

Bilan des inventaires d'insectes réalisés sur l'île d'Anticosti depuis 150 ans : une biodiversité riche, mais en déclin

Christian Hébert

Volume 147, Number 1, Spring 2023

Les enjeux de la recherche à Anticosti : état des lieux et perspectives

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1098174ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1098174ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

ISSN

0028-0798 (print)

1929-3208 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Hébert, C. (2023). Bilan des inventaires d'insectes réalisés sur l'île d'Anticosti depuis 150 ans : une biodiversité riche, mais en déclin. *Le Naturaliste canadien*, 147(1), 59–75. <https://doi.org/10.7202/1098174ar>

Article abstract

Despite its isolation, Anticosti Island has been the subject of several entomological inventories over the last 150 years. William Couper, a naturalist, was the first to inventory Anticosti in 1872. In 1904, Joseph Schmitt, a physician-naturalist, reported 161 species in *Monographie de l'île d'Anticosti (golfe Saint-Laurent)*. In the 1970s, the work of Luc Jobin on the hemlock looper outbreak facilitated access to the island and naturalists or students inventoried Coleoptera, Odonata and Orthoptera. After the Earth Summit in 1992, the entomofauna of Anticosti Island was inventoried by the Canadian Forest Service, using different types of traps. During the same time period, two other inventories of Odonata were carried out by naturalists. Finally, in a master's thesis, Pierre-Marc Brousseau reported several hundred species of insects of little studied orders. To date, 1541 species are listed. Trapping data provide standardized estimates and reliable time markers for measuring insect response to environmental changes. These data suggest that the decline of insects, reported elsewhere on the planet, is also observed on Anticosti. The island offers an ideal context to study the decline of insects and establish a biodiversity monitoring network.

Bilan des inventaires d'insectes réalisés sur l'île d'Anticosti depuis 150 ans : une biodiversité riche, mais en déclin

Christian Hébert

Résumé

Malgré son isolement, l'île d'Anticosti a fait l'objet d'importants inventaires entomologiques depuis 150 ans. D'abord, le naturaliste William Couper a inventorié l'île en 1872. En 1904, le médecin et naturaliste Joseph Schmitt rapportait 161 espèces d'insectes dans *Monographie de l'île d'Anticosti (golfe Saint-Laurent)*. Dans les années 1970, les travaux de Luc Jobin sur l'épidémie d'arpenteuse de la pruche facilitaient l'accès à l'île et des naturalistes ou des étudiants inventoriaient les coléoptères, les odonates et les orthoptères. Après le Sommet de la Terre en 1992, l'entomofaune de l'île d'Anticosti a été inventoriée par le Service canadien des forêts, en utilisant différents pièges, et d'autres inventaires d'odonates ont été réalisés par des naturalistes. Enfin, dans un mémoire de maîtrise, Pierre-Marc Brousseau inventoriait plusieurs centaines d'espèces de multiples ordres peu étudiés. À ce jour, 1541 espèces sont répertoriées. Les données de piégeage fournissent des estimations standardisées et des jalons temporels fiables pour mesurer la réponse des insectes aux changements environnementaux. Le déclin des insectes, rapporté ailleurs sur la planète, semble être observé aussi sur l'île d'Anticosti. L'endroit offre un contexte idéal pour un réseau de surveillance de la biodiversité et l'étude du rôle du changement climatique dans le déclin des insectes.

MOTS-CLÉS : changement climatique, entomofaune, histoire, réseau, surveillance

Abstract

Despite its isolation, Anticosti Island has been the subject of several entomological inventories over the last 150 years. William Couper, a naturalist, was the first to inventory Anticosti in 1872. In 1904, Joseph Schmitt, a physician-naturalist, reported 161 species in *Monographie de l'île d'Anticosti (golfe Saint-Laurent)*. In the 1970s, the work of Luc Jobin on the hemlock looper outbreak facilitated access to the island and naturalists or students inventoried Coleoptera, Odonata and Orthoptera. After the Earth Summit in 1992, the entomofauna of Anticosti Island was inventoried by the Canadian Forest Service, using different types of traps. During the same time period, two other inventories of Odonata were carried out by naturalists. Finally, in a master's thesis, Pierre-Marc Brousseau reported several hundred species of insects of little studied orders. To date, 1541 species are listed. Trapping data provide standardized estimates and reliable time markers for measuring insect response to environmental changes. These data suggest that the decline of insects, reported elsewhere on the planet, is also observed on Anticosti. The island offers an ideal context to study the decline of insects and establish a biodiversity monitoring network.

KEYWORDS : Climate change, entomofauna, history, monitoring, network

Introduction

En raison de la beauté de ses paysages, de ses rivières à saumon, du cerf de Virginie et de ses vastes espaces naturels, l'île d'Anticosti est connue comme un paradis de nature. Elle comporte un des plus importants bassins de forêts boréales peu ou pas exploitées par l'homme au sud du 50^e parallèle (Hébert et Jobin, 2001). Ces vastes écosystèmes naturels font de l'île d'Anticosti un milieu écologique unique. Son insularité et sa densité humaine très basse lui confèrent une quiétude et une « naturalité » peu commune. Néanmoins, sa biodiversité reste à ce jour peu connue, particulièrement celle des insectes, le groupe d'organismes vivants le plus diversifié sur la planète, mais pour lequel les connaissances restent fragmentaires (Hébert, sous presse).

Par leurs activités, les insectes participent à la transformation de la biomasse, qu'elle soit d'origine végétale

ou animale, vivante ou morte, et contribuent ainsi au cyclage des nutriments, dont le carbone, dans les écosystèmes (Hébert, sous presse). Il s'agit vraisemblablement du rôle fonctionnel le plus important des insectes dans les écosystèmes forestiers (Yang et Gratton, 2014). Ce service écosystémique est essentiel pour assurer la productivité des forêts, mais il passe souvent inaperçu ou est généralement tenu pour acquis.

Les insectes constituent aussi des éléments clés de la chaîne alimentaire puisqu'ils représentent une source de nourriture pour de nombreux vertébrés, un autre service écosystémique qui est généralement tenu pour acquis. Or, les

Christian Hébert, docteur en biologie, est chercheur scientifique en écologie et diversité des insectes forestiers au Centre de foresterie des Laurentides à Québec.

christian.hebert@nrcan-rncan.gc.ca

oiseaux insectivores sont en déclin depuis quelques décennies au Canada (McCracken, 2008; ECCC, 2019), comme ailleurs dans le monde (BirdLife International, 2018). McCracken (2008) est parmi les premiers à avoir émis l'hypothèse que la disponibilité de nourriture pourrait représenter un facteur limitant majeur pour les populations d'oiseaux insectivores, signalant au passage qu'il n'existe aucun programme de surveillance des populations d'insectes dont s'alimentent ces oiseaux. Or, il y a de plus en plus d'évidences que les insectes sont aussi en déclin à peu près partout dans le monde (Hallmann et collab., 2017; Kunin, 2019; Seibold et collab., 2019; Wagner, 2020). Bien que le déclin des insectes semble faire consensus chez les experts canadiens, dont les propos ont été rapportés dans différents médias (CTV News, 2017; Goulet, 2021; Riopel, 2019), aucune étude n'a présenté de données probantes sur le sujet. L'enjeu de la disponibilité limitée des données pour apprécier l'état de la biodiversité a d'ailleurs été soulevé pendant la Conférence des Nations unies sur la biodiversité (COP 15), à Montréal en décembre 2022. C'est pourquoi il est important de rassembler les données disponibles des différentes entités territoriales pour produire des bilans sur l'état de la biodiversité.

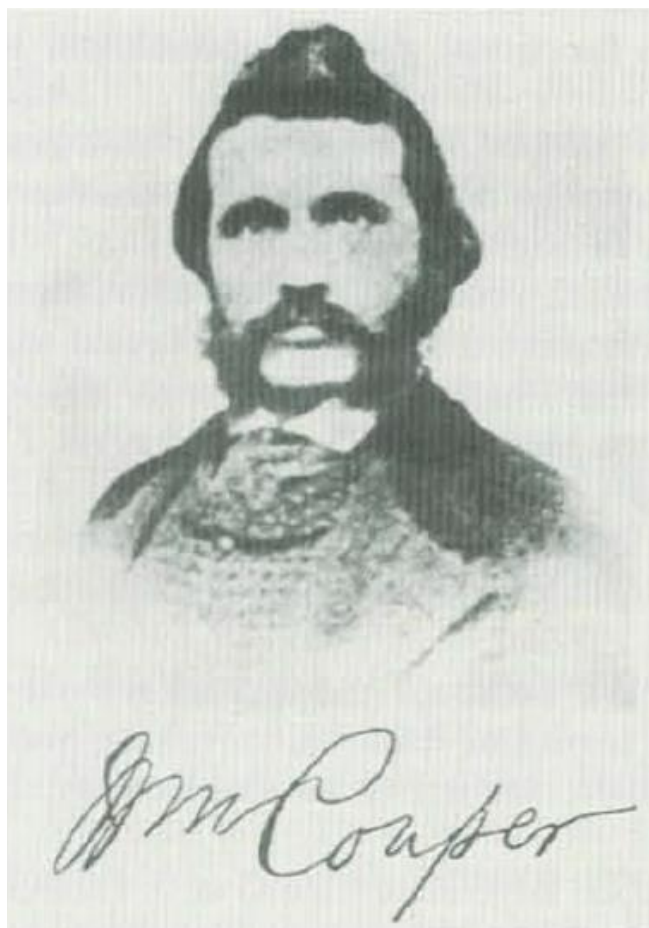
Cet article présente un tableau complet de la diversité entomologique connue à ce jour sur l'île d'Anticosti et dresse un bilan permettant d'en apprécier l'état.

Bilan des inventaires

De la fin du 19^e siècle au début du 20^e siècle

Les premières mentions d'insectes sur l'île d'Anticosti reviennent à William Couper (figure 1), le premier naturaliste et entomologiste à y avoir inventorié des insectes il y a 150 ans. En plus des insectes, Couper s'intéressait aux oiseaux. Il a joué un rôle important pour l'entomologie, étant un des membres fondateurs de la Société d'entomologie du Québec (SEQ) en 1873 (la SEQ fête d'ailleurs son 150^e anniversaire en 2023). De plus, c'est lui qui a initié Léon Provancher à l'entomologie (Perron, 1995). Comme naturaliste, il s'est intéressé à l'inventaire de lieux inexplorés dans l'est du Canada. Ses voyages étaient financés par des ornithologues ou des entomologistes américains, qui recevaient en échange des spécimens pour leurs collections.

À l'été 1867, il effectua un voyage sur la Basse-Côte-Nord et au Labrador pour récolter des œufs d'oiseaux, mais il en profita pour observer et capturer des insectes, surtout les papillons de jour et les carabes, une famille de coléoptères. À l'été 1872, il fit un deuxième voyage sur la Côte-Nord et se rendit à l'île d'Anticosti pour y récolter des insectes. Lors de ce voyage, les collections d'insectes et d'œufs d'oiseaux de Couper furent détruites par les habitants de Mingan, en représailles à un texte où il dénonçait énergiquement les méthodes de pêche alors utilisées, qui selon lui détruisaient les habitats fauniques. Il fut donc forcé de retourner à l'île d'Anticosti l'été suivant pour reconstituer les collections promises à ses clients. Ce voyage additionnel lui permit d'obtenir plusieurs coléoptères alors que les récoltes de 1872 faisaient surtout état de papillons de jour.



Tiré de Perron, 1995

Figure 1. Photographie de William Couper prise vers 1862 par J. A. Quinn, de Québec, et publiée par Baillie (1929) avec la permission de l'American Entomological Society of Philadelphia. Sa signature a été tirée des procès-verbaux de la filiale de Montréal de la Société entomologique d'Ontario, datés du 6 avril 1875.

Selon Couper (1872), les forêts de la pointe ouest de l'île étaient tellement denses qu'elles étaient pratiquement impénétrables, rendant le secteur quasiment inaccessible aux naturalistes. Ses récoltes ont donc été faites exclusivement à Baie-du-Renard, un petit village de pêcheurs alors récemment établi dans l'est de l'île. Les papillons récoltés par Couper ont été identifiés par plusieurs spécialistes américains alors que les coléoptères l'ont été par le réputé taxinomiste J. L. LeConte qui a décrit de nombreuses espèces.

Le médecin naturaliste Joseph Schmitt a poursuivi l'inventaire des insectes de l'île d'Anticosti au tournant du 20^e siècle alors qu'il était à l'emploi d'Henri Menier, un riche chocolatier français qui avait acheté l'île en 1895. Schmitt était responsable de l'hôpital érigé à Baie-Sainte-Claire, village situé à la pointe ouest de l'île, ainsi que d'un musée d'histoire naturelle intégré à l'hôpital. Il a collectionné les insectes pendant ses 8 années passées sur l'île d'Anticosti. Comme Couper, Schmitt n'a pas décrit les méthodes de récolte

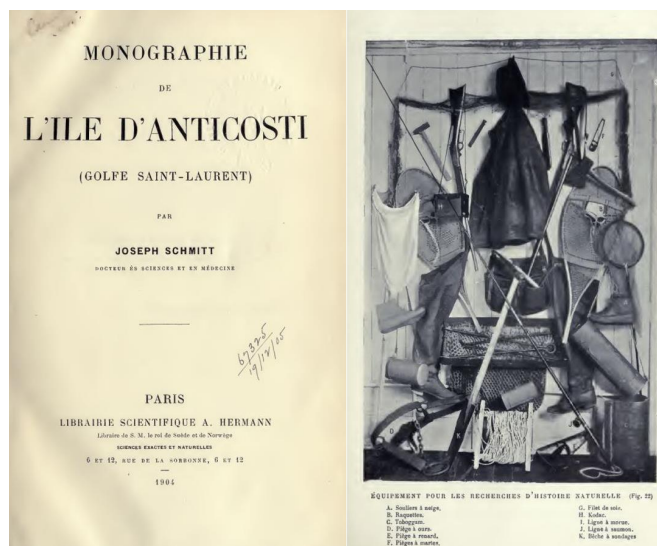


Figure 2. Page frontispice de la *Monographie de l'île d'Anticosti (golfe Saint-Laurent)* de Joseph Schmitt (1904) et de la figure 22 de ce livre qui présentait l'équipement utilisé pour ses recherches d'histoire naturelle réalisées de 1896 à 1904 sur l'île d'Anticosti.

d'insectes qu'il a utilisées, mais on aperçoit un filet sur une photographie illustrée dans *Monographie de l'île d'Anticosti* qu'il a publiée (Schmitt, 1904) et qui semble être un filet entomologique ou du moins un filet qui pourrait avoir servi à capturer des insectes (figure 2). Avec les captures à la main dans différents micro-habitats, c'est probablement le principal instrument qui était utilisé à l'époque pour capturer des insectes, méthodes encore largement employées aujourd'hui par de nombreux entomologistes naturalistes. Schmitt était en contact étroit avec l'entomologiste James Fletcher d'Ottawa à qui il envoyait les insectes qu'il récoltait sur l'île pour les faire identifier. Cet inventaire ainsi que quelques notes écologiques ont été consignés au chapitre 19 de l'ouvrage de Schmitt (1904).

Fin du 20^e siècle

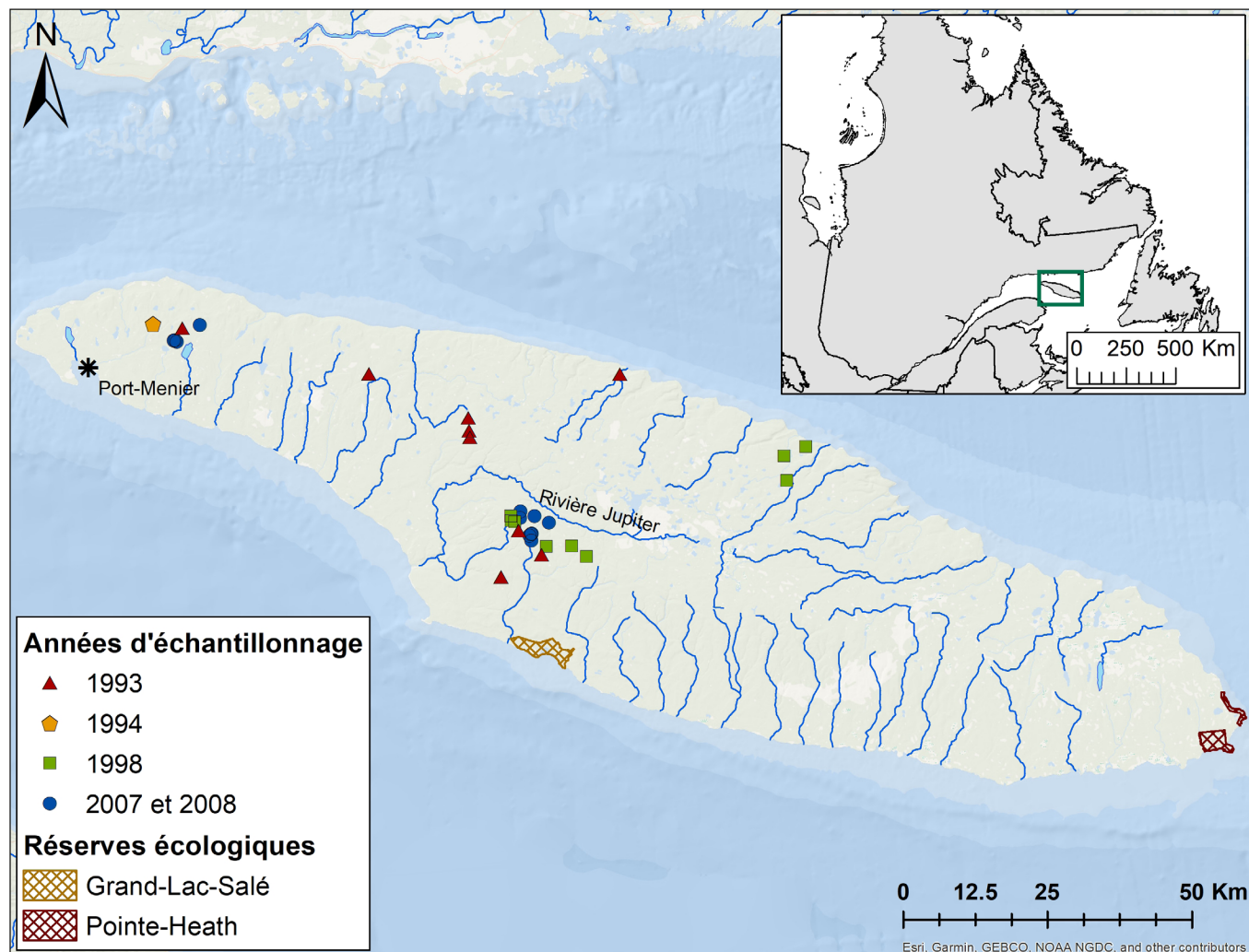
Les décennies des années 1970 et 1990 ont été particulièrement fertiles en inventaire d'insectes sur l'île d'Anticosti. Un important inventaire de carabes a d'abord été effectué du 12 au 18 juillet 1971 par André Laroche (Laroche, 1973). Par la suite, profitant de leur présence sur l'île en lien avec les travaux de l'entomologiste Luc Jobin sur l'arpenteuse de la pruche, *Lambdina fuscicornis* (Guenée), dont une importante épidémie (1970-1972) avait détruit 800 km² de sapinières, des étudiants naturalistes ont inventorié 3 ordres d'insectes pendant leurs temps libres. L'un d'entre eux, Claude Chantal, a récolté de nombreux coléoptères en 1973, suivi de Jean-François Landry en 1977. C'est Claude Chantal qui a identifié la plupart des spécimens récoltés, aidé de spécialistes, et publié les résultats de ces inventaires au début des années 1980 dans la revue *Fabriques* (Chantal, 1981 ;

1982a; 1982b). Puis Monique Laflamme, alors étudiante à la maîtrise sous la direction du professeur Jean-Marie Perron de l'Université Laval (proche collègue de Luc Jobin) a contribué à publier les inventaires d'odonates et d'orthoptères faits en collaboration avec ses directeurs. Son projet de maîtrise portait sur l'inventaire des lichens sur l'île d'Anticosti, car l'arpenteuse de la pruche dépose souvent ses œufs dans les lichens épiphytes (Jobin, 1973).

Une vingtaine d'années plus tard, Jean-Marie Perron et Luc Jobin ont à nouveau uni leurs efforts dans une expédition sur l'île d'Anticosti dans l'espoir d'y trouver la cordulie de Robert, *Somatochlora brevicincta* Robert. Cette espèce avait d'abord été trouvée à 2 endroits au nord du village de Mistassini en 1953 par le frère Adrien Robert. Il s'agissait d'une espèce nouvelle pour la science que le frère Robert a décrite dans la revue *The Canadian Entomologist* quelques mois plus tard (Robert, 1954). Utilisant le cadre écologique canadien pour caractériser l'habitat où avait été trouvée *Somatochlora brevicincta*, Michel Savard de l'organisme Entomofaune du Québec avait alors identifié des habitats potentiels pour cette libellule sur l'île d'Anticosti. Perron et Jobin se sont donc rendus dans les réserves écologiques de la Pointe-Heath et du Grand-Lac-Salé de l'île d'Anticosti, du 5 juillet au 4 août 1997, pour réaliser un deuxième inventaire d'odonates.

Dans la foulée du sommet de la Terre tenu à Rio de Janeiro en 1992, le Plan Vert du Canada a financé un projet sur la biodiversité des insectes des forêts au Québec, piloté par les entomologistes Christian Hébert et Luc Jobin de Forêts Canada. Ce financement a permis de structurer un programme de recherche sur la diversité des insectes forestiers, qui est d'ailleurs toujours actif au Centre de foresterie des Laurentides (CFL). Premier pays industrialisé à ratifier la convention sur la diversité biologique issue du sommet, le Canada est l'hôte du secrétariat de cette convention internationale, dont les bureaux sont situés à Montréal. Ce contexte favorable à l'étude de la biodiversité a été le prélude à la réalisation de recherches et d'inventaires d'insectes sur l'île d'Anticosti jusqu'à la fin du 20^e siècle.

Dans un premier projet réalisé en 1993, Luc Jobin a installé des pièges dans 9 peuplements forestiers (figure 3). En 1994, une sapinière mature du lac Princeton, située à 14 km au nord-est de Port-Menier, fut également échantillonnée, dans le cadre d'un projet visant à caractériser la diversité entomologique des sapinières au Québec. Ces inventaires ont été réalisés pendant une période où l'arpenteuse de la pruche était encore active sur l'île d'Anticosti. Dès 1991, M. Jobin avait détecté une défoliation légère causée par cet insecte sur quelques centaines d'hectares dans le secteur de la rivière Jupiter. Il avait pressenti cette infestation en raison de celle qui était en cours dans la réserve de Parke près de Rivière-du-Loup, un endroit qui avait été infesté par l'arpenteuse de la pruche en même temps que l'île d'Anticosti 20 ans plus tôt. Afin d'améliorer les connaissances sur l'arpenteuse de la pruche, la Société de protection des forêts contre les insectes et les maladies (SOPFIM) maintenait une équipe technique sur l'île pour échantillonner cet insecte. Une étroite collaboration existait entre la SOPFIM, le CFL et



Carte produite par Anne Cotton-Gagnon, SCF-CFL

Figure 3. Emplacements des peuplements forestiers inventoriés sur l'île d'Anticosti de 1993 à 2008.

le ministère des Forêts du Québec, tant pour échantillonner l'arpenteuse que l'entomofaune de l'île. Une fois de plus, les travaux de M. Jobin sur l'arpenteuse de la pruche permettaient d'inventorier l'entomofaune de l'île d'Anticosti, mais cette fois-ci en utilisant différents types de pièges à insectes. Des pièges lumineux portatifs de marque Luminoc^{MD}, nouvellement commercialisés et dont M. Jobin est l'inventeur, ont été employés pour inventorier les papillons et les insectes vivant au sol (figures 4A et B). Les entomologistes échantillonnent souvent les papillons à l'aide de pièges lumineux, mais ceux-ci sont généralement de grandes tailles et possèdent une autonomie limitée, nécessitant la recharge de lourdes piles tous les jours, ce qui en fait des outils peu adaptés à l'étude de la biodiversité. Le piège Luminoc^{MD} est un piège portatif muni d'une pile de 6 V qui offre une autonomie de fonctionnement d'au moins 2 semaines en forêt, ce qui en fait un outil de choix pour la recherche et l'inventaire de la biodiversité. De plus, il peut aussi être placé dans le sol et être utilisé comme piège fosse pour échantillonner les insectes et autres arthropodes qui vivent dans la litière, une première pour un piège lumineux (Hébert

et collab., 2000). L'attractif lumineux permet de capturer 3 fois plus d'individus et 2 fois plus d'espèces de coléoptères, ce qui constitue un atout considérable pour inventorier la biodiversité. Ce piège n'est aujourd'hui plus disponible commercialement, mais une nouvelle version utilisant une lampe DEL comme attractif lumineux plutôt qu'un tube fluorescent a été mise au point. Les essais réalisés montrent que les 2 versions du piège présentent des niveaux d'abondance et une diversité de lépidoptères comparables (Hébert et collab., 2016). En plus du piège Luminoc^{MD}, des pièges de Lindgren (figure 4C), appâtés avec de l'éthanol à 95 % et de l'alpha-pinène, ont été utilisés pour échantillonner les insectes qui attaquent les tissus ligneux des arbres. Un piège de Lindgren, 1 piège Luminoc^{MD} pour papillons et 3 pièges fosses lumineux ont été placés dans chacun des peuplements étudiés en 1993. En 1994, 1 piège Malaise a été ajouté dans le site étudié afin d'échantillonner les hyménoptères et les diptères (figure 4D).

Il est intéressant de rappeler que c'est l'entomologie qui a amené M. Jobin sur l'île d'Anticosti et qu'à travers ses multiples rencontres avec les Anticostiens, particulièrement les

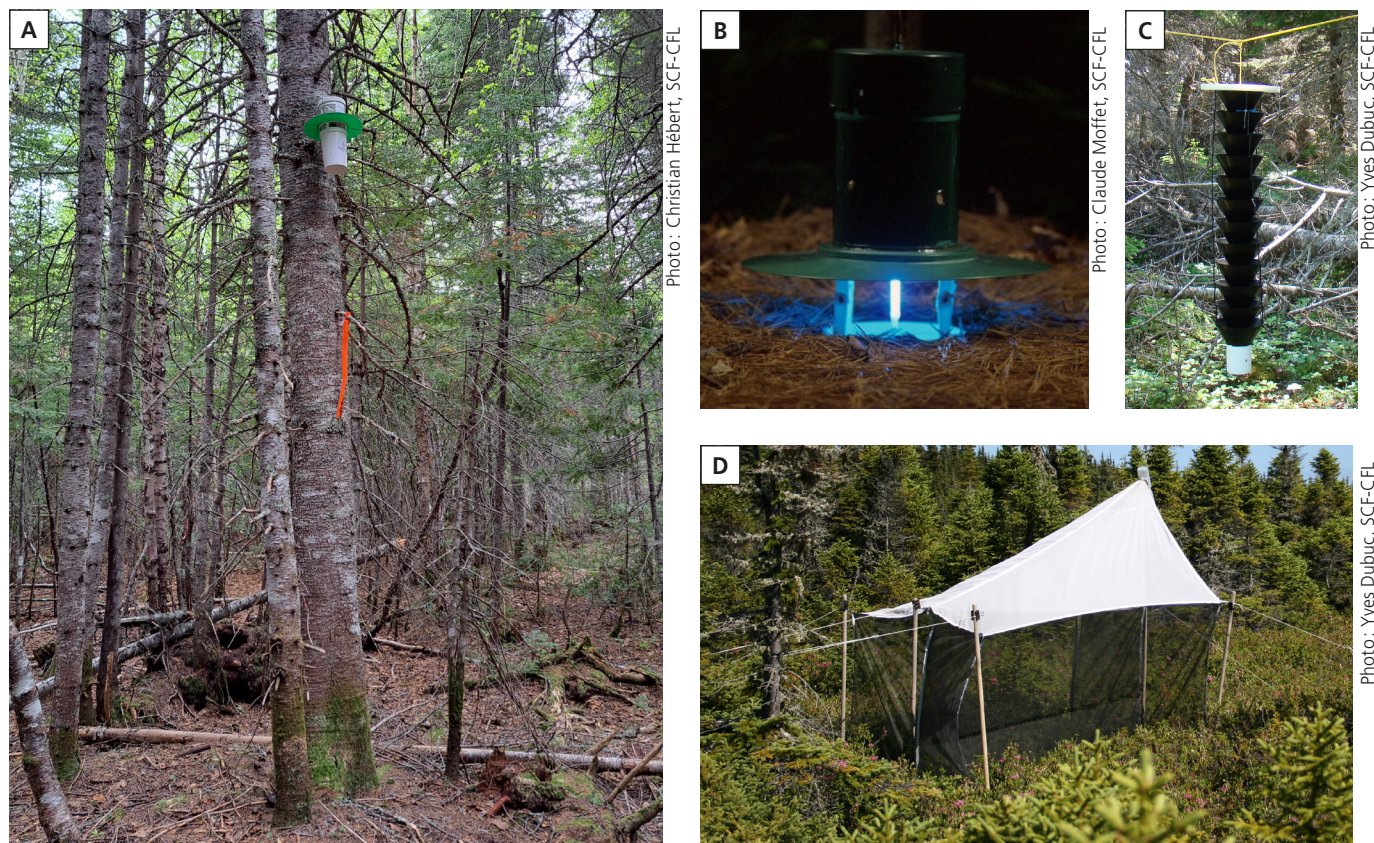


Figure 4. Pièges utilisés pour inventorier les insectes de 1993 à 2008 sur l'île d'Anticosti: A) piège Luminoc^{MD} pour échantillonner les lépidoptères; B) piège Luminoc^{MD} utilisé comme piège fosse pour les coléoptères du sol; C) piège Lindgren pour les coléoptères associés au bois mort; D) piège Malaise pour les diptères et les hyménoptères.

plus âgés, il est devenu un grand connaisseur de l'histoire de l'île et de ses habitants. Hautement considéré et apprécié des Anticostiens, ces derniers lui ont rendu hommage en 2016 en le désignant « Citoyen d'honneur » pour souligner sa contribution à la promotion de l'île et pour l'amour qu'il lui porte (figure 5) et en donnant son nom à un tout nouveau pavillon érigé pour faciliter leurs rassemblements (figure 6). En plus de cet héritage culturel, Luc Jobin laissera aussi un héritage scientifique important en ayant amené de nombreux entomologistes à inventorier l'entomofaune de l'île depuis 50 ans. Avec Couper et Schmitt, il s'inscrit comme un personnage clé dans l'histoire de l'entomologie de l'île d'Anticosti.

Après la retraite de Luc Jobin, le chercheur Christian Hébert a poursuivi les recherches en 1998 afin d'évaluer l'effet cumulatif du broutement excessif par le cerf de Virginie, à la suite de l'épidémie d'arpenteuse de la pruche du début des années 1970, sur la diversité des coléoptères des sapinières anciennes de l'île. Les sapinières des secteurs Jupiter et Vauréal ont alors été comparées à celles des jeunes pessières blanches du secteur Chicotte et des sapinières vierges de l'est de la Gaspésie et des îles de Mingan (Hébert et Jobin, 2001).

Début du 21^e siècle

Le dernier inventaire d'odonates sur l'île a été effectué par 2 naturalistes de la Côte-Nord, Christophe Buidin et

Yann Rochepault, au tournant du 21^e siècle, du 12 juillet au 29 août 2004 (Buidin et Rochepault, 2007). Par ailleurs, les derniers inventaires d'insectes connus sur l'île d'Anticosti proviennent des travaux de maîtrise de Pierre-Marc Brousseau (2011) réalisés dans le cadre de la Chaire industrielle de recherche Produits Forestiers Anticosti de l'Université Laval. Il était supervisé par le professeur Conrad Cloutier de l'Université Laval et le chercheur Christian Hébert du CFL. Quatre groupes d'insectes ont été comparés dans des enclos à densité contrôlée de cerfs de Virginie avec des peuplements non clôturés et soumis au broutement des densités courantes de cerfs sur l'île. Des pièges Luminoc^{MD} ont été utilisés pour échantillonner les lépidoptères, des pièges fosses lumineux pour les carabes et des pièges Malaise pour les pollinisateurs (mouches de la famille des Syrphidae et différentes familles d'abeilles sauvages). Les insectes associés à 3 plantes répandues sur l'île ou affectées par le cerf ont aussi été échantillonnés directement. Il s'agit de l'épilobe à feuilles étroites (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scopoli), du framboisier rouge (*Rubus idaeus* L.) et du cornouiller du Canada (*Cornus canadensis* L.). Les pollinisateurs ont été capturés à l'aide d'un filet entomologique et les espèces phytophages ont été récoltées en prélevant des plants qui ont par la suite été soigneusement examinés en laboratoire. Il s'agit sans contredit d'un travail d'une grande envergure sur des



Photo : Christian Hébert, SCF-CFL



Photo : Sépaq

Figure 5. À gauche : Luc Jobin ayant récupéré une section du câble télégraphique qui reliait la pointe Sud-Ouest de l'île d'Anticosti à la Gaspésie. À droite : certificat d'honneur décerné par la Municipalité de L'Île-d'Anticosti en 2016.



Photo : Sépaq

Figure 6. Pavillon Luc-Jobin, en reconnaissance de sa contribution à la promotion de l'île d'Anticosti et de l'amour qu'il lui porte.

groupes d'insectes moins connus, mais écologiquement très importants. Évidemment, plusieurs spécimens restent à être identifiés à l'espèce et ils sont précieusement conservés au CFL comme ceux des projets de 1993, de 1994 et de 1998. Enfin, les mentions sur le site iNaturalist ont été examinées afin de vérifier si des espèces non déjà répertoriées dans les autres inventaires auraient été rapportées. Au total, 287 insectes représentant 173 espèces ont été répertoriés par 15 observateurs de 1991 à 2022. Les 5 contributeurs les plus importants sont Pierre-Marc Brousseau (99 mentions pour 55 espèces), Nicolas Bédard (51 mentions pour 26 espèces), Marc Bélisle (47 mentions pour 19 espèces), André-Philippe Drapeau Picard (45 mentions pour 17 espèces) et Christian Back (28 mentions pour 10 espèces).

Résultats des inventaires

Lépidoptères

Les premiers papillons à avoir retenu l'attention de Couper appartenaient à la famille des *Lycaenidae* en raison de leur abondance à son arrivée en juin 1872 (Couper, 1872). Il les attribuait au genre *Lycaena* mais il est possible que d'autres genres aient été en cause. En effet, les commentaires d'experts américains (Scudder, Strecker et Morrison) cités dans les articles de Couper traduisent une connaissance très incomplète de la famille. Au total, Couper rapporte la présence de 21 espèces de lépidoptères en 1872 et en 1874 (tableau 1), dont le papillon à queue courte, *Papilio brevicauda* (alors nommé *Papilio polyxenes brevicauda*; figure 7) (Couper, 1872). La répartition de cette espèce est restreinte à l'est du Canada, où elle est peu commune, mais elle s'avère relativement fréquente sur l'île d'Anticosti (Leboeuf et Le Tirant, 2012). Bien qu'il considère le papillon à queue courte comme très rare sur l'île d'Anticosti, Schmitt (1904) rapporte aussi sa présence dans le secteur Chicotte, dans la portion sud de l'île, alors que Couper l'avait observé dans le nord-est à Baie-du-Renard. En raison de sa répartition restreinte, le papillon à queue courte est considéré comme vulnérable à l'échelle mondiale; NatureServe considère l'espèce en sécurité seulement à Terre-Neuve et au Labrador, l'espèce étant qualifiée de vulnérable au Nouveau-Brunswick et de gravement en péril en Nouvelle-Écosse. Étonnamment, le statut de l'espèce au Québec n'a pas été évalué. Dans une deuxième série d'articles, publiés en 1874, Couper signale également la présence de *Papilio turnus*, aujourd'hui nommé *Papilio canadensis*, le papillon tigré du Canada, qu'on ne trouvait alors que sur la rive sud du Saint-Laurent (Couper, 1874a). Il ne capture que 2 papillons de cette espèce pendant son séjour à Baie-du-Renard, mais les gens du village confirment que ce papillon très coloré et facile à reconnaître y est toujours rare. Les chenilles de ce lépidoptère s'alimenteraient sur les bouleaux ou les frênes noirs présents sur l'île d'Anticosti. Aujourd'hui, l'aire de répartition connue du papillon tigré s'est élargie. Il est commun en Gaspésie et à Terre-Neuve. On le trouve aussi à l'occasion sur la Côte-Nord, mais il semble toujours peu fréquent sur l'île d'Anticosti. Il est intéressant de constater que Schmitt (1904) rapporte tout comme Couper (1874a), la présence de ce papillon tigré qu'il

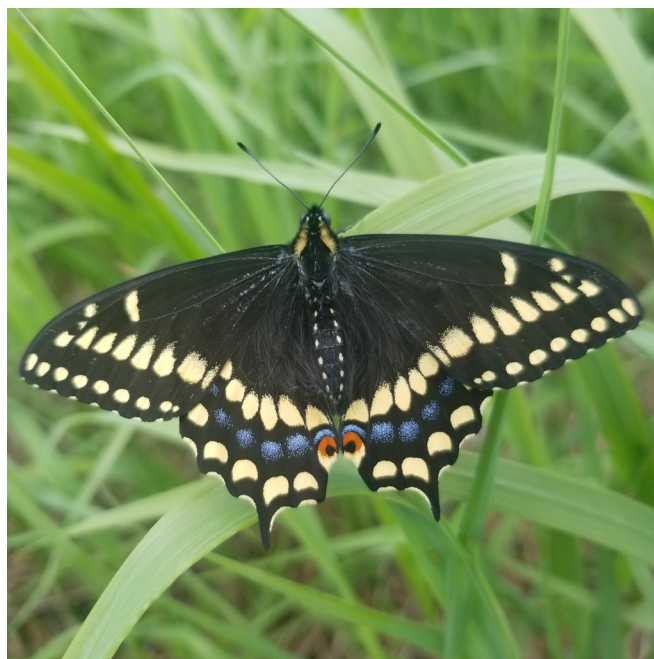


Photo: Alexandre Terrigeol, publié sur iNaturalist

Figure 7. *Papilio brevicauda*, une espèce peu commune et restreinte à l'est du Canada, fréquente à l'île d'Anticosti.

considère comme commun. Cette mention semble confirmée par la photographie d'un tiroir de collection où l'on voit clairement le papillon tigré complètement à gauche dans la portion inférieure du tiroir (figure 8).

Au cours de l'été 1993, 164 espèces de lépidoptères ont été répertoriées par le Service canadien des forêts (SCF), ce qui en fait à ce jour l'inventaire de lépidoptères le plus important de l'île d'Anticosti. Ces données sont disponibles sur le portail en ligne de Ressources naturelles Canada (Hébert, 2021). L'espèce la plus abondamment capturée a été la tordeuse de l'épinette, *Zeiraphera canadensis*, une espèce s'alimentant sur l'épinette blanche et qui est connue pour attaquer les jeunes plantations d'épinettes sur le continent. Sur l'île d'Anticosti, elle dominait nettement une jeune pessière blanche du secteur Chicotte où elle représentait 54,4 % des lépidoptères capturés. En fait, seulement 13 espèces ont été répertoriées dans cette jeune pessière blanche, ce qui en fait le site le moins diversifié parmi les 9 sites échantillonnés en 1993. À titre comparatif, pour un nombre similaire de papillons capturés dans un peuplement de peupliers matures, nous avons enregistré 68 espèces différentes, seulement une de moins qu'au site le plus diversifié, une sapinière dans le bassin de la rivière à la Loutre qui était aussi le site où nous avons capturé le plus grand nombre de papillons. Lors de nos travaux, au milieu des années 1990, toutes les épinettes blanches, même celles qui étaient matures, étaient sévèrement affectées par *Z. canadensis*. Selon Hébert et Jobin (2001), cette pullulation exceptionnelle de *Z. canadensis* apparaît comme une conséquence de la modification de la composition des forêts de l'île d'Anticosti causée par le broutement excessif du cerf de Virginie, ce qui favorise l'épinette blanche au détriment du sapin baumier



COLÉOPTÈRES, LÉPIDOPTÈRES, HYMÉNOPTÈRES (Fig. 44)

Figure 8. Tiroir de collection présenté dans la monographie de Schmitt (1904) et montrant un spécimen monté du papillon tigré du Canada, *Papilio canadensis*, 2^e rangée du bas à gauche.

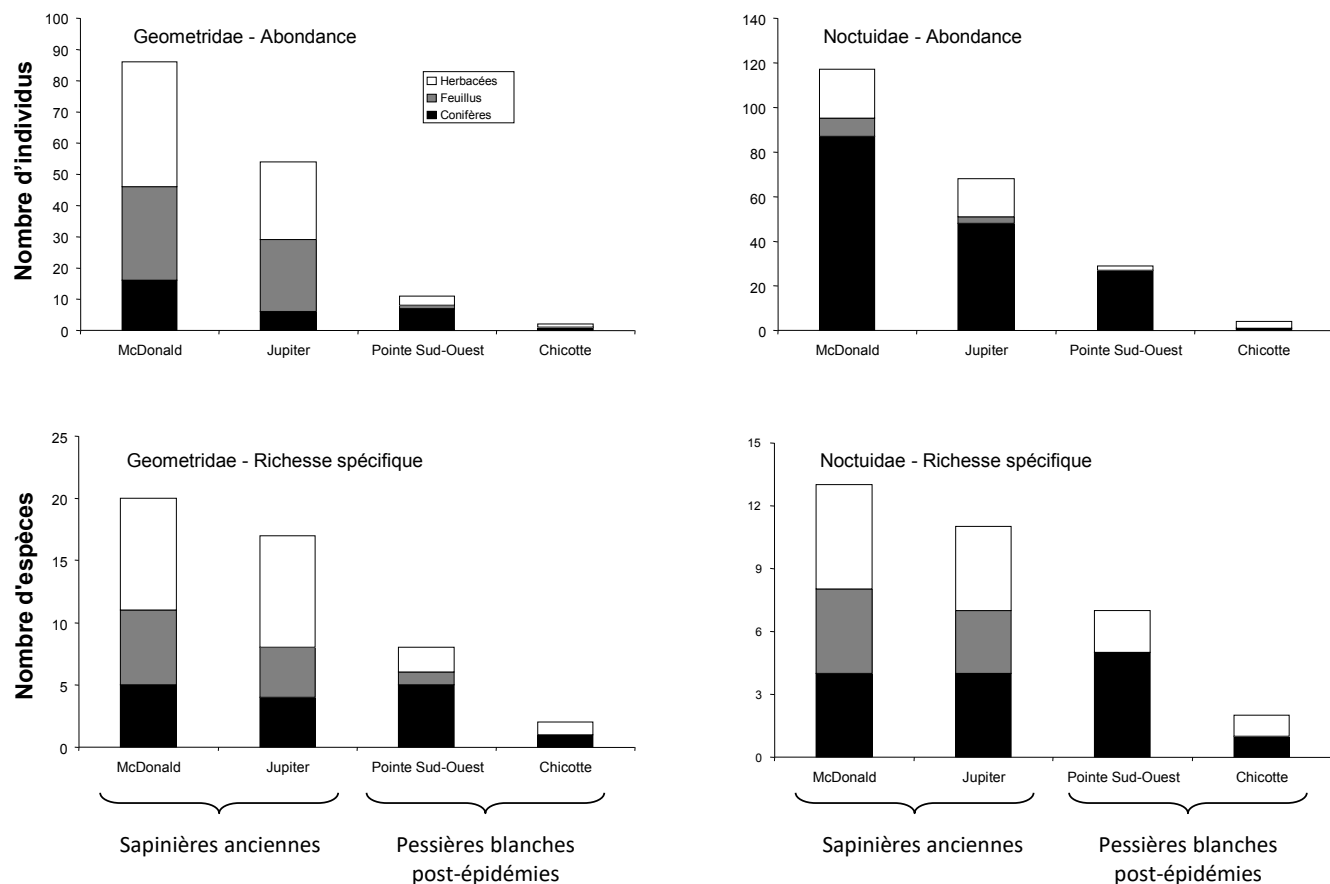
et du bouleau blanc. Ils ajoutent que « l'affaiblissement des communautés de prédateurs et de parasitoïdes pourrait être à l'origine de la prolifération d'espèces habituellement d'importance secondaire comme *Z. canadensis* ». Cet effet important du broutement excessif du cerf de Virginie sur le milieu forestier et les communautés de lépidoptères a été rapporté et discuté dans un numéro spécial du *Naturaliste canadien* sur la forêt boréale – recherche et biodiversité (Hébert et Jobin, 2001) et approfondi par Brousseau et collab. (2013). Les vastes sapinières anciennes sont beaucoup plus riches en lépidoptères que les peuplements d'épinettes blanches qui leur succèdent après perturbation, surtout en raison de la présence d'espèces s'alimentant sur des plantes herbacées et des arbustes. Ainsi, même si elles se raréfient en raison du broutement excessif par le cerf, il reste suffisamment d'arbustes et de plantes herbacées dans les sapinières pour abriter de nombreuses espèces de lépidoptères (figure 9).

Les résultats de Brousseau (2011) montrent aussi que les insectes phytophages, dont font partie les lépidoptères, sont les plus sensibles aux changements de végétation résultant du broutement excessif des cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus*). L'abondance des lépidoptères rarement capturés augmente dans les enclos où la densité des cerfs est réduite, suggérant que cette tranche de la biodiversité est résiliente et qu'il serait possible de restaurer les écosystèmes forestiers à leur condition d'origine en diminuant le broutement excessif des cerfs. Au total, Brousseau (2011) a rapporté 105 espèces de macro-lépidoptères, ajoutant 55 espèces aux inventaires précédents.

Coléoptères

Couper (1874b) a été le premier à publier une liste de coléoptères trouvés sur l'île d'Anticosti. Elle regroupait 53 espèces de 19 familles, mais finalement ce sont 51 espèces

Reproduit avec la permission de l'éditeur. © Hermann, www.editions-hermann.fr



Tiré de Hébert et Jobin, 2001

Figure 9. Abondance (nombre d'individus) et richesse spécifique des Geometridae et des Noctuidae dans 2 sapinières anciennes de l'île d'Anticosti et 2 pessières blanches post-épidémies des années 1970 (arpenteuse de la pruche suivie par la tordeuse des bourgeons de l'épinette), en fonction de la catégorie d'espèces végétales sur lesquelles ces insectes s'alimentent selon Handfield (1999).

qui ont été comptabilisées (tableau 1). En raison des nombreux changements de noms survenus (et qui surviennent toujours aujourd'hui) chez les insectes et de l'absence des spécimens permettant de vérifier les identifications à la lumière des connaissances d'aujourd'hui, le nombre exact d'espèces trouvées demeure approximatif. En fait, près de 70 % des espèces de coléoptères rapportées par Couper (1874b) portent aujourd'hui de nouveaux noms. Par exemple, *Calathus confusus*, une espèce décrite par LeConte en 1854, celui-là même qui a identifié les coléoptères de l'île d'Anticosti récoltés par Couper en 1873, a été plus tard reconnue comme synonyme de *Calathus ingratus*, une espèce commune aussi trouvée par Couper sur l'île et identifiée par LeConte. De même, *Nicrophorus mortuorum* (*pygmaeus*) qui figure dans la liste de Couper a été renommée plus tard pour *Nicrophorus vespilloides*, déjà dans la liste. De plus, cette espèce a récemment été divisée en deux par Sikes et collab. (2016) qui ont rétabli l'ancien nom de *Nicrophorus hebes*. Selon Brousseau (communication personnelle), l'espèce rapportée sur l'île d'Anticosti serait vraisemblablement *Nicrophorus hebes*, *Nicrophorus vespilloides* étant essentiellement présente en Europe et en Asie, ainsi que dans le nord-ouest de l'Amérique (Alaska, Yukon, Territoires



Photo: Carole Germain, SCF-CFL

Figure 10. *Neospondylis upiformis*, un longicorne rare dans l'est de l'Amérique du Nord, mais abondant sur l'île d'Anticosti, qui constitue l'endroit où les plus importantes populations ont été trouvées.

du Nord-Ouest) (voir la carte dans Silkes et collab., 2016). Cet exemple illustre bien que les espèces d'insectes ont parfois subi tellement de changements de noms qu'il est difficile d'établir la correspondance exacte entre les espèces nommées il y a 150 ans et la nomenclature d'aujourd'hui. C'est un véritable travail d'enquête qui nécessite du temps et des spécialistes des groupes concernés, mais souvent, il faut procéder par logique et déductions et formuler des hypothèses de noms. De plus, quand des espèces ont été divisées en plusieurs nouvelles espèces, toute validation est pratiquement impossible sans l'observation des spécimens, qui sont difficiles à retrouver, particulièrement dans le cas des spécimens de Couper qui ont été donnés ou vendus à différentes collections en Amérique du Nord.

La liste de Couper (1874b) révèle quand même d'heureuses surprises, notamment chez les Cerambycidae avec *Spondylis upiformis* (aujourd'hui *Neospondylis upiformis*) (figure 10), un longicorne rare dans l'est du Canada, mais fréquent dans l'ouest de l'Amérique du Nord. Les sapinières anciennes du centre-sud de l'île, particulièrement celles du secteur de la rivière Jupiter, ont été reconnues comme un point chaud particulièrement important pour la conservation de cette espèce (Hébert et collab., 2018). Outre *Neospondylis upiformis*, la diversité des longicornes s'est avérée étonnamment pauvre sur l'île d'Anticosti dans l'inventaire de 1993, avec seulement 15 spécimens capturés, répartis entre 8 espèces sans aucun longicorne noir (*Monochamus scutellatus*), une espèce pourtant très commune en forêt boréale. En fait, *Neospondylis upiformis* a été la seule espèce capturée dans les sapinières anciennes des rivières Jupiter et MacDonald. Cette espèce était très rare au moment de sa découverte sur l'île en 1993 puisque seulement 16 spécimens avaient été retrouvés dans 45 des plus importantes collections au Québec, le plus récent spécimen datant de 1964 (Hébert et collab., 2018). Dans les années qui ont suivi, les pièges Lindgren appâtés avec des attractifs

chimiques pour détecter des espèces exotiques envahissantes ou pour étudier la biodiversité ont permis de capturer près d'une trentaine de spécimens ailleurs au Québec, à Terre-Neuve, au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse. Néanmoins, l'île d'Anticosti demeure toujours l'endroit où l'on trouve la plus importante population de cette espèce rare dans l'est de l'Amérique du Nord avec plus de 330 spécimens capturés en utilisant une fraction de l'effort de piégeage déployé ailleurs.

En dépit du fait que les listes de Couper (1874b) et de Schmitt (1904) ne fournissent aucune donnée d'abondance, la présence de certaines espèces suggère fortement qu'il y a eu des feux de forêt sur l'île d'Anticosti des années 1860 à 1900. En effet, ils ont tous deux rapporté la présence d'*Arhopalus foveicollis* (alors nommé *Criocephalus agrestis*) ainsi que de *Gnathacmaeops pratensis* (alors nommé *Acmaeops pratensis*), 2 espèces fréquemment trouvées dans les forêts brûlées quelques années après un feu (Boucher et collab., 2016). Schmitt (1904) signale également la présence de *Sericoda quadripunctata* et de *Sericoda obsoleta* (alors nommées respectivement *Platynus 4-punctatus* et *Platynus obsoletus*), reconnues aujourd'hui comme des espèces « pyrophiles » (Bell et collab., 2022). Ces derniers montrent que le succès reproducteur de ces espèces est plus élevé dans un environnement brûlé, probablement en raison d'un effet stérilisant de la chaleur sur les substrats d'oviposition. Schmitt (1904) a aussi mentionné la présence du bupreste *Melanophila acuminata* (alors nommé *Melanophila longipes*), une espèce munie d'organes sensoriels sensibles aux rayons infrarouges (Evans, 1964; 1966). D'ailleurs, 2 feux d'importance ont brûlé des dizaines de milliers d'hectares en 1955 et en 1983, confirmant que l'île d'Anticosti n'est pas exempte de cette perturbation naturelle.

Les inventaires des années 1990 ont révélé la présence de 294 espèces de coléoptères sur l'île d'Anticosti, dont au moins 224, au cours de l'inventaire de 1993 seulement. Ces inventaires ont ajouté 259 espèces aux précédents, ce qui représente tout

Tableau 1. Nombre d'espèces de différents ordres d'insectes rapportés par les divers inventaires effectués depuis 150 ans sur l'île d'Anticosti, Québec.

Inventaires	Coleoptera	Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Hemiptera	Odonata	Orthoptera	Trichoptera	Autres	TOTAL
Couper, 1872-1874	51	21								72
Schmitt, 1904	50	34	19	32	16	3	1	2	4	161
Larochelle, 1973	83									83
Chantal, 1981-1982	193									193
Laflamme et Perron, 1982						17	9			26
Jobin et Hébert, 1993	224	164								388
Jobin et Hébert, 1994	66	89	223							378
Perron et Jobin, 1997						25				25
Hébert, 1998	136									136
Buidin et Rochepault, 2007						31				31
Brousseau, 2011	30	105	99	205	33			1	31	504
TOTAL	536	301	336	236	49	37	9	2	35	1541

près de la moitié des espèces de coléoptères répertoriés à ce jour sur l'île. Cette richesse en espèces est vraisemblablement due à l'échantillonnage de différents types de forêts en utilisant des pièges très efficaces, munis d'attractifs chimiques (Lindgren) ou lumineux (Luminoc^{MD}). Néanmoins, l'ajout de 47 espèces dans l'inventaire de 1998, seulement en employant des pièges fosses lumineux dans des habitats déjà inventoriés en 1993 et en 1994 (sapinières et jeunes pessières blanches issues de l'épidémie de l'arpenteuse de la pruche du début des années 1970), montre que l'inventaire des coléoptères est encore incomplet, même dans ces milieux. Alors que 29 espèces de carabes ont été inventoriées par le SCF à l'aide de pièges fosses lumineux, Brousseau en a ajouté 6, incluant *Harpalus megacephalus* LeConte, dont c'était seulement la deuxième mention au Québec. Ces ajouts confirment que les inventaires sont incomplets. D'ailleurs, en moins d'une semaine sur l'île en 1971, André Larochelle a répertorié pas moins de 65 espèces de carabes (Larochelle, 1973), jusqu'alors inconnues sur l'île, et Claude Chantal en a ajouté 26 avec les inventaires réalisés en 1973 et en 1977 (Chantal, 1981). Ces résultats suggèrent que de nombreuses espèces de carabes ne vivent pas en forêt ou vivent dans des micro-habitats particuliers sans se déplacer beaucoup. À ce jour, en combinant les différentes approches d'échantillonnage, on totalise 116 espèces de carabes sur l'île d'Anticosti, soit près de 25 % des espèces connues au Québec, ce qui est considérable, particulièrement pour un milieu boréal isolé.

Les travaux de 1998 et de 2007 visaient spécifiquement à évaluer l'effet du broutement excessif par le cerf de Virginie sur les communautés de carabes. Aucune différence n'a été observée dans les travaux de Brousseau qui comparaient des sapinières matures ou coupées avec des densités contrôlées de cerfs depuis une dizaine d'années (Brousseau et collab., 2011). Or, Hébert et Jobin (2001) avaient montré que les carabes étaient significativement moins abondants dans les sapinières anciennes de l'île d'Anticosti que dans celles de la Gaspésie ou des îles de Mingan (figure 11). Les carabes sont encore moins abondants dans les jeunes pessières blanches issues de l'épidémie d'arpenteuse de la pruche (Hébert et Jobin, 2001). Même le nombre d'espèces de carabes montre une érosion de la biodiversité de cette famille à mesure que s'ouvre le couvert forestier des sapinières anciennes.

L'utilisation du piège Luminoc^{MD} comme piège fosse a aussi permis de capturer 2 espèces peu communes de longicornes, *Trachysida aspera brevisfrons* (3 spécimens) dans une jeune pessière noire issue de coupe en 1993, et *Tragosoma harrisii* (3 spécimens) dans une jeune pessière blanche du secteur Chicotte en 1998. Brousseau (2011) a aussi capturé 2 spécimens de *T. harrisii* dans des coupes récentes du secteur Jupiter en utilisant le piège Luminoc^{MD} comme piège fosse. Les espèces du genre *Tragosoma* sont nocturnes et vivent dans des souches ou des bûches en décomposition (Lyons-Yerion et collab., 2021), ce qui est cohérent avec les captures dans les pièges fosses lumineux placés dans des peuplements issus de perturbations. Les zones perturbées du secteur Jupiter sont les seules où ce longicorne a été capturé sur l'île d'Anticosti.

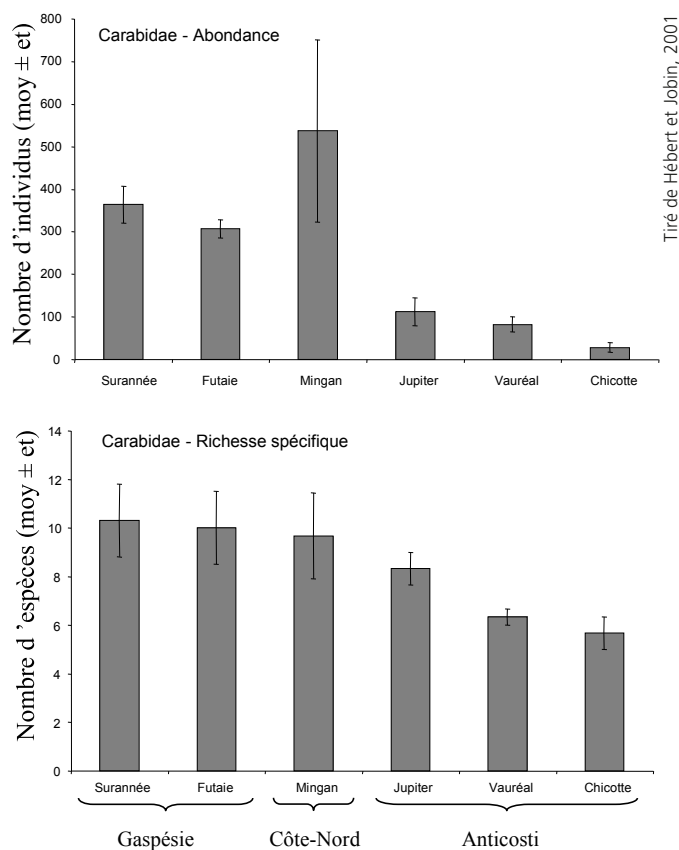


Figure 11. Abondance (nombre d'individus) et richesse spécifique (moyenne ± erreur type [et]) des Carabidae dans 5 sapinières anciennes ainsi que dans une jeune pessière blanche (20 ans; secteur Chicotte) issue d'une pullulation d'arpenteuses de la pruche en 1972 sur l'île d'Anticosti.

De plus, il n'a pas été récolté dans les forêts anciennes de la Gaspésie, des îles de Mingan et de la Basse-Côte-Nord. Les zones perturbées peuvent apparaître comme des habitats pauvres au premier coup d'œil, mais elles semblent tout de même héberger des espèces d'intérêt. D'ailleurs, jusqu'à tout récemment, *T. harrisii* était connu sous le nom de *Tragosoma depsarium* (Laplante, 2017), une espèce rare en Europe et en Asie où ses populations sont éparpillées (Anisimov et Bezborodov, 2021; Blanc, 2011), comme c'est le cas pour *T. harrisii* dans l'est de l'Amérique du Nord. Les exigences d'habitats de *T. depsarium* en font une espèce emblématique à forte valeur patrimoniale en Europe (Brustel, 2004), caractéristique des forêts primitives (Müller et collab. 2005). Pour maintenir les populations de cette espèce rare en Europe, il est recommandé de conserver une quantité importante de bois mort bien exposé sur des sols humides (Blanc, 2011). Ces conditions existent toujours sur l'île d'Anticosti dans le secteur de la rivière Jupiter. Les 2 longicornes rares qui s'y trouvent, *Neospondylis upiformis* et *Tragosoma harrisii*, devraient être surveillés périodiquement, car ils constituent des indicateurs d'intégrité des écosystèmes de l'île d'Anticosti. À titre d'exemple, la coccinelle à bandes transverses, *Coccinella transversogutata*, était également

Tiré de Hébert et Jobin, 2001

considérée comme assez rare au début du 20^e siècle par Schmitt (1904). Aujourd'hui, les populations de cette coccinelle sont en régression au Canada et le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué son statut comme étant préoccupant en 2016.

En terminant, l'inventaire des coléoptères forestiers de l'île d'Anticosti est loin d'être complet, mais la combinaison de diverses approches de récolte dans différents habitats a permis de capturer une grande diversité d'insectes en peu de temps. Les habitats aquatiques, les tourbières, les milieux riverains et les champs ont été peu étudiés jusqu'à maintenant.

Odonates

Schmitt (1904) a été le premier à rapporter des odonates, soit 3 espèces dont *Diplax rubicundula*, aujourd'hui nommée *Sympetrum rubicundulum*. Or, il serait surprenant que cette espèce se trouve à l'île d'Anticosti puisqu'elle est connue comme une espèce de la zone feuillue du sud du Québec (Michel Savard, communication personnelle). Elle n'a d'ailleurs pas été trouvée dans les 3 inventaires majeurs effectués de 1978 à 2004. Dans une analyse complète du genre *Sympetrum*, Carle (1993) en vient à la conclusion que la mention de *Diplax rubicundula* sur l'île d'Anticosti correspondrait plutôt à *Sympetrum internum*, espèce très semblable à *S. rubicundulum* qui a été décrite par Montgomery en 1943 (Michel Savard, communication personnelle) et qui a été répertoriée dans les 3 inventaires majeurs réalisés de 1978 à 2004.

Après les 3 espèces mentionnées par Schmitt, le premier inventaire d'odonates a permis de signaler la présence de 17 espèces, dont 14 premières mentions pour l'île d'Anticosti (Laflamme et collab., 1982). L'inventaire de 1997 a ajouté 10 nouvelles mentions pour l'île dont la cordulie de Robert, *Somatochlora brevicincta* (figure 12), une espèce rare, qui a été trouvée dans les 2 réserves écologiques (Perron et Jobin, 1997). La capture d'un mâle adulte à la réserve de la Pointe-Heath et la découverte de 2 larves à la réserve du Grand-Lac-Salé confirment le potentiel de l'approche écologique utilisée par Michel Savard d'Entomofaune du Québec pour formuler des hypothèses sur l'habitat de cette espèce. Aujourd'hui, *S. brevicincta* est rapportée occasionnellement dans l'est de l'Amérique du Nord sur le site iNaturalist, mais elle est quand même considérée comme vulnérable au Québec par NatureServe, et comme en péril dans les provinces maritimes et aux États-Unis. La présence d'habitats non perturbés sur l'île d'Anticosti permet possiblement d'y maintenir cette espèce rare.

L'inventaire réalisé du 12 juillet au 29 août 2004 par Buidin et Rochepault n'a pas permis de retrouver *S. brevicincta*, mais ils ont trouvé une autre espèce du même genre, *Somatochlora kennedyi*, pour la première fois sur l'île (Buidin et Rochepault, 2007). Au total, 31 espèces d'odonates ont été répertoriées, ajoutant 5 nouvelles mentions pour l'île. Outre *S. kennedyi* et *Nehalannia irene*, 3 espèces migratrices, *Anax junius*, *Pantala flavescens* et *Pantala hymenaea* ont été mentionnées pour la première fois sur l'île d'Anticosti (Buidin et Rochepault, 2007). Considérant que 75 des 151 espèces



Figure 12. *Somatochlora brevicincta*, une libellule rare trouvée dans les 2 réserves écologiques de l'île d'Anticosti.

Photo : Guy Lemelin, publiée sur le site d'Entomofaune du Québec

d'odonates du Québec peuvent être trouvées en forêt boréale (Savard, 2022), cela signifie qu'à ce jour on a répertorié près de 47 % des espèces boréales seulement sur l'île d'Anticosti, ce qui en fait certainement un territoire d'intérêt pour la conservation des odonates.

Hyménoptères

Schmitt (1904) a rapporté la présence de 19 espèces d'hyménoptères sur l'île d'Anticosti (tableau 1), dont le bourdon terricole, *Bombus terricola*, qu'il considérait alors comme commun, mais qui a été inscrit en 2015 sur la liste des espèces à statut précaire au Canada par le COSEPAC. Plus d'un siècle plus tard, Brousseau (2011) a capturé 724 bourdons, appartenant à 6 espèces différentes, dans des pièges Malaise en 2007, mais aucun *Bombus terricola*. Cependant, il a récolté 2 spécimens de cette espèce rare au filet entomologique au début août 2007, un sur l'épilobe à feuilles étroites et l'autre sur le chardon des champs (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). La dernière mention du bourdon terricole sur l'île d'Anticosti remonte au 10 août 2018 dans la portion centrale de l'île, mention faite à partir d'une photo, mais pour laquelle il n'y a pas de spécimen de référence (voir le site web iNaturalist). Dans ses travaux, Brousseau (2011) a aussi signalé la présence de 29 autres espèces d'hyménoptères apoïdes (abeilles sauvages autres que les bourdons), groupe d'insectes pollinisateurs capturés dans des pièges Malaise. Il a aussi répertorié 651 hyménoptères de 22 familles différentes, principalement sur l'épilobe à feuilles étroites, le chardon des champs et le framboisier rouge, mais ces insectes n'ont pas tous été identifiés à l'espèce. Globalement, Brousseau (2011) rapporte près d'une centaine d'espèces d'hyménoptères sur l'île d'Anticosti.

En 1994, nous avons capturé 16 espèces de Symphytes (identifiées par M. Henri Goulet) dans un piège Malaise : 14 espèces de Tenthredinidae, 1 Cimbicidae et 1 Siricidae. Les Symphytes sont des insectes phytophages, plusieurs espèces étant connues comme ravageuses des arbres. Par ailleurs, les pièges Malaise permettent également de capturer les hyménoptères utiles, notamment les Ichneumonidae qui sont une famille très

diversifiée d'insectes parasitoïdes. Un total de 794 ichneumons ont été récoltés en 1994 et une première identification (faite par M. Georges Pelletier) a permis de reconnaître 207 espèces ou morpho-espèces. Les hyménoptères comptent aussi plusieurs familles de petits insectes, aussi appelés microhyménoptères. Une des plus importantes espèces sur l'île d'Anticosti et ailleurs au Québec est *Telenomus coloradensis*, de la famille des Platygasteridae, un important parasitoïde des œufs de l'arpeuse de la pruche et une espèce clé dans la dynamique de ce ravageur (Hébert et collab., 2001). La plupart des familles de microhyménoptères nécessitent des études taxinomiques approfondies, car elles sont très méconnues, malgré une importance écologique considérable. Selon Forbes et collab. (2018), l'ordre des hyménoptères serait le plus diversifié du monde animal sur la planète et pourrait compter jusqu'à 2,5 à 3,2 fois plus d'espèces que celui des coléoptères. Au total, on parle d'au moins 336 espèces d'hyménoptères répertoriées à ce jour sur l'île d'Anticosti, mais nul doute que la diversité de cet ordre n'a été qu'effleurée.

Diptères

Schmitt (1904) fut le premier à répertorier des diptères sur l'île d'Anticosti, rapportant 32 espèces (tableau 1). Il décrit la nuisance que cause la mouche *Calliphora vicina* (alors nommée *Calliphora erythrocephala*) aux pêcheurs en pondant ses œufs dans les morues insuffisamment salées qui sèchent au soleil (cette mouche se reproduit dans la matière organique en décomposition). Schmitt recense aussi 8 espèces de Syrphidae, référant à l'ouvrage colossal de Gustave Chagnon (1900; 1901) publié dans *Le Naturaliste canadien* qui fournissait des clés et des descriptions pour environ 80 espèces à l'époque.

Dans ses travaux de maîtrise, Brousseau (2011) a rapporté la présence de 109 espèces de syrphes, dont *Pipiza macrofemoralis* Curran, mentionnée pour la première fois au Québec et *Xylota flavitibia* Bigot signalée pour la première fois dans l'est du Canada. Il s'agit de l'inventaire de Syrphidae le plus complet à ce jour sur l'île d'Anticosti et dans l'est du Canada. De plus, dans son examen des insectes associés à 3 plantes affectées différemment par les fortes densités de cerfs, Brousseau répertorie près d'une centaine d'espèces de diptères réparties entre 20 familles. Chez les espèces phytophages, la famille la plus abondante était les Cecidomyiidae. Globalement, Brousseau (2011) dénombre au moins 205 espèces de diptères sur l'île d'Anticosti. De nombreux spécimens sont conservés au CFL dans l'attente d'être examinés.

Autres ordres

Schmitt (1904) a aussi rapporté la présence de 16 espèces d'hémiptères et de quelques espèces de trichoptères et d'orthoptères. De son côté, Laflamme et collab. (1982) ont répertorié 9 espèces d'orthoptères réparties dans 7 genres. Cependant, l'inventaire le plus complet sur les autres groupes d'arthropodes provient du travail de Brousseau (2011) qui a inventorié minutieusement les invertébrés de 3 plantes affectées différemment par les fortes densités de cerfs. Au total, il a récolté 7608 hémiptères de 14 familles différentes et représentant au

moins 33 morpho-espèces (la plupart identifiés au genre). Il a aussi récolté au moins 31 morpho-espèces d'arthropodes de groupes différents (arachnides, acariens, collembolles, thrips, neuroptères). Le tableau 1 résume le contenu des différents inventaires effectués depuis 150 ans sur l'île d'Anticosti. Globalement, 1541 espèces d'insectes ont été répertoriées sur l'île jusqu'à maintenant.

Déclin des insectes

Les données récoltées avec des pièges peuvent être exprimées par jour de piégeage pour fournir des estimations standardisées et des jalons temporels fiables afin de mesurer les changements dans la biodiversité d'un territoire. Sur l'île d'Anticosti, la sapinière ancienne du secteur de la rivière Jupiter a été échantillonnée avec les mêmes pièges en 1993, en 1998 et en 2007, offrant la possibilité de vérifier si le déclin des insectes rapporté ailleurs sur la planète était aussi observé sur l'île d'Anticosti. Bien que les nombres de sites et de pièges varient selon les années et soient peu élevés, ces données ont été récoltées avec les mêmes pièges dans le même environnement, soit un territoire couvert de sapinières vierges (tableau 2). Afin de maintenir des conditions comparables, les sites clôturés pour réduire la pression de broutement par le cerf de Virginie n'ont pas été considérés pour 2007.

De façon générale, l'abondance des lépidoptères a diminué de 32 % de 1993 à 2007, celle des Noctuoidea (−44,4 %) étant plus grande que celle des Geometridae (−14,5 %). Des diminutions très importantes ont été enregistrées pour les 2 genres de Noctuoidea les plus abondants en 1993 (*Xestia* : −82,6 %, *Idia* : −60,5 %), ainsi que sur 1 des 2 genres les plus abondants de Geometridae (*Cyclophora* : −90,4 %), l'autre ne montrant pas de changement (*Xanthorhoe* : +2,2 %). On observe la même tendance dans l'abondance des carabes dans les pièges fosses lumineux avec une diminution de 38 %. Les 2 espèces les plus abondantes en 1993, *Calathus ingratus* et *Pterostichus adstrictus*, ont diminué respectivement de 89,3 % et de 74 % alors que *Calathus advena*, une espèce d'intérêt écologique, mais moins abondante n'a tout simplement pas été retrouvée en 2007 (−100 %). Par ailleurs, *Pterostichus coracinus* a montré une légère augmentation (+14,6 %) alors que les populations de *Synuchus impunctatus* ont littéralement explosé (+1213,6 %). Enfin, les captures de *Neospondylis upiformis* dans les pièges Lindgren ont montré une diminution de 74,7 % de 1993 à 2007.

Discussion

Cet article présente un premier bilan de la biodiversité des insectes de l'île d'Anticosti. Il repose sur des méthodes de collecte standardisées et non standardisées, des approches complémentaires qui mènent à un diagnostic à la fois rassurant et inquiétant sur l'état de la biodiversité de l'île. Les approches non standardisées ont été largement utilisées par les premiers naturalistes (Couper et Schmitt) qui n'utilisaient que le filet entomologique et leur œil averti pour repérer et récolter des insectes. Ces approches sont toujours utilisées aujourd'hui par les entomologistes naturalistes et elles ont été employées dans

Tableau 2. Nombre d'insectes de différents taxa capturés par jour et par piège dans les sapinières vierges du secteur de la rivière Jupiter de 1993 à 2007 sur l'île d'Anticosti.

Ordre	Famille ou Super-famille	Taxons	1993	1998	2007	Δ (%)
Coleoptera	Carabidae	<i>Calathus advena</i>	0,043	0,072	0,000	−100,000
		<i>Calathus ingratus</i>	0,242	0,188	0,026	−89,307
		<i>Pterostichus adstrictus</i>	0,357	0,131	0,093	−73,954
		<i>Pterostichus coracinus</i>	0,140	0,102	0,161	14,565
		<i>Synuchus impunctatus</i>	0,014	0,004	0,190	1213,552
	Cerambycidae	<i>Neospondylis upiformis</i>	1,562		0,395	−74,712
Lepidoptera	Geometridae	<i>Cyclophora</i> sp.	0,290		0,028	−90,417
		<i>Xanthorhoe</i> sp.	0,217		0,222	2,222
	Noctuoidea	<i>Idia</i> sp.	0,246		0,097	−60,539
		<i>Xestia</i> sp.	0,957		0,167	−82,576

la plupart des inventaires sur l'île d'Anticosti, notamment pour les carabes et les odonates. Ces approches sont efficaces pour estimer la richesse spécifique d'un territoire. Elles permettent d'apprécier la valeur écologique de l'île d'Anticosti pour la biodiversité de la forêt boréale. La richesse en espèces est surprenante pour un milieu insulaire en zone boréale avec 1541 espèces, dont 25 % des espèces de carabes du Québec et plus de 47 % des odonates de la zone boréale.

Pour une utilisation optimale, les données historiques devront être intégrées à une base de données, ce qui comporte son lot de défis. Pour y arriver, chaque mention historique devra être scrutée à la loupe en regard des connaissances d'aujourd'hui. Les naturalistes de la fin du 19^e siècle et de la première partie du 20^e siècle travaillaient avec des outils rudimentaires qui n'ont rien à voir avec ce dont on dispose aujourd'hui, tant en matière de loupes binoculaires que d'outils d'identification (clés, description d'espèce). De plus, alors que les caméras numériques permettent aujourd'hui d'échanger en temps réel des images et de bénéficier de l'avis de spécialistes partout sur la planète par l'intermédiaire des plateformes web comme iNaturalist et BugGuide, les entomologistes du début du 20^e siècle s'échangeaient des lettres et des spécimens 2 ou 3 fois par année. C'est pourquoi il faut apprécier le travail incroyable que ces pionniers ont effectué, malgré les difficultés que l'on rencontre aujourd'hui pour bien interpréter leur travail. Les exemples de changement de noms présentés plus tôt pour des espèces de coléoptères et d'odonates illustrent bien ces défis et l'importance de conserver des spécimens bien étiquetés dans des collections reconnues et accessibles. Il s'agit aussi d'un défi pour les plateformes comme iNaturalist et BugGuide qui utilisent surtout des photos comme « preuve » de la présence d'un insecte à un endroit et à un moment précis. Une photo plutôt qu'un spécimen restera toujours problématique pour les espèces peu communes ou rares qui nécessitent un examen attentif de petites structures, souvent les pièces génitales. Pour les espèces communes, ces plateformes sont efficaces pour faire converger une quantité impressionnante de données

d'observation, en mettant à profit l'expertise et l'intérêt d'un grand nombre de naturalistes. Leur plus grand succès est probablement d'avoir démocratisé la science des données. En mettant en contact les spécialistes et les naturalistes, ces plateformes font rapidement progresser les connaissances.

Les approches standardisées, utilisées par les entomologistes chercheurs depuis le début des années 1990, sont moins performantes pour déterminer la richesse en espèces, mais elles sont efficaces pour quantifier les changements dans la biodiversité des milieux. Les inventaires de 1993 et de 1998 ont révélé des communautés peu diversifiées de lépidoptères et de carabes dans les jeunes pessières blanches issues d'une épidémie d'arpenteuse de la pruche, témoignant d'une érosion rapide de la biodiversité avec la disparition des sapinières anciennes (Hébert et Jobin, 2001). Par ailleurs, la faible abondance des carabes dans les sapinières anciennes de l'île d'Anticosti comparativement à celles de la Gaspésie ou des îles de Mingan montre que l'érosion de la biodiversité débute au sein même de ces peuplements. Les sapinières anciennes de l'île sont en voie de disparaître en raison des effets cumulatifs des épidémies d'insectes, des coupes forestières et du broutement excessif par le cerf de Virginie (Potvin et collab., 2003), ce qui laisse entrevoir des jours difficiles pour la biodiversité de l'île d'Anticosti. Ces sapinières anciennes constituent un habitat de prédilection pour les communautés de lépidoptères et de coléoptères, incluant un longicorne rare, *Neospondylis upiformis*, pour lequel l'île est l'endroit où existent les plus fortes populations dans l'est de l'Amérique. Néanmoins, la biodiversité de l'île montre une certaine résilience puisque les lépidoptères rarement capturés récupèrent rapidement lorsqu'on réduit la densité de cerfs (Brousseau et collab., 2013). Des mesures de restauration de la biodiversité sont donc possibles si l'on réduit la pression de broutement par le cerf de Virginie. Les sapinières anciennes sont des écosystèmes rares ailleurs sur le continent, ce qui leur confère un intérêt additionnel pour leur conservation sur l'île d'Anticosti.

Le broutement excessif par le cerf de Virginie modifie grandement les écosystèmes forestiers de l'île d'Anticosti et en affecte la biodiversité, mais le changement climatique apparaît aujourd'hui comme une menace encore plus difficile à contrer. Les diminutions généralisées d'abondance de carabes et de lépidoptères dans le secteur de la rivière Jupiter révèlent que l'île est affectée par le déclin des insectes, comme d'autres lieux sur la planète (Hallmann et collab., 2017; Kunin, 2019; Wagner, 2020). Ces diminutions touchent particulièrement les espèces communes, un phénomène aussi rapporté chez les oiseaux en Europe (Inger et collab., 2015). Cependant, des diminutions ont aussi été observées pour des espèces peu communes comme *Calathus advena* (tableau 2). Or, les inventaires de Larochelle (1973) et de Chantal (1981) suggèrent que cette espèce a vraisemblablement été plus commune dans un passé rapproché. Leurs inventaires des années 1970 recensent presque autant de spécimens de *Calathus advena* (22 pour Larochelle, 1973; 49 pour Chantal, 1981) que de l'espèce commune *Calathus ingratus* (67 et 43 spécimens), suggérant que les changements dans les conditions environnementales pourraient remonter à au moins 50 ans. Ces diminutions d'abondance, combinées à l'explosion de la population de *Synuchus impunctatus*, une espèce peu abondante auparavant, révèlent un changement important dans les conditions environnementales récentes sur l'île. *Synuchus impunctatus* n'a été capturé qu'en faible abondance dans les inventaires effectués à l'aide de pièges fosses dans les années 1990. Les inventaires de Larochelle (1973) et de Chantal (1981) ne comptent respectivement que 3 et 7 spécimens dans les années 1970. *Synuchus impunctatus* est une espèce commune dans les forêts au sud du fleuve Saint-Laurent, donc en climat plus chaud. Elle profite des ouvertures générées par les coupes ou des perturbations naturelles. Par ailleurs, *Calathus advena* est une espèce typiquement boréale, donc de milieux froids et humides, connue pour vivre dans les forêts anciennes (Niemelä et collab., 1993). Déjà en 1998, nous avons observé que *Calathus advena* était absent en Gaspésie, mais dominant aux îles de Mingan alors qu'il régressait sur l'île d'Anticosti à mesure que le couvert forestier s'ouvrait (Hébert et Jobin, 2001).

La diminution d'abondance de *Neospondylis upiformis* pourrait aussi s'inscrire dans le déclin des insectes, mais elle peut aussi être simplement l'expression de variations annuelles de population ou être la conséquence des coupes forestières pratiquées dans les forêts vierges du secteur Jupiter depuis 25 ans (Hébert et collab., 2018). Seul un suivi serré des populations dans un ensemble de sites soigneusement sélectionnés pour répondre à différentes hypothèses permettrait d'éclairer la situation.

Plusieurs études ont suggéré que l'agriculture et les changements climatiques étaient responsables du déclin des insectes (Outhwaite et collab., 2022; Seibold et collab., 2019). En réalité, le déclin est probablement le résultat d'effets cumulatifs de plusieurs causes incluant les changements d'utilisation des terres (urbanisation, agriculture, foresterie, développement minier, production d'énergie), sans oublier le changement climatique qui risque d'accélérer l'érosion de

la biodiversité (Habibullah et collab., 2022). De plus, l'effet d'autres facteurs agissant à grande échelle est possible. Par exemple, la pollution à grande échelle par les substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (PFAS) affecterait insidieusement les écosystèmes naturels partout sur la planète sans qu'on en connaisse les conséquences pour la biodiversité (Cousins et collab., 2022). La diminution de la disponibilité en azote dans les écosystèmes (Mason et collab., 2022) et la pollution par les particules nanoplastiques, qui peuvent être prélevées par les racines des arbres et être acheminées dans l'arbre par le xylème (Elvira Murazzi et collab., 2022), pourrait affecter l'alimentation des insectes phytophages.

L'île d'Anticosti est soumise aux facteurs globaux comme le changement climatique et les polluants transportés à grande échelle, sans pour autant être affectée par plusieurs facteurs locaux qui ont été mis en cause pour tenter d'expliquer le déclin de la biodiversité. En effet, l'agriculture, l'urbanisation ou autres activités humaines qui entraînent des modifications importantes dans l'utilisation du territoire ont été invoquées pour expliquer le déclin de la biodiversité, mais sont absents sur l'île d'Anticosti. En conséquence, avec ses écosystèmes naturels, l'île est un territoire idéal pour étudier le déclin de la biodiversité et discriminer l'effet du changement climatique ou de la pollution à grande échelle d'autres causes invoquées jusqu'à maintenant.

Le déclin des insectes soulève des enjeux écologiques et économiques importants, car il générera une cascade imprévisible d'effets sur les écosystèmes qui pourraient affecter les services écosystémiques rendus par les insectes. La surveillance de la biodiversité et du climat apparaît plus importante que jamais alors que les effets de ces crises écologiques s'intensifient (O'Connor et collab., 2020). Les nouveaux objectifs d'aires protégées annoncés dans la déclaration finale de la COP 15 sont une avancée intéressante, mais ils ne freineront pas le déclin de la biodiversité si les causes sous-jacentes à ce déclin agissent à grandes échelles comme le changement climatique. Lorsque le Plan Vert a été lancé en 1992, aucune donnée historique n'était disponible comme point de référence pour évaluer objectivement l'état de la biodiversité à ce moment-là. Aujourd'hui, nous détenons des données recueillies depuis 30 ans qui présentent une assise solide pour mettre en place un réseau de surveillance de la biodiversité sur l'île d'Anticosti et en mesurer les changements. Le réseau de suivi de la biodiversité du Québec, récemment mis sur pied, ne prévoit que 2 ou 3 sites sur l'île d'Anticosti et pas nécessairement en forêt (Gouvernement du Québec, 2021). Ce réseau de surveillance devrait récupérer les dispositifs bien structurés du passé qui employaient des méthodes standardisées, afin d'assurer la comparaison des mesures dans le temps et dans l'espace. Autrement, on se prive de données prélevées il y a 30 ans. La mise en place de tels réseaux est plus importante que jamais pour poser un diagnostic rapide sur l'intégrité écologique des milieux naturels en utilisant la biodiversité comme indicateur. Plusieurs défis sont associés à la mise en place de réseaux de surveillance en milieu insulaire éloigné, qui nécessitent, entre autres, des

ressources pérennes. Le développement d'une expertise locale pour l'échantillonnage permettrait d'assurer une prise en charge du projet par le milieu et de diminuer les coûts. Néanmoins, le milieu local doit pouvoir compter sur l'expertise des spécialistes et la meilleure façon d'y arriver est de permettre aux équipes de recherche de se rendre à l'île régulièrement, ce qui demande des infrastructures d'hébergement et de déplacement pour les accueillir. Enfin, les données produites dans le cadre d'un réseau de surveillance doivent être gérées avec des bases de données permettant d'en assurer une conservation à long terme, et accompagnées de collections de référence déposées dans des institutions bien reconnues (Kunin, 2019). Entomofaune du Québec a développé une telle base de données (MicroSIGEB) au Québec et elle est utilisée par le programme de biodiversité du CFL. En conséquence, les infrastructures scientifiques existent et le ministère des Ressources naturelles et des Forêts a maintenant un réseau de suivi de la biodiversité (Gouvernement du Québec, 2021). Il ne reste qu'à intégrer les données du passé, récent et lointain, pour prendre plus rapidement la mesure des changements en cours.

Remerciements

Je remercie M. Michel Savard, d'Entomofaune du Québec, pour son aide à mettre à jour les noms et les identifications d'odonates du Dr Schmitt et pour les données tirées de l'Atlas des odonates du Québec. Je remercie aussi Nicolas Bédard, Pierrick Blouin et Ludovic Leclerc pour leur aide à clarifier les noms de coléoptères de Couper et de Schmitt. Merci également au Dr Jean-Marie Perron pour son aide dans la recherche de documents historiques, notamment sur William Couper. Je remercie aussi les taxinomistes qui ont identifié les insectes de nos projets : M. Mario Fréchette, technicien à la retraite du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, pour l'identification des coléoptères de 1993 et de 1994, M. Georges Pelletier, biologiste maintenant à la retraite, qui a identifié les coléoptères (staphylins), lépidoptères et ichneumons de 1993, de 1994 et de 1998, le Dr Henri Goulet de la Collection nationale à Ottawa, pour l'identification des symphytes de 1994 et le Dr Pierre-Marc Brousseau pour le travail colossal qu'il a réalisé pendant sa maîtrise. Je salue aussi le travail des nombreux naturalistes, tous des passionnés d'insectes, qui ont effectué des inventaires d'insectes sur l'île. Je veux également signaler la précieuse collaboration de la SOPFIM et du ministère des Forêts du Québec (aujourd'hui ministère des Ressources naturelles et des Forêts) aux travaux réalisés de 1993 à 1998. Les inventaires de 1993 à 1998 ont été soutenus financièrement par le Plan Vert du Canada, et le projet de maîtrise de Pierre-Marc Brousseau en 2007-2008 a été financé par la Chaire de recherche industrielle CRSNG-Produits forestiers Anticosti. Enfin, merci à Mathieu Bouchard, Pierre-Marc Brousseau et à un réviseur anonyme pour leurs commentaires constructifs et leurs questions avisées sur ce manuscrit. Ils m'ont forcé à l'améliorer considérablement. En terminant, je remercie chaleureusement l'équipe de bénévoles du *Naturaliste canadien* pour leur travail très professionnel à la vérification technique et à l'édition du manuscrit.

Références

- ANISIMOV, N.S. et V.G. BEZBORODOV, 2021. The geographic range of *Tragosoma depsarium* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera, Cerambycidae) in the Palaearctic. Check List, 17 : 841-851. <https://doi.org/10.15560/17.3.841>.
- BELL, A.J., K.S. CALLADINE, D.A. WARDLE et I.D. PHILLIPS, 2022. Rapid colonization of the post-burn environment improves egg survival in pyrophilic ground beetles. Ecosphere, 13 : e4213. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4213>.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2018. State of the world's birds: Taking the pulse of the planet. Cambridge, UK: BirdLife International, 76 p.
- BLANC, M., 2011. Redécouverte de *Tragosoma depsarium* (Linnaeus, 1767) dans les Alpes françaises (Coleoptera, Cerambycidae). Entomo Helvetica, 4 : 85-87.
- BOUCHER, J., C. HÉBERT, J. IBARZABAL et É. BAUCE, 2016. High conservation value forests for burn-associated saproxylic beetles: An approach for developing sustainable post-fire salvage logging in boreal forest. Insect Conservation and Diversity, 9 (5) : 402-415. <https://doi.org/10.1111/icad.12175>.
- BROUSSEAU, P.-M., 2011. Impact de la densité de cerfs de Virginie sur les communautés d'insectes de l'île d'Anticosti. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, 92 p. Disponible en ligne à : <https://corpus.ulaval.ca/entities/publication/1b1a5e19-5ae2-40a3-befc-41bcca4cfe2/full>.
- BROUSSEAU, P.-M., C. HÉBERT, C. CLOUTIER et S.D. CÔTÉ, 2013. Short-term effects of reduced white-tailed deer density on insect communities in a strongly overbrowsed boreal forest ecosystem. Biodiversity and Conservation, 22 : 77-92. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0400-5>.
- BRUSTEL, H., 2004. Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Collection dossiers forestiers, n° 13, Office National des Forêts, 297 p.
- BUIDIN, C. et Y. ROCHEPAULT, 2007. Inventaire des Odonates de Minganie. Le Naturaliste canadien, 131 (2) : 10-16.
- CARLE, F.L., 1993. *Sympetrum janeae* spec. nov. from eastern North America, with a key to nearctic *Sympetrum* (Anisoptera: Libellulidae). Odonatologica, 22 : 1-16.
- CHAGNON, G., 1900. Études préliminaires sur les syrphides de la province de Québec. Le Naturaliste canadien, 27 : 171-173, 184-190.
- CHAGNON, G., 1901. Études préliminaires sur les syrphides de la province de Québec. Le Naturaliste canadien, 28 : 10-14, 23-27, 41-45, 55-59, 76-78, 86-91, 102-106, 118-126, 134-142, 152-159, 168-183.
- CHANTAL, C., 1981. La faune coléoptérique (Carabidae) de l'île d'Anticosti. Fabriques, VII (5) : 90-103.
- CHANTAL, C., 1982a. La faune coléoptérique de l'île d'Anticosti – Deuxième partie: Staphylinidae. Fabriques, VIII (3) : 55-59.
- CHANTAL, C., 1982b. La faune coléoptérique de l'île d'Anticosti – Troisième partie. Fabriques, VIII (4) : 61-62.
- COUPER, W., 1872. Remarks on Lepidoptera collected at Fox Bay, Anticosti, and the North Shore of the St. Lawrence, between June 18 and August 1st. The Canadian Entomologist, 4 (11) : 201-206.
- COUPER, W., 1874a. A dissertation of Northern butterflies. The Canadian Entomologist, 6 (7) : 33-37, 55-59, 91-96.
- COUPER, W., 1874b. Anticosti Coleoptera – collected on the island in 1873. The Canadian Entomologist, 6 (7) : 137-138.
- COUSINS, I.T., J.H. JOHANSSON, M.E. SALTER, B. SHA et M. SCHERINGER, 2022. Outside the safe operating space of a new planetary boundary for per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). Environmental Science and Technology, 56 : 11172-11179. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02765>.
- CTV NEWS, 2017. Expert warns of 'huge decline' in Canada's bug population. CTV News Channel, publié le 4 octobre 2017. Disponible en ligne à : <https://www.ctvnews.ca/canada/expert-warns-of-huge-decline-in-canada-s-bug-population-1.3618579?cache=a+href%3FautoPlay%3Dtrue%3FautoPlay%3Dtrue>.
- [ECCC] ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA, 2019. L'état des populations d'oiseaux du Canada, 2019. Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (Canada), Ottawa, 12 p. www.etatdesoiseauxcanada.org.
- EVANS, W.G., 1964. Infrared receptors in *Melanophila acuminata* De Geer. Nature, 202 : 211. <https://doi.org/10.1038/202211a0>.

- EVANS, W.G., 1966. Perception of infrared radiation from forest fires by *Melanophila acuminata* De Geer (Buprestidae, Coleoptera). *Ecology*, 47 (6): 1061-1065. <https://doi.org/10.2307/1935658>.
- FORBES, A.A., R.K. BAGLEY, M.A. BEER, A.C. HIPPEE et H.A. WIDMAYER, 2018. Quantifying the unquantifiable: Why Hymenoptera, not Coleoptera, is the most speciose animal order. *BMC Ecology*, 18: 21. <https://doi.org/10.1186/s12898-018-0176-x>.
- GOULET, J., 2021. SACPA: The decline of insect populations and how we can help them survive. *Lethbridge News Now*. Disponible en ligne à: <https://lethbridgenewsnow.com/2021/03/21/sacpa-the-decline-of-insect-populations-and-how-we-can-help-them-survive/>.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2021. Réseau de suivi de la biodiversité du Québec, un projet novateur pour détecter les changements dans les écosystèmes du Québec. Disponible en ligne à: <https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/inter.htm>.
- HABIBULLAH, M.S., B.H. DIN, S.-H. TAN et H. ZAHID, 2022. Impact of climate change on biodiversity loss: Global evidence. *Environmental Science and Pollution Research*, 29: 1073-1086. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15702-8>.
- HALLMANN, C.A., M. SORG, E. JONGEJANS, H. SIEPEL, N. HOFLAND, H. SCHWAN, W. STENMANS, A. MÜLLER, H. SUMSER, T. HÖRREN, D. GOULSON et H. de KROON, 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12 (10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.
- HÉBERT, C., sous presse. Forest arthropod diversity. Chapter 3. Dans: *Handbook of Forest Entomology*. Springer.
- HÉBERT, C., 2021. Biodiversité des carabes et lépidoptères sur Anticosti en 1993. Disponible en ligne à: <https://open.canada.ca/data/fr/dataset/f55b476f-534f-4d4c-aacf-3088724cc5fd>. [Visité le 2022-10-10].
- HÉBERT, C. et L. JOBIN, 2001. Impact du cerf de Virginie sur la biodiversité des forêts de l'île d'Anticosti – Les insectes comme indicateurs. *Le Naturaliste canadien*, 125 (3): 96-107.
- HÉBERT, C., R. BERTHIAUME, A. DUPONT et M. AUGER, 2001. Population collapses in a forecasted outbreak of the hemlock looper, *Lambdina fuscicollis* (Guenée) (Lepidoptera: Geometridae), due to spring egg parasitism by *Telenomus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae). *Environmental Entomology*, 30 (1): 37-43.
- HÉBERT, C., S. LAPLANTE, M. FRÉCHETTE et L. JOBIN, 2018. Anticosti Island: A hot spot for *Neospondylis upiformis* (Coleoptera: Cerambycidae) in eastern Canada? *Biodiversity Data Journal*, 6: e25553. <https://doi.org/10.3897/BDJ.6.e25553>.
- HÉBERT, C., Y. DUBUC, O. JEFFREY et G. PELLETIER, 2016. Testing new approaches for detecting and locating early increasing populations of the Spruce Budworm for implementing an Early Intervention Strategy. *SERG International 2016 Workshop Proceedings*, Saskatoon, Canada, 18 p. Disponible en ligne à: <https://scf.rncan.gc.ca/publications?id=39075>.
- HÉBERT, C., L. JOBIN, M. FRÉCHETTE, G. PELLETIER, C. COULOMBE, C. GERMAIN et M. AUGER, 2000. An efficient pit-light trap to study beetle diversity. *Journal of Insect Conservation*, 4: 189-200. <https://doi.org/10.1023/A:1009611501133>.
- INGER, R., R. GREGORY, J.P. DUFFY, I. STOTT, P. VORISEK et K.J. GASTON, 2015. Common European birds are declining rapidly while less abundant species' numbers are rising. *Ecology Letters*, 18: 28-36. <https://doi.org/10.1111/ele.12387>.
- JOBIN, L., 1973. L'arpenteuse de la pruche, insecte insulaire? *Centre de foresterie des Laurentides, Québec, Milieu*, 7: 8-12.
- KUNIN, W.E., 2019. Robust evidence of insect declines. *Nature*, 574: 641-642. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03241-9>.
- LAFLAMME, M., J.-M. PERRON et L. JOBIN, 1982. Notes sur les odonates et les orthoptères à l'île d'Anticosti. *Fabriques*, 9: 21-26.
- LAPLANTE, S., 2017. Description of a new Nearctic species of *Tragosoma* Audinet-Serville (Coleoptera: Cerambycidae: Prioninae), with species validations, new synonymies and a lectotype designation. *Insecta Mundi*, 0578: 1-17.
- LAROCHELLE, A., 1973. Carabid beetles of Anticosti Island, Québec. *Proceedings of the Entomological Society of Ontario*, 104: 46-50.
- LEBOEUF, M. et S. LE TIRANT, 2012. Papillons et chenilles du Québec et des Maritimes. Éditions Michel Quintin, Montréal, 391 p.
- LYONS-YERION, C.D., S.P. COOK, C.J. WILLIAMS et J.D. BARBOUR, 2021. Comparative population dynamics, flight periods, and volatile pheromone attraction of *Tragosoma harrisii* and *Tragosoma soror* (Coleoptera: Cerambycidae) in Idaho. *Northwest Science*, 95 (2): 188-200.
- MASON, R.E., J.M. CRAINE, N.K. LANY, M. JONARD, S.V. OLLINGER, P.M. GROFFMAN, R.W. FULWEILER, J. ANGERER, Q.D. READ, P.B. REICH, P.H. TEMPLER et A.J. ELMORE, 2022. Evidence, causes, and consequences of declining nitrogen availability in terrestrial ecosystems. *Science*, 376 (6590): eabh3767. <https://doi.org/10.1126/science.abh3767>.
- MCCRACKEN, J., 2008. Are aerial insectivores being "bugged out"? *BirdWatch Canada*, 42: 4-7.
- MÜLLER, J., H. BÜSSLER, U. BENSE, H. BRUSTEL, G. FLECHTNER, A. FOWLES, M. KAHLEN, G. MÖLLER, H. MÜHLE, J. SCHMIDL et P. ZABRANSKY, 2005. Urwald relict species – Saproxylid beetles indicating structural qualities and habitat tradition. *Waldökologie Online*, 2: 106-113. https://www.afsv.de/download/literatur/waldokologie-online/waldokologie-online_heft-2-9.pdf.
- MURAZZI, M.E., P. CHERUBINI, I. BRUNER, R. KÄGI, M. SAURER, P. BALLIKAYA, F. HAGEDORN, M. AL SID CHEIKH, G. ONANDIA et A. GESSLER, 2022. Can forest trees take up and transport nanoplastics? *iForest*, 15 (2): 128-132. <https://doi.org/10.3832/for4021-015>.
- NIEMELÄ, J., LANGOR, D. et J.R. SPENCE, 1993. Effects of clear-cut harvesting on boreal ground-beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in western Canada. *Conservation Biology*, 7 (3): 551-561.
- O'CONNOR, B., S. BOJINSKI, C. ROOSLI et M.E. SCHAEPMAN, 2020. Monitoring global changes in biodiversity and climate essential as ecological crisis intensifies. *Ecological Informatics*, 55: 101033. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.101033>.
- OUTHWAITE, C.L., P. MCCANN et T. NEWBOLD, 2022. Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nature*, 605: 97-102. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04644-x>.
- PERRON, J.-M., 1995. Visage d'autrefois: William Couper, brillant naturaliste du 19^e siècle, bien représentatif de son temps. *Antennae*, 2 (2): 14-16.
- PERRON, J.-M. et L. JOBIN, 1997. Odonatofaune des réserves écologiques de l'île d'Anticosti. *Les Collections de l'Université Laval, Québec*, 13 p.
- POTVIN, F., P. BEAUPRÉ et G. LAPRISE, 2003. The eradication of balsam fir stands by white-tailed deer on Anticosti Island, Québec: A 150-year process. *Écoscience*, 10 (4): 487-495. <https://doi.org/10.1080/11956860.2003.11682796>.
- RIOPEL, A., 2019. La déchéance des insectes. *Québec Science*, 2019-07-16. Disponible en ligne à: <https://www.quebecscience.qc.ca/sciences/la-decheance-des-insectes/>.
- ROBERT, A., 1954. Un nouveau *Somatochlora* subarctique (Odonates, Cordulidae). *The Canadian Entomologist*, 86 (9): 419-422. <https://doi.org/10.4039/Ent86419-9>.
- SAVARD, M., 2022. Liste des 152 espèces de libellules (odonates) inventoriées au Québec. Disponible en ligne à: http://entomofaune.qc.ca/entomofaune/odonates/Liste_especes.html.
- SCHMITT, J., 1904. Monographie de l'île d'Anticosti (golfe Saint-Laurent). *Librairie scientifique A. Hermann, Paris*, 370 p.
- SEIBOLD, S., M.M. GOSSNER, N.K. SIMONS, K. BLÜTHGEN, J. MÜLLER, D. AMBAR, C. AMMER, J. BAUHUS, M. FISCHER, J.C. HABEL, K.E. LINSSENMAIR, T. NAUSS, C. PENONE, D. PRATI, P. SCHALL, E.-D. SCHULZE, J. VOGT, S. WÖLLAUER et W.W. WEISSER, 2019. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574: 671-674. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>.
- SIKES, D.S., S.T. TRUMBO et S.B. PECK, 2016. Cryptic diversity in the New World burying beetle fauna: *Nicrophorus hebes* Kirby; new status as a resurrected name (Coleoptera: Silphidae: Nicrophorinae). *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 74 (3): 299-309.
- WAGNER, D.L., 2020. Insect declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology*, 65: 457-480. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025151>.
- YANG, L.H. et C. GRATTON, 2014. Insects as drivers of ecosystem processes. *Current Opinion in Insect Science*, 2: 26-32.

LA FAUNE, notre mission, notre passion !

Grâce à la générosité de nos donateurs
et aux contributions des chasseurs,
pêcheurs et piégeurs, 265 projets
de conservation de la faune ont
été soutenus en 2021-2022 !

Hugues Desjardins / Québec couleur nature

› **Faites partie du mouvement faunique !**

Faites un don : www.fondationdelafaune.qc.ca



Fondation
de la faune
du Québec



**Gestion privée
de patrimoine** INC.

Gervais Comeau Conseiller en placement

gervais.comeau@iagestionprivee.ca • gervaiscomeau.com

iagestionprivee.ca



Yvan Bedard
PHOTONATURE
Ph.D. Prof. émérite
Neuville, Qc
Canada G0A 2R0
1-418-561-7046

yvan_bedard@hotmail.com

PHOTOS-LICENCES-COURS-CONSEILS

<http://yvanbedardphotonature.com>