

**FRÉQUENTATION DES HAIS BRISE-VENT PAR LA FAUNE AVIAIRE ET COLONISATION
PAR LA FLORE: II.- Étude descriptive des haies au Québec dans une perspective
d'intégration faune-agriculture**

LINE CHOINIÈRE, Bureau d'Écologie Appliquée, 3036, rue Saint-Laurent, Lévis (Québec), G6V 3W5

LUC BÉLANGER, Environnement Canada, Service canadien de la faune, 1141 route de l'Église, C.P.
10100, Sainte-Foy (Québec), G1V 4H5

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES NO. 262

Région du Québec 1996

Service canadien de la faune

© Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1996

Numéro de catalogue CW 69-5/262F

ISBN 0-662-81533-5

Citation recommandée:

Choinière, L. et L. Bélanger, 1996. Fréquentation des haies brise-vent par la faune aviaire et colonisation par la flore: II.- Étude descriptive des haies au Québec dans une perspective d'intégration faune-agriculture. Série de rapports techniques No 262, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, vi + 56 pages et annexes.

RÉSUMÉ

Notre projet visait à décrire la colonisation par la flore et la fréquentation par la faune aviaire des différents types de haies brise-vent qu'il est possible d'observer dans le paysage agricole québécois. Nous avons choisi au total 61 haies, toutes situées dans la région du Richelieu/Saint-Hyacinthe. Plusieurs paramètres ont été mesurés afin de faire la description physique (longueur, largeur et superficie) et biologique (composition floristique et recouvrement) des haies brise-vent. Une description de la communauté aviaire qui utilisait ces milieux a aussi été effectuée. Nous avons comparé des haies dites naturelles c'est-à-dire qui ont poussé naturellement entre les planches de champs en culture aux haies plantées par les agriculteurs. Ces deux types de haies (naturelles et plantées), constitués d'arbres et d'arbustes et pouvant agir comme barrière contre l'érosion éolienne des sols ont aussi été comparés aux haies herbacées, lesquelles étaient presque entièrement dépourvues de végétation ligneuse.

Les haies étudiées étaient, selon nous, représentatives des haies qu'on peut observer dans les régions agricoles du sud du Québec. Elles (tous les types regroupés) mesuraient en moyenne 594 m de long, 6 m de large et couvraient une superficie de 0,33 ha. Les haies ne s'étendaient habituellement pas sur toute la longueur des champs en culture et mesuraient de 160 m à 1200 m de long. La largeur des haies étudiées variait de 1,6 m à 12 m alors que la superficie variait de 0,07 ha à 0,96 ha. La superficie des haies était relativement faible et ne dépassait jamais 1 ha.

Ce sont les caractéristiques des strates arborescente (>5 m de haut) et arbustive (<5 m de haut) qui distinguaient le mieux les différents types de haies à l'étude. Les haies étaient colonisées par une strate herbacée qui avait des caractéristiques assez similaires, la différence la plus notable se situant au niveau de la colonisation de cette strate par les mauvaises herbes.

La strate arborescente des haies naturelles était colonisée par un plus grand nombre d'espèces ligneuses que les haies plantées ou herbacées. La strate arborescente des haies naturelles était au total colonisée par 31 espèces ligneuses comparativement à 18 pour les haies plantées et à quatre pour les haies herbacées. La strate arborescente des haies naturelles était surtout colonisée par le Bouleau gris, le Peuplier faux-tremble et le Peuplier deltoïde alors que le Pin rouge était l'espèce ligneuse la plus importante en terme de recouvrement de la strate arborescente des haies plantées. La strate arborescente était le plus souvent absente des haies herbacées quoique quelques regroupements d'arbres pouvaient parfois y être observés. Le recouvrement de la strate arborescente était plus important dans les haies arborescentes plantées que dans les haies arborescentes naturelles. Ceci pouvait être lié au fait que plusieurs haies plantées étaient colonisées uniquement par des espèces de conifères comme le pin, qui a un port beaucoup plus étalé que les espèces à feuilles décidues, lesquelles composaient, en grande partie, la strate arborescente des haies naturelles.

La strate arbustive des haies naturelles était colonisée par 63 espèces ligneuses différentes comparativement à 55 pour les haies plantées et à 30 pour les haies herbacées. Les espèces ligneuses les plus importantes, en terme de recouvrement moyen de la strate arbustive des haies naturelles étaient le Bouleau gris, le Cornouiller stolonifère, le Framboisier, le Saule de Bebb, le Saule rigide et la Spirée à larges feuilles. Dans les haies plantées, le Mélèze laricin, le Pin rouge et la Spirée à larges feuilles étaient les espèces les plus

importantes en terme de recouvrement de la strate arbustive. Quoique peu importante dans les haies herbacées, la strate arbustive était surtout colonisée par de jeunes spécimens de Bouleau gris et de Saule rigide.

Un total de 131 espèces végétales herbacées ont été identifiées dans les haies brise-vent (toutes les haies regroupées). Nous avons identifié 94 espèces végétales herbacées dans les haies naturelles, 79 dans les haies plantées et 92 dans les haies herbacées. Parmi les 131 espèces identifiées, seulement 28 ont été retenues comme étant des espèces de mauvaises herbes (selon le Règlement sur les mauvaises herbes, loi sur les abus préjudiciables à l'agriculture, L.R.Q., c. A-2, a.7). Nous avons pu constater que le recouvrement moyen par les mauvaises herbes était significativement plus important dans les haies plantées que dans les deux autres types de haies à l'étude. Le recouvrement moyen par les mauvaises herbes était semblable dans les haies naturelles et herbacées. Les espèces de mauvaises herbes les plus souvent rencontrées dans les haies brise-vent et qui avaient un recouvrement moyen de plus de 10% d'un quadrat (1 m x 1 m) étaient le Chiendent, la Prêle des champs, l'Asclépiade de Syrie, la Petite herbe à poux ainsi que le Pissenlit, le Chiendent étant de loin la mauvaise herbe la plus répandue.

Nous avons observé 42 espèces d'oiseaux à l'intérieur des 61 haies brise-vent à l'étude. Les différentes espèces d'oiseaux se répartissaient dans les trois types de haies de la façon suivante : 39 espèces ont été observées dans les haies naturelles comparativement à 28 dans les haies plantées et à 19 dans les haies herbacées. Un total de 17 espèces ont été observées à la fois dans les haies naturelles, plantées et herbacées. La très grande majorité des espèces d'oiseaux qui fréquentaient les haies herbacées (17/19 espèces) étaient aussi présentes dans les deux autres types de haies. Nous avons pu constater que les haies naturelles étaient fréquentées par plusieurs espèces d'oiseaux ayant un indice d'importance relative de moyen à élevé alors que les haies herbacées étaient surtout visitées par des espèces d'oiseaux ayant un indice d'importance relative négligeable. Ceci nous suggère que les haies herbacées agissaient peut être davantage comme des sites de transit pour les oiseaux que les haies naturelles. Les haies plantées se situaient entre ces deux extrêmes.

Nous n'avons noté aucune différence significative entre les moyennes des paramètres descriptifs des communautés aviaires mesurés dans les haies naturelles, qu'elles soient rendues au stade arbustif ou arborescent, sauf pour la densité d'oiseaux. La densité d'oiseaux était en effet significativement plus élevée dans les haies arbustives que dans les haies arborescentes naturelles. Dans les haies plantées, c'était le nombre moyen d'espèces d'oiseaux observées par kilomètre qui était significativement plus grand dans les haies arborescentes que dans les haies arbustives. Aucune différence n'a toutefois été notée au niveau de la densité d'oiseaux. Finalement, les haies herbacées étaient en moyenne fréquentées par un moins grand nombre d'espèces d'oiseaux, un moins grand nombre d'individus et elles soutenaient en moyenne une moins grande densité que les deux autres types de haies à l'étude. Nous avons toutefois pu constater que le nombre total d'espèces d'oiseaux qui fréquentaient les champs adjacents était sensiblement le même pour les différents types de haies à l'étude.

Plusieurs paramètres descriptifs des haies brise-vent étaient corrélés aux paramètres descriptifs des communautés aviaires. Parmi les plus importants, nous retrouvions la hauteur maximale de la strate arbustive, le nombre d'espèces ligneuses identifiées dans la strate arborescente, la superficie de la haie, le recouvrement moyen de la strate herbacée, la hauteur maximale de la végétation herbacée et finalement, la largeur de la haie, laquelle était négativement corrélée à la densité d'oiseaux.

Les résultats obtenus sont discutés en fonction 1-) du rôle des haies en tant que site propice à la fréquentation par les espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture et à la colonisation des haies par les espèces de mauvaises herbes 2-) du rôle des haies en tant que site potentiel de contrôle biologique des insectes nuisibles par les oiseaux et 3-) du potentiel des haies pour la conservation de la biodiversité en milieu agricole. Nous avons observé que les haies brise-vent étaient fréquentées par un grand nombre d'espèces d'oiseaux peu abondantes plutôt que par un petit nombre d'espèces très abondantes. D'après les résultats obtenus, il apparaît que les haies brise-vent pourraient jouer un rôle dans l'agroécosystème en tant que site de contrôle des insectes nuisibles par la faune aviaire et ce, tout en ne contribuant pas à augmenter les populations d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture à l'échelle régionale. Finalement, les haies brise-vent devraient, selon les connaissances acquises à ce jour, être utilisées en tant qu'outil de conservation de la biodiversité, autant animale que végétale, en milieu agricole. Certaines recommandations pouvant contribuer au développement de méthodes d'aménagement intégré des haies brise-vent ont été formulées et les besoins spécifiques de recherche sur les interactions entre les haies brise-vent, la faune et la flore indigènes et les champs en culture ont été identifiés.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été rendue possible grâce au financement accordé à Mme Line Choinière, Bureau d'écologie appliquée, dans le cadre de l'Entente Auxiliaire Canada-Québec pour un Environnement Durable en Agriculture (Plan Vert Agricole, projet no.25-840-262-06067) et grâce à l'aide financière fournie par M. Luc Bélanger, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. Nous remercions M. Yvon Pesant du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, direction régionale du Richelieu\Saint-Hyacinthe, qui a agi à titre de conseiller scientifique ainsi que M. Benoît Jobin, biologiste, pour sa participation à la récolte et à la saisie des données et aux analyses statistiques préliminaires. Nous remercions également messieurs Jean-Pierre Savard, Service canadien de la faune et Pierre Blanchette, Ministère de l'Environnement et de la Faune pour les commentaires apportés à la version préliminaire du rapport, de même que Mme Nathalie Plante, Service canadien de la faune, pour ses conseils lors des analyses statistiques. M. Conrad Cloutier, chercheur en entomologie à l'Université Laval, a bien voulu nous renseigner sur la valeur calorifique moyenne des insectes alors que M. Gilles Gauthier, chercheur en ornithologie à l'Université Laval, nous a aimablement fourni les données nécessaires au calcul du taux métabolique des oiseaux, nous les en remercions. Finalement, nous désirons souligner l'excellente collaboration et l'intérêt de tous les agriculteurs et agricultrices qui ont non seulement accordé le droit de passage sur leur terrain, mais aussi enrichi notre travail de discussions pertinentes sur la problématique des haies brise-vent, tout en nous informant de leurs préoccupations et de leur intérêt face à la présence de la faune et la flore en milieu agricole.

TABLE DES MATIÈRES

<u>RÉSUMÉ</u>	i
<u>REMERCIEMENTS</u>	iv
<u>TABLE DES MATIÈRES</u>	I
<u>LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES</u>	IV
<u>LISTE DES ANNEXES</u>	VI
PROBLÉMATIQUE	1
OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	3
AIRE D'ÉTUDE ET MÉTHODOLOGIE	4
Mesure des paramètres physiques et biologiques des haies brise-vent	9
Recensement d'oiseaux et description de la communauté aviaire	10
Calculs et analyse statistique	11
<i>Calcul du nombre d'espèces d'oiseaux</i>	11
<i>Calcul du nombre d'individus</i>	12
<i>Calcul de la densité</i>	12
<i>Calcul de l'indice d'importance relative</i>	12
<i>Analyse statistique</i>	12
RÉSULTATS	15
Description des haies brise-vent	15
<i>Paramètres physiques</i>	15
<i>Paramètres biologiques</i>	16
Description de la strate arborescente	16

II

Description de la strate arbustive	18
Description de la strate herbacée et colonisation par les mauvaises herbes	19
Description de la fréquentation des haies brise-vent par la faune aviaire	27
<i>Les espèces d'oiseaux observées dans les haies brise-vent</i>	27
<i>Classification des espèces d'oiseaux selon leur indice d'importance relative</i>	29
<i>Indice de nidification des oiseaux dans les haies</i>	31
<i>Comparaison statistique de la fréquentation des différents types de haies par les oiseaux</i>	31
<i>Les espèces d'oiseaux observées dans les champs en culture adjacents aux haies</i>	34
<i>Paramètres physiques et biologiques des haies qui influencent leur fréquentation par les oiseaux</i>	34
DISCUSSION	39
Les haies brise-vent en tant qu'habitat pour les espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture et comme site propice à la colonisation par les mauvaises herbes	39
<i>Identification des espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture</i>	39
<i>Évaluation des risques de dommages aux cultures liés à la présence d'espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles dans les haies brise-vent pendant la période estivale</i>	40
<i>Les haies brise-vent en tant que site de reproduction des espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture</i>	40
<i>Colonisation des haies brise-vent par les mauvaises herbes</i>	41

III

Les haies brise-vent en tant que site de contrôle biologique des insectes nuisibles par les oiseaux	42
<i>Impact potentiel des oiseaux sur les insectes dans les haies brise-vent et dans les champs en culture adjacents aux haies</i>	42
<i>Estimation de l'impact potentiel des oiseaux sur les populations d'insectes</i>	44
<i>Paramètres à considérer pour favoriser le potentiel des haies brise-vent en tant que site de contrôle des insectes nuisibles par les oiseaux</i>	45
Les haies brise-vent en tant qu'habitat à considérer pour la conservation de la biodiversité en milieu agricole	47
CONSTATS GÉNÉRAUX ET RECOMMANDATIONS	50
LISTE DES OUVRAGES CITÉS	52

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1: Sites d'étude et cultures adjacentes aux haies brise-vent (p.6).

Tableau 2: Liste des paramètres descriptifs des communautés aviaires et des haies brise-vent mesurés dans cette étude (p.8).

Tableau 3: Calcul de l'indice d'importance relative des espèces d'oiseaux, tirée de Yahner (1983) (p.13).

Tableau 4: Valeurs moyennes, minimales et maximales des paramètres physiques et biologiques des haies brise-vent arbustives et arborescentes naturelles et plantées et herbacées (Les moyennes assignées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, Test de T, $P > 0,05$) (p.17).

Tableau 5: Liste des espèces ligneuses identifiées dans la strate arbustive des haies brise-vent (<5m de haut). Les espèces les plus abondantes ou les plus fréquentes sont assignées d'un plus grand nombre de x (p.20-21).

Tableau 6: Liste des espèces ligneuses identifiées dans la strate arborescente des haies brise-vent (>5m de haut). Les espèces les plus abondantes ou les plus fréquentes sont assignées d'un plus grand nombre de x (p.22).

Tableau 7: Liste des espèces végétales herbacées identifiées dans les haies brise-vent. Les espèces de mauvaises herbes sont identifiées à l'aide d'un rond noir dans la marge et les espèces les plus abondantes ou les plus fréquentes dans les haies sont assignées d'un plus grand nombre de x (p.23-25).

Tableau 8: Valeurs moyennes, minimales et maximales du recouvrement par les mauvaises herbes dans les quadrats (A,B et C) échantillonnés dans les différents types de haies brise-vent (Les moyennes assignées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, Test de T, $P > 0,05$) (p.26).

Tableau 9: Espèces d'oiseaux identifiées dans les différents types de haies brise-vent. L'abondance relative des espèces est exprimée par le nombre d'individus/nombre de haie où l'espèce a été observée. Les espèces en caractères gras sont des espèces qui vivent essentiellement au sol (p.28).

Tableau 10: Liste des espèces d'oiseaux identifiées dans les haies, classées selon leur indice d'importance relative (p.30).

Tableau 11: Indice de nidification des espèces d'oiseaux identifiées dans les haies brise-vent. Les espèces en caractères gras sont les espèces qui vivent essentiellement au sol (p.32).

Tableau 12: Fréquentation par les oiseaux des haies arbustives et arborescentes naturelles et plantées et des haies herbacées. (Les moyennes assignées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, Test de T, $P > 0,05$) (p.33).

Tableau 13: Espèces d'oiseaux identifiées dans les champs à plus de 10 mètres des différents types de haies à l'étude. Les espèces en caractères gras sont les espèces qui vivent essentiellement au sol (p.35).

Tableau 14: Corrélations de Pearson effectuées entre les paramètres descriptifs des communautés aviaires et des haies (p.36).

Figure 1: Localisation des sites d'étude (p.5).

Figure 2: Répartition des 61 haies brise-vent dans les différents types de milieux définis dans cette étude (p.7).

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Liste des espèces de mammifère identifiées à l'intérieur et en bordure des haies brise-vent.

Annexe 2: Exemple de calcul du taux métabolique des passeriformes et valeur calorifique moyenne des insectes.

Annexe 3: Liste des espèces d'oiseaux identifiées dans les haies brise-vent, noms latins et régime alimentaire dominant en dehors de la période de la nidification selon DeGraaf et Rudis (1983). Les espèces en caractères gras sont des espèces qui vivent essentiellement au sol.

PROBLÉMATIQUE

Au fil des années, l'instauration de nouvelles pratiques culturales a provoqué la raréfaction ou même la disparition des milieux boisés dans le paysage agricole de plusieurs régions du Québec. En effet, en réponse aux nouvelles contraintes de production (agrandissement des champs et monoculture), une proportion importante des milieux boisés qui séparaient jadis les terres et les bâtiments de ferme a été détruite. Or, ces milieux constituaient souvent les seuls habitats pour la faune et la flore indigènes en milieu agricole. Aussi, privées de barrières naturelles, plusieurs régions à forte vocation agricole ont été confrontées à de sérieux problèmes d'érosion des sols par le vent. En réponse à cette situation, puis grâce à la promotion et au développement de techniques d'implantation par le Conseil des productions végétales du Québec (CPVQ), l'instauration de haies brise-vent est devenue une pratique de plus en plus courante au Québec ; de 1989 à 1994, les Québécois en auraient plantées près de 2500 km (Pesant 1994). Dans ce courant d'actions, plusieurs aspects liés de près ou de loin aux rôles physiques des haies ont été relativement bien documentés puis expérimentés sur le terrain (voir dépliants produits par le CPVQ). Toutefois, au Québec, nos connaissances sur les interactions entre les haies brise-vent, la faune et la flore indigènes et les champs en culture demeurent plutôt minces.

À cause des risques de dommages aux cultures, que ce soit par les oiseaux, les insectes ou l'invasion par les mauvaises herbes, la présence de haies en bordure des champs constitue pour plusieurs personnes une menace au rendement des cultures. En effet, les haies brise-vent peuvent agir en tant qu'habitat potentiel pour plusieurs espèces animales et végétales et sont souvent pointées du doigt parce qu'elles encourageraient la présence d'oiseaux noirs, d'insectes ravageurs ou de mauvaises herbes dans les champs en cultures. Ceci expliquerait en partie pourquoi, à chaque année, des haies continuent d'être détruites bien que des efforts considérables aient été déployés pour mieux faire connaître leur utilité en tant qu'outil pour contrer l'érosion éolienne des sols. D'un autre côté, certaines études effectuées en Europe, en Asie et aux États-Unis traitent des rôles agronomiques bénéfiques que peuvent remplir les milieux naturels lorsqu'ils sont adjacents aux champs en culture. L'idée que ces milieux marginaux puissent abriter une faune utile pour le contrôle biologique des insectes ravageurs des cultures est en effet considérée avec de plus en plus d'intérêt par les tenants du développement d'une agriculture durable et de la gestion intégrée des espèces potentiellement nuisibles en agriculture (IPM, integrated pest management) (voir Kirk *et al.* sous presse, Hausammann 1996,

Dennis et Fry 1992, Zhang 1991, Duelli *et al.* 1989, Majumdar et Brachmachari 1987). Aussi, à cause de la diminution importante de la superficie couverte par les milieux boisés dans les régions agricoles du sud de la province (la superficie couverte par les milieux boisés aurait diminuée d'environ 70% depuis le début de l'ère industrielle), les environnementalistes se préoccupent de plus en plus de la valeur potentielle des haies brise-vent pour la conservation de la biodiversité en milieu agricole.

Considérant donc le potentiel des haies 1) comme moyen de contrer l'érosion éolienne des sols 2) comme site propice à la fréquentation de certaines espèces potentiellement nuisibles à l'agriculture 3) comme habitat pour les prédateurs (oiseaux et insectes) qui pourraient agir en tant qu'agents de contrôle des insectes ravageurs dans les champs en culture et 4) comme outil de conservation de la biodiversité en milieu agricole et, sachant que a) plusieurs kilomètres de brise-vent sont plantés à chaque année au Québec et b) plusieurs agriculteurs continuent à détruire les haies en bordure des champs, nous considérons que les interactions entre les haies brise-vent, la faune et la flore indigènes et les champs en culture doivent être mieux documentées. Les haies brise-vent constituent en effet le milieu idéal pour décrire puis comprendre le rôle des milieux naturels en milieu agricole. L'acquisition de plus amples connaissances sur ce système permettrait déjà de mieux concilier les intérêts de l'agriculture et de l'environnement et de rentabiliser la présence de milieux naturels en milieu agricole tout en favorisant un meilleur équilibre écologique à l'intérieur de l'agroécosystème.

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

À la première étape de notre travail, nous avons effectué une revue de la littérature pour bien cerner l'état des connaissances actuelles sur les haies brise-vent (voir premier document produit dans le cadre de ce projet et intitulé : État des connaissances, Choinière et Bélanger 1995). La revue de la littérature nous a permis de mettre en évidence les multiples rôles que pouvaient remplir les haies brise-vent dans le paysage agricole, autant en ce qui a trait à l'agriculture (barrière contre le vent, contrôle biologique etc.) qu'à l'environnement (conservation des habitats, corridors verts etc.). Aussi, nous avons pu acquérir une meilleure connaissance de la fréquentation de ces milieux par la faune aviaire et identifier les paramètres physiques et biologiques des haies qui pouvaient influencer leur fréquentation par les oiseaux.

Afin de pouvoir intégrer les connaissances véhiculées dans des études effectuées autant en Amérique du nord, en Asie qu'en Europe au contexte agricole québécois, il était nécessaire d'acquérir des connaissances sur les haies brise-vent et leur fréquentation par la faune et la flore indigènes au Québec. Dans le paysage agricole québécois, nous avons pu identifier trois différents types de haies : les haies naturelles et plantées qui sont composées d'arbres et d'arbustes et qui peuvent agir comme barrière contre l'érosion éolienne des sols ainsi que les haies herbacées lesquelles sont presque entièrement dépourvues de végétation ligneuse.

Conséquemment, les objectifs de notre démarche étaient de:

- 1) Décrire, puis comparer les caractéristiques physiques et biologiques des haies arbustives et arborescentes naturelles et plantées et des haies herbacées.
- 2) Décrire, puis comparer la fréquentation par la faune aviaire des différents types de haies à l'étude.
- 3) D'après les résultats obtenus, évaluer a) le rôle des haies en tant que site propice à la fréquentation des espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture b) le potentiel des haies en tant que site propice à la fréquentation des espèces pouvant agir en tant qu'agents de contrôle biologique des insectes ravageurs c) le rôle des haies pour la conservation de la biodiversité en milieu agricole.
- 4) Et ce, pour finalement en arriver à proposer des éléments pouvant contribuer à développer des méthodes d'aménagement intégré des haies brise-vent afin de rentabiliser le plus possible leur implantation et favoriser leur conservation dans le paysage agricole québécois.

AIRE D'ÉTUDE ET MÉTHODOLOGIE

Nous avons inventorié des haies brise-vent dans les localités de Saint-Amable, Saint-Barnabé, Sainte-Madeleine, Upton, Saint-Nazaire et Sainte-Hélène, toutes situées dans la région du Richelieu\Saint-Hyaánthe (Figure 1). Des haies qui répondaient aux critères de sélection dictés par les objectifs de la présente étude ont été identifiées et le droit de passage sur les terres a aimablement été accordé par chaque propriétaire et/ou locataire des terrains sur lesquels se trouvait une haie que nous avons choisie.

Un total de 61 haies brise-vent a été sélectionné. Afin de ne pas avoir à tenir compte de la nature des champs adjacents aux haies dans les analyses statistiques, nous avons choisi de considérer cet élément lors de l'élaboration du plan d'échantillonnage. Chacune des haies considérée individuellement devait être bordée, de chaque côté, par un même type de culture soit : des grandes cultures (maïs sucré ou d'ensilage, soya, haricots secs), des cultures maraîchères (légumes et petits fruits) ou des cultures de pommes de terre (Tableau 1). De façon générale, nous retrouvions, dans chacun des types de haies choisis, les différents types de culture. Aussi, nous avons exclu volontairement de notre échantillonnage les haies qui étaient bordées par des pâturages ou des champs de foin. En effet, ces deux derniers types de culture (pâturages et champs de foin) sont assez différents des autres types de culture (grande cultures, cultures maraîchères et de pommes de terre) au niveau du travail des sols et de l'utilisation d'engrais et de pesticides pour que cela puisse entraîner une différence dans la fréquentation des haies par les oiseaux et dans leur colonisation par la végétation (Jobin *et al.* sous presse). Nous avons aussi construit notre échantillonnage de manière à ce que les haies naturelles et plantées soient en moyenne comparables en terme de longueur et de hauteur, situées en milieu ouvert ou boisé (Figure 2). Les haies herbacées étaient sélectionnées en fonction de ces mêmes caractéristiques (sauf pour la hauteur).

À chacune des 61 haies, nous avons effectué trois recensements d'oiseaux (du 5 juin au 10 juillet 1995) et une description de la végétation (du 5 au 19 juillet 1995). La liste des paramètres physiques et biologiques mesurés dans les haies apparaît au tableau 2. Bien qu'aucun inventaire exhaustif de mammifères n'ait été effectué, nous avons noté les espèces observées ainsi que les traces de leur présence à l'intérieur des haies ou en bordure de celles-ci (voir liste des espèces à l'annexe 1).

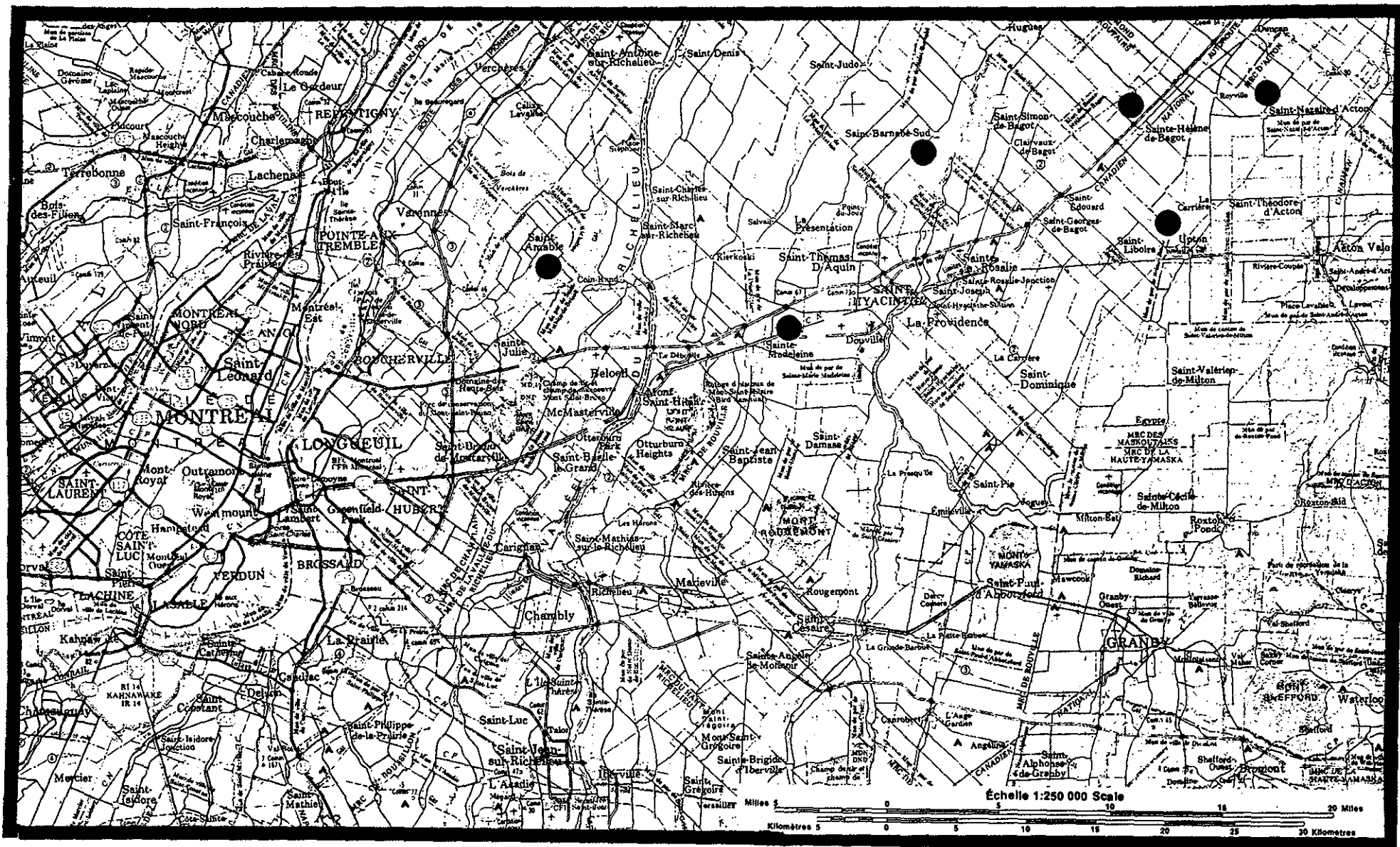


Figure 1: Localisation des sites d'étude

Tableau 1: Site d'étude et cultures adjacentes aux haies brise-vent.

LIEUX	TYPES DE HAIES	TYPES DE CULTURE
Saint-Amable	2 naturelles 6 plantées 2 herbacées	Culture de pommes de terre
Sainte-Madeleine	- 7 plantées 1 herbacées	Culture maraîchère et grandes culture
Saint-Barnabé	- 4 plantées 2 herbacées	Grandes cultures
Upton	13 naturelles - 7 herbacées	Grandes cultures
Saint-Nazaire	2 naturelles - 1 herbacée	Grandes cultures
Sainte-Hélène	10 naturelles - 4 herbacées	Grandes cultures

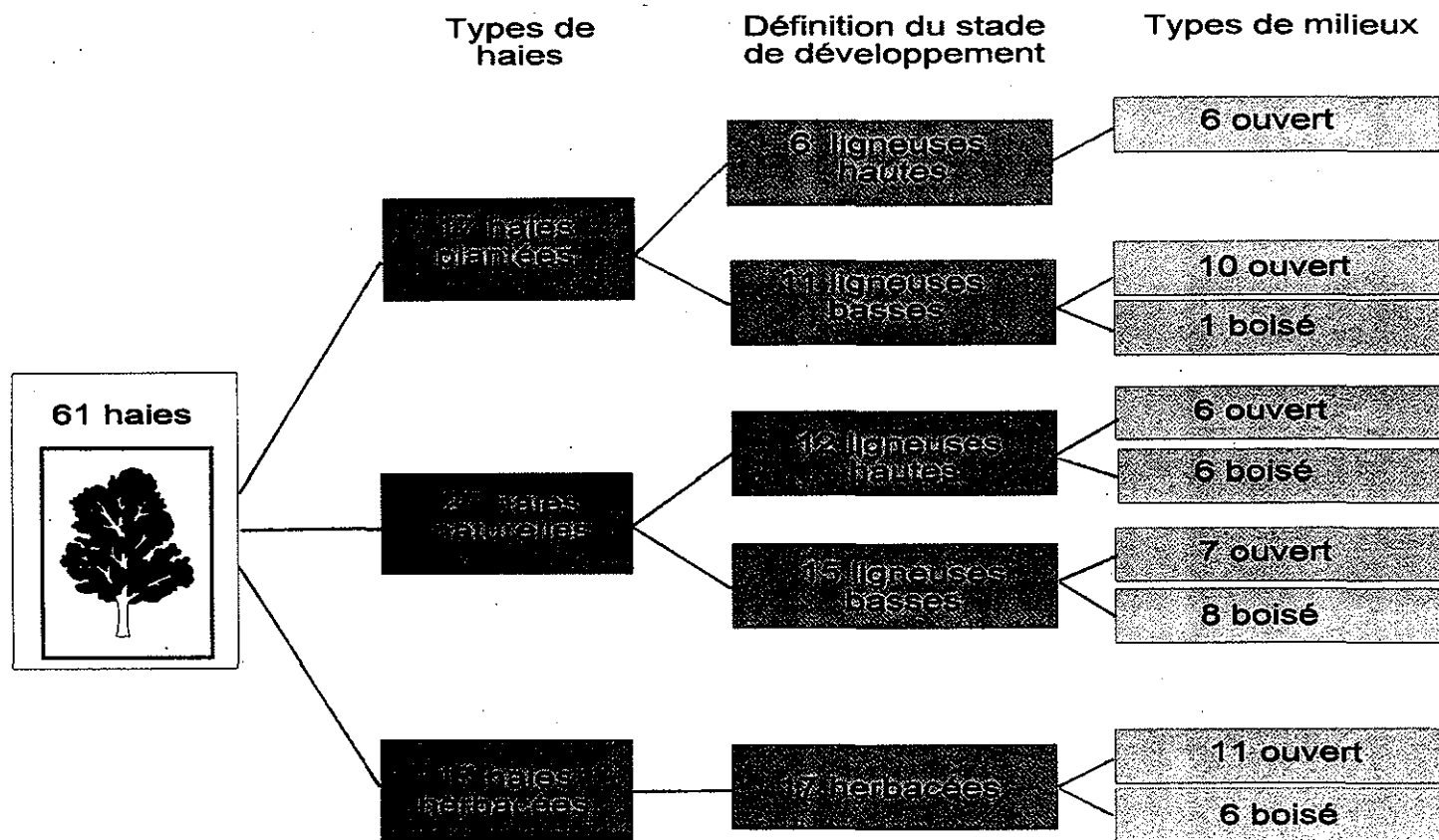


Figure 2: Répartition des 61 haies brise-vent dans les différents types de milieux définis dans cette étude.

Tableau 2: Liste des paramètres descriptifs des communautés aviaires et des haies brise-vent mesurés dans cette étude

PARAMÈTRES DESCRIPTIFS DES COMMUNAUTÉS AVIAIRES

Nombre total d'espèces d'oiseaux observées (en considérant les trois relevés)
Nombre moyen d'espèces d'oiseaux observées par relevé
Nombre maximum d'individus observés (en considérant les trois relevés)
Nombre moyen d'individus observés par relevé
Densité maximum d'oiseaux (en considérant les trois relevés)
Densité moyenne d'oiseaux par relevé

PARAMÈTRES PHYSIQUES DESCRIPTIFS DES HAIES BRISE-VENT

Longueur de la haie (m)
Largeur (m)
Superficie (ha)

PARAMÈTRES BIOLOGIQUES DESCRIPTIFS DES HAIES BRISE-VENT

Hauteur maximum de la strate arborescente (m)
Hauteur moyenne de la strate arborescente (m)
Hauteur maximum de la strate arbustive (m)
Hauteur moyenne de la strate arbustive (m)
Hauteur maximum de la strate herbacée (cm)
Hauteur moyenne de la strate herbacée (cm)
Nombre d'espèces ligneuses dans la strate arborescente
Nombre d'espèces ligneuses dans la strate arbustive
Nombre d'espèces non-ligneuses recouvrant > 5% du quadrat (1 m x 1 m) dans la strate herbacée
Pourcentage de recouvrement de sol nu dans la strate herbacée
Pourcentage de recouvrement moyen de la strate arborescente
Pourcentage de recouvrement moyen de la strate arbustive
Pourcentage de recouvrement moyen de la strate herbacée
Pourcentage de recouvrement de la haie où il n'y a pas de strate arbustive ni arborescente (trouée)
Nombre d'arbres morts dans la strate arborescente

Mesure des paramètres physiques et biologiques des haies brise-vent

La longueur de la haie a été mesurée en marchant le long de celle-ci et en la marquant à tous les 100 m à l'aide de ruban forestier. La mesure de la largeur de la haie, délimitée par la largeur de la strate herbacée, était mesurée à tous les 200 m ou au moins à trois reprises à l'aide d'un ruban gradué. La valeur qui a été utilisée dans les analyses correspond à la moyenne de ces mesures. La superficie est la résultante de la longueur de la haie multipliée par sa largeur moyenne.

Nous avons défini la strate arbustive comme comprenant toutes les espèces ligneuses dont la hauteur ne dépassait pas cinq mètres. La strate arborescente incluait toutes les espèces ligneuses qui mesuraient plus de cinq mètres de hauteur. La hauteur moyenne de la strate arbustive et arborescente était estimée *de visu* après que les deux observateurs aient vérifié la justesse de leurs évaluations avec une mesure graduée. Selon la variation que nous observions dans la hauteur des arbres, l'évaluation de la hauteur moyenne de chacune des strates (arbustive et arborescente) se faisait en une ou plusieurs étapes. Pour les haies plantées, la hauteur des arbres était souvent peu variable donc, un seul coup d'oeil jeté à l'ensemble de la haie nous permettait rapidement d'estimer la hauteur moyenne des arbres et la hauteur des arbres les plus hauts. Toutefois, pour les haies naturelles, nous procédions généralement en plusieurs étapes. À chacune des sections de 100 m ou de 200 m, nous faisons une évaluation de la hauteur des arbres pour, à la fin du trajet, effectuer la moyenne de ces mesures, tout en jetant un dernier coup d'oeil à l'ensemble de la haie pour établir la valeur finale des hauteurs maximales et moyennes. Nous avons aussi compté le nombre d'arbres morts présents dans la strate arborescente et estimé la portion de la haie qui n'était pas colonisée par une strate arborescente ou une strate arbustive haute (% trouée).

En marchant le long de la haie, nous avons identifié puis estimé le recouvrement de chacune des espèces ligneuses présentes dans la strate arborescente. Nous procédions toujours par section de 100 m ou de 200 m pour, à la fin, évaluer le pourcentage total de recouvrement de chacune des espèces ligneuses inventoriées dans la strate arborescente. Chacune des espèces ligneuses présentes dans la strate arbustive était identifiée puis, nous avons noté les espèces les plus importantes en terme de fréquence d'apparition et de recouvrement total de chacune des haies.

L'échantillonnage de la végétation herbacée était effectué à tous les 200 m (dans le sens de la longueur) ou au moins à trois reprises pour les haies de moins de 400 m. À chaque endroit, nous placions trois quadrats (A, B et C) de 1 m x 1 m ; un de chaque côté de la haie puis un au centre (dans le sens de la largeur). Pour les haies de moins de trois mètres de largeur, le plus grand nombre possible de quadrat était effectué. Dans chacun des quadrats ou placettes échantillon, les espèces herbacées qui avaient un recouvrement supérieur à cinq pourcent étaient identifiées et leur pourcentage de recouvrement respectif était pris en note. La hauteur maximale ainsi que la hauteur moyenne de la strate herbacée étaient mesurées à l'aide d'un mètre gradué. Le pourcentage de recouvrement total était estimé de même que le pourcentage de recouvrement du sol nu c'est-à-dire, dépourvu de végétation morte ou vivante.

Recensement d'oiseaux et description de la communauté aviaire

Nous procédions aux recensements d'oiseaux dans la demi-heure qui suivait le levé du soleil jusqu'à environ 10h00 am, ce qui correspondait à la période à laquelle la plupart des espèces d'oiseaux étaient actives. Aucun recensement d'oiseaux n'était effectué par journée de mauvais temps (pluie ou vent). Les oiseaux étaient recensés au chant ainsi qu'à la vue. Les recensements d'oiseaux se déroulaient comme suit : nous nous rendions à une extrémité de la haie brise-vent puis, nous attendions quelques minutes avant de recommencer à marcher pour que les oiseaux dérangés par notre arrivée puissent retourner à leurs activités. Pendant ce temps d'attente, nous pouvions identifier les espèces d'oiseaux qui fréquentaient les champs. Ensuite, les oiseaux qui fréquentaient les haies brise-vent ou qui se trouvaient à cinq ou à 10m de chaque côté de la haie étaient identifiés alors que nous marchions à un rythme d'environ 2 km/h (Bibby *et al.* 1992). Lorsque c'était possible, le comportement de l'oiseau (alerte, alimentation, chant, se perche, arrive dans la haie, sort de la haie, marche, vol) était noté ainsi que le sexe (mâle ou femelle) et l'âge (adulte ou juvénile). Rendus au bout de la haie, nous marquions encore une fois un temps d'arrêt, avant de remarcher la haie en sens inverse, du côté opposé en prenant en note toutes les mêmes variables. Lorsque les haies échantillonnées étaient situées à moins de 500 m de distance l'une de l'autre, chacun des observateurs notait si des oiseaux traversaient de la haie qu'il observait à la haie inventoriée par l'autre observateur, de façon à éviter toute redondance lors de la prise de données.

Calculs et analyse statistique

Toutes les haies (n=61) ont été échantillonnées à trois reprises. Lors de chacun des recensements, tous les oiseaux vus et entendus étaient identifiés puis, leur présence était notée lors du trajet allé et du trajet retour, chacun effectué d'un côté différent de la haie. Les mêmes individus pouvaient donc être recensés à deux reprises ; une fois lors du trajet allé et une seconde fois au retour. Cet aspect a été considéré dans les calculs qui sont expliqués aux sections suivantes.

Afin de vérifier s'il était nécessaire d'effectuer les trajets allé et retour lors des recensements d'oiseaux dans les haies brise-vent, nous avons calculé, puis comparé le nombre moyen d'individus et le nombre moyen d'espèces recensés lors de chacun des trajets. Le nombre moyen d'individus recensés lors du trajet allé était semblable au nombre moyen d'individus recensés lors du trajet retour (test de T, tous les $P > 0,6$). Il en était de même pour le nombre moyen d'espèces (test de T, tous les $P > 0,4$). Toutefois, en comparant le nombre total d'espèces d'oiseaux recensées lors du trajet allé au nombre total d'espèces d'oiseaux observées lors du trajet retour (toutes les haies regroupées), nous avons pu constater qu'un total de 12 espèces d'oiseaux supplémentaires avaient été identifiées lors du trajet retour. Nous considérons donc qu'il est préférable d'effectuer les deux trajets (allé et retour) lors des recensements d'oiseaux dans les haies brise-vent ou dans tout autre type d'habitat linéaire.

Calcul du nombre d'espèces d'oiseaux

Nous avons d'abord présenté, dans la section résultat, le nombre total d'espèces d'oiseaux observées (en considérant les trois relevés d'oiseaux et l'ensemble des 61 haies échantillonnées). Par la suite, afin de pouvoir comparer les trois types de haies, la fréquentation des haies par les oiseaux a été exprimée en terme de moyenne du nombre total d'espèces d'oiseaux (en considérant les trois relevés) observées par kilomètre de haie. Le nombre d'espèces d'oiseaux observées/km ne variait pas d'un relevé à l'autre (test de T, tous les $P > 0,1$) et ce, pour tous les types de haies à l'étude, sauf les haies herbacées où le nombre d'espèces d'oiseaux observées au premier relevé ($\bar{x}=5,8$) était supérieur au nombre observées au deuxième ($\bar{x}=3,6$) et au troisième ($\bar{x}=3,6$) (test de T, tous les $P < 0,008$). Étant donné cette variation, nous avons considéré que l'utilisation de la moyenne des trois relevés était la meilleure façon d'illustrer la fréquentation des haies par les oiseaux.

Calcul du nombre d'individus

Pour faire le décompte du nombre maximum d'individus observés par espèce d'oiseaux, nous ne tenions compte, lors de chaque relevé, que du trajet pour lequel le nombre d'individus recensés par espèce était le plus grand. Nous avons fait deux types de calcul : la moyenne du nombre maximum d'individus (en sélectionnant, parmi les trois relevés, celui où le nombre d'individus était le plus grand) et la moyenne du nombre moyen d'individus (moyenne des trois relevés). Comme nous l'avons fait pour les espèces, nous avons vérifié s'il y avait des différences significatives entre le nombre d'individus/km observés lors des trois relevés. Nous n'avons noté aucune différence entre le premier, le deuxième et le troisième relevé pour les haies plantées et herbacées (test de T, tous les $P > 0,1$). Toutefois, pour les haies naturelles, le nombre d'individus observés/km au troisième relevé ($\bar{x}=36,3$) était significativement plus élevé que le nombre d'individus observés/km aux relevés un ($\bar{x}=26,6$) et deux ($\bar{x}=26,5$) (test de T, tous les $P < 0,04$). Pour cette raison, nous avons privilégié l'utilisation de la moyenne du nombre moyen d'individus plutôt que celle du nombre maximum d'individus choisi parmi les trois relevés lors des analyses.

Calcul de la densité

Le calcul de la densité moyenne a été effectué de la même façon que celui du nombre moyen d'individus observés/km de haie sauf que la densité est exprimée par unité de surface (Nb d'individus/ha).

Calcul de l'indice d'importance relative

La méthode de calcul de l'indice d'importance relative est illustrée au tableau 3, telle qu'elle a été développée par Yahner (1983).

Analyse statistique

Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS (SAS institute inc. 1988). Les moyennes des paramètres physiques ou biologiques descriptifs des différents types de haies ont été comparées à l'aide du test de T. Dans les cas où les variances des deux échantillons étaient significativement différentes, c'est la valeur de 'P' assignée au test de Satterthwaite qui a été considérée. Le seuil de signification utilisé est de 0,05.

Tableau 3: Méthode de calcul de l'indice d'importance relative des espèces d'oiseaux, tirée de Yahner (1983)

RN: (composante numérique)

$$\frac{\text{NOMBRE MOYEN D'INDIVIDUS (D'UNE ESPÈCE DONNÉE) OBSERVÉS PAR INVENTAIRE (TOUTES LES HAIES REGROUPÉES)}}{\text{NOMBRE D'INDIVIDUS DE L'ESPÈCE LA PLUS ABONDANTE}} \times 100$$

RS (composante spatiale)

$$\frac{\text{NOMBRE DE HAIES DANS LESQUELLES L'ESPÈCE A ÉTÉ OBSERVÉE}}{\text{NOMBRE TOTAL DE HAIES}} \times 100$$

RT (composante temporelle)

$$\frac{\text{NOMBRE DE RELEVÉS OÙ L'ESPÈCE A ÉTÉ OBSERVÉE}}{\text{NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS}} \times 100$$

$$\text{IV (INDICE D'IMPORTANCE RELATIVE)} = \text{RN} + \text{RS} + \text{RT}$$

CRITÈRES DE CLASSIFICATION :

IMPORTANCE ÉLEVÉE	IV > 150
IMPORTANCE MODÉRÉE	IV entre 83 et 149
IMPORTANCE FAIBLE	IV entre 61 et 82
IMPORTANCE NÉGLIGEABLE	IV < 60

Afin de déterminer quels étaient les paramètres descriptifs des haies (tous les types regroupés) qui expliquaient le mieux la fréquentation des haies par les oiseaux, nous avons mis en relation (corrélations de Pearson) les paramètres descriptifs des populations d'oiseaux avec les paramètres descriptifs des haies. Ce sont les variables indépendantes qui ressortaient comme étant significatives à cette étape qui ont été utilisées dans l'analyse de régression multiple. Si deux variables indépendantes étaient très hautement corrélées entre elles, nous ne retenions que la variable qui nous permettait de faire la meilleure interprétation écologique des résultats. Le seuil de signification utilisé pour les variables indépendantes intégrées à la régression était fixé à 0,15.

RÉSULTATS

Des haies avec des caractéristiques différentes (arbustives et arborescentes, situées en milieu boisé et ouvert) ont été sélectionnées pour chacun des types de haies étudiés (naturelles, plantées et herbacées) (voir la Figure 2). Afin de justifier un regroupement des haies pour les analyses statistiques, nous avons vérifié si le fait que les haies soient situées en milieu ouvert ou boisé pouvait avoir une influence sur leur fréquentation par les oiseaux. Bien que pour les haies naturelles, la fréquentation par les oiseaux était significativement différente selon que les haies étaient situées en milieu ouvert ou boisé, une analyse plus approfondie des données a démontré que ces différences étaient davantage liées aux qualités intrinsèques des haies qu'au milieu environnant (milieu ouvert ou boisé) (comparaison d'un modèle linéaire à deux puis à plusieurs facteurs incluant les paramètres descriptifs des haies). Pour les haies plantées, la différence entre les milieux ouvert et boisé n'a pu être vérifiée puisqu'une seule haie plantée avait été recensée en milieu boisé comparativement à 16 en milieu ouvert. Finalement, nous n'avons noté aucune différence significative entre les paramètres descriptifs des communautés aviaires lors de la comparaison des haies herbacées situées en milieu ouvert et boisé (test de T, tous les $P > 0,1$). Pour ces raisons, les haies situées en milieu ouvert et boisé ont été regroupées pour les analyses statistiques subséquentes.

Description des haies brise-vent

Paramètres physiques

Les haies (tous les types regroupés) mesuraient en moyenne 594 m de long, 6 m de large et couvraient une superficie de 0,33 ha. Ces haies étaient, selon nous, représentatives de ce qu'on peut retrouver dans le paysage des régions fortement agricoles du sud de la province. Leur superficie était relativement faible et ne dépassait jamais 1 ha; elle variait entre 0,07 ha et 0,96 ha. Les haies ne s'étendaient habituellement pas sur toute la longueur du champs et mesuraient de 160 m à 1200 m de long. Finalement, la largeur des haies variait de 1,6 m à 12 m, ce qui représentait un peu plus d'une rangée d'arbres ou d'arbustes. Les valeurs moyennes, minimales et maximales des caractéristiques physiques et biologiques des haies brise-vent sont présentées au tableau 4.

La longueur des haies était en moyenne semblable pour tous les types de haies à l'étude. Nous avons cependant noté une différence significative entre la longueur des haies naturelles arborescentes et arbustives : les haies naturelles arborescentes s'étendaient en moyenne sur 718 m de long comparativement à 521 m pour les haies arbustives. La largeur des haies naturelles et plantées était en moyenne similaire toutefois, les haies arbustives (qu'elles soient naturelles ou plantées) étaient significativement plus étroites que les haies arborescentes. La largeur des haies herbacées se comparait à celle des haies arbustives. Finalement, les variations notées au niveau de la superficie étaient similaires aux variations de la largeur moyenne des différents types de haies à l'étude.

Paramètres biologiques

Parmi les haies étudiées, ce sont les caractéristiques des strates arborescente (>5 m) et arbustive (<5 m) qui distinguaient le mieux les différents types de haies (Tableau 4). En effet, les différents types de haies étaient colonisés par une strate herbacée qui présentait des caractéristiques assez similaires, la différence la plus notable se situant au niveau de sa colonisation par les mauvaises herbes (Tableau 8).

Description de la strate arborescente

Le nombre d'espèces ligneuses identifiées dans la strate arborescente des haies naturelles était toujours plus grand que le nombre d'espèces ligneuses identifiées dans les haies plantées, qu'elles soient rendues au stade arbustif ou arborescent. Les haies naturelles étaient colonisées au total par 31 espèces ligneuses différentes alors que seulement 18 et quatre espèces ont été identifiées dans les haies plantées et herbacées respectivement. Si nous nous attardons aux valeurs minimales du nombre d'espèces ligneuses identifiées dans la strate arborescente, nous pouvons remarquer que la strate arborescente (>5 m) des haies arborescentes plantées n'était parfois colonisée que par une seule espèce ligneuse alors que les haies naturelles, rendues au même stade de développement étaient colonisées, au minimum, par six espèces ligneuses (Tableau 4). Les haies plantées monospécifiques se retrouvaient surtout en bordure des champs de pommes de terre dans la région de Saint-Amable (ces brise-vent, constitués exclusivement de pin, se prêtaient bien au sol sablonneux et aux types de culture qu'on retrouvait dans cette région). Les haies plantées multispécifiques étaient surtout colonisées par des espèces d'arbres à feuilles décidues comme le frêne et le chêne ainsi que le mélèze alors que les haies naturelles étaient surtout colonisées par des espèces comme

Tableau 4: Valeurs moyennes, minimales et maximales des paramètres physiques et biologiques des haies brise-vent arbustives et arborescentes naturelles et plantées et herbacées (les moyennes assignées d'une même lettres ne sont pas significativement différentes).

	HAIES NATURELLES						HAIES PLANTÉES						HAIES HERBACÉES (n = 17)			Valeurs de 'P'
	Arbustives (n = 15)			Arborescentes (n = 12)			Arbustives (n = 11)			Arborescentes (n = 6)			Moy. (E.S)	Min.	Max.	
	Moy. (E.S)	Min.	Max.	Moy. (E.S)	Min.	Max.	Moy. (E.S)	Min.	Max.	Moy. (E.S)	Min.	Max.				
LONGUEUR (M)	521 (46) a	250	830	718 (87) b	200	1050	613 (46) ab	350	810	467 (53) ab	300	700	596 (82) ab	160	1200	>0,04
LARGEUR (M)	4,8 (0,5) a	2,9	10,4	7,3 (0,4) b	5,1	9,9	4,3 (0,4) a	1,6	6,1	9,0 (0,7) b	6,5	12,0	4,8 (0,5) a	1,9	10,5	>0,00001
SUPERFICIE (HA)	0,26 (0,03) a	0,1	0,8	0,53 (0,08) b	0,15	0,96	0,25 (0,03) a	0,13	0,40	0,42 (0,04) bc	0,26	0,54	0,28 (0,04) ac	0,07	0,63	>0,003
STRATE ARBORESCENTE																
% RECOUVREMENT	16,7 (2,4) a	2	32	59 (6) b	20	83	4,0 (2,2) cd	0	2,5	88,8 (4,8) d	65	95	0,4 (0,3) e	0	5	>0,0001
NB D'ESPÈCES LIGNEUSES	6,3 (0,6) a	2	10	10,3 (0,9) b	6	16	0,9 (0,3) cd	0	3	3,0 (0,9) c	1	9	0,3 (0,2) d	0	3	>0,00001
HAUTEUR MAXIMUM (M)	10,6 (0,8) a	6	15	14,0 (0,5) b	11	16	8,6 (1,7) a	4,5	15	10,7 (1,4) ab	8	17	10,6 (4,4) a	6	15	>0,002
HAUTEUR MOYENNE (M)	5,7 (0,2) a	4,5	6,8	8,0 (0,3) b	6,1	9,2	7,4 (1,4) ab	4,5	15	8,3 (0,5) b	6	10	8,6 (2,4) b	6,1	11	>0,00001
NOMBRE D'ARBRES MORTS	2,9 (0,8) a	0	10	13,3 (3,4) b	1	36	0,27 (0,19) c	0	2	0,17 (0,17) c	0	1	0	-	-	>0,003
TROUÉE (%)	57,4 (2,8) a	42	85	25,8 (5,1) b	7	61	54 (8) a	15	100	11,2 (4,8) b	5	35	99,6 (0,3) c	95	100	>0,0001
STRATE ARBUSTIVE																
% RECOUVREMENT	69 (4) a	32	94	81 (4) b	51	98	55 (5,3) c	30	85	40 (12) cd	5	85	24,4 (6,9) d	0	95	>0,0001
NB D'ESPÈCES LIGNEUSES	14,9 (0,6) a	12	19	24,8 (2,1) b	10	34	7,2 (0,8) c	3	12	13,7 (2,4) a	7	26	7,4 (1,1) c	2	16	>0,00001
HAUTEUR MAXIMUM (M)	4,9 (0,07) a	4	5	4,9 (0,08) a	4	5	4,5 (0,2) a	3,5	5	4,9 (0,08) a	4,5	5	2,3 (0,3) b	0,4	5	>0,0001
HAUTEUR MOYENNE (M)	2,12 (0,12) a	1,5	3,2	2,3 (0,3) ab	1,2	4,7	2,6 (0,2) b	2	3	2,3 (0,4) ab	1	4	1,0 (0,1) c	0,3	1,8	>0,00001
STRATE HERBACÉE																
% RECOUVREMENT	62,6 (2,1) a	48	76	52,7 (4,3) b	24	75	65,1 (5,6) ab	24	85	55,7 (7,1) ab	29	81	61,6 (3,4) ab	33	79	>0,036
% RECOUVREMENT SOL NU	16,3 (2,2) a	6	35	21,0 (3,7) a	6	47	13,8 (4,5) a	4	50	21,5 (5,4) a	3	41	21,8 (4,0) a	14	58	>0,2
NB D'ESPÈCES	16,5 (0,9) a	9	23	20,7 (1,9) b	14	38	17,2 (1,8) ab	8	27	19,0 (1,3) ab	13	23	18,9 (1,2) ab	12	26	>0,013
HAUTEUR MAXIMUM (M)	41,3 (2,2) a	34	60	37,4 (2,4) a	25	54	35,9 (1,9) a	22	44	33,9 (3,2) a	26	45	36,6 (1,5) a	26	48	>0,08
HAUTEUR MOYENNE (M)	25,5 (2,0) a	17	44	22,5 (1,9) a	14	38	22,3 (1,7) a	13	31	22,0 (2,0) a	17	30	23,3 (1,5) a	14	36	>0,26

le Bouleau gris, le Peuplier faux-tremble et le Peuplier deltoïde (Tableau 6). La strate arborescente était le plus souvent absente des haies herbacées quoique quelques regroupements d'arbres pouvaient parfois y être observés. Finalement, on retrouvait moins d'arbres morts dans la strate arborescente des haies plantées que dans celle des haies naturelles (Tableau 4).

Le recouvrement de la strate arborescente était plus important dans les haies arborescentes plantées que dans les haies arborescentes naturelles ($\bar{x}=88,8\%$ comparativement à $\bar{x}=59\%$). Ceci peut être lié au fait que plusieurs haies plantées étaient colonisées uniquement par des espèces de conifère comme le pin, lequel avait un port beaucoup plus étalé que les autres espèces à feuilles décidues qui composaient en grande partie la strate arborescente des haies naturelles.

Description de la strate arbustive

Le nombre d'espèces ligneuses qui colonisaient la strate arbustive était significativement plus élevé dans les haies naturelles ($\bar{x}=14,9$ dans les haies arbustives et $\bar{x}=24,8$ dans les haies arborescentes) que dans les haies plantées ($\bar{x}=7,2$ dans les haies arbustives et $\bar{x}=13,7$ dans les haies arborescentes). Il faut spécifier que même si certaines espèces ligneuses avaient, avec le temps, réussies à coloniser les haies plantées, aucune espèce arbustive n'avait été intégrée à la haie lors de la plantation. En l'occurrence, les haies naturelles avaient une strate arbustive beaucoup plus développée que les haies plantées : le recouvrement de la strate arbustive était en moyenne de 55% et 40% dans les haies arbustives et arborescentes plantées comparativement à 69% et 81% dans les haies arbustives et arborescentes naturelles. Le nombre d'espèces ligneuses identifiées dans la strate arbustive et le recouvrement moyen de cette strate étaient beaucoup plus faibles dans les haies herbacées que dans les haies naturelles et plantées. Au total, 63 espèces ligneuses ont été identifiées dans la strate arbustive des haies naturelles comparativement à 55 dans les haies plantées et à 30 dans les haies herbacées. Les espèces ligneuses les plus importantes en terme de recouvrement moyen de la strate arbustive des haies naturelles étaient le Bouleau gris, le Cornouiller stolonifère, le Framboisier, le Saule de Bebb, le Saule rigide et la Spirée à larges feuilles. Dans les haies plantées, le Mélèze laricin, le Pin rouge et la Spirée à larges feuilles étaient les espèces les plus importantes en terme de recouvrement de la strate arbustive. Quoique peu importante dans les haies herbacées, la strate arbustive était surtout colonisée par de jeunes spécimens de Bouleau gris et de Saule rigide.

La liste des espèces végétales ligneuses recensées dans les strates arbustive (<5m de haut) et arborescente (>5m de haut) des haies brise-vent apparaît aux tableaux 5 et 6. En consultant ces deux tableaux, nous pouvons constater que 81 espèces ligneuses colonisaient la strate arbustive alors que 39 espèces colonisaient la strate arborescente. Nous avons fait le total des espèces ligneuses observées en considérant à la fois les strates arbustive et arborescente et nous avons calculé que 82 espèces ligneuses différentes avaient été recensées dans l'ensemble des 61 haies à l'étude.

Description de la strate herbacée et colonisation par les mauvaises herbes

Le recouvrement moyen de la strate herbacée était significativement plus important dans les haies naturelles arbustives ($\bar{x}=62,6\%$) que dans les haies naturelles arborescentes ($\bar{x}=52,7\%$). Toutefois, le recouvrement moyen de la strate herbacée n'était pas significativement différent dans les haies plantées arbustives et arborescentes mais, il tendait quand même à être plus important dans les haies arbustives que dans les haies arborescentes ($\bar{x}=65,1\%$ pour les haies arbustives comparativement à $\bar{x}=55,7\%$ pour les haies arborescentes). Le nombre moyen d'espèces herbacées était significativement plus élevé dans les haies naturelles arborescentes ($\bar{x}=20,7$) que dans les haies naturelles arbustives ($\bar{x}=16,5$). Le nombre d'espèces herbacées était en moyenne similaire pour tous les autres types de haies et variait de huit (valeur minimale) à 38 (valeur maximale), le nombre maximum d'espèces ayant été identifiées dans une haie arborescente naturelle. Finalement, la hauteur moyenne de la strate herbacée était semblable pour tous les types de haies à l'étude.

Un total de 131 espèces végétales herbacées ont été identifiées dans les haies brise-vent (tous les types de haies regroupés) (Tableau 7). Nous avons identifié 94 espèces herbacées dans les haies brise-vent naturelles, 79 dans les haies plantées et 92 dans les haies herbacées. Il faut rappeler que cela ne représente pas la richesse spécifique totale puisque seulement les espèces ayant un recouvrement de plus de cinq pourcent étaient identifiées lors des inventaires.

Afin de compléter la description de la strate herbacée des haies brise-vent, nous avons vérifié l'importance de la colonisation de cette strate par les mauvaises herbes. Dans un premier temps, nous avons identifié les espèces de mauvaises herbes selon le Règlement sur les mauvaises herbes, loi sur les abus préjudiciables à l'agriculture, L.R.Q., c. A-2, a.7). Parmi les 131 espèces identifiées (toutes les haies regroupées), seulement

Tableau 5: Liste des espèces ligneuses identifiées dans la strate arbustive (< 5 mètres de haut).
 Les espèces les plus abondantes ou les plus fréquentes dans les haies sont assignées d'un plus grand nombre de x.

Noms communs	Noms latins	Naturelles	HAIES	
			Plantées	Herbacées
Érable à Giguère	<i>Acer negundo</i>	XX	XX	X
Érable rouge	<i>Acer rubrum</i>	X	X	X
Érable argenté	<i>Acer saccharinum</i>		X	
Érable à sucre	<i>Acer saccharum</i>	XX	XX	
Aulne rugueux	<i>Alnus rugosa</i>	XX	X	
Amélanchier glabre	<i>Amelanchier laevis</i>	X	X	X
Aronia noir	<i>Aronia melanocarpa</i>	XX	X	
Bouleau à papier	<i>Betula papyrifera</i>	X	X	
Bouleau gris	<i>Betula populifolia</i>	XXXX	XX	XXX
Cornouiller à feuilles alternes	<i>Cornus alternifolia</i>	X		
Cornouiller stolonifère	<i>Cornus stolonifera</i>	XXXX	XX	XX
Noisetier à long bec	<i>Corylus cornuta</i>	X		
Aubépine	<i>Crataegus sp.</i>	X	X	X
Dièreville chèvrefeuille	<i>Diervilla lonicera</i>	XX		
Hêtre à grandes feuilles	<i>Fagus grandifolia</i>	X		
Frêne d'Amérique	<i>Fraxinus americana</i>	X	X	X
Frêne de Pennsylvanie	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>		X	
Houx verticillé	<i>Ilex verticillata</i>	X		
Noyer cendré	<i>Juglans cinerea</i>		X	
Noyer noir	<i>Juglans nigra</i>		X	
Kalmia à feuilles étroites	<i>Kalmia angustifolia</i>	X		
Mélèze laricin	<i>Larix laricina</i>		XXXX	X
Chèvrefeuille du Canada	<i>Lonicera canadensis</i>	X	X	
Pommier	<i>Malus pumila</i>	X	X	
Némopanthé mucroné	<i>Nemopanthus mucronatus</i>	X		
Parthénocisse à cinq folioles	<i>Parthenocissus vitacea</i>	X	X	
Épinette blanche	<i>Picea glauca</i>		XX	X
Épinette noire	<i>Picea mariana</i>		X	
Épinette rouge	<i>Picea rubens</i>		X	
Pin gris	<i>Pinus divaricata</i>		X	
Pin rouge	<i>Pinus resinosa</i>		XXXX	
Pin blanc	<i>Pinus strobus</i>		XX	X
Pin sylvestre	<i>Pinus sylvestris</i>		XX	
Peuplier baumier	<i>Populus balsamifera</i>	X		X
Peuplier deltoïde	<i>Populus deltoides</i>	X	X	X
Peuplier à grandes dents	<i>Populus grandidentata</i>	X	X	
Peuplier faux-tremble	<i>Populus tremuloides</i>	XX	XX	XX
Cerisier de Pennsylvanie	<i>Prunus pensylvanica</i>	XXX	X	X
Cerisier de Virginie	<i>Prunus virginiana</i>	XXX	XX	XX
Chêne rouge	<i>Quercus rubra</i>		XX	
Nerprun à feuilles d'aulne	<i>Rhamnus alnifolius</i>	X	X	

Espèces ligneuses identifiées dans la strate arbustive (tableau 5, suite)

Noms communs	Noms latins	Naturelles	HAIES	
			Plantées	Herbacées
Herbe à puce	<i>Rhus radicans</i>	XX		
Vinaigrier	<i>Rhus typhina</i>	X	X	
Gadellier américain	<i>Ribes americanum</i>	X		
Groseillier des chiens	<i>Ribes cynosbati</i>	X	X	
Gadellier glanduleux	<i>Ribes glandulosum</i>	X		
Groseillier hérissé	<i>Ribes hirtellum</i>	X		
Gadellier lacustre	<i>Ribes lacustre</i>	X		
Gadellier cultivé	<i>Ribes sativum</i>	X		
Mûrier	<i>Rubus allegheniensis</i>	XXX	X	XX
Ronce hispide	<i>Rubus hispida</i>	X		X
Framboisier	<i>Rubus idaeus</i>	XXXX	XX	XX
Ronce odorante	<i>Rubus odoratus</i>	X		
Ronce pubescente	<i>Rubus pubescens</i>	X		
Ronce sétuleuse	<i>Rubus setosus</i>			X
Saule blanc	<i>Salix alba</i>	X		X
Saule de Bebb	<i>Salix bebbiana</i>	XXXX	XX	XX
Saule discoloré	<i>Salix discolor</i>	XXX	XX	XX
Saule fragile	<i>Salix fragilis</i>	XX	XX	XX
Saule de l'intérieur	<i>Salix interior</i>	X	X	
Saule brillant	<i>Salix lucida</i>	X		XX
Saule noir	<i>Salix nigra</i>	X		
Saule pétiolé	<i>Salix petiolaris</i>	XXX	X	XX
Saule rigide	<i>Salix rigida</i>	XXXX	XX	XXX
Sureau du Canada	<i>Sambucus canadensis</i>	X	X	
Morelle douce-amère	<i>Solanum dulcamara</i>			X
Sorbier d'Amérique	<i>Sorbus americana</i>	X	X	
Spirée à larges feuilles	<i>Spiraea latifolia</i>	X	XXX	XX
Spirée tomenteuse	<i>Spiraea tomentosa</i>	X	X	X
Symphorine blanche	<i>Symphoricarpos albus</i>		X	
Lilas vulgaire	<i>Syringa vulgaris</i>		X	
Cèdre	<i>Thuja occidentalis</i>	X	X	
Tilleul d'Amérique	<i>Tilia americana</i>	X	X	
Orme rouge	<i>Ulmus rubra</i>	X	X	X
Airelle en corymbe	<i>Vaccinium corymbosum</i>	X	X	
Bleuet	<i>Vaccinium myrtilloides</i>	X		
Viorne à feuilles d'érable	<i>Viburnum acerifolium</i>		X	
Viorne cassinoïde	<i>Viburnum cassinoides</i>	XX		
Viorne lentago	<i>Viburnum lentago</i>	X		
Viorne trilobée	<i>Viburnum trilobum</i>	X	X	
Vigne des rivages	<i>Vitis riparia</i>	X		

Tableau 6: Liste des espèces ligneuses identifiées dans la strate arborescente (> 5 mètres de haut). Les espèces les plus abondantes ou les plus fréquentes sont assignées d'un plus grand nombre de x.

Noms communs	Noms latins	Naturelles	HAIES Plantées	Herbacées
Érable à Giguère	<i>Acer negundo</i>	XX	X	
Érable rouge	<i>Acer rubrum</i>	XX	X	
Érable argenté	<i>Acer saccharinum</i>		X	
Érable à sucre	<i>Acer saccharum</i>	XX		
Aulne rugueux	<i>Alnus rugosa</i>	XX		
Amélanchier glabre	<i>Amelanchier laevis</i>	X		
Bouleau à papier	<i>Betula papyrifera</i>	X		
Bouleau gris	<i>Betula populifolia</i>	XXXX	XX	X
Aubépine	<i>Crataegus sp.</i>	X		
Hêtre à grandes feuilles	<i>Fagus grandifolia</i>	X		
Frêne d'Amérique	<i>Fraxinus americana</i>	X		
Frêne de Pennsylvanie	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>		X	
Frêne non identifié	<i>Fraxinus sp.</i>	X	X	
Mélèze laricin	<i>Larix laricina</i>	X	XX	
Pommier	<i>Malus pumila</i>	X		
Épinette de Norvège	<i>Picea abies</i>		X	
Épinette rouge	<i>Picea rubens</i>		X	
Pin gris	<i>Pinus divaricata</i>		X	
Pin rouge	<i>Pinus resinosa</i>		XXX	
Pin blanc	<i>Pinus strobus</i>	X		
Peuplier baumier	<i>Populus balsamifera</i>	XX		X
Peuplier deltoïde	<i>Populus deltoides</i>	XXX	XX	X
Peuplier à grandes dents	<i>Populus grandidentata</i>	XX	X	
Peuplier faux-tremble	<i>Populus tremuloides</i>	XXXX	X	X
Cerisier de Pennsylvanie	<i>Prunus pennsylvanica</i>	XX		
Cerisier de Virginie	<i>Prunus virginiana</i>	X		
Chêne rouge	<i>Quercus rubra</i>		X	
Vinaigrier	<i>Rhus typhina</i>	X		
Saule blanc	<i>Salix alba</i>	X		
Saule de Bebb	<i>Salix bebbiana</i>	X		
Saule discolore	<i>Salix discolor</i>	X	X	
Saule fragile	<i>Salix fragilis</i>	X		
Saule de l'intérieur	<i>Salix interior</i>	X		
Saule brillant	<i>Salix lucida</i>	X		
Saule pétiolé	<i>Salix petiolaris</i>	X		
Saule rigide	<i>Salix rigida</i>	X		
Cèdre	<i>Thuja occidentalis</i>		X	
Tilleul d'Amérique	<i>Tilia americana</i>	XX		
Orme rouge	<i>Ulmus rubra</i>	XX	X	

Tableau 7: Liste des espèces végétales herbacées identifiées dans les haies brise-vent. Les espèces de mauvaises herbes sont marquées d'un rond noir dans la marge et les espèces les plus abondantes ou les plus fréquentes dans les haies sont assignées d'un plus grand nombre de x

Noms communs	Noms latins	HAIES		
		Naturelles	Plantées	Herbacées
Herbe à dinde	<i>Achillea millefolium</i>	X	X	X
● Chiendent	<i>Elytrigia repens</i>	XXX	XXX	XXX
Agrostis sp	<i>Agrostis sp.</i>	XXX	X	X
Plantain d'eau	<i>Alisma triviale</i>	X	X	X
● Amaranthe à tige rouge	<i>Amaranthus retroflexus</i>	X	X	X
● Petite herbe à poux	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	XXX	XXX	XXX
Apocyn à feuille d'Androsème	<i>Apocynum androsaemifolium</i>	X	X	X
Salsepareille	<i>Aralia nudicaulis</i>	X		
● Grande bardane	<i>Arctium lappa</i>		X	X
● Asclépiade commune	<i>Asclepias syriaca</i>	XXX	XXX	XXX
Aster simple	<i>Aster simplex</i>	XXX	XXX	X
Aster à ombelles	<i>Aster umbellatus</i>	X	X	
Aster sp	<i>Aster sp.</i>	X		
Athyrium fougère-femelle	<i>Athyrium filix-femina</i>	X		
Avoine	<i>Avena sativa</i>		X	
● Moutarde sauvage	<i>Synapsis arvensis</i>		XXX	
Brassica sp	<i>Brassica sp.</i>	X	X	X
Brome inerme	<i>Bromus inermis</i>	XX	XX	XX
Calamagrostis du Canada	<i>Calamagrostis canadensis</i>	X		
Bourse-à-pasteur	<i>Capsella bursa-pastoris</i>		X	
Carex crépu	<i>Carex crinita</i>	X		
Carex sp	<i>Carex sp.</i>	X		X
Céraiste vulgaire	<i>Cerastium vulgatum</i>	X		X
● Chou gras	<i>Chenopodium album</i>	XX	XXX	XX
● Marguerite blanche	<i>Chrysanthemum leucanthemu</i>	X		X
Chicorée	<i>Cichorium intybus</i>		X	X
● Carotte à Moreau	<i>Cicuta maculata</i>	X		X
● Chardon des champs	<i>Cirsium arvense</i>	X	XX	X
Chardon vulgaire	<i>Cirsium vulgare</i>	X	X	X
Liseron des haies	<i>Convolvulus sepium</i>	X	XX	XX
Cornouiller du Canada	<i>Cornus canadensis</i>	X		
● Souchet comestible	<i>Cyperus esculentus</i>	XX	XXX	X
Dactyle pelotonné	<i>Dactylis glomerata</i>	X	X	
● Carotte sauvage	<i>Daucus carota</i>	X	X	X
Dryoptéride spinuleuse	<i>Dryopteris spinulosa</i>	X		
● Pied-de-coq	<i>Echinochloa crus-galli</i>	X	X	
Concombre sauvage	<i>Echinocystis lobata</i>			X
Eleocharis sp	<i>Eleocharis sp.</i>			X
Épilobe coloré	<i>Epilobium coloratum</i>	X		
Épilobe hirsute	<i>Epilobium hirsutum</i>	X	X	
● Prêle des champs	<i>Equisetum arvense</i>	XXX	XXX	XXX
Prêle faux-scirpe	<i>Equisetum scirpoides</i>	X		X
Érigeron du Canada	<i>Erigeron canadensis</i>	X	X	

Noms communs	Noms latins	Naturelles	HAIES	
			Plantées	Herbacées
Érigeron de Philadelphie	<i>Erigeron philadelphicus</i>	X		
Érigeron hispide	<i>Erigeron strigosus</i>	X		X
Eupatoire maculée	<i>Eupatorium maculatum</i>	X		
Eupatoire perfoliée	<i>Eupatorium perfoliatum</i>	X		
● Euphorbe réveille-matin	<i>Euphorbia helioscopia</i>		X	
Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>			X
Fraisier des champs	<i>Fragaria virginiana</i>	X	X	X
Gailllet palustre	<i>Galium palustre</i>			X
Galium sp	<i>Galium sp.</i>	X	X	X
Benoîte d'Alep	<i>Geum aleppicum</i>			X
Benoîte du Canada	<i>Geum canadense</i>	X	X	
Lierre terrestre	<i>Glechoma hederacea</i>			X
Glycérie striée	<i>Glyceria striata</i>	X		X
● Millepertuis commun	<i>Hypericum perforatum</i>	XX		X
Impatiente du cap	<i>Impatiens capensis</i>	XX	X	XXX
Jonc épars	<i>Juncus effusus</i>			X
Juncus sp	<i>Juncus sp.</i>			X
Laitue bisannuelle	<i>Lactuca biennis</i>	X		X
Laitue serriole	<i>Lactuca serriola</i>		X	X
Lactuca sp	<i>Lactuca sp.</i>	X	X	
Léersie faux-riz	<i>Leersia oryzoides</i>	XX	X	XXX
Léontodon automnal	<i>Leontodon autumnalis</i>			X
Linaria vulgaire	<i>Linaria vulgaris</i>	X	X	X
Grémil officinal	<i>Lithospermum officinale</i>			X
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	X		
Lycophe d'Amérique	<i>Lycopus americanus</i>	X	X	X
Lycophe uniflore	<i>Lycopus uniflorus</i>			X
Lysimaque nummulaire	<i>Lysimachia nummularia</i>	X		
Salicaire	<i>Lythrum salicaria</i>	X	X	X
Maianthème du Canada	<i>Maianthemum canadense</i>	X		
Luzerne lupuline	<i>Medicago lupulina</i>	X	X	X
Luzerne cultivée	<i>Medicago sativa</i>	X	X	
● Méliot blanc	<i>Melilotus alba</i>		X	
Menthe du Canada	<i>Mentha canadensis</i>			X
Onagre bisannuelle	<i>Oenothera biennis</i>	X		
Onoclée sensible	<i>Onoclea sensibilis</i>	XX	X	X
Osmonde de Clayton	<i>Osmunda claytoniana</i>	X		
Oxalide dressée	<i>Oxalis stricta</i>	XX	X	X
Panicum sp	<i>Panicum sp.</i>	X		X
Panais sauvage	<i>Pastinaca sativa</i>		X	
Phalaris roseau	<i>Phalaris arundinacea</i>	X	X	X
Phléole des prés	<i>Phleum pratense</i>	XXX	XX	XXX
Roseau commun	<i>Phragmites communis</i>	XX	X	X
● Plantain majeur	<i>Plantago major</i>	X	X	X

Noms communs	Noms latins	Naturelles	HAIES	
			Plantées	Herbacées
Pâturin des prés	<i>Poa pratensis</i>	XXX	XXX	XXX
● Renouée liseron	<i>Polygonum convolvulus</i>	X	X	X
Sarrasin	<i>Polygonum fagopyrum</i>	X	X	X
● Renouée persicaire	<i>Polygonum persicaria</i>		X	X
● Gratte-cul	<i>Polygonum sagittatum</i>	X		
Polygonum sp	<i>Polygonum sp.</i>	X	X	XX
Potentille ansérine	<i>Potentilla anserina</i>	X	X	X
Potentille de Norvège	<i>Potentilla norvegica</i>	X		X
Prunelle vulgaire	<i>Prunella vulgaris</i>			X
● Ptéridium des aigles	<i>Pteridium aquilinum</i>	X		
Pyrole elliptique	<i>Pyrola elliptica</i>		X	
● Bouton d'or	<i>Ranunculus acris</i>	XX	X	X
Marguerite jaune	<i>Rudbeckia hirta</i>		X	X
Petite-oseille	<i>Rumex acetosella</i>	X		
Patience crépue	<i>Rumex crispus</i>	X	X	X
Sanguisorbe du Canada	<i>Sanguisorba canadensis</i>		X	X
Scirpe noirâtre	<i>Scirpus atrovirens</i>	X		
Scirpe à gaines rouges	<i>Scirpus rubrotinctus</i>			X
Scirpus sp	<i>Scirpus sp.</i>	X		X
Séneçon vulgaire	<i>Senecio vulgaris</i>			X
● Sétaire jaune	<i>Setaria glauca</i>		X	X
● Sétaire verte	<i>Setaria viridis</i>		X	
Berle douce	<i>Sium suave</i>	X		
Verge d'or très élevée	<i>Solidago altissima</i>	XX	XX	X
Verge d'or du Canada	<i>Solidago canadensis</i>	XX	XX	X
Verge d'or graminifoliée	<i>Solidago graminifolia</i>	X	X	X
Verge d'or rugueuse	<i>Solidago rugosa</i>	XX	X	X
● Laitéron des champs	<i>Sonchus arvensis</i>		X	
Laitéron épineux	<i>Sonchus asper</i>		X	X
Sonchus sp	<i>Sonchus sp.</i>		X	X
Stellaire graminioïde	<i>Stellaria graminea</i>	X	X	X
● Pissenlit officinal	<i>Taraxacum officinale</i>	XX	XXX	XXX
Salsifis des prés	<i>Tragopogon pratensis</i>		X	
Trèfle jaune	<i>Trifolium agrarium</i>	X		X
Trèfle alsyke	<i>Trifolium hybridum</i>	X	X	X
Trèfle rouge	<i>Trifolium pratense</i>		X	XX
Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	X		X
Blé	<i>Triticum aestivum</i>		X	X
Tussilage farfara	<i>Tussilago farfara</i>	X	X	XX
Quenouille	<i>Typha angustifolia</i>	XX	XX	X
Quenouille	<i>Typha latifolia</i>	XX	X	X
● Ortie élevée	<i>Urtica procera</i>	XX		X
Molène vulgaire	<i>Verbascum thapsus</i>			X
Vesce jargeau	<i>Vicia cracca</i>	XXX	XXX	XXX

Tableau 8: Valeurs moyennes, minimales et maximales des pourcentages de recouvrement par les mauvaises herbes dans les différents quadrats échantillonnés (A,B et C) dans les différents types de haies brise-vent. Les moyennes assignées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (Test de T, P>0,05).

(%) RECOUVREMENT PAR LES MAUVAISES HERBES	HAIES NATURELLES (n = 27)			HAIES PLANTÉES (n = 17)			HAIES HERBACÉES (n = 17)			VALEUR DE 'P'
	Moyennes (Err. stand.)	Min.	Max.	Moyennes (Err. stand.)	Min	Max.	Moyennes (Err. stand.)	Min.	Max.	
QUADRAT A	23,86 ^A (3,89)	10	86	44,47 ^B (5,76)	1	65	29,07 ^A (5,69)	3	77	>0,004
QUADRAT B	9,19 ^A (1,42)	2	64	26,18 ^B (4,80)	1	24	16,58 ^A (4,11)	0,8	53	>0,003
QUADRAT C	24,03 ^A (3,35)	13	87	42,17 ^B (5,00)	2	68	32,63 ^B (5,46)	3	71	>0,003

28 ont été retenues comme étant des mauvaises herbes lorsqu'elles étaient présentes à l'intérieur ou en bordure des champs. Il faut spécifier que la proportion des mauvaises herbes (28/131) serait inférieure à celle mesurée dans cette étude si nous avons tenu compte de toutes les espèces présentes dans les haies, au lieu de ne tenir compte que des espèces ayant un recouvrement de plus de cinq pourcent d'une parcelle échantillon de 1m x 1m. Aussi, faut-il mentionner que bien qu'elles aient été identifiées par le Règlement sur les mauvaises herbes, plusieurs espèces n'ont été observées qu'une seule fois et n'avaient qu'un faible recouvrement. Après avoir identifié les espèces de mauvaises herbes, nous avons calculé puis comparé leur recouvrement moyen pour chacun des quadrats (A, B et C) et ce, pour les différents types de haies à l'étude (naturelles, plantées et herbacées). Nous avons pu constater que le recouvrement moyen par les mauvaises herbes tendait toujours à être plus faible au centre de la haie (quadrat B) que de chaque côté (quadrats A et C) (tableau 8). Aussi, le recouvrement moyen par les mauvaises herbes (pour les trois quadrats, A, B et C) était significativement plus grand dans les haies plantées (de 26,18% à 44,47%) que dans les deux autres types de haies à l'étude. Le recouvrement moyen par les mauvaises herbes était semblable dans les haies naturelles (de 9,19 % à 24,03%) et herbacées (de 16,58% à 32,63%). Les espèces de mauvaises herbes les plus souvent rencontrées dans les haies brise-vent et qui avaient un recouvrement moyen de plus de 10% d'un quadrat étaient le Chiendent, la Prêle des champs, l'Asclépiade de Syrie, la Petite herbe à poux ainsi que le Pissenlit, le Chiendent étant de loin la mauvaise herbe la plus répandue.

Description de la fréquentation des haies brise-vent par la faune aviaire

Les espèces d'oiseaux observées dans les haies brise-vent

Nous avons observé 42 espèces d'oiseaux à l'intérieur des 61 haies brise-vent à l'étude. Les différentes espèces se répartissaient dans les trois types de haies de la façon suivante : 39 espèces d'oiseaux ont été observées dans les haies naturelles comparativement à 28 dans les haies plantées et à 19 dans les haies herbacées (Tableau 9). Un total de 17 espèces d'oiseaux ont été observées à la fois dans les haies naturelles, plantées et herbacées. La très grande majorité des espèces qui fréquentaient les haies herbacées (17/19 espèces) étaient aussi présentes dans les deux autres types de haies à l'étude. Il faut spécifier que l'observation de deux Jaseurs des cèdres et d'un Tyran tritri dans les haies herbacées était vraisemblablement liée à la présence, quoique peu importante, d'arbres et d'arbustes. Finalement, quelques 12 espèces d'oiseaux comme les moucherolles, le Tyran huppé, l'oriole, et les viréos n'ont été observées que dans les haies naturelles. Aussi, nous avons pu noter la présence de deux espèces de rapace ; un Busard Saint-Martin

Tableau 9: Espèces d'oiseaux identifiées dans les différents types de haies brise-vent. L'abondance relative des espèces est exprimée par le nombre d'individus/nombre de haie où l'espèce a été observée. Les espèces en caractères gras sont des espèces qui vivent essentiellement au sol.

ESPÈCES D'OISEAUX	HAIES NATURELLES (N = 27), 16,3KM	HAIES PLANTÉES (N = 17) 10,2KM	HAIES TÉMOINS (N = 17), 10,1KM
ALOUETTE CORNUE	1/1	6/2	1/1
BRUANT À GORGE BLANCHE	4/2	-	-
BRUANT CHANTEUR	206/27	141/17	58/15
BRUANT DES PRÉS	6/5	37/11	30/9
BRUANT VESPÉRAL	8/6	26/13	2/1
BUSARD SAINT-MARTIN	-	1/1	-
BUSE À QUEUE ROUSSE	1/1	-	-
CARDINAL À POITRINE ROSE	3/2	1/1	-
CAROUGE À ÉPAULETTES	144/24	53/15	21/9
CHARDONNET JAUNE	62/24	63/16	8/5
CHEVALIER BRANLEQUEUE	5/5	-	3/2
CORNEILLE D'AMÉRIQUE	17/8	24/10	-
ÉTOURNEAU SANSONNET	7/5	-	-
GEAI BLEU	1/1	1/1	-
GOGLU	1/1	5/3	2/1
HIRONDELLE DES GRANGES	-	-	1/1
JASEUR DES CÈDRES	23/6	9/1	2/1
MAUBÈCHE DES CHAMPS	1/1	-	-
MERLE D'AMÉRIQUE	66/23	7/6	2/2
MÉSANGE À TÊTE NOIRE	10/4	12/5	-
MOINEAU DOMESTIQUE	16/7	3/2	1/1
MOQUEUR CHAT	5/3	1/1	-
MOQUEUR ROUX	4/4	1/1	-
MOUCHEROLLE DES AULNES	4/4	-	-
MOUCHEROLLE DES SAULES	4/3	-	-
MOUCHEROLLE PHÉBI	1/1	-	-
MOUCHEROLLE SP	-	2/2	-
ORIOLE DU NORD	18/9	-	-
PARULINE JAUNE	23/12	2/1	-
PARULINE MASQUÉE	14/10	2/2	1/1
PERDRIX GRISE	5/3	4/2	1/1
PIC CHEVELU	3/2	2/2	-
PIC FLAMBOYANT	11/8	3/3	-
PIC MINEUR	6/5	-	-
PLUVIER KILDIR	1/1	1/1	1/1
QUISCALE BRONZÉ	37/13	2/2	2/1
ROSELIN FAMILIER	-	2/1	-
ROSELIN SP	2/1	-	-
TOURTERELLE TRISTE	3/3	3/2	1/1
TYRAN HUPPÉ	2/2	-	-
TYRAN TRITRI	8/5	5/1	1/1
VACHER À TÊTE BRUNE	43/17	35/12	11/4
VIRÉO AUX YEUX ROUGES	1/1	-	-
VIRÉO MÉLODIEUX	5/4	-	-
Nombre total d'espèces d'oiseaux = (42)	39	28	19

fréquentait une haie plantée alors qu'une Buse à queue rousse fréquentait une haie naturelle. Bien que ces espèces ne nichaient pas dans la haie, elles les visitaient de façon régulière et les utilisaient pour se percher.

Classification des espèces d'oiseaux selon leur indice d'importance relative

Chaque espèce d'oiseaux que nous avons observée pouvait fréquenter les haies de façon plus ou moins régulière pendant la période estivale. En effet, comme l'ont suggéré certains auteurs, les haies peuvent ne constituer qu'un habitat transitoire pour les oiseaux (O'Connor et Shrubbs 1986). Afin de compléter l'information discutée à la section précédente, nous avons calculé un indice d'importance relative selon la méthode développée par Yahner (1983) pour chacune des espèces d'oiseaux qui étaient présentes dans les haies brise-vent. Cet indice nous renseigne sur la constance d'apparition des différentes espèces d'oiseaux dans les haies en tenant compte des composantes temporelle, spatiale et d'abondance. Au tableau 10, les espèces d'oiseaux que nous avons observées dans les haies sont présentées par ordre décroissant des valeurs calculées de leur indice d'importance relative. Les espèces qui se sont vues assigner un indice d'importance relative élevé étaient présentes dans la plupart des haies d'un même type et/ou étaient observées lors des trois relevés et/ou étaient présentes en nombre relativement élevé comparativement aux autres espèces. À l'autre extrême, les espèces qui se sont vues assigner un indice d'importance relative négligeable ont pu n'être observées qu'une seule fois lors des trois relevés, dans un petit nombre de haies d'un même type et n'être présentes qu'en faible nombre.

Nous avons pu constater que les haies naturelles étaient fréquentées par plusieurs espèces ayant un indice d'importance moyen alors que les haies herbacées étaient surtout visitées par des espèces ayant un indice relatif d'importance négligeable. Ceci peut signifier que les haies herbacées agissaient davantage pour les oiseaux comme des sites de transit que les haies naturelles. En effet, sauf les Bruants chanteur, des prés et vespéral, le Carouge à épauettes, le Chardonneret jaune, le Vacher à tête brune, le Goglu et le Jaseur des cèdres, les espèces observées dans les haies herbacées n'ont été observées qu'une seule fois et dans une seule haie (voir Tableau 9). Les haies plantées se situaient entre ces deux extrêmes.

Tableau 10: Liste des espèces d'oiseaux identifiées dans les haies, classées selon leur indice d'importance relative.

INDICE D'IMPORTANCE RELATIVE ÉLEVÉ

HAIES NATURELLES	HAIES PLANTÉES	HAIES HERBACÉES
Bruant chanteur	Bruant chanteur	Bruant chanteur
Carouge à épauettes	Chardonneret jaune	Bruant des prés
Chardonneret jaune	Carouge à épauettes	Carouge à épauettes
Merle d'Amérique	Bruant vespéral	
Vacher à tête brune	Vacher à tête brune	
Quiscale bronzé	Bruant des prés	
Paruline jaune	Cornelle d'Amérique	

INDICE D'IMPORTANCE RELATIVE MOYEN

HAIES NATURELLES	HAIES PLANTÉES	HAIES HERBACÉES
Paruline masquée	Mésange à tête noire	Bruant vespéral
Oriole du Nord	Goglu	Chardonneret jaune
Cornelle d'Amérique	Pic flamboyant	Vacher à tête brune
Pic flamboyant	Tyran tritri	
Moineau domestique	Merle d'Amérique	
Jaseur des cèdres		
Bruant vespéral		
Tyran tritri		
Bruant des prés		
Étourneau sansonnet		
Pic mineur		
Chevalier branlequeue		
Moucherolle des aulnes		
Moqueur chat		
Moucherolle des saules		
Buse à queue rousse		
Moucherolle phébi		
Mésange à tête noire		
Viréo mélodieux		

INDICE D'IMPORTANCE RELATIVE FAIBLE

HAIES NATURELLES	HAIES PLANTÉES	HAIES HERBACÉES
Moqueur roux	Alouette cornue	Moucherolle Tchébec
Perdrix grise	Perdrix grise	Goglu
Tourterelle triste	Tourterelle triste	
Bruant à gorge blanche	Moineau domestique	
	Paruline masquée	
	Quiscale bronzé	
	Paruline jaune	
	Busard Saint-Martin	

INDICE D'IMPORTANCE RELATIVE NÉGLIGEABLE

HAIES NATURELLES	HAIES PLANTÉES	HAIES HERBACÉES
Cardinal à poitrine rose	Pic chevelu	Merle d'Amérique
Pic chevelu	Jaseur des cèdres	Jaseur des cèdres
Tyran huppé	Roselin familial	Quiscale bronzé
Alouette cornue	Geai bleu	Alouette cornue
Geai bleu	Cardinal à poitrine rose	Hirondelle des granges
Goglu	Moqueur chat	Moineau domestique
Maubèche des champs	Moqueur roux	Perdrix grise
Pluvier Kildir	Pluvier kildir	Pluvier kildir
Viréo aux yeux rouges		Paruline masquée
		Tourterelle triste
		Tyran tritri

Indice de nidification des oiseaux dans les haies

Nous avons utilisé les comportements des oiseaux comme indice de nidification, tel que décrit dans Gauthier et Aubry (1995). La liste des espèces d'oiseaux observées, annotées de leur statut respectif apparaît au tableau 11. La nidification a été confirmée pour la Corneille d'Amérique, le Merle d'Amérique et le Bruant des prés : nous avons trouvé des nids de Merle d'Amérique dans les haies naturelles et des nids de Corneille d'Amérique et de Bruant des prés dans les haies plantées. Des jeunes de Bruant chanteur, de Carouge à épauettes, d'Étourneau sansonnet, de Merle d'Amérique, de Mésange à tête noire, d'Oriole du Nord et de Vacher à tête brune ont été observés dans les haies naturelles alors que des jeunes de Bruant chanteur, d'Alouette cornue et de Carouge à épauettes ont été observés dans les haies plantées. Finalement, nous avons pu observer des jeunes de Bruant chanteur, de Bruant des prés, de Carouge à épauettes et de Vacher à tête brune dans les haies herbacées. Ces espèces doivent être considérées comme nicheuses probables plutôt que confirmées puisque les jeunes avaient déjà atteint l'âge de l'envol. Certaines espèces ayant un indice d'importance relative élevé et moyen peuvent être considérées comme nicheuses possibles puisqu'elles ont été observées de façon régulière dans un habitat propice à la nidification pendant la période propice à la nidification.

Comparaison statistique de la fréquentation des différents types de haies par les oiseaux

Afin de comparer statistiquement la fréquentation des différents types de haies par les oiseaux, nous avons utilisé la moyenne du nombre d'espèces d'oiseaux et du nombre d'individus observés par kilomètre de haie. Nous n'avons noté aucune différence significative entre les paramètres descriptifs des communautés aviaires mesurés dans les haies naturelles, qu'elles soient rendues au stade arbustif ou arborescent, sauf pour la densité d'oiseaux (nb ind/ha). La densité d'oiseaux était significativement plus élevée dans les haies arbustives ($\bar{x}=73,14$ ind/ha) que dans les haies arborescentes ($\bar{x}=38,24$ ind/ha) (Tableau 12).

Des différences ont toutefois été observées dans la fréquentation par les oiseaux des haies arbustives et arborescentes plantées. Le nombre moyen d'espèces d'oiseaux observées était significativement plus grand dans les haies arborescentes ($\bar{x}=18,47$) que dans les haies arbustives ($\bar{x}=11,79$). Cependant, le nombre moyen d'individus observés par kilomètre était significativement plus grand dans les haies arbustives ($\bar{x}=21,61$) que dans les haies arborescentes ($\bar{x}=36,75$). Aucune différence n'a été notée au niveau de la

Tableau 11: Indice de nidification des espèces d'oiseaux identifiées dans les différents types de haies brise-vent. Les espèces en caractères gras sont des espèces qui vivent essentiellement au sol.

ESPÈCES D'OISEAUX	HAIES NATURELLES (N = 27), 16,3 KM	HAIES PLANTÉES (N = 17), 10,2 KM	HAIES HERBACÉES (N = 17), 10,1 KM
ALOUETTE CORNUE		PROBABLE	
BRUANT À GORGE BLANCHE	PROBABLE		
BRUANT CHANTEUR	PROBABLE	PROBABLE	PROBABLE
BRUANT DES PRÉS	PROBABLE	CONFIRMÉE	PROBABLE
BRUANT VESPÉRAL	POSSIBLE	PROBABLE	POSSIBLE
BUSARD SAINT-MARTIN			
BUSE À QUEUE ROUSSE			
CARDINAL À POITRINE ROSE	PROBABLE		
CAROUGE À ÉPAULETTES	PROBABLE	PROBABLE	PROBABLE
CHARDONNET JAUNE	PROBABLE	PROBABLE	POSSIBLE
CHEVALIER BRANLEQUEUE	PROBABLE		
CORNEILLE D'AMÉRIQUE	POSSIBLE	CONFIRMÉE	
ÉTOURNEAU SANSONNET	PROBABLE		
GEAI BLEU			
GOGLU		PROBABLE	
HIRONDELLE DES GRANGES			
JASEUR DES CÈDRES	POSSIBLE		
MAUBÈCHE DES CHAMPS	PROBABLE		
MERLE D'AMÉRIQUE	CONFIRMÉE	POSSIBLE	
MÉSANGE À TÊTE NOIRE	PROBABLE	PROBABLE	
MOINEAU DOMESTIQUE	POSSIBLE		PROBABLE
MOQUEUR CHAT	PROBABLE		
MOQUEUR ROUX			
MOUCHEROLLE DES AULNES	POSSIBLE		
MOUCHEROLLE DES SAULES	POSSIBLE		
MOUCHEROLLE PHÉBI	POSSIBLE		
MOUCHEROLLE SP			
ORIOLE DU NORD	PROBABLE		
PARULINE JAUNE	PROBABLE	PROBABLE	
PARULINE MASQUÉE	PROBABLE		
PERDRIX GRISE	POSSIBLE	POSSIBLE	
PIC CHEVELU			
PIC FLAMBOYANT	PROBABLE	POSSIBLE	
PIC MINEUR	PROBABLE		
PLUVIER KILDIR		PROBABLE	PROBABLE
QUISCALE BRONZÉ	PROBABLE		
ROSELIN FAMILIER			
ROSELIN SP			
TOURTERELLE TRISTE			
TYRAN HUPPÉ			
TYRAN TRITRI	PROBABLE	PROBABLE	POSSIBLE
VACHER À TÊTE BRUNE	PROBABLE	POSSIBLE	
VIRÉO AUX YEUX ROUGES			
VIRÉO MÉLODIEUX	POSSIBLE		

Tableau 12: Fréquentation par les oiseaux des haies arbustives et arborescentes naturelles et plantées et les haies herbacées. Les moyennes assignées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes, Test de 'T', P=0,05.

	HAIES NATURELLES						HAIES PLANTÉES						HAIES HERBACÉES (n = 17)			Valeurs de 'P'
	Arbustives (n = 15)			Arborescentes (n = 12)			Arbustives (n = 11)			Arborescentes (n = 6)			Moy. (E.S)	Min.	Max.	
	Moy. (E.S)	Min	Max.	Moy. (E.S)	Min	Max	Moy. (E.S)	Min.	Max.	Moy. (E.S)	Min.	Max.				
NOMBRE D'ESPÈCES D'OISEAUX \ KM	19,76 (1,70) a	8	32	17,87 (2,91) ab	6	40	11,79 (1,44) b	4	22	18,47 (2,09) a	9	32	7,05 (0,79) c	3	16	>0,0001
NOMBRE D'INDIVIDUS \ KM	31,25 (2,61) a	19	51	27,96 (3,16) ab	12	47	21,61 (2,08) b	11	34	36,75 (4,56) a	25	54	8,49 (0,91) c	2	15	>0,0001
DENSITÉ (IND \ HA)	73,14 (9,36) a	23	158	38,24 (3,78) bd	24	62	55,76 (7,58) ac	27	111	40,58 (3,74) cd	30	53	18,81 (1,93) e	5	30	>0,0001

densité, bien que la densité d'oiseaux tendait à être plus élevée dans les haies arbustives ($\bar{x}=55,76$) que dans les haies arborescentes ($\bar{x}=40,58$). Finalement, les haies herbacées étaient en moyenne fréquentées par un moins grand nombre d'espèces d'oiseaux, un moins grand nombre d'individus et elles soutenaient en moyenne une moins grande densité que les deux autres types de haies à l'étude.

*Les espèces d'oiseaux observées dans les champs
en culture adjacents aux haies*

Au tableau 13, nous avons présenté la liste des espèces d'oiseaux qui ont été observées dans les champs en culture qui étaient adjacents aux haies brise-vent. En consultant ce tableau, nous pouvons constater que les espèces d'oiseaux qui fréquentaient les champs étaient sensiblement les mêmes pour les différents types de haies à l'étude. Bien que les haies naturelles (arbustives et arborescentes) accueillent au total un plus grand nombre d'espèces d'oiseaux que les haies plantées et herbacées, cette différence ne semblait pas se répercuter sur la fréquentation par les oiseaux des champs adjacents aux haies. Il faut toutefois noter que nous n'avons effectué aucun dénombrement des individus dans les champs.

La fréquentation des champs situés de chaque côté des haies brise-vent par les oiseaux est un aspect qu'il faut considérer si nous voulons évaluer le potentiel des oiseaux en tant qu'agents de contrôle des insectes nuisibles dans les champs en culture. Les données récoltées dans cette étude nous permettent, de façon préliminaire, de cibler des espèces comme les Bruants chanteur, vespéral et des prés, le Carouge à épaulettes et le Chardonneret jaune comme étant des espèces intéressantes pour le contrôle biologique des insectes nuisibles. Ces espèces ont en effet été observées dans les haies de façon régulière et en assez grande abondance (indice d'importance relative élevé à moyen) et elles fréquentaient aussi les champs.

*Paramètres physiques et biologiques des haies qui influencent leur
fréquentation par les oiseaux*

Afin de pouvoir mieux expliquer la fréquentation des haies brise-vent par la faune aviaire, nous avons effectué une série de corrélations entre les paramètres descriptifs des communautés aviaires et les paramètres descriptifs des haies brise-vent. Nous avons présenté les corrélations significatives au tableau 14.

Tableau 13: Espèces d'oiseaux identifiées dans les champs à plus de 10 mètres des différents types de haies à l'étude. Les espèces en caractères gras sont des espèces qui vivent essentiellement au sol.

Espèces d'oiseaux	Champs adjacents		
	Haies naturelles	Haies plantées	Haies herbacées
ALOUETTE CORNUE	x	x	x
BRUANT CHANTEUR	x	x	x
BRUANT DES PRÉS	x	x	x
BRUANT VESPÉRAL	x	x	x
BUSARD SAINT-MARTIN		x	
BUSE À QUEUE ROUSSE	x		
BUTOR D'AMÉRIQUE		x	
CANARD MALARD	x		x
CANARD PILET	x		x
CAROUGE À ÉPAULETTES	x	x	x
CHARDONNET JAUNE	x	x	x
CHEVALIER BRANLEQUEUE	x	x	x
CORNEILLE D'AMÉRIQUE	x	x	x
GOÉLAND À BEC CERCLÉ			
GOGU	x	x	x
HIRONDELLE DES GRANGES	x	x	x
MAUBÈCHE DES CHAMPS	x	x	
MOINEAU DOMESTIQUE			x
PERDRIX GRISE	x		x
PIGEON BISET	x	x	x
PLUVIER KILDIR	x	x	x
QUISCALE BRONZÉ			
STURNELLE DES PRÉS	x	x	
TOURTERELLE TRISTE	x	x	
Nombre total d'espèces d'oiseaux=24	19	17	16

Tableau 14: Corrélations de Pearson effectuées entre les paramètres descriptifs des communautés aviaires et des haies.

PARAMÈTRES DESCRIPTIFS DES COMMUNAUTÉS D'OISEAUX	PARAMÈTRES DESCRIPTIFS DES HAIES	COEFFICIENT DE CORRÉLATION DE PEARSON	VALEUR DE 'P'
Nombre moyen d'espèces d'oiseaux/haie	Longueur (m)	0,33	0,0078
	Largeur (m)	0,34	0,0062
	Superficie (ha)	0,52	0,0001
	Hauteur maximale de la strate arbustive	0,63	0,0001
	Hauteur moyenne de la strate arbustive	0,41	0,0001
	Hauteur maximale de la strate arborescente	0,32	0,04
	Nombre d'espèces ligneuses dans la strate arbustive	0,67	0,0001
	Nombre d'espèces ligneuses dans la strate arborescente	0,74	0,0001
	Recouvrement moyen de la strate arbustive	0,56	0,0001
	Recouvrement moyen de la strate arborescente	0,51	0,0001
	Trouées	-0,57	0,0001
	Nombre d'arbres morts	0,42	0,0008
	Nombre moyen d'individus/haie	Longueur (m)	0,45
Largeur (m)		0,38	0,003
Superficie (ha)		0,63	0,0001
Hauteur maximale de la strate arbustive		0,60	0,0001
Hauteur moyenne de la strate arbustive		0,39	0,0015
Hauteur maximale de la strate arborescente		0,37	0,02
Nombre d'espèces ligneuses dans la strate arborescente		0,58	0,0001
Nombre d'espèces ligneuses dans la strate arbustive		0,65	0,0001
Nombre d'espèces herbacées		0,27	0,04
Recouvrement moyen de la strate arbustive		0,47	0,0001
Recouvrement moyen de la strate arborescente		0,46	0,0001
Trouées		-0,55	0,0001
Densité moyenne (nb ind/ha)		Largeur (m)	-0,31
	Superficie (ha)	-0,31	0,01
	Hauteur maximale de la strate arbustive	0,49	0,001
	Hauteur moyenne de la strate arbustive	0,30	0,02
	Hauteur moyenne de la strate arborescente	-0,32	0,04
	Nombre d'espèces herbacées	-0,39	0,002
	Recouvrement moyen de la strate arbustive	0,39	0,002
	Trouées	-0,25	0,05
	Hauteur maximum de la strate herbacée	0,25	0,05

La dimension (longueur, largeur et superficie) des haies était significativement liée à la fréquentation des haies par les oiseaux. La corrélation était positive entre la dimension et le nombre moyen d'espèces d'oiseaux et le nombre moyen d'individus alors qu'elle était négative entre la dimension de la haie et la densité d'oiseaux (nb d'ind/ha). La longueur de la haie n'était pas corrélée à la densité d'oiseaux. La tendance que nous avons observée nous suggère que plus une haie était étroite, plus la densité d'oiseaux était grande. Aussi, plus la haie était longue, plus le nombre d'espèces et le nombre d'individus qui la fréquentait était important.

Plusieurs paramètres descriptifs des strates arbustive et arborescente étaient hautement corrélés aux paramètres descriptifs des communautés aviaires. Les corrélations les plus fortes ont été observées entre le nombre moyen d'espèces d'oiseaux et le nombre moyen d'espèces ligneuses identifiées dans la strate arborescente ($r^2=0,74$) et dans la strate arbustive ($r^2=0,67$). Le nombre moyen d'individus observés dans les haies était aussi assez fortement corrélé au nombre d'espèces ligneuses identifiées dans les strates arborescente ($r^2=0,58$) et arbustive ($r^2=0,65$) et à la superficie de la haie ($r^2=0,63$). Les coefficients de corrélation mesurés entre les paramètres descriptifs des haies et la densité d'oiseaux étaient beaucoup moins élevés que ceux obtenus entre les paramètres descriptifs des haies et le nombre d'espèces d'oiseaux ou le nombre d'individus. Les corrélations entre les paramètres descriptifs des haies et la densité variaient entre 0,25 et 0,49 ; les corrélations les plus fortes ont été mesurées entre la densité et la hauteur maximale de la strate arbustive puis le recouvrement moyen de cette strate. Finalement, il est intéressant de noter que le nombre d'arbres morts était significativement corrélé au nombre d'espèces d'oiseaux ($r^2=0,42$). En effet, plusieurs espèces d'oiseaux comme les pics peuvent être associées à la présence de chicots (Dickson *et al.* 1983).

La deuxième étape des analyses consistait à effectuer une régression multiple en incluant tous les types de haies (naturelles, plantées et herbacées). Seules les variables descriptives des haies qui étaient significativement corrélées avec le nombre moyen d'espèces d'oiseaux, le nombre moyen d'individus et la densité moyenne ont été retenues pour cette analyse. Lorsque deux variables indépendantes étaient corrélées entre elles, nous ne retenions que celle qui était la plus hautement corrélée aux variables dépendantes (le nombre d'espèces d'oiseaux, le nombre d'individus ou la densité) et celle qui avait la plus grande valeur écologique.

Dans le cas où c'était le nombre moyen d'espèces d'oiseaux observées par haie qui était utilisé comme variable dépendante dans la régression, c'étaient le nombre d'espèces ligneuses dans la strate arborescente (+) ($P=0,0001$), la hauteur maximale de la strate arbustive (+) ($P=0,0019$) et la superficie de la haie (+) ($P=0,014$) qui entraient dans le modèle explicatif ($r^2=0,65$, $P=0,0001$). Lorsque c'était le nombre moyen d'individus observés dans la haie qui était utilisé comme variable dépendante, c'étaient la superficie de la haie (+) ($P=0,0001$), la hauteur maximale de la végétation herbacée ($P=0,017$), la hauteur maximale de la strate arbustive (+) ($P=0,055$), le recouvrement moyen de la strate herbacée ($P=0,094$) et le nombre d'espèces ligneuses dans la strate arborescente (+) ($P=0,032$) qui entraient dans le modèle explicatif ($r^2=0,68$, $P=0,0001$). Finalement, si la densité moyenne d'individus était considérée comme variable dépendante, c'étaient la largeur de la haie (-) ($P=0,0003$), la hauteur maximale de la strate arbustive (+) ($P=0,0001$), le nombre d'espèces herbacées (-) ($P=0,03$) et la hauteur maximale de la strate herbacée (+) ($P=0,095$) qui entraient dans le modèle explicatif ($r^2=0,52$, $P=0,0001$).

DISCUSSION

L'objectif premier de cette étude était de décrire la colonisation des haies brise-vent par la végétation et leur fréquentation par la faune aviaire. Cette description a été effectuée dans le but de mieux saisir quels rôles pouvaient jouer les haies brise-vent dans l'agroécosystème afin d'en arriver à proposer des méthodes d'aménagement intégré des haies afin qu'elles soient le plus rentables possible, à la fois pour l'agriculture et pour l'environnement. À la lumière des résultats obtenus, nous tenterons d'évaluer, dans le texte qui suit 1) le rôle des haies brise-vent en tant qu'habitat pour les espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture et en tant que site de colonisation par les mauvaises herbes 2) le rôle des haies en tant que site de contrôle biologique des insectes nuisibles par les oiseaux et finalement 3) leur rôle en tant qu'habitat à prioriser pour la conservation de la biodiversité en milieu agricole.

Les haies brise-vent en tant qu'habitat pour les espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture et comme site propice à la colonisation par les mauvaises herbes

Identification des espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture

Dans les haies brise-vent, nous avons observé des espèces d'oiseaux qui pouvaient s'attaquer aux produits des récoltes à la fin de l'été ou à l'automne. Parmi ces espèces, on retrouvait les oiseaux noirs, groupe reconnu comme pouvant causer des dommages importants aux cultures et dans lequel on retrouve le Carouge à épauettes, l'Étourneau sansonnet, le Quiscale bronzé et le Vacher à tête brune. Au Québec, c'est surtout le Carouge à épauettes qui, jusqu'à présent, a été pointé du doigt pour les dommages causés au maïs sucré (Dolbeer 1990). Bien qu'ils fassent partie des regroupements d'oiseaux noirs et qu'ils puissent s'alimenter des produits des récoltes à l'automne, l'Étourneau sansonnet, le Quiscale bronzé et le Vacher à tête brune semblent peu importants en tant que sources de dommages aux cultures (Potvin *et al.* 1976). Nous avons aussi observé des espèces comme le Merle d'Amérique, le Jaseur des cèdres et l'Oriole du Nord lesquelles, à la fin de l'été ou à l'automne s'alimentent de petits fruits. Ces espèces peuvent, de façon sporadique, causer des dommages dans des bleuetières ou autres cultures de petits fruits (Vincent et Lareau 1993) bien qu'elles soient quand même assez rarement considérées comme des espèces très problématiques au Québec.

Évaluation des risques de dommages aux cultures liés à la présence d'espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles dans les haies brise-vent pendant la période estivale

Pendant la période estivale, période à laquelle nous avons effectué notre étude, les oiseaux ne s'attaquent généralement pas aux produits des récoltes pour deux raisons 1) les produits des récoltes sont rarement disponibles et 2) les oiseaux ont surtout un régime alimentaire insectivore pendant cette période (Martin *et al.* 1951). Il est difficile de prévoir l'utilisation des haies par les oiseaux à l'automne (moment propice aux dommages par les oiseaux) en considérant la fréquentation des haies par les oiseaux à l'été. En effet, les facteurs qui régissent la distribution des oiseaux pendant la période estivale ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux qui règlent leurs déplacements pendant la période automnale. Pour ces raisons, il est difficile de se fier à la présence des espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles dans les haies pendant la période estivale pour prédire leur répartition à l'automne. Nous savons par exemple que les Carouges à épaulettes peuvent se regrouper jusqu'à plus de 200 km de leur site de nidification dès la fin du mois de juillet (Dolbeer 1982). Ceci dit, la seule façon de mesurer l'impact des haies brise-vent sur la fréquentation des champs par les espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture serait de décrire la fréquentation des haies et des champs par les oiseaux au moment où les risques de déprédation sont les plus élevés c'est-à-dire, à la fin de l'été ou à l'automne, ce qui n'a pu être effectué dans le cadre de la présente étude.

Les haies brise-vent en tant que site de reproduction des espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture

Les données que nous avons recueillies dans cette étude nous permettent toutefois d'estimer l'impact des haies brise-vent en tant que site de nidification des espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture. En effet, en favorisant la reproduction de ces espèces, la présence de haies brise-vent pourrait contribuer à augmenter les populations. En estimant le nombre de couples reproducteurs des espèces ciblées comme potentiellement nuisibles qui fréquentaient les haies brise-vent, nous avons cherché à savoir si la production d'oiseaux (nidification) à l'intérieur des haies apparaissait comme une contribution significative aux effectifs totaux de ces espèces à l'échelle régionale. Nous avons observé qu'en moyenne six Carouges à épaulettes fréquentaient les haies naturelles pour 3,5 dans les haies plantées et 2,3 dans les haies herbacées (ces valeurs incluent un certain nombre de juvéniles, des individus de passage ou des individus qui nichaient dans les fossés à proximité des haies mais qui venaient s'y percher pour chanter ou défendre leur territoire). Nous

estimons donc que les haies (tous les types regroupés) étaient fréquentées en moyenne par moins de trois couples de Carouge à épaulettes. Considérant l'importance des populations de cette espèce à l'échelle provinciale (c'est probablement l'espèce la plus abondante), il est peu probable que la présence de haies brise-vent dans le milieu agricole ait un impact significatif sur les effectifs de cette espèce en particulier. Aussi, il faut mentionner que le carouge peut s'adapter à une grande diversité de milieu et que les habitats privilégiés pour la reproduction demeurent, encore à ce jour, les milieux humides (Jobin et Gauthier 1995).

Les espèces d'oiseaux qui s'alimentent de petits fruits à l'automne (merle, jaseur, oriole) étaient surtout présentes dans les haies naturelles et plantées, leur présence dans les haies herbacées étant liée à la présence, quoique peu importante, d'arbres et d'arbustes. L'Oriole du Nord n'était présent que dans les haies naturelles à raison de deux individus en moyenne par haie et n'a été observé que dans neuf haies sur un total de 27 haies inventoriées. Le Jaseur des cèdres n'a pu être considéré comme un nicheur possible ou probable dans les haies et, quoique nombreux dans une haie plantée, son indice d'importance relative y était négligeable. Finalement, nous avons pu observer au maximum un seul couple nicheur de Merle d'Amérique par haie pendant la période estivale. Comme pour les oiseaux noirs, nous considérons que les espèces qui s'alimentent de petits fruits à la fin de l'été n'étaient pas suffisamment abondantes dans les haies brise-vent pendant la période de nidification pour que cela puisse entraîner une augmentation significative de leurs effectifs à l'échelle régionale du moins, pas dans une mesure où cela pourrait contribuer à augmenter significativement les risques de dommages aux cultures.

Colonisation des haies brise-vent par les mauvaises herbes

Dans cette étude, nous avons aussi mesuré le recouvrement de la strate herbacée par les mauvaises herbes. Les résultats obtenus nous ont indiqué que le recouvrement par les mauvaises herbes était plus important dans les haies plantées que dans les haies naturelles et herbacées. Certaines hypothèses peuvent être avancées pour tenter d'expliquer les différences observées. Lors de la plantation, la strate herbacée est habituellement hautement perturbée. En effet, afin de favoriser la croissance des arbres, le sol est mis à nu pour éviter la compétition entre les jeunes arbres et les espèces herbacées pour la lumière et les éléments nutritifs. Aussi, le sol est enrichi (à l'aide de compost ou d'engrais chimiques) afin d'assurer une meilleure croissance des arbres nouvellement plantés. Selon Marshall et Smith (1987), la création de sites où les

conditions de croissance des plantes sont optimisées (absence de facteurs limitants et sol riche) favoriserait l'emprise du milieu par quelques espèces dominantes ainsi que par une faible diversité d'espèces. Finalement, il est évident que les différences observées dans le recouvrement par les mauvaises herbes dans les différents types de haies méritent qu'on s'y attarde davantage. Aussi, la propension des différentes espèces de mauvaises herbes à envahir les champs à partir des haies, devrait faire l'objet de futurs travaux de recherche.

Les haies brise-vent en tant que site de contrôle biologique des insectes nuisibles par les oiseaux

Comme nous l'avons mentionné auparavant, plusieurs espèces d'oiseaux s'alimentent surtout d'insectes pendant la saison estivale. Il a d'ailleurs été démontré que les oiseaux pouvaient intégrer les insectes ravageurs des récoltes à leur régime alimentaire (Dolbeer 1990, Bollinger et Caslick 1985, Bendell 1980, Genung *et al.* 1976, Genung et Green 1974) et qu'ils auraient tendance à éviter les insectes prédateurs. Ainsi, les oiseaux agiraient plutôt de concert avec les insectes prédateurs comme agents de contrôle potentiel des populations d'insectes nuisibles (Verghese et Subramanya 1984, Otvos 1979, Genung et Green 1974). En ce sens, l'utilisation de la faune aviaire constitue une avenue intéressante à considérer pour le contrôle biologique des insectes ravageurs en agriculture. Selon Bhatnagar et Parshad (1982), le rôle joué par les oiseaux dans l'équilibre prédateurs-proies à l'intérieur de l'agroécosystème serait déterminant étant donné leur position dans la chaîne trophique et leur grande mobilité. De plus, une étude effectuée en milieu forestier a démontré que les oiseaux auraient un impact plus important sur les populations d'insectes dans les boisés de petite superficie qu'à l'intérieur des grandes forêts (Mattson *et al.* 1968 dans Otvos 1979). En effet, les milieux de petite superficie (comme les haies brise-vent) accueilleraient une plus grande densité d'oiseaux, contribuant ainsi à rendre plus significative l'impact des oiseaux sur les populations d'insectes. La fréquentation des haies brise-vent par les oiseaux devrait donc être encouragée afin de favoriser un meilleur contrôle des insectes nuisibles en agriculture.

Impact potentiel des oiseaux sur les insectes dans les haies brise-vent et dans les champs en culture adjacents aux haies

Les données recueillies nous permettent, dans une certaine mesure, d'évaluer le rôle des oiseaux en tant qu'agents de contrôle biologique des insectes ravageurs dans l'agroécosystème. D'après nos connaissances

sur les oiseaux, les comportements que nous avons observés et l'utilisation que les oiseaux font du milieu, nous avons regroupé les différentes espèces d'oiseaux selon l'endroit, haies ou champs, où elles pourraient exercer un contrôle efficace des insectes. À prime abord, les espèces d'oiseaux qui fréquentent les champs semblent être les seules à avoir un intérêt pour le contrôle des insectes nuisibles en agriculture toutefois, nous croyons que le contrôle des insectes défoliateurs qui s'attaquent aux arbres et aux arbustes est un aspect qui mérite qu'on s'y arrête (Marquis et Whelan 1994, Buckner et Turnock 1965). À cet effet, Marquis et Whelan (1994) ont démontré que la fréquentation des plantations par les oiseaux insectivores favorisait la croissance des arbres (en l'occurrence le Chêne blanc) en diminuant significativement les dommages causés aux jeunes arbres par les insectes défoliateurs. Le contrôle des insectes par les oiseaux à l'intérieur d'une haie brise-vent peut donc susciter notre intérêt mais, la présence d'oiseaux insectivores dans les haies peut aussi avoir un effet dans les champs en culture dans le cas particulier où les insectes ravageurs des champs utiliseraient la haie comme refuge pendant au moins une période de leur cycle vital, que ce soit à l'état larvaire ou en tant qu'adulte.

La Mésange à tête noire, les moqueurs, les moucherolles, l'Oriole du Nord, les parulines, les pics, les tyrans et les viréos sont des espèces qui étaient surtout associées aux haies brise-vent et qui s'alimentaient dans les strates arbustive et arborescente. Si on compare les différents types de haies à l'étude pour leur fréquentation par ces espèces, nous pouvons constater qu'elles fréquentaient surtout les haies naturelles où elles avaient un indice d'importance relative qui variait de élevé à moyen. Parmi l'ensemble des espèces mentionnées plus haut, c'était la Mésange à tête noire qui était la plus abondante dans les haies.

Parmi les espèces d'oiseaux qui fréquentaient à la fois les haies brise-vent et les champs, on retrouvait le Bruant chanteur, le Bruant des prés, le Bruant vespéral, le Carouge à épauettes et le Chardonneret jaune. Ces espèces étaient, pour la plupart, plus fréquentes et plus abondantes dans les haies naturelles et plantées que dans les haies herbacées, ce qui nous laisse penser que bien que non-essentielle pour certaines espèces, la présence d'arbres et d'arbustes en bordure des champs favorisaient leur présence.

Finalement, des espèces comme l'Alouette cornue, le Chevalier branlequeue, le Goglu, la Mauchèche des champs, la Perdrix grise et le Pluvier Kildir étaient davantage associées aux milieux ouverts et fréquentaient surtout les champs, bien qu'elles pouvaient aussi utiliser les bordures des haies et pouvaient même y nicher,

dans le cas de la Perdrix grise. L'effet des espèces d'oiseaux associées aux champs sur les populations d'insectes ravageurs des cultures peut s'ajouter à l'effet des espèces d'oiseaux qui fréquentaient à la fois les haies brise-vent et les champs.

Estimation de l'impact potentiel des oiseaux sur les populations d'insectes

Afin d'évaluer l'impact potentiel des oiseaux sur les populations d'insectes, nous avons estimé que des oiseaux dont le poids moyen variait de 23 g (bruants) à 50 g (carouge) pouvaient consommer entre 465 et 830 insectes par jour pour répondre à leurs besoins énergétiques quotidiens de base (voir exemple de calcul à l'annexe 2). Ces calculs n'incluent pas les besoins énergétiques supplémentaires liés à la reproduction (production des oeufs) ni ceux liés au nourrissage des jeunes. D'un autre côté, pour simplifier les calculs, nous avons considéré que les oiseaux s'alimentaient exclusivement d'insectes. En réalité, des espèces comme le Bruant chanteur, le Bruant des prés, le Bruant vespéral, le Carouge à épaulettes et le Chardonneret jaune ont un régime alimentaire constitué à environ 50% ou plus d'insectes du moins pendant la période estivale et printanière (note: le régime alimentaire du Chardonneret jaune serait constitué d'insectes à environ 50% au printemps et à moins de 4% à l'été) (Martin *et al.* 1951). Finalement, cette estimation peut s'appliquer à la majorité des espèces d'oiseaux observées dans les haies, sauf aux deux espèces de rapace (Busard Saint-Martin et Buse à queue rousse).

En jetant un coup d'oeil au nombre moyen d'individus des différentes espèces d'oiseaux observées par haie, on peut facilement en arriver à la conclusion que ce n'est pas une seule espèce d'oiseaux qui peut être ciblée comme pouvant avoir un effet significatif sur les populations d'insectes ravageurs mais c'est plutôt le regroupement de tous les individus de toutes les espèces. Nous avons donc tenu compte des densités totales d'oiseaux mesurées dans les haies pour effectuer les calculs suivants. Nous avons estimé que les oiseaux dans les haies pourraient s'alimenter de près de 11 000 insectes par jour (à des densités de 23 individus/ha) et que jusqu'à plus de 130 000 insectes par jour (à des densités de 158 individus/ha) pourraient être consommés pour combler leurs besoins quotidiens en énergie.

Plusieurs facteurs considérés dans l'utilisation des haies brise-vent par la faune aviaire nous incitent donc à croire que les groupes d'oiseaux qu'on y retrouve pourraient avoir un intérêt en tant qu'agents de contrôle des insectes nuisibles dans les haies ou dans les champs. Aussi, certaines études publiées à ce jour, bien qu'elles

ne traitent pas spécifiquement des haies brise-vent et de leur rôle en tant qu'habitat pour les oiseaux, ont rapporté que les oiseaux pouvaient effectivement avoir un impact significatif sur les populations de certains insectes ravageurs en milieu agricole. En Chine par exemple, sur une superficie de 3900 ha, l'utilisation de canetons domestiqués dans les rizières aurait contribué à réduire les populations d'insectes ravageurs des cultures dans des proportions de 65% à 70% de leur population initiale (Metcalf et Kelman 1981). Hill et Waller (1985) ont rapporté que l'utilisation de canetons comme agents de contrôle biologique des insectes pestes dans les rizières a permis de diminuer l'utilisation de pesticides de 77 000kg en 1973 à 6 700 kg en 1975, soit une réduction de 90% en deux ans. En Malaisie, les agriculteurs favorisent la fréquentation des champs par une espèce de hibou en installant des nichoirs. Ils assurent ainsi un bon contrôle des populations de rats dans les champs en culture (Wrigley 1985). Au Québec, une étude sur l'alimentation des Carouges à épaulettes dans les champs de maïs a rapporté que les carouges pouvaient avoir un impact sur les populations d'insectes comme la Pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) et la Nitidule à quatre points (*Glischrochilus quadrisignatus*). Aussi, certains insectes trouvés sur la luzerne, le trèfle et les graminées étaient utilisés par les adultes de carouges pour l'alimentation des oisillons (Bendell 1980, Bendell *et al.* 1981). En Ontario, Quiring et Timmins (1988) ont observé que la survie des larves de Pyrale du maïs en hiver était de 50% inférieure dans les parcelles fréquentées par la Corneille d'Amérique que dans les parcelles où les corneilles étaient exclues par un grillage, la proportion de tiges visitées par les corneilles variant de 4% à 85%. Il faut toutefois mentionner qu'il s'agissait là d'un des plus importants site de regroupement de corneilles, la population hivernale y étant évaluée à 90 000 individus.

*Paramètres à considérer pour favoriser le potentiel des haies brise-vent
en tant que site de contrôle des insectes nuisibles par les oiseaux*

Si nous posons comme hypothèse que les oiseaux ont un impact sur les populations d'insectes à l'intérieur des haies et dans les champs qui y sont adjacents, il serait souhaitable de favoriser leur présence dans les haies ainsi que leurs mouvements des haies vers les champs pendant les saisons printanière et estivale. Plus les oiseaux auront des densités importantes à l'intérieur de la haie et plus ils seront abondants, plus leur effet sur les populations d'insectes ravageurs risque d'être significatif.

La largeur des haies était négativement liée à la densité d'individus qu'on pouvait y observer. Le fait que les haies présentes dans le milieu agricole aient une largeur relativement faible ne les rendrait donc pas, du moins

selon l'état actuel de nos connaissances, moins intéressantes comme site potentiel de contrôle des insectes. Il serait d'ailleurs difficile pour le moment de recommander que les haies s'étendent sur une plus grande largeur puisque pour les agriculteurs, la présence d'arbres et d'arbustes entre les champs peut constituer une perte de sol cultivable. Plusieurs hésitent donc, pour des raisons économiques évidentes, à laisser les haies se développer sur plusieurs rangées d'arbres même si une haie plus large possède certains avantages comparativement à une haie plus étroite pour la conservation de la biodiversité animale et végétale (voir Choinière et Bélanger 1995). Aussi, il est vrai que la présence d'une seule rangée d'arbres s'avère, la plupart du temps, suffisante pour que la haie soit efficace pour contrer l'érosion éolienne des sols.

Il serait toutefois souhaitable, tout en maintenant la largeur de la haie intacte, que la strate arbustive des haies brise-vent soit bien développée afin de favoriser une plus grande densité et une plus grande diversité d'oiseaux dans les haies. Nous avons en effet observé qu'en générale, plus le pourcentage de recouvrement de la strate arbustive était important, plus la densité et la diversité d'oiseaux mesurées dans la haie étaient grandes. Il semble aussi que la hauteur de la strate arbustive et de la strate herbacée soient des éléments qui pourraient être considérés lors de l'aménagement des haies ; des strates arbustive et herbacée plus hautes favoriseraient aussi une plus grande densité d'individus. Bien que la strate arbustive des haies arborescentes plantées n'était pas très développée comparativement à celle des haies naturelles, le recouvrement très important de la strate arborescente par des conifères comme le Pin rouge aurait contribué à fournir un couvert adéquat aux oiseaux. Finalement, il faut mentionner qu'il est possible que certains paramètres descriptifs des haies qui étaient corrélés à la densité n'aient pas été mesurés dans cette étude puisque parmi les paramètres descriptifs des communautés aviaires, c'était la densité qui était la variable la moins bien expliquée par la régression multiple. Aussi, nous ne pouvons pas expliquer le fait qu'une moins grande diversité d'espèces herbacées était liée à une plus grande densité d'oiseaux dans la haie.

La densité n'est toutefois pas le seul paramètre descriptif des communautés aviaires qui doit être considéré lors de l'aménagement des haies pour maximiser l'efficacité des oiseaux en tant qu'agents de contrôle biologique des insectes nuisibles. En effet, la densité d'oiseaux mesurée à l'intérieur des haies ne nous renseigne pas sur la densité d'oiseaux qu'on pourrait observer dans les champs. L'intensité de la fréquentation des champs par les oiseaux qui fréquentent les haies n'a pas été mesurée lors de cette étude mais, afin de favoriser le plus possible la présence d'oiseaux dans les champs en culture pendant la période estivale, nous

considérons que les haies devraient s'étendre sur toute la longueur du champs. En effet, en maximisant la longueur de la haie ainsi que la hauteur des strates herbacée et arbustive, le recouvrement de la strate herbacée et le nombre d'espèces ligneuses présentes dans les strates arborescente et arbustive, nous encouragerons la fréquentation des haies par un plus grand nombre d'individus et ce, sur l'ensemble de la longueur de la haie et des champs.

Les haies brise-vent en tant qu'habitat à considérer pour la conservation de la biodiversité en milieu agricole

Bien que les haies brise-vent soient des milieux d'une superficie relativement faible (jamais plus d'un hectare), nous avons observé 42 espèces d'oiseaux dans les 61 haies étudiées pendant la saison estivale. Nous avons identifié 131 espèces végétales herbacées et un total de 82 espèces ligneuses différentes. Nous considérons donc que les haies brise-vent sont des milieux naturels ou semi-naturels relativement riches en espèces indigènes autant animales que végétales qui peuvent contribuer de façon significative au maintien de la biodiversité en milieu agricole.

Nous avons pu constater que dans leur ensemble, les haies naturelles accueillent un plus grand nombre d'espèces d'oiseaux que les haies plantées et herbacées. Toutefois, si on considère la moyenne du nombre d'espèces d'oiseaux observées par haie, les haies naturelles et plantées étaient comparables. Les haies herbacées étaient fréquentées au total et en moyenne par un nombre significativement moins élevé d'espèces d'oiseaux. Ces résultats s'apparentent à ceux obtenus par Owen (1989), Shalaway (1985), Arnold (1983) et Best (1983) qui ont observé qu'un moins grand nombre d'espèces d'oiseaux utilisaient exclusivement les haies herbacées comparativement aux haies arbustives et arborescentes. Dans notre étude, le nombre d'espèces d'oiseaux observées par haie variait de six à 40 (voir valeurs minimales et maximales) pour des superficies de 0,1 ha à 0,96 ha. Au Dakota, Martin (1981) a observé de quatre à 18 espèces d'oiseaux pendant la saison estivale dans des haies dont la superficie variait de 0,26 à 1,47 ha. Emmerich et Vohs (1982) ont observé de deux à 57 espèces d'oiseaux dans des haies de superficie variant de 0,5 à 1 ha pour une période s'étalant du printemps à l'hiver. En terme de fréquentation par la faune aviaire, les haies qu'on retrouve au Québec se comparent donc avantageusement aux haies étudiées ailleurs en Amérique du Nord.

Si nous comparons la diversité végétale mesurée dans les haies lors de cette étude à celle rapportée dans d'autres études, nous constatons que le nombre d'espèces ligneuses que nous avons identifiées (n=82) est supérieur à celui mesuré par Cable *et al.* (1992), Yahner (1983) et Martin (1981). Cable *et al.* (1992) ont identifié au total 21 espèces d'arbres et d'arbustes. Martin (1981) a estimé que 29 espèces ligneuses colonisaient les haies alors que Yahner (1983) a recensé un total de 30 espèces. Au Québec, la diversité végétale observée dans cette étude, quoique plus faible, se rapproche quand même relativement près de celle observée dans d'autres habitats de plus grandes superficies. Jobin *et al.* (1996) ont identifié 95 espèces ligneuses et 283 espèces herbacées à l'intérieur de 35 îlots boisés, 54 bordures de forêt, 65 lisières, 49 friches et 47 fossés. Il faut encore une fois spécifier que dans notre étude, ce ne sont pas toutes les espèces de plantes herbacées qui ont été identifiées mais seulement celle qui recouvraient plus de cinq pourcent d'un quadrat de 1m x 1m..

Nous avons observé que les haies naturelles étaient colonisées au total et en moyenne par un plus grand nombre d'espèces ligneuses que les haies plantées et herbacées, ce qui leur confère un intérêt plus grand en terme de maintien de la diversité végétale en milieu agricole. Aussi, l'analyse des données a révélé qu'un plus grand nombre d'espèces ligneuses présentes dans les strates arborescente et arbustive favorisait la fréquentation des haies par un plus grand nombre d'espèces d'oiseaux. L'intégration d'un plus grand nombre d'espèces ligneuses dans les haies plantées serait donc souhaitable. En effet, en intégrant un plus grand nombre d'espèces ligneuses dans les strates arbustive et arborescente et en encourageant un bon recouvrement par la strate arbustive, on favoriserait ainsi la présence d'un plus grand nombre d'espèces d'oiseaux et on diminuerait les risques d'épidémie par les insectes (haies monospécifiques) tout en augmentant la valeur biologique et esthétique de la haie.

Nous avons observé, comme plusieurs auteurs qui ont étudié la relation entre les haies brise-vent et leur fréquentation par les oiseaux, que la superficie de la haie avait un effet significatif sur le nombre moyen d'espèces d'oiseaux qui la fréquentait (voir Choinière et Bélanger 1995). Comme mentionné plus tôt, il serait difficile de proposer aux agriculteurs de laisser se développer les haies sur une plus grande largeur toutefois, l'étalement des haies sur toute la longueur du champs contribuerait à en augmenter la superficie et permettrait une meilleure distribution des oiseaux dans les champs tout en favorisant une plus grande diversité d'espèces aviaires à l'intérieur des haies brise-vent.

En résumé, les haies brise-vent s'avèrent, à plusieurs point de vue, un outil intéressant à considérer pour la conservation de la biodiversité dans le milieu agricole. Comme nous l'avons démontré à la section précédente, elles n'étaient pas fréquentées par un petit nombre d'espèces très abondantes, potentiellement nuisibles en agriculture, mais accueillait plutôt, un grand nombre d'espèces peu abondantes. Ceci augmente leur valeur pour la conservation de la biodiversité tout en ne contribuant pas à la production d'espèces pouvant entrer en conflit avec l'agriculture. La conservation des haies brise-vent déjà présentes dans le milieu agricole et la plantation de nouvelles haies semblent donc souhaitables à plusieurs niveaux. Toutefois, il faudrait s'assurer que les haies brise-vent n'agissent pas en tant que trappes écologiques (Howe et Davis 1991). Pour être considérées comme des trappes écologiques, les haies brise-vent doivent, à mesure que la saison de nidification progresse, révéler aux oiseaux plusieurs menaces à leur succès de reproduction non détectables au moment de la sélection de leur territoire au printemps. Nous pouvons penser au parasitisme des nids par le Vacher à tête brune (des jeunes de vacher ont été observés dans les haies), à la prédation des oeufs et des jeunes (Gates et Gysel 1978, voir aussi la liste de mammifères en annexe) mais aussi, à la perte de nids par le fauchage de la végétation herbacée et aux risques de mortalité liées à l'utilisation massive de pesticides (Forsyth *et al.* 1994, Graham et DesGranges 1990).

CONSTATS GÉNÉRAUX ET RECOMMANDATIONS

Traditionnellement, c'est-à-dire, bien avant que n'apparaissent les problèmes d'érosion des sols et de fragmentation des milieux boisés dans les régions fortement agricoles du sud du Québec, très peu de gens s'intéressaient à ces rangées d'arbres et d'arbustes qui étaient présentes entre les planches de champs en culture et qu'on appelle aujourd'hui haies brise-vent. D'après les résultats obtenus dans cette étude, il apparaît que les haies brise-vent pourraient jouer un rôle intéressant en tant que site de contrôle des insectes nuisibles par la faune aviaire tout en ne contribuant pas significativement à la production d'espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles en agriculture. Finalement, les haies brise-vent devraient, selon les connaissances acquises, être considérées avec plus d'intérêt pour la conservation de la biodiversité, autant animale que végétale, dans le milieu agricole.

Ce travail, effectué dans le cadre du Plan Vert Agricole visait à mieux décrire les haies brise-vent et leur fréquentation par la faune aviaire et la flore afin de favoriser l'intégration des besoins de l'agriculture et de l'environnement. Bien qu'on ne peut pas prétendre répondre à l'ensemble des questions que posent les interactions entre les milieux naturels et semi-naturels, la faune et flore indigènes et les champs en culture, nous pouvons quand même, avec les résultats obtenus, en arriver à proposer quelques éléments pouvant contribuer au développement de méthodes d'aménagement intégré des haies brise-vent dans le paysage agricole québécois.

Compte tenu de la description des haies naturelles, plantées et herbacées que nous avons effectuée, nous recommandons :

1) que les haies naturelles fassent l'objet d'un plus grand effort de conservation puisqu'elles accueillent au total une plus grande diversité d'espèces aviaires et végétales que les haies plantées et herbacées, qu'elles ne contribuent pas de façon significative à augmenter les populations d'espèces d'oiseaux potentiellement nuisibles à l'agriculture à l'échelle régionale et que le recouvrement par les mauvaises herbes y est significativement moins important que dans les haies plantées.

2) qu'un plus grand nombre d'espèces ligneuses soient intégrées dans les strates arbustive et arborescente lors de l'aménagement des haies plantées afin de favoriser une plus grande diversité d'espèces d'oiseaux et de réduire les risques d'épidémies par les insectes à l'intérieur de la haie. Les espèces ligneuses intégrées à la strate arbustive devraient pousser jusqu'à une hauteur s'approchant de cinq mètres.

3) qu'un bon recouvrement et un bon développement en hauteur de la strate herbacée soient favorisés, de la même façon que devraient être favorisée l'intégration d'un plus grand nombre d'espèces ligneuses hautes (jusqu'à 5 mètres) dans la strate arbustive et dans la strate arborescente afin d'encourager la présence d'un plus grand nombre d'individus mais aussi d'une plus grande densité d'oiseaux dans la haie.

4) que les haies brise-vent s'étendent sur toute la longueur du champs (tout en maintenant la largeur intact) afin de permettre une meilleure distribution des oiseaux dans les champs en culture et ainsi maximiser leur impact sur les populations d'insectes ravageurs. En laissant les haies se développer sur toute la longueur du champs, on augmente aussi la superficie de la haie, ce qui favorise une plus grande diversité d'espèces d'oiseaux et un plus grand nombre d'individus dans les haies.

5) qu'un certain nombre d'arbres morts soient conservés dans les haies afin de favoriser leur fréquentation par un plus grand nombre d'espèces d'oiseaux.

6) que les perturbations de la strate herbacée soient minimisées lors de l'implantation des haies plantées ou que des techniques différentes de plantation soient expérimentées afin de minimiser l'invasion de cette strate par les mauvaises herbes.

7) Finalement, afin de pouvoir mieux répondre aux besoins des agriculteurs et mieux promouvoir l'implantation et la conservation des haies brise-vent dans le milieu agricole, il serait souhaitable que des travaux de recherche soient entrepris afin de décrire la fréquentation des haies brise-vent par les oiseaux potentiellement nuisibles à l'agriculture à l'automne, que le succès de la reproduction des oiseaux qui nichent dans les haies soit évalué. Le mode de dispersion des mauvaises herbes (haies vers les champs ou champs vers les haies) devrait faire l'objet de recherches plus approfondies. Finalement, la description de la fréquentation des haies par des espèces potentiellement nuisibles en agriculture devrait être complétée par l'acquisition de connaissances sur les insectes (ravageurs ou prédateurs) qui utilisent les haies. Aussi, afin de rentabiliser la présence des haies en bordure des champs en culture, l'impact de la prédation des oiseaux sur les insectes ravageurs devrait être investigué.

LISTE DES OUVRAGES CITÉS

Arnold, G.W. 1983. The influence of ditch and hedgerow structure, length of hedgerows, and area of woodlands and garden on bird numbers on farmland. *Journal of Applied Ecology* 20:731-750.

Bendell, B.E. 1980. The role of the Red-Winged Blackbird, *Agelaius phoeniceus*, as a predator of insects. M.Sc. Thesis, Macdonald campus, McGill University, 90p.

Bendell, B.E., P.J. Weatherhead et R.K. Stewart. 1981. The impact of predation by red-winged blackbirds on European corn borer populations. *Journal Canadien de Zoologie* 59(8):1535-1538.

Best, L.B. 1983. Bird use of fencerows: imputations of contemporary fencerow management practices. *Wildlife Society Bulletin* 11(4):343-347.

Best, L.B., K.E. Freemark, J.J. Dinsmore et M. Camp. 1995. A review and synthesis of habitat use by breeding birds in agricultural landscapes of Iowa. *The American Midland Naturalist* 134 (1):1-25.

Bhatnagar, R.K. et B. Parshad. 1982. Non-insect predators of crop pests. *Agricultural entomology* 1:90-116.

Bibby, C.J., N.D. Burgess et D.A. Hill. 1992. Bird census techniques. Academic press, London, 257 p.

Bollinger, E.K. et J.W. Caslick. 1985. Red-Winged Blackbird predation on northern corn rootworm beetles in field corn. *Journal of Applied Ecology* 22:39-48.

Buckner, C.H. et W.J. Turnock. 1965. Avian predation on the larch sawfly, *Pristiphora erichsonii* (HTG.), (Hymenoptera: Tenthredinidae). *Ecology* 46(3):223-236.

Cable, T.T., R.L. Schroeder, V. Brack jr., P.S. Scott. 1992. Summer bird use of Kansas windbreaks. *Prairie Naturalist* 24(3):175-184.

Choinière, L. et L. Bélanger. 1995. Fréquentation des haies brise-vent par la faune aviaire en milieu agricole et perspectives d'intégration faune-agriculture 1-État des connaissances. Série de rapports techniques No.239. Région du Québec, Service canadien de la faune, 55p.+ annexes.

Conseil des productions végétales du Québec. 1989 à 1991. Les Haies brise-vent. Série de six fascicules 1. Le rôle des brise-vent en agriculture au Québec, 2. L'implantation d'un brise-vent naturel, 3. L'entretien d'un brise-vent naturel, 4. Le choix des espèces d'arbres et d'arbustes, 5. La protection des bâtiments agricoles et des serres, 6. L'implantation de végétaux ligneux en bordure des cours d'eau en milieu agricole. Gouvernement du Québec, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

- DeGraaf, R.M. et D.D. Rudis. 1983. New england Wildlife: habitat, natural history and distribution. U.S. Department of Agriculture, Forest service. Northeast Forest Experiment Station, General Technical Report NE-108. 491 p.
- Dennis, P et G.L.A. Fry. 1992. Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 40:95-115.
- Dickson, J.G., R.N. Conner et J.H. Williamson. 1983. Snag retention increases bird use of a clear-cut. *Journal of wildlife management* 47(3):799-804.
- Dolbeer, R.A. 1990. Ornithology and integrated pest management: Red-winged Blackbirds, *Agelaius phoeniceus* and corn. *Ibis* 132:309-322.
- Duelli, P. M. Studer et I. Marchand. 1989. The influence of the surroundings on arthropod diversity in maize fields. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 24: 73-76.
- Dunning, J.B. jr. 1984. Body weights of 686 species of North American birds. Western Bird Banding Association. Monograph no.1, ii+34p+annexes.
- Emmerich, J.M. et P.A. Vohs. 1982. Comparative use of four woodland habitats by birds. *Journal of Wildlife Management* 46(1):43-49.
- Forsyth, D.J., C.F. Hinks et N.D. Wescott. 1994. Feeding by clay-colored sparrows on grasshoppers and toxicity of carbofuran residues. *Environmental Toxicology and Chemistry* 13(5):781-788.
- Gates, J.E. et L.W. Gysel. 1978. Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. *Ecology* 59(5):871-883.
- Gauthier, J. et Y. Aubry (sous la direction de). 1995. Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal, xviii+1295p.
- Genung, W.G. et V.E. Green. 1974. Food habits of the Meadowlark in the Everglades in relation to agriculture. *Environmental Entomology* 3(1): 39-42.
- Genung, W.G., M.J. Janes et V.E. Green jr. 1976. Insects and other dietary items of maynard's redwing blackbird in relation to agriculture. *The Florida Entomologist* 59(3):309-316.
- Graham, D.J. et J.-L. DesGranges. 1990. Effet de l'aziphos-méthyl(guthion) sur les oiseaux fréquentant les champs de pommes de terre et l'influence des facteurs comportementaux. SAGE Lté pour Environnement Canada, Service canadien de la faune. Série de rapports techniques No. 103, Région du Québec. xii+46p+annexes.

- Green, R.E., P.E. Osborne et E.J. Sears. 1994. The distribution of passerine birds in hedgerows during the breeding season in relation to characteristics of the hedgerow and adjacent farmland. *Journal of Applied Ecology* 31: 677-692.
- Hausammann, A. 1996. The effects of weed strip-management on pests and beneficial arthropods in winter wheat fields. *Journal of Plant diseases and Protection* 103(1):70-81.
- Hill, D.S. et J.M. Waller. 1985. Pests and diseases of tropical crops. Longman, London, 60 p.
- Howe, R.W. et G.J. Davis. 1991. The demographic significance of 'sink' populations. *Biological conservation* 57:239-255.
- Jobin, B., C. Boutin et J.-L. DesGranges. (sous presse). Effects of agricultural practices on the flora of hedgerows and woodland edges in southern Quebec. *Canadian journal of plant science* x:xx-xx.
- Jobin, B., C. Boutin et J.-L. DesGranges. 1996. Habitats fauniques du milieu rural québécois : une analyse floristique. *Canadian Journal of botany* 74: 323-336.
- Jobin, B. et S. Gauthier. 1995. Le Carouge à épaulettes. p.1030-1033 dans Gauthier, J. et Y. Aubry (sous la direction de). 1995. Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal, xviii+1295p.
- Kirk, D.A., M.D. Evenden et P. Mineau. (sous presse). Past and current attempts to evaluate the role of birds as predators of insect pests in temperate agriculture. *Current ornithology*.
- Lack, P.C. 1987. The effects of severe hedge cutting on a breeding bird population. *Bird Study* 34(2):139-146.
- Majumdar, N. et G. K. Brahmachari. 1987. Prime avian predators controlling insect and rodent pests of paddy in india; Management of their econiches -its feasibility and some suggestions. *Tiger Paper* 14: 16-22.
- Marquis, R.J. et C.J. Whelan. 1994. Insectivorous birds increase growth of white oak through consumption of leaf-chewing insects. *Ecology* 75(7):2007-2014.
- Marshall, E.J.P. et B.D. Smith. 1987. Field margin flora and faune; interaction with agriculture. *BCPC monograph No. 35, p.23-33*.
- Martin, T.E. 1980. Diversity and abundance of spring migratory birds using habitat islands on the great plains. *Condor* 82:430-439.
- Martin, T.E. 1981. Limitation in small habitat islands: chance or competition? *Auk* 98:715-734.

- Martin, A.C., H.S. Zim et A.L. Nelson. 1951. American wildlife & Plants, A guide to wildlife food habits. Dover publications inc. New York, 500 p.
- Metcalf, R.S. et A. Kelman. 1985. Integrated pest management in China. *Environment* 23(4).
- Nagy, K. A. 1987. Field metabolic rate and food requirement scaling in mammals and birds. *Ecological Monographs* 57(2):111-128.
- O'Connor R.J. et M. Shrubbs. 1986. Farming and birds. Cambridge University press, Cambridge. xi+290 p.
- Osborne, P. 1984. Bird numbers and habitat characteristics in farmland hedgerows. *Journal of Applied Ecology*. 21:63-82.
- Otvos, I.S. 1979. The effects of insectivorous bird activities in forest ecosystems: an evaluation. p.341-374 dans Dickson, J.G., R.N. Conner, R.R. Fleet, J.C. Kroll et A. Jackson. The role of insectivorous birds in forest ecosystems. Proceedings of a Symposium, Academic press, New York, 381p.
- Owen, L.K. 1989. Avian use of fencerow habitat in a predominantly agricultural area. Texas A&M University, Ph.D. dissertation, 172 p.
- Peck, G.K. et R.D. James. 1987. Breeding birds of Ontario : nidology and distribution.vol.1 et vol. 2, nonpasserines et passerines. Life Miscellaneous Publications, Royal Ontario Museum, Toronto, 321p. et 387p.
- Potvin, N. et J.-M. Bergeron et C. Fernet. 1976. Régime alimentaire d'oiseaux fréquentant un agrosystème. *Journal canadien de zoologie* 54:1992-2000.
- Pesant, Y. 1994. Le rôle des haies brise-vent en milieu rural dans Desmarais, C. L'arbre en ville et à la campagne; pratiques de végétalisation. Actes du colloque. Fondation Louis-de-Gonzague-Fortin, vii+306p.
- Quiring D.T. et P.R. Timmins. 1987. Predation by American crows reduces overwintering European corn borer populations in southwestern Ontario. *Canadian journal of Zoology* 66:2143-2145.
- SAS institute inc. 1988. SAS\STAT User's guide, release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute inc.1028 p.
- Schroeder, R.L., T.T. Cable et S.L. Haire. 1992. Wildlife species richness in shelterbelts: test of a habitat model. *Wildlife Society Bulletin* 20(3):264-273.
- Shalaway, S.D. 1985. Fencerow management of nesting birds in Michigan. *Wildlife Society Bulletin* 13:302-306.
- Southwood, T.R.E. 1978. Ecological methods, 2e édition, Chapman et Hall, London, New York.

Vergheese, A. et S. Subramanya. 1984. Birds as suppressing agents of non-insect pests and predators. *Conferences p.145-150.*

Vincent, C. et M.J. Lareau. 1983. Effectiveness of methiocarb and netting for bird control in a highbush blueberry plantation in Québec, Canada. *Crop protection 12(5): 397-399.*

Wright, E.N., I.R. Inglis et C.J. Feare. 1980. Bird problems in agriculture. The proceedings of a conference: understanding agricultural bird problems. BCPC publications, London, 210p.

Wrigley, G. 1985. Tropical agriculture. Longman publishers, Singapore, 305 p.

Yahner, R.H. 1983. Seasonal dynamics, habitat relationships and management of avifauna in farmstead shelterbelts. *Journal of Wildlife Management 47(1):85-104.*

Zhang, Z.-Q. 1991. The use of beneficial birds for biological pest control in China. *Biocontrol news and information 13(1) 11-16.*

ANNEXE 1

Liste des mammifères identifiés à l'intérieur et en bordure des haies brise-vent

Cerf de virginie	<i>Odocoileus virginianus</i>
Marmotte commune	<i>Marmota monax</i>
Rat musqué	<i>Ondatra zibethicus</i>
Tamia rayé	<i>Tamias striatus</i>
Mouffette rayée	<i>Mephitis mephitis</i>
Lapin à queue blanche	<i>Sylvilagus floridanus</i>
Raton laveur	<i>Procyon lotor</i>
Chien et chat domestique	

ANNEXE 2

Exemple de calcul du taux métabolique des passeriformes et valeur calorifique moyenne des insectes

-Taux métabolique des passeriformes en milieu naturel, selon Nagy (1987):

$$\text{Log (y)} = 0,949 + 0,749 \log (x) \quad (r^2=0,899)$$

y = taux métabolique

x = poids en gramme

- Le poids moyen d'une paruline équivaut à environ 11 g. Le poids moyen des bruants a été évalué à 23 g. Le poids moyen d'espèces comme le carouge et le vacher a été évalué à 50 g et à 100 g pour le merle (voir Dunning 1984).

-D'après la formule présentée ci-dessus, un oiseau de 23 g aurait besoin de 93 kjoule / jour, un oiseau de 50 g en aurait besoin de 166 kjoule / jour alors qu'un oiseau de 100 g utiliserait près de 280 kjoule / jour pour ses besoins métaboliques de base.

-Estimation de la valeur calorifique des insectes selon des données obtenues dans Southwood (1978)

En considérant plusieurs valeurs rapportées par Southwood (1978), nous considérons qu'en moyenne, un insecte a une valeur calorifique d'environ 5,39 kcal \ g de poids sec.

-Estimation du poids d'un insecte

Nous avons estimé qu'un insecte de taille moyenne pouvait peser environ 50 mg, soit le poids d'un diptère de taille intermédiaire. Le contenu en eau a été estimé à environ 20% du poids total. Le poids sec utilisé pour les calculs est donc de 10 mg ou de 0,01 g.

-Exemple de calcul

0,01 g = 0,0539 kcal par insecte

0,0539 kcal = 0,225 kjoule

-Un oiseau de 23 g (bruant et chardonneret) aura besoin d'ingérer 93 kjoules / jour \ 0,225 kjoule / insecte = 465 insectes par jour.

-Un oiseau de 50 g (carouge) aura besoin d'ingérer 166 kjoules / jour \ 0,225 kjoule / insecte = 830 insectes par jour

-Un oiseau de 100 g (merle) aura besoin d'ingérer 280 kjoules / jour \ 0,225 kjoule / insecte = 1400 insectes par jour.

ANNEXE 3

Liste des espèces d'oiseaux identifiées dans les haies brise-vent, noms latins et régime alimentaire dominant en dehors de la période de la nidification selon DeGraaf et Rudis (1983). Les espèces en caractères gras sont des espèces qui vivent essentiellement au sol.

ALOUETTE CORNUE	EREMOPHILA ALPESTRIS	OMNIVORE
BRUANT À GORGE BLANCHE	ZONOTRICHIA ALBICOLLIS	OMNIVORE
BRUANT CHANTEUR	MELOSPIZA MELODIA	OMNIVORE
BRUANT DES PRÉS	PASSERCULUS SANDWINCHENSIS	OMNIVORE
BRUANT VESPÉRAL	POOECETES GRAMINEUS	OMNIVORE
BUSARD SAINT-MARTIN	CIRCUS CYANEUS	CARNIVORE
BUSE À QUEUE ROUSSE	BUTEO JAMAICENSIS	CARNIVORE
CARDINAL À POITRINE ROSE	PHEUCTICUS LUDOVICIANUS	OMNIVORE
CAROUGE À ÉPAULETTES	ANGELAIUS PHOENICEUS	OMNIVORE
CHARDONNET JAUNE	CARDUELIS TRISTIS	OMNIVORE
CHEVALIER BRANLEQUEUE	ACTITIS MACULARIA	OMNIVORE
CORNEILLE D'AMÉRIQUE	CORVUS BRACHYRHYNCHOS	OMNIVORE
ÉTOURNEAU SANSONNET	STURNUS VULGARIS	OMNIVORE
GEAI BLEU	CYANOCITTA CRISTATA	OMNIVORE
GOGLU	DOLICHONYX ORYZIVORUS	OMNIVORE
HIRONDELLE DES GRANGES	HIRUNDO RUSTICA	INSECTIVORE
JASEUR DES CÈDRES	BOMBYCILLA CEDRORUM	FRUGIVORE
MAUBÈCHE DES CHAMPS	BARTRAMMIA LINGICAUDA	INSECTIVORE
MERLE D'AMÉRIQUE	TURDUS MIGRATORIUS	OMNIVORE
MÉSANGE À TÊTE NOIRE	PARUS ATRICAPILLUS	INSECTIVORE
MOINEAU DOMESTIQUE	PASSER DOMESTICUS	GRANIVORE
MOQUEUR CHAT	DUMETELLA CAROLINENSIS	OMNIVORE
MOQUEUR ROUX	TOXOSTOMA RUFUM	OMNIVORE
MOUCHEROLLE DES AULNES	EMPICONAX ALNORUM	INSECTIVORE
MOUCHEROLLE DES SAULES	EMPIDONAX TRAILLII	INSECTIVORE
MOUCHEROLLE PHÉBI	SAYORNIS PHOEBE	INSECTIVORE
ORIOLE DU NORD	ICTERUS GALBULA	OMNIVORE
PARULINE JAUNE	DENDROICA PETECHIA	INSECTIVORE
PARULINE MASQUÉE	GEOTHLYPIS TRICHAS	INSECTIVORE
PERDRIX GRISE	PERDIX PERDIX	OMNIVORE
PIC CHEVELU	PICOIDES VILLOSUS	INSECTIVORE
PIC FLAMBOYANT	COLAPTES AURATUS	INSECTIVORE
PIC MINEUR	PICOIDES PUBESCENS	INSECTIVORE
PLUVIER KILDIR	CHARADRIUS VOCIFERUS	INSECTIVORE
QUISCALE BRONZÉ	QUISCALUS QUISCUA	OMNIVORE
ROSELIN FAMILIER	CARPODACUS MEXICANUS	OMNIVORE
TOURTERELLE TRISTE	ZENAIDA MACROURA	GRANIVORE
TYRAN HUPPÉ	MYIARCHUS CRINITUS	INSECTIVORE
TYRAN TRITRI	TYRANNUS TYRANNUS	INSECTIVORE
VACHER À TÊTE BRUNE	MOLOTHRUS ATER	OMNIVORE
VIRÉO AUX YEUX ROUGES	VIREO OLIVACEUS	INSECTIVORE
VIRÉO MÉLODIEUX	VIREO GILVUS	INSECTIVORE