des virées perturbées (les virées 5 à 10) pour obtenir un comparatif réel de la biodiversité totale entre les zones non perturbées versus les zones perturbées (voir le *Graphique 2*, page 28).

De façon générale, on constate par virée effectuée, un total moyen de 14 placettes-échantillons, avec des écarts maximaux de 7 Pe pour la virée 4 et de 20 Pe pour la virée 5 (*Tableau 3*, ci-après) Le *Tableau 4* (page suivante) présente la répartition des placettes-échantillons mais, cette fois-ci, selon les zones inventoriées.

Tableau 3 —
Nombre de placettes-échantillons réalisées par virée d'inventaire

Numéro de virée	Nombre de placettes-échantillons
1	10
2	10
3	8
4	7
5	20
6	11
7	15
8	15
9	16
10	13

Tableau 4 —

Nombre de placettes-échantillons réalisées par virée et par type de zone (n° 1 conservation, n° 2 bordure-conservation, n° 3 bordure-perturbée et n° 4 perturbée)

Numéro de virée	Zone	Nombre de placettes-échantillons
1	1	10
2	1	10
3	1	8
4	1	7
5	1	8
5	2	2
5	3	2
5	4	8
6	1	4
6	2	1
6	3	1
6	4	5
7	1	4
7	2	1
7	3	1
7	4	9
8	1	6
8	2	1
8	3	1
8	4	7
9	1	7
9	2	1
9	3	1
9	4	7
10	1	5
10	2	1
10	3	1
10	4	6

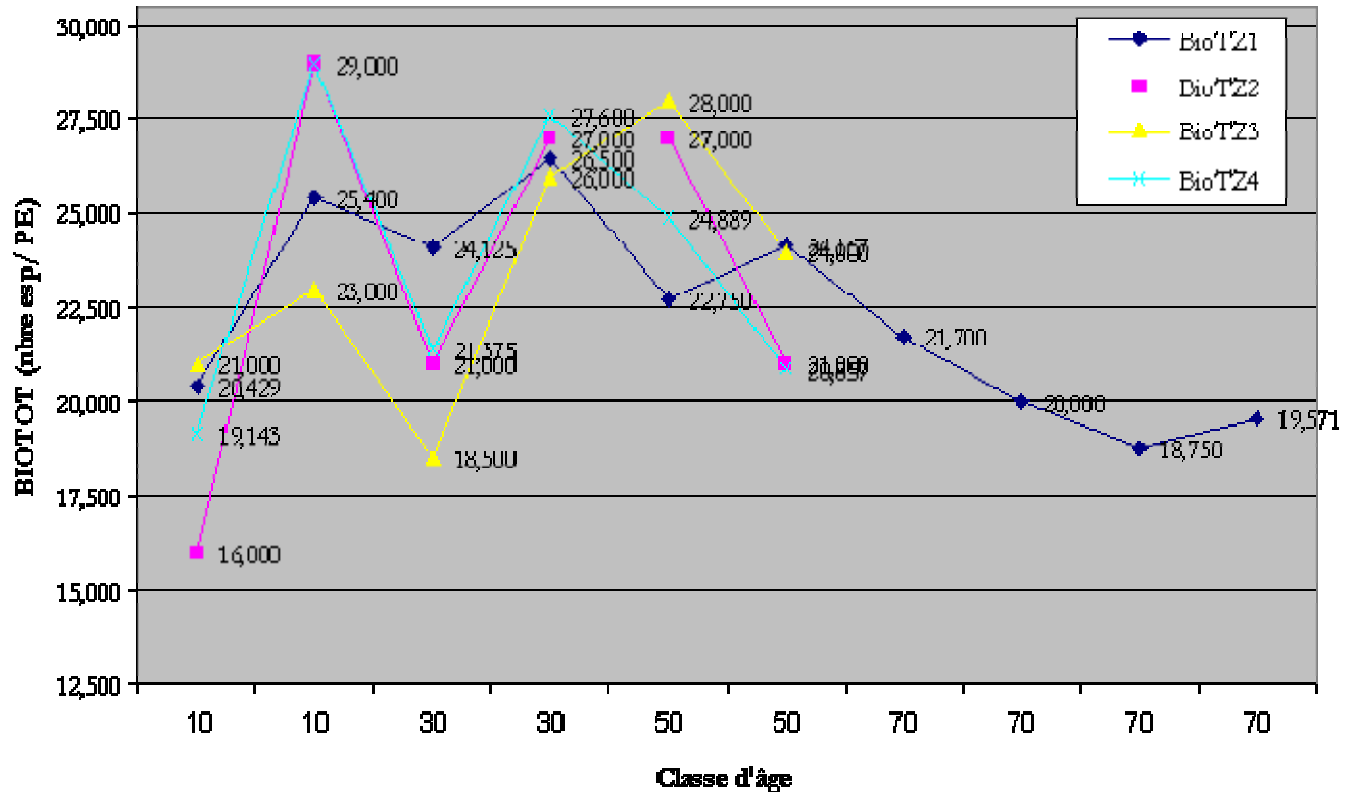
Tableau 1 –

Valeurs moyennes de la biodiversité floristique totale et spécifique obtenues par virée

Numéro de virée	Biodiversité totale (nombre d'espèces par PE)	Biodiversité relative (%)	Biodiversité spécifique (nombre d'espèces particulières par PE)	Biodiversité spécifique relative (%)
1	21,70	0,53	8,40	0,65
2	20,00	0,49	8,10	0,62
3	18,75	0,52	8,57	0,67
4	19,57	0,52	7,43	0,57
5	22,15	0,61	7,30	0,56
6	27,00	0,63	8,82	0,68
7	24,67	0,64	9,40	0,72
8	22,40	0,63	8,07	0,62
9	19,63	0,66	6,44	0,50
10	27,15	0,69	9,31	0,72

Graphique 2 –

Biodiversité totale (nombre d'espèces floristiques / Pe) à l'intérieur des 4 zones inventoriées en fonction de la classe d'âge



En analysant le *Graphique 2* (page précédente), et plus particulièrement les courbes de Z1 et Z4 (territoires de conservation versus territoires perturbés), la biodiversité totale moyenne (indépendamment des classes d'âge) est de 21,87 espèces floristiques par Pe pour les zones non perturbées et de 23,5 espèces floristiques par Pe pour les zones perturbées. La différence au niveau de la biodiversité totale est donc pratiquement inexistante, du moins qualitativement parlant.

4.1.1.5 BIODIVERSITÉ SPÉCIFIQUE²¹

En ce qui a trait à la biodiversité spécifique, le suivi des treize espèces floristiques dites particulières et indicatrices²² à l'intérieur de chaque placette-échantillon a permis d'établir par Pe la valeur de la biodiversité spécifique (*Bsp*) qui y est associée. Pour ce qui est des comparatifs de la biodiversité spécifique moyenne entre les zones non perturbées et les zones perturbées, les valeurs sont respectivement de 8,53 espèces/Pe comparativement à 7,57 espèces/Pe (*Graphique 3*, page 30). Une valeur qui est très légèrement supérieure dans les Pe non perturbées.

Dans le cas de la *Btot*, il semblait logique d'obtenir des valeurs supérieures en territoires perturbés comparativement aux territoires non perturbés, le tout pouvant s'expliquer par l'ouverture complète des peuplements forestiers dus aux travaux forestiers. En effet, les travaux forestiers éliminent le couvert forestier et ramènent les peuplements forestiers touchés à un stade de succession inférieur ou pionnier, dans le cas présent, un retour au stade pionnier (classe d'âge 0), permettant l'installation de diverses espèces floristiques supplémentaires, avec une quantité de lumière maximale et disponible à la croissance de chacun. Cette dynamique de succession des peuplements à la suite d'une perturbation quelconque est valable pour l'ensemble de la forêt boréale, tout comme à l'intérieur d'autres types de milieux forestiers au Québec, la forêt méridionale par exemple. Autre point intéressant, le *Graphique 2* (page 28) de la *Btot* en relation aux classes d'âge, ne démontrent pas de relation ou de variation de *Btot* en fonction des âges de perturbation, seule la courbe *Btot*/Z1 (zones non perturbées) diminue légèrement en fonction de l'âge. Ceci est typique des peuplements forestiers en forêt boréale, c'est-à-dire que les espèces floristiques sont en explosion au stade pionnier et que, progressivement, en fonction de la maturité du peuplement, le nombre d'espèces qui formeront le peuplement climacique diminuera pour se stabiliser à un certain niveau.

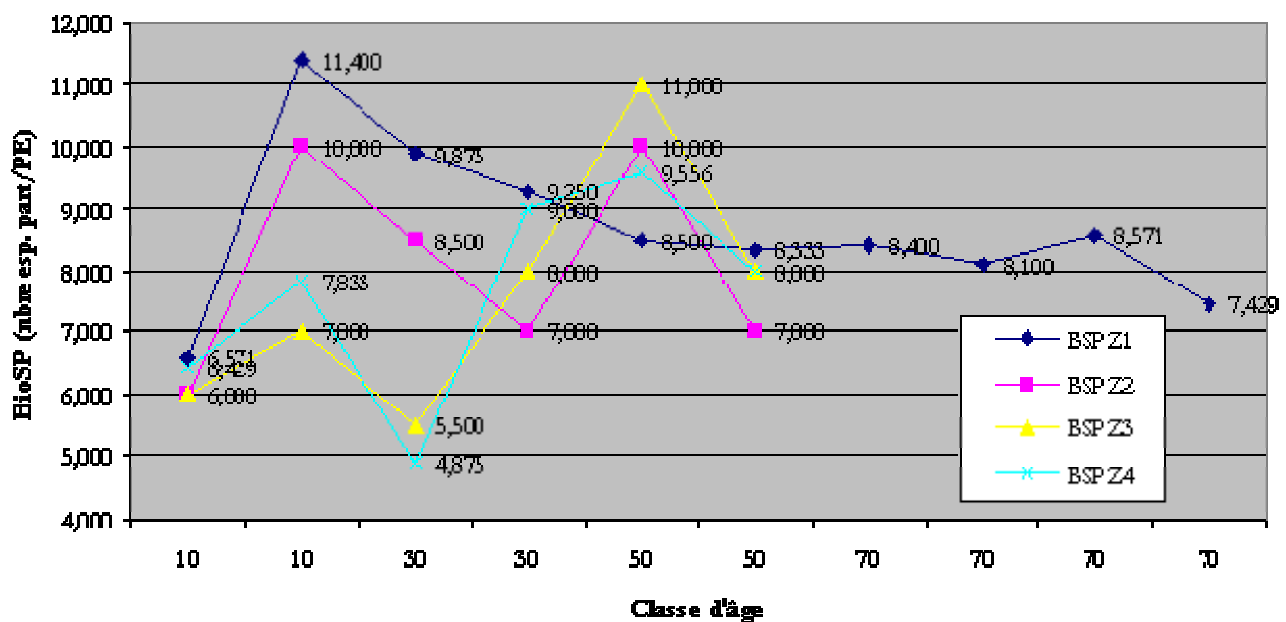
Par contre, l'absence de différences marquées dans les valeurs obtenues de biodiversité spécifique est plus difficilement explicable. L'hypothèse initiale prévoyait une baisse de la *Btot* en fonction du vieillissement du peuplement forestier, alors que dans le cas de la *Bsp*, il était envisagé que celle-ci grimperait de façon nettement plus marquée en fonction de l'âge

²¹ La **biodiversité spécifique** est définie comme le nombre d'espèces floristiques particulières par placette-échantillon, tandis que la biodiversité spécifique relative est le rapport de la **biodiversité spécifique** sur (/) le nombre total d'espèces floristiques particulières inventoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées.

²² Les espèces dites particulières et indicatrices sont les espèces floristiques que l'on retrouve de façon prioritaire dans les territoires non perturbés, représentantes des milieux floristiques dans une forêt mature, dans son état pratiquement de climax, de grande stabilité. Dans le cadre de ce projet, treize espèces distinctes ont été ainsi identifiées et suivies soit : PLS, BAT, BOP, CLB, DIS, DRS, EPB, HYS, MNS, OXM, PTC, SAB et TRB.

des peuplements forestiers. Le suivi des treize espèces indicatrices et particulières se voulait même un des éléments clés pouvant expliquer l'importance première de préserver des peuplements âgés face au maintien de la biodiversité unique à ce type de territoire. Par contre, dans le cas du présent projet, ces quelques espèces identifiées semblent pratiquement aussi présentes dans les Pe perturbées que non perturbées. Par contre il y a véritablement une plus grande stabilité de la présence de ces espèces dans les zones non perturbées que dans les zones perturbées (voir le *Graphique 3*, ci-après).

Graphique 3 –
Biodiversité spécifique (nombre d'espèces floristiques particulières / placette-échantillon)
en relation aux zones étudiées en fonction de la classe d'âge



Il semble aussi y avoir une relation en fonction de l'âge des perturbations, du moins pour la courbe Z4, territoire perturbé, la moyenne de la *Bsp* passant de 7,12 espèces/Pe à 8,78 espèces/Pe, lorsque les classes d'âge passent de 10 à 50 ans. Cette différence dans les résultats peut s'expliquer en partie par le fait que la forêt boréale est un milieu relativement uniforme au niveau végétal et que, indépendamment des stades évolutifs du peuplement forestier (les classes d'âge), la végétation présente est relativement uniforme et stable, et ce, même en ce qui a trait aux espèces typiques des forêts matures. Autre explication possible, le processus de sélection même des espèces floristiques particulières et indicatrices. Malgré le fait que le projet ait été appuyé par une revue de littérature importante, il est possible que les espèces retenues ne soient pas idéales. Il est possible qu'un inventaire plus exhaustif de la strate des plantes vasculaires rencontrées dans les peuplements forestiers surannés et dans les peuplements de seconde venue auraient été plus probant au niveau des résultats. Comme il l'a été mentionné précédemment, les plantes vasculaires sont un maillon très important de la biodiversité des forêts naturelles surannées, et nous l'avons à peine effleuré par

l'inventaire qui a été mené. Il est fort probable que des différences significatives seraient apparues à la suite de cet inventaire et à son analyse.

Finalement, une problématique supplémentaire s'ajoute du fait que cette sélection a été réalisée, outre par les espèces indicatrices citées dans la littérature, aussi par la réalisation d'un exercice de sélection et de définition d'espèces particulières en relation aux zones de conservation inventoriées. Il est donc possible que le fait de travailler principalement avec des peuplements forestiers âgés de 70 et plus, comme territoire témoin, ne soit pas parfaitement adéquat pour caractériser correctement les espèces floristiques présentes dans les forêts matures du Québec. Par contre, dans ce cas, puisque le PNJC a déjà été exploité au niveau forestier sur la majorité de sa superficie, particulièrement dans ses zones périphériques (topographie moins accidentée), des peuplements plus âgés sont pratiquement inexistantes alors non représentatifs des milieux forestiers environnants.

4.1.2 LES ESPÈCES FAUNIQUES

Au total, quelque 41 espèces fauniques différentes ont été répertoriées dans l'ensemble des 126 Pe réalisées (*Annexe 2*, page 60). Les 41 espèces fauniques répertoriées sont réparties en trois grands groupes, les oiseaux (avec 32 espèces; 78 % des observations), les reptiles-amphibiens (avec 2 espèces; moins de 5 % des observations) et les mammifères (avec 7 espèces; 17 % des observations). Il est important de mentionner qu'au niveau faunique les indices qui suivent ont été influencés par les conditions climatiques dans lesquelles les inventaires ont été réalisés. En effet, plusieurs virées ont été complètement réalisées sous la pluie, ce qui a grandement affecté le nombre d'indices, directs et indirects, rencontrés dans les placettes-échantillons. Cette remarque s'applique principalement à l'avifaune, car son activité s'effectue la plupart du temps lorsqu'il y a absence de pluie. Également, la température, le moment de la journée et le bruit de nos déplacements ont probablement contribué négativement à l'évaluation de la quantité d'espèces fauniques présente sur le territoire.

4.1.2.1 FRÉQUENCE²³

Les espèces fauniques ayant les répartitions les plus importantes sur la totalité des virées d'inventaires réalisées sont : 1) lièvre d'Amérique (*Lepus americana*), 2) l'orignal (*Alces alces*) et 3) l'écureuil roux (*Tamiasciurus hudsonicus*), étant respectivement présent en moyenne par virée dans 90,7; 79,6 et 78,3 % des Pe inventoriées (*Tableau 6*, page suivante). À l'inverse, les espèces fauniques avec les fréquences moyennes les plus basses (valeurs de moins de 6 %), sont la Buse à queue rousse (*Buteo jamaicensis*), l'ours noir (*Ursus americanus*), le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), la Paruline à gorge jaune (*Dendroica dominica*) et le Moucherolle Tchébec (*Empidonax minimus*).

²³ **Fréquence totale** : nombre de fois qu'une espèce faunique est présente sur (/) le nombre total de placettes-échantillons réalisés à l'intérieur d'une virée.

Tableau 6 —

Liste des espèces fauniques ayant une fréquence moyenne sur l'ensemble des virées réalisées supérieures à 25 %

Espèce	Fréquence moyenne totale
Lièvre d'Amérique	0,9070
Orignal	0,7956
Écureuil	0,7829
Bruant à gorge blanche	0,4857
Porc-épic	0,3767
Troglodyte mignon	0,3514
Junco ardoise	0,3096
Paruline à collier	0,2843
Roitelet à couronne rubis	0,2778

4.1.2.2 OCCUPATION RELATIVE²⁴

Les espèces fauniques ayant le plus d'indices de présence (observations directes et indirectes : pistes, fèces, abris, brout, chants, etc.) par Pe, en moyenne, sont la Paruline à gorge noire (*Dendroica virens*), le lièvre d'Amérique, le Bruant vespéral (*Pooecetes gramineus*), l'orignal et le Bruant familier (*Spizella passerina*) (Tableau 7, ci-après).

Tableau 7 —

Liste des espèces fauniques ayant une occupation relative moyenne supérieure à 20 % sur l'ensemble des Pe réalisées

Espèce	Occupation moyenne relative
Paruline à gorge noire	0,3333
Lièvre d'Amérique	0,3284
Bruant vespéral	0,3133
Orignal	0,2967
Bruant familier	0,2778
Écureuil	0,2595
Rainette crucifère	0,2497
Bruant à gorge blanche	0,2409
Grand pic	0,2368
Porc-épic	0,2255
Paruline à couronne rousse	0,2143
Mésange à tête noire	0,2082
Tétras du Canada	0,2072
Paruline à joues grises	0,2037
Crapaud d'amérique	0,2027

²⁴ **Occupation relative** : le nombre d'indices fauniques pour une espèce à l'intérieur d'une placette-échantillon sur (/) le cumulatif total des indices fauniques répertoriés à l'intérieur de la placette-échantillon.

4.1.2.3 INDEX D'IMPORTANCE FAUNIQUE (IIFAUNIQUE) ²

Les espèces fauniques ayant les plus grands *II faunique* moyens sont le lièvre d'Amérique, l'orignal, l'écureuil et le Bruant vespéral (voir le *Tableau 8*, ci-après).

Tableau 2 –

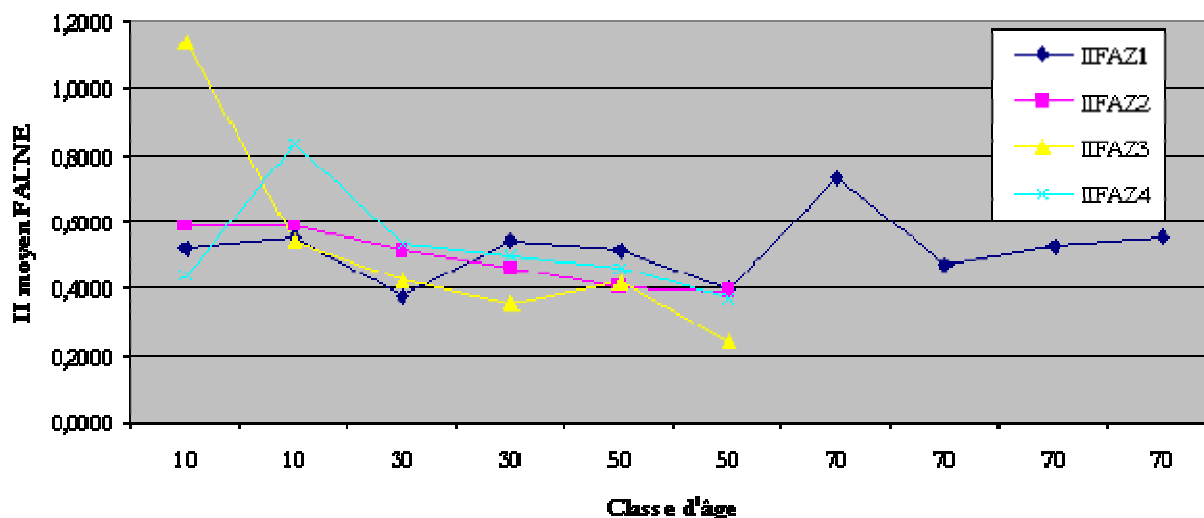
Liste des espèces fauniques ayant un *II faunique* moyen supérieur à 30 % par Pe

Espèce	Index d'importance moyenne
Lièvre d'Amérique	0,5218
Orignal	0,4633
Écureuil	0,4267
Bruant vespéral	0,3763
Paruline à gorge noire	0,3571
Bruant à gorge blanche	0,3520
Porc-épic	0,3137
Bruant familial	0,3007

En analysant ces résultats par type de zone (codification identique à celle des inventaires floristiques), l'index d'importance faunique moyen semble, de façon générale, diminuer légèrement en fonction du vieillissement, à l'exception de la zone 1, soit en zone non perturbée, où sa valeur reste plutôt stable avec l'évolution des classes d'âge (*Graphique 4*, ci-après).

Graphique 4 –

***II* moyens fauniques par type de milieux (non perturbés et perturbés) en fonction de la classe d'âge**



² C. Index importance faunique est défini comme suit : *II* par espèce faunique = Occupation relative + Fréquence relative.

4.1.2.4 BIODIVERSITÉ TOTALE²⁶ ET SPÉCIFIQUE²⁷

En moyenne, la présence d'indices fauniques (directs et indirects) varie de 3 à 5,5 espèces distinctes par placette-échantillon, et cela en fonction des virées réalisées (*Tableau 9*, ci-après). Pour ce qui est des espèces fauniques particulières, la biodiversité spécifique varie entre les virées, en moyenne de plus ou moins une espèce faunique (voir aussi le *Tableau 9*, ci-après).

Tableau 9 —
Valeurs moyennes de la biodiversité totale et spécifique obtenue par placette-échantillon à l'intérieur de chaque virée d'inventaire

Numéro de virée	Biodiversité totale moyenne (nombre d'espèces fauniques / PE)	Biodiversité spécifique moyenne (nombre d'espèces particulières / PE)
1	3,300	0,600
2	4,800	1,000
3	3,250	1,250
4	3,000	0,714
5	5,474	1,105
6	4,727	0,727
7	4,733	1,133
8	4,933	0,667
9	3,438	0,500
10	3,308	0,385

Note : un total de 10 espèces fauniques ont été ciblées pour le suivi des espèces particulières, la Paruline à poitrine baie (*Dendroica castanea*), le Grand Pic (*Dryocopus pileatus*), la Mésange à tête brune (*Parus hudsonicus*), la Grive à dos olive (*Catharus ustulatus*), le Roitelet à couronne dorée (*Regulus satrapa*), la Sittelle à poitrine rousse (*Sitta canadensis*), le Troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*), le Tétrás du Canada (*Dendragapus canadensis*), la Paruline tigrée (*Dendroica tigrina*) et la Paruline à collier (*Parula americana*).

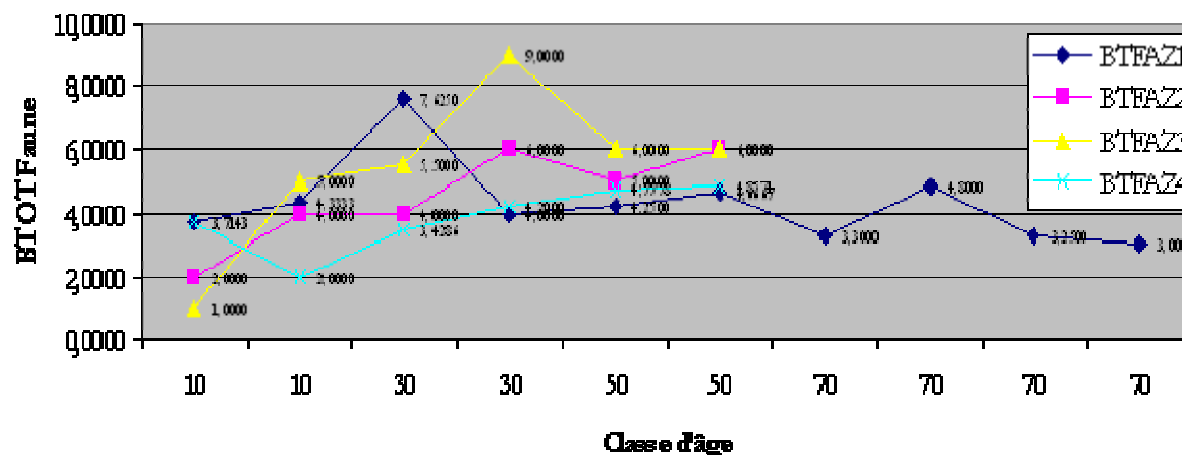
L'analyse de la variation de *Btot* en fonction de l'âge et du type de zone d'études démontre que pour les zones perturbées (Z2, Z3 et Z4), il y a une augmentation marquée, avec un accroissement cumulé moyen de 310 % lorsque que l'on passe de la classe de 10 ans à 50 ans (*Graphique 5*, page suivante). Par contre, pour la zone conservation (Z1), les variations de *Btot* faune sont plus faibles et demeurent pratiquement stables, à l'exception d'une virée de classe d'âge de 30 ans.

²⁶ La biodiversité faunique totale se définit comme le nombre d'espèces fauniques inventoriées par placette-échantillon.

²⁷ La biodiversité faunique spécifique se définit comme le nombre d'espèces fauniques particulières par placette-échantillon. Les espèces fauniques indicatrices retenues sont des espèces fauniques que l'on retrouve de façon prioritaire dans les territoires non perturbés, représentantes des écosystèmes étudiés (la forêt boréale mature), forêt pratiquement à l'état de climax, de grande stabilité. Un total de 10 espèces ont été ciblées, tous des oiseaux.

Graphique 5 –

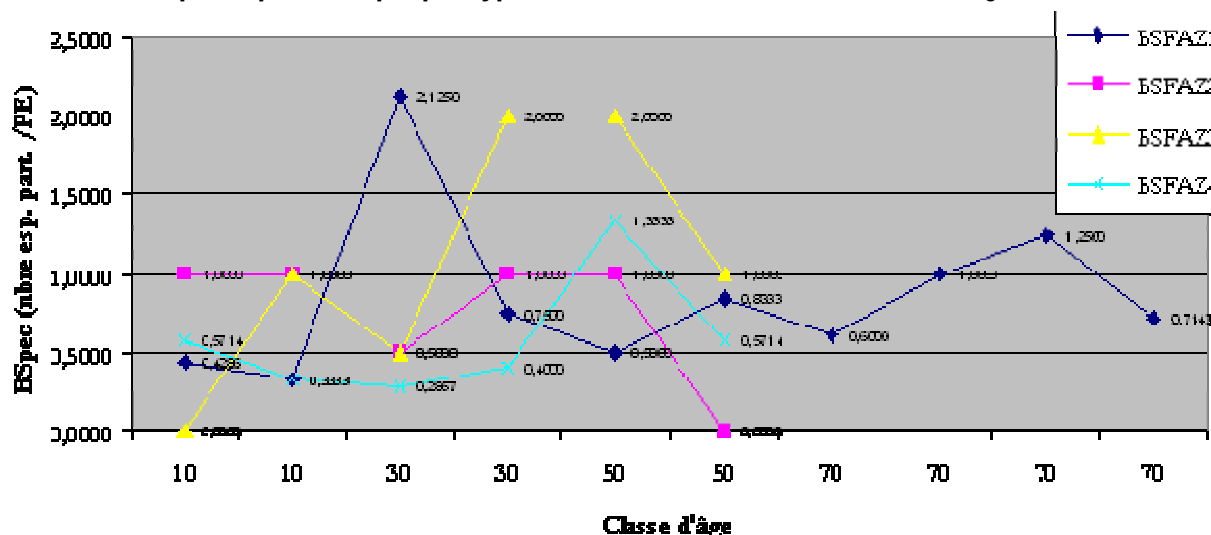
Biodiversité totale faunique par types de zones (non perturbées versus perturbées), en relation avec la classe d'âge



L'analyse du *Graphique 6* (ci-après) démontre que la biodiversité spécifique faunique ne semble pas suivre aucune tendance particulière ou explicable, car le tout semble être très variable. Initialement, on pouvait penser que la *Bsp* de la faune grimperait en fonction de l'âge, puisque les espèces fauniques suivies sont des indicateurs et représentants reconnus de la forêt boréale mature. À l'exemple des espèces indicatrices floristiques, les présentes courbes semblent difficiles à interpréter. Pour que les données d'inventaire faunique soient plus intéressantes pour l'analyse, il aurait peut-être été nécessaire de considérer les espèces fauniques plus strictement forestières et terrestres car, dans le cas actuel, près de 78 % de la variabilité des observations est représentée par le groupe des oiseaux. Cette remarque vient du fait que les oiseaux sont généralement, malgré quelques exceptions, des espèces fauniques moins dépendantes des milieux forestiers terrestres proprement dits que les autres espèces animales. De plus, il est fort probable que l'utilisation ou la réalisation d'inventaire faunique avec des indices directs, selon le principe de capture/recapture, auraient peut-être permis d'obtenir un éclairage plus juste, ce qui était impossible dans le cadre du projet réalisé.

Graphique 6 –

Biodiversité spécifique faunique par types de zones en relation à la classe d'âge



En ce qui à trait à la *Btot* de la faune, la corrélation démontrant l'accroissement de la présence faunique en fonction de l'âge du peuplement forestier est défendable et logique, particulièrement en considérant les commentaires énumérés plus hauts. En effet, les principales observations fauniques se résument aux oiseaux, et ce groupe recherche généralement des milieux forestiers ayant un couvert arborescent important, fournissant des zones d'abris et d'alimentation. Généralement, les oiseaux se nourrissent dans l'étage supérieure des arbres, plus souvent qu'au sol, comparativement aux espèces fauniques terrestres, à l'exception peut être du Tétraz du Canada et de la Gélinoite huppée. Les forêts matures représentent donc des zones d'alimentation et d'abri très intéressants. Cependant, dans le cas, de certains mammifères, par exemple l'ours noir, le cerf de Virginie et l'orignal, entre autres, ces espèces profitent grandement des zones de peuplement forestier en régénération, représentant des zones d'alimentation importante en raison de la régénérescence en essences feuillues.

4.2 INDICATEURS ÉCOLOGIQUES

Un total de trois indicateurs écologiques ont été créés, deux sont spécifiquement distincts, soit l'indice floristique (I^{flore}) et l'indice faunique (I^{faune}), alors que le dernier, l'indice de biodiversité, est la combinaison des deux premiers indices, permettant d'obtenir une vision écosystémique ou plus justement forêt-faune. Analysons les résultats à l'aide de chacun des trois indices par types de zones d'études (conservées versus perturbées), en fonction de la classe d'âge des milieux forestiers étudiés.

4.2.1 INDICE FLORISTIQUE

En se rappelant la définition mathématique de I^{flore} , voici le tout :

Définition finale de l'indice floristique I^{flore} par placette échantillon

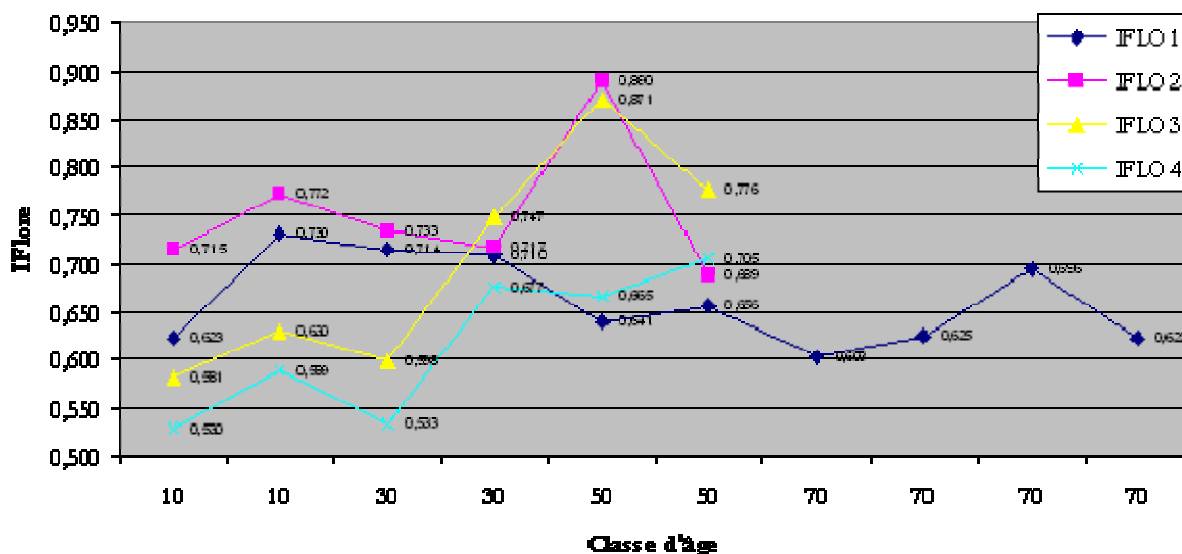
$$I^{flore} = \text{(biodiversité relative X 0,25) + (biodiversité spécifique relative X 0,40) + (index d'importance moyen X 0,35)}$$

Note : L'index d'importance moyen est la moyenne des 4 espèces floristiques avec les index d'importance²⁸ les plus élevés, sans répétition possible d'une même espèce floristique, et à raison d'une mention maximale par strate verticale pour les niveaux 1, 2 et 3, soit la végétation d'une hauteur de 5 m et plus.

²⁸ L'index d'importance (I_i par espèce floristique) est défini pour chacune des quatre strates d'inventaire (arborescent supérieur et inférieur, et arbustif supérieur et inférieur) et par placette-échantillon.

Graphique 7 –

Indice floristique / flore dans les quatre zones étudiées (Z1, 2, 3 et 4)
en fonction de la classe d'âge



En observant le *Graphique 7* (ci-haut), deux types d'analyses comparatives s'avèrent pertinentes et intéressantes à réaliser, soit :

- intrazone, en examinant I^{flore} en relation de la classe d'âge dans chacune des zones d'études, de façon distincte (Z1, 2, 3 et 4); et
- interzone, en étudiant les interrelations existantes entre les I^{flore} obtenus pour chaque zone (par exemple, comparer les courbes de Z1 – conservation et Z4 – perturbation).

4.2.1.1 COMPARATIFS INTRAZONE OU PAR ZONE ÉTUDIÉE (Z1, 2, 3 ET 4)

Note : dans les cas présents, l'attention sera portée aux zones 1 et 4 (conservées et perturbées), non que les zones bordures soient inintéressantes (si des résultats intéressants se pointent nous les indiquerons); par contre le faible nombre de Pe réalisées dans les zones bordures versus les zones 1 et 4 peut biaiser un peu le portrait (en comparatif, dans une virée normale les zones bordures pouvaient représenter seulement de 15 à 25 % de la totalité des Pe réalisées). Et ceci avait été prévu dès le départ, le but étant de démontrer clairement les distinctions entre les blocs extrêmes, et d'accorder moins d'attention aux zones transitoires. Cependant, dans certains cas, ces zones semblent riches d'explications face au gradient de biodiversité.

Z1 (zone conservation)

Généralement, la courbe de I^{flore} à l'intérieur de la zone 1 – conservation est pratiquement stable, avec une variation maximale de 17 %. Il semble donc y avoir une indépendance de I^{flore} en fonction de l'âge. Par contre, ce n'est pas tout à fait le cas; les autres courbes le démontrent adéquatement. Dans le cas présent, la totalité des Pe réalisées dans le zonage 1 - conservation, était faites en milieux non perturbés, ce qui explique les présents résultats. Ceci

est aussi démontré par le fait que les zones de conservation sélectionnées dans les virées expérimentales perturbées (10, 30 et 50 ans) étaient adéquates puisque les résultats I^{flore} sont pratiquement identiques aux 4 virées témoins (les virées 1 à 4, de classe d'âge de 70 ans).

Z4 (zone perturbée) et les autres

À l'intérieur des zones perturbées (zone 4), I^{flore} grimpe de 33 % en relation avec la classe d'âge des milieux étudiées (passant de peuplements forestiers de 10 à 50 ans). Ainsi, plus le peuplement forestier est jeune, plus l'indice floristique obtenue est faible, et cet indice croît donc en fonction de l'âge des peuplements étudiés. Ce qui semble aussi être démontré par les résultats obtenus des I^{flore} dans les zones bordures (zones 2 et 3). De plus, il est intéressant de noter que la zone 3, bordure-perturbation, suit un trajet identique à Z4, avec un accroissement de 33,5 % de la valeur I^{flore} lorsque l'âge passe de 10 à 50 ans. De la même façon la zone 2, bordure-conservation indique une tendance de stabilité, à l'exception d'un point à 50 ans, se rapprochant des résultats obtenues en zone conservation. L'interdépendance et l'influence des processus de régénération entre les zones principales (conservation et perturbées) et les zones bordures semblent ici bien présents.

L'accroissement de I^{flore} en fonction de l'âge en zones perturbées et semi-perturbées (zones 3 et 4) s'explique principalement par les résultats obtenus pour le calcul des index d'importance moyen (soit la somme du couvert relatif et la fréquence relative de chaque espèce floristique, voir le *Graphique 7*, page 36). Puisque, tel que constaté antérieurement, la *Biot* et *Bsp* n'ont pas de relations précises en fonction de l'âge des peuplements forestiers, indépendamment des types de zones étudiées.

4.2.1.2 COMPARATIFS INTER ZONES, PLUS PARTICULIÈREMENT Z1 ET Z4 (ZONES CONSERVATION VERSUS ZONES PERTURBÉES)

À l'intérieur des classes d'âge de 0 à 30 ans, la distinction est remarquable entre les zones conservées et semi-conservées (zones 1 et 2) et les zones perturbées et semi-perturbées (zones 3 et 4). En effet, les résultats de I^{flore} obtenus étaient en moyenne de 25 à 35 % supérieurs dans les zones regroupées conservation par rapport aux zones regroupées perturbées. Par contre, dans les classes d'âge supérieures à 50 ans et plus, cette répartition et cette distinction deviennent très faibles; à partir de 50 ans, les I^{flore} obtenus en Z1 (conservation) et Z4 (perturbées) sont pratiquement identiques, ne variant de pas plus de 7,5 %. Ainsi, sous l'éclairage de l'étude actuelle et de l'utilisation de l'indice floristique, la forêt boréale et les peuplements forestiers limitrophes au PNJC dans la RFL reviendraient à des niveaux de diversité floristique similaires aux zones non perturbées après une période de 40 à 50 ans, à la suite des perturbations causées par les travaux forestiers d'une CPRS.

4.2.2 INDICE FAUNIQUE

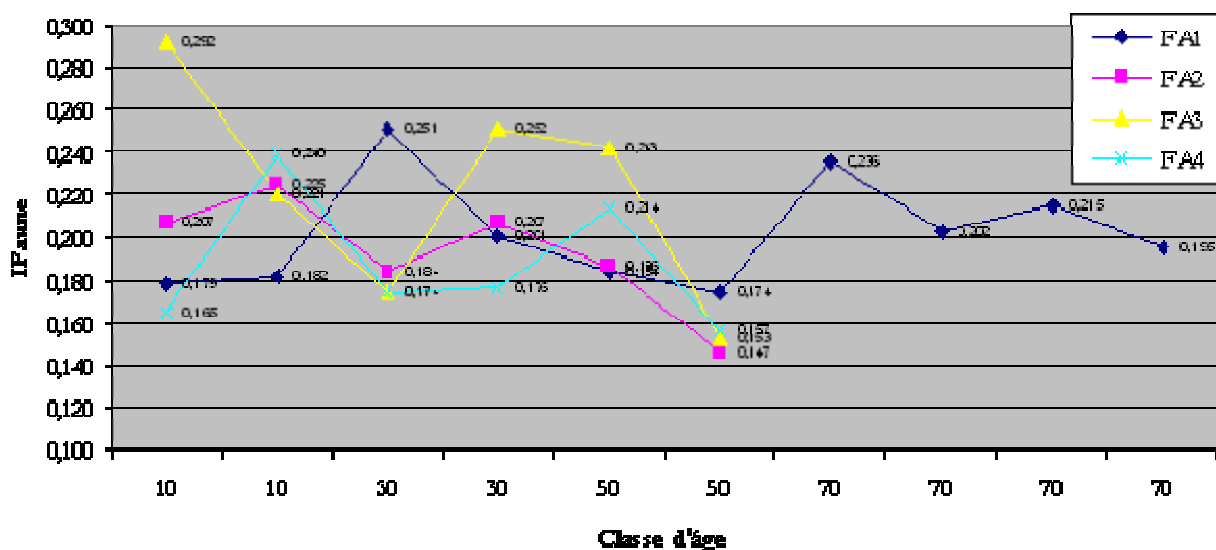
En se rappelant la définition mathématique de I^{faune} :

Définition finale de l'indice faunique I^{faune} par placette-échantillon

$$I^{faune} = (\text{biodiversité relative} \times 0,35) + (\text{biodiversité spécifique relative} \times 0,45) + (\text{index d'importance moyen} \times 0,25)$$

Note : l'index d'importance moyen (II par espèce faunique) est défini par placette-échantillon (moyenne des 2 espèces fauniques avec les II les plus élevés).

Graphique 8 –
Indice faunique dans les zones étudiées en fonction de la classe d'âge

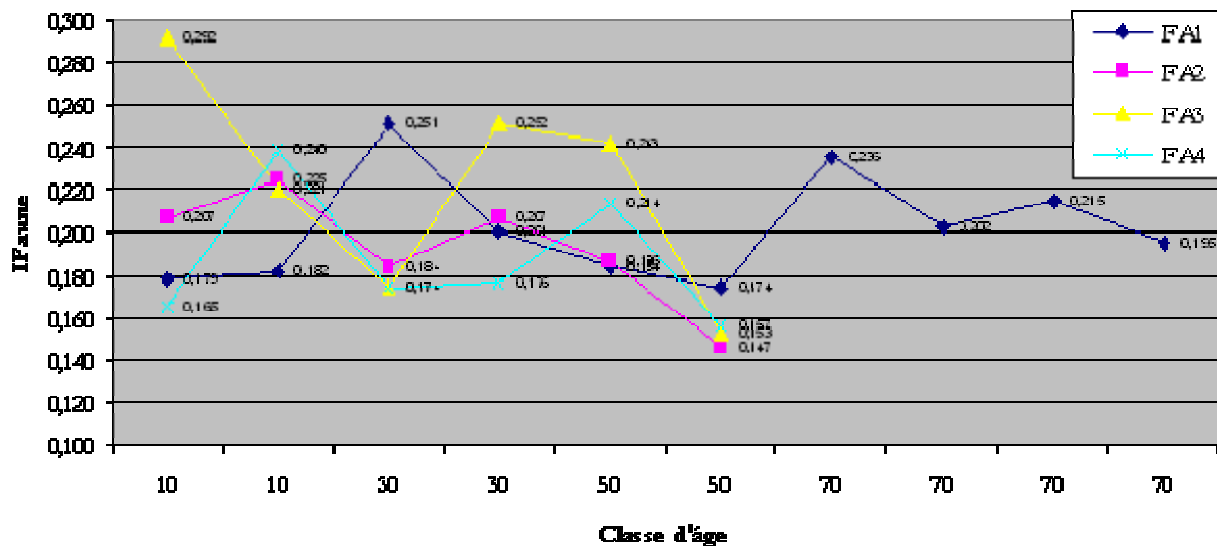


L'indicateur faunique I^{faune} n'indique rien de précis, les variations sont importantes et sans constances particulières ou explicatives (voir *Graphique 8*, ci-dessus). De plus, comme argumenté précédemment, plusieurs explications peuvent être envisagées, telles les techniques d'inventaires (mesures indirectes presque exclusivement, pas de techniques actives) et le choix inadéquat des espèces indicatrices non terrestres (trop d'importance attribuée à l'avifaune) sont possiblement les plus grands points explicatifs.

Même en analysant finement I^{faune} et ses composantes (la biodiversité totale - *Btot*, la biodiversité spécifique - *Bsp* et les index d'importances *II*), rien ne ressort précisément. La *Btot* s'accroît sensiblement en fonction de l'âge, la *Bsp* n'indique aucune tendance précise et pour *II moyens*, il semble y avoir une petite tendance vers la baisse, mais rien de distinctif (voir le *Graphique 9*, page suivante).

Graphique 9 –

// moyens fauniques par type de milieu (non perturbés et perturbés)
en fonction de la classe d'âge



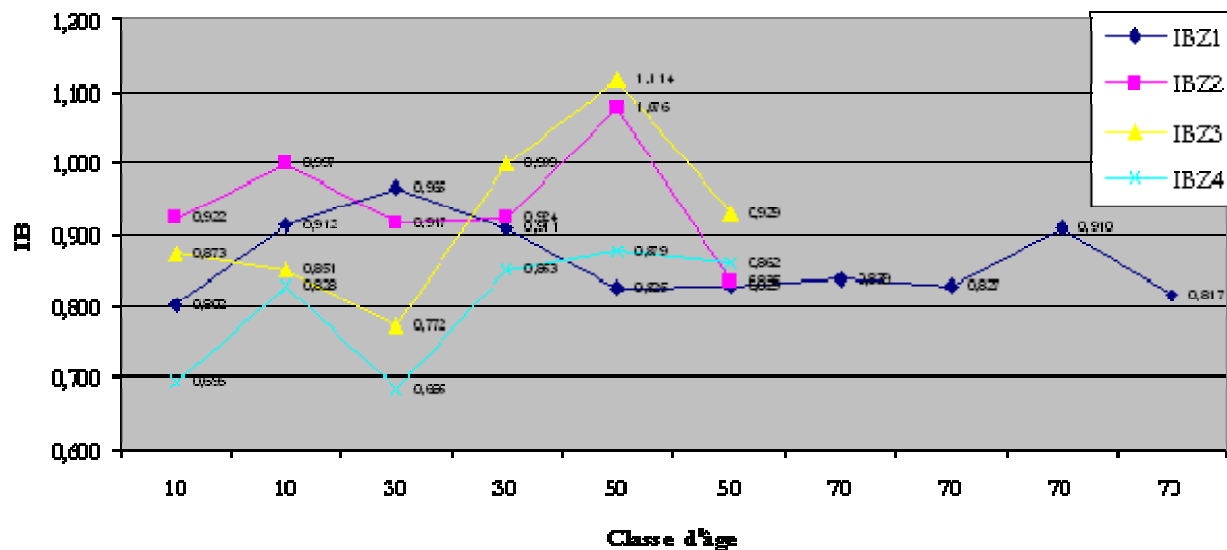
4.2.2.1 INDICE DE BIODIVERSITÉ

Cet indicateur cumulatif est calculé simplement par la somme de l'indice floristique et de l'indice faunique, il se définit donc simplement comme suit :

$$\text{INDICE BIODIVERSITÉ } (I^{biod}) = I^{flore} + I^{faune}$$

Graphique 10 –

Indice de biodiversité de chaque zone étudiée en fonction de la classe d'âge

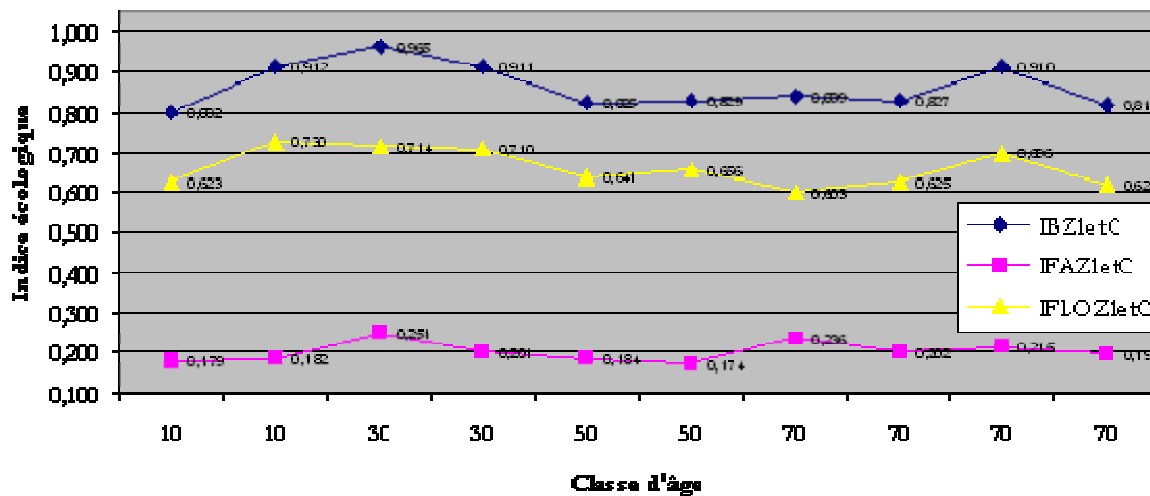


En analysant le *Graphique 10* (page précédente) de I^{biod} en fonction de l'âge des peuplements forestiers, il appert que les résultats obtenus sont pratiquement identiques aux résultats fixés et expliqués pour l'indice floristique I^{flore} . L' I^{biod} s'accroît de façon importante dans les zones perturbées et semi-perturbées (zones 3 et 4), du moins de 0 à 30 ans. Par la suite, il y a stabilisation. Comparativement, pour les zones conservées et semi-conservées, les tendances sont plus à la stabilité, c'est-à-dire indépendantes de l'âge puisque, comme expliqué ci-haut dans le cas de I^{flore} , les zones conservées sont représentées par des forêts matures de 70 ans et plus. À ce sujet, voir le *Graphique 11* (ci-après). Ce graphique permet de bien saisir la définition de I^{biod} et de son interrelation avec I^{flore} et I^{faune} .

Contestant cette étroite interrelation entre I^{biod} et I^{flore} et le biais amené par les données de types fauniques, il apparaît pertinent de travailler pour les prochaines étapes plus spécifiquement avec les données de types floristiques.

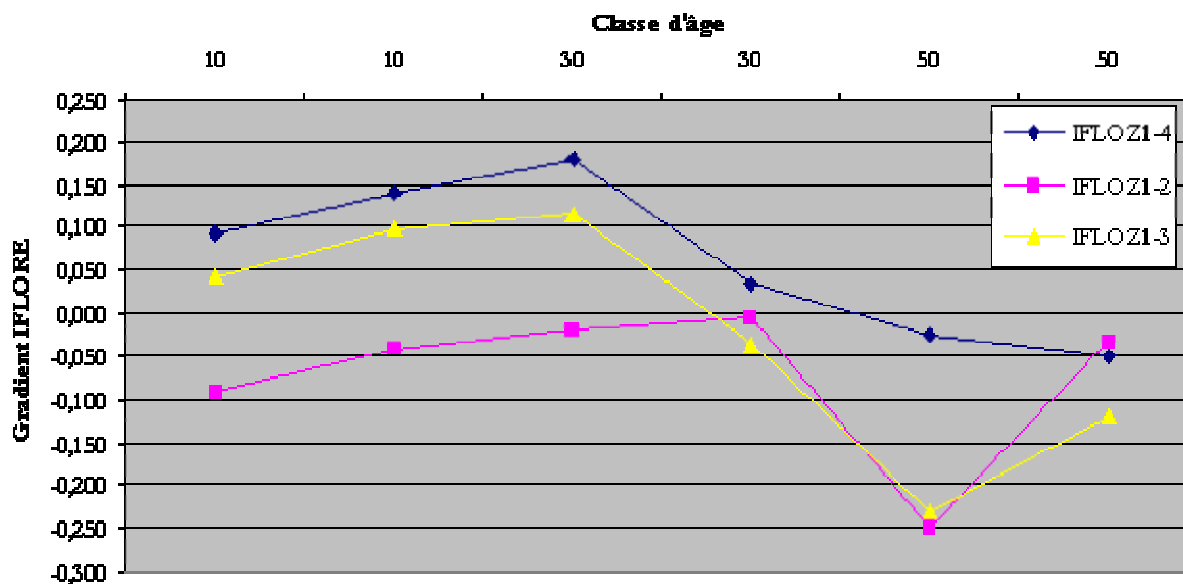
En tout dernier lieu, avant d'aborder la dernière section touchant les solutions et alternatives possibles pour corriger les présentes lacunes, au niveau de la perte de la diversité écologique et plus spécifiquement floristique, il faut considérer l'analyse du gradient de I^{biod} et de I^{flore} par types de zones (conservées et perturbées) en relation avec les classes d'âge.

Graphique 11 —
Les trois indices (biodiversité, faunique et floristique) des zones perturbées (conservation et Z1), en fonction de la classe d'âge

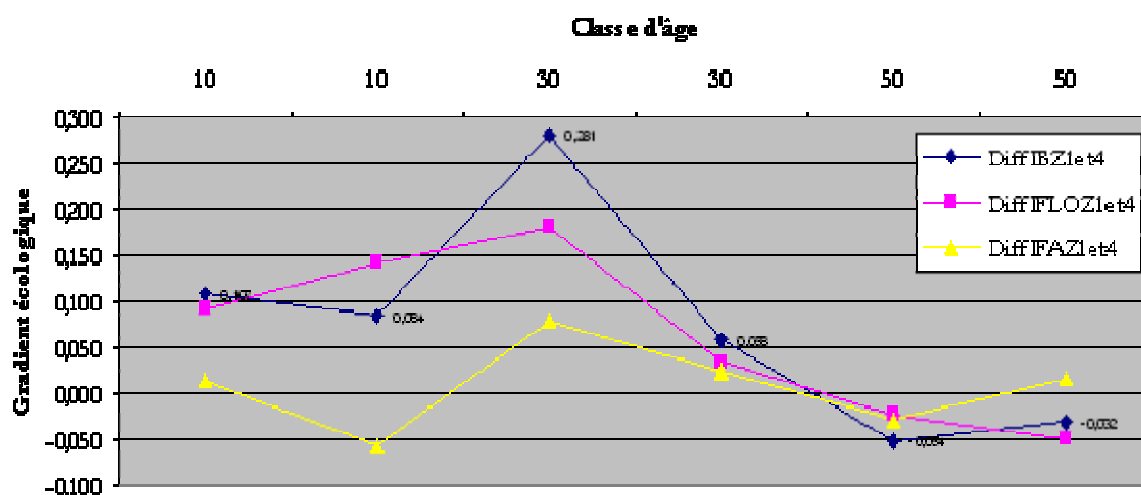


4.2.2.2 GRADIENT DE L'INDICE DE BIODIVERSITÉ ET DE L'INDICE FLORISTIQUE

Graphique 12 —
Gradient / ^{flore} des blocs Z1 (conservation) sur les blocs perturbés en fonction des classes d'âge



Graphique 13 —
Gradient des trois indices écologiques (biodiversité, flore et faune)
entre la zone de conservation et la zone perturbée, en fonction de la classe d'âge



À la lecture deux derniers graphiques (*Graphique 12* et *Graphique 13*, page précédente), il apparaît très précisément que le gradient de l'indice de biodiversité en général, et plus particulièrement celui de l'indice floristique, chute de façon importante en fonction de l'âge. C'est-à-dire que les gradients de baisse de biodiversité entre les zones conservées versus les zones perturbées sont maximales à 10 et 30 ans, avec des valeurs positives des gradients écologiques. Par contre, au-delà du plateau des 50 ans, les gradients obtenus deviennent pratiquement nuls, et même légèrement négatifs. Ce qui explique que, passé 40 à 50 ans, un peuplement forestier semble en quelque sorte avoir repris une composition, en biodiversité floristique du moins, qui semble à peu près équivalente au peuplement forestier non perturbé.

Un fait intéressant est qu'il semble y avoir encore des regroupements, c'est-à-dire que les différentiels entre les zones 1 et 4 et ceux entre les zones 1 et 3 suivent des courbes pratiquement similaires, tandis que le différentiel ou le gradient entre les zones 1 et 2 suit davantage un niveau de stabilité typique à la zone de conservation. En réalité le *Graphique 13*, page précédente, démontre très explicitement et précisément la principale problématique étudiée à l'intérieur du présent projet.

Comment serait-il possible d'harmoniser les travaux forestiers en périphérie immédiate d'une aire protégée sans en dégrader l'intégrité écologique, ni la richesse de la diversité floristique et biologique y existant ?

La démonstration est probante et convaincante, alors quelles solutions et alternatives sont envisageables à la suite de cet exercice; comment minimiser les différentiels et les gradients écologiques obtenus ?

5.1 SOLUTIONS ET ALTERNATIVES PROPOSÉES

Le projet qui vient d'être réalisé démontre que plusieurs éléments restent à valider avant de pouvoir qualifier les activités forestières d'écosystémiques et respectueuses de l'ensemble des usages du territoire public. L'analyse des résultats de l'étude a démontré un impact négatif sur les indices écologiques (I^{BIOD} et I^{FLORE}) définis dans le présent projet. Malgré cette tendance à la baisse des deux indices écologiques, le tout tend à s'estomper progressivement avec le vieillissement des peuplements forestiers. Il n'en reste pas moins que la coupe forestière transforme grandement les habitats nécessaires au maintien des espèces animales et végétales. De plus, le gradient de biodiversité défini démontre un changement dans la composition et dans la structure des peuplements forestiers de seconde venue.

À cause de la dynamique du régime de perturbation qui a lieu dans la sapinière à bouleaux blanc de l'Est, dont principalement les épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette et les chablis, la longévité des peuplements ne dépasse que rarement les 150 ans. Il ressort de cette étude que les peuplements naturels présentent des caractéristiques qui leur sont propres : structure des peuplements plus inéquienne (Franklin, 1988), quantité importante de débris ligneux et de chicots et, surtout, présence d'espèces lignicoles (hépathiques) spécialistes des gros débris ligneux peu dégradés, d'espèces terricoles généralistes (champignons) et d'espèces épiphytes (lichens) (Desponts *et al.*, 2001). À bien des points de vue, la coupe forestière et, entre autres, la CPRS, ne permet pas de recréer la mosaïque structurale en âge et les caractéristiques écologiques et paysagères naturelles des peuplements forestiers. Ce qui a comme conséquence de diminuer les habitats propices aux différents groupes d'espèces ci-dessus mentionnés et de favoriser l'implantation dans le paysage de peuplements à dominance feuillue. En effet, la pratique forestière québécoise actuelle ne met l'emphase principalement que sur le prélèvement des peuplements matures et laisse derrière elle de très jeunes peuplements forestiers, ainsi qu'une très faible quantité de débris ligneux au sol et de chicots. De plus, cela ne fait que deux ans que les préoccupations spatiales des coupes dans le paysage sont maintenant obligatoires pour tous les bénéficiaires de contrats d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF) et ce, par l'introduction d'un patron de répartition des coupes appelé coupe mosaïque (CMO). À l'origine, cette coupe a été définie principalement pour la pessière noire de la forêt boréale. Appliquée à la grandeur du territoire forestier du Québec, la coupe mosaïque, tel que définie par le ministère des Ressources Naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP) ne respecte pas l'ensemble des principes écologiques régissant les grands écosystèmes des régions forestières méridionales.

Malgré les grandes tendances observées dans les sections antérieures, il semble que les espèces que nous avons ciblées comme indicateurs ne soient pas réellement menacées par la coupe forestière. C'est au niveau des hépathiques, des champignons et des lichens qu'il aurait peut-être fallu insister davantage. Par contre, dans cette étude, il a été démontré que la coupe forestière avait un impact sur le gradient de biodiversité tel que défini par nos trois indicateurs. Sur une longue période, il semble

que la diversité des peuplements forestiers tende à revenir à un état similaire à celui avant coupe, observation valable principalement pour les espèces vasculaires. Cependant, comme nous l'avons mentionné précédemment, et comme il l'a été démontré dans l'étude de Despons *et al.*, les caractéristiques des vieilles forêts semblent disparaître à la suite de la façon d'aménager les forêts de la sapinière à bouleau blanc, et c'est probablement à ce niveau que des études futures devront être menées afin de réellement quantifier les impacts de la coupe forestière. En terminant, voici un modèle développé pour répondre au besoin de diminuer les nombreux impacts des activités périphériques à une aire protégée.

5.2 MODE DE GESTION DES TERRITOIRES PÉRIPHÉRIQUES

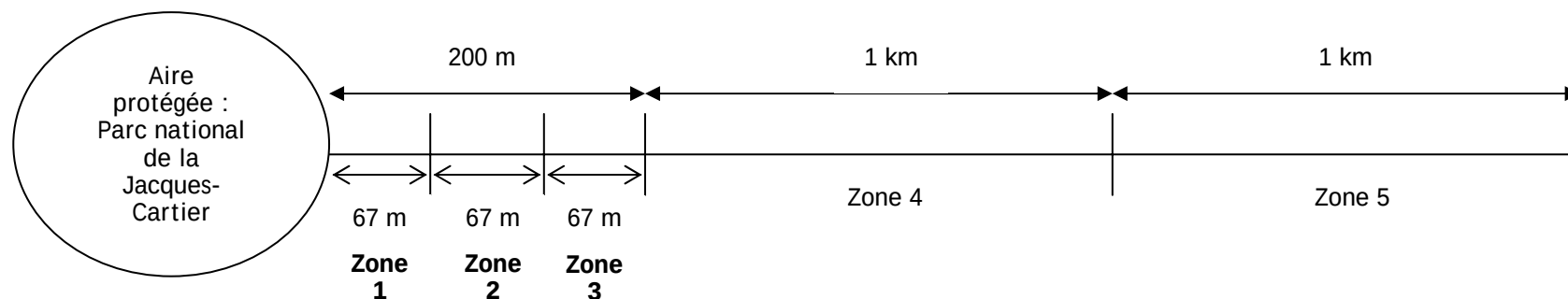
Le dernier volet de l'étude actuelle consistait à proposer un outil de gestion permettant d'accroître la préservation de l'intégrité écologique du PNJC et des aires protégées au Québec en ce qui a trait aux effets possibles des travaux forestiers réalisés dans les zones périphériques. De prime abord, il faut minimiser les superficies des zones périphériques immédiates du PNJC auxquelles sont exposées les travaux forestiers, principalement dans les secteurs très riches en diversité écologique. Une caractérisation écosystémique complète devrait être réalisée dans ce sens, et ceci pour l'ensemble des zones périphériques intra et extra au PNJC. Connaissant le niveau des ressources financières et humaines dont dispose le réseau d'aires protégées québécoises, il est certain que cette recommandation sera difficile à appliquer sur le terrain. Par contre, il n'en demeure pas moins qu'il est nécessaire, pour ces types de territoires, de posséder le maximum d'informations au point de vue écologique et faunique. Actuellement très peu de données existent globalement pour le PNJC, lacunes particulièrement fortes justement lorsqu'il s'agit des inventaires écologiques (paramètres physiques et biologiques, forêt, faune, flore, etc.). Ce manque se fait encore plus sentir pour ce qui est des informations disponibles pour l'obtention d'une vision régionale sur les zones périphériques au PNJC et les territoires adjacents.

Cette caractérisation complète intra et extra PNJC permettrait de reconnaître adéquatement les zones particulières qui doivent être prioritairement protégées face aux activités forestières et aux autres activités humaines réalisées en périphérie de l'aire protégée. En fonction de ces zones particulières prédéterminées, à la suite d'études d'inventaires adéquats réalisées, une zone de protection transitoire pourrait être envisagée, soit une zone tampon à dimension variable en fonction des éléments distincts à protéger. Il serait alors possible à cette fin, d'appliquer la présente méthodologie, soit des trois indicateurs formulés, ce à la suite d'une validation statistique rigoureuse de l'outil du gradient de l'indice de biodiversité, I^{BIOD} . Mais, pour l'instant, avant la validation de l'approche faunique, il est préférable de s'en tenir exclusivement à l'indicateur floristique, I^{FLORE} s'avérant parfaitement opérationnel, pour évaluer l'importance des gradients de diversité floristique en relation aux variations des classes d'âge des peuplements forestiers entraînées par les travaux forestiers. L'utilisation de l'outil du gradient I^{FLORE} ou I^{BIOD} servirait à prévenir une chute sévère du gradient de l'indice floristique, par exemple lors de travaux forestiers réalisés en périphérie d'une zone de grande richesse écologique, telle une aire protégée comme le PNJC.

Le mode de gestion que nous préconisons se situe principalement sur deux échelles de perception, soit au niveau du paysage et au niveau du peuplement. Plusieurs variables sont également mises de l'avant afin de rendre le modèle de gestion de la zone périphérique plus applicable sur le terrain. Premièrement, le type d'intervention sylvicole est un élément de la réponse du modèle proposé. Imaginons qu'en périphérie immédiate d'une zone de grande richesse écologique, il y aurait réalisation d'une CPRS classique. Comme les résultats précédents l'ont démontré, il en résulterait inévitablement une chute de biodiversité, donc un impact sur le déroulement naturel de ces écosystèmes. Ainsi, le responsable des opérations forestières devrait faire face à des mesures restrictives ou d'atténuation qui pourraient se traduire par l'instauration d'une zone tampon d'une largeur importante (par exemple, de 150 m et plus). Par contre, si l'industriel forestier, parce qu'en périphérie d'une aire protégée, envisage de réaliser des types d'interventions forestières adaptées, idéalement en favorisant des travaux sylvicoles par coupes partielles et autres²⁹, le maintien du portrait des classes d'âge présentes sur le territoire serait possible, contrôlant et limitant la chute de gradient de I^{BIOD} ou I^{FLORE} . Ceci, aurait donc comme conséquence de diminuer les contraintes d'intervention définies dans la présente section.

Au niveau de la superficie des coupes d'un seul tenant en périphérie des aires protégées, le modèle proposé limite ces dernières à des dimensions beaucoup plus petites que celles qui sont prescrites généralement pour la sapinière à bouleau blanc de l'Est par le *Règlement sur les normes d'intervention en dans les forêts du domaine de l'État* (RNI), et qui varie entre 50 à 150 hectares. En périphérie immédiate, des coupes d'environ deux hectares seraient appropriées dans un rayon d'un kilomètre autour de l'aire protégée. Le *Schéma 3* (page suivante) présente le modèle de zone tampon à intervention variable et de gestion périphérique d'une aire protégée. Par la suite, pour conserver un gradient du niveau des impacts du couvert forestier reliés aux perturbations naturelles et anthropiques, il serait intéressant que la dimension des coupes permises à l'extérieur de ce premier kilomètre soit limitée à une superficie maximale de 25 ha sur une distance qui reste à être définie, mais minimalement d'un kilomètre. En tout temps, sur ces parties de territoire, la planification forestière devra suivre un patron de dispersion spatiale. Ce qui est avancé ici est, en fait, une version un peu plus restrictive du présent règlement définissant les normes de la nouvelle coupe mosaïque qui est maintenant appliqué partout au Québec. Cette version est plus restrictive parce que nous demandons qu'un bloc de forêt mature d'une superficie équivalente à celui qui vient d'être coupé soit toujours présent pour chaque bloc de coupe. S'ajoute à cela une contrainte de la période de coupe des forêts attenantes à ces superficies récoltées, car la régénération de la superficie récoltée devra avoir atteint au moins 7 mètres de hauteur et avoir au moins dix ans avant que ce bloc de forêt mature ne soit coupé. C'est donc un modèle dit écosytémique qui est mis de l'avant, car nous avons tenté de tenir compte principalement de l'intensité de la perturbation, de la fréquence et de la résilience des peuplements forestiers.

²⁹ Types de travaux forestiers envisageables afin de favoriser le maintien de la biodiversité forestière : coupe progressive (CP), coupe par bande (CB), coupe avec protection de la haute régénération (CPHRS). Les interventions sur le territoire devront avoir comme objectifs de limiter les effets de bordure, de maintien des corridors fauniques entre secteur de récolte, etc.



Types d'interventions forestières possibles en fonction des cinq zones identifiées :

- Zone 1 : d'une dimension de 67 m, de la périphérie immédiate de l'aire protégée
— protection intégrale, aucun aménagement forestier.
- Zone 2 : d'une dimension de 67 m, de la borne de 67 à 134 m
— coupes partielles avec la récolte maximale du 1/3 des tiges.
- Zone 3 : d'une dimension de 67 m, de la borne 134 à 200 m
— coupes partielles avec la récolte maximale du 2/3 des tiges.
- Zone 4 : d'une dimension de 1 km, de la borne 200 à 2,2 km
— superficie maximale de coupe d'une seul tenant par CPHRS de 2 ha.
- Zone 5 : d'une dimension de 1 km, de la borne 2,2 à 3,2 km
— coupes maximales d'un seul tenant par CPHRS de 25 ha.

Il serait intéressant d'insérer ce modèle de gestion des zones périphériques au niveau de l'unité d'aménagement forestier (UTR). Ainsi, lorsque que les tiges restantes dans une UTR à la suite des travaux forestiers seraient d'une hauteur inférieure à 7 m sur plus de 40 % des superficies exploitées, l'industriel forestier devrait changer sa manière d'intervenir sur le territoire attenant à une aire protégée. En effet, à l'intérieur des résultats du projet actuel, il apparaît précisément qu'un peuplement forestier ou une UTR qui est ramené à une classe d'âge moyenne inférieure à 30 ans, soit des peuplements de 7 m et moins, est grandement déficitaire au niveau de la richesse floristique, comparativement aux valeurs obtenues dans un même type de forêt parvenue à maturité.

De plus, si l'industriel forestier tient absolument à réaliser des interventions sylvicoles en périphérie immédiate à une aire protégée, il devra instaurer une zone tampon d'une largeur variant entre 200 et 400 mètres, et diviser cette zone tampon en trois sections distinctes. La largeur de cette zone tampon pourrait être définie selon la sensibilité des espèces floristiques, mais surtout par la présence des espèces fauniques présentes sur le territoire (ex : loup, ours, orignal, martre, etc.). Les espèces fauniques sont plus rapidement affectées par la diversité et l'amplitude des activités anthropiques présentes dans leurs habitats naturels. Entre autres, c'est par l'utilisation de la notion d'effet de bordure, tel que définie dans la section méthodologie du présent projet que nous pourrions définir la largeur de la zone tampon à instaurer. L'effet de bordure tient compte de plusieurs variables, dont la sensibilité des espèces fauniques et floristiques face à la fragmentation, à la perte de couvert forestier, du type d'affectation des territoires et des activités, et des pressions anthropiques présentes. Ce paramètre semble donc tout à fait pertinent pour définir une largeur adéquate de zone préventive. De plus, le fait de diviser cette zone en trois sections d'égale largeur, mais de niveau d'intervention différent, permettrait d'éviter la rupture brutale du couvert forestier lorsqu'une coupe forestière vient à être réalisée en périphérie immédiate d'une aire protégée (voir le *Schéma 3*, page 47).

Ainsi, à l'intérieur de la première section de la *zone tampon à intervention variable*, le territoire serait exempt de tous travaux sylvicoles et de toute circulation. Pour ce qui est, de la seconde section, seul le prélèvement du tiers des tiges serait autorisé. Finalement, dans la troisième section, un maximum du deux tiers de la surface terrière des peuplements forestiers ciblés pourrait être récolté. Ces trois sections devraient être obligatoirement de la même dimension. Cette gradation du prélèvement de la surface terrière, de l'aire protégée vers la coupe, procurerait un couvert résiduel que la faune pourrait utiliser pour effectuer ses déplacements et ses activités. De plus, nous préconisons la rétention de tiges vertes de bon diamètre, environ une dizaine à l'hectare, et de chicots sur les parterres de coupe attenants à une aire protégée. Ces legs permettraient de favoriser le maintien d'arbres à valeur faunique pour les oiseaux nicheurs par exemple, et l'établissement d'une régénération naturelle. De plus, ce dernier point pourrait permettre de conserver des attributs de vieilles forêts dans les peuplements de seconde venue. Indépendamment du type de coupe, il est important de noter que cette recommandation de rétention d'arbres de valeur écologique s'applique également pour toutes les superficies récoltées dans les deux premiers kilomètres attenants à l'aire protégée.

C'est donc dire qu'en fonction de l'importance des gradients de I^{flore} obtenus une zone de protection minimale d'une largeur prédéfinie par la notion d'effet de bordure devrait être instaurée. Cette zone de transition serait maintenue jusqu'à ce que soit développée une définition de méthodes et de normes forestières qui soient adaptées au maintien de la diversité biologique tout en permettant la continuité et la survie de l'exploitation forestière. Ces méthodes et normes seraient élaborées par les industriels forestiers touchés et les partenaires nécessaires, par exemple l'équipe de spécialistes de la question de la RFL, du PNJC, et du MRNFP (impliquant les directions de la forêt, de la faune et des parcs), chercheurs universitaires et autres.

Ce modèle de gestion forestière adaptée aux besoins du maintien de la biodiversité et du respect de l'intégrité écologique d'une aire protégée comme le PNJC pourrait s'inspirer des études et travaux forestiers réalisés sur l'un de ses territoires voisins, soit la Forêt expérimentale et d'enseignement Montmorency (FMO) de l'Université Laval, avec les forces et les faiblesses que cela comprend. Tel que mentionné en avant-propos, le territoire de la FMO n'a pu être sélectionné comme zone témoin de ce projet pour illustrer la gestion écosystémique en forêt publique. Il est important de préciser par contre que la FMO n'a pu être considérée comme territoire témoin d'une gestion écosystémique en raison de la méthodologie avancée dans le présent projet. Par contre, la FMO demeure toujours une forêt intéressante puisque la foresterie qui y est pratiquée se rapproche le plus possible d'une gestion intégrée, tout en respectant les patrons de perturbations naturelles de la sapinière à bouleau blanc de l'Est.

5.3 PROJET PILOTE

Il serait préférable d'élaborer un premier projet pilote d'envergure, à l'exemple du présent projet, mais à une échelle nettement plus importante, avec une vision régionale élargie, ainsi que des moyens en ressources financières et professionnelles adéquats, et sur une période de court à moyen terme, ce qui permettrait d'étoffer la totalité de la méthodologie ici présentée. L'idée serait d'instaurer une protection convenable de la diversité biologique du PNJC face aux travaux forestiers, mais aussi de s'entendre sur une vision de conservation et d'exploitation harmonieuse non pas seulement délimitée à la zone périphérique immédiate du PNJC, mais à tous les écosystèmes environnants. Une vraie gestion forestière écosystémique répartie sur l'ensemble de la RFL, en partenariat avec l'ensemble des partenaires concernés seraient la véritable clé permettant de protéger l'intégrité écologique du PNJC et de la région. Aujourd'hui cette vision élargie s'impose; les exemples de plus en plus divers indiquent qu'il est pratiquement impossible d'assurer la protection d'une aire protégée seulement en s'occupant de ces limites propres et de sa périphérie immédiate. Il faut avoir une vision plus globalisante. L'interaction étroite existant entre les écosystèmes nous amènent à cette conclusion. Par exemple, même le Parc national du Mont-Tremblant avec sa superficie protégée de quelque 1504 km² est grandement miné par les projets de développement actuels se réalisant sur sa périphérie.

C'est d'ailleurs, en se basant sur cette logique que l'UQCN est en discussion pour stimuler la mise en place d'un projet-pilote sur la totalité de la RFL, visant à démontrer sur une échelle adéquate qu'il est possible, par l'intermédiaire d'une gestion forestière adaptée et écosystémique, de réaliser de l'exploitation forestière sur des superficies convenables et viables socio-économiquement parlant,

tout en préservant correctement les zones de richesses particulières, telles les aires protégées et l'intégrité écologique en général de la sapinière à bouleau blanc de l'Est et, par le fait même, d'une partie de la forêt boréale du Québec.

Dans le même sens, le projet actuel démontre la faiblesse des connaissances en ce qui concerne les indicateurs d'intégrité écologique spécifiques aux aires protégées du Québec. Comment défendre adéquatement la diversité biologique d'un territoire protégé s'il n'y a aucun moyen de mesurer les effets et les impacts des pressions internes et externes qui s'exercent sur ce territoire. Dans bien des cas, le manque de connaissance des gestionnaires des parcs et autres aires protégées fait qu'ils n'ont pas conscience des problématiques extérieures à leur territoire. Le présent outil et projet vise justement à mieux caractériser et reconnaître les forces et faiblesses face à la protection et aux pouvoirs de conservation réels d'une aire protégée comme le PNJC et de ses composantes intrinsèques. La création d'un observatoire de recherches s'intéressant spécifiquement à l'élaboration et à la définition d'indicateurs écologiques et scientifiques de suivi pourrait être instauré.

Les connaissances en relation aux pressions des travaux forestiers sur une aire protégée, quoique insuffisantes dans différents cas, sont souvent bien présentes. Par contre, leurs applications réelles et concrètes sur un terrain d'étude, à l'exemple du projet-pilote proposé avec la RFL, et peut-être de quelques autres rares projets de forêts expérimentales et habitées, sont largement sous-représentées. Il faut définir des normes forestières spécifiques et adaptées aux réalités régionales visant le maintien et le respect du rôle de conservation que remplit une aire protégée au Québec. Il appert que même les spécialistes de la SQAP du ministère de l'Environnement n'ont pas les outils adéquats pour protéger les nouvelles aires protégées qu'ils sont en train de définir et d'implanter sur le territoire québécois. Des pressions importantes sont constamment exercées contre ces nouveaux territoires à protéger et viennent trop souvent de la part des industriels forestiers, miniers et hydroélectriques. Il semble incohérent que les normes forestières exercées dans les forêts publiques, par exemple sur un grand massif forestier au Nord de Val-d'Or, soient les mêmes qui s'appliquent en périphérie de la nouvelle réserve aquatique de la rivière Ashuapmushuan au Saguenay-Lac-Saint-Jean, où la largeur du corridor protégé ne pourrait être que de 600 m.

Cette méthode explique bien que la définition d'une foresterie adaptée en respectant la mission de conservation des aires protégées doit être élaborée, et que le présent projet est un premier pas dans cette direction. Avec l'intermédiaire d'une multitude d'autres projets, l'objectif premier est de rendre réelle et applicable cette méthode sur le terrain. C'est dans ce sens que les présents outils ont été étudiés et testés. Il ne faudrait que valider le processus par des analyses statistiques rigoureuses, par l'intermédiaire de la réalisation d'un projet de recherche à la maîtrise ou au doctorat, et en partenariat directement avec des industriels forestiers, ce qui donnerait finalement toute sa valeur au projet UQCNE-EJLB.

Nos remerciements à la fondation EJLB qui a financé ce projet, visant l'amélioration continue des techniques à mettre de l'avant pour accroître la préservation des multiples richesses du patrimoine naturel du Québec. Aussi, nos remerciements à l'équipe du Parc national de la Jacques-Cartier (Parcs Québec), de la Réserve faunique des Laurentides (Sépaq), de l'Association forestière Québec métropolitain (AFQM) et du Cégep Sainte-Foy. Merci à tous!

- Agence Parcs Canada, 2000.
« Intacts pour les générations futures » ? *Protection de l'intégrité écologique par les Parcs nationaux du Canada*. Vol. I « Le temps d'agir ». Rapport de la Commission sur l'intégrité écologique des Parcs nationaux du Canada. Ottawa.
- Agence Parcs Canada, 2000.
« Intacts pour les générations futures » ? *Protection de l'intégrité écologique par les Parcs nationaux du Canada*. Vol. II « Une nouvelle orientation pour les Parcs nationaux du Canada ». Rapport de la Commission sur l'intégrité écologique des Parcs nationaux du Canada. Ottawa.
- Beauchesne p., et Gaudreault L., 2002.
« Les aires protégées au Québec : portrait et constats ». *VertigO - La revue en sciences de l'environnement sur le WEB*, vol. 3, n° 1.
- Despots, M., Geneviève Brunet et Louis Bélanger, 2003.
« Diversité structurale et biodiversité des plantes vasculaires de la sapinière à bouleaux blancs de la Gaspésie ». *Le Naturaliste canadien*, La Société Provencher d'histoire naturelle du Canada. Vol. 125, n° 3 : 168-174
- Direction de la planification des Parcs, Parc de la Jacques-Cartier, 2004.
État des connaissances. Société de la Faune et des Parcs Québec. 270 p.
- Faculté de foresterie et de géomatique de l'Université Laval, 1996.
Démo 96, La forêt Montmorency : une forêt boréale sous aménagement durable. 39 p.
- Forêt Québec, MRNFP, Direction des inventaires forestiers, 2002.
Normes d'inventaire forestier, Les placettes-échantillons temporaires, Peuplements de 7 m et plus de hauteur. 192 p.
- Franklin, J.F., K. Kromack, J.R. W. Denison, A. McKee, C. Maser, J. Sedell, F. Swason and G. Judey, 1981.
Ecological Characteristics of Old-growth Douglas-fir Forest. USDA Forest Service. General Technical Report. PNW-118. 48 p.
- Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 1994.
Point d'observation écologique. Bibliothèque nationale du Québec, réimpression 1997. 116 p.
- Moreau A. et al., 2002.
La gestion écosystémique des forêts au Canada : recensement des projets et situation actuelle. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue, 95 p.
- Parcs Québec, 2003.
Stratégie d'acquisition de connaissances, de recherche et de conservation, Document de travail. Parcs Québec, réseau Sépaq. 17 p.
- Patrimoine canadien, Parcs Canada, 1998.
Rapport sur l'état des parcs de 1997. Travaux publics et services gouvernementaux Canada. Ottawa, 1998.
- Tardif G., 1999.
Mesures à privilégier en bordure des aires protégées au Québec pour contribuer à l'atteinte de leurs objectifs, pour le gouvernement du Québec. MRN, , 114 p.

ANNEXES

ANNEXE 1 — FEUILLES D'INVENTAIRES

Inventaire floristique

Peuplement: _____				No. Virée: _____			
Type de couvert : R (75% plus) M F (- 25%)				No. Parcelle: _____			
Stade évolutif :	Primaire 0	Pionnier 1	Lumières 2	Inter. 3	Faciès 4	Stabilité 5	
Pertur. d'origine :	BR INO	CT INP	CHT NAT	ES	DT	FR	P
Âge - CT (ans)	0-5	6-15	16-30	31 plus			
COUVERT DES STRATES FORESTIÈRES							TOTAL SP
Arborescent supérieur (17 m et plus) Dominant et Co-Dominant					Total strate cote		
Espèce	Cote	Espèce	Cote	Espèce	Cote	Espèce	Cote
Arborescent inférieur (4 à 17 m) Sous-Couvert					Total strate cote		
Espèce	Cote	Espèce	Cote	Espèce	Cote	Espèce	Cote
Arbustive supérieure (1 à 4 m)					Total strate cote		
Espèce	Cote	Espèce	Cote	Espèce	Cote	Espèce	Cote
Arbustive inférieure (1 m et moins), Herbacée et Bryophyte					Total strate cote		
Espèce	Cote (A, H ou B)	Espèce	Cote	Espèce	Cote	Espèce	Cote
Amé sp.		EPB		ribes sp.			
ATF		EPN		Rubus sp.			
Bazz. Tri.		EPR		SAB			
BOJ		HYS *		SAC			
BOP		Lamellaire		SMR			
Cal. Chloro		LIB		SOA			
Carex sp		LYL		Spha. sp			
Champ. sp		LYO		STA			
CHH		MAC		STR			
Cla. Conio		Mnies sp.		TAC			
CLB		Mousses sp.		TRB			
CLR		OXM		TRE			
COA		PET		THO			
COC		PIB		usnea			
COG		PISc		VIC			
DIS		Pol sp.		VIL			
DRD		Polypores		Viol. sp			
DRP		PRP					
DRS		PRV					
Étude d'arbre							
Essence	Hauteur	Âge	Santé	Éléments particuliers :			

Inventaire faunique

PROJET DE L'UQCN SUR LA DÉFINITION ET LA CARACTÉRISATION DE LA ZONE TAMPON...											
Date : _____		Responsable : _____									
No de virée : _____		No de placette échantillon : _____									
Type écologique : _____											
LOCALISATION ET COMMENTAIRES :											
MILIEU PHYSIQUE											
Topographie	0 (plat)	2 (escar.)	3 (s.arr.)	4 (h. pe.)	5 (mi-pe.)	6 (repl.)	7 (b. pe.)	8 (d. ou.)	9 (d. fe.)		
Pente (%)	A (0-3)	B (4-8)	C (9-15)	D (16-30)	E (31-40)	F (41+)	Exposition				
ASPECTS FAUNIQUES ET BIOLOGIQUES											
OBSTRUCTION LATÉRALE											
<i>T. de couvert</i> feuillue résineux Totale	hauteur (0 à 1 m)					hauteur (1 à 2 m)					
	0-24 %	25-49 %	50-74 %	75-100 %		0-24 %	25-49 %	50-74 %	75-100 %		
COURS D'EAU											
Localisation dans la zone d'inventaire : _____											
Caractéristiques :						Type de débit :					
Largeur _____						Permanent _____					
Substrat _____						Intermittent _____					
Encombrement _____											
DÉBRIS LIGNEUX											
Absents :		1 à 10 %		10 à 30 %		30 % et plus					
Arbres et éléments particuliers :											
GRILLE DES INDICES FAUNIQUES :											
QUANTIFIÉ / ESPÈCES	Pistes	Fèces	Brout	Chicots	Abris, nids et terriers	Son	Autres				
Orignal											
Cerf de Virginie											
Gélinotte huppée											
Ours noir											
Porc-Épic											
Lièvre d'Amérique											
Brout - indiquer le types d'essence qui sont broutées...											

Inventaire faunique complémentaire

No. Virée	SUITE - ANALYSE FAUNE
No. Parcelle	INDICES DE FAUNE (DESCRIPTIF) :
POTENTIEL D'HABITAT (DESCRIPTIF) :	
Nombre total d'espèces répertoriées à l'intérieur du quadrat : Espèce prédominante dans le quadrat (% indices d'une espèce dans le PO) : Espèces rares :	

ANNEXE 2— LISTE DES ESPÈCES FAUNIQUES

Espèce	Cote
Orignal	1
Cerf de Virginie	2
Gélinotte huppée	3
Porc-épic	4
Grive solitaire	6
Troglodyte mignon	7
Junco ardoisé	8
Rainette crucifère	9
Paruline à joues grises	10
Écureuil roux	11
Ours noir	12
Tétras du Canada	13
Oiseau inconnu	14
Mustélide	15
Grive à dos olive	16
Bruant à gorge blanche	17
Mammifère inconnu	18
Paruline à flanc marron	19
Roitelet à couronne rubis	20
Mésange à tête noire	21
Sittelle à poitrine rousse	22
Roitelet à couronne dorée	23
Crapaud d'Amérique	24
Bruant familial	25
Chardonneret sp.	26
Paruline à gorge noire	27
Paruline à poitrine Baie	28
Paruline obscure	29
Paruline du Canada	30
Grand Pic	31
Paruline tigrée	32
Paruline à collier	33
Bruant vespéral	34
Paruline noir et blanc	35
Campagnol	36
Moucherolle sp.	37
Viréo sp.	38
Grand corbeau	39
Paruline à croupion jaune	40
Buse à queue rousse	41

Espèce	Cote
Grenouille des bois	42
Paruline à couronne rousse	45
Mammifère carnivore	46
Mésange sp.	47
Paruline à gorge jaune	48
Paruline sp.	49
Mésange à tête brune	50
Moucherolle Tchébec	51
Chardonneret jaune	52
Paruline à gorge noire	53
Moucherolle à ventre jaune	54
Nombre d'espèces différentes	43
Nombre d'espèces relevées	9
Total	52

ANNEXE 3 — LISTE COMPLÈTE DES ESPÈCES FLORISTIQUES INVENTORIÉES

ESPÈCES LIGNEUSES ET NON LIGNEUSES

Nom latin	Nom français	Code
<i>Abies balsamea</i>	Sapin baumier	SAB
<i>Acer rubrum</i>	Érable rouge	ERR
<i>Acer spicatum</i>	Érable à épis	ERE
<i>Alnus rugosa</i>	Aulne rugueux	AUR
<i>Amelanchier sp.</i>	Amélanchiers	AME
<i>Pinus glauca</i>	Pin blanc	PIB
<i>Aralie nudicaulis</i>	Aralie à tige nue	ARN
<i>Aster sp.</i>	Aster sp.	ASS
<i>Betula alleghaniensis</i>	Bouleau jaune	BOJ
<i>Betula papyrifera</i>	Bouleau à papier	BOP
<i>Cassandra calyculata</i>	Cassandre caliculé	CAL
<i>Clintonia borealis</i>	Clintonie boréale	CLB
<i>Coptis groenlandica</i>	Coptide du Groenland	COG
<i>Cornus canadensis</i>	Cornouiller du Canada	CON
<i>Picea glauca</i>	Épinette blanche (plantation)	EPB*
<i>Epilobium angustifolium</i>	Épilobe à feuilles étroites	EPA
<i>Equisteum sylvaticum</i>	Prêle des bois	EQY
<i>Erythronium americanum</i>	Érythron d'Amérique	ERY
<i>Fragaria sp.</i>	Fraisier	FRG
<i>Gaultheria procumbens</i>	Gaulthérie couché	GAP
<i>Hieracium aurantiacum</i>	Épervières orangées	HIA
<i>Inconnu 1</i>	Inconnu1	INC1
<i>Inconnu 2</i>	Inconnu 2	INC2
<i>Inconnu 3</i>	Inconnu 3	INC3
<i>Kalmia augustifolia</i>	Kalmia à feuilles étroites	KAA
<i>Ledum groenlandicum</i>	Lédon du Groenland	LEG
<i>Linnaea borealis</i>	Linnée boréale	LIB
<i>Maianthemum canadense</i>	Maïanthème du Canada	MAC
<i>Moneses uniflora</i> (<i>pyrola uniflora</i>)	Monésès uniflore	MOU
<i>Monotropa uniflora</i>	Monotrope uniflore	MON
<i>Myrica gale</i>	Myrique baumier	MYG
<i>Oxalis montana</i>	Oxalyde de montagne	OXM
<i>Picea glauca</i>	Épinette blanche	EPB
<i>Picea mariana</i>	Épinette Noire	EPN
<i>Picea Rubens</i>	Épinette rouge	EPR
<i>Populus tremuloides</i>	Peuplier faux-tremble	PET
<i>Prunus sp.</i>	Cerisier sp.	PRS

Nom latin	Nom français	Code
<i>Ribes glandulosum</i>	Gadelier glanduleux	RIG
<i>Ribes lacustre</i>	Gadelier lacustre	RIL
<i>Rubus chamaemorus</i>	Ronce petit mûrier	RUC
<i>Rubus idaeus</i>	Ronce du mont Ida	RUI
<i>Rumex acetosella</i>	Rumex petit-oseille	RUA
<i>Salix sp.</i>	Salix sp.	SAL
<i>Sambuccus canadensis</i>	Sureau du Canada	SAC
<i>Sambuccus racemosa</i>	Sureau pubescent	SAP
<i>Smilacina trifolia</i>	Smilacine trifoliée	SMT
<i>Solida rugosa</i>	Verge d'or rugueuse	SOR
<i>Sorbus americana</i>	Sorbier d'Amérique	SOA
<i>Streptopus amplexifolius</i>	Streptope amplexicaule	STA
<i>Streptopus roseus</i>	Streptode rose	STR
<i>Thalictrum pubescens</i>	Pigamon pubescent	THP
<i>Trientalis borealis</i>	Trientale boréale	TRB
<i>Tussilago farfara</i>	Tussilage solidago	SOS
<i>Vaccinium sp.</i>	Vaccinim sp.	VAC
<i>Viburnum edule</i>	Viorne comestible	VIE
<i>Viola sp.</i>	Violette sp.	VIS
Nombre total d'espèces		57

FOUGÈRES ET GRAMINOÏDES

Nom latin	Nom français	Code
<i>Athyrium filix-femina</i>	Athyrium fougère-femelle	ATF
<i>Carex sp.</i>	Carex sp.	CAX
<i>Dryopteris disjuncta</i>	Dryoptéride disjointe	DRD
<i>Dryopteris noveboracensis</i>	Dryoptéride de New-York	DRN
<i>Dryopteris phegopteris</i>	Dryoptéride du hêtre	DRP
<i>Dryopteris spinulosa</i>	Dryoptéride spinuleuse	DRs
Graminées sp.	Pâturins, mil, chiendent	GRS
<i>Lycopodium annotinum</i>	Lycopode innovant	LYA
<i>Lycopodium lucidulum</i>	Lycopode brillant	LYL
<i>Lycopodium obscurum</i>	Lycopode foncé	LYO
<i>Osmonda cinnamomea</i>	Osmonde canelle	OSC
<i>Osmonda claytoniana</i>	Osmonde de Clayton	OSY
<i>Scirpus atrovirens</i> carex sp.	Scirpe noirâtre	SCA
Nombre total d'espèces		13

MOUSSES, SPHAIGNES ET LICHENS

Nom latin	Nom français	Code
<i>Razzania trilobata</i>	Bazzanie trilobée	BAT
<i>Cladina rangiferina</i>	Cladine rangifère	CLR
<i>Cladina sp.</i>	Cladine sp.	CLA
<i>Cladonia multiformis</i>	Cladonie multiforme	CLM
<i>Cladonia chlorophaea</i>	Cladonie chlorophaea	CLCh
<i>Cladonia coniocrea</i>	Cladonie coniocrea	CLCo
<i>Mousse sp.</i>	Mousse sp.	MOS
<i>Cicranum sp.</i>	Dicranes	DIS
<i>Hylocomium splendens</i>	Hypne éclatante	HYS
<i>Lactarius sp.</i>	Lactaire sp.	LAC
<i>Mnium sp.</i>	Mnies	MNS
<i>Mousse sp1</i>	Mousse sp1	MOS1
<i>Mousse sp3</i>	Mousse sp2	MOS2
<i>Peltigera aphthosa</i>	Peltigera aphthosa	PEA
<i>Peltigera canina</i>	Peltigera canina	PEC
<i>Pleurozium schreberi</i>	Hypne de Schreber	PLS
<i>Polytricum sp.</i>	Polytrics	POS
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	Hypne cimier	PTC
<i>Rythidiadelphus triquetrus</i>	Hypne triangulaire	RYT
<i>Sanonia uncinatus</i>	Sanonie uncinatus	SAU
<i>Sphagnum sp.</i>	Sphaignes sp.	SPS
<i>Usnea sp.</i>	Usnea sp.	USN
	Champignon sp1	Ch1
	Champignon sp2	Ch2
	Champignon sp3	Ch3
	Champignon sp4	Ch4
	Lichen sp1 (sur arbre)	LI1
	Lichen sp2 (sur arbre)	LI2
	Polypores sp1	Po1
	Polypores sp2	Po2
Nombre total d'espèces		30

ANNEXE 4 – EXEMPLE DE CALCUL DES INDICATEURS / ^{FLORE} ET / ^{FAUNE}

CALCUL DE L'INDICE FLORISTIQUE / ^{FLORE}

P1 et P2, représentent les deux placettes-échantillons réalisées à l'intérieur d'une seule et même virée d'inventaire.

Placette-échantillon 1 (P1)

- 4 espèces floristiques au total
- 0 espèces floristiques particulières

Espèces	Statut	Couvert rel.	Fréquence	Fréquence rel.	II (CREL + FREL)
AbBa	Normal	50 %	2 / 2	1 / 5 *	0,50 + 0,20 = 0,70
CoCa	Normal	15 %	1 / 2	0,5 / 5	0,15 + 0,10 = 0,25
BePa	Normal	20 %	2 / 2	0,20	0,20 + 0,20 = 0,40
AsAc	Normal	15 %	1 / 2	0,10	0,15 + 0,10 = 0,25

Note :

- * fréquence cumulée de la virée = 5
- moyenne des 4 II les plus élevés = 0,45 (normalement défini par strate, dans le cas présent, pour simplifier la démonstration, les strates sont non présentées)

Placette-échantillon 2 (P2)

- 6 espèces floristiques au total
- 2 espèces floristiques particulières

Espèces	Statut	Couvert rel.	Fréquence	Fréquence rel.	II (CREL + FREL)
AbBa	Normal	30 %	2 / 2	0,20	0,30 + 0,20 = 0,50
BePa	Normal	15 %	2 / 2	0,20	0,15 + 0,20 = 0,35
LyIn	Normal	5 %	1 / 2	0,10	0,05 + 0,10 = 0,15
DrSp	Normal	10 %	1 / 2	0,10	0,10 + 0,10 = 0,20
FrNi	Particulière	30 %	1 / 2	0,10	0,30 + 0,10 = 0,40
GaHi	Particulière	30 %	1 / 2	0,10	0,30 + 0,10 = 0,40

Note : Moyenne des 4 II les plus élevés = 0,433

A1. Biodiversité totale (*Btot*): nombre d'espèces floristiques dans chaque placette-échantillon

■ P1 = 4 espèces

■ P2 = 6 espèces

A2. Biodiversité totale relative : biodiversité totale / le nombre totale d'espèces floristiques inventoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées.

■ P1 = 4/10 espèces = 0,4 = 40 % Poids relatif à fixer (25 à 30 %)

■ P2 = 6/10

B1. Biodiversité spécifique (*Bsp*) : nombre d'espèces floristiques particulières dans la placette-échantillon.

■ P1 = 0

■ P2 = 2

B2. Biodiversité spécifique relative : biodiversité spécifique / le nombre total d'espèces floristiques particulières inventoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées.

■ P1 = 0

■ P2 = 2/2 = 1 = 100 % Poids relatif à fixer (35 à 40 %)

INDICE FLORISTIQUE I^{FLORE}

Poids relatif établi pour chaque paramètre A. *Btot* (25 %), B. *Bsp* (40 %) et C. *II* (35 %) défini par placette-échantillon :

$$I^{flore} = \text{(biodiversité totale relative X 0,25) + (biodiversité spécifique relative X 0,40) + (moyenne 4 II plus élevés X 0,35)}$$

Calcul pour **P1** = $I^{flore} = (0,4 * 0,3) + (0 * 0,55) + (0,45 * 0,15) = 0,1875$

Calcul pour **P2** = $I^{flore} = (0,6 * 0,30) + (1 * 0,55) + (0,4333 * 0,15) = 0,79$

CALCUL DE L'INDICE FAUNIQUE I^{FAUNE}

P1 et P2, représentent les deux placettes-échantillons réalisées à l'intérieur d'une seule et même virée d'inventaire.

Placette-échantillon 1 (P1)

- 4 espèces fauniques au total
- 2 espèces fauniques à statut particulier

Total des indices cumulés : 28

Fréquence totale cumulée pour la totale de la virée = 4,5

Espèces	Indices	Statut	Fréquence	Fréquence rel.	Occurrence relative	II
Loup	5	Particulier	1 / 2	0,50 / 4,50	5 / 28	0,291
Orignal	15	Particulier	1 / 2	0,111	15 / 28	0,650
Lièvre	3	Régulier	1 / 2	0,111	3 / 28	0,22
Gélinotte	5	Régulier	2 / 2	0,222	5 / 28	0,40

Note : Moyenne des 2 **II** les plus élevés = 0,525

Placette-échantillon 2 (P2)

- 3 espèces fauniques au total
- 2 espèces fauniques à statut particulier

Total des indices cumulés : 15

Espèces	Indices	Statut	Fréquence	Fréquence rel.	Occurrence relative	II
Gélinotte	12	Régulier	2 / 2	1 / 4,5	12 / 15	1,02
Lynx	1	Particulier	1 / 2	0,111	1 / 15	0,18
Martre	2	Particulier	1 / 2	0,111	2 / 15	0,24

Note : Moyenne des 2 **II** les plus élevés = 0,63

A1. Biodiversité totale (B_{tot}) : nombre d'espèces fauniques dans chaque placette-échantillon

■ P1 = 4 espèces

■ P2 = 3 espèces

A2. Biodiversité totale relative : Biodiversité totale / le nombre totale d'espèces fauniques inventoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées.

■ P1 = 4/7 espèces = 0,57 = 57 % Poids relatif à fixer (35 à 40 %)

■ P2 = 3/7

B1. Biodiversité spécifique (B_{sp}) : nombre d'espèces fauniques particulières dans la placette-échantillon.

■ P1 = 2

■ P2 = 2

B2. Biodiversité spécifique relative : Biodiversité spécifique / le nombre total d'espèces fauniques particulières inventoriées dans l'ensemble des placettes-échantillons réalisées.

■ P1 = 2/4

■ P2 = 2/4 = 0,5 = 50 % Poids relatif à fixer (40 à 50 %)

INDICE FAUNIQUE (I^{FAUNE})

Poids relatif établi pour chaque paramètre A. B_{tot} (35 %), B. B_{sp} (45 %) et C. I_{faune} (25 %) défini par placette-échantillon

$$I^{faune} = \text{(biodiversité totale relative X 0,35)} + \text{(biodiversité spécifique relative X 0,45)} + \text{(moyenne 2 // plus élevés X 0,25)}$$

Calcul pour **P1** = $I^{faune} = (0,57 \times 0,35) + (0,5 \times 0,45) + (0,525 \times 0,25) = 0,556$

Calcul pour **P2** = $I^{faune} = (0,43 \times 0,35) + (0,5 \times 0,45) + (0,63 \times 0,25) = 0,533$