

RELATIONS ENTRE LA MODIFICATION DU PAYSAGE
RURAL, LES CHANGEMENTS DE PRATIQUE AGRICOLE
ET LES FLUCTUATIONS DES POPULATIONS D'OISEAUX
CHAMPÊTRES DU SUD DU QUÉBEC (Plaine du Saint-Laurent)

Benoît Jobin ¹

Jean-Luc DesGranges ²

Nathalie Plante ²

Céline Boutin ³

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES No. 191

Région du Québec 1994

Service canadien de la faune

Ce rapport peut être cité comme suit:

Jobin, B., J.L. DesGranges, N. Plante et C. Boutin. 1994. Relations entre la modification du paysage rural, les changements de pratique agricole et les fluctuations des populations d'oiseaux champêtres du sud du Québec (Plaine du Saint-Laurent). Gauthier & Guillemette consultants inc. pour Environnement Canada. Série de rapports techniques No. 191. Service canadien de la faune, Région du Québec. xi + 95 p. + 5 annexes + 1 supplément.

¹ Gauthier & Guillemette consultants inc. 225, rue Montfort, Saint-Romuald, Québec. G6W 3L8

² Service canadien de la faune, Environnement Canada, 1141 route de l'Église, Sainte-Foy, Québec. G1V 4H5

³ Centre national de la recherche faunique, Service canadien de la faune, Environnement Canada, 100 Boul. Gamelin, Hull, Québec. K1A 0H3

Publié avec l'autorisation du
Ministère de l'Environnement
Service canadien de la faune

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1994

Numéro de catalogue CW69-5/191F

ISBN 0-662-98911-2

ISSN 0831-6481

1. Oiseaux - pratiques agricoles. 2. Sélection - cultures. 3. Fluctuations - populations.
4. Paysage rural - modifications.

Copies disponibles auprès du

Service canadien de la faune

Région du Québec

1141, route de l'Église, C.P. 10100

Sainte-Foy, Québec, G1V 4H5

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Directeurs

Gauthier & Guillemette consultants inc.
Service canadien de la faune

René Nault
Jean-Luc DesGranges
Céline Boutin

Chargé de projet

Benoît Jobin

Planification

Benoît Jobin
Jean-Luc DesGranges
Céline Boutin
Nathalie Plante

Rédaction

Benoît Jobin
Nathalie Plante
Jean-Luc DesGranges

Équipe de terrain

Benoît Jobin
Stéphane Côté
Céline Boutin
Natalie Hamel
Catherine St-Pierre

Photo-interprétation

Dany Brousseau
Daniel Lauzier
Benoît Jobin
Mario Beauchesne

Traitement et analyses statistiques

Nathalie Plante
Benoît Jobin
David Gaudreau

Cartographie

Danielle Bédard

Conseiller scientifique

Denis Coutlée

REMERCIEMENTS

Ce projet n'aurait pu être réalisé sans la participation de plusieurs intervenants. Nous tenons à remercier André Cyr, Jean Gauthier, Bruce PeterJohn, Sam Droege et Connie Downes pour l'information reçue concernant les données ÉPON et les résultats des inventaires ornithologiques. Un merci tout spécial aux bénévoles ayant pris part à ces inventaires et particulièrement à M. Arnaudin, P. Blancher, A. Cyr, F. Hamel, R. Lepage, M. McIntosh et R. Ouellet.

Le questionnaire envoyé aux producteurs agricoles a été critiqué et commenté par les personnes suivantes lors de la campagne du pré-test: Bertrand Tremblay, Judes Gilbert, Robert Bouchard et Jean-Marc Leblanc, producteurs agricoles; Marie-France Chevrefils, bio-agronome; Denis Coutlée, Doris Pellerin, Maude Plourde et Jean-Paul Jacob, agronomes; Gilles Naud, inspecteur au M.A.P.A.Q.; Laurent Gélinas et Sylvio Tessier, professeurs; Daniel Allard, syndicat des producteurs de lait de la Mauricie. Nous les en remercions sincèrement. De judicieux commentaires de la part de Pierre Mineau et Alain Baril ont aussi permis d'améliorer significativement la version finale du questionnaire.

La collaboration des producteurs agricoles s'est avérée essentielle lors de l'inventaire floristique et nous tenons à les remercier. De plus, la continuité du projet n'aurait pu être possible sans la participation de plusieurs d'entre eux qui ont accepté de répondre au questionnaire leur ayant été envoyé. Nous remercions Luc Bélanger pour ses commentaires d'une version préliminaire de ce rapport.

Les fonds nécessaires au déroulement de ce projet proviennent du programme «Pest Fund» de la division conservation et protection d'Environnement Canada, dirigé par le «Pesticide Program Management Comity». Une partie des coûts a aussi été défrayée par des fonds du Service canadien de la faune accordés à Jean-Luc DesGranges de la région du Québec de même qu'à Céline Boutin du bureau-chef à Hull.

RÉSUMÉ

Les pratiques agricoles en vigueur aujourd'hui dans le sud du Québec sont différentes de celles qui prévalaient il y a 25 ans. La machinerie agricole s'est perfectionnée et l'usage de pesticides est devenue pratique courante. Ces nouvelles pratiques agricoles, associées aux modifications de l'habitat rural ont pu avoir des effets négatifs sur la faune et la flore locales. La présente étude s'est concentrée sur les facteurs régissant la sélection de l'habitat chez 28 espèces d'oiseaux champêtres de même que sur les effets des changements du paysage rural et de certaines pratiques agricoles sur leurs populations.

Les modifications des habitats ruraux ont été détectées par l'interprétation de photographies aériennes prises dans les années '60 et '80 et couvrant 148 points d'écoute dispersés le long de 7 routes ÉPON (BBS) situées dans la Plaine du Saint-Laurent. Un questionnaire a été élaboré pour récolter l'information concernant les pratiques culturales sur 82 de ces points d'écoute. À ces endroits, la présence des cultures de maïs, de luzerne et de soya ainsi que l'utilisation d'herbicides se sont accrues durant cette période alors que la présence des pâturages et des champs de foin a diminué. Le nombre d'arbres isolés et la longueur des lisières a diminué tandis que le nombre d'îlots boisés, de bâtiments de ferme et de maisons a augmenté.

Un inventaire d'oiseaux a été effectué en juin 1992 sur ces 82 points d'écoute et la fréquentation des types de culture a été déterminée. Certaines espèces comme l'Alouette cornue, le Pluvier kildir et le Carouge à épaulettes fréquentaient principalement les grandes cultures (maïs et soya) alors que les densités du Goglu, de la Sturnelle des prés et du Bruant des prés étaient plus élevées près des fermes laitières (pâturages, foin et luzerne). D'autres espèces comme le Bruant chanteur et le Merle d'Amérique étaient surtout présentes dans les friches tandis que l'orée des forêts feuillues attirait la Corneille d'Amérique et l'Oriole du Nord. Les espèces les plus abondantes étaient l'Étourneau sansonnet et le Moineau domestique, deux espèces associées aux maisons et aux bâtiments de ferme.

La fluctuation des populations d'oiseaux pour la période 1966-1992 a été évaluée par l'analyse des données ÉPON récoltées sur les 148 points d'écoute. Dix espèces ont vu leurs effectifs augmentés. Les hausses les plus marquées ont été enregistrées par la Tourterelle triste et le Goéland à bec cerclé. Huit espèces étaient à la baisse dont le Bruant vespéral, la Sturnelle des prés et le Vacher à tête brune alors que trois espèces sont demeurées stables. Sept espèces dont le Carouge à épaulettes et le Goglu ont augmenté leurs effectifs dans les années '70 avant de subir une baisse dans les années '80.

Les résultats de la présente étude montrent que l'hétérogénéité du paysage rural augmente la diversité aviaire. L'intensification de l'agriculture, principalement les grandes cultures, dans certaines régions aurait par ailleurs causé la destruction d'habitats hautement utilisés par les oiseaux, tels les lisières entre les champs. Les espèces associées à ces habitats auraient été affectées négativement par ces changements. L'utilisation des herbicides aurait diminué la qualité des habitats utilisés par les oiseaux mais nos résultats n'ont pas montré d'effets directs sur eux. À l'opposé, l'abandon de certaines terres agricoles, principalement des fermes laitières, aurait entraîné la création d'habitats tels les friches, l'expansion des forêts feuillues et le développement urbain ce qui aurait favorisé les espèces qui les fréquentent. Toutefois, la diminution des pâturages et des champs de foin qui s'en est suivie semble avoir entraîné la diminution de plusieurs espèces associées à ces milieux. Des recommandations sont suggérées quant aux pratiques culturales permettant de maintenir la biodiversité des oiseaux champêtres dans un contexte d'agriculture durable.

ABSTRACT

Changes in farming practices occurred in southern Québec over the last 25 years. Farm equipment has been improved, and use of pesticides is now common. These new farming practices, combined with changes in rural habitats, could have a significant impact on local flora and fauna. This study focussed on habitat selection of 28 rural bird species and on the effects of the modification of the rural landscape and farming practices on bird populations.

Changes in habitats were detected through interpretation of aerial photographs taken in the 1960s and the 1980s, covering 148 monitoring sites scattered along 7 BBS routes located in the St. Lawrence Plain. Information on farming practices was gathered by means of a questionnaire distributed to farmers owning land at 82 of the 148 monitoring sites. At these sites, cultivation of corn, alfalfa and soybean crops, as well as herbicide use, increased over the past 25 years while the number of pastures and hayfields decreased. The number of isolated trees and the length of hedgerows were reduced whereas small woodlots and farm buildings and houses increased in number.

A bird survey was conducted in June 1992 at the same 82 sites to determine habitat use by birds. Although few species were found in corn and soybean fields, some such as the Horned Lark, the Killdeer and the Red-winged Blackbird were observed in high number. The Bobolink, the Eastern Meadowlark and the Savannah Sparrow were mainly observed near dairy farms in pastures, hayfields and alfalfa fields. Other species such as the Song Sparrow and the American Robin used old fields whereas the American Crow and the Northern Oriole were seen in forested edgerows. The most abundant species were the European Starling and the House Sparrow, two species generally observed near houses and farm buildings.

Fluctuations in rural bird populations were determined using data from BBS surveys conducted between 1966 and 1992 at the same 148 monitoring sites as those used for the rural landscape modifications study. Ten bird species showed increasing population trends, the Mourning Dove and the Ring-billed Gull had the sharpest population increase. Population size for height species including the Vesper Sparrow, the Eastern Meadowlark and the Brown-headed Cowbird decreased whereas numbers for three other species remained stable. Seven species increased in population in the 1970s and then decreased in the 1980s. The Red-winged Blackbird and the Bobolink belong to this group.

Results from this study showed that high landscape heterogeneity is related to an increase in rural bird diversity. Increase in agricultural practices was reflected by an increase in land use by cashcrops (corn, wheat and soybean) and by the destruction of important bird habitats, such as hedgerows. These practices could have had major impacts on bird species associated with these habitats. Herbicide use has reduced bird habitat quality but our results did not show direct impacts on bird populations. On the other hand, the abandonment of several dairy farms over the past 25 years has led to an increase in old fields and deciduous forests as well as urban development and has favored bird species which frequent these habitats. The loss of pastures and hayfields however contributed to the reduction of bird abundance of the species generally found in these habitats. Recommendations on farming practices are suggested in order to maintain biodiversity of rural birds in a sustainable agricultural industry.

TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE RÉALISATION.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RÉSUMÉ.....	iii
ABSTRACT.....	v
TABLE DES MATIÈRES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
1.0 INTRODUCTION.....	1
1.1 Effets des pratiques culturales sur les oiseaux champêtres.....	2
1.1.1 Mécanisation et modification du paysage rural.....	2
1.1.2 Bétail et pâturage.....	5
1.1.3 Utilisation de pesticides.....	5
1.1.3.1 Effets sur l'alimentation.....	5
1.1.3.2 Effets sur le couvert de nidification.....	6
1.1.3.3 Toxicité des pesticides.....	6
1.2 Abandon des terres cultivées.....	7
1.3 Situation actuelle de l'agriculture au Québec.....	7
1.4 Situation actuelle des communautés aviaires au Québec.....	8
1.5 Objectifs de l'étude.....	9
2.0 MÉTHODES.....	11
2.1 Sélection des routes et des points d'écoute.....	11
2.2 Données relatives au milieu agricole.....	13
2.2.1 Paysage rural.....	13
2.2.2 Affectation des sols à l'été 1992.....	15
2.2.3 Description des pratiques agricoles.....	15
2.3 Données ornithologiques.....	16
2.3.1 Inventaire des oiseaux nicheurs au printemps 1992.....	16
2.3.2 Banque de données ÉPON.....	16
2.4 Analyse des données.....	18
2.4.1 Sélection de l'habitat par les oiseaux et pratiques culturales.....	18
2.4.2 Relations entre les fluctuations des pratiques culturales, du paysage agricole et des populations d'oiseaux.....	19
2.4.2.1 Données ornithologiques.....	20
2.4.2.2 Paysage rural.....	20
2.4.2.3 Pratiques culturales.....	20
2.4.2.4 Analyse statistique.....	21

3.0 RÉSULTATS	25
3.1 Description des routes sélectionnées et des pratiques culturelles	25
3.1.1 Situation géographique.....	25
3.1.2 Affectation du sol à l'été 1992	27
3.1.3 Évolution du paysage rural depuis 25 ans.....	29
3.1.4 Situation actuelle des pratiques culturelles.....	34
3.1.5 Évolution des pratiques culturelles depuis 25 ans	38
3.2 Sélection de l'habitat par les oiseaux à l'été 1992.....	41
3.2.1 Effectifs des oiseaux champêtres	41
3.2.2 Influence du paysage rural et des pratiques culturelles.....	45
3.2.3 Habitats fréquentés par les 28 espèces champêtres	55
3.2.4 Importance des bâtiments de ferme.....	62
3.3 Fluctuations des populations d'oiseaux champêtres de 1966 à 1992 (données ÉPON).....	62
3.3.1 Tendances démographiques des 28 espèces.....	62
3.3.2 Relations avec les changements du paysage agricole et les pratiques culturales	69
4.0 DISCUSSION	75
4.1 Sélection de l'habitat par les oiseaux champêtres	75
4.1.1 Grandes cultures.....	75
4.1.2 Exploitations laitières.....	77
4.1.3 Friches et bordures	77
4.1.4 Milieu urbain et bâtiments de ferme	78
4.1.5 Hétérogénéité du paysage rural	78
4.2 Modification de l'agriculture et du paysage et répercussions sur les oiseaux champêtres.....	79
4.2.1 Intensification de l'agriculture.....	80
4.2.2 Diminution des exploitations laitières	81
4.2.3 Habitats nouvellement créés.....	82
5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	85
6.0 RÉFÉRENCES	87

Annexe 1: Abondance de l'avifaune dans les 82 points d'écoute lors des inventaires exhaustifs de juin 1992

Annexe 2: Habitats préférentiels et abondance moyenne des espèces dans les 4 contextes agricoles

Annexe 3: Caractéristiques écologiques des 28 espèces d'oiseaux champêtres étudiées

Annexe 4: Nombre moyen d'espèces et d'individus dans les 4 contextes agricoles

Annexe 5: Proportion relative des espèces et des individus dans les 4 contextes agricoles

Supplément au rapport: Précision des données ÉPON et potentiel d'utilisation du point d'écoute dans l'étude des tendances démographiques des oiseaux

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	Liste des espèces d'oiseaux à l'étude.....	17
Tableau 2:	Longueur moyenne des bordures, des lisières et des routes et nombre moyen d'arbres isolés, de bâtiments de ferme, de maisons et d'îlots boisés dans les années '60 et '80.....	33
Tableau 3:	Nombre de producteurs agricoles contactés pour la description des pratiques culturales en vigueur dans les 7 routes ÉPON.....	35
Tableau 4:	Abondance des 28 espèces d'oiseaux lors des inventaires exhaustifs de juin 1992.....	42
Tableau 5:	Nombre moyen d'espèces et d'individus des 28 espèces champêtres à l'étude et de toutes les espèces observées lors des inventaires exhaustifs de juin 1992 et moyenne de l'indice de diversité de Shannon	44
Tableau 6:	Corrélations moyennes entre différents paramètres du paysage agricole et les paramètres descriptifs des populations d'oiseaux.....	46
Tableau 7:	Comparaison du nombre moyen d'espèces, d'individus et indice de Shannon entre les points d'écoute ayant ou non subi diverses pratiques culturales.....	54
Tableau 8:	Fluctuations des populations des 28 espèces d'oiseaux entre 1966 et 1992.....	66
Tableau 9:	Seuils observés du test de Cochran-Mantel-Haenszel.....	70

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Effets de certaines pratiques culturales sur les oiseaux champêtres	3
Figure 2:	Démarche de sélection des 7 routes ÉPON.....	12
Figure 3:	Années des inventaires d'oiseaux et de la prise des photographies aériennes.....	14
Figure 4:	Localisation des 7 routes ÉPON.....	26
Figure 5:	Superficie des cultures le long des 7 routes ÉPON en 1992	28
Figure 6:	Superficie relative couverte par les habitats le long de chacune des 7 routes ÉPON dans les années '60 et '80.....	30
Figure 7:	Superficie relative couverte par les habitats le long des 7 routes ÉPON dans les années '60 et '80	31
Figure 8:	Proportion des agriculteurs ayant ou non utilisé des pesticides.....	36
Figure 9:	Pesticides utilisés sur les différentes cultures lors des 7 dernières années.....	37
Figure 10:	Pourcentage de producteurs ayant cultivés différents types de culture entre 1965 et 1992.....	39
Figure 11:	Pourcentage de producteurs ayant utilisés des pesticides entre 1965 et 1992	40
Figure 12:	Constance et densité des 28 espèces d'oiseaux dans les 82 points d'écoute en juin 1992	43
Figure 13:	Superficie couverte par les grandes cultures, les cultures fourragères et les pâturages dans les 4 contextes agricoles.....	47
Figure 14:	Nombre moyen d'espèces et d'individus par point d'écoute dans les 4 contextes agricoles	49
Figure 15:	Nombre moyen d'espèces et d'individus par point d'écoute dans les 4 contextes agricoles selon leur habitat préférentiel	50
Figure 16:	Nombre moyen d'espèces par point d'écoute dans les 4 contextes agricoles selon leur régime alimentaire, leurs guildes de nidification et leur région d'hivernage.....	52
Figure 17:	Nombre moyen d'individus par point d'écoute dans les 4 contextes agricoles selon leur régime alimentaire, leurs guildes de nidification et leur région d'hivernage.....	53
Figure 18:	Densité moyenne et diversité moyenne des oiseaux champêtres dans les cultures en juin 1992.....	56
Figure 19:	Densité des 28 espèces d'oiseaux dans les cultures en juin 1992.....	57
Figure 20:	Habitats utilisés pour l'alimentation par les espèces les plus abondantes.....	58

Figure 21: Densité des 28 espèces d'oiseaux selon leurs guildes de nidification	60
Figure 22: Densité des 28 espèces d'oiseaux selon leurs guildes d'alimentation	61
Figure 23: Densité des 28 espèces d'oiseaux selon leur aire d'hivernage	63
Figure 24: Utilisation des bâtiments par les 28 espèces d'oiseaux	64
Figure 25: Fluctuation des effectifs des 28 espèces d'oiseaux champêtres entre 1966 et 1992 selon leur habitat préférentiel.....	65
Figure 26: Fluctuation des effectifs des 28 espèces d'oiseaux champêtres entre 1966 et 1992 selon leur régime alimentaire, leurs guildes de nidification et leur région d'hivernage.....	68
Figure 27: Représentation de l'analyse en composantes principales dérivée du test de Cochran-Mantel-Haenszel.....	71

Depuis l'arrivée des premiers colons en Nouvelle-France au XVII^e siècle, la coupe des arbres dans la vallée du Saint-Laurent en vue de faire le commerce du bois et d'y défricher la terre a toujours été une activité économique importante dans le sud du Québec. Bien que des prairies naturelles entretenues par le feu étaient présentes le long du Saint-Laurent à cette époque, le défrichage des terres a causé une modification radicale des habitats d'origine ayant pour effet de bouleverser la distribution et possiblement l'abondance des espèces fauniques et végétales indigènes. Encore aujourd'hui, l'activité agricole évolue et continue de modifier le paysage rural du sud du Québec (voir Domon *et al.* 1993).

Selon Statistique Canada (1987), la superficie totale des terres cultivées a chuté depuis 1971 au Québec, de nombreuses fermes ayant été abandonnées dans plusieurs régions rurales. La taille moyenne des exploitations agricoles s'est toutefois accrue au cours de la même période, résultat de l'acquisition de fermes voisines par certains agriculteurs ou par la modification d'habitats adjacents non cultivés en vue de prendre de l'expansion. Compte tenu de l'intensification de l'agriculture dans certaines régions, la machinerie s'est perfectionnée et la taille des engins s'est accrue afin d'en augmenter l'efficacité. L'augmentation de la taille de ces machines et de la superficie moyenne des exploitations agricoles s'est traduite, dans certains cas, par la destruction d'habitats fréquentés par les oiseaux champêtres tels les haies entre les champs (lisières), les zones humides, les boisés de fermes et les arbres et buissons isolés qui entravaient le déplacement de la machinerie.

En plus d'occasionner des pertes d'habitats, les pratiques culturales actuelles peuvent agir sur la qualité de ceux qui demeurent et ainsi affecter les populations fauniques qui les utilisent. Le passage de la machinerie dans les champs, le pacage du bétail et l'utilisation d'herbicides et de fertilisants sont des exemples de pratiques pouvant causer des torts à la faune. Dans le cas des oiseaux des milieux ruraux en Grande-Bretagne et de la faune terrestre en Amérique du Nord, O'Connor et Shrubbs (1986) et Freemark et Boutin (sous presse) offrent respectivement une bonne synthèse des effets des pratiques culturales sur la faune et leurs habitats.

1.1 EFFETS DES PRATIQUES CULTURALES SUR LES OISEAUX CHAMPÊTRES

1.1.1 Mécanisation et modification du paysage rural

L'un des effets directs des pratiques culturelles sur les oiseaux champêtres est causé par l'utilisation de la machinerie dans les champs lors de la période de reproduction des oiseaux (figure 1). En effet, la réduction du succès de nidification de certaines espèces de canards a été, en partie, attribuée à la destruction directe des nids au passage de la machinerie agricole (Masse et Raymond 1988). Des observations similaires chez des espèces de passereaux expliquent aussi, partiellement, une baisse du succès reproducteur notamment chez le Bruant vespéral (Rodenhouse et Best 1983; Graham et DesGranges 1993) et chez le Goglu (Bollinger *et al.* 1990).

Le besoin d'obtenir un rendement maximum des superficies cultivées a incité des producteurs à éliminer des habitats hautement utilisés par les oiseaux en période d'alimentation et de nidification. Les boisés de ferme (îlots) et, par conséquent, les bordures qui séparent les zones forestières des champs cultivés sont aussi d'importants habitats pour les oiseaux (Wegner et Merriam 1979; Best *et al.* 1990) et plusieurs ont été détruits au cours des ans. La fragmentation des habitats en milieu agricole consiste à réduire le couvert forestier adjacent en effectuant des coupes qui morcellent littéralement les zones forestières en plusieurs unités de moindres superficies (îlotage). Or, la diversité et l'abondance des oiseaux utilisant ces milieux sont directement reliées à la taille des boisés (Galli *et al.* 1976; Freemark et Merriam 1986; Askins *et al.* 1990) de même qu'à l'hétérogénéité spatiale de la végétation à l'intérieur de ces boisés (Freemark et Merriam 1986). De plus, la prédation dans les boisés de petites tailles est plus élevée que dans ceux couvrant de grandes superficies (Andrén *et al.* 1985; Wilcove 1985; Small et Hunter 1988), les bordures étant hautement utilisées par les prédateurs (Gates et Gysel 1978). L'incidence du parasitisme par le Vacher à tête brune serait également plus important en marge des boisés qu'à l'intérieur (Brittingham et Temple 1983).

Plusieurs lisières arbustives et arborées (haies) qui séparent les champs cultivés ont été éliminées sur plusieurs fermes au cours des ans. Leur importance pour l'avifaune est bien documentée. On a trouvé un lien direct entre la structure et la composition floristique des lisières et celle de leurs communautés aviaires (Graber et Graber 1963; Arnold 1983; Best 1983; Rodenhouse et Best 1983; Yahner 1983; Shalaway 1985; O'Connor et Shrubbs 1986; Schroeder *et al.* 1992). Par ailleurs, la densité et la diversité de l'avifaune tendent à augmenter avec la longueur et la complexité des lisières

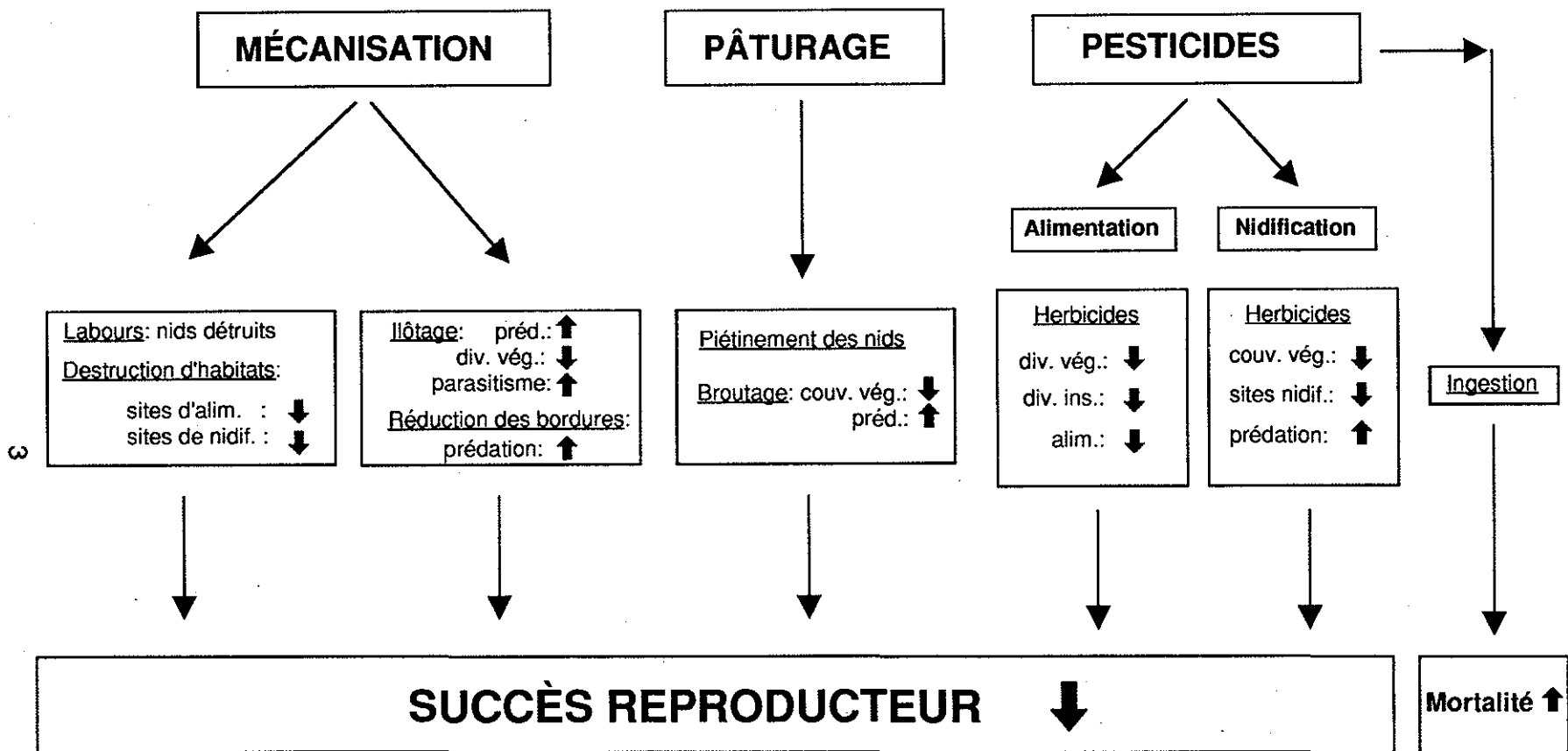


Figure 1: Effets de certaines pratiques culturales sur les oiseaux champêtres

Légende: ↓ réduction alim.: alimentation div. vég.: diversité végétale
 ↑ augmentation nidif.: nidification div. ins.: diversité des insectes
 préd.: prédation couv. vég.: couvert végétal

quoique l'augmentation de la longueur des lisières peut parfois causer une augmentation du nombre d'individus présents dans les lisières sans pour autant en augmenter la diversité spécifique (O'Connor et Shrub 1986). Les lisières agissent également comme corridors qui facilitent les déplacements entre les zones boisées et les champs agricoles (Wegner et Merriam 1979; Johnson et Adkisson 1985).

La réduction de la largeur des bordures, des lisières et de la bande de végétation entourant certains habitats comme les fossés afin d'augmenter la surface cultivée peut aussi avoir un effet important sur le succès reproducteur des oiseaux. En effet, il a été démontré que le taux de prédation augmentait dans certains habitats humides hautement fréquentés par les oiseaux dû à la faible largeur de la ceinture végétale entourant ces marais ce qui facilitait les mouvements et la quête de nourriture des prédateurs (Krasowski et Nudds 1986).

Les marais sont également touchés par les pratiques agricoles. Ces habitats sont fortement utilisés par plusieurs espèces comme le Carouge à épaulettes (Case et Hewitt 1963; Robertson 1972), le Bruant des marais (*Melospiza georgiana*) (Greenberg 1988) et la Paruline masquée (*Geothlypis trichas*) (Godfrey 1986). De plus, il est bien connu qu'une large proportion des habitats humides des prairies canadiennes, propices à la nidification de la sauvagine et à d'autres espèces aviaires, ont été détruits au profit de l'agriculture ou ont subi une forte réduction de leur qualité en tant qu'habitats fauniques (Boyd 1985).

Les arbres isolés qui parsèment les champs cultivés sont d'excellents perchoirs pour les rapaces en quête d'une proie (Clark 1983). Ils sont également utilisés par le Vacher à tête brune pour observer le va-et-vient des oiseaux afin de découvrir l'emplacement de leur nid (Thompson et Gottfried 1976). Plusieurs espèces d'oiseaux, tels les pics, l'Étourneau sansonnet, la Crécerelle d'Amérique et l'Hirondelle bicolor, utilisent de vieux arbres morts pour nicher (Godfrey 1986). Bien que l'importance des arbres isolés pour l'avifaune n'ait pas fait l'objet d'études précises, la présence de grands arbres, vivants ou morts, à l'intérieur des lisières (considérés dans la présente étude comme des arbres isolés) a été considérée lors d'études visant à documenter l'importance des lisières pour l'avifaune (Arnold 1983; Osborne 1984; Shalaway 1985; O'Connor et Shrub 1986; Schroeder *et al.* 1992). Il en ressort que les lisières qui possèdent de grands arbres étaient plus utilisées que celles où ces arbres étaient absents. Aussi, certaines études ont indiqué que la réduction du nombre d'arbres isolés suite à la maladie hollandaise de l'orme avait des effets négatifs sur certaines populations d'oiseaux champêtres en Angleterre (Osborne 1982, 1983).

1.1.2 Bétail et pâturage

L'effet des activités associées au broutage du bétail sur le succès reproducteur des oiseaux champêtres peut se manifester de deux façons: par le piétinement des nids et par la réduction du couvert végétal. Le piétinement du bétail peut engendrer la destruction directe de nids. Bien que ce fait ait été constaté à plusieurs reprises dans le cas des nids de sauvagine (Bélanger 1991), l'extrapolation au niveau des passereaux est tout à fait plausible. De plus, le broutage peut affecter le succès reproducteur des oiseaux en augmentant le taux de prédation sur les nids en raison de la réduction du couvert végétal. La densité et la diversité des passereaux sont d'ailleurs plus élevées dans les champs non broutés que dans les champs en pâturage (voir Bélanger 1991).

1.1.3 Utilisation de pesticides

Afin de maximiser les rendements agricoles, les agriculteurs utilisent de plus en plus de pesticides. Leur utilisation a d'ailleurs augmenté considérablement au Québec depuis une trentaine d'années (Reiss *et al.* 1984). Les herbicides composent à eux seuls plus de 70 % des pesticides utilisés au Québec. Les plus grandes quantités de pesticides sont épandues dans les régions situées au sud de Montréal, régions où se concentrent les plus importantes cultures céréalières et maraîchères (Reiss *et al.* 1984).

La situation québécoise est similaire à celle prévalant dans d'autres régions canadiennes et américaines. En effet, bien qu'au Canada la superficie totale des terres en culture ait subi un léger déclin depuis le début des années '50, la quantité d'herbicides et d'insecticides épandus par hectare a triplé entre 1971 et 1986 (McCuaig et Manning 1982). L'impact de l'utilisation des pesticides dans les prairies canadiennes sur les populations de sauvagine a d'ailleurs fait l'objet d'une étude synthèse (Sheehan *et al.* 1987). Les effets néfastes de l'utilisation de pesticides (principalement des herbicides) sur les oiseaux champêtres sont de trois types. Ils peuvent affecter: 1) leur alimentation, 2) leur reproduction et 3) leur survie dans le milieu.

1.1.3.1 Effets sur l'alimentation

L'usage de pesticides a pour objectif d'éliminer certaines espèces végétales et animales qui nuisent au rendement des cultures. Bien que les espèces nuisibles puissent être remplacées par d'autres suite à l'épandage d'herbicides, Chancellor (1979) conclut que la diversité végétale diminue dans les champs cultivés à la suite d'une telle pratique. Cette baisse de diversité végétale peut affecter directement les communautés d'insectes qui utilisaient les plantes visées. En effet, plusieurs études

ont démontré que les insectes réagissent différemment selon l'espèce végétale qui fait l'objet du traitement et selon le type d'herbicide utilisé (voir Freemark et Boutin sous presse). Par exemple, Putnam (1949) a constaté que la densité des nymphes de sauterelles était plus élevée dans les champs en jachère arrosés au 2,4-D que celle dans les champs non-traités. À l'opposé, l'abondance des arthropodes a diminué dans des champs en culture intensive où des herbicides étaient appliqués (Lamp *et al.* 1984). Dans le cas où la densité d'insectes diminue suite à l'application d'herbicides, il est permis de croire que les oiseaux nicheurs subiront également des effets néfastes puisque la nourriture apportée aux oisillons durant la période d'alimentation au nid se compose principalement d'insectes (voir Potts 1985).

1.1.3.2 Effets sur le couvert de nidification

Les habitats fauniques adjacents aux champs cultivés sont très exposés aux pesticides. En effet, des quantités appréciables de pesticides épandus par voie aérienne dérivent vers les habitats adjacents non ciblés (Maybank *et al.* 1978; Renne et Wolf 1979). Certains agriculteurs arrosent même intentionnellement ces habitats dans le but d'enrayer les réservoirs potentiels d'espèces végétales nuisibles pouvant coloniser les champs cultivés (Jobin *et al.* 1994; Freemark et Boutin sous presse). La qualité et la disponibilité des sites potentiels de nidification peuvent donc être diminuées suite à la réduction du couvert végétal. Une relation inverse existe d'ailleurs entre les taux de prédation des nids situés au sol et l'hétérogénéité spatiale de la végétation du milieu (Bowman et Harris 1980).

1.1.3.3 Toxicité des pesticides

Les oiseaux sont généralement peu affectés par l'exposition directe aux herbicides. Toutefois, la toxicité élevée de certains insecticides peut nuire considérablement aux oiseaux (Freemark et Boutin sous presse). Plusieurs cas de mortalité ont été observés chez des passereaux granivores qui avaient ingéré du carbofuran, un insecticide granulaire fortement toxique (Balcomb *et al.* 1984; Mineau 1993). Par ailleurs, plusieurs types de semences sont traitées aux insecticides et aux fongicides qui, suite à l'ingestion par des oiseaux, peuvent aussi provoquer la mort. L'exposition aux insecticides peut également provoquer des troubles nerveux chez les oiseaux en inhibant, entre autres, l'activité de la cholinestérase (Graham et DesGranges 1993).

1.2 ABANDON DES TERRES CULTIVÉES

À l'opposé des régions où l'intensification de l'agriculture a été marquée, plusieurs fermes ont été abandonnées dans d'autres régions situées en périphérie de la Plaine du Saint-Laurent (GRÉPA 1989). L'abandon des terres agricoles a pour effet de modifier les habitats en place et de créer de nouveaux habitats susceptibles d'être utilisés par les oiseaux champêtres. Ainsi, l'abandon des cultures et des pâturages favorise provisoirement la prolifération de friches qui sont des habitats de prédilection pour plusieurs espèces d'oiseaux relativement peu abondants dans les zones où l'agriculture domine le paysage.

Toutefois, l'abandon des fermes peut avoir été causé par une urbanisation et une industrialisation accrue dans certaines régions. On assiste alors à une augmentation du nombre de bâtiments et de maisons ainsi qu'à l'extension du réseau routier (soit par l'étalement urbain ou par la construction d'autoroutes). Bien que l'apparition de ces nouvelles structures se fassent au détriment d'habitats agricoles (ou d'autres types d'habitats), il demeure que ces changements se traduisent par l'établissement de nouveaux habitats propices à certaines espèces d'oiseaux (Bezzel 1985).

1.3 SITUATION ACTUELLE DE L'AGRICULTURE AU QUÉBEC

Concentrées principalement dans la Plaine du Saint-Laurent, les exploitations agricoles varient en fonction de la situation géographique des régions. Ainsi, les régions situées au sud-ouest du Québec jouissent d'un climat plus clément, d'une période de croissance plus longue, de même que d'un sol plus riche que les régions situées plus au nord. Les types de cultures retrouvées dans ces régions au sol argileux sont donc principalement des monocultures (maïs, blé, soya, légumes et pommes) alors que ces dernières laissent progressivement la place aux exploitations laitières dominées par les pâturages et la culture du foin et des céréales (orge, avoine) dans les régions est et nord-est de la Plaine du Saint-Laurent (voir Jobin *et al.* 1994). On retrouve toutefois des exploitations laitières dans toutes les régions du Québec (Statistique Canada 1987). C'est d'ailleurs ce type d'exploitation qui domine actuellement le secteur agricole québécois, suivi de la production porcine et des grandes cultures céréalières (MAPAQ 1991).

Suite à l'établissement des cotas pour la production de lait vers la fin des années '70 par le gouvernement du Québec, l'importance relative des diverses cultures présentes dans la Plaine du Saint-Laurent s'est modifiée au cours des années (Domon *et al.* 1993). En effet, selon Statistique Canada (1987), la superficie totale des terres cultivées a chuté depuis 1971 au Québec, de nombreuses fermes laitières ayant été abandonnées (GRÉPA 1989). On observe ainsi une

diminution régulière depuis 1971 des terres en pâturage (Statistique Canada 1987) et une forte augmentation des grandes cultures, particulièrement celle du maïs dont la superficie cultivée au Québec est passée de 43 000 ha en 1973 à 228 000 ha en 1987 (Domon *et al.* 1993).

1.4 SITUATION ACTUELLE DES COMMUNAUTÉS AVIAIRES AU QUÉBEC

Peu d'études se sont intéressées jusqu'ici à l'utilisation des milieux ruraux par les oiseaux champêtres au Québec. Outre l'étude de McNeil *et al.* (1976) effectuée dans la région de Mirabel, quelques autres de moindre envergure ont traité de l'utilisation des habitats agricoles québécois par l'avifaune (Potvin *et al.* 1976; Bélanger 1991; Falardeau et DesGranges 1991). Une récente synthèse des études traitant de la fréquentation des habitats agricoles de la région des Grands lacs et du Saint-Laurent par les oiseaux (Freemark *et al.* 1991) conclu que les habitats les plus utilisés par les oiseaux champêtres sont, par ordre d'importance, les champs de maïs, de foin et de soya et les pâturages. Cette synthèse a toutefois souligné la grande diversité des méthodes de cueillette de données employées dans les différentes études et la distribution inégale des types de culture dans la Plaine du Saint-Laurent.

Il est possible d'examiner les fluctuations des populations de certaines espèces d'oiseaux champêtres grâce aux programmes d'observation périodique des oiseaux qui sont en cours depuis déjà plusieurs années en Amérique du Nord. L'Étude des Populations d'Oiseaux Nicheurs (ÉPON), soit le «Breeding Bird Survey (BBS)», et les dénombrements annuels des oiseaux de Noël (Christmas Bird Count) en sont des exemples. Au Québec, les observations des bénévoles forment la base de données sur l'Étude des Populations d'Oiseaux du Québec (ÉPOQ). L'analyse de ces banques de données a permis de constater que certaines espèces du milieu agricole, telles le Goglu, la Sturnelle des prés et le Bruant vespéral étaient en baisse alors que d'autres, telle la Maubèche des champs, ont vu leurs effectifs augmenter (Robbins *et al.* 1986; Droege et Sauer 1989; Larivée 1989; Erskine *et al.* 1990; Falardeau et DesGranges 1991). Par ailleurs, certaines études ont mis l'accent sur les causes probables des fluctuations des populations de certaines espèces associées au milieu agricole. Ainsi, Clark *et al.* (1986) ont observé une augmentation des populations de Carouge à épaulettes concomitante de celle des cultures de maïs dans le sud du Québec. Robert et Laporte (1991) suggèrent que le déclin des populations québécoises de la Pie-grièche migratrice (*Lanius ludovicianus*) s'expliquerait en partie par la baisse de la superficie couverte par les pâturages.

1.5 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les relations qui existent entre les pratiques agricoles et les fluctuations des populations d'oiseaux champêtres demeurent toutefois imprécises. Sachant que les effectifs de certaines espèces d'oiseaux champêtres du sud du Québec ont varié considérablement au cours des 25 dernières années (Falardeau et DesGranges 1991), les objectifs de la présente étude sont 1) d'examiner les relations entre les modifications du paysage rural, les changements dans les pratiques agricoles et les fluctuations des populations de plusieurs espèces d'oiseaux champêtres dans certaines régions du sud du Québec et 2) d'évaluer l'utilisation des habitats et des cultures par les oiseaux champêtres dans ces mêmes régions.

2.0 MÉTHODES

Le présent travail fait suite à l'étude effectuée par Falardeau et DesGranges (1991) sur la sélection de l'habitat et les fluctuations des populations d'oiseaux champêtres de la Plaine du Saint-Laurent. Cette étude était basée sur les données récoltées avec le projet ÉPON le long de 15 routes situées en milieu agricole au Québec méridional.

Afin d'étudier les tendances démographiques des oiseaux champêtres, il était nécessaire d'avoir des données sur des sites où des données ornithologiques étaient disponibles depuis plusieurs années. La banque de données ornithologiques ÉPON permet de rencontrer cette exigence. Le projet ÉPON est mené conjointement par le Service canadien de la faune et le U.S. Fish and Wildlife Service depuis 1966. Il consiste à faire l'inventaire des oiseaux nicheurs à chaque saison de reproduction le long de certaines routes. Ces routes sont d'une longueur de 40 km et comprennent des arrêts à tous les 800 m où l'on note toutes les mentions d'oiseaux vus et entendus dans un rayon de 400 m pendant trois minutes. Chaque route compte donc 50 sites d'inventaires appelés «points d'écoute». La méthodologie est expliquée dans Erskine (1978). De plus, l'historique des pratiques agricoles ayant eu lieu sur ces mêmes sites devait être connu. Les données sur les pratiques culturales ont été récoltées au moyen d'un questionnaire distribué aux agriculteurs cultivant les terres retrouvées sur les sites étudiés.

2.1 SÉLECTION DES ROUTES ET DES POINTS D'ÉCOUTE

La sélection des routes ÉPON pour la présente étude n'a pas été faite de façon aléatoire mais a plutôt fait l'objet d'un choix dirigé en fonction de divers critères. Nous avons retenu sept routes situées en milieu agricole parmi les 92 routes québécoises ayant été inventoriées au moins une fois depuis 1966 (figure 2). Ces routes ont l'avantage d'avoir fait l'objet d'au moins 15 inventaires ÉPON entre 1966 et 1990 et où les périodes d'années successives sans inventaires au cours de cette période sont inférieures à 5 ans (la route de Saint-Célestin a toutefois été retenue en raison de la fréquence élevée d'inventaires effectués depuis 1972). À ces critères s'ajoutent des considérations d'ordre géographique et logistique, les routes situées en région éloignée et dans des régions où l'agriculture ne domine pas le paysage étant ignorées.

Les points d'écoute de chacune des 7 routes ont été tracés sur des cartes forestières récentes (échelle 1 : 20 000) et la superficie des habitats présents dans un rayon de 400 m (0,5 km²) a été déterminée. Les habitats suivants ont été évalués: milieu agricole, friche, zone forestière à dominance de feuillus, zone forestière à dominance de résineux, plantation, coupe forestière,

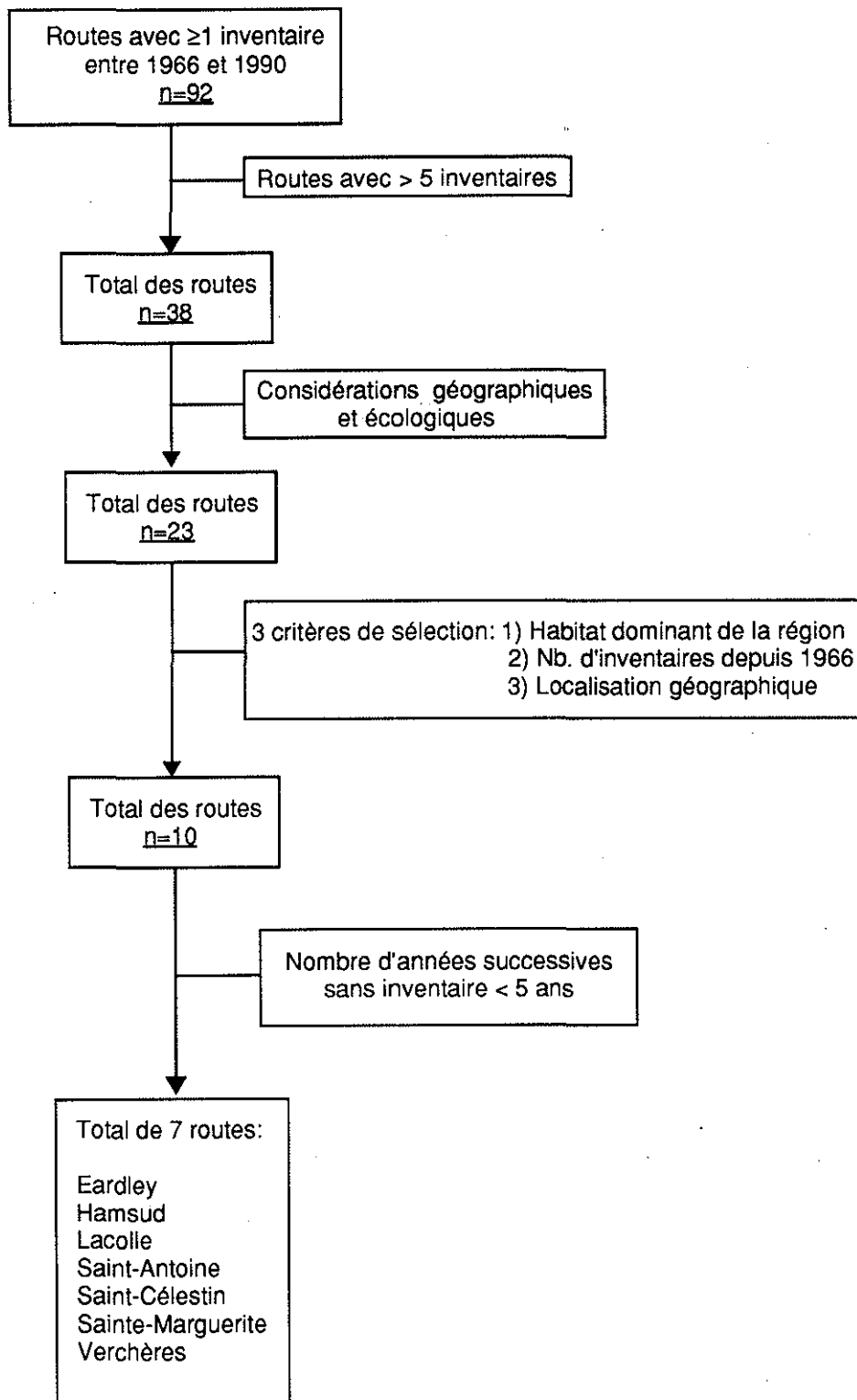


Figure 2: Démarche de sélection des 7 routes ÉPON

marais, zone d'eau libre, gravière et agglomération rurale. Les points d'écoute dont la superficie agricole couvrait moins de 50 % du point d'écoute ainsi que ceux où on retrouvait un autre type d'habitat dont la couverture atteignait 50 % de la superficie totale du point d'écoute, tels les milieux urbains ou aquatiques, ont été rejetés. Afin d'avoir des points d'écoute où le paysage agricole est très homogène donc où l'agriculture domine le paysage et des points d'écoute où le paysage agricole est très diversifié donc où des habitats autres que les habitats agricoles sont présents, seuls ceux satisfaisant à l'un des deux critères suivants ont été retenus: 1) superficie agricole (champs cultivés et pâturages) actuelle supérieure à 90 % et 2) présence d'au moins deux des habitats mentionnés plus haut. Au total, 148 points d'écoute ont été retenus.

2.2 DONNÉES RELATIVES AU MILIEU AGRICOLE

2.2.1 Paysage rural

Un inventaire détaillé des principaux habitats fauniques ainsi qu'une liste des caractéristiques physiologiques du paysage agricole ont été effectués par l'interprétation de photos aériennes couvrant chacun des 148 points d'écoute (0,5 km²). Ces photos, à l'échelle 1:15000 ou 1:15 640, sont surtout en noir et blanc, quoique certaines d'entre elles soient de type infra-rouge couleur. Afin de quantifier les changements d'habitats survenus au cours des 25 dernières années, 2 séries temporelles de photos aériennes couvrant chaque point d'écoute ont été interprétées. Une série provient de photos prises dans les années '60 alors que l'autre est issue de photos prises dans les années '80. Il faut noter que la qualité des photos plus âgées était inférieure à celle des photos récentes. La figure 3 montre les années où les photos aériennes ont été prises de même que les années où un inventaire d'oiseaux ÉPON a eu lieu pour chacune des routes sélectionnées.

Pour la photo-interprétation, une acétate était fixée avec du ruban gommé sur chaque photo et un cercle de 400 m de rayon, selon l'échelle de la photo, était tracé. Par la suite, les habitats étaient délimités et les lisières, les arbres isolés et les îlots boisés étaient identifiés. La photo-interprétation a été effectuée avec un stéréoscope de marque SOKKISHA MS-27 et muni d'un oculaire 3X. Les habitats ont ensuite été numérisés à l'aide du logiciel PC ARC/INFO Version 3.3 ainsi que la localisation géographique exacte de tous les points d'écoute. L'utilisation de PC ARC/INFO a permis de mesurer la superficie occupée par chaque type d'habitat à chaque point d'écoute et de calculer la longueur des bordures entre les différents habitats.

Les habitats dont la superficie a été calculée sont: les zones agricoles incluant les cultures et les pâturages, les champs en friche, les forêts feuillues, résineuses et mixtes, les plantations, les

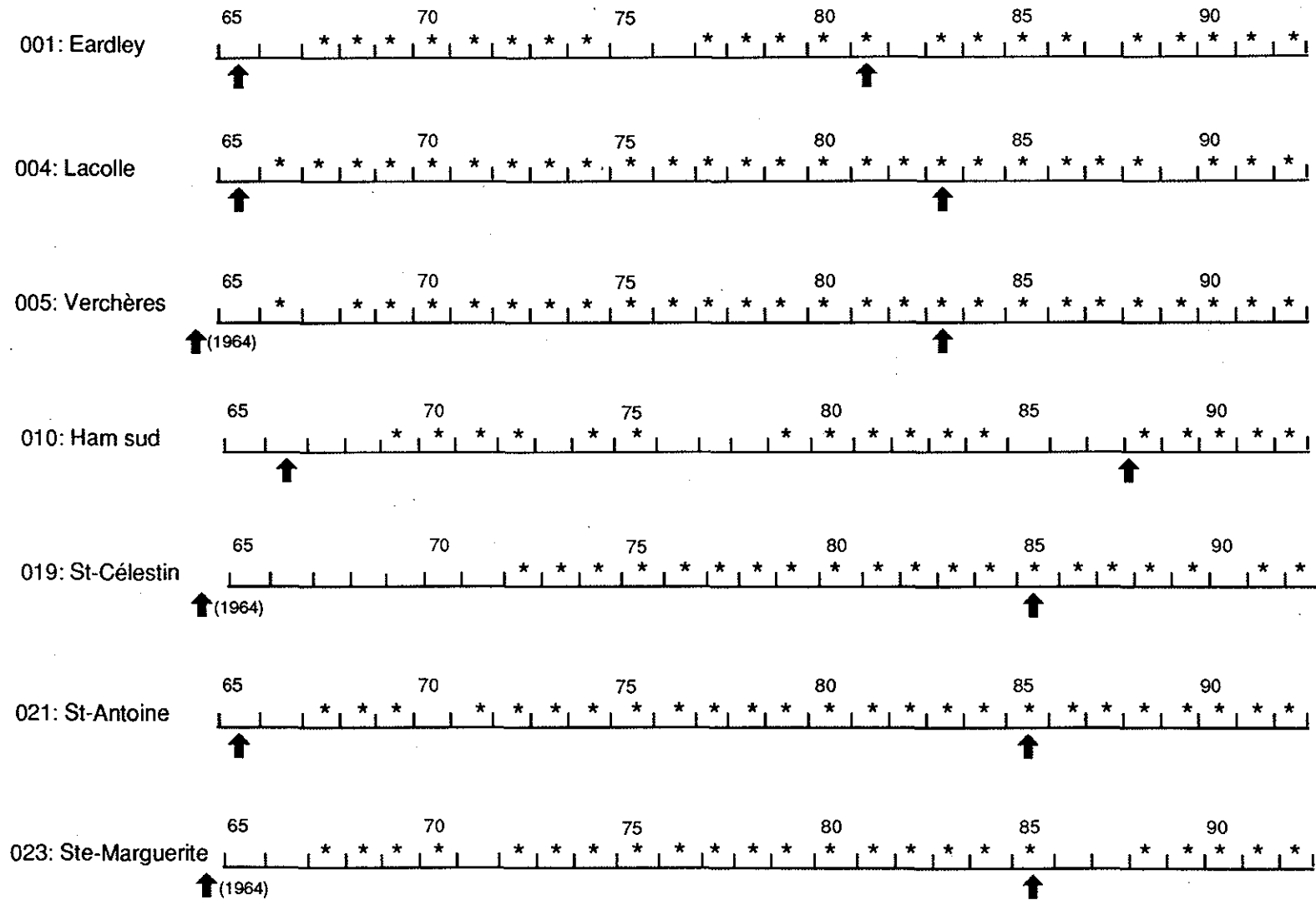


Figure 3: Années des inventaires d'oiseaux (*) et de la prise des photographies aériennes (↑)

coupes forestières, les zones urbaines et industrielles (incluant les pelouses), les gravières et les zones dénudées. Les milieux aquatiques comprenaient les zones lenticues (lacs, étangs, marais) et les zones lotiques (rivières, ruisseaux, fleuve). Les caractéristiques physionomiques (i.e. éléments linéaires et ponctuels) mises en évidence sur les photos aériennes sont les lisières (haies) entre les zones agricoles et les bordures entre les forêts et les zones agricoles, entre les friches et les zones agricoles et entre les zones urbaines et les zones agricoles. La longueur du réseau routier a aussi été mesurée. Les îlots boisés (< 2 ha), les arbres isolés, les maisons et les bâtiments de ferme ont été dénombrés. Des indices de changement des habitats survenus depuis approximativement 25 ans sur chaque point d'écoute ont été calculés en faisant la différence entre les résultats obtenus pour les deux séries de photographies aériennes.

2.2.2 Affectation des sols à l'été 1992

Les superficies occupées par les différents types de champs agricoles, dont les cultures annuelles et les pâturages, à l'été 1992 aux 148 points d'écoute ont été cartographiées lors d'une visite sur le terrain au mois d'août 1992 (voir Jobin *et al.* 1994). La superficie couverte par chaque type de champ a été calculée à l'aide d'un planimètre digital de type Placom KP-90N.

Plusieurs types d'habitats fauniques ont été caractérisés en juillet et août 1991 et 1992 afin de valider les résultats de la photo-interprétation et de décrire avec davantage de précision la composition végétale et la structure des habitats fréquentés par les oiseaux (voir Jobin *et al.* 1994). Ces habitats ont été répartis entre les 82 points d'écoute où les producteurs nous ont informés sur leurs pratiques culturales. Les habitats décrits au moyen des techniques du recouvrement linéaire (Line-intercept) et ponctuel (Point-intercept) sont les suivants: friches, lisières, bordures, îlots boisés, arbres isolés et marais.

2.2.3 Description des pratiques agricoles

Un sondage par voie de questionnaire écrit a permis d'obtenir des informations sur les changements survenus dans les pratiques agricoles depuis 25 ans. Le questionnaire a été conçu afin de décrire le profil des agriculteurs à l'égard des pratiques culturales utilisées (i.e. usage des pesticides et des semences traitées, des fertilisants, types de culture, date du début des activités agricoles, drainage et irrigation des terres). Les agriculteurs interrogés sont ceux dont les terres se situent sur les points d'écoute retenus pour l'échantillonnage floristique des habitats disponibles aux oiseaux, soit 82 des 148 points d'écoute. Les procédures utilisées pour récolter l'information auprès des producteurs agricoles, la description du questionnaire de même que les résultats détaillés de cette étude sont

traités en détail dans le rapport sur la caractérisation des habitats fauniques (Jobin *et al.* 1994). Plus de la moitié des répondants ont été rencontrés personnellement et dans le cas où les réponses aux questions étaient ambiguës ou incomplètes, les producteurs ont été contactés par téléphone afin de préciser leurs réponses. Il a toutefois été impossible de décrire l'évolution temporelle des pratiques culturales à tous les points d'écoute depuis 25 ans en raison du remplacement de plusieurs agriculteurs au cours de cette période.

2.3 DONNÉES ORNITHOLOGIQUES

2.3.1 Inventaire des oiseaux nicheurs au printemps 1992

Les 82 points d'écoute où des inventaires floristiques ont été effectués et où les producteurs agricoles ont été interrogés ont fait l'objet d'un inventaire ornithologique ponctuel mais exhaustif en juin 1992. Toutes les espèces vues ou entendues ont été répertoriées et positionnées sur une carte du point d'écoute où les limites des principaux habitats identifiés par photo-interprétation avaient été préalablement indiquées. La présence des oiseaux sur les habitations et les autres bâtiments de ferme a aussi été notée. Pour ce faire, un recensement d'une durée de 20 minutes a été fait à chaque point d'écoute. Afin que l'inventaire couvre la totalité du point d'écoute, l'observateur débutait l'inventaire à une extrémité du point d'écoute et marchait le long de la route jusqu'à l'autre extrémité du point d'écoute (800 m) pour ensuite revenir sur ses pas. Il a été possible de déterminer l'habitat et le type de culture dans lequel les oiseaux étaient présents au moment de l'inventaire en superposant *a posteriori* la position des oiseaux vus avec les données recueillies lors de la description détaillée de l'affectation des sols faite au mois d'août suivant. Les conditions météorologiques (vent, température et couverture nuageuse) prévalant au moment des inventaires ont été mesurées selon les critères établis pour les inventaires ÉPON. Les inventaires ont eu lieu entre le 2 et le 17 juin et se sont déroulés entre 5:00 AM et 10:00 AM (HAE).

2.3.2 Banque de données ÉPON

Les données servant à l'analyse des tendances démographiques des populations d'oiseaux proviennent des inventaires ÉPON effectués depuis 1966 sur les 148 points d'écoute sélectionnés et regroupés dans 7 routes ÉPON. Seules les 28 espèces qui utilisent majoritairement les habitats champêtres pour la nidification et l'alimentation ont été étudiées (Falardeau et DesGranges 1991) (tableau 1).

Tableau 1: Liste des espèces d'oiseaux champêtres à l'étude

Nom français	Nom anglais	Nom latin
Alouette cornue (ACO)	Horned lark	<i>Eremophila alpestris</i>
Bruant chanteur (BCH)	Song sparrow	<i>Melospiza melodia</i>
Bruant des prés (BPR)	Savannah sparrow	<i>Passerculus sandwichensis</i>
Bruant familier (BFA)	Chipping sparrow	<i>Spizella passerina</i>
Bruant vespéral (BVE)	Vesper sparrow	<i>Pooecetes gramineus</i>
Carouge à épaulettes (CEP)	Red-winged blackbird	<i>Agelaius phoeniceus</i>
Chardonneret jaune (CJA)	American goldfinch	<i>Carduelis tristis</i>
Corneille d'Amérique (COA)	American crow	<i>Corvus brachyrhynchos</i>
Crécerelle d'Amérique (CRA)	American kestrel	<i>Falco sparverius</i>
Étourneau sansonnet (ESA)	European starling	<i>Sturnus vulgaris</i>
Goéland à bec cerclé (GBC)	Ring-billed gull	<i>Larus delawarensis</i>
Goglu (GOG)	Bobolink	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>
Hirondelle à front blanc (HFB)	Cliff swallow	<i>Hirundo pyrrhonota</i>
Hirondelle bicolore (HBI)	Tree swallow	<i>Tachycineta bicolor</i>
Hirondelle de rivage (HRI)	Bank swallow	<i>Riparia riparia</i>
Hirondelle des granges (HGR)	Barn swallow	<i>Hirundo rustica</i>
Maubèche des champs (MCH)	Upland sandpiper	<i>Bartramia longicauda</i>
Merle d'Amérique (MAM)	American robin	<i>Turdus migratorius</i>
Moineau domestique (MDO)	House sparrow	<i>Passer domesticus</i>
Oriole du Nord (ONO)	Northern oriole	<i>Icterus galbula</i>
Paruline jaune (PJA)	Yellow warbler	<i>Dendroica petechia</i>
Pigeon biset (PBI)	Rock dove	<i>Columba livia</i>
Pluvier kildir (PKI)	Killdeer	<i>Charadrius vociferus</i>
Quiscale bronzé (QBR)	Common grackle	<i>Quiscalus quiscula</i>
Stumelle des prés (SPR)	Eastern meadowlark	<i>Sturnella magna</i>
Tourterelle triste (TOT)	Mourning dove	<i>Zenaida macroura</i>
Tyran tritri (TYT)	Eastern kingbird	<i>Tyrannus tyrannus</i>
Vacher à tête brune (VTB)	Brown-headed cowbird	<i>Molothrus ater</i>

Parce qu'elle utilise le point d'écoute ÉPON comme unité de base, la présente étude est unique en son genre. Jusqu'à présent, les études faites avec les données ÉPON ont toutes porté sur des groupes de points d'écoute représentant soit des sections de route ou les routes entières. Ainsi, l'unité de base dans l'étude de Falardeau et DesGranges (1991) consistait en sections de 10 points d'écoute consécutifs le long d'une route. Par ailleurs, les études synthèses de Erskine (1978), de Robbins *et al.* (1986), de Collins et Wendt (1989) et de Sauer et Droege (1990) présentant les tendances démographiques d'oiseaux détectées à partir des recensements ÉPON utilisent la route comme unité de base. Nous avons comparé les résultats des inventaires exhaustifs effectués sur les 82 points d'écoute avec ceux provenant des inventaires ÉPON effectués en juin 1992 sur les mêmes points. Cette étude est présentée en supplément du présent rapport. De plus, ce supplément présente les tendances démographiques des 28 espèces d'oiseaux champêtres observées le long de 5 des 7 routes et nous les comparons à celles détectées lors d'autres études. La limite des données ÉPON associée à différentes variables (durée de 3 minutes/an, variabilité des observateurs, bruits parasites, etc.) est également analysée dans ce supplément.

2.4 ANALYSE DES DONNÉES

2.4.1 Sélection de l'habitat par les oiseaux et pratiques culturales

Les nombres d'individus des espèces observées sur les 82 points d'écoute lors des inventaires exhaustifs de juin 1992 ont été transformés en densité d'individus de chaque espèce observée par 10 hectares pour chaque type de culture afin de comparer leur abondance relative entre les différentes cultures. Pour ce faire, l'abondance des individus de chaque espèce a été associée aux superficies calculées des différentes cultures qui se trouvaient sur les points d'écoute et cartographiées lors de la description des habitats fauniques effectuée en août 1992. Notons que l'utilisation précise des habitats fauniques (lisières, bordures, fossés) ne fut pas notée lors des inventaires. La constance (i.e. la fréquence de présence) des différentes espèces sur les 82 points d'écoute a également été déterminée.

Le nombre total d'espèces et d'individus observés, de même que l'indice de diversité de Shannon, ont été mis en relation avec plusieurs paramètres agraires (types de culture, pratiques culturales, utilisation de pesticides et d'engrais) au moyen d'analyses de variance afin d'examiner l'effet de ces paramètres sur la distribution et l'abondance des différentes espèces dans les habitats. De plus, des analyses de corrélation (Pearson et Spearman) ont servi à mettre en relation les variables descriptives du paysage rural actuel (longueur des lisières et des bordures, nombre d'arbres isolés

et de bâtiments, etc.), de même que les indices de qualité de la structure floristique des habitats avec les paramètres descriptifs des communautés aviaires.

2.4.2 Relations entre les fluctuations des pratiques culturelles, du paysage agricole et des populations d'oiseaux

Une analyse a été effectuée pour déterminer si les points d'écoute ayant subi les changements les plus importants dans la fréquence de présence des oiseaux au sein d'une route sont également ceux où sont survenus les changements les plus importants au niveau des habitats ou des pratiques culturelles. Ces relations sont étudiées pour chaque point d'écoute, en tenant compte du fait que les points sont regroupés en route ÉPON. On prend donc pour acquis que les points d'écoute diffèrent entre eux, au sein des routes, quant aux changements survenus dans la fréquence de présence des oiseaux et dans le paysage et les pratiques agricoles. Par conséquent, ce ne sont pas les changements globaux survenus au sein de l'échantillon qui seront étudiés car une hausse ou une baisse globale de la fréquence de présence d'une espèce en parallèle à une hausse ou une baisse globale dans le paysage ou les pratiques agricoles ne montre pas une relation directe entre les deux types de changement.

Pour chacun des 148 points d'écoute, les variables suivantes étaient disponibles:

- * l'abondance des 28 espèces d'oiseaux pour chaque inventaire effectué entre 1966 et 1992 dans le cadre du projet ÉPON;
- * les paramètres descriptifs du paysage rural (habitats, éléments linéaires et ponctuels) suite à l'interprétation de photos aériennes prises dans les années '60 et dans les années '80.

Pour un sous-échantillon des points d'écoute (n=63), il fut possible d'obtenir, pour certaines ou la totalité des fermes d'un point d'écoute:

- * le nombre d'années où diverses pratiques culturelles (types de culture et utilisation de pesticides) ont été en vigueur pour chaque période de 5 ans depuis 1965.

Pour ces dernières variables, le nombre de points d'écoute est passée de 82 à 63 dû aux difficultés rencontrées pour obtenir l'information couvrant cette période pour chaque point d'écoute, plusieurs producteurs qui cultivaient les terres à la fin des années '60 n'ayant pu être contactés.

2.4.2.1 Données ornithologiques

Pour les fins d'analyse, les données ornithologiques ont été regroupées en périodes de 5 et 6 ans (1966-71; 1972-76; 1977-81; 1982-86; 1987-92). Pour chacune de ces périodes, une abondance annuelle moyenne a été calculée, même pour les points qui n'ont pas été inventoriés à toutes les années d'une période. Ainsi, pour une espèce et un point d'écoute donnés, l'indice retenu pour décrire le changement survenu dans l'abondance des oiseaux est la différence entre la moyenne des abondances annuelles moyennes des deux dernières périodes (1982-86, 1987-92) et celle des abondances annuelles des deux premières périodes (1966-71, 1972-76). Comparativement à la différence entre les moyennes globales de 1966 à 1976 et de 1982 à 1992, l'indice retenu permet de réduire les biais associés aux données manquantes (années sans inventaire).

Bien que la route de Saint-Célestin ne présente aucune observation ornithologique pour la première période (1966-71), elle a été retenue pour les analyses à cause du grand nombre de points d'écoute disponibles et de la fréquence élevée d'inventaires effectués à partir de 1972. On doit alors supposer que l'abondance des oiseaux a peu varié entre les deux premières périodes d'observation; l'abondance annuelle moyenne de la deuxième période remplace celle des deux premières périodes dans le calcul de l'indice.

2.4.2.2 Paysage rural

L'indice considéré pour décrire les changements d'habitats est la différence entre les mesures des années '80 et celles des années '60. Des modèles d'analyse de la variance ont servi à tester si les variables décrivant le paysage agricole ont subi des changements significatifs entre les années '60 et '80. Les changements de la superficie des habitats présents sur quelques points d'écoute seulement (résineux, aquatique, mixte, urbain) ont été évalués au moyen de tableaux de fréquence relativement au sens (gain ou perte) du changement.

2.4.2.3 Pratiques culturelles

Les données concernant les pratiques culturelles (types de culture, utilisation de pesticides) ont été recueillies en 1992 par voie de questionnaire qui faisaient appel à la mémoire des agriculteurs. Il arrive que l'information ne soit pas disponible pour une période donnée parce que l'agriculteur a commencé à exploiter sa ferme après 1965. Par ailleurs, certains agriculteurs dont les fermes sont situées sur des points d'écoute de l'échantillon n'ont pu être contactés. On doit alors supposer que

les pratiques culturelles des agriculteurs ayant répondu au questionnaire sont représentatives des pratiques ayant eu cours au sein de l'ensemble d'un point d'écoute donné.

Les données sur les pratiques culturelles ont été regroupées par période de 5 ans. Comme pour les données sur l'abondance des oiseaux (données ÉPON), il y a des années où les données sur les pratiques culturelles sont manquantes. Pour les périodes où l'information est disponible, on calcule la proportion du nombre d'années où la pratique a été utilisée. L'indice de changement est la différence entre la moyenne des proportions des deux dernières périodes et celle des proportions des deux premières périodes. Bien que ces regroupements d'observations entraînent une perte d'information, ils permettent de fournir des indices du changement global survenu entre la période 1965-75 et les années '80.

Les points d'écoute où certaines cultures ou certains habitats fauniques étaient absents dans les années '60 et dans les années '80 n'ont pas été retenus pour les analyses portant sur cette culture ou cet habitat particulier. On a réalisé des corrélations entre les indices de changement des abondances d'oiseaux et les indices de changement des habitats et des pratiques culturelles, cela en tenant compte du regroupement des points d'écoute par route. Les trois types d'indice servent donc de point de repère à l'identification des points d'écoute où sont survenus les changements les plus marqués (en gain ou en perte).

2.4.2.4 Analyse statistique

La relation entre les changements observés chez les oiseaux et ceux survenus dans les habitats et les pratiques culturelles a été étudiée espèce par espèce et pour un habitat ou un type de culture à la fois. Compte tenu de la nature des données, de la petite taille des échantillons, du nombre de points d'écoute au sein des routes d'inventaire et du fait que les indices de changement prennent souvent des valeurs semblables pour plusieurs points d'écoute, les observations ont été résumées sous la forme d'un tableau de fréquence à trois dimensions: l'indice de changement chez les oiseaux, celui dans les habitats/pratiques culturelles et la route. Les indices relatifs de changement chez les oiseaux ont été résumés en trois classes alors que ceux dans les habitats l'ont été en deux ou trois classes en fonction de la distribution des indices et des tailles d'échantillon disponibles. Cette classification permet également de minimiser l'influence des données extrêmes sur les résultats.

La statistique de corrélation de Cochran-Mantel-Haenszel (CMH) a été appliquée aux tableaux de fréquence à trois dimensions pour étudier les relations changements oiseaux/changements habitats et changements oiseaux/changements pratiques agricoles tout en tenant compte du regroupement

des points d'écoute en routes (Landis *et al.* 1978; SAS Institute inc. 1988). Cela signifie que les relations seront étudiées à l'intérieur des routes, bien que les tests statistiques soient appliqués à l'ensemble des routes. Le fait de contrôler pour l'effet de la route dans l'étude de la relation entre les deux variables fait ici référence au concept d'association partielle moyenne. L'hypothèse nulle testée est que, pour aucune des routes, il n'y a d'association linéaire entre les indices du changement observé chez les oiseaux et les indices du changement survenu dans les habitats ou les pratiques culturelles. L'hypothèse alternative est donc qu'il y a une association linéaire entre ces variables au sein d'au moins une des routes, c'est-à-dire que les changements survenus dans l'abondance d'une espèce donnée varient en concordance avec ceux survenus dans les habitats ou les pratiques culturelles retrouvés sur les points d'écoute sous analyse. Le modèle sous-jacent à cette hypothèse nulle est un modèle hypergéométrique multiple. Bien que l'échantillon des points d'écoute n'ait pas été fait de façon aléatoire, un intérêt demeure à étudier l'hypothèse voulant que la distribution des indices du changement observé chez les oiseaux soit indépendante des indices de changement dans les habitats et les pratiques agricoles.

Selon Landis *et al.* (1978), «...when there is specific interest in partial association, when sample sizes are small in each sub-table, and when there is no prior information about the nature of second-order interaction, the CMH method is the test of choice because it is valid for this purpose in this general setting». En fait, le test de CMH demeure valide en présence d'une interaction triple parce que l'absence de cette interaction fait partie de l'hypothèse nulle testée. Cela implique que l'hypothèse nulle sera rejetée si une interaction triple est présente, à moins que l'ensemble des interactions n'aient une moyenne nulle. En effet, la statistique de corrélation de CMH est peu puissante pour détecter une association dont le patron observé dans certaines routes est en sens opposé à celui observé dans d'autres routes. Or, cette situation présente peu d'intérêt dans le cadre de ce projet. Si, par contre, il y a absence d'interaction triple, le test de CMH possède de bonnes propriétés.

En résumé, une statistique de CMH non significative suggère qu'il n'y a pas d'association entre les indices ou encore qu'aucun patron d'association n'est suffisamment fort ou constant pour dominer les autres. La statistique de corrélation de CMH sera appliquée sur les valeurs prises par les indices groupés en catégories ordonnées (1, 2, 3). Les seuils observés pour le test de CMH appliqué sur les rangs sont très similaires.

De manière à dégager la structure générale des résultats des tests d'association entre les changements observés chez les oiseaux et ceux survenus dans les habitats ou les pratiques culturelles, une analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée sur le tableau des

statistiques (loi de χ^2 à 1 degré de liberté sous l'hypothèse nulle) de CMH transformées. Cette transformation est nécessaire puisque la statistique de CMH ne prend que des valeurs positives, qu'il s'agisse d'une association positive ou négative. En se basant sur la forme de la statistique de CMH (Landis *et al.* 1978), on utilise plutôt la racine carrée de la statistique, à laquelle on ajoute le signe de la covariance moyenne entre les deux types de changement. Cet indice d'association sert donc de base à l'ACP dans un tableau où les espèces à l'étude (lignes) et les variables d'habitat et de pratique agricole retenues (colonnes) sont croisées. L'indice constitue en quelque sorte une mesure continue de la force de l'association entre les changements observés chez les oiseaux et ceux survenus dans les habitats et les pratiques agricoles. Plus l'indice est élevé en valeur absolue, plus le lien observé est fort, positivement ou négativement, selon le signe.

La représentation graphique permet aussi de visualiser les similitudes entre les espèces quant à la force de l'association entre les variations de leur fréquence d'observation et l'ensemble des changements survenus dans les habitats et les pratiques agricoles. En ce sens, on dira que deux espèces sont touchées de façon similaire par les changements survenus au paysage rural et aux pratiques culturelles si elles sont proches sur la figure résultant de l'ACP.

Le graphique permet également d'étudier les corrélations entre les habitats et les pratiques agricoles quant aux résultats des tests d'association. Une forte corrélation positive entre, par exemple, deux habitats signifie qu'en général, les espèces ayant une valeur élevée relativement aux autres espèces pour l'indice d'association avec l'une des variables d'habitat ont tendance à avoir une valeur relativement élevée également pour l'autre variable, et vice versa. La corrélation entre deux variables passe de +1 à 0 à mesure que l'angle entre elles sur la figure passe de 0° à 90°, et de 0 à -1 à mesure que l'angle passe de 90° à 180°.

Cette analyse statistique est avant tout exploratoire, le seuil observé des tests se veut simplement un indicateur de la force des relations observées au sein des routes de l'échantillon. Ces tests ne démontrent en aucun cas une relation de cause à effet. En plus des motifs se rapportant au type d'échantillonnage et à la nature des données, le niveau de confiance global n'est pas contrôlé en raison du grand nombre de tests effectués.

Rappelons que l'échantillon de points disponibles pour l'analyse n'a pas été choisi aléatoirement; rien n'assure qu'il soit représentatif de l'ensemble des fermes de la Plaine du Saint-Laurent. Les résultats obtenus ne seront par conséquent interprétés que pour les routes échantillonnées. Bien que les points d'écoute n'aient pas non plus fait l'objet d'un échantillonnage aléatoire au sein des routes, les tests statistiques ont été effectués dans le but d'explorer les relations entre les

changements observés dans les abondances d'oiseaux et les modifications survenues dans les habitats et les pratiques agricoles.

3.0 RÉSULTATS

3.1 DESCRIPTION DES ROUTES SÉLECTIONNÉES ET DES PRATIQUES CULTURALES

3.1.1 Situation géographique

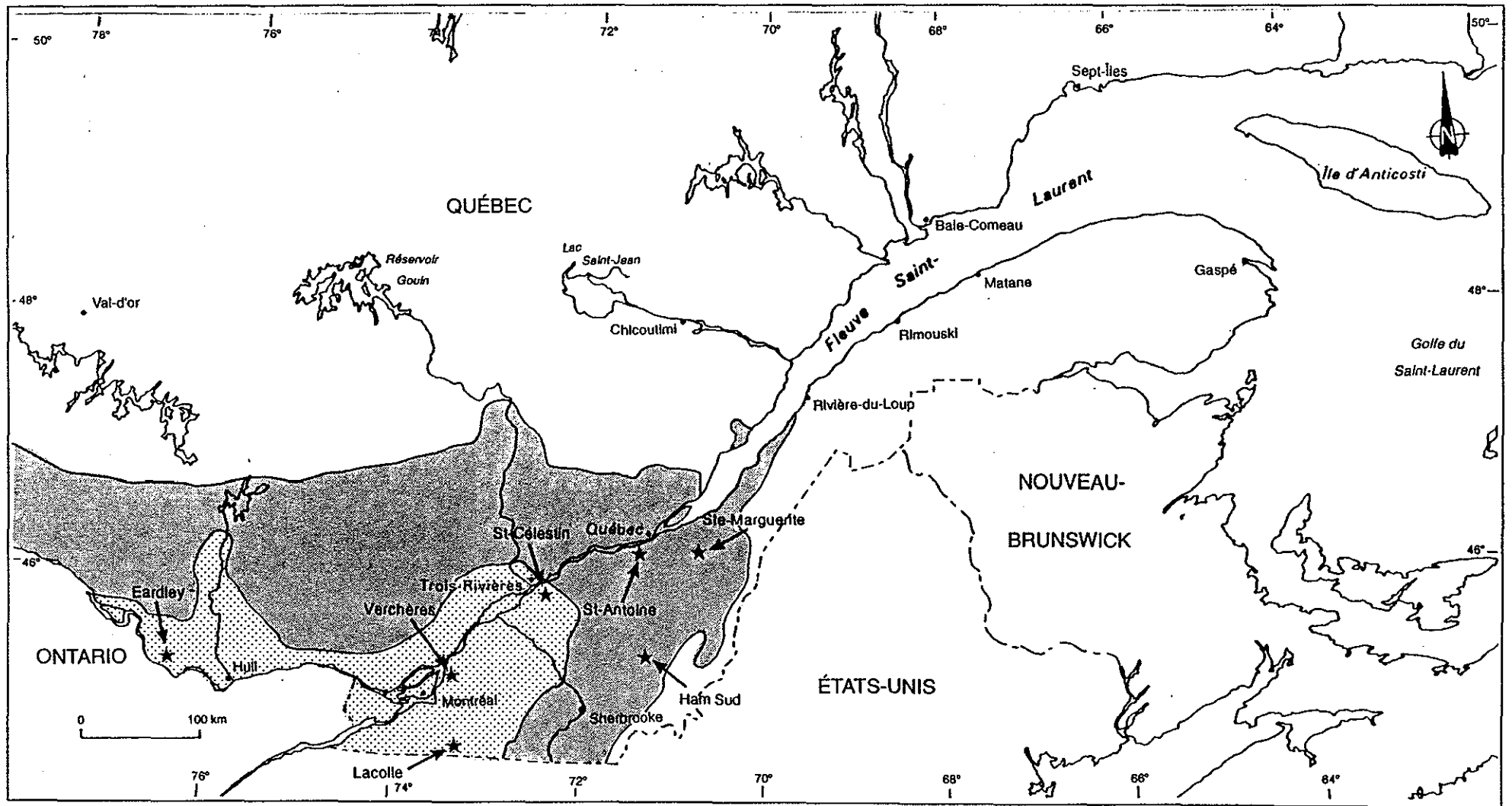
La localisation des 7 routes sélectionnées apparaît à la figure 4. Chacune des routes peut être décrite sommairement de la façon suivante:

001: Eardley: Cette route est située à environ 60 km à l'ouest de la ville de Hull dans la vallée de l'Outaouais. Logée entre la limite sud du bouclier canadien dans le parc de la Gatineau et la rivière des Outaouais, cette route est bordée surtout de fermes laitières avec peu de grandes cultures. Les érablières à tilleul sont prépondérantes dans cette région.

004: Lacolle: Cette route, située au sud du bassin de la rivière Richelieu, est orientée selon un axe est-ouest entre les villes de Lacolle et Bedford. De grandes cultures de maïs sont présentes sur tout ce territoire. Seules subsistent en quelques endroits des érablières à caryer et à tilleul ayant échappé au défrichage.

005: Verchères: La route de Verchères est parallèle au fleuve St-Laurent et s'étend entre les villes de Contrecoeur et St-Roch-sur-Richelieu. Les grandes cultures de maïs et de blé sont remplacées à l'occasion par des fermes laitières et maraîchères. Quelques érablières à caryer et à tilleul sont parsemées ici et là dans le paysage majoritairement agricole.

010: Ham sud: Située dans la région de l'amiante, la première moitié de cette route se trouve en milieu boisé où prédominent les érablières à bouleau jaune alors que les fermes laitières composent le paysage de la deuxième moitié de la route. Le relief de la région est très accidenté.





-  Domaine de l'érablière à caryer et à tilleul
-  Domaine de l'érablière à bouleau jaune



Figure 4: Localisation des sept (7) routes EPON faisant l'objet de cette étude

- 019: St-Célestin: Cette route est située au sud de Trois-Rivières dans la région de Bécancour. Les peuplements forestiers sont surtout composés d'érablières à bouleau jaune. L'agriculture de cette région au relief plat est composée de fermes laitières et de quelques grandes cultures de maïs.
- 021: St-Antoine: Longeant le fleuve St-Laurent entre St-Nicolas et Lotbinière, cette route se caractérise par la présence de fermes laitières, de cultures de maïs et de quelques fermes maraîchères. Plusieurs érablières à bouleau jaune peuplent les zones forestières.
- 023: Ste-Marguerite: On trouve le long de cette route située aux portes de la Beauce de grandes fermes porcines et laitières. Quelques cultures maraîchères sont également présentes à certains endroits. Les érablières à bouleau jaune et les terres cultivées y forment une mosaïque diversifiée d'habitats.

3.1.2 Affectation du sol à l'été 1992

Certaines cultures dominent le paysage agricole de certaines routes (figure 5). À l'exception de la route de Eardley, les routes situées dans le sud-ouest du Québec (Verchères et Lacolle) sont caractérisées par la présence de grandes cultures telles le maïs, l'orge et le soya et possèdent peu de fermes laitières. En progressant vers le nord-est, l'importance des fermes laitières et porcines s'accroît (St-Célestin, Ham Sud, St-Antoine, Ste-Marguerite). La superficie affectée aux pâturages et aux cultures associées aux fermes laitières telles les cultures de foin et de petits grains (orge et avoine) augmente donc le long de cet axe. La route de Eardley, située dans le piedmont des Laurentides (Parc de la Gatineau), est aussi caractérisée par une abondance de champs de foin (42 %) et de pâturages (18 %). Le maïs constitue toutefois la principale culture céréalière rencontrée. Par ailleurs, le paysage rural est plus diversifié dans les routes où les fermes laitières sont nombreuses, les superficies couvertes par les friches et les zones feuillues y étant généralement plus élevées.

Certaines cultures étaient rares le long des routes retenues. Bien qu'importante sur la route de Verchères (13 %), la culture du soya n'était pratiquée qu'à quelques endroits seulement le long des routes de Lacolle, de Ste-Marguerite et de St-Célestin. Les cultures maraîchères étaient aussi très peu pratiquées dans les zones inventoriées, quelques agriculteurs s'y adonnant le long des routes de Ste-Marguerite, de St-Antoine, de St-Célestin et de Verchères. Des champs de lin et de tournesol, deux cultures rares au Québec, ont été observés le long de la route de Verchères.

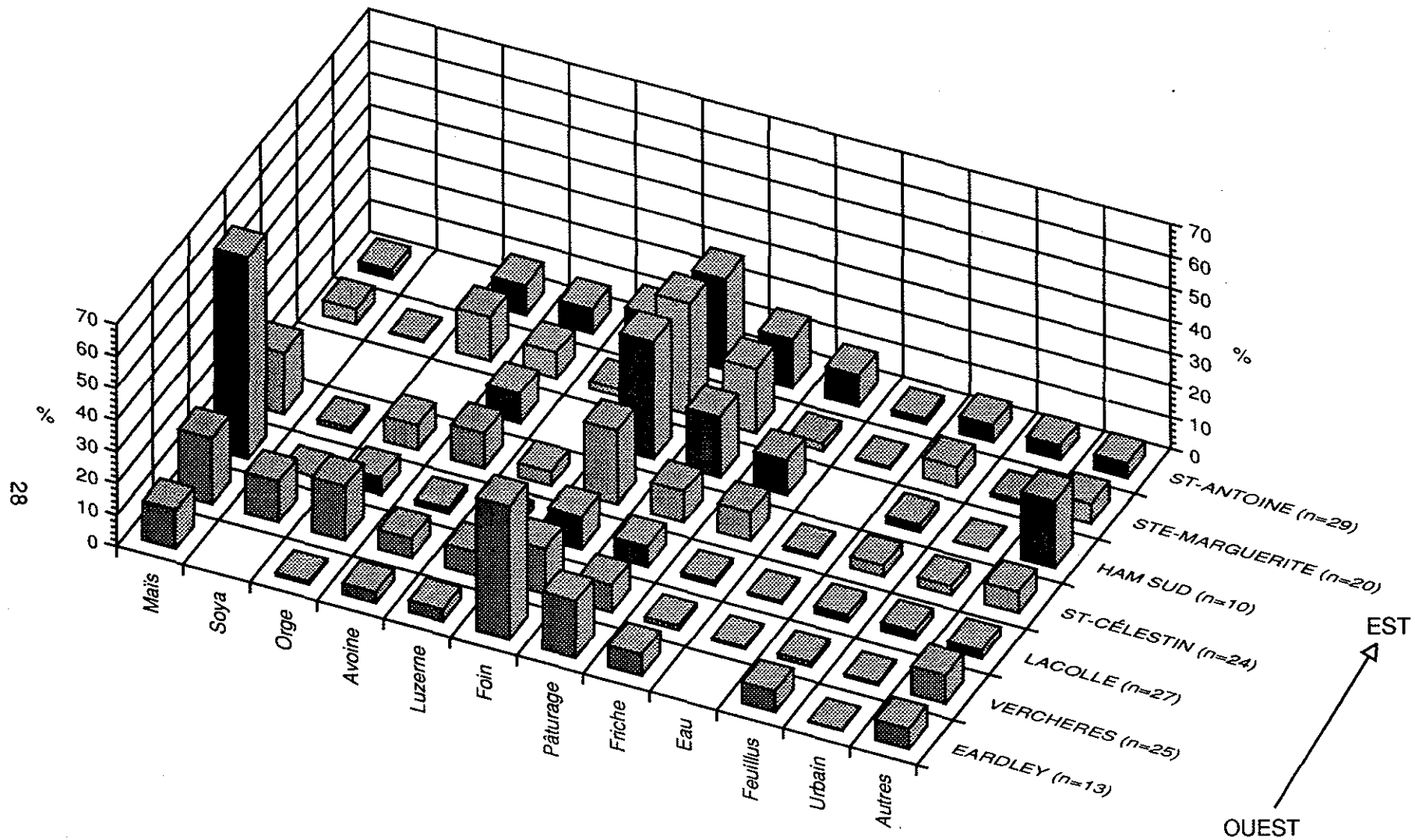


Figure 5: Superficie moyenne (%) par point d'écoute couverte par les différentes cultures le long des 7 routes en 1992

3.1.3 Évolution du paysage rural depuis 25 ans

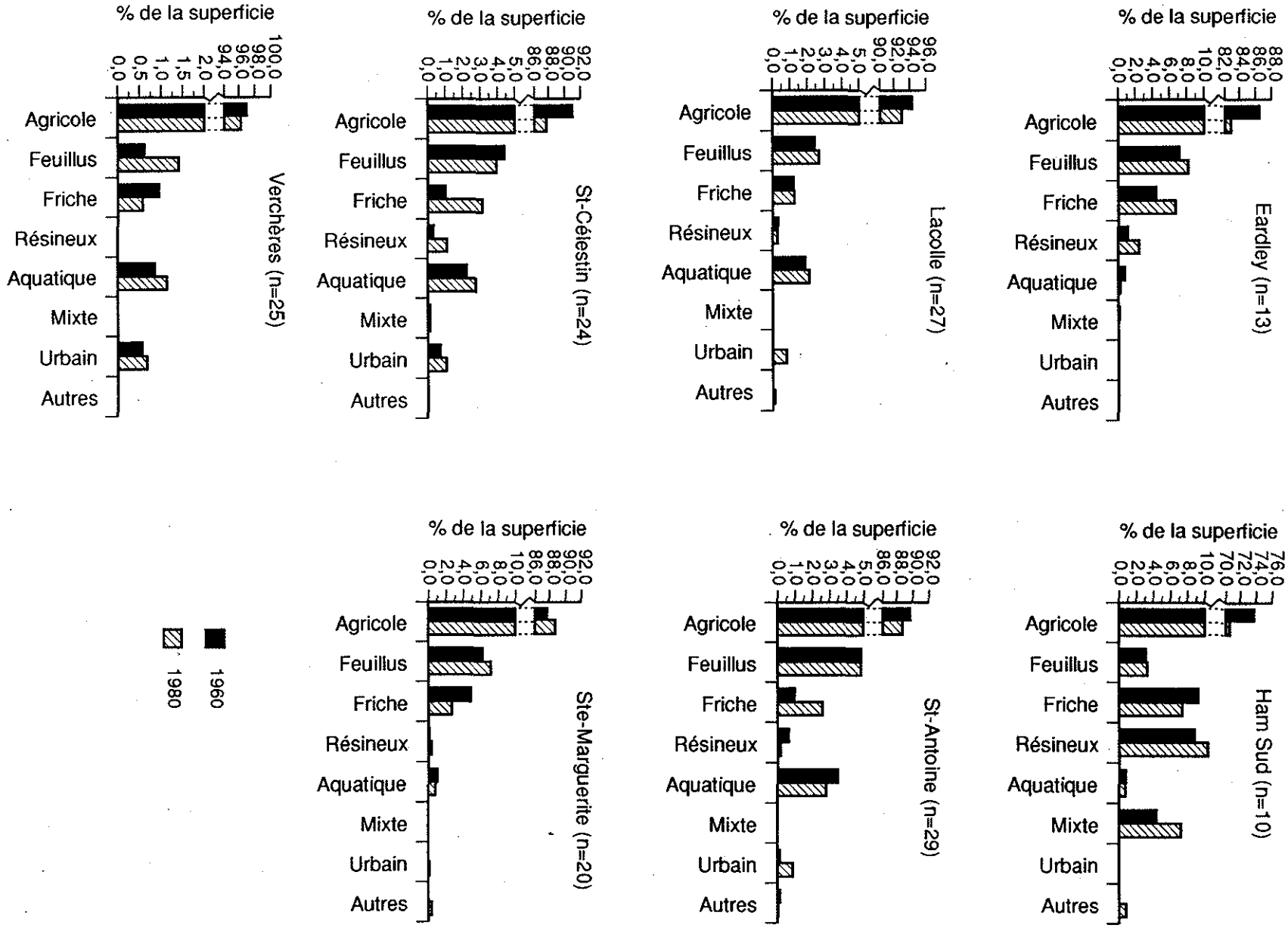
Les changements survenus dans l'agriculture pratiquée dans la Plaine du Saint-Laurent depuis 25 ans ont été de plusieurs natures. L'abandon des terres par de nombreux agriculteurs a provoqué une modification radicale de l'affectation des sols. Les champs cultivés et les pâturages se sont alors transformés en friches. À long terme, ces friches deviennent généralement des zones feuillues couvertes d'espèces pionnières (bouleau blanc et peuplier faux-tremble). À l'opposé, l'intensification de l'agriculture dans certaines régions s'est traduite par des changements inverses, des friches, des zones forestières et des milieux humides ont alors été transformés en zones de culture. Il en résulte aussi généralement la destruction de lisières et d'arbres isolés.

L'interprétation des photographies aériennes des points d'écoute prises dans les années '60 et '80 n'a pas permis de distinguer les types de culture présents sur les points d'écoute. Tous les types de champs agricoles ont donc été groupés dans une même variable appelée «agricole». L'habitat agricole dominait déjà le paysage il y a 25 ans dans les routes de Verchères, de Lacolle et de St-Célestin alors qu'un paysage plus hétérogène se trouvait le long des autres routes (figure 6).

Au cours des deux périodes, les champs agricoles couvraient de grandes superficies suivi des forêts feuillues, des friches, des milieux aquatiques (zones lentiques, lotiques et marécageuses) et des forêts résineuses (figure 7). Les changements globaux des habitats ont été faibles entre les années '60 et '80 (figure 7). En effet, c'est la superficie en champs agricoles qui a changé le plus au cours des 25 dernières années avec une perte moyenne de 1,9 % passant de 88,6 % à 86,7 %. Ceci équivaut à seulement un hectare par point d'écoute. Cette perte globale de superficie agricole s'est traduite en général par une augmentation de la superficie couverte par les friches et les zones feuillues. Le même patron de changement des habitats agricoles s'observe dans la plupart des routes (voir figure 6), sauf dans le cas de la route de Ste-Marguerite qui a vu sa superficie d'habitat agricole augmenter légèrement (interaction significative [$p=0,0054$] entre le changement de la superficie agricole et la route). Cette différence globale, quoique faible, est cependant significative ($p<0,01$).

Les changements de la superficie ou de la présence des autres habitats dans l'ensemble des points d'écoute ne sont pas significatifs (feuillus: $p=0,54$; friches: $p=0,89$; résineux: $p=0,42$; aquatique: $p=0,07$; mixte: $p=0,69$; urbain: $p=0,07$) (figure 7). Dans le cas des habitats urbains et aquatiques, les différences sont près du seuil de signification de 0,05, ces deux habitats ayant vu leur superficie augmenter et diminuer respectivement au sein de l'échantillon. Le nombre d'agglomérations rurales

Figure 6: Superficie relative moyenne (%) couverte par les habitats dans chacune des 7 routes ÉPON (noter que l'échelle varie d'une route à l'autre)



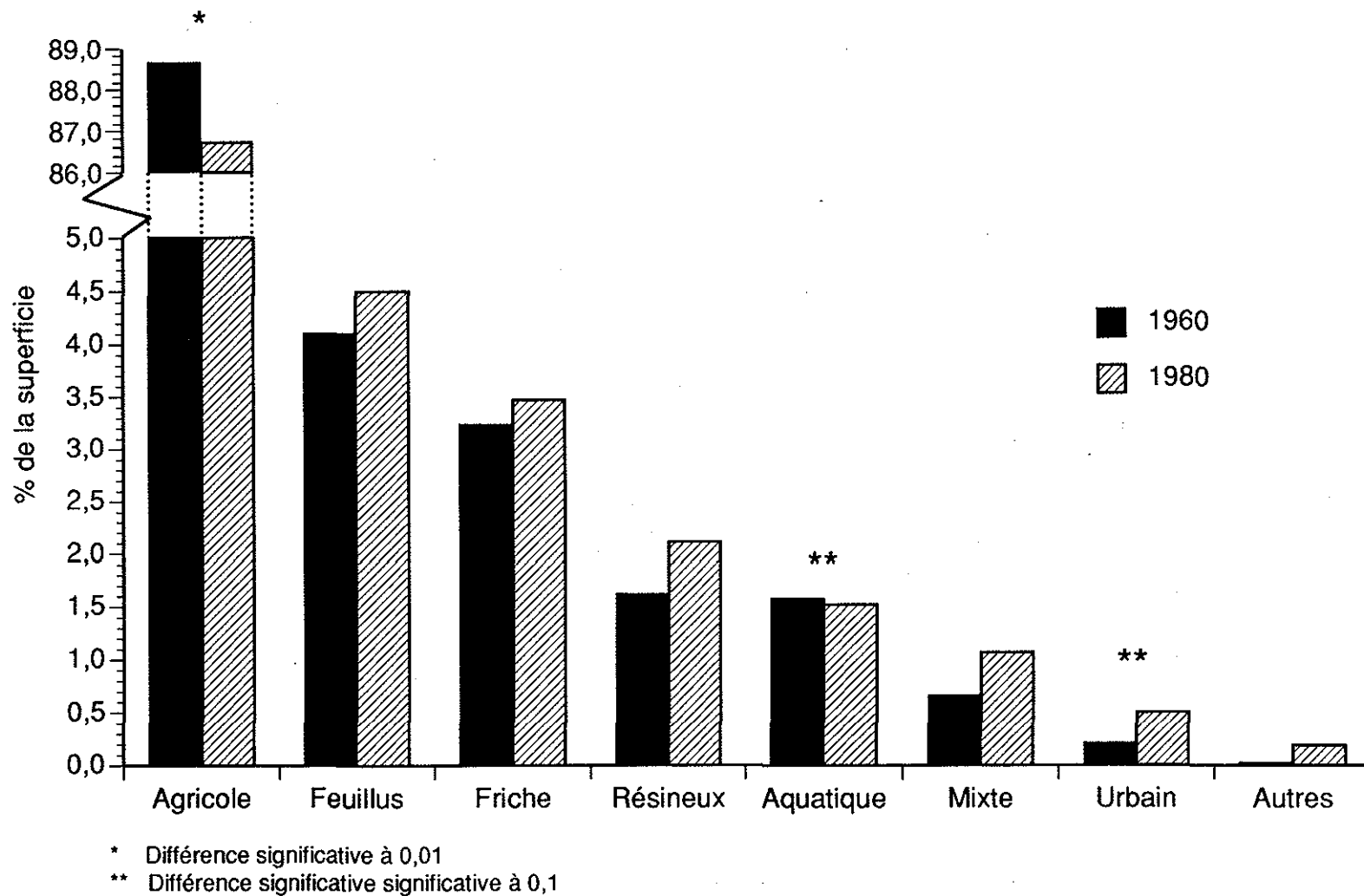


Figure 7: Superficie relative moyenne (%) couverte par les habitats dans les 148 points d'écoute des 7 routes ÉPON (Les changements survenus entre les années '60 et '80 ont été testés avec les données de superficie pour les habitats agricoles, feuillus, friche et avec la fréquence de présence pour les autres habitats)

présentes sur l'ensemble des points d'écoute est passé de 4 à 11 entre les années '60 et '80, indiquant une modification des habitats agricoles au profit d'habitats urbains.

Les changements d'habitats survenus dans la Plaine du Saint-Laurent depuis 25 ans, bien que peu importants, peuvent toutefois être majeurs et localisés à certains endroits. C'est le cas, notamment, de la région nord de la route de St-Célestin qui traverse l'actuel parc industriel de Bécancour. Les photos aériennes prises dans les années '60 y montrent une zone d'intense activité agricole alors qu'aujourd'hui, cette région est fortement industrialisée et les terres environnantes ont toutes été abandonnées à la suite de l'expropriation des exploitants agricoles.

Parallèlement aux changements survenus dans la superficie des habitats agricoles, les éléments linéaires et ponctuels ont également évolués depuis 25 ans (tableau 2). La longueur des bordures séparant les habitats agricoles des autres habitats varie en fonction des modifications apportées à ces derniers. Ainsi, les zones feuillues et les friches ayant vu leur superficie augmenter légèrement depuis 25 ans, la longueur des bordures séparant les zones agricoles de ces deux habitats est aussi demeurée stable. Quant aux bordures séparant les zones urbaines des zones agricoles, elles ont subi une hausse suite à l'ajout de plusieurs agglomérations rurales dans les points d'écoute sélectionnés. L'étalement des zones habitées aux dépens des zones agricoles s'est traduit par une expansion du réseau routier et du nombre de maisons et de bâtiments de ferme présents sur les points d'écoute, ces tendances étant observées dans chacune des 7 routes.

Les autres habitats linéaires et ponctuels ont aussi subi des modifications au cours des 25 dernières années. Ainsi, la longueur moyenne des lisières présentes sur les points d'écoute a diminué dans toutes les routes, sauf dans celle de St-Antoine. Les lisières étaient absentes sur 54 des 148 points d'écoute (36 %) dans les années '60 alors que ce nombre s'élevait à 70 (47 %) dans les années '80. Une baisse importante du nombre moyen d'arbres isolés présents sur les points d'écoute fut également notée dans chacune des routes, sauf dans celle de Ham Sud. Ceux-ci étaient d'ailleurs absents sur seulement 6 points d'écoute dans les années '60 alors que ce nombre doublait (n=14) dans les années '80. Bien que les îlots boisés étaient peu abondants sur les points d'écoute et plus particulièrement le long des routes où l'agriculture est pratiquée de façon intensive (Lacolle, Verchères), le nombre moyen de boisés de ferme a néanmoins doublé depuis les années '60. Ceci est principalement dû au passage de plusieurs friches à des stades plus avancés de régénération et non à la fragmentation de grands boisés de ferme.

Tableau 2: Longueur moyenne (écart-type), par point d'écoute, des bordures, des lisières et des routes et nombre moyen d'arbres isolés, de bâtiments de ferme, de maisons et d'îlots boisés dans les 7 routes ÉPON

Variable	Année	Route							Total (n=148)
		Eardley (n=13)	Ham Sud (n=10)	Lacolle (n=27)	St-Antoine (n=29)	St-Célestin (n=24)	Ste-Marguerite (n=20)	Verchères (n=25)	
Bordure (m)									
Agri.-Feuillus	1960	577,92 (495,11)	111,80 (323,81)	164,85 (268,04)	382,93 (427,03)	222,67 (429,80)	417,80 (567,41)	103,44 (224,94)	283,06 (179,95)
	1980	711,54 (833,35)	148,10 (366,09)	179,07 (239,10)	316,79 (445,58)	222,42 (430,82)	429,95 (477,97)	104,56 (255,08)	301,78 (211,51)
Agric.-Friche	1960	696,46 (728,91)	637,50 (483,43)	82,96 (256,70)	140,69 (254,49)	120,75 (184,52)	437,80 (581,66)	112,84 (241,43)	318,43 (266,88)
	1980	777,15 (438,80)	488,60 (518,21)	97,00 (262,19)	284,03 (533,76)	169,37 (324,49)	293,05 (538,05)	83,28 (178,09)	313,21 (247,51)
Agric.-Urbain	1960	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	14,55 (78,36)	80,96 (311,65)	0,00 (0,00)	11,04 (55,20)	15,22 (29,63)
	1980	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	95,52 (276,39)	66,28 (206,90)	127,17 (401,81)	11,95 (53,44)	13,24 (66,20)	44,88 (51,49) **
Lisières (m)									
Lisières (m)	1960	154,69 (167,98)	426,30 (287,14)	219,96 (261,81)	195,31 (275,10)	237,46 (327,14)	223,05 (316,25)	321,12 (402,89)	253,98 (91,19)
	1980	127,54 (157,59)	266,20 (290,95)	187,04 (292,55)	268,14 (467,80)	185,04 (322,51)	148,10 (287,61)	162,04 (241,74)	192,01 (55,31) **
Routes (m)									
Routes (m)	1960	943,46 (187,57)	902,90 (182,48)	945,85 (252,51)	959,66 (295,22)	1018,00 (275,86)	909,55 (239,27)	913,48 (229,89)	941,84 (39,79)
	1980	943,46 (187,57)	902,90 (182,48)	997,48 (330,78)	992,76 (301,84)	1083,71 (422,31)	935,05 (284,07)	913,48 (229,89)	966,98 (62,93) *
Arbres isolés (nb.)									
Arbres isolés (nb.)	1960	19,62 (8,04)	7,20 (9,05)	13,59 (8,05)	7,38 (5,75)	13,96 (9,75)	14,20 (11,66)	12,24 (11,12)	12,60 (4,31)
	1980	11,23 (6,08)	9,70 (7,36)	11,04 (9,92)	5,28 (4,11)	9,58 (6,38)	12,90 (12,45)	8,08 (7,31)	9,69 (2,47) ***
Bâtiments (nb.)									
Bâtiments (nb.)	1960	3,00 (2,48)	6,90 (3,93)	7,56 (6,08)	9,62 (3,97)	8,92 (5,22)	9,50 (4,98)	9,12 (5,62)	7,80 (2,35)
	1980	5,85 (4,14)	10,20 (6,39)	9,59 (7,07)	15,86 (5,78)	11,33 (7,05)	16,55 (5,92)	15,32 (8,80)	12,10 (3,96) ***
Maisons (nb.)									
Maisons (nb.)	1960	1,15 (0,90)	2,90 (1,60)	2,89 (2,49)	3,45 (1,24)	3,12 (1,75)	4,45 (1,79)	3,64 (2,36)	3,09 (1,01)
	1980	1,31 (1,03)	4,70 (3,20)	3,81 (3,29)	6,07 (2,39)	4,17 (2,81)	6,95 (3,86)	5,80 (4,27)	4,69 (1,86) ***
Îlots boisés (nb.)									
Îlots boisés (nb.)	1960	0,62 (0,96)	0,20 (0,42)	0,07 (0,27)	0,03 (0,19)	0,25 (0,68)	0,30 (0,47)	0,00 (0,00)	0,21 (0,21)
	1980	0,92 (1,12)	0,80 (0,79)	0,26 (0,66)	0,07 (0,37)	0,42 (0,78)	0,50 (0,83)	0,04 (0,20)	0,43 (0,34) ***

* Différence significative à 0,05

** Différence significative à 0,01

*** Différence significative à 0,001

3.1.4 Situation actuelle des pratiques culturelles

Un total de 155 producteurs cultivant des terres sur les 82 points d'écoute ont été interrogés (tableau 3). Deux agriculteurs sur trois (67 %) ont répondu à un questionnaire détaillé (voir Jobin *et al.* 1994) alors que les autres ont été contactés par téléphone et interrogés sur certaines questions précises. Pour chaque point d'écoute, l'information recueillie provient habituellement de deux exploitations agricoles. Un seul producteur a toutefois été contacté sur certains points d'écoute alors que plus de 4 producteurs l'ont été sur d'autres. Le total des réponses obtenues à chaque question ne totalise pas 155 puisque plusieurs producteurs n'ont pas été interrogés ou n'ont pas répondu à certaines questions. C'est pourquoi le nombre de réponses obtenues diffère entre les questions.

Moins du tiers (28 %; n=115) des répondants ont indiqué qu'au moins une partie de leurs terres était irriguée alors que près de 66 % des répondants (n=136) ont répondu que leurs terres étaient parcourues par un réseau de drainage souterrain. L'utilisation d'engrais était largement répandue dans toutes les routes, plus de 85 % des répondants (n=145) ont d'ailleurs indiqué qu'ils utilisaient des fertilisants. Le pourcentage d'utilisateurs des différents types d'engrais était les suivants:

Engrais chimiques: 74 % (n=134 répondants)	Fumier: 69 % (n=130 répondants)	Lisier ou purin de porc: 24 % (n=110 répondants)
---	------------------------------------	---

Le mois de la première sortie printanière de la machinerie dans les champs variait légèrement d'une route à l'autre en fonction de leur position géographique. Les activités agricoles débutent généralement en avril (26 % des 106 répondants) dans les routes situées les plus au sud du Québec alors que les producteurs amorcent les travaux en mai (74 %) dans les régions de la Beauce et de Québec. Les conditions météorologiques (fonte des neiges, pluie, température) sont des facteurs-clés régissant le début des activités en agissant sur l'assèchement des terres et conséquemment sur l'utilisation de la machinerie dans les champs.

Concernant l'utilisation récente des pesticides, 77 % des 155 producteurs contactés ont indiqué avoir utilisé des pesticides au cours des 7 dernières années, les herbicides étant le groupe dont l'utilisation est la plus répandue (figure 8). En effet, peu de producteurs ont épandu des insecticides (15 %) ou des fongicides (7 %) au cours de cette période. Soulignons cependant que 62 % des répondants (n=99) ont semé des graines traitées aux fongicides ou aux insecticides.

Les classes de pesticides utilisées par les producteurs variaient grandement d'une culture à l'autre (figure 9). Le glyphosate (*roundup*), le 2,4-DB (*embutox*, *cobutox*), le MCPB (*tropotox*) et le

Tableau 3: Nombre de producteurs agricoles contactés pour la description des pratiques culturelles en vigueur dans les 7 routes ÉPON

Route	Nombre de points d'écoute	Nombre de producteurs interrogés		Total
		Par questionnaire	Par téléphone	
Eardley	13	11	9	20
Ham Sud	6	9	4	13
Lacolle	13	10	13	23
St-Antoine	11	16	7	23
St-Célestin	13	22	5	27
Ste-Marguerite	13	18	7	25
Verchères	13	18	6	24
Total	82	104	51	155

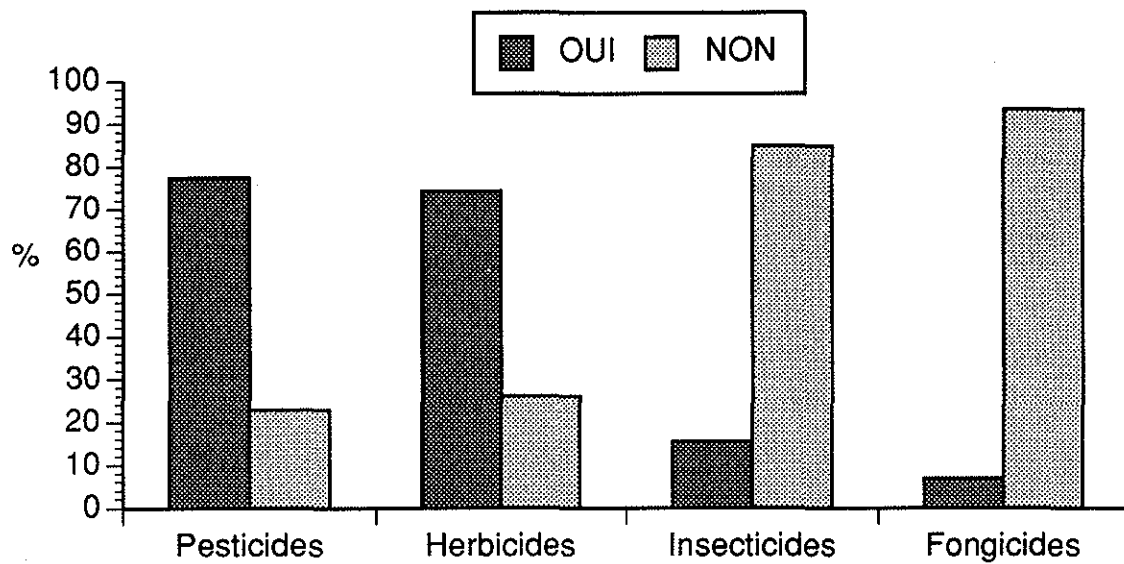


Figure 8: Proportion des 155 agriculteurs interrogés ayant ou non utilisé des pesticides entre 1986 et 1992

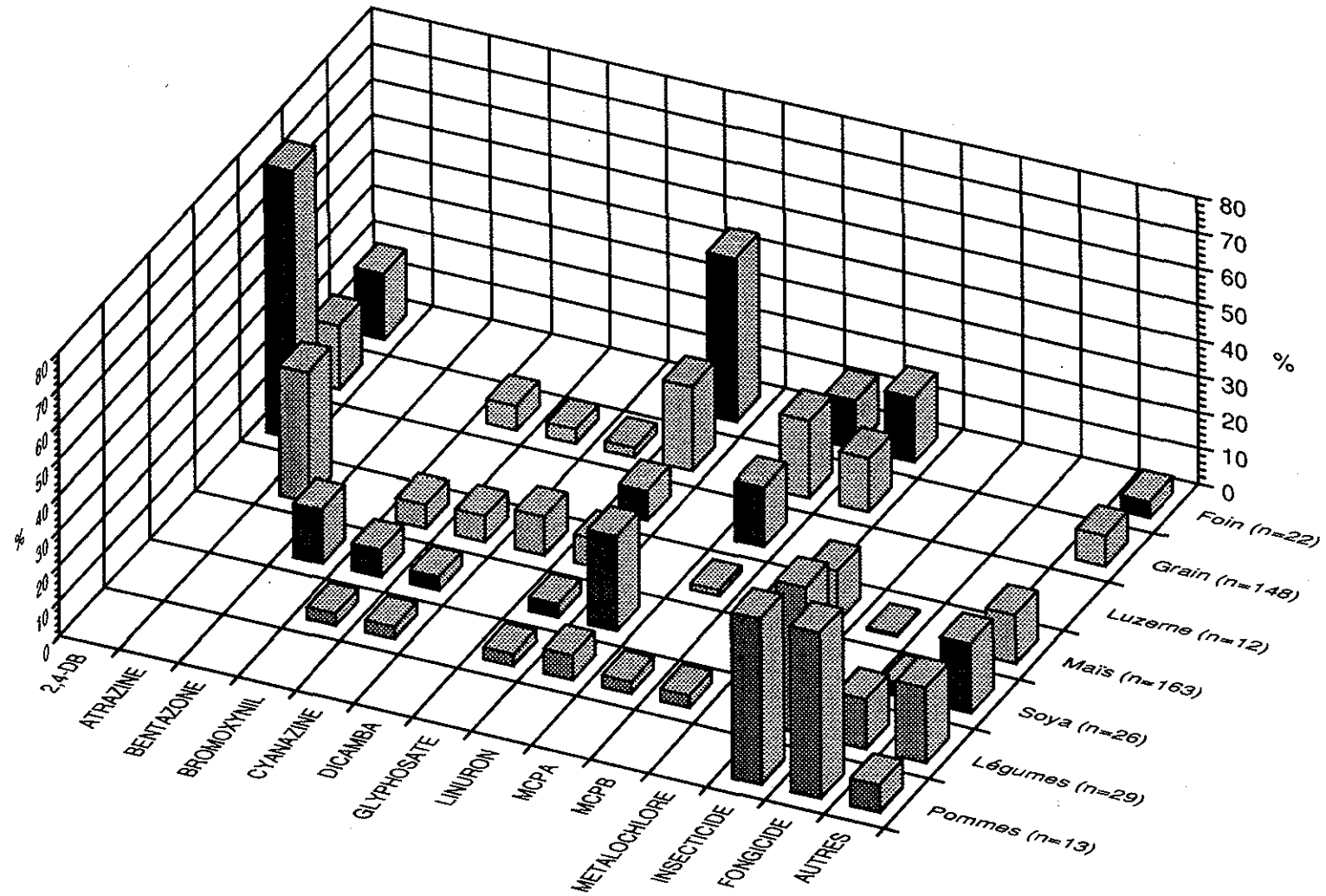


Figure 9: Importance relative (%) des classes de pesticides utilisées lors des 7 dernières années (1986-1992) sur les principales cultures rencontrées sur les 7 routes ÉPON (l'unité d'échantillon représente un type de pesticide utilisé sur un type de culture par un agriculteur)

MCPA étaient les pesticides les plus utilisés sur le foin, les céréales (orge, avoine) et la luzerne. L'atrazine (*atrazine, aatrex, primextra*), le dicamba (*banvel, dyvel*), le métalochlore (*dual*), le cyanazine (*bladex, blagal*) et le bromoxynil (*pardner, buctril*) étaient largement épandus sur le maïs. Le linuron (*lorox*), le bentazone (*basagran*) et le métalochlore étaient surtout utilisés sur le soya. Peu d'herbicides étaient utilisés dans les cultures maraîchères et les vergers. On y utilise par contre beaucoup d'insecticides et de fongicides.

À la question posée sur les dommages causés par les oiseaux et les moyens de les enrayer, aucun producteur n'a indiqué que les oiseaux étaient une source de problème. Toutefois, des discussions avec plusieurs producteurs nous ont appris que les fientes des pigeons causent des dommages à la machinerie rangée dans les bâtiments. Selon eux, l'élimination des pigeons était le moyen le plus efficace de résoudre ce problème. D'autres agriculteurs ont indiqué que les goélands étaient maintenant très abondants et que l'alimentation de ces derniers dans les champs contribuait à appauvrir le sol. Par ailleurs, 59 % (n=116) des répondants croient que le passage de la machinerie dans les champs occasionne la destruction de nids d'oiseaux construits directement sur le sol.

3.1.5 Évolution des pratiques culturales depuis 25 ans

L'affectation des sols arables présents sur les 63 points d'écoute où l'information fut recueillie a varié en fonction des types de culture au cours de la période 1966-1992. Les cultures retrouvées les plus fréquemment sur les points d'écoute au cours des 25 dernières années étaient le foin, les céréales et les pâturages suivies du maïs, de la luzerne, des cultures maraîchères et du soya (figure 10). Les changements les plus marqués dans la présence des types de culture au cours des ans sont la baisse de la présence des champs de foin et des pâturages qui serait reliée à l'abandon de plusieurs fermes laitières, à leur conversion en des exploitations agricoles axées vers les grandes cultures ou au nourrissage du bétail en milieu restreint. On observe d'ailleurs que la culture du maïs, de la luzerne et du soya s'est accrue traduisant ainsi une intensification de l'agriculture dans les régions méridionales du Québec (voir aussi Domon *et al.* 1993). La présence des cultures céréalières et maraîchères est demeurée relativement stable au cours de la période d'étude.

L'augmentation graduelle de l'utilisation des herbicides au cours de la même période est possiblement liée à l'intensification de l'agriculture dans certaines régions. En effet, 42 % des producteurs utilisaient des herbicides lors de la période 1965-1970 contre 65 % pour la période 1986-1992 (figure 11). Quant aux insecticides et aux fongicides, leur utilisation a toujours été faible sur les points d'écoute sélectionnés.

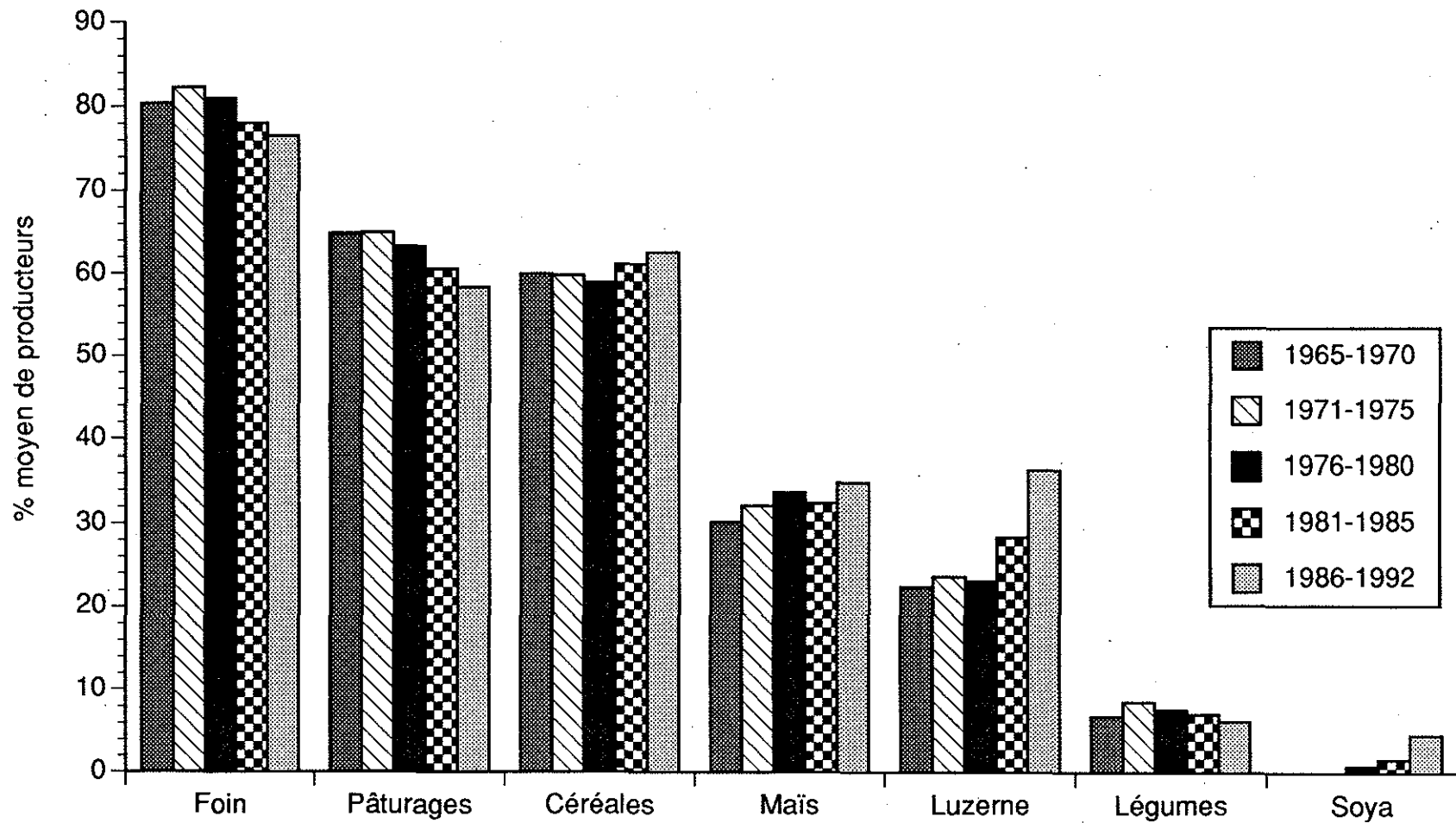


Figure 10: Pourcentage moyen de producteurs ayant cultivé différents types de culture entre 1965 et 1992 dans les points d'écoute (n=63) où l'information est disponible

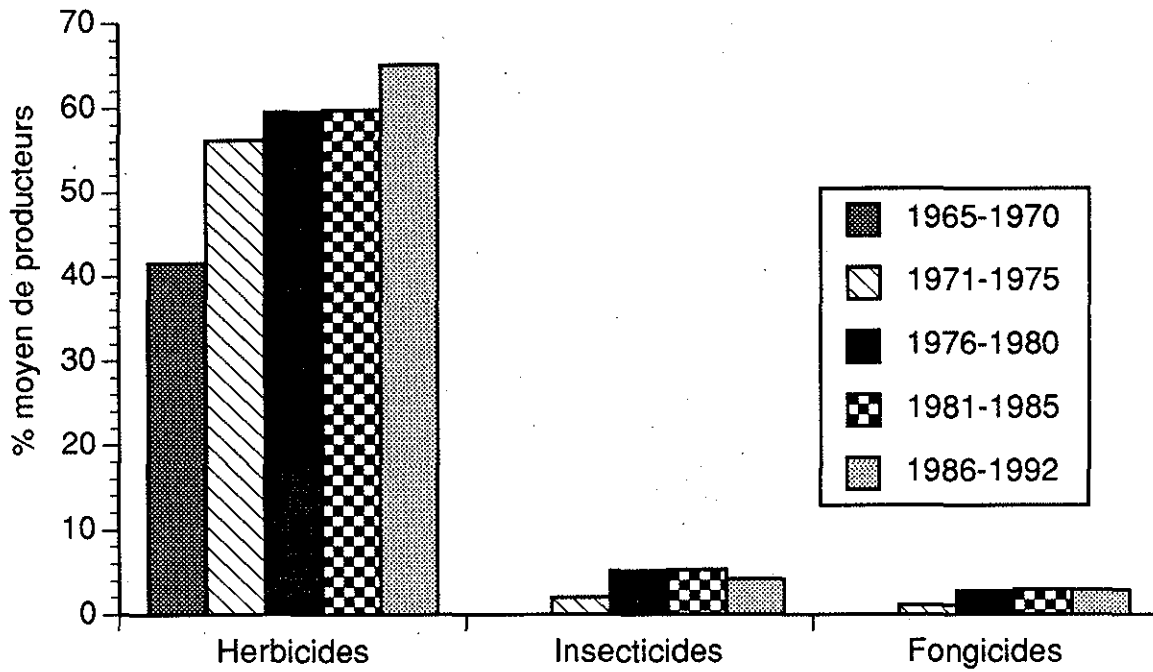


Figure 11: Pourcentage moyen de producteurs ayant utilisé des pesticides entre 1965 et 1992 dans les points d'écoute (n=63) où l'information est disponible

3.2 SÉLECTION DE L'HABITAT PAR LES OISEAUX À L'ÉTÉ 1992

3.2.1 Effectifs des oiseaux champêtres

Un total de 5 803 individus des 28 espèces d'oiseaux champêtres à l'étude ont été observés dans les 82 points d'écoute lors des inventaires exhaustifs effectués à l'été 1992 (tableau 4). L'espèce la plus abondante était l'Étourneau sansonnet dont les effectifs formaient plus de 21 % des oiseaux observés. Suivaient, par ordre d'importance: le Moineau domestique (10 %), le Carouge à épaulettes (10 %), le Quiscale bronzé (7 %) et l'Hirondelle des granges (6 %). Ces 5 espèces étaient abondantes dans chaque route, sauf le Moineau domestique et le Quiscale bronzé qui représentaient seulement 0,9 % et 1,4 % des oiseaux recensés respectivement dans les routes de Eardley et de Verchères. Le Goglu a été observé en grand nombre dans les routes de Eardley et de Ham Sud. Quelques espèces étaient particulièrement abondantes le long de certaines routes dont le Pigeon biset à Lacolle, l'Hirondelle bicolore et le Goéland à bec cerclé à St-Antoine, l'Hirondelle de rivage à St-Célestin, le Goéland à bec cerclé à Ste-Marguerite, et le Bruant chanteur à Lacolle et à Verchères. À certains endroits, la taille des bandes de certaines espèces grégaires était relativement élevée. Ainsi, la taille moyenne des groupes d'Hirondelles de rivage était de 11,5 individus (max=50) alors que les bandes de Goélands à bec cerclé étaient en moyenne composés de 7,1 individus (max=25). D'autres espèces ont aussi été observées en groupe, telles l'Étourneau sansonnet (moy=7,1; max=30), le Pigeon biset (moy=5,1; max=25), le Moineau domestique (moy=4,7; max=30), l'Hirondelle des granges (moy=3,9; max=14) et l'Hirondelle à front blanc (moy=3,8; max=10).

La figure 12 montre la relation qui existe entre la densité des oiseaux (exprimée en nombre d'individus/point d'écoute) et la constance (fréquence de présence) des oiseaux dans les 82 points d'écoute. La constance et la densité de plusieurs d'entre elles étaient faibles, traduisant ainsi leur présence occasionnelle en faible nombre dans le milieu. C'est le cas, notamment, du Bruant vespéral, de la Maubèche des champs, de la Crécerelle d'Amérique et de l'Oriole du Nord. Un grand nombre d'espèces dont la constance se situe entre 25 % et 60 % avaient des densités relativement faibles ce qui indique que ces espèces étaient vues couramment mais toujours en faible nombre. L'Alouette cornue, le Tyran tritri, le Vacher à tête brune et le Pluvier kildir en sont des exemples. Le Goéland à bec cerclé, l'Hirondelle bicolore, le Pigeon biset et le Moineau domestique étaient aussi fréquemment rencontrés en petites bandes. Un troisième ensemble d'espèces regroupe les oiseaux abondants et communs comme le Quiscale bronzé, le Merle d'Amérique, le Goglu, le Bruant des prés et le Bruant chanteur. Enfin, le Carouge à épaulettes et l'Étourneau sansonnet se distinguent par leur abondance élevée sur la plupart des points d'écoute.

Tableau 4: Abondance (n [%]) des 28 espèces d'oiseaux champêtres dans les 82 points d'écoute inventoriés lors des inventaires exhaustifs de juin 1992

ESPECE	Eardley (n=13)	Ham Sud (n=6)	Lacolle (n=13)	St-Antoine (n=11)	St-Célestin (n=13)	Ste-Marguerite (n=13)	Verchères (n=13)	Total (n=82)
Alouette cornue	2 (0,3)	4 (1,1)	18 (1,5)	7 (1,0)	13 (1,4)	7 (0,6)	17 (2,0)	68 (1,2)
Bruant chanteur	31 (4,8)	13 (3,6)	72 (6,1)	24 (3,6)	35 (3,7)	31 (2,7)	45 (5,3)	251 (4,3)
Bruant familier	7 (1,1)	6 (1,7)	0 (0,0)	4 (0,6)	5 (0,5)	2 (0,2)	4 (0,5)	28 (0,5)
Bruant des prés	51 (7,8)	33 (9,1)	37 (3,1)	18 (2,7)	25 (2,6)	36 (3,2)	36 (4,2)	236 (4,1)
Bruant vespéral	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,1)	1 (0,1)	2 (0,0)
Carouge à épaulettes	125 (19,2)	34 (9,4)	72 (6,1)	88 (13,1)	97 (10,3)	57 (5,0)	84 (9,9)	557 (9,6)
Chardonneret jaune	4 (0,6)	3 (0,8)	42 (3,5)	32 (4,8)	51 (5,4)	30 (2,6)	36 (4,2)	198 (3,4)
Cornelle d'Amérique	9 (1,4)	8 (2,2)	11 (0,9)	9 (1,3)	13 (1,4)	38 (3,3)	6 (0,7)	94 (1,6)
Crécérelle d'Amérique	5 (0,8)	1 (0,3)	1 (0,1)	0 (0,0)	2 (0,2)	0 (0,0)	0 (0,0)	9 (0,2)
Étourneau sansonnet	98 (15,1)	102 (28,1)	370 (31,3)	48 (7,1)	122 (12,9)	295 (25,9)	191 (22,5)	1226 (21,1)
Goéland à bec cerclé	3 (0,5)	0 (0,0)	62 (5,2)	55 (8,2)	7 (0,7)	122 (10,7)	34 (4,0)	283 (4,9)
Goglu	80 (12,3)	22 (6,1)	23 (1,9)	36 (5,3)	39 (4,1)	37 (3,2)	31 (3,7)	268 (4,6)
Hirondelle bicolore	19 (2,9)	19 (5,2)	16 (1,4)	79 (11,7)	33 (3,5)	31 (2,7)	28 (3,3)	225 (3,9)
Hirondelle à front blanc	1 (0,2)	10 (2,8)	0 (0,0)	4 (0,6)	35 (3,7)	2 (0,2)	0 (0,0)	52 (0,9)
Hirondelle des granges	51 (7,8)	36 (9,9)	53 (4,5)	32 (4,8)	37 (3,9)	81 (7,1)	35 (4,1)	325 (5,6)
Hirondelle de rivage	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (0,3)	5 (0,7)	113 (12,0)	10 (0,9)	6 (0,7)	138 (2,4)
Maubèche des champs	1 (0,2)	0 (0,0)	2 (0,2)	1 (0,1)	1 (0,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	5 (0,1)
Merle d'Amérique	25 (3,8)	13 (3,6)	36 (3,0)	32 (4,8)	37 (3,9)	21 (1,8)	30 (3,5)	194 (3,3)
Moineau domestique	6 (0,9)	12 (3,3)	103 (8,7)	45 (6,7)	114 (12,1)	153 (13,4)	167 (19,7)	600 (10,3)
Orioie du Nord	0 (0,0)	0 (0,0)	5 (0,4)	4 (0,6)	1 (0,1)	1 (0,1)	3 (0,4)	14 (0,2)
Paruline jaune	6 (0,9)	4 (1,1)	12 (1,0)	15 (2,2)	23 (2,4)	12 (1,1)	13 (1,5)	85 (1,5)
Pigeon biset	28 (4,3)	3 (0,8)	102 (8,6)	21 (3,1)	7 (0,7)	50 (4,4)	28 (3,3)	239 (4,1)
Pluvier kildir	10 (1,5)	5 (1,4)	8 (0,7)	20 (3,0)	13 (1,4)	10 (0,9)	13 (1,5)	79 (1,4)
Quiscale bronzé	24 (3,7)	25 (6,9)	90 (7,6)	61 (9,1)	76 (8,0)	96 (8,4)	12 (1,4)	384 (6,6)
Sturnelle des prés	18 (2,8)	4 (1,1)	3 (0,3)	8 (1,2)	15 (1,6)	2 (0,2)	1 (0,1)	51 (0,9)
Tourterelle triste	12 (1,8)	1 (0,3)	22 (1,9)	5 (0,7)	14 (1,5)	1 (0,1)	7 (0,8)	62 (1,1)
Tyran tritri	17 (2,6)	3 (0,8)	10 (0,8)	14 (2,1)	11 (1,2)	4 (0,4)	10 (1,2)	69 (1,2)
Vacher à tête brune	17 (2,6)	2 (0,6)	10 (0,8)	6 (0,9)	6 (0,6)	9 (0,8)	11 (1,3)	61 (1,1)
Total des individus	650 (100)	363 (100)	1184 (100)	673 (100)	945 (100)	1139 (100)	849 (100)	5803 (100)
Total des espèces champêtres	25	23	25	26	27	26	25	28

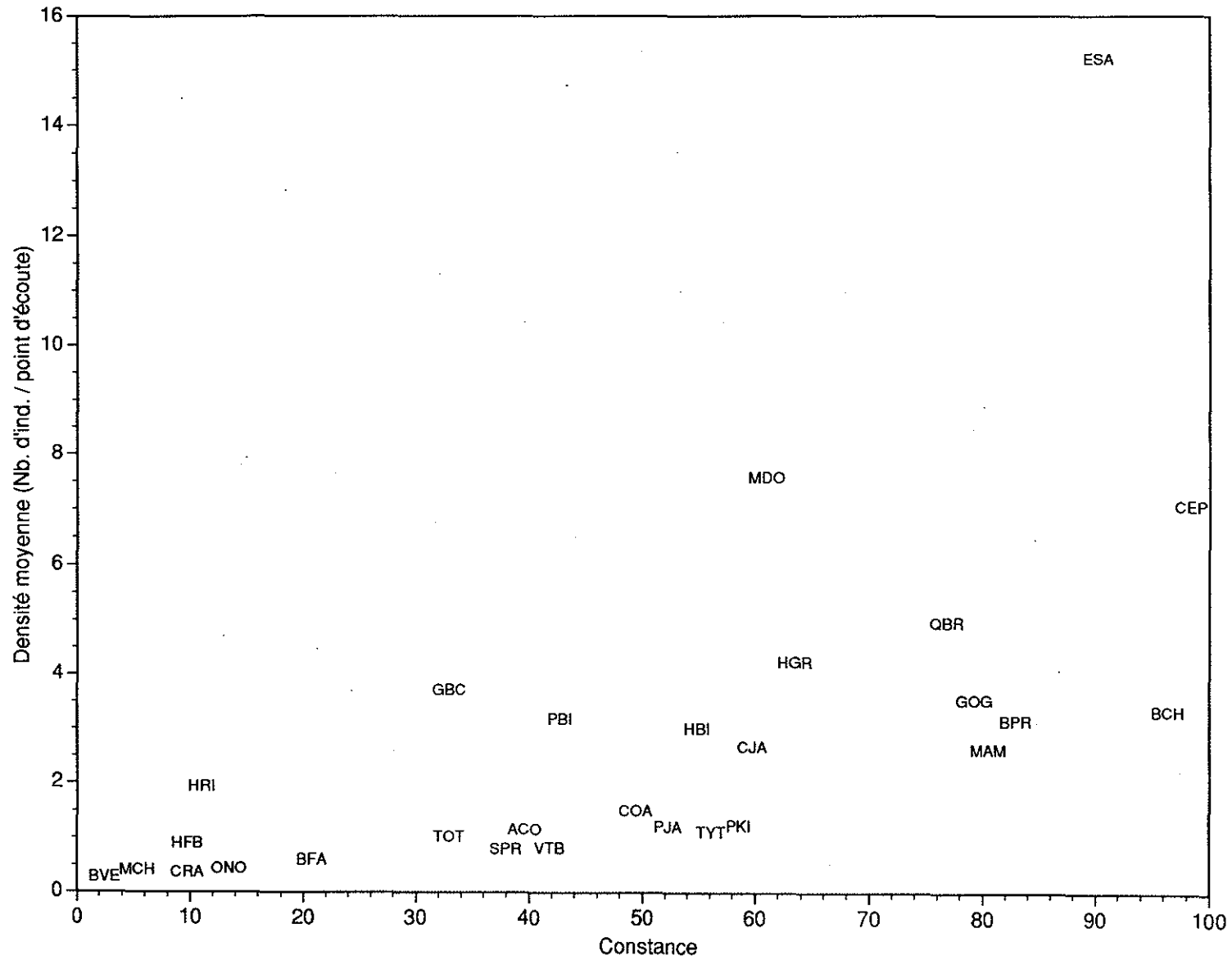


Figure 12: Constance (fréquence de présence) et densité moyenne des 28 espèces d'oiseaux champêtres dans les 82 points d'écoute inventoriés en juin 1992 (voir le tableau 1 pour les codes des espèces)

Le nombre moyen d'espèces et d'individus des 28 espèces champêtres à l'étude et de toutes les espèces observées lors des inventaires exhaustifs de juin 1992 a été calculé pour chacun des points d'écoute. De plus, l'indice de diversité de Shannon a été calculé en considérant toutes les espèces (n=77 espèces) qui ont été observées dans les 82 points d'écoute (tableau 5).

Tableau 5: Nombre moyen d'espèces et d'individus des 28 espèces champêtres à l'étude et de toutes les espèces observées sur les points d'écoute inventoriés (n=82) en juin 1992 et moyenne de l'indice de diversité de Shannon.

	Route							Total (n=82)
	Eardley (n=13)	Ham Sud (n=6)	Lacolle (n=13)	St-Ant. (n=11)	St-Céles. (n=13)	Ste-Marg. (n=13)	Verchères (n=13)	
Nb. d'espèces (n=28 espèces)	12,2 (2,0)	14,0 (3,0)	13,5 (2,8)	14,9 (2,5)	13,6 (3,4)	13,8 (2,7)	13,5 (3,2)	13,6 (2,8)
Nb. d'individus (n=28 espèces)	50,0 (26,8)	60,5 (15,7)	91,1 (39,7)	61,2 (18,2)	72,7 (46,3)	87,6 (29,8)	65,3 (31,9)	70,8 (34,7)
Nb. d'espèces (n= 77 espèces)	16,9 (5,3)	18,5 (5,2)	16,1 (4,2)	17,3 (3,2)	16,3 (4,2)	16,9 (3,2)	15,2 (4,1)	16,6 (4,1)
Nb. d'individus (n=77 espèces)	55,7 (26,2)	65,5 (15,3)	94,0 (40,9)	64,3 (18,0)	76,8 (46,8)	91,7 (28,5)	67,3 (31,8)	74,5 (34,5)
Indice de Shannon (n=77 espèces)	3,1 (0,3)	3,2 (0,4)	2,9 (0,3)	3,4 (0,2)	3,1 (0,4)	3,0 (0,4)	3,1 (0,4)	3,1 (0,4)

Une analyse de variance indique que les routes ne différaient pas quant au nombre moyen d'espèces champêtres observées par point d'écoute ($p=0,48$). Le nombre moyen d'individus observés par point d'écoute était statistiquement plus élevé ($p=0,03$) à Lacolle (91) et à Ste-Marguerite (88) tandis qu'il était le plus faible à Eardley (50). Cependant, l'indice de diversité de Shannon moyen variait significativement entre les routes ($p=0,05$). Les variations de l'indice de diversité étaient principalement liées aux fluctuations du nombre d'espèces observées ($r=0,69$; $p<0,01$) plutôt qu'aux fluctuations du nombre d'individus observés ($r=0,06$; $p=0,63$). On constate également une forte relation intra-route entre le nombre d'espèces et le nombre d'individus observés sur les 82 points d'écoute ($r=0,58$; $p<0,01$).

3.2.2 Influence du paysage rural et des pratiques culturelles

Des corrélations significatives ont été trouvées entre le nombre d'espèces observées et le nombre d'arbres isolés et le nombre de bâtiments de ferme sur les points d'écoute (tableau 6). L'abondance de l'avifaune apparaît liée à la longueur des bordures existantes entre les zones agricoles et les zones urbaines de même qu'au nombre de maisons et de bâtiments de ferme présents sur les points d'écoute. L'indice de diversité de Shannon montre quant à lui un lien direct avec le nombre d'arbres isolés et le nombre d'îlots boisés (tableau 6). L'hétérogénéité du paysage agricole et la diversification des cultures à l'intérieur des points d'écoute exerce également une influence sur les communautés aviaires. La présence d'un grand nombre d'habitats fauniques et de plusieurs types de culture sur un point d'écoute favorise la diversité spécifique, l'abondance des oiseaux ainsi que l'indice de diversité de Shannon à cet endroit. La longueur des lisières et des bordures entre les zones agricoles et les zones forestières ou en régénération n'influence apparemment pas la diversité spécifique et l'abondance de l'avifaune sur les points d'écoute (tableau 6).

Nous avons regroupé les 82 points d'écoute en fonction du type de paysage agricole qu'on y trouve afin d'en comparer la fréquentation par les oiseaux. Nous avons reconnu 4 types de paysage agricole (figure 13). Les terres labourées, où le sol est mis à nu annuellement, couvrent plus de 70 % des points d'écoute du premier paysage qualifié de «Grandes cultures», alors que ce sont les cultures fourragères et les pâturages qui couvrent plus de 70 % des points d'écoute du paysage nommé «Fourrages et pâturages». Les points d'écoute appartenant au paysage appelé «Cultures et élevage» montrent une mosaïque d'habitats agricoles faite de terres labourées, de cultures fourragères et de pâturages. Les terres agricoles couvrent plus de 90% de la superficie des points d'écoute de ces 3 premiers types de paysage tandis que les boisés, les friches, les milieux humides et les agglomérations rurales y couvrent des superficies négligeables. À l'opposé, les points d'écoute de la catégorie «Paysage hétérogène» présentent un paysage rural où les habitats autres qu'agricoles sont bien représentés. La forêt et les friches couvrent plus de 25 % des points d'écoute alors que les terres labourées, les cultures fourragères et les pâturages y couvrent, en moyenne, 66 % de la superficie. Les points d'écoute hétérogènes sont généralement situés dans des régions où les exploitations laitières dominent le paysage. Les cultures associées à ce type d'exploitation y sont donc mieux représentées (44 %) que les terres labourées (22 %).

Les résultats des dénombrements d'oiseaux de juin 1992 sont présentés à l'annexe 1 et les densités moyennes par point d'écoute dans les 4 contextes agricoles sont présentées à l'annexe 2. Nous avons observé un total de 6111 individus appartenant à 77 espèces, soit 16.6 espèces (é.-t.=4.1) et 74.5 individus (é.-t.=34.5) en moyenne par point d'écoute (n=82). Les 28 espèces d'oiseaux

Tableau 6: Corrélations moyennes intra-route (i.e. ajustées pour l'effet de route) entre différents paramètres du paysage agricole présents sur les 82 points d'écoute et le nombre total d'espèces d'oiseaux, le nombre total d'individus et l'indice de Shannon (inventaires exhaustifs de juin 1992)

Paramètre	Nb. d'espèces	Nb. d'individus	Indice de Shannon
<u>Éléments linéaires et ponctuels</u>			
Longueur des lisières (m)	n.s.	n.s.	n.s.
Longueur des bordures agric-feuillus (m)	n.s.	n.s.	n.s.
Longueur des bordures agric-résineux (m)	n.s.	n.s.	n.s.
Longueur des bordures agric-friches (m)	n.s.	n.s.	n.s.
Longueur des bordures agric-urbain (m)	n.s.	0,25 ^{**}	n.s.
Longueur des routes (m)	n.s.	n.s.	n.s.
Nombre d'arbres isolés	0,32 ^{***}	n.s.	0,25 ^{**}
Nombre d'îlots boisés	n.s.	n.s.	0,26 ^{**}
Nombre de bâtiments de ferme	0,29 ^{**}	0,38 ^{***}	n.s.
Nombre de maisons	n.s.	0,22 [*]	n.s.
<u>Hétérogénéité du paysage agricole</u>			
Tous types de culture confondus ¹	0,28 ^{**}	n.s.	0,25 ^{**}
Types de culture considérés ²	0,25 ^{**}	0,34 ^{***}	n.s.

n.s.: corrélation non significative à 0,10

* corrélation significative à 0,10

** corrélation significative à 0,05

*** corrélation significative à 0,01

1: somme de la présence (0 ou 1) des habitats parmi les suivants: agricole, arbres, bâtiments, coupe totale, feuillu, friche, îlot, lentique, lisières, lotique, marais, maisons, mixte, plantation, résineux, urbain

2: somme de la présence (0 ou 1) des habitats parmi les suivants: comme en 1 mais où les types de cultures sont considérés: avoine, blé, foin, luzerne, maïs, orge, pâturage, soya, trèfle

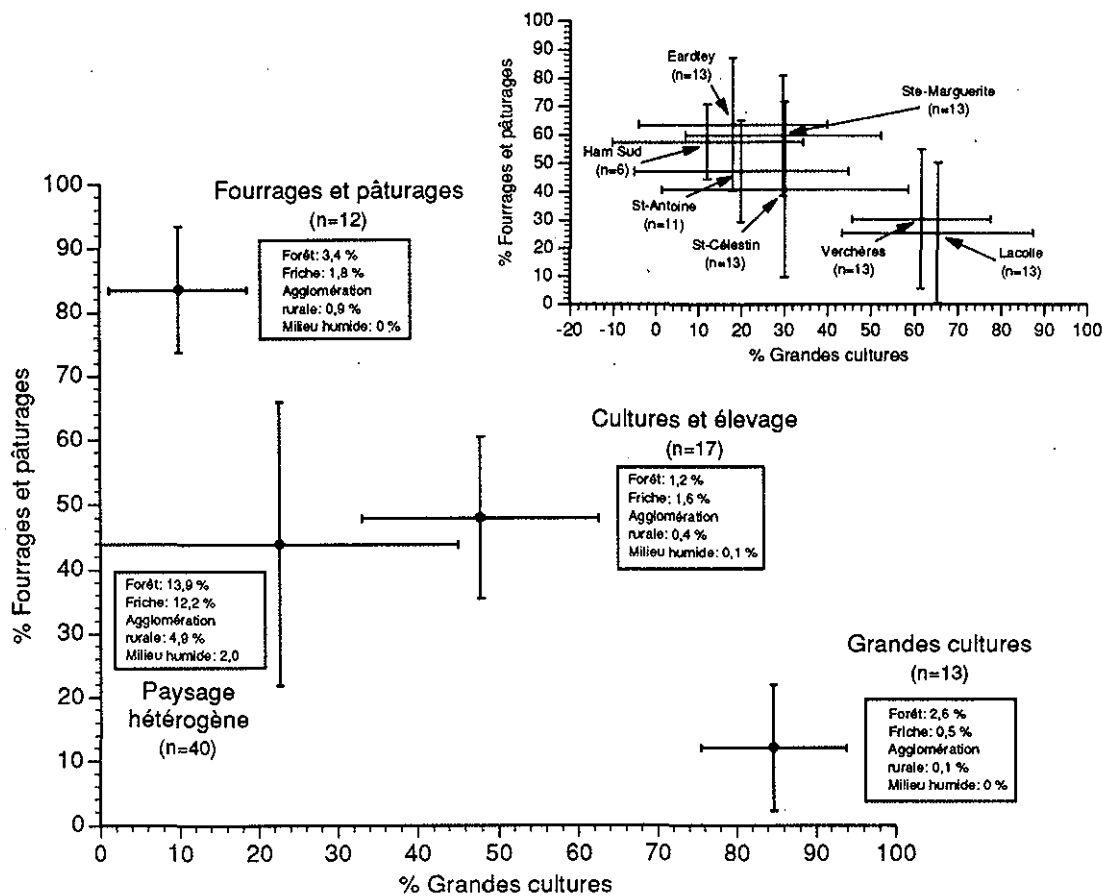


Figure 13: Superficie relative (%) (moyenne et écart-type) couverte par les grandes cultures, les cultures fourragères et les pâturages dans les 4 contextes agricoles et dans chacune des 7 routes à l'été 1992 (la superficie moyenne couverte par les forêts, les friches, les agglomérations rurales et les milieux humides est présentée dans les boîtes)

champêtres ont également été réparties dans leurs guildes respectives au niveau de leur alimentation, leur nidification et leur aire d'hivernage (annexe 3). Le nombre moyen d'espèces augmente de façon régulière en fonction de l'hétérogénéité du paysage rural (figure 14). Il est nettement plus bas aux endroits où on ne retrouve que des terres labourées annuellement soit 12.8 espèces contre 18.1 espèces dans les sites les plus hétérogènes (annexe 4). On remarque qu'il est également plus élevé aux sites où le sol est habituellement couvert de végétation (cultures et élevage, fourrages et pâturages) comparativement aux sites où le sol est mis à nu annuellement (grandes cultures). Le nombre d'individus est aussi le plus bas aux endroits de labour intensif (≈ 55 individus) tandis qu'il est le plus élevé sur les fermes où se pratiquent à la fois les grandes cultures et l'élevage (≈ 92 individus) (figure 14; annexe 4).

Bien que quelques espèces soient ubiquistes et se retrouvent par le fait même dans plusieurs types d'habitats ruraux, il demeure que les différentes espèces fréquentent davantage certains types de milieu et qu'il est donc possible d'attribuer à chacune un habitat principal. La répartition des espèces dans leur habitat préférentiel respectif s'est inspirée de nos propres travaux (Falardeau et DesGranges 1991, présente étude), ainsi que ceux de de Graaf et Rudis (1983), Kroodsma (1984), Askins et Philbrick (1987) et Finch (1991). Les 77 espèces que nous avons observées se répartissent en 6 espèces de grandes cultures, 4 espèces de champs de foin, 5 espèces de pâturages, 14 espèces de friches, 9 espèces de lisières, 24 espèces de boisés et 15 espèces de milieux humides (annexe 2). Les proportions relatives des espèces et des individus associés aux champs agricoles ne varient pratiquement pas en fonction de l'hétérogénéité du paysage rural (figure 15; annexe 5). On observe toutefois que le nombre moyen d'espèces et d'individus observés dans les 4 contextes agricoles étaient généralement le plus bas aux sites où les grandes cultures dominent le paysage et ce, peu importe la guildes aviaire (annexe 4). Partout, ce sont les espèces qui fréquentent principalement les champs en friches qui contribuent le plus grand nombre d'espèces et d'individus ($\approx 33\%$; figure 15) à l'avifaune des milieux agricoles du sud du Québec. Viennent ensuite les oiseaux des champs en foin et en pâturage ($\approx 25\%$), les oiseaux des grandes cultures ($\approx 20\%$) et les oiseaux des lisières ($\approx 17\%$). La présence de boisés et de milieux humides contribue à accroître la richesse spécifique d'une ferme en permettant l'établissement d'espèces qui ne sont pas directement associées au milieu agricole telles le Canard noir (*Anas rubripes*), le Tyran huppé (*Myiarchus crinitus*), le Moucherolle des aulnes (*Empidonax alnorum*), le Geai bleu (*Cyanocitta cristata*), le Viréo aux yeux rouges (*Vireo olivaceus*) et la Paruline à flanc marron (*Dendroica pensylvanica*) (annexe 2). Comme ces espèces affichent des densités habituellement plus faibles que celles des espèces champêtres (annexe 2), il s'ensuit que le gain enregistré au niveau de la richesse spécifique (2-3 espèces par point d'écoute) ne s'accompagne habituellement pas d'une augmentation parallèle du nombre d'oiseaux sur le site (figure 15).

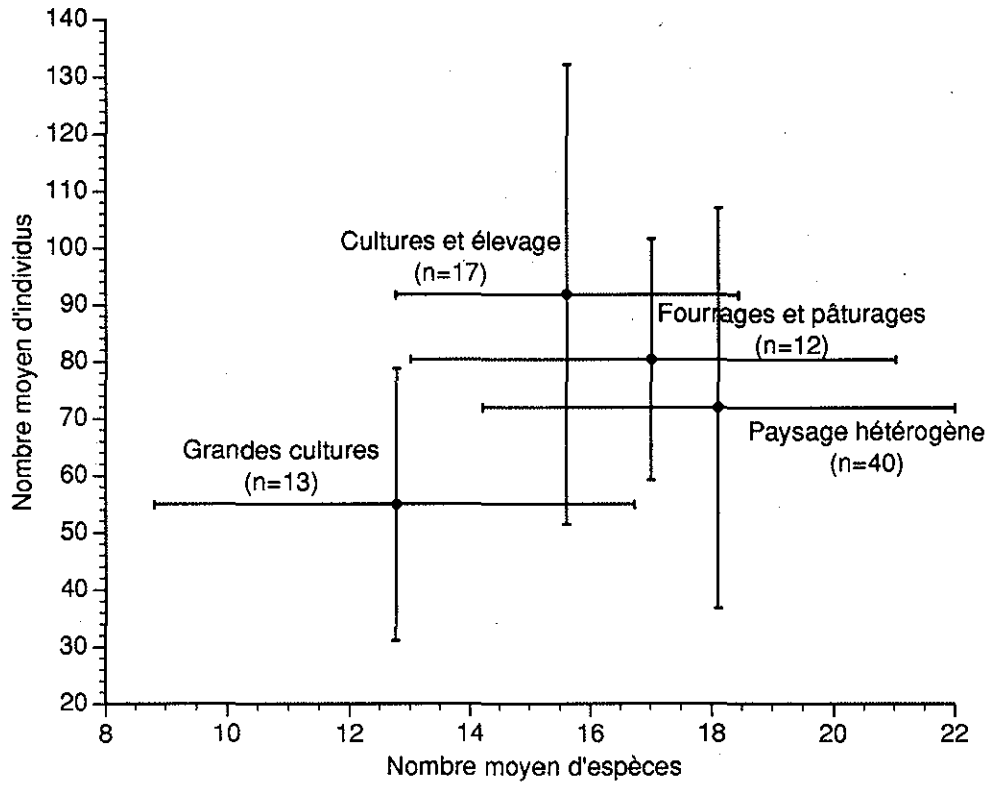


Figure 14: Nombre d'espèces et d'individus (moyenne et écart-type) observés dans les points d'écoute lors des inventaires exhaustifs de juin 1992 selon les 4 contextes agricoles

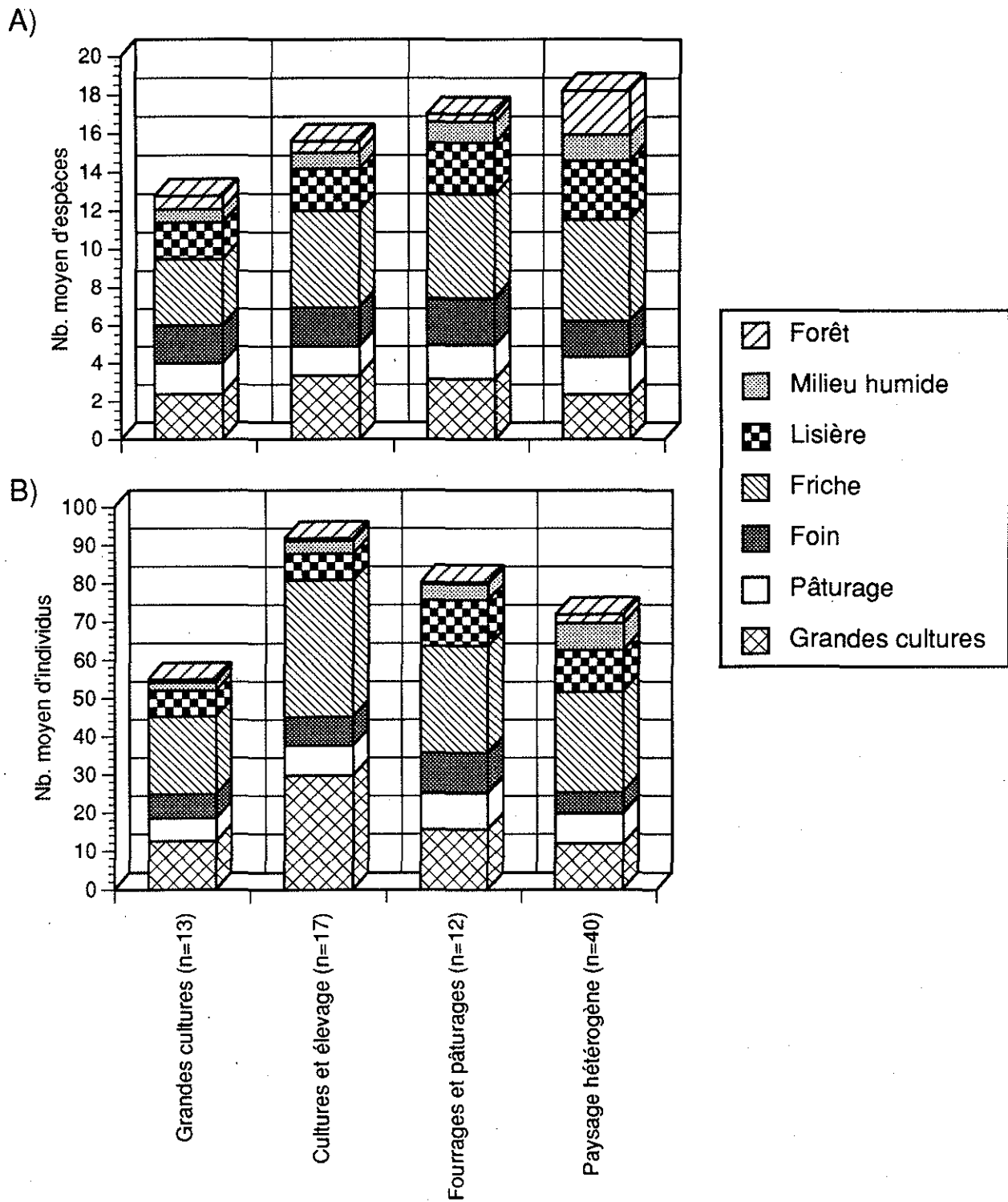


Figure 15: A) Nombre moyen d'espèces et B) nombre moyen d'individus observés dans les points d'écoute lors des inventaires exhaustifs de juin 1992 selon les 4 contextes agricoles et selon leur habitat préférentiel

Nous avons tenté de relier la richesse spécifique et l'abondance relative des 28 espèces champêtres à l'intérieur de chacun des paysages au régime alimentaire des espèces, à la date et aux endroits où elles construisent leur nid, ainsi qu'à la latitude médiane de leur zone d'hivernage (figures 16 et 17; annexe 3). Tout comme c'est le cas pour les habitats habituellement recherchés, les proportions relatives des espèces et des individus appartenant aux différentes guildes ne varient pratiquement pas en fonction de l'hétérogénéité du paysage rural (annexe 5). Partout, l'avifaune est composée principalement d'oiseaux omnivores (plus de 67% des espèces et des individus) dont la zone d'hivernage se situe pour la plupart aux États-Unis (environ 50% des espèces et des individus) (figures 16 et 17). Bon nombre de ces oiseaux (40 à 60% des individus) nichent tôt au printemps et construisent leur nid au-dessus du sol dans des arbustes ou des arbres (figures 16 et 17).

Les pratiques culturales ayant cours sur les 82 points d'écoute ont également été mises en relation avec les résultats des inventaires ornithologiques exhaustifs (tableau 7). Le nombre d'espèces champêtres (n=28) tend à être supérieur là où les terres sont drainées et où les activités agricoles débutent généralement en avril plutôt qu'en mai. Par ailleurs, l'abondance et la diversité des oiseaux champêtres ne semblent pas être affectées par l'irrigation des terres. Notons également que nos résultats ne montrent pas d'effets directs de l'épandage de pesticides et d'engrais de toutes sortes (chimique, fumier, lisier) sur le nombre d'espèces et d'individus de même que sur l'indice de diversité de Shannon (tableau 7) sur nos points d'écoute. Rappelons que la classification *a posteriori* des points d'écoute dans les groupes avec et sans utilisation de pesticides repose sur les résultats des questionnaires; des études plus ciblées visant à évaluer directement les effets des pesticides sur les oiseaux auraient pu montrer des tendances significatives. Seul l'épandage de lisier de porc semble favoriser le nombre moyen d'individus observés sur un point d'écoute alors que l'indice de diversité de Shannon fluctue en sens inverse.

Selon Martin *et al.* (1951), les espèces végétales les plus recherchées par les oiseaux champêtres pour l'alimentation sont la petite et la grande herbe à poux (*Ambrosia artemisiifolia* et *A. trifida*), les espèces de panic (*Panicum* spp.) et de sétairie (*Setaria* spp.), la digitale (*Digitaria sanguinalis*), l'amarante (*Amaranthus retroflexus*) et les espèces de renouée (*Polygonum* spp.). Les céréales (blé, maïs, avoine) exercent également un attrait important sur les oiseaux en raison de la forte consommation des graines qu'ils en font. Ce sont les champs de céréales adjacents aux lisières et aux bordures qui présentent le plus d'attrait pour les oiseaux. Les friches et les fossés sont également propices pour l'alimentation des oiseaux champêtres alors que les îlots boisés contiennent peu de plantes consommées par ces oiseaux (voir Jobin *et al.* 1994).

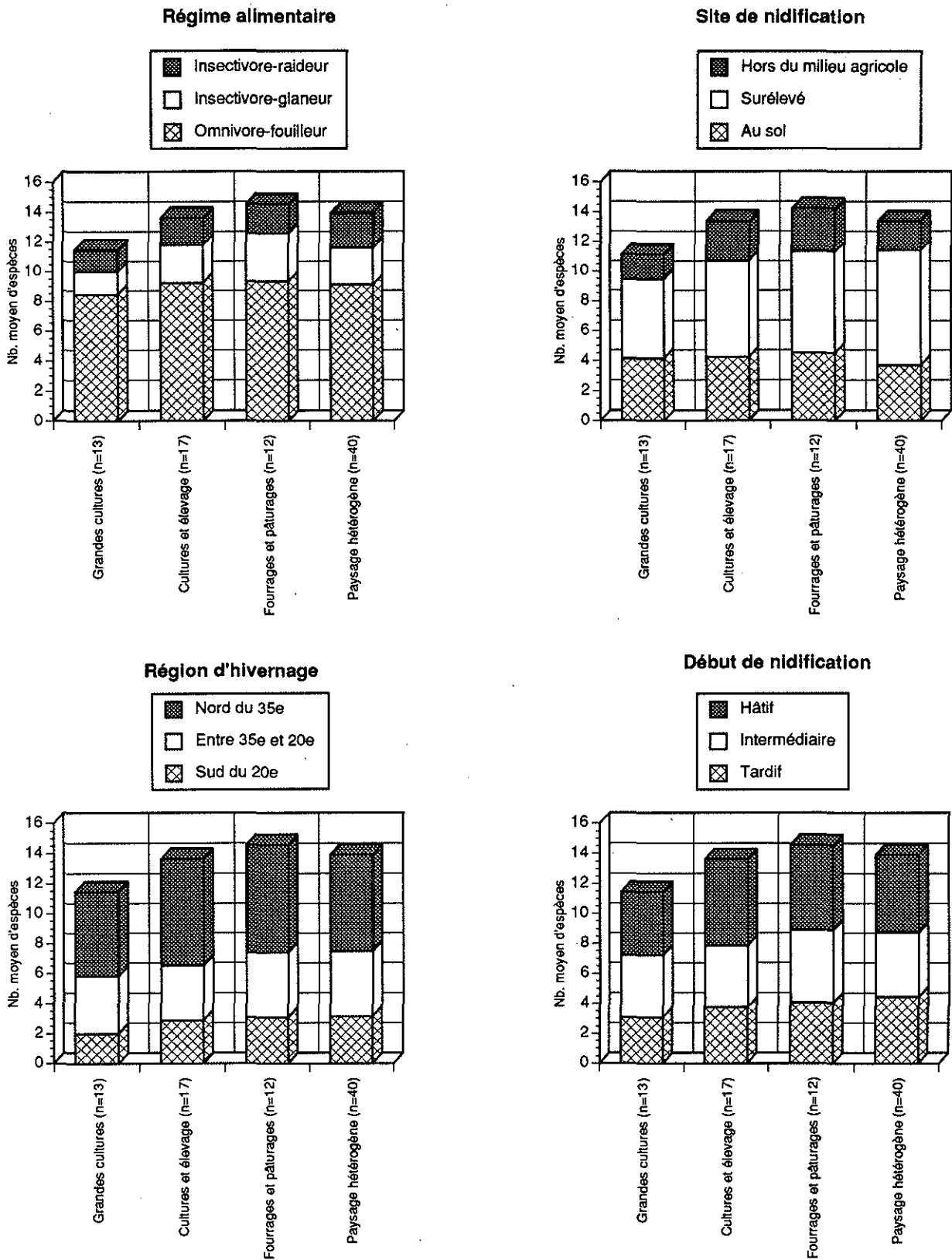
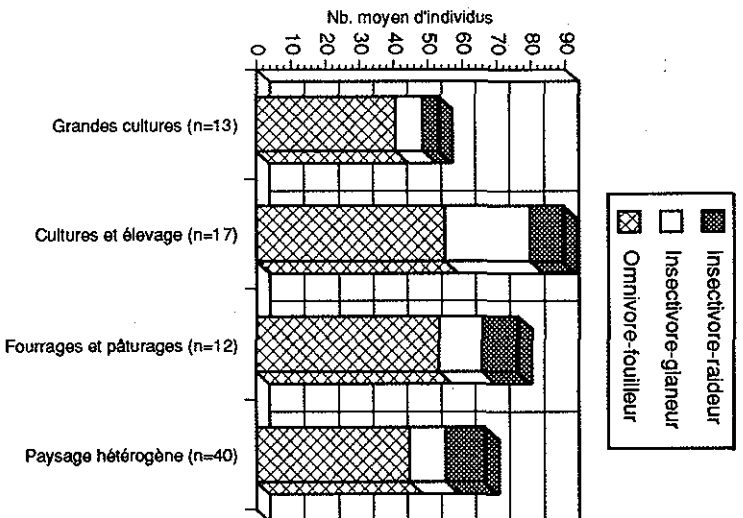
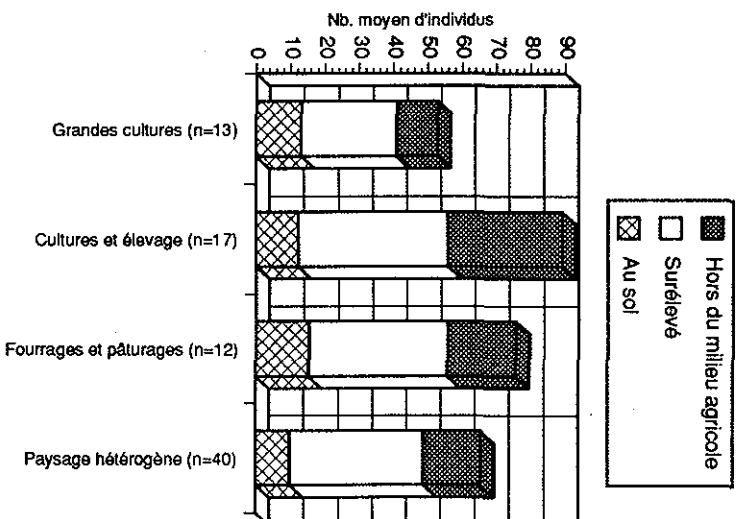


Figure 16: Nombre moyen d'espèces parmi les 28 principales espèces d'oiseaux champêtres observées dans les points d'écoute lors des inventaires exhaustifs de juin 1992 selon les 4 contextes agricoles et selon leur régime alimentaire, leur site de nidification, leur région d'hivernage et la période du début de la nidification

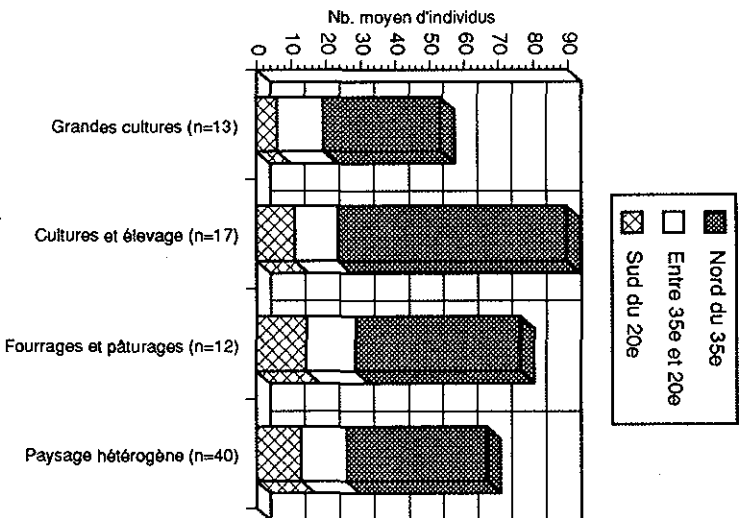
Régime alimentaire



Site de nidification



Région d'hivernage



Début de nidification

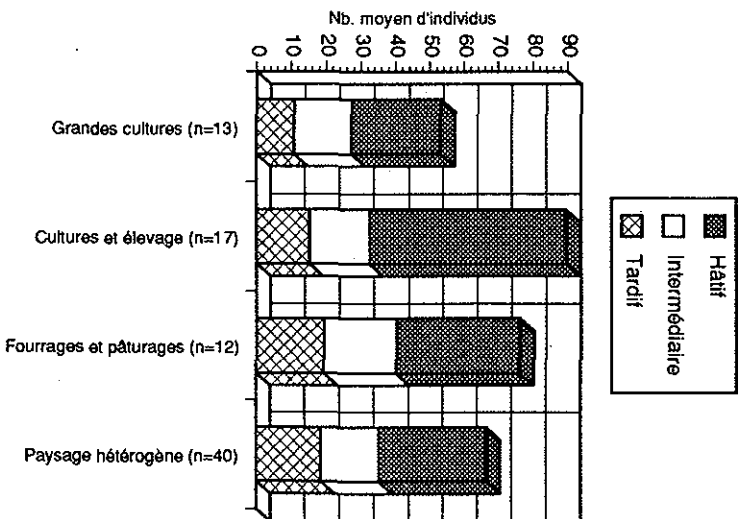


Figure 17: Nombre moyen d'individus des 28 principales espèces d'oiseaux champêtres observées dans les points découverts lors des inventaires exhaustifs de juin 1992 selon les 4 contextes agricoles et selon leur régime alimentaire, leur site de nidification, leur région d'hivernage et la période du début de la nidification

Tableau 7: Comparaison du nombre moyen d'espèces, du nombre moyen d'individus et de l'indice de Shannon (inventaires exhaustifs de juin 1992) entre les points d'écoute ayant ou non subi diverses pratiques agricoles au cours des 2 dernières années (seuils observés des tests d'analyse de variance)

Pratique agricole ¹	Nombre d'espèces	Nombre d'individus	Indice de Shannon
Drainage des terres	effet positif (p=0,07)	n.s. ²	n.s.
Irrigation des terres	n.s.	n.s.	n.s.
Début des activités agricoles ³	effet positif (p=0,06)	n.s.	n.s.
Épandage d'herbicides	n.s.	n.s.	n.s.
Épandage d'engrais chimiques	n.s.	n.s.	n.s.
Épandage de fumier	n.s.	n.s.	n.s.
Épandage de lisier de porc	n.s.	effet positif (p=0,03)	effet négatif (p=0,08)
Semences traitées ⁴	n.s.	n.s.	n.s.

1: Pour la période 1986-1992

2: n.s.: différence non significative

3: Début des activités en avril vs en mai

4: Semences traitées aux insecticides (ou aux fongicides)

3.2.3 Habitats fréquentés par les 28 espèces champêtres

Ce sont les pâturages qui supportaient les plus fortes densités moyennes d'oiseaux champêtres (1,78 ind./ha), suivis des friches (1,42 ind./ha), des champs de foin (1,19 ind./ha) et des milieux aquatiques (1,19 ind./ha) (figure 18a). Les densités moyennes d'oiseaux les plus faibles ont été observées dans les champs de maïs (0,55 ind./ha) et dans les zones urbaines (0,31 ind./ha). Par ailleurs, la diversité moyenne était la plus élevée dans les friches (0,84 spp./ha), les pâturages (0,54 spp./ha) et les champs de luzerne (0,52 spp./ha) (figure 18b). Les milieux aquatiques (zones d'eau libre excluant les bandes riveraines) et les zones urbaines, deux habitats peu représentés sur nos points d'écoute, montraient les plus faibles valeurs de diversité moyenne soit 0,17 spp./ha et 0,14 spp./ha respectivement. L'abondance et la diversité des oiseaux champêtres étaient donc plus élevées aux endroits où des exploitations laitières (pâturage, foin, luzerne) étaient présentes qu'à ceux où les grandes cultures (maïs, soya) dominaient le paysage.

Certaines espèces se retrouvent dans plusieurs habitats différents alors que d'autres sont associées à un type d'habitat en particulier. C'est le cas, notamment, des espèces associées aux grandes cultures de maïs et de soya et, dans certaines régions, aux cultures d'orge et d'avoine. L'agriculture pratiquée dans ce type d'exploitation est de type intensif et l'usage d'herbicides y est important. La diversité végétale retrouvée dans ces champs est faible et se limite généralement à l'espèce cultivée (Jobin *et al.* 1994). Bien que semblant dénué d'intérêt, ce type d'habitat agricole est néanmoins propice à la présence de certaines espèces d'oiseaux champêtres telles le Carouge à épaulettes, le Pigeon biset, le Goéland à bec cerclé, l'Hirondelle des granges, le Tyran tritri et l'Alouette cornue (figure 19) qui fréquentent ces habitats pour nicher ou pour s'alimenter (figure 20).

Les espèces d'oiseaux qui fréquentent particulièrement les habitats associés aux exploitations laitières (pâturage, foin, luzerne, orge, avoine) sont le Goglu, le Bruant des prés, l'Hirondelle de rivage, le Chardonneret jaune, le Pluvier kildir, la Sturnelle des prés, l'Hirondelle à front blanc et la Maubèche des champs (figure 19). D'autres espèces utilisent grandement ces habitats pour s'alimenter dont le Carouge à épaulettes, l'Étourneau sansonnet et le Goéland à bec cerclé dans les champs de foin, et le Vacher à tête brune et le Merle d'Amérique dans les pâturages (figure 20).

La succession végétale faisant suite à l'abandon de plusieurs fermes favorise la croissance d'espèces herbacées et ligneuses hautement appréciées par plusieurs espèces de passereaux qui fréquentent assidûment les friches. Les espèces dont les densités les plus élevées ont été observées dans ces habitats sont le Bruant chanteur, l'Étourneau sansonnet, la Paruline jaune, le Quiscalpe bronzé et le Merle d'Amérique (figure 19). Enfin, certaines espèces sont étroitement associées à des

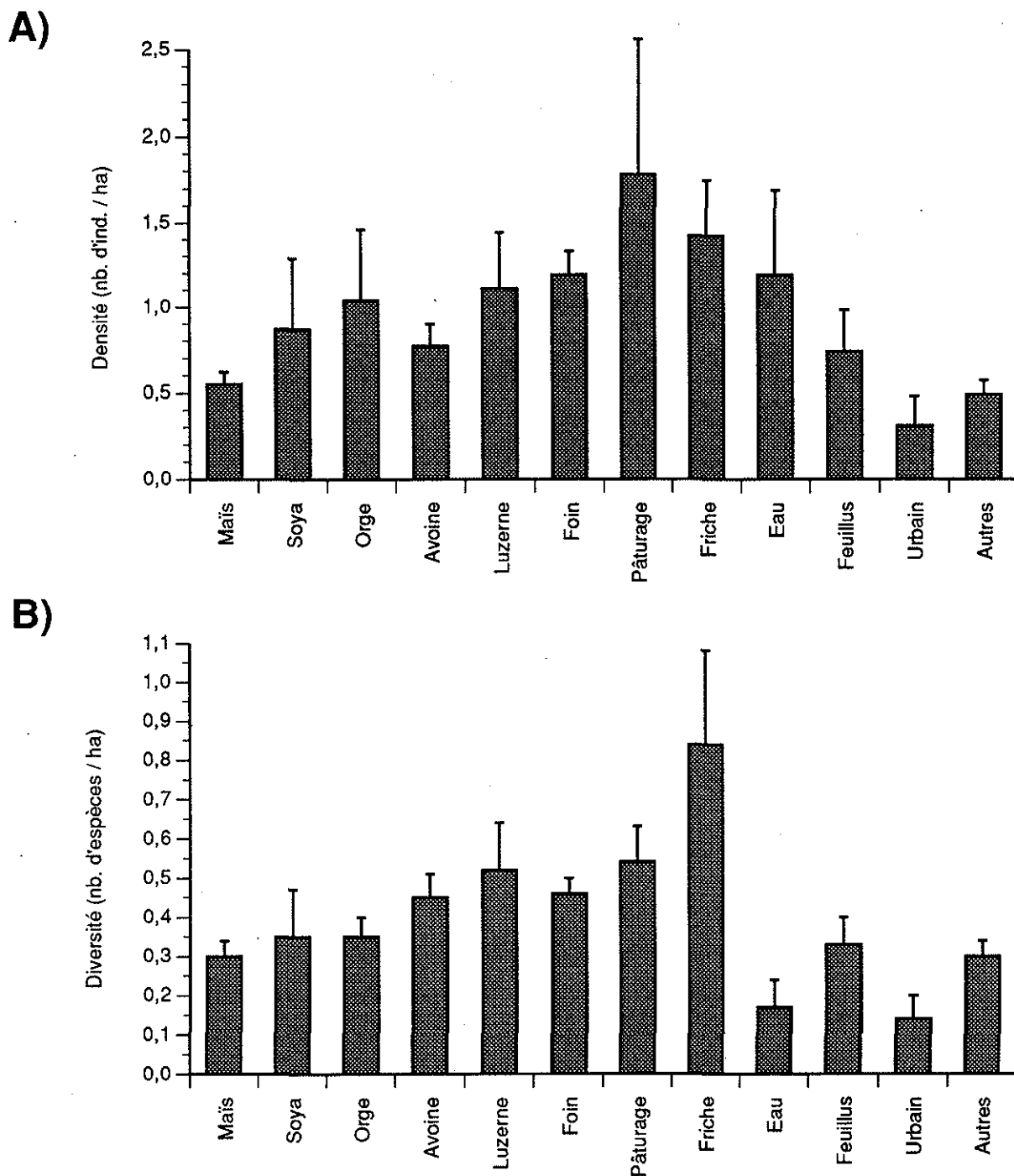
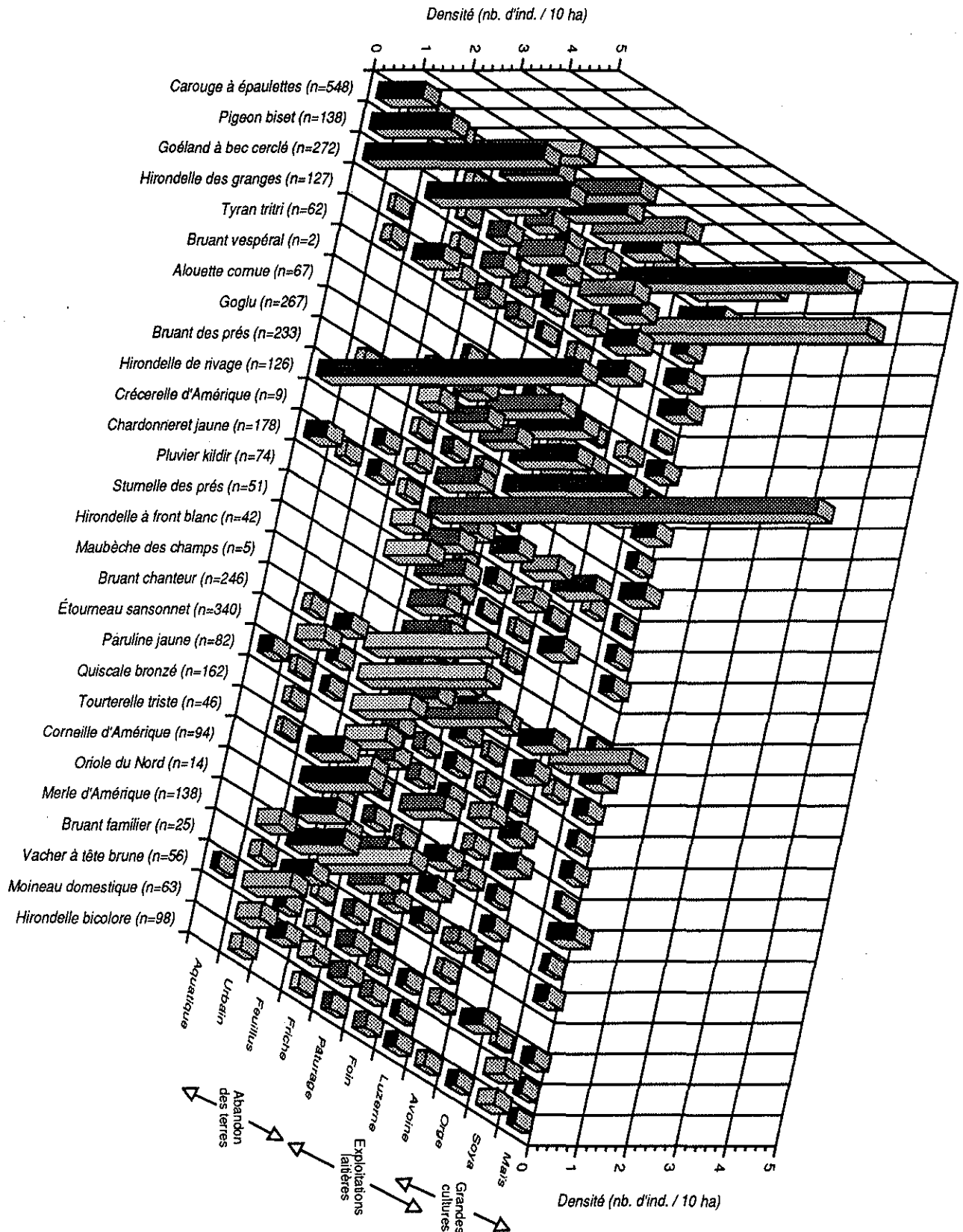


Figure 18: A) Densité moyenne (nb. d'ind. / ha \pm 1 erreur type) et B) Diversité moyenne (nb. d'espèces / ha \pm 1 erreur type) des 28 espèces d'oiseaux champêtres observées dans les cultures au sein des 82 points d'écoute (note: les moyennes sont calculées lorsque l'habitat est présent seulement)

Figure 19: Densité (nb. d'ind. / 10 ha) des 28 espèces d'oiseaux champêtres dans les cultures et les autres habitats présents sur les 82 points d'échantillonnage



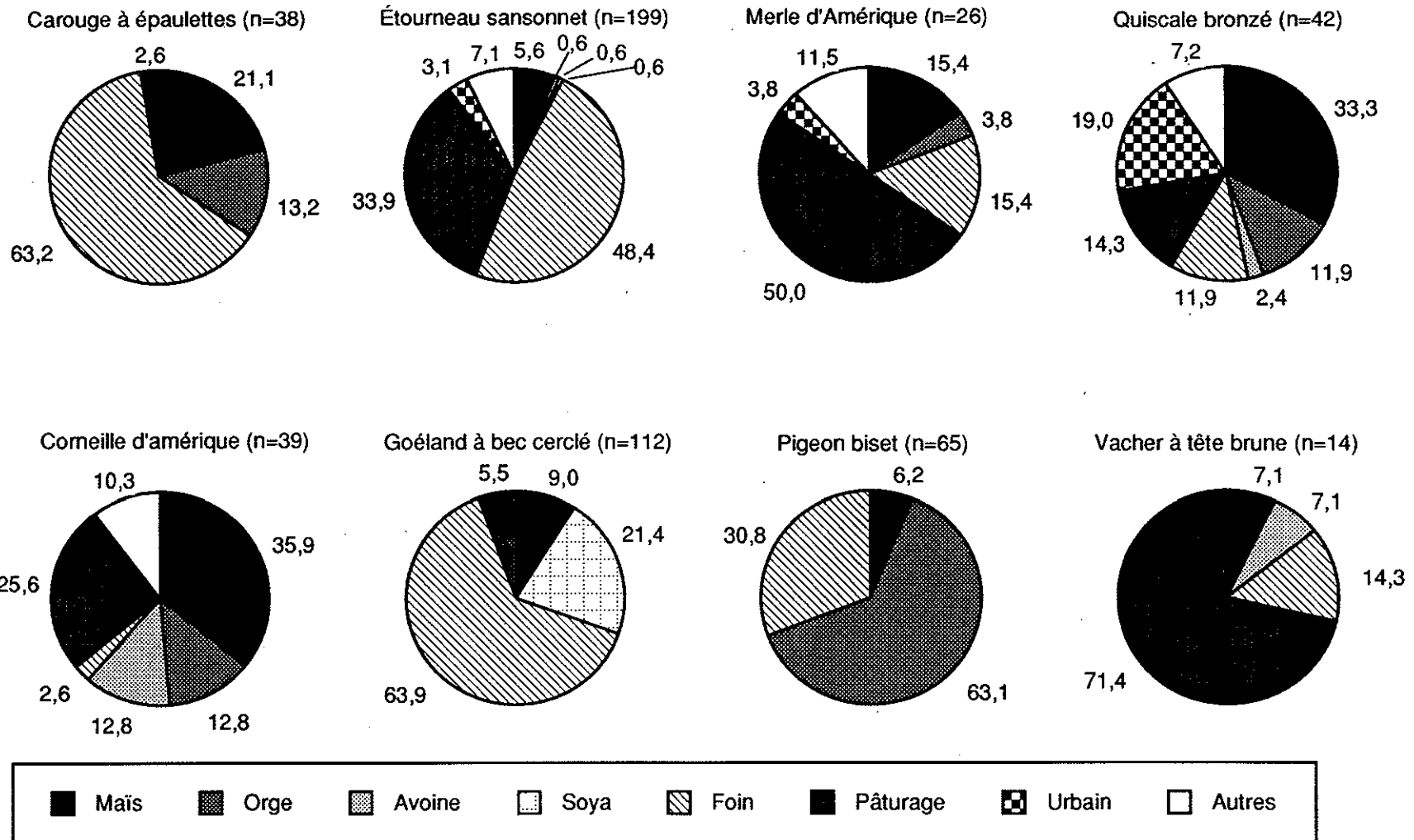


Figure 20: Habitats utilisés pour l'alimentation par les espèces les plus abondantes sur les 82 points d'écoute

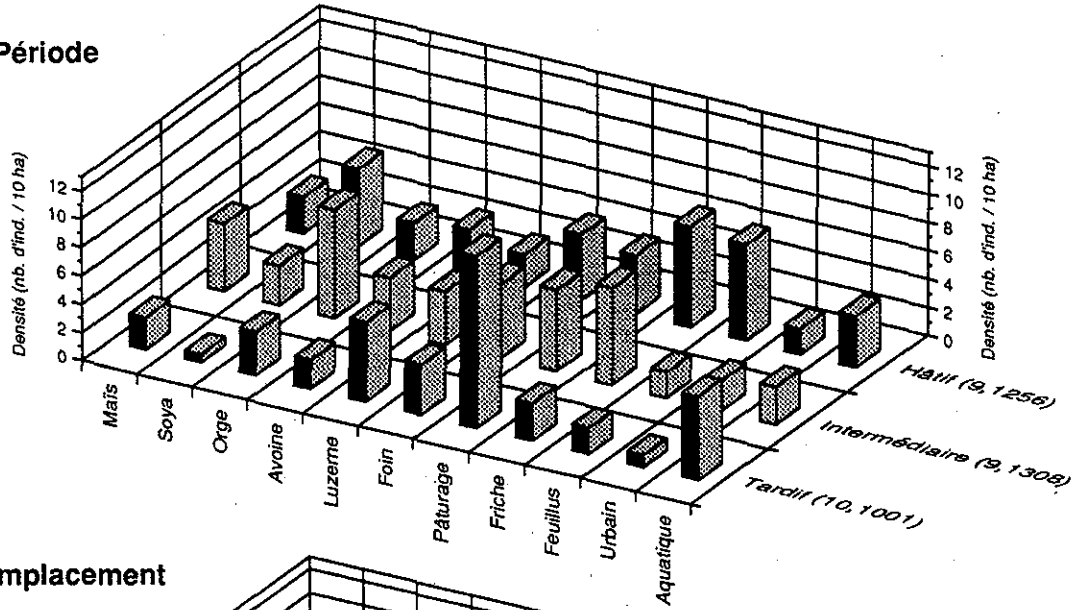
stades successionnels plus avancés et aux zones couvertes de forêts feuillues soit la Tourterelle triste, la Corneille d'Amérique, l'Oriole du Nord, le Merle d'Amérique et le Bruant familial (figure 19).

Les milieux urbains sont des habitats très perturbés comparativement aux habitats originaux. Toutefois, certaines espèces profitent grandement de la création de ces nouveaux habitats. Ainsi, les densités du Vacher à tête brune, du Moineau domestique et de l'Hirondelle bicolore y étaient relativement élevées comparativement aux densités observées dans les autres habitats disponibles (figure 19). Toutefois, dans le cas de l'Hirondelle bicolore, cette espèce fréquentait un grand nombre d'habitats distincts sans montrer de préférences manifestes. D'autres espèces étaient également observées dans plusieurs habitats très différents comme, par exemple, le Carouge à épaulettes, le Goéland à bec cerclé et l'Hirondelle de rivage.

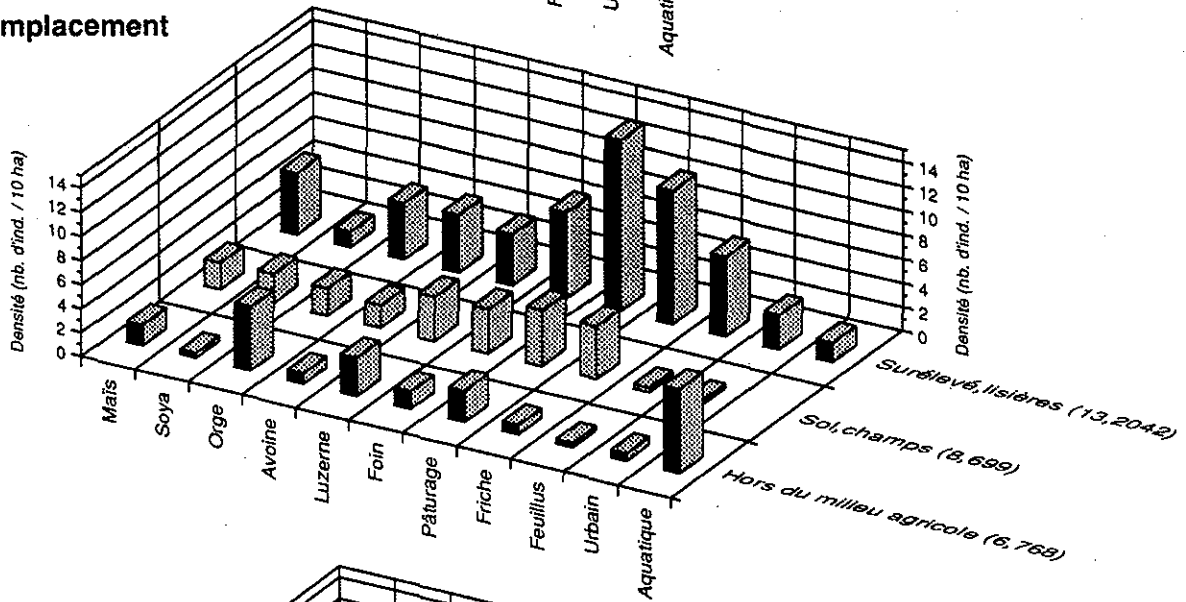
Les 28 espèces ont été regroupées selon divers paramètres associés à leurs guildes de nidification, d'alimentation et à leur région d'hivernage (de Graaf *et al.* 1985; voir annexe 3). Les espèces dont la ponte débute tôt au printemps fréquentaient principalement les friches et les zones feuillues alors que les autres espèces se concentraient également dans les friches et autour des exploitations laitières (pâturage, foin et orge) (figure 21a). Les espèces dont le nid est situé au dessus du sol (arbustes, arbres) et qui construisent un nid de type ouvert étaient principalement observées près des fermes laitières (pâturages), dans les friches et dans les zones feuillues alors que celles qui nichent au sol et dans des cavités fréquentaient tous les types de champs (figure 21b,c). Les espèces qui ne nichent pas dans les champs agricoles, surtout représentées par le Goéland à bec cerclé et les hirondelles, étaient principalement observées à proximité de milieux aquatiques.

Les espèces au régime alimentaire omnivore atteignaient leurs plus fortes densités dans les milieux associés aux exploitations laitières (orge, foin et pâturage) et dans les friches alors que les espèces insectivores, quoique fréquemment observées dans tous les types de culture, fréquentaient davantage les milieux aquatiques, là où d'importantes concentrations d'insectes sont généralement présentes (figure 22a). Les espèces qui s'alimentent au sol ont été observées en grand nombre dans tous les types d'habitats alors que celles qui s'alimentent dans les strates basses de la végétation fréquentaient surtout les pâturages et les friches (figure 22b). Quant à l'utilisation des habitats par les oiseaux en fonction de la technique de capture des proies, notons que les fouilleurs fréquentaient principalement les fermes laitières et les friches alors que les glaneurs utilisaient tous les types de culture (figure 22c). Les engouffreurs, représentés par les hirondelles, recherchaient surtout leur nourriture en survolant les milieux aquatiques à la recherche d'insectes.

A) Période



B) Emplacement



C) Type de nid

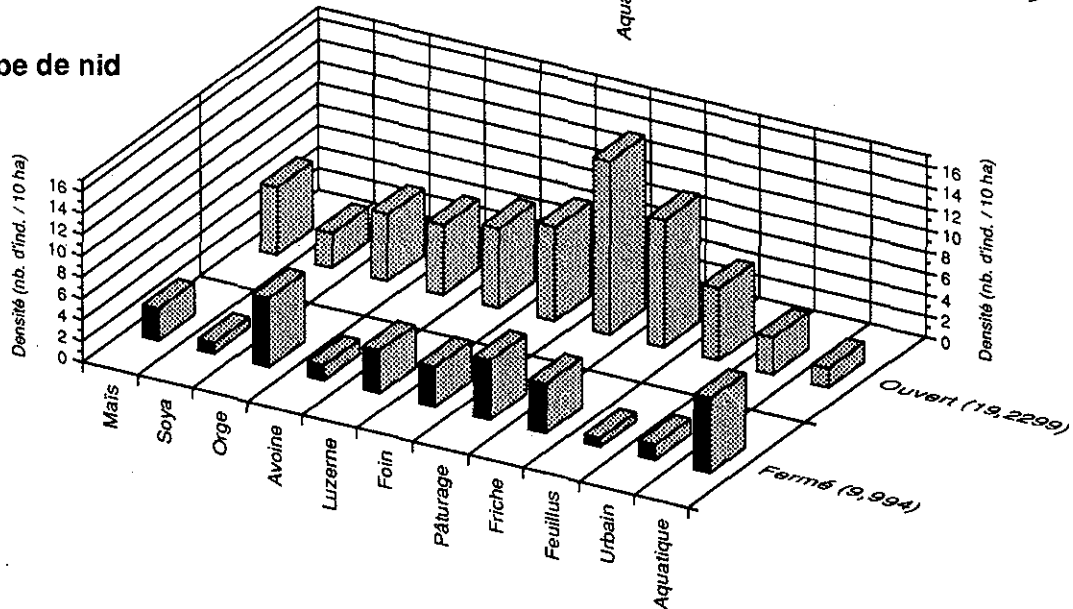
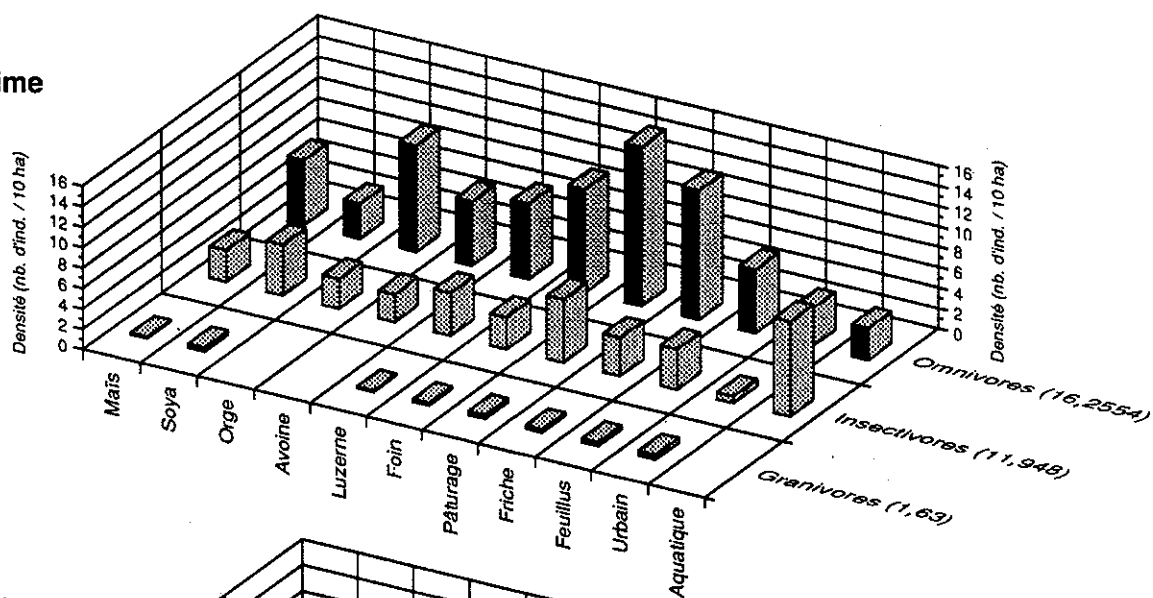
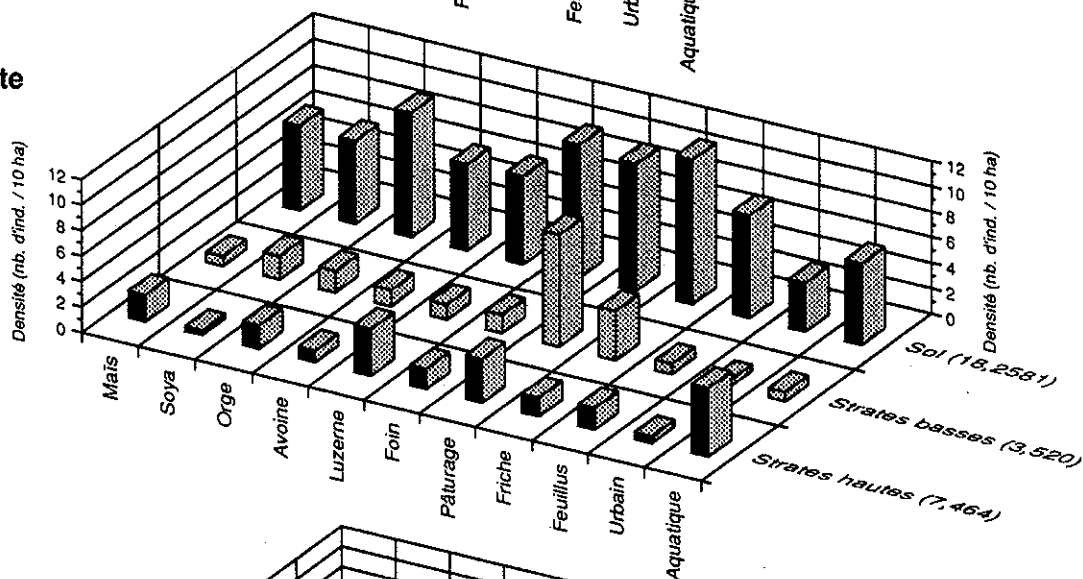


Figure 21: Densité (nb. d'ind. / 10 ha) des 28 espèces d'oiseaux champêtres dans les cultures et les autres habitats présents sur les 82 points d'écoute à l'été 1992 selon A) la période du début de la nidification, B) l'emplacement du nid dans le milieu agricole et C) le type de nid (les deux chiffres entre parenthèses sont le nombre d'espèces et d'individus)

A) Régime



B) Site



C) Technique

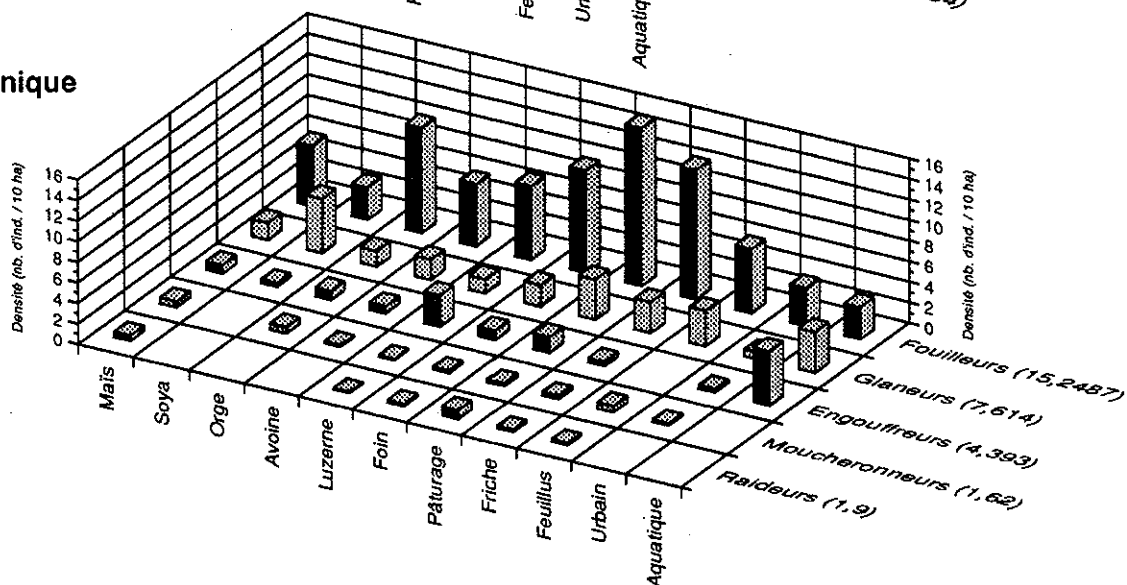


Figure 22: Densité (nb. d'ind. / 10 ha) des 28 espèces d'oiseaux champêtres dans les cultures et les autres habitats présents sur les 82 points d'écoute à l'été 1992 selon A) leur régime alimentaire, B) leurs sites d'alimentation et C) la technique de capture des proies (les deux chiffres entre parenthèses sont le nombre d'espèces et d'individus)

Les espèces qui hivernent dans nos régions et dans la partie septentrionale des États-Unis (nord du 35e) étaient abondantes dans la plupart des habitats alors que celles qui hivernent dans le sud des États-Unis et au Mexique (entre 20e et 35e), des bruants principalement, fréquentaient surtout les pâturages (figure 23). Les espèces dont l'aire d'hivernage se trouve au sud du Mexique (sud du 20e) fréquentaient pour la plupart les milieux aquatiques et les habitats associés aux fermes laitières (luzerne, foin et pâturage).

3.2.4 Importance des bâtiments de ferme

Les bâtiments et les maisons associés aux exploitations agricoles sont également des habitats importants pour certaines espèces d'oiseaux champêtres. Ainsi, la majorité des Moineaux domestiques (>85 %) et des Étourneaux sansonnets (>72 %), deux espèces introduites, ont été observés sur ou près des bâtiments de ferme et des maisons (figure 24a). D'autres espèces fréquentaient assidûment les bâtiments de ferme dont l'Hirondelle des granges, l'Hirondelle bicolor, le Quiscale bronzé, le Pigeon biset, le Merle d'Amérique et la Tourterelle triste. Par ailleurs, certains groupes d'espèces étaient étroitement associés aux habitations. C'est le cas des espèces qui nichent dans des cavités et qui débutent la ponte tôt en saison, ces espèces hivernant généralement dans nos régions, habituellement en milieu urbain (figure 24b). Très peu d'espèces qui nichent au sol ont été observées près des habitations.

3.3 FLUCTUATIONS DES POPULATIONS D'OISEAUX CHAMPÊTRES DE 1966 À 1992 (DONNÉES ÉPON)

3.3.1 Tendances démographiques des 28 espèces

Les résultats des inventaires ÉPON effectués aux 148 points d'écoute répartis le long des 7 routes choisies ont été compilés pour la période comprise entre 1966 et 1992. Les données ornithologiques ont été regroupées par période de 5 ans afin de consolider l'information et pour pallier aux années sans inventaire. Les variations temporelles des effectifs survenues depuis 25 ans pour chacune des 28 espèces sont présentées à la figure 25 et résumées au tableau 8. Au cours des 25 dernières années, les espèces les plus abondantes au sein des points d'écoute sélectionnés ont été le Carouge à épauettes, l'Étourneau sansonnet et le Moineau domestique tandis que les espèces les moins abondantes étaient la Maubèche des champs, le Bruant vespéral, l'Oriole du Nord et la Crécerelle d'Amérique.

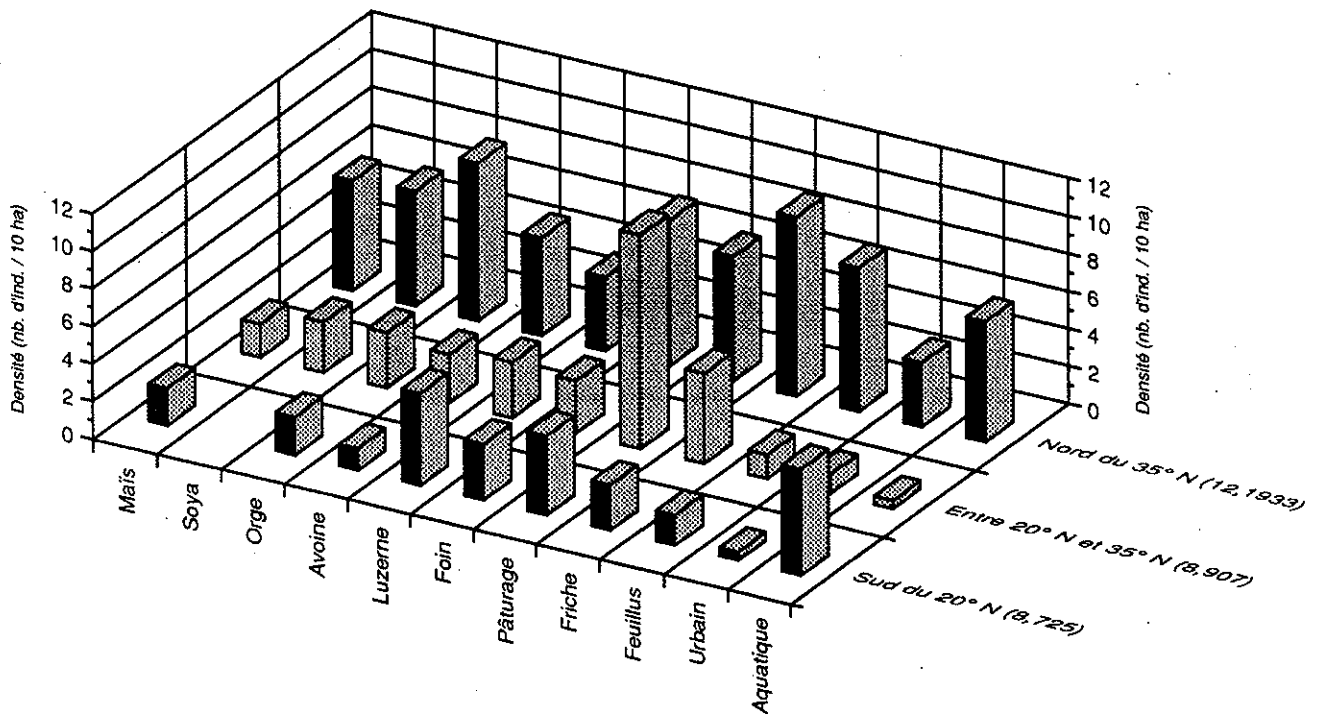
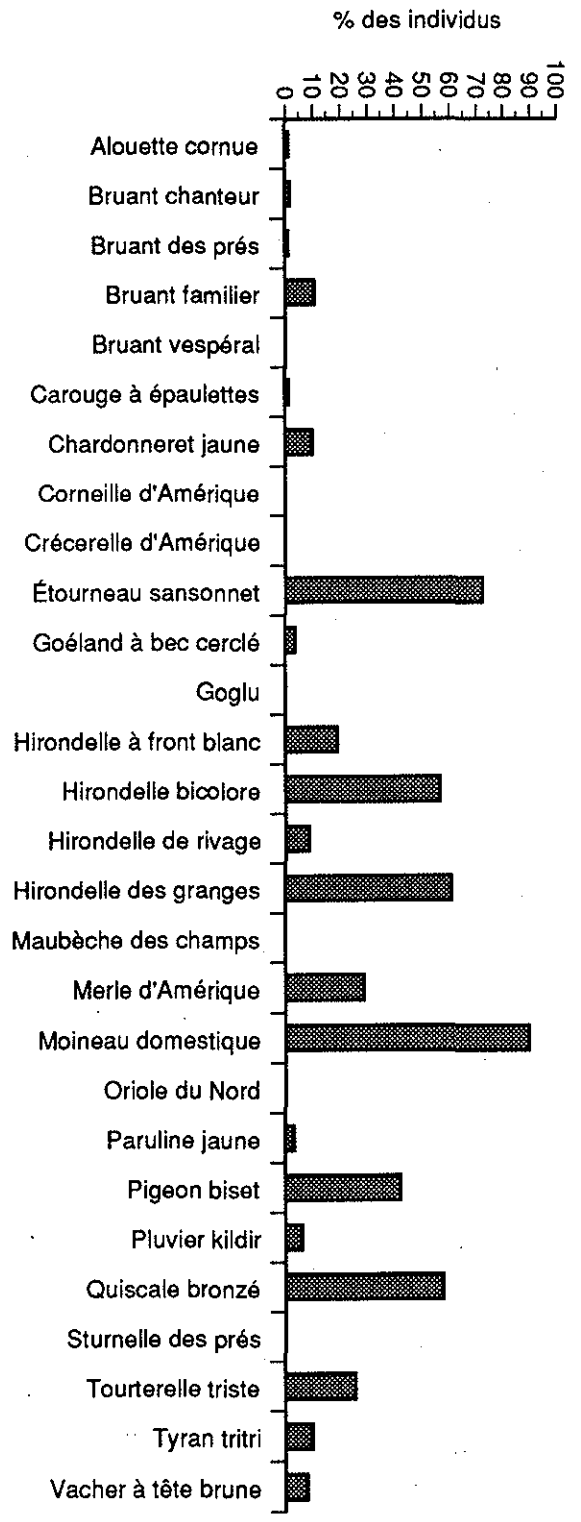


Figure 23: Densité (nb. d'ind. / 10 ha) des 28 espèces d'oiseaux champêtres dans les cultures et les autres habitats présents sur les 82 points d'écoute à l'été 1992 selon leur aire d'hivernage (les deux chiffres entre parenthèses sont le nombre d'espèces et d'individus)

A)



B)

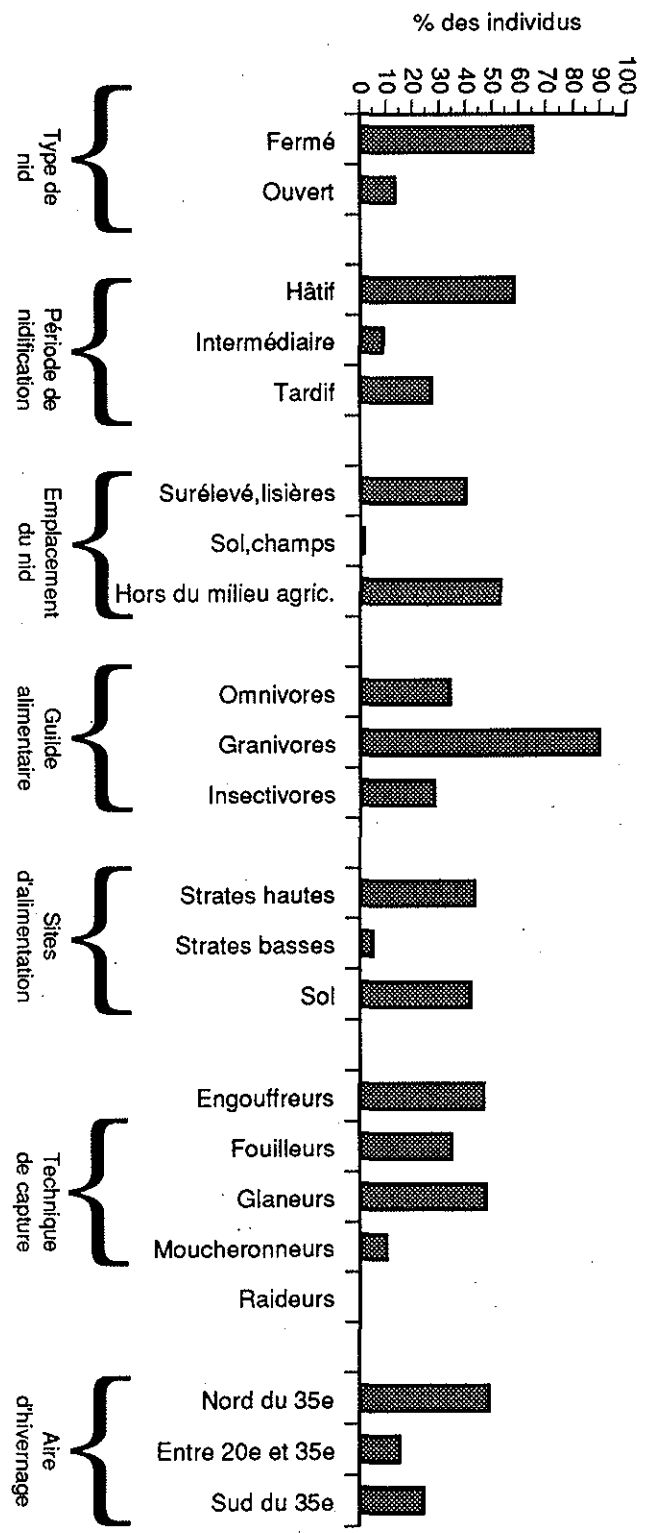


Figure 24: Pourcentage des individus A) de chacune des 28 espèces d'oiseaux champêtres et B) de chaque guildes observés près des bâtiments (maison, grange, etc...) retrouvés sur les 82 points d'écoute à l'été 1992

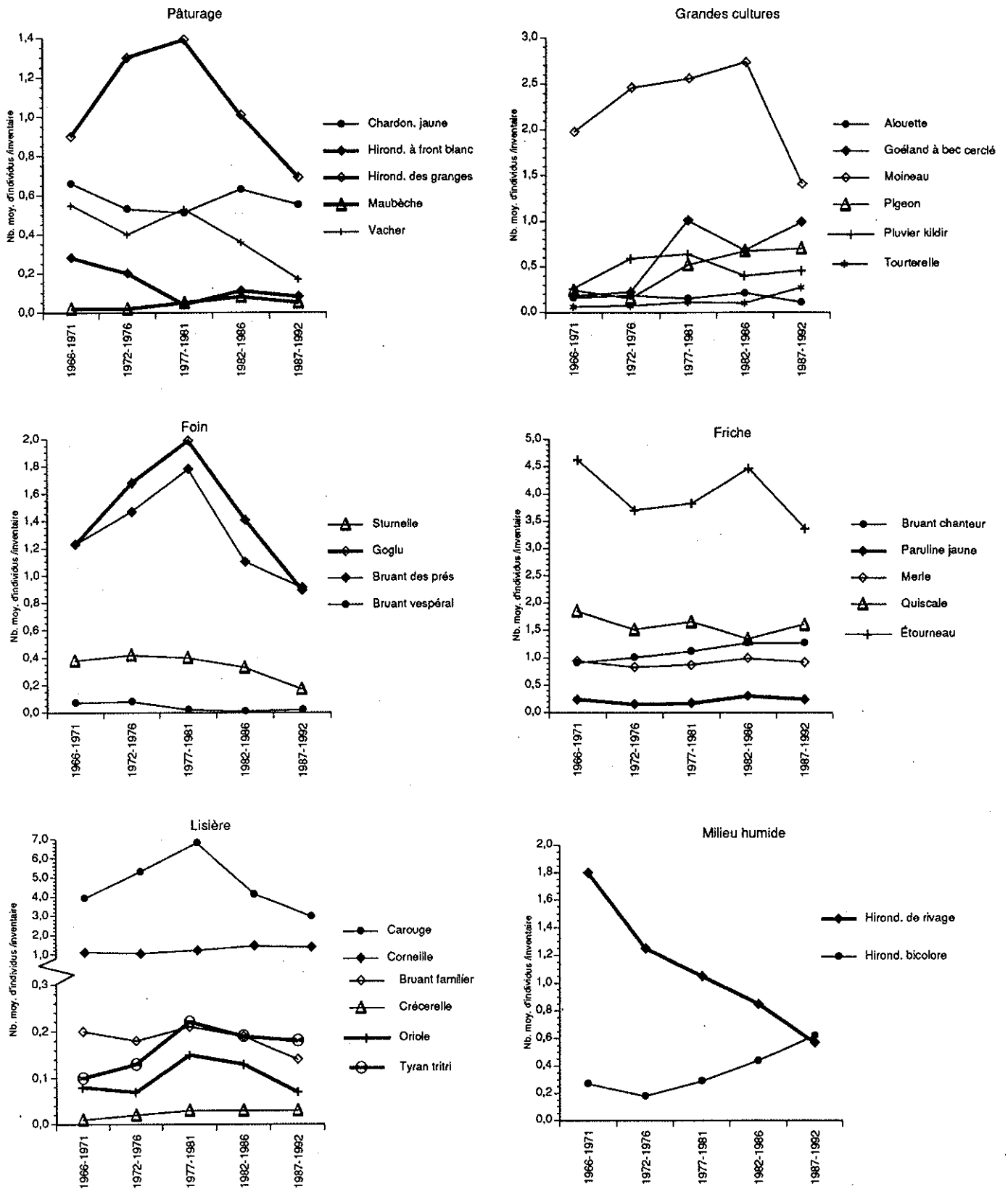


Figure 25: Fluctuation des effectifs de chacune des 28 espèces d'oiseaux champêtres sur les 82 points d'écoute selon leur habitat préférentiel pour la période comprise entre 1966 et 1992 (note: les espèces néotropicales sont indiquées par un trait plus foncé)

Tableau 8: Fluctuations des populations des 28 espèces d'oiseaux champêtres du sud du Québec entre 1966 et 1992

ESPECE	TENDANCE				FLUCTUATION RELATIVE (%) ¹		
	=	↑	↗↘	↓	66-71 à 77-81	77-81 à 87-92	66-71 à 87-92
CHARDONNET JAUNE	X				-22,7	7,8	-16,7
MERLE D'AMÉRIQUE	X				-7,4	5,7	-2,1
QUISCALE BRONZÉ	X				-10,8	-3,0	-13,5
BRUANT CHANTEUR		X			23,1	13,4	39,6
CORNEILLE D'AMÉRIQUE		X			8,9	12,3	22,3
CRÉCERELLE D'AMÉRIQUE		X			200,0	0,0	200,0
GOÉLAND À BEC CERCLÉ		X			461,1	-2,0	450,0
HIRONDELLE BICOLORE		X			7,4	113,8	129,6
MAUBECHÉ DES CHAMPS		X			150,0	0,0	150,0
PARULINE JAUNE		X			-29,2	41,2	0,0
PIGEON BISET		X			116,7	34,6	191,7
TOURTERELLE TRISTE		X			83,3	145,5	350,0
TYRAN TRITRI		X			120,0	-18,2	80,0
BRUANT DES PRÉS			X		44,7	-48,9	-26,0
CAROUGE À ÉPAULETTES			X		73,7	-56,5	-24,5
GOGLU			X		61,8	-55,3	-27,6
HIRONDELLE DES GRANGES			X		54,4	-50,4	-23,3
MOINEAU DOMESTIQUE			X		29,3	-44,9	-28,8
ORIOLE DU NORD			X		87,5	-53,3	-12,5
PLUVIER KILDIR			X		146,2	-28,1	76,9
ALOUETTE CORNUE				X	-6,3	-26,7	-31,3
BRUANT FAMILIER				X	5,0	-33,3	-30,0
BRUANT VESPÉRAL				X	-71,4	0,0	-71,4
ETOURNEAU SANSONNET				X	-17,3	-12,0	-27,2
HIRONDELLE À FRONT BLANC				X	-85,7	100,0	-71,4
HIRONDELLE DE RIVAGE				X	-41,7	-45,7	-68,3
STURNELLE DES PRÉS				X	5,3	-57,5	-55,3
VACHER À TÊTE BRUNE				X	-3,6	-67,9	-69,1
TOTAL DES ESPECES	X				11,1	-8,7	1,4
TOTAL DES INDIVIDUS			X		20,7	-29,0	-14,3

¹ Fluctuation relative selon les valeurs présentées à la figure 25

Depuis 1965, le nombre moyen d'espèces d'oiseaux champêtres par arrêt est demeuré le même se situant aux environs de 7 espèces par arrêt (moy.=7.2, é.-t.=2.8, n=1898) (figure 26). Ce n'est toutefois pas le cas du nombre moyen d'individus aperçus par arrêt qui est en baisse depuis 1980, cela après avoir été en hausse entre 1965 et 1980. On observe maintenant 20.8 oiseaux champêtres en moyenne par arrêt, ce qui est légèrement différent des 24.2 individus qui étaient notés à la fin des années '60 mais nettement inférieur aux 29.3 individus enregistrés en moyenne à la fin des années '70.

Lorsque l'on regroupe les espèces selon les guildes d'habitat, d'alimentation et de nidification auxquelles elles appartiennent, on constate que ce patron particulier (c.à.d. une hausse suivie d'une baisse) se rencontre le plus souvent chez des espèces qui fréquentent les terres cultivées régulièrement (cultures céréalières et fourragères) ainsi que les lisières qui séparent les planches agricoles (figure 26). Plusieurs espèces typiques des pâturages ont par ailleurs montré une baisse de leurs effectifs. Le régime alimentaire, le site de nidification, la date de ponte et la région d'hivernage ne semblent pas exercer une influence marquante sur les tendances démographiques (figure 26). Néanmoins, on constate que ce sont des omnivores qui se nourrissent au sol mais dont le nid est construit en hauteur qui ont connu les baisses les plus considérables. Plusieurs de ces espèces se recrutent parmi les oiseaux familiers qui effectuent une courte migration saisonnière (figure 26). Plusieurs sont des oiseaux grégaires qui vivent en bandes en dehors de la saison de nidification tels l'Étourneau sansonnet, le Carouge à épaulettes, le Vacher à tête brune et le Moineau domestique (figure 25). Soulignons que les effectifs des 8 migrateurs néotropicaux ne montrent pas des tendances démographiques similaires: trois espèces sont à la hausse (Maubèche des champs, Paruline jaune, Tyran tritri), deux à la baisse (Hirondelle à front blanc, Hirondelle de rivage) et trois autres qui montrent une hausse suivie d'une baisse (Goglu, Hirondelle des granges, Oriole du Nord) (figure 25).

Parmi les 10 espèces dont les effectifs étaient à la hausse durant cette période, les plus remarquables sont la Tourterelle triste, le Goéland à bec cerclé, le Pigeon biset et l'Hirondelle bicolore (tableau 8). Notons que les fluctuations relatives des espèces peu abondantes comme la Maubèche des champs et la Crécerelle d'Amérique peuvent être très élevées en raison de la faible densité de ces espèces. Huit espèces ont vu leurs effectifs diminués au cours de la même période dont le Bruant vespéral qui a presque disparu des points d'écoute à l'étude. Le Vacher à tête brune et à la Sturnelle des prés ont vu leurs effectifs réduits grandement au cours de la période d'étude. Enfin, chez trois espèces, les effectifs sont demeurés relativement stables alors que chez sept autres espèces, dont le Carouge à épaulettes, l'Hirondelle des granges, le Bruant des prés et le Goglu, les densités ont d'abord augmenté au cours des années '70, puis diminué dans les années '80.

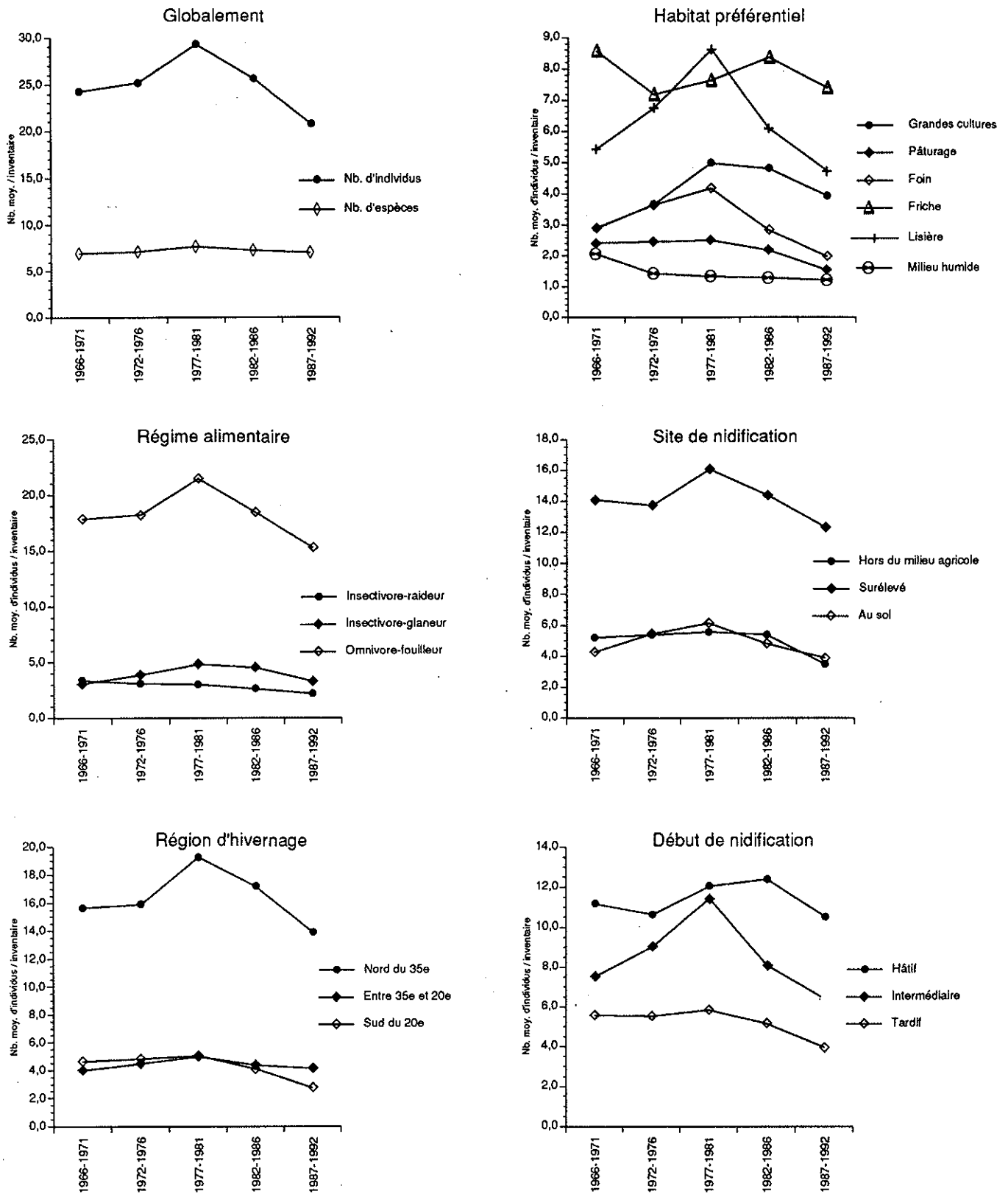


Figure 26: Fluctuation des effectifs des 28 espèces d'oiseaux champêtres sur les 82 points d'écoute selon leur habitat préférentiel, leur régime alimentaire, leur site de nidification, leur région d'hivernage et la période du début de la nidification pour la période comprise entre 1966 et 1992

3.3.2 Relations avec les changements du paysage agricole et les pratiques culturelles

Les relations entre les fluctuations de la fréquence de présence des populations des 19 espèces d'oiseaux champêtres les plus abondantes et les changements du paysage agricole et des pratiques culturelles sont résumées dans le tableau 9. Un résultat significatif du test de corrélation de Cochran-Mantel-Haenszel indique qu'en général, au sein des routes, les points d'écoute présentant les changements les plus marqués au niveau du paysage agricole ou des pratiques culturelles sont aussi ceux qui ont connu les changements les plus importants de la fréquence de présence d'une espèce (dans le même sens ou en sens opposé selon le signe de la relation). Rappelons que cette analyse statistique est avant tout exploratoire et que ces tests ne démontrent pas une relation de cause à effet. Nous présentons donc les résultats à titre indicatif seulement. Soulignons également qu'en raison du nombre élevé d'analyses effectuées (285), certaines associations significatives peuvent être le seul fait du hasard (possibilité de 10 % des analyses).

Les changements de la fréquence de présence des espèces et ceux des cultures de maïs et de l'utilisation d'herbicides sont généralement dans la même direction (14 espèces sur 19) indiquant possiblement une relation entre ces deux variables, les champs de maïs étant les plus arrosés de tous les types de culture sur nos points d'écoute (tableau 9). L'association négative entre ces variables et la fréquence de présence du Carouge à épaulettes est toutefois surprenante. On remarque une forte association négative entre la présence de l'Alouette cornue et les pâturages.

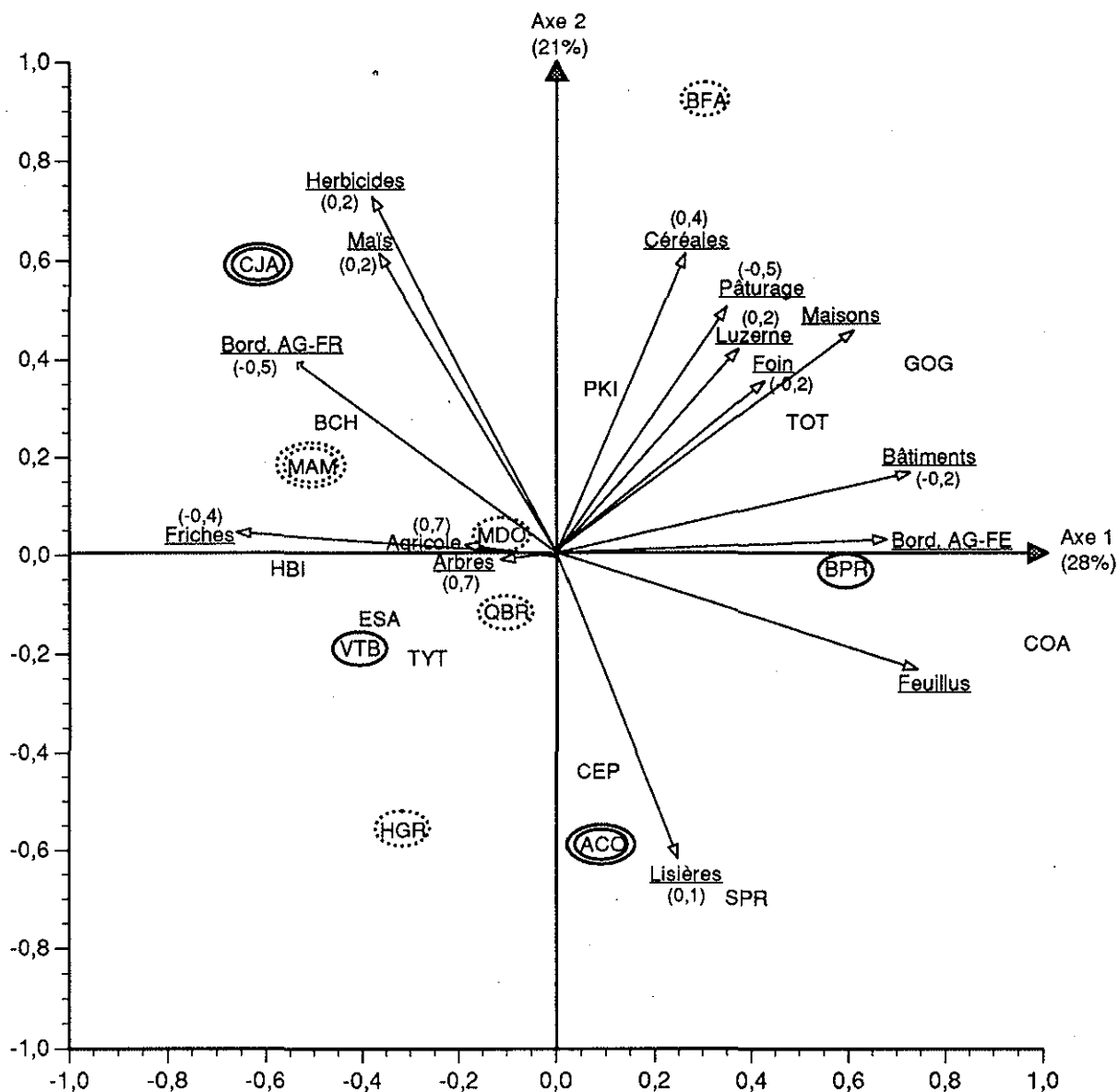
Les changements de la longueur des bordures feuillues avec le milieu agricole semblent liés positivement aux changements observés dans les populations de plusieurs espèces comme la Corneille d'Amérique. L'augmentation de la superficie couverte par les friches et de la longueur des bordures entre les friches et les milieux agricoles semble associée positivement à l'augmentation de la fréquence de présence d'espèces fréquentant ces habitats comme le Bruant chanteur, le Merle d'Amérique, l'Hirondelle des granges et le Quiscale bronzé alors qu'on note une association négative pour la Sturnelle des prés et l'Alouette cornue. Enfin, l'association entre les changements dans la fréquence de présence des espèces d'oiseaux et du nombre de bâtiments de ferme va dans la même direction que celle entre les oiseaux et les maisons pour la majorité des espèces (16 sur 19).

La représentation graphique des résultats de l'analyse en composantes principales (ACP), basée sur le tableau des statistiques de Cochran-Mantel-Haenszel, est présentée à la figure 27. L'intérêt d'une telle analyse réside dans l'obtention d'un graphique résumant les résultats des nombreux tests effectués. La position des variables peut cependant, dans certains cas, être peu représentative des

Tableau 9: Seuils observés (probabilité) du test de corrélation de Cochran-Mantel-Haenszel associant les indices de changement de la fréquence de présence des 19 espèces d'oiseaux et ceux du paysage agricole, des types de culture et de l'utilisation d'herbicides au cours des 25 dernières années

Espèce	Paysage agricole							Types de culture							
	Agricole	Feuillus	Bordure AG-FE	Friche	Bordure AG-FR	Lisières	Arbres	Maisons	Bâtiments	Pâturage	Foin	Luzerne	Céréales	Maïs	Herbicides
Alouette cornue	0,41 +	0,59 +	0,33 -	0,16 -	0,02 -	0,21 +	0,45 -	0,59 -	0,67 +	<0,01	0,34 -	0,61 -	0,22 -	0,79 +	0,22 -
Bruant chanteur	0,79 -	0,26 -	0,36 -	0,08 +	0,37 +	0,09 -	0,52 -	0,62 -	0,82 -	0,73 -	0,16 -	0,29 +	0,42 -	0,74 -	0,23 +
Bruant familier	0,13 -	0,42 +	0,85 -	0,57 -	0,82 +	0,01 -	0,30 -	0,05 +	0,32 +	0,06 +	0,73 +	0,93 -	0,23 +	0,02 +	0,14 +
Bruant des prés	0,98 +	0,37 +	0,03 +	0,56 -	0,56 -	<0,01 +	0,48 +	0,96 -	0,77 -	0,44 +	0,29 +	0,38 -	0,33 +	0,59 -	0,26 -
Carouge à épaulettes	0,57 +	0,66 -	0,66 -	1,00 +	0,40 -	1,00 -	0,18 -	0,42 -	0,98 -	0,87 +	0,76 -	0,50 -	0,42 -	0,02 -	0,03 -
Chardonneret jaune	0,10 +	0,26 -	0,34 -	0,87 +	0,46 +	0,41 -	0,17 +	0,52 +	0,19 -	0,15 -	0,31 -	0,50 +	0,29 +	0,04 +	<0,01 +
Cornelle d'Amérique	0,40 -	0,13 +	0,02 +	0,02 -	0,11 -	0,48 +	0,20 -	0,63 +	0,19 +	0,47 +	0,89 +	0,35 +	0,33 -	0,13 -	0,19 -
Étourneau sansonnet	0,46 +	0,52 +	0,20 -	0,75 +	0,86 +	0,66 +	0,59 -	0,02 -	0,18 -	0,65 -	0,60 +	0,77 -	0,28 -	0,55 +	0,61 +
Goglu	0,51 +	0,15 +	0,01 +	0,28 -	0,49 -	0,66 +	0,10 -	0,11 +	0,88 +	0,69 +	0,28 +	0,20 +	0,13 +	0,94 -	0,85 +
Hirondelle bicolor	1,00 +	0,30 -	0,14 -	0,84 -	0,57 +	0,28 +	0,85 +	0,17 -	0,26 -	0,62 -	0,21 -	0,89 +	0,17 -	0,11 +	0,36 +
Hirondelle des granges	0,35 -	0,44 +	0,35 -	0,07 +	0,32 +	0,08 +	0,13 -	0,42 -	0,42 -	0,15 -	0,19 -	0,63 -	0,05 -	0,29 -	0,45 -
Merle d'Amérique	0,07 -	0,32 -	1,00 +	0,07 +	0,04 +	0,49 -	0,18 -	0,85 -	0,29 -	0,56 +	0,66 +	0,29 -	0,02 -	0,25 +	0,60 +
Moineau domestique	0,90 -	0,64 -	0,09 -	0,90 -	0,44 +	0,65 +	0,62 -	0,22 -	0,68 -	0,52 +	0,46 +	0,53 -	0,90 -	0,38 -	0,96 +
Pluvier kildir	0,62 -	0,84 +	0,32 +	0,70 +	0,76 +	0,44 +	0,90 +	0,87 -	0,61 -	0,39 +	0,11 +	0,84 +	0,92 -	0,47 +	0,40 +
Quiscale bronzé	0,29 -	0,65 +	0,56 -	0,17 +	0,05 +	0,37 +	0,31 -	0,06 -	0,79 -	0,93 +	0,65 -	0,52 +	0,92 +	0,67 -	0,29 -
Sturnelle des prés	0,05 -	0,07 +	0,01 +	0,26 -	0,05 -	0,25 +	0,27 +	1,00 -	0,34 -	0,47 -	0,16 -	0,42 -	0,03 -	0,41 -	0,28 -
Tourterelle triste	0,41 -	0,84 -	0,26 +	0,46 -	0,66 -	0,76 -	0,40 -	0,11 +	0,37 +	0,87 +	0,49 +	0,21 +	0,59 -	0,57 -	0,87 -
Tyran tritri	0,72 -	0,62 -	0,92 -	0,11 +	0,51 -	0,89 +	0,37 -	0,84 +	0,24 -	0,08 -	0,16 -	0,69 +	0,98 -	0,87 +	0,21 -
Vacher à tête brune	0,15 +	0,46 -	0,24 -	0,96 +	0,23 -	0,39 -	0,40 +	<0,01 -	0,33 -	0,76 -	0,77 +	0,41 -	1,00 -	0,70 -	0,74 -

Note: Un signe positif (négatif) indique une association positive (négative) au seuil 0,10 entre les deux indices de changement



Code des espèces:

- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| ACO: Alouette cornue | ESA: Étourneau sansonnet | PKI: Pluvier kildir |
| BCH: Bruant chanteur | GOG: Goglu | QBR: Quiscale bronzé |
| BFA: Bruant familier | HBI: Hirondelle bicolor | SPR: Sturnelle des prés |
| BPR: Bruant des prés | HGR: Hirondelle des granges | TOT: Tourterelle triste |
| CEP: Carouge à épaulettes | MAM: Merle d'Amérique | TYT: Tyran tritri |
| CJA: Chardonneret jaune | MDO: Moineau domestique | VTB: Vacher à tête brune |
| COA: Corneille d'Amérique | | |

Figure 27: Représentation conjointe des espèces, des habitats et des pratiques culturales obtenue à l'aide d'une ACP effectuée sur l'indice d'association dérivé du test de Cochran-Mantel-Haenszel. (Le chiffre dans les parenthèses indique la coordonnée de la variable sur le 3e axe lorsque cette valeur est supérieure à 0,1. Les cercles entourant le code des espèces indique la valeur sur le 3e axe selon: $\odot \leq -0,4$, \circ entre -0,4 et -0,2, \bigcirc entre 0,2 et 0,4, \bullet $\geq 0,4$)

résultats présentés dans le tableau 9 en raison de certaines associations significatives qui dirigent le positionnement des variables dans la figure 27. Il est donc plus juste de référer à l'information présentée au tableau 9 pour interpréter les résultats pour une espèce en particulier. Nous avons néanmoins effectué une analyse de la représentation graphique de l'ACP afin de dégager certaines associations d'intérêt.

Le pourcentage de la variance expliquée par cette analyse est relativement élevée puisque les premier et deuxième axes expliquent respectivement 28 % et 21 % de la variance totale, pour un total de 49 %. L'ajout d'un troisième axe permet d'expliquer 13 % de la variance totale. La proximité de deux variables agricoles dans la figure 27 indique que les associations entre les changements d'oiseaux et ces variables sont similaires, une position opposée dans la figure indiquant alors une corrélation négative entre ces variables. La proximité de deux espèces indique également une bonne corrélation entre ces associations pour les deux espèces. Il faut toutefois préciser que l'on ne peut interpréter les proximités entre les espèces et les habitats, on ne peut qu'interpréter la position relative d'une espèce (i.e. p/r aux autres espèces) en fonction de l'orientation des variables d'habitat pour dégager la force de l'association entre les changements survenus aux effectifs d'une espèce donnée et les variables décrivant le paysage rural et les pratiques culturelles.

L'analyse de la figure 27 indique que certains groupes de variables montraient des associations similaires relativement aux changements survenus dans les populations d'oiseaux comme par exemple les variables «herbicides» et «maïs» qui sont situées très près l'une de l'autre indiquant ainsi une réponse des oiseaux aux changements de ces deux variables. La position relative des espèces vis-à-vis ces variables montre que certaines espèces seraient favorisées (ou du moins seraient moins affectées que d'autres) par l'intensification de ces pratiques. C'est le cas du Chardonneret jaune, du Merle d'Amérique et du Bruant chanteur. À l'opposé, la Corneille d'Amérique profiterait d'une hausse de la présence des zones feuillues.

Toutes les variables caractéristiques des exploitations laitières (céréales, pâturage, luzerne, foin) sont regroupées, ce qui se traduit par une réponse similaire des oiseaux aux changements apportés à ces variables. L'abandon d'une ferme laitière entraîne généralement des changements dans chacun de ces habitats et, par le fait même, des changements dans les communautés aviaires fréquentant ce type d'exploitation. Les espèces qui semblent favorisées par une présence accrue des exploitations laitières et des fermes d'élevage sont le Bruant familier, le Goglu, le Pluvier kildir, la Tourterelle triste et le Bruant des prés.

La présence de friches en milieu rural est généralement une conséquence de l'abandon de pâturages ou de champs cultivés. Dans la figure 27, la variable «friches» s'oppose aux variables caractéristiques des fermes laitières. Ceci indique que l'association entre les changements des populations d'oiseaux et ceux survenus aux friches et aux exploitations laitières sont contraires. Les espèces qui profiteraient de la présence accrue des friches sont le Chardonneret jaune, le Merle d'Amérique, l'Hirondelle bicoloré et le Bruant chanteur. De plus, les friches ayant atteint un stade de régénération avancé peuvent être considérées comme des forêts feuillues. L'examen de la figure 27 montre que la réponse des oiseaux aux changements survenus aux friches s'oppose à celle démontrée envers les superficies couvertes par les feuillus. Les espèces qui montraient une association positive avec les changements survenus aux friches seraient donc affectées de façon inverse par ceux survenus aux zones feuillues, et vice versa.

D'autres associations d'intérêt ressortent de l'analyse de la figure 27. Ainsi, plusieurs espèces généralement associées au milieu urbain et aux habitations (Moineau domestique, Étourneau sansonnet, Quiscale bronzé, Merle d'Amérique) sont regroupées. Les populations de ces espèces ont donc fluctué de façon similaire en relation avec les changements survenus au paysage agricole et aux pratiques culturelles. Il faut également noter l'association entre la Tourterelle triste et les maisons et les bâtiments. Les oiseaux noirs (Quiscale bronzé, Étourneau sansonnet, Vacher à tête brune et dans une certaine mesure le Carouge à épaulettes) sont également regroupés dans la même partie du graphique, certains programmes de contrôle de ces oiseaux en vigueur dans le sud des États-Unis et visant à réduire les pertes agricoles causées par ces derniers pourraient causer des mortalités importantes dont les effets seraient perceptibles sur les sites de nidification.

Le paysage rural de la Plaine du Saint-Laurent est très diversifié. En effet, différents types d'exploitation agricole se retrouvent sur ce territoire, chacun étant caractérisé par des cultures particulières. La distribution des types de cultures retrouvées dans les 7 routes sélectionnées est un reflet de la situation actuelle des différentes régions agricoles québécoises. En effet, les données de Statistique Canada (1987) indiquent que la distribution des fermes laitières, caractérisées par la présence de terres en pâturage et de cultures de foin, de luzerne et de céréales, est généralisée à l'ensemble du Québec méridional. Ces données montrent également que l'activité agricole du sud du Québec est plus intense alors qu'on y retrouve de vastes exploitations agricoles où les grandes cultures (maïs, blé, soya et légumes) dominent.

4.1 SÉLECTION DE L'HABITAT PAR LES OISEAUX CHAMPÊTRES

4.1.1 Grandes cultures

La plaine agricole du Saint-Laurent offre aux oiseaux champêtres un grand choix d'habitats potentiellement intéressants étant donné la distribution non uniforme des types d'exploitation agricole. La diversité et la densité des oiseaux champêtres sont moins élevées sur les fermes dominées par les grandes cultures (maïs, soya, céréales) comparativement à celles où les champs de foin et les pâturages dominent le sol. À la fin du printemps, au moment des inventaires, la hauteur des semis dans les grandes cultures n'atteignait que quelques centimètres alors que les champs de foin et de luzerne étaient déjà prêts à être fauchés. L'aspect physique des grandes cultures était similaire d'un type de culture à un autre, soit habituellement un sol dénudé avec présence de semis plus ou moins compacts selon le type de culture.

Il est difficile de trouver une association directe entre une espèce et un ou plusieurs types d'habitats agricoles en raison de l'utilisation complémentaire que font les oiseaux des habitats disponibles ainsi que de leur grande mobilité. Les résultats des inventaires exhaustifs effectués sur les 82 points d'écoute en juin 1992 ont toutefois montré que les grandes cultures étaient préférées par plusieurs espèces dont certaines nichent dans ces milieux telles l'Alouette cornue, le Bruant vespéral et le Pluvier kildir (Graber et Graber 1963; Rodenhouse et Best 1983; Godfrey 1986; Best *et al.* 1990; Freemark *et al.* 1991) et d'autres qui les fréquentent pour s'alimenter telles le Pigeon biset, le Carouge à épaulettes et la Corneille d'Amérique (Martin *et al.* 1951; Graber et Graber 1963; McNeil *et al.* 1976; Potvin *et al.* 1976; Clark *et al.* 1986; Best *et al.* 1990). Le Goéland à bec cerclé semblait

affectionner les champs de foin, de soya et de maïs probablement à la recherche d'insectes et autres invertébrés.

L'utilisation des différents types de cultures par les oiseaux lors de la présente étude rejoint les observations de Graber et Graber (1963) qui ont étudié l'utilisation du milieu agricole par l'avifaune en Illinois. Ils ont montré que les grandes cultures, telles les cultures de maïs, de blé et de soya, supportaient les plus faibles densités d'oiseaux, le nombre d'espèces observées dans les champs de maïs étant toutefois élevé. Ces auteurs attribuent la grande diversité d'oiseaux dans les champs de maïs à la très grande superficie couverte par ce type de culture plutôt qu'à une sélection active de ce type d'habitat par les oiseaux. La densité des nids retrouvés dans les champs de maïs était d'ailleurs très faible ce qui suggère que les oiseaux utilisent cet habitat de moindre qualité en raison de l'absence d'habitats alternatifs.

Bien que nous n'ayons pas observé de relations significatives entre les populations d'oiseaux champêtres et l'utilisation de pesticides sur nos points d'écoute, l'utilisation élevée de ces produits dans les monocultures pourrait expliquer en partie la distribution de l'avifaune dans ces milieux (faibles valeurs de diversité et de densité). Les herbicides réduisent la diversité végétale des champs arrosés et des habitats situés en périphérie (Chancellor 1979; Marrs *et al.* 1989; Boutin *et al.* 1994) puisque les herbicides peuvent dériver du lieu d'application vers des habitats non ciblés (Maybank *et al.* 1978; Marrs *et al.* 1989). Dans l'étude complémentaire à la présente étude, Jobin *et al.* (1994) ont d'ailleurs montré que le couvert végétal et la diversité spécifique étaient réduits dans les lisières et les bordures présentes sur les points d'écoute où des herbicides avaient été épandus. Les effets sur les habitats peuvent alors être importants et affecter indirectement les oiseaux lors des périodes de nidification en altérant le couvert de nidification ainsi que la qualité et l'abondance de la nourriture. Lors d'une étude effectuée au Danemark, Brae *et al.* (1988) ont observé que la diversité aviaire était plus élevée sur des sites où l'agriculture biologique est pratiquée comparativement à des sites d'allure comparable où des pesticides sont épandus. Ils attribuent ces différences à la possible réduction de nourriture disponible aux oiseaux causée par l'utilisation d'herbicides qui réduisent la qualité des habitats fréquentés par les oiseaux. Une autre étude effectuée dans la région d'Ottawa a également montré une réduction de la diversité aviaire dans les fermes où l'agriculture traditionnelle se pratique comparativement aux fermes organiques (Rogers et Freemark 1991).

4.1.2 Exploitations laitières

À l'instar de Graber et Graber (1963), nous avons constaté que l'abondance et la diversité aviaire étaient plus élevées sur les fermes laitières que dans les grandes cultures. Ceci tient probablement au fait que, contrairement aux terres qui ont été labourées à l'automne, les champs de foin, de luzerne ainsi que les pâturages ont une strate herbacée bien développée lorsque les oiseaux arrivent au printemps. Ceux-ci trouvent davantage d'insectes et de matières végétales, la végétation offrant un support aux insectes et procurant par surcroît un couvert contre les prédateurs. Par ailleurs, les quantités de pesticides épandus sur ces types de champs étant faibles comparativement aux grandes cultures, ceci contribue à maintenir une diversité floristique supérieure dans les habitats adjacents aux champs non arrosés (Boutin *et al.* 1994).

Les espèces que nous avons rencontrées plus fréquemment dans les milieux ouverts associés aux exploitations laitières (foin, luzerne, pâturages) sont sensiblement les mêmes que celles identifiées par d'autres chercheurs (Graber et Graber 1963; McNeil *et al.* 1976; Bélanger 1991; Falardeau et DesGranges 1991; Freemark *et al.* 1991). Le Bruant des prés, la Sturnelle des prés, le Goglu nichent préférentiellement dans les champs de foin, de trèfle et de luzerne (Graber et Graber 1963; Speirs et Orenstein 1967; Harrison 1978; Godfrey 1986) tandis que la Maubèche des champs et le Pluvier kildir peuvent aussi construire leur nid dans les pâturages (Graber et Graber 1963; Speirs et Orenstein 1967; Godfrey 1986). Le Carouge à épaulettes niche préférentiellement dans les milieux humides mais peut également nicher en densité relativement élevée dans les champs de foin (Graber et Graber 1963). D'autres espèces qui ne nichent pas dans les champs eux-mêmes y sont toutefois présents pour s'alimenter. On trouve, entre autres, le Goéland à bec cerclé, l'Étourneau sansonnet et les hirondelles qui fréquentent ces milieux ouverts à la recherche d'insectes (Graber et Graber 1963; McNeil *et al.* 1976; Godfrey 1986), tout comme la Crécerelle d'Amérique qui chasse dans ces milieux (Graber et Graber 1963).

4.1.3 Friches et bordures

Les espèces qui montraient les plus hautes densités dans les friches lors de l'inventaire de juin 1992 étaient le Bruant chanteur, l'Étourneau sansonnet, le Merle d'Amérique et le Carouge à épaulettes. La Paruline jaune et le Quiscale bronzé étaient également abondants dans cet habitat. Plusieurs de ces espèces y trouvent des sites de nidification adéquats en raison de la strate arbustive bien développée (Graber et Graber 1963; Harrison 1978; Godfrey 1986).

Les friches sont caractérisées par une strate herbacée dense et diversifiée de même que par une strate arbustive habituellement bien développée. Elles sont généralement suite à l'abandon de terres agricoles. C'est dans les friches que la diversité et souvent la densité des communautés aviaires étaient les plus élevées (voir Bélanger 1991). Ceci tient vraisemblablement à la forte hétérogénéité spatiale et verticale des strates végétales qui procurent aux oiseaux un bon couvert ainsi que des sources de nourriture diversifiées. D'autres espèces plus typiques des bordures situées entre le milieu forestier et le milieu agricole, telles l'Oriole du Nord, le Bruant familier, le Merle d'Amérique et la Corneille d'Amérique ont également été observées en grand nombre lors des inventaires de juin 1992. Ces espèces nichent préférentiellement dans ces habitats (Graber et Graber 1963; Godfrey 1986; Cadman *et al.* 1987).

4.1.4 Milieu urbain et bâtiments de ferme

C'est dans le milieu urbain que la diversité aviaire était la plus faible. Certaines espèces y sont toutefois assez communes. Les espèces les plus abondantes sur les points d'écoute lors des inventaires de juin 1992 sont l'Étourneau sansonnet, le Moineau domestique, le Quiscale bronzé, le Pigeon biset et le Vacher à tête brune. Ces espèces sont généralement des omnivores qui hivernent sous nos latitudes (nord du 35^e parallèle) et débutent leur période de nidification avant la majorité des autres espèces agricoles. Nos résultats rejoignent ainsi ceux de Bezzel (1985) qui notait que l'avifaune de ces milieux est habituellement composée de quelques espèces dont l'abondance est élevée. Ces espèces sont généralement omnivores et sédentaires, profitant des conditions hivernales moins rigoureuses dans les villes que dans les milieux ouverts pour s'alimenter et se protéger. La forte représentation de ces cinq espèces dans nos inventaires s'explique aussi par leur fréquentation élevée des bâtiments de ferme et des habitations situés à proximité des sites d'inventaires (Graber et Graber 1963; McNeil *et al.* 1976; O'Connor et Shrubbs 1986; voir figure 24). Une autre étude effectuée en milieu urbain dans une ville de Finlande a également démontré que l'abondance d'oiseaux en milieu urbain pouvait être très élevée mais que cette abondance était due à la présence de quelques espèces seulement (Nuorteva 1971).

4.1.5 Hétérogénéité du paysage rural

Le nombre d'espèces et d'individus observés sur les points d'écoute en juin 1992 sont en relation directe avec l'hétérogénéité du paysage agricole. De plus, le nombre d'îlots boisés, d'arbres isolés et de bâtiments montraient des relations positives avec les paramètres descriptifs des populations d'oiseaux. Ces habitats associés aux champs cultivés étaient plus abondants autour des exploitations laitières que dans les régions où les monocultures dominent. Plusieurs études ont

montré que la présence d'habitats variés (fossés, lisières, îlots boisés, arbres isolés et bâtiments) autres que les habitats agricoles contribue à accroître la diversité aviaire dans les milieux ruraux (voir Hansson 1979, Wegner et Merriam 1979; Arnold 1983; Best 1983; Yahner 1983; Osborne 1984; Shalaway 1985; Freemark et Merriam 1986; O'Connor et Shrubbs 1986; Best *et al.* 1990; Freemark *et al.* 1991; Schroeder *et al.* 1992, Boutin *et al.* 1994).

Étant donné que chaque espèce a une niche écologique particulière, la présence d'un grand nombre d'habitats différents permet la cohabitation de plusieurs espèces à l'intérieur d'un espace défini. À l'opposé, une superficie similaire couverte par une monoculture pourra possiblement supporter un nombre équivalent d'individus mais la diversité spécifique sera diminuée en raison du faible nombre d'espèces qui pourront voir leurs exigences écologiques comblées par ce type de culture. De plus, la présence de monocultures entraîne souvent la disparition d'habitats adjacents aux champs cultivés qui sont très importants pour la faune aviaire.

4.2 MODIFICATION DE L'AGRICULTURE ET DU PAYSAGE ET RÉPERCUSSIONS SUR LES OISEAUX CHAMPÊTRES

Dans nos points d'écoute, on observe que la superficie couverte par les habitats agricoles a légèrement diminué depuis 25 ans alors que la couverture des zones forestières, des friches et des zones urbaines a pris de l'ampleur. La longueur des lisières et le nombre d'arbres isolés ont par ailleurs grandement diminué. Au cours de la même période, les populations de plusieurs espèces d'oiseaux champêtres ont fluctué grandement sur ces mêmes points d'écoute. Bien que certaines associations d'intérêt aient été dégagées de l'analyse statistique associant les changements du paysage rural, des pratiques agricoles et des populations d'oiseaux, la nature des données (beaucoup de valeurs nulles, non-indépendance des points d'écoute, données temporelles différentes entre les banques de données, etc.) a limité l'analyse en profondeur de ces associations. Toutefois, à la lumière des changements globaux ayant eu lieu dans les pratiques agricoles au Québec, nous pouvons associer assez fidèlement les tendances observées sur nos points d'écoute à celles observées à l'échelle provinciale.

Deux phénomènes seraient responsables des changements survenus au cours des 25 dernières années dans le paysage rural de nos 7 routes ÉPON et de la Plaine du Saint-Laurent. Premièrement, l'intensification de l'agriculture dans certaines régions a engendré la destruction d'habitats fauniques afin d'augmenter la superficie cultivée et deuxièmement, l'abandon de fermes peu productives a fait place à la régénération naturelle, à l'établissement de plantations ou à l'étalement urbain.

4.2.1 Intensification de l'agriculture

Depuis 20 ans, la taille moyenne des exploitations agricoles s'est accrue au Québec en raison de l'intensification de l'agriculture dans certaines régions (Statistique Canada 1987). Outre la consolidation des meilleures exploitations agricoles, on a encouragé l'expansion des terres cultivées au détriment des habitats adjacents aux champs cultivés, soit par la coupe des zones forestières, par l'assèchement de milieux humides ou par l'acquisition des terres voisines contribuant ainsi à l'élimination des lisières, des fossés et des arbres isolés. Le rendement attendu des engins agricoles plus perfectionnés a également contribué à l'élimination de ces habitats. Les politiques visant l'auto-suffisance en matière de céréales destinées à l'alimentation du bétail ont par ailleurs grandement contribué à la forte hausse des superficies couvertes en céréales et plus particulièrement en maïs au Québec. Le succès du programme de subvention au drainage souterrain qui permettait aux agriculteurs d'allonger la saison de croissance et ainsi favoriser la culture du maïs-grain serait à la base de cet accroissement (Domon *et al.* 1993). Par ailleurs, l'épandage de plus en plus répandu de pesticides sur les champs cultivés (Reiss *et al.* 1984; voir figure 11) a contribué à appauvrir la diversité végétale et animale des habitats fauniques adjacents aux champs cultivés tandis que le ruissellement des engrais chimiques dans les fossés et les milieux humides a conduit à une eutrophisation plus rapide de ces habitats (voir Jobin *et al.* 1994).

Ces modifications du paysage rural ont pu causer des torts importants aux oiseaux champêtres qui utilisent ces milieux pour l'alimentation ou la nidification. C'est le cas du Bruant vespéral qui était pratiquement absent des inventaires effectués à la fin de la période d'étude. La baisse des populations de cette espèce dans l'est du Canada était déjà inquiétante au milieu des années '70 (Erskine 1978) et a également été démontrée dans d'autres études plus récentes (Larivée 1989; Falardeau et DesGranges 1991). La destruction des lisières de même que l'enlèvement de piquets de clôture a engendré des pertes nettes de perchoirs grandement utilisés par cette espèce (Best 1983; Rodenhouse et Best 1983). De plus, étant une espèce qui niche et qui s'alimente dans les champs cultivés, l'utilisation de la machinerie au printemps cause indéniablement la destruction de nids. La toxicité des insecticides pourrait également être mise en cause.

Il se peut également que l'augmentation de l'utilisation d'herbicides depuis les années '60 ait contribué à appauvrir la composition floristique des habitats et affecter indirectement la faune entomologique qui s'y trouve. Cela pourrait expliquer en partie la diminution des populations de bruants qui se nourrissent de ces insectes. De tels effets ont été observés chez les perdrix (*Perdix perdix*) en Angleterre (Potts 1985; Sotherton *et al.* 1985). Cette diminution des ressources alimentaires pourrait également expliquer en partie la diminution au cours de la dernière décennie

des effectifs du Pluvier kildir et de l'Alouette cornue, deux espèces qui nichent et s'alimentent dans les champs cultivés et traités aux pesticides (Graber et Graber 1963).

En dépit de l'intensification de l'agriculture et de l'utilisation accrue des pesticides, certaines espèces qui s'alimentent dans les grandes cultures (ex. Pigeon biset, Goéland à bec cerclé) ont vu leurs effectifs augmenter au cours des 25 dernières années ce qui suggère qu'elles ont pu profiter de l'expansion de l'agriculture dans les régions où les monocultures dominent le paysage rural. Droege et Sauer (1989) ont noté que les espèces à la hausse dans notre étude l'étaient également sur l'ensemble de l'Amérique du Nord tout comme Falardeau et DesGranges (1991) l'ont noté à la suite d'une étude effectuée dans la Plaine du Saint-Laurent. Solonen (1985), en Finlande, a également remarqué des hausses d'effectifs de certaines espèces aviaires malgré l'intensification de l'agriculture dans les régions étudiées; le drainage des terres pouvant être bénéfique pour certaines espèces en asséchant les terres plus rapidement permettant ainsi une croissance plus hâtive de la végétation.

4.2.2 Diminution des exploitations laitières

L'hétérogénéité du paysage rural là où les exploitations laitières dominent est généralement plus marquée que dans les régions où les monocultures prédominent. Bien que des habitats fauniques adjacents aux champs cultivés aient été détruits au cours des ans, c'est principalement la disparition d'un grand nombre d'exploitations laitières qui semble avoir affecté le plus les oiseaux champêtres. À ces endroits, les superficies couvertes initialement par des champs de foin, de trèfle et des pâturages ont soit été converties en monoculture, envahies par les friches ou ont subi l'étalement urbain. Au Québec, le nombre de producteurs laitiers est en baisse constante depuis le début des années '70. Dans les six régions agricoles de la Plaine du Saint-Laurent (Québec, Beauce, Nicolet, Estrie, Richelieu, Sud-Ouest-de-Montréal), ce nombre était de 23 989 en 1971-72 pour passer à 17 563 en 1976-77, 13 443 en 1981-82 et 10 220 en 1987-88 (GRÉPA 1989). La superficie des champs de foin et des pâturages est d'ailleurs à la baisse dans les régions étudiées (Statistique Canada 1987) de même que le nombre de producteurs ayant cultivé du foin et possédé des terres en pâturage sur nos points d'écoute (figure 10). Plusieurs espèces qui nichent dans les champs associés aux exploitations laitières ont pu être affectées directement par ces pertes d'habitats. C'est apparemment le cas du Bruant des prés, du Bruant vespéral, du Goglu, du Pluvier kildir, de la Sturnelle des prés et du Carouge à épaulettes dont les effectifs sont à la baisse depuis plusieurs années sur nos points d'écoute. Il en va de même pour les espèces qui s'alimentent principalement dans ces habitats comme l'Étourneau sansonnet et le Vacher à tête brune (McNeil *et al.* 1976; voir figure 20).

De nos jours, les coupes fourragères s'effectuent plus hâtivement et à une fréquence plus élevée qu'il y a 25 ans. La première coupe a maintenant lieu à la mi-juin soit durant la période d'alimentation des jeunes. Auparavant, cette activité avait généralement lieu à la fin du mois de juin, durant la période d'élevage alors que les jeunes sont plus mobiles. Ce fauchage plus hâtif a entraîné une baisse du succès reproducteur des espèces qui nichent dans les champs de foin en raison de la destruction des nids par la machinerie ou par une hausse de la prédation due à la réduction du couvert végétal (voir Bélanger 1991). Le Goéland à bec cerclé, observé fréquemment dans les champs de foin fraîchement coupés, s'y nourrirait d'invertébrés et d'oisillons délogés de leur nid par la machinerie (voir O'Connor et Shrub 1986, p. 70; Y. Leblanc comm. pers.).

4.2.3 Habitats nouvellement créés

Lorsqu'une ferme est abandonnée, les champs qui étaient autrefois cultivés se transforment graduellement en friche. Les strates arbustives et herbacées se développent créant ainsi un habitat de plus en plus diversifié. À long terme, ces friches atteignent des stades plus avancés de régénération pour devenir des zones forestières. On a observé une légère hausse des superficies couvertes par ces habitats sur nos points d'écoute et la plupart des espèces qui ont vu leurs effectifs augmenter dans la région étudiée au cours des 25 dernières années fréquentent ces habitats. Les espèces qui nichent dans les milieux arbustifs et en bordure des forêts comme par exemple le Bruant chanteur, la Paruline jaune et la Corneille d'Amérique ont profité de ces changements d'habitats et auraient donc été particulièrement favorisées par l'abandon des fermes dans la région étudiée. À l'instar de Solonen (1985), soulignons que les espèces associées aux friches ne sont que temporairement favorisées puisque la succession végétale transforme peu à peu ces habitats en milieux boisés qui peuvent ne plus convenir à certaines espèces des milieux ouverts.

Depuis 1966, plusieurs espèces associées au milieu urbain et aux bâtiments ont vu leurs effectifs augmenter le long des 7 routes ÉPON. L'augmentation du nombre de bâtiments de ferme sur les points d'écoute sélectionnés pourrait avoir favorisé le Pigeon biset, une espèce qui niche habituellement dans ce type de milieu. Par ailleurs, l'installation de milliers de nichoirs artificiels dans la Plaine du Saint-Laurent en vue de faciliter la restauration des populations de Merle bleu de l'Est (*Sialia sialis*) a également pu profiter à l'Hirondelle bicoloré. Enfin, la prolifération des sites d'alimentation hivernaux (mangeoires) pourrait expliquer, en partie du moins, l'augmentation des populations et la répartition de plus en plus grande de la Tourterelle triste au Québec (Caron *et al.* 1986).

Par ailleurs, sept espèces ont subi des baisses d'abondance depuis la fin des années '70 alors que leurs populations étaient en croissance dans la décennie précédente. Il se pourrait donc qu'un événement d'importance, tel un changement marqué dans les pratiques culturelles sur l'ensemble du territoire québécois ou un phénomène extérieur se déroulant sur les aires d'hivernage, soit survenu à la fin des années '70 ce qui aurait eu des effets négatifs sur plusieurs espèces partageant une certaine niche écologique affectée par cette nouvelle pratique.

Bien que l'intensification de l'agriculture conduise à une utilisation accrue des pesticides et d'une machinerie plus performante, nos résultats ne montrent pas d'effets négatifs directs de ces pratiques agricoles sur les oiseaux champêtres présents sur nos points d'écoute. C'est surtout la destruction d'habitats fauniques situés en marge des champs cultivés qui occasionnerait la baisse des populations de plusieurs espèces. La diminution du nombre de fermes laitières a entraîné une diminution des champs de foin et des pâturages, habitats hautement utilisés par les oiseaux champêtres. Les espèces qui fréquentent les friches, les zones feuillues et les milieux urbains seraient cependant favorisées par la prolifération de ces habitats suite à l'abandon des fermes laitières ou à l'urbanisation.

L'hétérogénéité du paysage est essentielle à la sauvegarde de la biodiversité aviaire dans les milieux ruraux. Différentes mesures pourraient être prises par les agriculteurs afin de mitiger les effets des pratiques culturales tout en maintenant un rendement agricole élevé (voir Bélanger 1991). Au niveau du paysage rural, le maintien d'habitats fauniques adjacents aux champs cultivés, tels que des milieux humides, des arbres isolés (vivants et morts), des îlots boisés et des lisières, profiterait grandement aux oiseaux champêtres. La plantation de brise-vents entre les champs est une mesure qui réduit l'érosion des sols par le vent et qui devrait être encouragée car ces haies augmentent l'hétérogénéité du paysage agricole. La pose de nichoirs artificiels et le maintien des piquets de clôture peuvent aider à maintenir les populations d'espèces qui nichent dans des cavités ou qui nécessitent de nombreux perchoirs pour l'établissement d'un territoire lors de la période de nidification.

Au niveau des pratiques culturales, de nouvelles techniques visant à réduire le nombre de passages de la machinerie dans les champs (no-tillage cropping) et à retarder la date de la première coupe fourragère devraient être encouragées afin de diminuer la destruction des nids des espèces qui nichent au sol dans les champs cultivés. L'utilisation de pesticides devrait s'effectuer dans le cadre de programmes de lutte intégrée qui visent à réduire les quantités de pesticides épandus. On suggère également qu'une zone tampon sans arrosage de pesticides soit établie en marge des champs pour favoriser la croissance des espèces végétales dans les habitats adjacents aux champs cultivés et ainsi augmenter l'hétérogénéité des strates arbustives et herbacées importantes pour les oiseaux.

D'autres études visant à mieux comprendre les relations entre certaines pratiques culturales et les oiseaux champêtres devraient être entreprises. À cet effet, on doit envisager la collaboration de certains producteurs agricoles afin de tester des mesures visant à protéger les oiseaux champêtres et

leurs habitats. L'utilisation directe des habitats adjacents aux champs cultivés par les oiseaux devrait également être étudiée plus en détail afin de mieux comprendre l'écologie des espèces qui risquent d'être affectées par des modifications apportées à ces habitats. Fort de ces connaissances, on pourra alors développer une agriculture durable qui assurera des rendements agricoles adéquats tout en préservant la biodiversité aviaire des milieux ruraux.

Pour terminer, notons que l'utilisation du point d'écoute comme unité d'échantillonnage a permis d'associer les données du paysage rural à celles émanant des questionnaires distribués aux producteurs agricoles de même qu'aux données des inventaires exhaustifs d'oiseaux. Toutefois, l'analyse des données ÉPON fut compliquée par le fait que les techniques généralement employées pour analyser ce type de données ne pouvaient s'appliquer dans la présente étude. L'utilisation du point d'écoute ÉPON comme unité d'échantillonnage lors d'études futures devra donc être considérée avec attention. Bien que les observations et les conclusions de la présente étude ne s'appliquent qu'aux routes sélectionnées, elles peuvent toutefois être un reflet de la situation des populations québécoises des oiseaux champêtres.

- ANDRÉN, H., P. Angelstam, E. Lindström et P. Widén. 1985. Differences in predation pressure in relation to habitat fragmentation: An experiment. *Oikos* 45:273-277.
- ARNOLD, G.W. 1983. The influence of ditch and hedgerow structure, length of hedgerows, and area of woodlands and gardens on bird numbers on farmland. *J. Appl. Ecol.* 20:731-750.
- ASKINS, R.A. et M.J. Philbrick. 1987. Effect of changes in regional forest abundance on the decline and recovery of a forest bird community. *Wilson Bull.* 99:7-21.
- ASKINS, R.A., J.F. Lynch et R. Greenberg. 1990. Population declines in migratory birds in eastern North America, pages 1-57. *in Current Ornithology Volume 7*. D Power ed., Plenum Press, New York. 388 p.
- AUBRY, Y. et F. Lambert. 1985. Nidification des oiseaux du Québec. Chronologie. 2^{ème} édition. Approvisionnements et services, Canada. 27 p.
- BALCOMB, R., C.A. Bowen et D. Wright. 1984. Effects on wildlife of at-planting applications of granular carbofuran. *J. Wildl. Manage.* 48(4):1353-1359.
- BÉLANGER, L. 1991. Programme de valorisation des îles du Saint-Laurent pour la nidification de la sauvagine et des autres espèces aviennes (Montréal à Trois-Rivières). I.- Gestion intégrée des activités agricoles. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Région du Québec. 61 p.
- BEST, L.B. 1983. Bird use of fencerows: Implications of contemporary fencerow management practices. *Wildl. Soc. Bull.* 11(4):343-347.
- BEST, L.B., R.C. Whitmore et G Booth. 1990. Use of cornfields by birds during the breeding season: The importance of edge habitat. *Am. Midl. Nat.* 123:84-99.
- BEZZEL, E. 1985. Birdlife in intensively used rural and urban environments. *Ornis Fenn.* 62: 90-95.

- BOLLINGER, E.K., P.B. Bollinger et T.A. Gavin. 1990. Effects of hay-cropping on eastern populations of the Bobolink. *Wildl. Soc. Bull.* 18:142-150.
- BOUTIN, C., B. Jobin et J.-L. DesGranges. 1994. Modifications of field margins and other habitats in agricultural areas of Québec, Canada, and effects on plants and birds. BCPC Monograph No. 58. *Field margins: Integrating Agriculture and Conservation.* p. 139-144.
- BOWMAN, G.B. et L.D. Harris. 1980. Effect of spatial heterogeneity on ground-nest depredation. *J. Wildl. Manage.* 44(4):806-813.
- BOYD, H. 1985. The large-scale impact of agriculture on ducks on the prairie provinces, 1956-1981. *Canadian Wildlife Service Progress Note No. 149.* Environment Canada, Ottawa, Canada.
- BRAE, L., H. Nohr et B.S. Petersen. 1988. Bird fauna in organically and conventionally farmed areas: a comparative study of bird fauna and the effects of pesticides. Danish Ministry of Environment. *Environmental Project No. 102.* Traduction anglaise.
- BRITTINGHAM, M.C. et S.A. Temple 1983. Have cowbirds caused forest songbirds to decline? *Bio. Sci.* 33:31-35.
- CADMAN, M.D., P.F.J. Eagles et F Helleiner. 1987. *Atlas of the breeding birds of Ontario.* Federation of Ontario Naturalists and the Long Point Bird Observatory, Univ. of Waterloo Press. 617 p.
- CARON, M., R. Ouellet et M. Lepage. 1986. La situation de la Tourterelle triste au Québec. Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche, Direction de la faune terrestre, Service de la petite faune. 37 p.
- CASE, N.A. et O.H. Hewitt. 1963. Nesting and productivity of the red-winged blackbird in relation to habitat. *Living Bird* 2:7-20.
- CHANCELLOR, R.J. 1979. The long-term effects of herbicides on weed populations. *Ann. Appl. Biol.* 91:125-146.
- CLARK, N. 1983. *Eastern Birds of Prey.* Thorndike Press, Thorndike, Maine. 174 p.

- CLARK, R.G., P.J. Weatherhead, H. Greenwood et R.D. Titman. 1986. Numerical responses of red-winged blackbird populations to changes in regional land-use patterns. *Can. J. Zool.* 64:1944-1950.
- COLLINS, B.T. et J.S. Wendt. 1989. The breeding bird survey in Canada 1966-1983: Analysis of trends in breeding bird populations. Canadian Wildlife Service Technical Report number 75. 81 p.
- de GRAAF, R.M. et D.D. Rudis. 1983. New England Wildlife: Habitat, natural history and distribution. U.S. Dept. Agricult. Forest Service. Northeastern Forest Experiment Station, General Technical Report NE-108. 491 p.
- de GRAFF, R., N.G. Tilgham et S.H. Anderson. 1985. Foraging guilds of North American birds. *Environmental Management* 9: 493-536.
- DIAMOND, A.W. 1986. An evaluation of the vulnerability of Canadian migratory birds to changes in neotropical forest habitats. Canadian Wildlife Service, unpubl. report 93 p.
- DOMON, G. , A. Bouchard et M. Gariépy. 1993. The dynamics of the forest landscape of Haut-Saint-Laurent (Québec, Canada): interactions between biophysical factors, perceptions and policy. *Landscape and Urban Planning* 25:53-74.
- DROEGE, S. et J.R. Sauer. 1989. North American breeding bird survey annual summary 1988. U.S. Fish and Wildl. Serv. Biol. Rep. 89(13). 16 p.
- ERSKINE, A.J. 1978. The first ten years of the cooperative breeding bird survey in Canada. *Can. Wildl. Serv. Report Series* no. 42, 61 pp.
- ERSKINE, A.J., B.T. Collins et J.W. Chardine. 1990. Étude collective des populations d'oiseaux nicheurs au Canada, 1988. Service Canadien de la Faune. Cahiers de biologie No. 188. 16 p.
- FALARDEAU, G. et J.L. DesGranges. 1991. Sélection de l'habitat et fluctuations récentes des populations d'oiseaux en milieu agricole du Québec. *Can. Field Nat.* 105(4): 469-482.

- FINCH, D.M. 1991. Population ecology, habitat requirements, and conservation of neotropical migratory birds. U.S. Dept. Agricult. Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM-205. 26 p.
- FREEMARK, K.E. et C. Boutin (sous presse). Impacts of agricultural herbicide use on terrestrial wildlife in temperate landscape: a review with special reference to North America. Agriculture, Ecosystems and Environment.
- FREEMARK, K.E. et H.G. Merriam. 1986. Importance of area and habitat heterogeneity to bird assemblages in temperate forest fragments. *Biol. Conserv.* 36:115-141.
- FREEMARK, K.E., H. Dewar et J. Saltman. 1991. Une étude bibliographique de l'utilisation, par les oiseaux, des habitats agricoles dans la région des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Série de rapports techniques No. 114. Service Canadien de la Faune. Bureau Chef.
- GALLI, A.E., C.F. Leck et R.T.T. Forman. 1976. Avian distribution patterns in forest islands of different sizes in central New Jersey. *Auk* 93:356-364.
- GATES, J.E. et L.W. Gysel. 1978. Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. *Ecology* 59:871-883.
- GODFREY, W.E. 1986. Les oiseaux du Canada. Musées nationaux du Canada. Ottawa, Canada.
- GRABER, R.R. et J.W. Graber. 1963. A comparative study of bird populations in Illinois, 1906-1909 and 1956-1958. *Illinois Natural History Survey Bulletin*. Vol. 28 Article 3. 528 p.
- GRAHAM, D.J. et J.L. DesGranges. 1993. Effects of the organophosphate azinphos-methyl on birds of potato fields and apple orchards in Quebec, Canada. *Agric. Ecosystems Environ.* 43:183-199.
- GREENBERG, R. 1988. Water as a habitat cue for breeding swamp and song sparrows. *Condor* 90:420-427.
- G.R.É.P.A. 1989. (Groupe de recherche en économie et politique agricoles). Les faits saillants laitiers québécois, 1989. 3e éd. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Sainte-Foy, Québec. 125 p.

- HANSSON, L. 1979. On the importance of landscape heterogeneity in northern regions for the breeding populations densities of homeotherms: A general hypothesis. *Oikos* 33:182-189.
- HARRISON, C. 1978. A field guide to the nests, eggs and nestlings of North American birds. Collins Publishers, Toronto. 416 p.
- JOBIN, B., C. Boutin, J.L. DesGranges et N. Plante. 1994. Pratiques culturelles et habitats fauniques dans les milieux agricoles du Québec méridional. Gauthier & Guillemette consultants inc. pour Environnement Canada. Série de rapports techniques. Service canadien de la faune, centre national de la recherche faunique. Sous presse.
- JOHNSON, W.C. et C.S. Adkisson. 1985. Dispersal of beech nuts by Blue Jays in fragmented landscapes. *Am. Midl. Nat.* 113:319-324.
- KRASOWSKI, T.P. et T.D. Nudds. 1986. Microhabitat structure of nest sites and nesting success of diving ducks. *J. Wildl. Manage.* 50(2):203-208.
- KROODSMA, R.L. 1984. Effect of edge on breeding forest bird species. *Wilson Bull.* 96:426-436.
- LAMP, W.O., R.J. Barney, E.J. Armbrust et G. Kapusta. 1984. Selective weed control in spring-planted alfalfa: effect on leafhoppers and planthoppers (Homoptera: Auchenorrhyncha), with emphasis on potato leafhopper. *Envir. Entol.* 13:207-213.
- LANDIS, J.R., E.R. Heyman et G.G. Koch. 1978. Average partial association in three-way contingency tables: A review and discussion of alternative tests. *International Statistical Review* 46:237-254.
- LARIVÉE, J. 1989. Variation des observations d'oiseaux du Québec méridional de 1969 à 1988. *Les carnets de zoologie* 49(4): 83-90.
- M.A.P.A.Q. (Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec). 1991. Le profil sectoriel de l'industrie bio-alimentaire au Québec. #91-0145, Québec, Québec.

- MARRS, R.H., C.T. Williams, A.J. Frost et R.A. Plant. 1989. Assessment of the Effects of herbicide spray drift on a range of plant species of conservation interest. *Envir. Poll.* 59:71-86.
- 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.
- MASSE, D. et M. Raymond. 1988. La nidification de la sauvagine dans le marécage de la Rivière-du-Sud et la zone agricole environnante. *Can. J. Zool.* 66:1160-1167.
- MAYBANK, J., K. Yoshida et R. Grover. 1978. Spray drift from agricultural pesticide applications. *J. Air Poll. Contr. Ass.* 28(10):1009-1014.
- McCUAIG, J.D. et E.W. Manning. 1982. *Agricultural land-use change in Canada: process and consequences.* Lands Directorate. Land Use in Canada Series, No. 21. Environment Canada.
- McNEIL, R., N. David et P. Mousseau. 1976. *EZAIM: Écologie de la zone de l'aéroport international de Mirabel-Les oiseaux et le péril aviaire.* Les presses de l'Université de Montréal. 255 p.
- MINEAU, P. 1993. *The hazard of carbofuran to birds and other vertebrate wildlife.* Technical Report Series No. 177. National Wildlife Research Center, Canadian Wildlife Service. Ottawa. 59 p. + appendices.
- NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY. 1983. *Field guide to the birds of North America.* Kingsport Press, Tennessee. 464 p.
- NUORTEVA, P. 1971. The synanthropy of birds as an expression of the ecological cycle disorder caused by urbanization.. *Ann. Zool. Fennici* 8: 547-553.
- O'CONNOR, R.J. et M. Shrubbs. 1986. *Farming and Birds.* Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K. 290 p.
- OSBORNE, P. 1982. Some effects of Dutch elm disease on nesting farmland birds. *Bird Study* 29:2-16.

- OSBORNE, P. 1983. The influence of Dutch elm disease on bird population trends. *Bird Study* 30:27-38.
- OSBORNE, P. 1984. Bird numbers and habitat characteristics in farmland hedgerows. *J. Appl. Ecol.* 21:63-82.
- POTTS, G.R. 1985. Herbicides and the decline of the partridge: An international perspective. *Proceedings 1985 British Crop Protection Conference. No. 8B-2.*
- POTVIN, N., J.-M. Bergeron et C. Fernet. 1976. Régime alimentaire d'oiseaux fréquentant un agrosystème. *Can. J. Zool.* 54:1992-2000.
- PUTNAM, L.G. 1949. The survival of grasshopper nymphs on vegetation teated with 2,4-D. *Sci. Agr.* 29:396-399.
- REISS, R., F. Perron, J. Paré et R. St-Jean. 1984. Les pesticides en agriculture au Québec en 1982. *Min. Approvisionnement et Services Canada # EN 40-319/1984F.* 134 pp.
- RENNE, D. S. et M.A. Wolf. 1979. Experimental studies of 2,4-D herbicide drift characteristics. *Agric. Meterol.* 20:7-24.
- ROBBINS, C.S., D. Bystrak et P.H. Geissler. 1986. The breeding bird survey: its first fifteen years, 1965-1979. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. 196 p.
- ROBERT, M. et P. Laporte. 1991. Situations historique et actuelle de la Pie-grièche migratrice au Québec. *Service canadien de la faune. Cahiers de biologie Numéro 196.* 6 p.
- ROBERTSON, R.J. 1972. Optimal niche space of the redwinged blackbird (*Agelaius phoeniceus*). I. Nesting success in marsh and upland habitat. *Can. J. Zool.* 50:247-263.
- RODENHOUSE, N.L. et L.B. Best. 1983. Breeding ecology of Vesper Sparrows in corn and soybean fields. *Am. Midl. Nat.* 110:265-275.

- RODGERS, C.A. et K.E. Freemark. 1991. A feasibility study comparing birds from organic and conventional (chemical) farms in Canada. Technical Report Series No. 137. Canadian Wildlife Service (Headquarters), Environment Canada, Ottawa. 43 p.
- SAS INSTITUTE INC., 1988. SAS/STAT User's guide, Release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1028 p.
- SAUER, J.R. et S. Droege. 1990. Survey designs and statistical methods for the estimation of avian population trends. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report 90(1). 166 p.
- SCHROEDER, R.L., T.T. Cable et S.L. Haire. 1992. Wildlife species richness in shelterbelts: Test of a habitat model. *Wildl. Soc. Bull.* 20(3):264-273.
- SHALAWAY, S.D. 1985. Fencerow management for nesting birds in Michigan. *Wildl. Soc. Bull.* 13:302-306.
- SHEEHAN, P.J., A. Baril, P. Mineau, D.K. Smith, A. Harfenist et W.K. Marshall. 1987. The impact of pesticides on the ecology of prairie nesting ducks. Technical Report Series No. 19. Canadian Wildlife Service, Environment Canada, Ottawa, Canada.
- SMALL, M.F. et M.L. Hunter. 1988. Forest fragmentation and avian nest predation in forested landscapes. *Oecologia* 76:62-64.
- SOLOMON, T. 1985. Agriculture and birdlife in Finland. A review. *Ornis Fenn.* 62:47-55.
- SOTHERTON, N.W., M.R.W. Rands et S.J. Moreby. 1985. Comparison of herbicide treated and untreated headlands for the survival of game and wildlife. Proceedings 1985 British Crop Protection Conference. No. 8B-3.
- SPEIRS, J et R. Orenstein. 1967. Bird populations in fields of Ontario County, 1965. *Can. Field Natur.* 81: 175-183.
- STATISTIQUE CANADA. 1987. Recensement du Canada 1986. Agriculture.
- THOMPSON, C.F. et B Gottfried. 1976. How do cowbirds find and select nests to parasitize? *Wilson Bull.* 88(4):673-675.

WEGNER, J.F. et G. Merriam.1979. Movements by birds and small mammals between a wood and adjoining farmlands habitats. *J. Appl. Ecol.* 16:349-357.

WILCOVE, D.S. 1985. Nest predation in forest tracts and the decline of migratory songbirds. *Ecology* 66:1211-1214.

YAHNER, R.H. 1983. Seasonal dynamics, habitat relationships, and management of avifauna in farmstead shelterbelts. *J. Wildl. Manage.* 47(1):85-104.

ANNEXES

Annexe 1: Abondance (n) de l'avifaune dans les 82 points d'écoute inventoriés lors des inventaires exhaustifs de juin 1992

ESPECE	Eardley (n=13)	Ham Sud (n=6)	Lacolle (n=13)	St-Antoine (n=11)	St-Célestin (n=13)	Ste-Marguerite (n=13)	Verchères (n=13)	Total (n=82)
Butor d'Amérique	1	0	0	0	2	0	0	3
Héron vert	0	0	0	0	1	0	0	1
Grand Héron	2	0	0	0	0	0	1	3
Canard noir	0	0	0	4	0	2	0	6
Pluvier kildir	10	5	8	20	13	10	13	79
Chevalier branlequeue	0	0	0	0	0	1	0	1
Bécassine des marais	2	4	0	1	0	3	0	10
Maubèche des champs	1	0	2	1	1	0	0	5
Goéland à bec cerclé	3	0	62	55	7	122	34	283
Busard Saint-Martin	0	1	0	2	1	0	0	4
Crécerelle d'Amérique	5	1	1	0	2	0	0	9
Pigeon biset	28	3	102	21	7	50	28	239
Tourterelle triste	12	1	22	5	14	1	7	62
Martinet ramoneur	0	0	1	0	2	0	0	3
Colibri à gorge rubis	0	0	1	0	2	0	0	3
Martin-pêcheur d'Amérique	0	1	1	0	1	1	0	4
Pic flamboyant	0	0	1	2	2	2	0	7
Tyran tritri	17	3	10	14	11	4	10	69
Tyran huppé	4	0	1	1	0	0	0	6
Picui de l'Est	0	0	3	0	0	0	0	3
Moucherolle phébé	2	0	1	0	0	0	0	3
Moucherolle tchébec	3	0	2	2	2	2	1	12
Moucherolle des saules	0	0	3	0	0	0	0	3
Moucherolle des aulnes	8	1	0	4	4	4	3	24
Alouette cornue	2	4	18	7	13	7	17	68
Hirondelle bicolore	19	19	16	79	33	31	28	225
Hirondelle noire	0	0	0	0	3	0	0	3
Hirondelle de rivage	0	0	4	5	113	10	6	138
Hirondelle à ailes hârisées	0	0	0	0	6	2	0	8
Hirondelle à front blanc	1	10	0	4	35	2	0	52
Hirondelle des granges	51	36	53	32	37	81	35	325
Geai bleu	0	1	1	0	0	0	1	3
Cornelle d'Amérique	9	8	11	9	13	38	6	94
Mésange à tête noire	0	2	0	1	0	0	0	3
Mésange à tête brune	1	0	0	0	0	0	0	1
Troglodyte familier	0	1	2	0	0	0	0	3
Roitelet à couronne rubis	0	1	0	0	0	0	0	1
Merle bleu de l'Est	8	0	0	0	0	0	0	8
Grive des bois	1	0	0	0	0	0	0	1
Grive fauve	2	0	0	0	0	1	0	3
Grive solitaire	0	0	0	0	0	1	0	1
Merle d'Amérique	25	13	36	32	37	21	30	194
Moqueur polyglotte	0	0	0	0	0	0	4	4
Moqueur roux	3	0	2	0	0	0	0	5
Moqueur sp.	2	0	0	0	1	0	1	4
Jaseur des cèdres	3	1	3	2	3	9	5	26
Étourneau sansonnet	98	102	370	48	122	295	191	1226
Viréo aux yeux rouges	7	4	2	3	4	4	1	25
Paruline à joues grises	0	1	0	0	0	0	0	1
Paruline noir et blanc	1	0	1	0	1	1	0	4
Paruline à gorge orangée	1	1	0	0	0	0	0	2
Paruline à flancs marron	2	1	2	2	2	2	0	11
Paruline à croupion jaune	0	3	0	0	0	0	0	3
Paruline jaune	6	4	12	15	23	12	13	65
Paruline triste	1	0	0	0	0	0	0	1
Paruline du Canada	0	0	0	0	0	1	0	1
Paruline couronnée	4	0	0	0	0	1	0	5
Paruline masquée	8	4	7	7	13	13	5	57
Paruline flamboyante	2	1	2	2	0	2	1	10
Cardinal à poitrine rose	3	1	0	0	0	0	0	4
Bruant vespéral	0	0	0	0	0	1	1	2
Bruant des prés	51	33	37	18	25	36	36	236
Bruant chanteur	31	13	72	24	35	31	45	251
Bruant familier	7	6	0	4	5	2	4	28
Bruant à gorge blanche	1	1	0	0	1	0	0	3
Bruant des marais	1	0	1	0	0	0	0	2
Goglu	80	22	23	36	39	37	31	268
Sturnelle des prés	18	4	3	8	15	2	1	51
Carouge à épaulettes	125	34	72	88	97	57	84	557
Vascher à tête brune	17	2	10	6	6	9	11	61
Quiscalte bronzé	24	25	90	61	76	96	12	384
Ornïole du Nord	0	0	5	4	1	1	3	14
Tangara écarlate	0	0	0	0	0	0	1	1
Moineau domestique	6	12	103	45	114	153	167	600
Chardonneret jaune	4	3	42	32	51	30	36	198
Roselin pourpré	0	0	0	1	1	1	0	3
Roselin sp.	1	0	1	0	1	0	2	5
Nb. d'individus	626	373	1001	575	926	990	778	5269
Nb. d'espèces	51	41	45	40	47	45	37	77

Annexe 2: Habitat préférentiel et abondance moyenne, par point d'écoute, des espèces observées dans les 4 contextes agricoles en juin 1992

Espèce*	Nom latin	Habitat préférentiel	Grandes cultures (n=13)	Cultures et élevage (n=17)	Fourrages et pâturages (n=12)	Paysage hétérogène (n=40)	Total (n=82)
Butor d'Amérique	<i>Botaurus lentiginosus</i>	Milieux humides	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Héron vert	<i>Bulorides striatus</i>	Milieux humides	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grand Héron	<i>Ardea herodias</i>	Milieux humides	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
Canard noir	<i>Anas rubripes</i>	Milieux humides	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
Pluvier killdér	<i>Charadrius vociferus</i>	Grandes cultures	0,7	1,0	1,2	1,0	1,0
Chevalier brantequeue	<i>Actitis macularia</i>	Milieux humides	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	Milieux humides	0,0	0,1	0,3	0,1	0,1
Maubèche des champs	<i>Bartramia longicauda</i>	Pâturage	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1
Goéland à bec corcé	<i>Larus delawarensis</i>	Grandes cultures	0,2	7,6	2,1	3,1	3,5
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Milieux humides	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
Crécerelle d'Amérique	<i>Falco sparverius</i>	Lisière	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	Grandes cultures	2,6	4,4	3,9	2,1	2,9
Tourterelle triste	<i>Zenaidura macroura</i>	Grandes cultures	0,4	0,7	0,3	1,0	0,8
Martinet ramoneur	<i>Chaetura pelagica</i>	Milieux humides	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Colibri à gorge rubis	<i>Archilochus colubris</i>	Friche	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Martin-pêcheur d'Amérique	<i>Ceryle alcyon</i>	Milieux humides	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
Pic flamboyant	<i>Colaptes auratus</i>	Lisière	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1
Tyrann tritrl	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Lisière	0,4	0,6	0,5	1,2	0,8
Tyrann huppé	<i>Myiarchus cinerius</i>	Forêt	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Pioui de l'Est	<i>Contopus virens</i>	Forêt	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
Moucherolle phébi	<i>Sayornis phoebe</i>	Milieux humides	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Moucherolle tachébec	<i>Empidonax minimus</i>	Forêt	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
Moucherolle des saules	<i>Empidonax traillii</i>	Friche	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
Moucherolle des aulnes	<i>Empidonax alnorum</i>	Friche	0,0	0,3	0,3	0,4	0,3
Alouette cornue	<i>Eremophila alpestris</i>	Grandes cultures	2,0	1,1	0,8	0,3	0,8
Hirondelle bicolor	<i>Tachycineta bicolor</i>	Milieux humides	1,7	2,6	3,1	3,1	2,7
Hirondelle noire	<i>Progne subis</i>	Milieux humides	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	Milieux humides	0,3	0,5	0,0	3,2	1,7
Hirondelle à ailes hérissées	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Milieux humides	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1
Hirondelle à front blanc	<i>Hirundo pyrrhonota</i>	Pâturage	0,0	0,1	2,8	0,4	0,6
Hirondelle des granges	<i>Hirundo rustica</i>	Pâturage	2,2	5,9	4,0	3,7	4,0
Geai bleu	<i>Cyanocitta cristata</i>	Forêt	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Cornelle d'Amérique	<i>Corvus brachyrhynchos</i>	Lisière	0,5	0,5	2,3	1,3	1,1
Mésange à tête noire	<i>Parus atricapillus</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Mésange à tête brune	<i>Parus hudsonicus</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Troglodyte familier	<i>Troglodytes aedon</i>	Lisière	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Roitelet à couronne rubis	<i>Regulus calendula</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Merle bleu de l'Est	<i>Sialia sialis</i>	Lisière	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
Grive des bois	<i>Hyalocichla mustelina</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grive fauve	<i>Catharus fuscescens</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Grive solitaire	<i>Catharus guttatus</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Merle d'Amérique	<i>Turdus migratorius</i>	Friche	1,5	1,5	2,3	3,0	2,4
Moqueur polyglotte	<i>Mimus polyglottos</i>	Friche	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Moqueur roux	<i>Toxostoma rufum</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Moqueur sp.		Forêt	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Jaseur des cèdres	<i>Bombicilla cedrorum</i>	Friche	0,1	0,4	0,8	0,2	0,3
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Friche	11,7	24,9	15,0	11,8	15,0
Viréo aux yeux rouges	<i>Vireo olivaceus</i>	Forêt	0,0	0,2	0,3	0,5	0,3
Paruline à joues grises	<i>Vermivora ruficapilla</i>	Friche	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paruline noir et blanc	<i>Mniotilta varia</i>	Forêt	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Paruline à gorge orangée	<i>Dendroica fusca</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Paruline à flancs marron	<i>Dendroica pensylvanica</i>	Forêt	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1
Paruline à croupion jaune	<i>Dendroica coronata</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Paruline jaune	<i>Dendroica petechia</i>	Friche	0,2	0,7	1,1	1,5	1,0
Paruline triste	<i>Oporornis philadelphia</i>	Friche	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paruline du Canada	<i>Wilsonia canadensis</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paruline couronnée	<i>Seiurus aurocapillus</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Paruline masquée	<i>Geothlypis trichas</i>	Friche	0,2	0,5	0,8	0,9	0,7
Paruline flamboyante	<i>Setophaga ruticilla</i>	Forêt	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1
Cardinal à poitrine rose	<i>Phoenicurus ludovicianus</i>	Forêt	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Bruant vespéral	<i>Poocetes gramineus</i>	Foin	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Bruant des prés	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Foin	3,2	4,0	3,8	2,1	2,9
Bruant chanteur	<i>Melospiza melodia</i>	Friche	4,2	2,5	2,8	3,0	3,1
Bruant familier	<i>Spizella passerina</i>	Lisière	0,2	0,1	0,3	0,5	0,3
Bruant à gorge blanche	<i>Zonotrichia albicollis</i>	Friche	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
Bruant des marais	<i>Melospiza georgiana</i>	Milieux humides	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Goglu	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Foin	2,8	2,9	5,8	2,8	3,3
Sturnelle des prés	<i>Sturnella magna</i>	Foin	0,2	0,5	1,1	0,7	0,6
Carouge à épauettes	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Lisière	5,6	5,4	8,3	7,3	6,8
Vacher à tête brune	<i>Molothrus ater</i>	Pâturage	0,5	0,4	0,6	1,0	0,7
Quiscale bronzé	<i>Quiscalus quiscula</i>	Friche	2,4	4,7	4,8	5,4	4,7
Oriole du Nord	<i>Icterus galbula</i>	Lisière	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Tangara écarlate	<i>Piranga olivacea</i>	Forêt	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	Grandes cultures	6,6	14,9	7,3	4,4	7,3
Chardonneret jaune	<i>Carduelis tristis</i>	Pâturage	3,1	1,5	2,1	2,7	2,4
Roselin pourpré	<i>Carpodacus purpureus</i>	Forêt	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
Roselin sp.		Forêt	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1
Nb. d'individus			54,9	91,7	80,3	71,9	74,5
Nb. d'espèces			12,8	15,6	17,0	18,1	16,6

* Les 28 espèces d'oiseaux champêtres sont indiquées en caractère gras

Annexe 3: Caractéristiques écologiques des 28 espèces d'oiseaux les plus étroitement associées aux milieux champêtres du Québec

Guilde					
Espèce	Code	Régime alimentaire ¹	Site de nidification ²	Région d'hivernage ³	Début de nidification ⁴
Pluvier kildir	KIL	Insectivore-glaneur	Au sol	Entre 35e et 20e	Hâtif
Maubèche des champs	USA	Insectivore-glaneur	Au sol	Sud du 20e	Tardif
Goéland à bec cerclé	FBG	Insectivore-glaneur	Extérieur	Nord du 35e	Hâtif
Crécerelle d'Amérique	AKE	Insectivore-raideur	Surélevé	Nord du 35e	Intermédiaire
Pigeon biset	FDO	Omnivore-fouilleur	Extérieur	Nord du 35e	Intermédiaire
Tourterelle triste	MDO	Omnivore-fouilleur	Surélevé	Nord du 35e	Hâtif
Tyran tritri	EKI	Insectivore-raideur	Surélevé	Sud du 20e	Tardif
Alouette cornue	HLA	Omnivore-fouilleur	Au sol	Nord du 35e	Hâtif
Hirondelle bicolore	TRSW	Insectivore-raideur	Surélevé	Entre 35e et 20e	Tardif
Hirondelle de rivage	BKSW	Insectivore-raideur	Extérieur	Sud du 20e	Tardif
Hirondelle à front blanc	CLSW	Insectivore-raideur	Extérieur	Sud du 20e	Tardif
Hirondelle des granges	BRSW	Insectivore-raideur	Extérieur	Sud du 20e	Tardif
Cornelle d'Amérique	ACR	Omnivore-fouilleur	Surélevé	Nord du 35e	Hâtif
Merle d'Amérique	ARO	Omnivore-fouilleur	Surélevé	Nord du 35e	Hâtif
Étourneau sansonnet	EST	Omnivore-fouilleur	Surélevé	Nord du 35e	Hâtif
Paruline jaune	YWA	Insectivore-glaneur	Surélevé	Sud du 20e	Tardif
Bruant vespéral	VESP	Omnivore-fouilleur	Au sol	Entre 35e et 20e	Intermédiaire
Bruant des prés	SASP	Omnivore-fouilleur	Au sol	Entre 35e et 20e	Intermédiaire
Bruant chanteur	SOSP	Omnivore-fouilleur	Au sol	Entre 35e et 20e	Intermédiaire
Bruant familier	CHSP	Omnivore-fouilleur	Surélevé	Entre 35e et 20e	Intermédiaire
Goglu	BOB	Omnivore-fouilleur	Au sol	Sud du 20e	Tardif
Sturnelle des prés	EME	Insectivore-glaneur	Au sol	Entre 35e et 20e	Intermédiaire
Carouge à épaulettes	RWB	Omnivore-fouilleur	Surélevé	Nord du 35e	Intermédiaire
Vacher à tête brune	BHC	Omnivore-fouilleur	---	Nord du 35e	Intermédiaire
Quiscale bronzé	OGR	Omnivore-fouilleur	Surélevé	Nord du 35e	Hâtif
Oriole du Nord	NOR	Omnivore-fouilleur	Surélevé	Sud du 20e	Tardif
Moineau domestique	HCSP	Insectivore-glaneur	Extérieur	Nord du 35e	Hâtif
Chardonneret jaune	AGO	Omnivore-fouilleur	Surélevé	Entre 35e et 20e	Tardif

1: Selon de Graaf et al. (1985). Glaneur: sélectionne une proie particulière; raideur: poursuite sa proie en vol et l'attrape dans les airs ou au sol; fouilleur: attrape presque toutes les proies rencontrées

2: Selon Harrison (1978)

3: Selon National Geographic Society (1983) et Diamond (1986)

4: Selon Aubry et Lambert 1985

Annexe 4: Nombre moyen, par point d'écoute, d'espèces et d'individus dans les 4 contextes agricoles selon les différentes guildes

Guilde	Grandes cultures (n=13)		Cultures et élevage (n=17)		Fourrages et pâturages (n=12)		Paysage hétérogène (n=40)		Total (n=82)		
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	
Habitat préférentiel											
Grandes cultures:	Espèces	2,38	1,19	3,35	1,06	3,17	1,34	2,35	1,21	2,68	1,26
	Individus	12,54	9,32	29,71	18,80	15,58	12,03	11,90	14,56	16,23	15,94
Pâturages:	Espèces	1,62	0,77	1,53	1,07	1,75	0,97	1,97	1,03	1,79	0,99
	Individus	6,00	5,32	7,94	7,54	9,50	7,01	7,85	9,33	7,82	8,06
Champs de foin:	Espèces	2,00	0,71	2,06	0,75	2,50	0,67	1,87	0,94	2,02	0,85
	Individus	6,23	4,27	7,47	3,81	10,58	3,60	5,55	4,55	6,79	4,51
Friches:	Espèces	3,46	1,39	5,06	1,09	5,42	1,73	5,30	1,52	4,98	1,58
	Individus	20,46	14,12	35,65	21,63	27,92	14,72	26,37	17,77	27,59	18,05
Lisières:	Espèces	1,92	0,76	2,18	1,01	2,67	0,98	3,08	0,76	2,65	0,96
	Individus	6,77	4,25	7,00	4,61	12,00	3,33	10,95	5,00	9,62	4,99
Milleux humides:	Espèces	0,69	0,95	0,82	0,88	1,08	0,67	1,32	1,16	1,09	1,03
	Individus	2,23	4,25	3,35	5,72	4,17	3,56	6,95	13,26	5,05	9,97
Forêts:	Espèces	0,69	1,18	0,59	0,80	0,42	0,79	2,20	2,28	1,37	1,90
	Individus	0,69	1,18	0,59	0,80	0,58	1,16	2,27	2,52	1,43	2,07
Régime alimentaire											
Insectivore-raideur:	Espèces	1,46	1,39	1,82	0,95	2,00	0,85	2,35	0,89	2,05	1,03
	Individus	4,69	7,65	9,82	9,32	10,58	7,08	11,58	12,72	9,98	10,79
Insectivore-glaneur:	Espèces	1,54	1,05	2,59	0,94	3,25	1,22	2,50	1,22	2,48	1,22
	Individus	8,08	7,74	24,82	18,09	12,67	8,33	10,60	12,07	13,45	13,74
Omnivore-fouilleur:	Espèces	8,46	2,07	9,24	1,71	9,33	1,87	9,10	1,45	9,06	1,67
	Individus	40,62	16,57	54,94	28,41	53,17	14,47	44,55	25,00	47,34	23,62
Site de nidification											
Au sol:	Espèces	4,15	0,99	4,24	1,25	4,50	1,17	3,70	1,29	4,00	1,24
	Individus	13,23	4,04	12,18	3,89	15,33	4,10	9,93	5,04	11,71	4,88
Surélevé:	Espèces	5,31	2,18	6,47	1,55	6,83	1,47	7,75	1,64	6,96	1,89
	Individus	27,62	15,31	43,71	22,74	40,42	13,49	38,95	21,67	38,35	20,32
Extérieur:	Espèces	1,69	1,18	2,71	1,16	2,92	1,31	1,95	1,24	2,21	1,28
	Individus	12,00	11,73	33,35	22,61	20,08	12,98	16,82	18,73	19,96	19,12
Région d'hivernage											
Nord du 35e:	Espèces	5,62	1,71	7,12	1,36	7,17	1,70	6,47	1,50	6,57	1,59
	Individus	34,08	20,13	66,29	36,58	47,83	18,32	40,83	27,36	46,06	29,21
Entre 35e et 20e:	Espèces	3,85	1,21	3,65	1,22	4,33	1,44	4,33	1,29	4,11	1,30
	Individus	13,23	5,28	12,24	6,25	14,25	5,17	12,98	9,54	13,05	7,72
Sud du 20e:	Espèces	2,00	1,22	2,88	1,17	3,08	0,79	3,15	1,05	2,90	1,13
	Individus	6,08	5,45	11,06	9,34	14,33	8,07	12,93	12,34	11,66	10,52
Début de nidification											
Hâtif:	Espèces	4,23	1,74	5,76	1,44	5,67	1,78	5,20	1,44	5,23	1,59
	Individus	25,92	19,38	57,06	34,27	36,00	17,66	31,27	24,85	36,46	27,34
Intermédiaire:	Espèces	4,15	1,07	4,12	0,93	4,83	1,27	4,28	1,15	4,30	1,12
	Individus	16,62	5,62	17,35	10,76	20,92	5,04	16,80	9,15	17,49	8,57
Tardif:	Espèces	3,08	1,71	3,76	1,64	4,08	1,16	4,47	1,47	4,05	1,56
	Individus	10,85	8,44	15,18	10,98	19,50	8,24	18,65	15,96	16,82	13,24
Nombre total d'espèces:		12,77	3,96	15,59	2,83	17,00	4,00	18,10	3,89	16,57	4,13
Nombre total d'individus:		54,92	23,84	91,71	40,33	80,33	21,18	71,85	35,12	74,52	34,53

Note: Les résultats présentés concernent les 28 espèces champêtres sauf pour la guilde de l'habitat où toutes les espèces observées sont incluses

Annexe 5: Proportion relative (%) des espèces et des individus dans les 4 contextes agricoles selon les différentes guildes

Guilde		Grandes cultures (n=13)	Cultures et élevage (n=17)	Fourrages et pâturages (n=12)	Paysage hétérogène (n=40)
Habitat préférentiel					
Grandes cultures:	Espèces	21,2	29,8	28,2	20,9
	Individus	18,0	42,6	22,3	17,1
Pâturages:	Espèces	23,6	22,3	25,5	28,7
	Individus	19,2	25,4	30,4	25,1
Champs de foin:	Espèces	23,7	24,4	29,7	22,2
	Individus	20,9	25,0	35,5	18,6
Friches:	Espèces	18,0	26,3	28,2	27,5
	Individus	18,5	32,3	25,3	23,9
Lisières:	Espèces	19,5	22,1	27,1	31,3
	Individus	18,4	19,1	32,7	29,8
Milieux humides:	Espèces	17,6	21,0	27,6	33,8
	Individus	13,4	20,1	25,0	41,6
Forêts:	Espèces	17,7	15,1	10,8	56,4
	Individus	16,7	14,3	14,0	55,0
Régime alimentaire					
Insectivore-raideur:	Espèces	19,1	23,9	26,2	30,8
	Individus	12,8	26,8	28,9	31,6
Insectivore-glaneur:	Espèces	15,6	26,2	32,9	25,3
	Individus	14,4	44,2	22,6	18,9
Omnivore-fouilleur:	Espèces	23,4	25,6	25,8	25,2
	Individus	21,0	28,4	27,5	23,0
Site de nidification					
Au sol:	Espèces	25,0	25,6	27,1	22,3
	Individus	26,1	24,0	30,3	19,6
Surélevé:	Espèces	20,1	24,5	25,9	29,4
	Individus	18,3	29,0	26,8	25,8
Extérieur:	Espèces	18,2	29,2	31,5	21,0
	Individus	14,6	40,5	24,4	20,4
Région d'hivernage					
Nord du 35e:	Espèces	21,3	27,0	27,2	24,5
	Individus	18,0	35,1	25,3	21,6
Entre 35e et 20e:	Espèces	23,8	22,6	26,8	26,8
	Individus	25,1	23,2	27,0	24,6
Sud du 20e:	Espèces	18,0	25,9	27,7	28,4
	Individus	13,7	24,9	32,3	29,1
Début de nidification					
Hâtif:	Espèces	20,3	27,6	27,2	24,9
	Individus	17,3	38,0	24,0	20,8
Intermédiaire:	Espèces	23,9	23,7	27,8	24,6
	Individus	23,2	24,2	29,2	23,4
Tardif:	Espèces	20,0	24,4	26,5	29,0
	Individus	16,9	23,7	30,4	29,1
Nombre total d'espèces:		20,1	24,6	26,8	28,5
Nombre total d'individus:		18,4	30,7	26,9	24,0

Note: Les résultats présentés concernent les 28 espèces champêtres sauf pour la guilde de l'habitat où toutes les espèces observées sont incluses

SUPPLÉMENT AU RAPPORT

Précision des données ÉPON et potentiel d'utilisation du point d'écoute dans l'étude des tendances démographiques des oiseaux

PRÉCISION DES DONNÉES ÉPON ET POTENTIEL D'UTILISATION DU POINT D'ÉCOUTE
DANS L'ÉTUDE DES TENDANCES DÉMOGRAPHIQUES DES OISEAUX

B. JOBIN ¹

Gauthier & Guillemette consultants inc. 225, rue Montfort, Saint-Romuald, Québec. G6W 3L8

J.-L. DESGRANGES

Service canadien de la faune, Environnement Canada, 1141 route de l'Église, Sainte-Foy, Québec.
G1V 4H5

N. PLANTE

Service canadien de la faune, Environnement Canada, 1141 route de l'Église, Sainte-Foy, Québec.
G1V 4H5

et

C. BOUTIN

Centre national de la recherche faunique, Service canadien de la faune, Environnement Canada, 100
Boul. Gamelin, Hull, Québec. K1A 0H3

¹ Adresse actuelle: Centre national de la recherche faunique, Service canadien de la faune, 100
boul. Gamelin, Hull, Québec, K1A 0H3

RÉSUMÉ

Le projet ÉPON (Étude des Populations d'Oiseaux Nicheurs) en cours partout en Amérique du Nord consiste à faire un inventaire ponctuel de 3 minutes des oiseaux nicheurs le long d'une route divisée en 50 arrêts. La précision des résultats provenant de tels inventaires réalisés dans la Plaine du Saint-Laurent a été évaluée en les comparant à ceux d'inventaires plus complets (20 minutes) effectués aux mêmes endroits au cours de l'été 1992. La densité et la diversité des oiseaux aux différents arrêts sont largement supérieures lors des inventaires exhaustifs en raison de la durée plus longue des inventaires et de la grande superficie couverte par les observateurs ce qui facilite la détection des espèces plus discrètes.

Un second objectif de l'étude consistait à évaluer notre capacité à détecter des changements démographiques chez 28 espèces d'oiseaux champêtres au moyen d'un sous-échantillon d'arrêts situés en milieu fortement agricole et à comparer la significativité statistique de ces tendances avec celles obtenues de l'analyse de l'ensemble des arrêts agricoles et non agricoles (50/route) des différentes routes. Les changements relatifs de densités observés avec ces deux approches étaient de même magnitude. De plus, dix-huit des 28 espèces ont montré des tendances similaires à celles constatées dans d'autres études couvrant des régions plus vastes du nord-est américain. Les tendances divergentes observées pourraient s'expliquer par des périodes d'inventaire distinctes. Nous croyons que l'utilisation du point d'écoute comme unité d'échantillonnage pour étudier les tendances démographiques des oiseaux nicheurs peut être utile mais ne devrait normalement servir qu'à compléter des études portant prioritairement sur la sélection de l'habitat chez les oiseaux. L'analyse des données ÉPON à grande échelle demeure toutefois la façon la plus valable pour étudier les tendances démographiques des oiseaux.

Mots-clés: ÉPON, oiseaux nicheurs, agriculture, tendances démographiques, inventaire

INTRODUCTION

Le projet nommé "Étude des Populations des Oiseaux Nicheurs" (ÉPON ou BBS en anglais) est le plus important programme d'inventaire d'oiseaux terrestres en Amérique du Nord. Il est mené conjointement par le Service canadien de la faune (Environnement Canada) et le U.S. Fish and Wildlife Service. Il a été développé en 1964-65 aux États-Unis puis le Canada s'y est joint en 1966. Un inventaire ÉPON consiste à sillonner une route longue de 40 km dont le trajet a fait l'objet d'un choix dirigé au moment de sa sélection par les responsables du projet (Erskine 1978). Chaque route d'inventaire est divisée en 50 arrêts distants de 800 m. Elle est idéalement patrouillée chaque année lors de la saison de reproduction des oiseaux. Tous les oiseaux vus et entendus durant une période de 3 minutes à l'intérieur d'un rayon de 400 m de chacun des arrêts (points d'écoute) sont répertoriés par des bénévoles. Erskine (1978) présente une description détaillée de la méthodologie de l'ÉPON alors que Droege (1990) discute de certaines contraintes associées à ce projet. Le nombre d'individus de chaque espèce observée lors du passage des bénévoles est compilé annuellement par segment de 10 points d'écoute, ce qui fournit 5 mesures d'abondance par route. Les résultats des inventaires sont par la suite informatisés sous ce format (somme des individus/segment). Étant en vigueur depuis près de 30 ans, les informations récoltées dans le cadre du projet ÉPON constituent une importante source de données qui est utilisée pour étudier les tendances démographiques des populations d'oiseaux nicheurs.

Les données ÉPON ont fait l'objet de plusieurs appréciations quant à leur utilité et leur validité pour déceler des tendances démographiques chez les oiseaux nicheurs en raison principalement des facteurs pouvant biaiser la cueillette des données (Erskine 1978; Ralph et Scott 1981; Sauer et Droege 1990). La date des inventaires, les conditions météorologiques, les perturbations sonores (circulation routière et aérienne), la localisation précise des arrêts, de même que l'expérience de

l'observateur peuvent varier d'une année à l'autre pour une même route et ainsi affecter la qualité des données recueillies lors de ces inventaires.

Bien que l'unité d'échantillonnage soit la route d'inventaire, l'analyse des données ÉPON pour étudier les tendances démographiques des oiseaux nicheurs peut prendre diverses formes. L'abondance totale des oiseaux dénombrés le long d'une route, plutôt que l'abondance par segment de 10 arrêts, est généralement utilisée lors des analyses. Les changements relatifs dans l'abondance des oiseaux au cours de deux années consécutives sont habituellement calculées afin de détecter des variations annuelles. Ces résultats sont présentés dans des rapports annuels publiés par le Service canadien de la faune et le U.S. Fish and Wildlife Service (Erskine *et al.* 1992; PeterJohn et Sauer 1993) tandis que les tendances à long terme des populations font l'objet de rapports périodiques (Erskine 1978; Robbins *et al.* 1986; Collins et Wendt 1989). Les données d'un grand nombre de routes couvrant de vastes régions géographiques sont généralement regroupées pour évaluer les tendances démographiques. Les tendances à long terme sont calculées par la méthode dite "route-regression analysis". Cette méthode expose la tendance régionale des populations en calculant une moyenne pondérée des tendances des populations pour chaque route (Geissler et Sauer 1990). Différentes variantes de cette méthode ont été proposées afin de minimiser les biais, particulièrement ceux associés aux données manquantes résultant de l'absence d'inventaires certaines années (Collins et Wendt 1989; Collins 1990; Moses et Rabinowitz 1990; Sauer et Droege 1990; Sauer et Geissler 1990).

Lors d'une étude des populations d'oiseaux champêtres du sud du Québec, Falardeau et DesGranges (1991) ont utilisé les données regroupées par segments de 10 arrêts comme unité d'analyse pour évaluer les associations entre les oiseaux champêtres et les habitats disponibles à chacun des arrêts. Ces auteurs ont toutefois utilisés les données compilées par route lorsqu'ils ont fait l'analyse des tendances démographiques des oiseaux champêtres. Ces tendances ont été

déterminées à l'aide de corrélations non paramétriques de Spearman associant les moyennes annuelles pour chaque espèce aux années où les inventaires ont eu lieu.

Avant l'étude de Jobin *et al.* (1994a), aucune étude n'avait tenté d'évaluer les tendances démographiques des oiseaux en utilisant le point d'écoute ÉPON comme unité d'analyse. Cela tient probablement au fait que ces données ne sont pas disponibles sur informatique et qu'il faut donc communiquer avec le centre de coordination du programme au Maryland pour obtenir des copies manuscrites des formulaires de terrain. Jobin *et al.* (1994a) ont fait cette démarche et ont ainsi pu utiliser le point d'écoute comme unité d'analyse. Leur étude visait à associer les changements survenus au paysage rural à 82 arrêts ÉPON localisés dans la plaine du Saint-Laurent aux fluctuations des populations de 28 espèces d'oiseaux champêtres.

La présente étude fait suite à celle de Jobin *et al.* (1994a) et a comme premier objectif d'évaluer la précision des résultats provenant des inventaires ÉPON (d'une durée de 3 minutes) en les comparant aux résultats d'inventaires plus complets effectués aux mêmes endroits lors de la même saison de nidification. Pour ce faire, un inventaire de 20 minutes a été effectué en juin 1992 sur les 82 points d'écoute étudiées par Jobin *et al.* (1994a). Le second objectif consiste à évaluer les tendances démographiques de 28 espèces d'oiseaux champêtres qui ont fréquenté ces mêmes points d'écoute au cours de la période 1972-1992. Les tendances ont été comparées à celles obtenues de l'analyse de la totalité des arrêts des routes sélectionnées (50 points/route) ou publiées suite à des études effectuées dans d'autres régions géographiques. Il ne s'agit pas tant de calculer précisément les tendances démographiques des oiseaux champêtres du sud du Québec mais plutôt d'évaluer les capacités de détecter de telles tendances à partir d'un échantillon de points d'écoute à dominance agricole et choisis en fonction des espèces à l'étude.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La sélection d'un échantillon de routes ÉPON pour la présente étude a fait l'objet d'un choix dirigé en fonction de divers critères. Sept routes ÉPON ont été retenues parmi les 92 routes québécoises inventoriées à au moins une reprise depuis 1966. Des terres agricoles devaient couvrir plus de 50 % du territoire en bordure des routes retenues et chacune devait avoir fait l'objet d'au moins 15 inventaires ÉPON entre 1966 et 1992. La démarche associée à la sélection des 7 routes, de même que tous les critères employés, sont exposés dans Jobin *et al.* (1994a).

Les routes qui ont été retenues sont situées au sud du Saint-Laurent entre Montréal et Québec, à l'exception de la route de Eardley (45.5°N, 76.5°O) qui se trouve au nord de la rivière des Outaouais dans la région d'Ottawa-Hull. Les routes situées dans le sud-ouest du Québec (Verchères [45.9°N, 73.3°O] et Lacolle [45.2°N, 73.2°O]) sont caractérisées par l'abondance de grandes cultures telles le maïs, l'orge et le soya, de même que par la rareté des fermes laitières. L'importance des fermes d'élevage, donc de la superficie couverte par les pâturages, les cultures de foin et les cultures de petits grains (orge et avoine), s'accroît dans les routes situées vers le nord-est (Saint-Célestin [46.3°N, 72.5°O], Ham Sud [45.8°N, 71.8°O], Saint-Antoine [46.8°N, 71.5°O], Sainte-Marguerite [46.7°N, 71.0°O]). La route de Eardley comprend divers types d'exploitation agricole de sorte que les champs de foin, de maïs et les pâturages y sont très représentés. Le paysage rural est plus diversifié dans les routes où les fermes laitières dominent, les superficies couvertes par les friches et les zones feuillues y étant généralement plus élevées qu'aux endroits où les grandes cultures dominent. Jobin *et al.* (1994a) donnent une description détaillée de chacune des routes.

Afin d'avoir des points d'écoute présentant un paysage agricole soit très homogène ou soit très diversifié, seuls les arrêts satisfaisant à l'un des deux critères suivants ont été retenus: 1) superficie agricole supérieure à 90 % et 2) superficie agricole supérieure à 50 % avec présence d'au moins

deux des habitats suivants: friche, zone feuillue, zone résineuse, zone d'eau libre, marais, zone urbaine, gravière, plantation, et coupe forestière. Les points d'écoute d'un rayon de 400 m ont été tracés sur des cartes forestières (échelle 1 : 20 000) et la superficie des principaux habitats qu'ils englobent a été évaluée. Sur les 148 points d'écoute qui satisfaisaient à ces critères, n'ont été retenus que les 82 points d'écoute où un questionnaire avait été envoyé aux producteurs afin d'obtenir des informations sur les pratiques agricoles en vigueur sur les 7 routes ÉPON et où une description botanique d'habitats a pu être complétée dans le cadre d'une étude menée concurremment (Jobin *et al.* 1994b).

Ces 82 points d'écoute ont fait l'objet d'un inventaire ornithologique exhaustif d'une durée de 20 minutes. Toutes les espèces vues ou entendues ont été répertoriées et positionnées sur une carte du point d'écoute. Les inventaires ont eu lieu entre le 2 et le 17 juin 1992 et se sont déroulés entre 5:00 AM et 10:00 AM (HAE). Les résultats de ces inventaires ont été comparés à ceux obtenus lors des inventaires réguliers d'ÉPON (3 minutes) effectués à ces points d'écoute en 1992, ceci afin d'évaluer la justesse et la sensibilité des méthodes de dénombrement (voir Scherrer 1984). L'indice de similarité de Sorenson (Legendre et Legendre 1984) a été calculé pour chaque point d'écoute en ne tenant compte que de la présence (et non de l'abondance) des 28 espèces ciblées dans la présente étude. Soulignons que lors des inventaires exhaustifs, l'observateur se déplaçait en marchant le long de la route de sorte qu'il a mieux couvert l'ensemble du point d'écoute que ne l'a fait le bénévole ÉPON qui a peu de temps pour s'éloigner du centre du point d'écoute durant les trois minutes que dure l'inventaire à chacun des arrêts.

Les fluctuations des populations des 28 principales espèces d'oiseaux champêtres ont été déterminées au moyen des résultats des inventaires ÉPON effectués entre 1972 et 1992 sur 65 points d'écoute. Ceux-ci proviennent des 5 routes où exactement 13 points d'écoute ont été retenus. Nous avons choisi d'ignorer les routes de Saint-Antoine et de Ham Sud qui comptent 11 et 6 points d'écoute respectivement de façon à uniformiser le nombre de points d'écoute étudiés par route. La

somme des individus observés sur les 13 de même que sur les 50 points d'écoute d'une route a été transformée en densité d'individus par point d'écoute afin de permettre la comparaison des deux modes de calcul. Les changements relatifs des populations des 28 espèces champêtres ont été évalués en calculant la différence entre la densité moyenne annuelle observée pour la période 1980-1992 et celle observée pour la période 1972-1979 et ce, tant pour les 13 points principalement agricoles que pour les 50 points de chacune des routes. Seules les années où chacune des 5 routes ont été inventoriées ont été considérées dans les calculs. Les années 1975, 1976, 1982, 1986, 1987 et 1989 ont donc été ignorées.

Le test non paramétrique de comparaison de moyenne pour données paires (Wilcoxon signed-rank test) a servi à évaluer statistiquement les changements survenus dans les densités d'oiseaux entre les périodes 1972-1979 et 1980-1992. La méthode traditionnelle d'analyse (route-regression analysis) n'a pu être utilisée en raison de la faible taille des échantillons et du mode de sélection non aléatoire des points d'écoute (Collins et Wendt 1989).

Afin d'évaluer la capacité de détecter des tendances démographiques significatives en utilisant les données récoltées sur un nombre restreint de points d'écoute par route, nous avons effectué les comparaisons des densités moyennes entre les deux périodes en calculant la densité moyenne selon quatre approches. Pour les deux premières approches, la route constitue l'unité de comparaison (densité d'oiseaux/route) avec un nombre de points d'écoute égal à 13 ou à 50 donc avec un échantillon de 5 routes dans chaque cas. Pour la troisième approche, c'est le segment de 10 points d'écoute qui constitue l'unité de comparaison (densité d'oiseaux/segment) avec 25 segments utilisés (5 segments de 10 points d'écoute/route). Dans la quatrième approche, c'est le point d'écoute qui constitue l'unité de comparaison pour les données récoltées sur les 13 points à chacune des 5 routes soit 65 mesures (densité d'oiseaux/point d'écoute). Les tendances détectées par la quatrième approche ont par la suite été comparées avec celles observées pour les mêmes espèces dans le cadre d'autres études ayant utilisé les données ÉPON pour étudier les fluctuations des populations

d'oiseaux nicheurs dans le nord-est de l'Amérique du Nord (Collins et Wendt 1989; Falardeau et DesGranges 1991; PeterJohn et Sauer 1993).

Soulignons que ces études visent à détecter des changements relatifs de populations et ne visent aucunement à mesurer les changements absolus survenus aux populations des espèces étudiées. En outre, notre étude des tendances démographiques des oiseaux champêtres ne portait que sur 65 points d'écoute distribués le long de cinq routes ÉPON (13 points/route). D'autres analyses des résultats d'inventaires provenant d'un nombre plus ou moins élevé de routes ou de points d'écoute par route pourraient révéler des tendances différentes de celles observées dans la présente étude. Des études similaires à la nôtre ou des simulations informatiques pourraient jeter plus de lumière sur cette question.

RÉSULTATS

Comparaison des inventaires exhaustifs et des inventaires ÉPON

Le nombre moyen d'espèces et d'individus observés (en ne tenant compte que des 28 espèces à l'étude) par route a été largement supérieur lors des inventaires exhaustifs de 20 minutes que lors des inventaires ÉPON de 3 minutes (tableau 1). Pour l'ensemble des 82 points d'écoute, le nombre moyen d'espèces observées par point d'écoute est de 13,6 ($s=2,8$) pour les inventaires exhaustifs comparativement à 7,1 ($s=3,2$) espèces pour les inventaires ÉPON, tandis que la moyenne du nombre d'individus observés par point d'écoute est respectivement de 70,8 ($s=34,7$) et 17,1 ($s=9,4$) pour les deux types d'inventaires. Il n'existe toutefois pas d'association entre la richesse spécifique (r de Pearson, $p=0,82$) et l'abondance des oiseaux ($p=0,69$) mesurée aux mêmes endroits selon les deux types d'inventaires. Le pourcentage moyen d'espèces observées par ÉPON qui ont aussi été recensées dans les inventaires exhaustifs est de 71,7 % ($s=20,5$) tandis que le

pourcentage moyen d'espèces vues dans les inventaires exhaustifs qui ont également été aperçues par ÉPON est de 37,4 % (s=18,6).

Les indices moyens de similarité de Sorenson calculés pour chacune des 7 routes sont généralement faibles, soit entre 35 et 60 (tableau 1), le maximum possible étant de 100 dans le cas d'une concordance parfaite entre deux inventaires. Il existe des écarts importants entre les dates des deux inventaires effectués le long d'une même route. C'est le cas notamment de la route de Saint-Antoine où plus d'un mois s'est écoulé entre les deux inventaires. Aussi, les conditions météorologiques étaient parfois différentes d'un inventaire à l'autre comme c'est le cas à Ham Sud et à Saint-Antoine. Les deux inventaires effectués le long de la route de Verchères ont été faits dans des conditions météorologiques semblables et à un jour d'intervalle. Il en a résulté l'indice le plus élevé des 7 routes (59). Par contre, l'indice de similarité le plus faible (36) provient de la route de Lacolle où pourtant les deux inventaires ont été effectués le même jour et dans des conditions météorologiques relativement similaires.

Le tableau 2 montre le succès de détection des 28 espèces d'oiseaux pour chaque type d'inventaire. Pour la grande majorité des espèces, le succès de détection lors des inventaires exhaustifs est supérieur à 80 % (rarement plus de 90 % cependant) alors que ce succès n'a jamais atteint 80 % lors des inventaires ÉPON, atteignant 50 % que pour 9 espèces seulement. Certaines espèces ont été peu détectées lors des inventaires ÉPON alors qu'elles ont été observées à plusieurs points d'écoute lors des inventaires exhaustifs. Il s'agit, par exemple, du Pluvier kildir, de la Sturnelle des prés, du Bruant des prés, du Vacher à tête brune et de l'Alouette cornue.

Tendances démographiques des oiseaux champêtres

Les densités moyennes des 28 espèces d'oiseaux champêtres observées lors des inventaires ÉPON sur les 65 points d'écoute ciblés (13/route) ainsi que sur l'ensemble des 5 routes sont présentées au

tableau 3 et ce, pour les périodes 1972-1979 et 1980-1992. On note que les espèces les plus abondantes étaient le Carouge à épaulettes, l'Étourneau sansonnet et le Moineau domestique tandis que le Bruant vespéral, la Maubèche des champs et la Crécerelle d'Amérique ont rarement été observés. Des hausses et des baisses importantes d'effectifs de certaines espèces ont été détectées entre les années '70 et '80 et ce, tant à partir des sous-ensembles de 13 points qu'en utilisant l'ensemble des 50 points des 5 routes. Le Goéland à bec cerclé, la Tourterelle triste, le Pigeon biset, la Corneille d'Amérique et la Paruline jaune ont vu leurs effectifs augmentés fortement au cours de cette période tandis que le Bruant vespéral, le Vacher à tête brune, la Sturnelle des prés, l'Hirondelle des granges, l'Hirondelle à front blanc et le Bruant des prés ont montré des baisses importantes de leurs effectifs dans les années '80.

Les variations relatives des effectifs des 28 espèces d'oiseaux champêtres détectées avec seulement 13 points d'écoute typiquement agricoles tirés de chacune des routes ou avec les données récoltées sur l'ensemble des 50 points d'écoute sont très semblables (figure 1), la majorité des espèces se distribuant le long de la bisectrice qui divise la figure en deux. Les quelques espèces qui s'en éloignent, dont la Maubèche des champs et la Crécerelle d'Amérique, affichent de faibles densités de sorte qu'une légère fluctuation des effectifs peut se traduire par une variation relative exagérément prononcée. Pour la majorité des espèces, il est donc possible de détecter des changements relatifs de densités de même magnitude en utilisant soit un échantillon de points d'écoute (n=13) par route ou l'ensemble des points d'écoute de chacune des routes (n=50).

La significativité statistique des changements d'effectifs survenus entre les années '70 et '80 selon les quatre approches différentes montre que le nombre de tendances significatives ($p < 0,05$) augmente selon la taille de l'échantillon. Il passe en effet de 3 espèces montrant des fluctuations significatives lorsque la route est l'unité de comparaison (n=5) avec les données provenant de 13 points d'écoute, à 12 espèces montrant des fluctuations significatives lorsque l'unité de comparaison est le point d'écoute (n=65). Ce résultat était quelque peu prévisible en raison de la

théorie statistique qui veut que le nombre de résultats significatifs pour une analyse donnée augmente avec la taille des échantillons. Toutefois, lorsque la route est l'unité de comparaison ($n=5$), on détecte un plus grand nombre de tendances significatives (7 vs 3 espèces) lorsque tous les points de la route sont intégrés à l'analyse plutôt qu'un sous-échantillon de 13 points par route. Toutes les tendances significatives détectées lorsque la route constitue l'unité de comparaison le sont également lorsque l'unité de comparaison est soit le segment de 10 points ($n=25$) ou soit le point d'écoute ($n=65$). C'est le cas des effectifs de la Corneille d'Amérique, du Goéland à bec cerclé, du Pigeon biset, de la Paruline jaune et de la Tourterelle triste, des espèces à la hausse, ainsi que ceux de l'Hirondelle des granges et de la Sturnelle des prés, des espèces qui montrent une tendance à la baisse. Des baisses significatives des densités du Bruant des prés, du Bruant vespéral, du Carouge à épaulettes, du Pluvier kildir et du Vacher à tête brune ont été détectées en utilisant le point d'écoute comme unité de comparaison, mais ne l'ont pas été en utilisant la route comme unité de comparaison. Les effectifs du Bruant chanteur et du Tyran tritri montrent par ailleurs une légère tendance à la hausse ($p < 0,10$) lorsque l'on utilise le point d'écoute plutôt que la route comme unité de comparaison.

Nous avons comparé les tendances détectées en utilisant le point d'écoute comme unité de comparaison avec celles rapportées pour les mêmes espèces dans d'autres études effectuées dans l'est de l'Amérique du Nord (Collins et Wendt 1989; Falardeau et DesGranges 1991; PeterJohn et Sauer 1993) (tableau 4). Les espèces ont été regroupées selon que leurs effectifs sont considérés être à la hausse, stables, ou à la baisse, la tendance reconnue étant celle rapportée par au moins deux des trois études pré-citées. Sur les 8 espèces reconnues être à la hausse, nous avons réussi à confirmer statistiquement cette tendance chez 5 espèces (GBC, TOT, PBI, PJA, COA) alors que les 3 autres espèces (MCH, HBI, MAM) affichent une tendance à la hausse qui n'est toutefois pas significative. On a par ailleurs confirmé la stabilité de 9 des 12 espèces qualifiées de stables (ACO, CRA, ONO, TYT, GOG, BFA, MDO, HRI, HFB), les 3 autres espèces (CEP, PKI, HGR) affichant plutôt une baisse significative de leurs effectifs sur nos points d'écoute. Il faut toutefois

souligner que les effectifs de ces 3 espèces présentent un patron similaire puisque ces espèces montraient une hausse de leurs densités dans les années '70 suivie d'un déclin prononcé dans les années '80 (Jobin *et al.* 1994a). Enfin, nous observons une baisse des effectifs chez 4 (SPR, BPR, VTB, BVE) des 8 espèces dont la baisse est bien documentée. Quant aux 4 autres espèces (BCH, CJA, ESA, QBR), elles ne semblent pas avoir subi de changements significatifs de leurs densités sur nos points d'écoute. Les densités de ces 4 espèces, dont 3 (BCH, ESA, QBR) sont associées aux friches, sont néanmoins supérieures durant les années '80 à celles mesurées durant les années '70.

DISCUSSION

Comparaison des inventaires exhaustifs et des inventaires ÉPON

Les résultats des deux types d'inventaire indiquent clairement que la richesse spécifique et l'abondance de l'avifaune détectées lors des inventaires exhaustifs (20 minutes) sont de beaucoup supérieures à celles mesurées lors des inventaires ÉPON (3 minutes). Par ailleurs, les indices de similarité de Sorenson calculés pour chaque route montrent que la détectabilité des espèces champêtres détectées à un point d'écoute varie grandement entre les deux inventaires. La durée des inventaires et la superficie couverte par les observateurs peuvent expliquer les faibles indices de similarité obtenus.

La durée des inventaires ÉPON n'étant que de 3 minutes comparativement à 20 minutes pour les inventaires exhaustifs, il est probable que plusieurs espèces discrètes passent inaperçues lors des inventaires ÉPON. Leur taux de détection devrait normalement augmenter lorsque la durée des inventaires est 7 fois plus longue, comme c'était le cas pour les inventaires exhaustifs. C'est probablement ce qui s'est produit dans le cas de la Maubèche des champs, du Vacher à tête brune et de l'Alouette cornue dont le rythme du chant est lent en plus d'être habituellement de faible

intensité. D'autres espèces très mobiles comme les hirondelles et le Chardonneret jaune se déplacent beaucoup de sorte qu'elles peuvent être momentanément absentes du point d'écoute lors des inventaires ÉPON. Certains individus peuvent par contre avoir été comptés à plus d'une reprise lors des inventaires exhaustifs ce qui pourrait expliquer en partie le nombre plus élevé d'individus observés dans ces inventaires.

Par ailleurs, bien que les deux types d'inventaires couvraient théoriquement la même superficie à chaque point d'écoute (0,5 km²), le potentiel de détection des espèces discrètes a été considérablement accru lors des inventaires exhaustifs puisque l'observateur se déplaçait le long de la route qui traversait le point d'écoute, ce qui n'est pas possible dans le cas d'ÉPON vu la courte période de recensement à chacun des arrêts. En se rapprochant des oiseaux éloignés du centre du point d'écoute, on augmente considérablement les chances de les détecter. Le nombre de bâtiments de ferme et d'habitations examinés est ainsi plus élevé dans le cas des inventaires exhaustifs, ce qui contribue également à augmenter les probabilités de détecter les espèces associées à ces structures telles le Pigeon biset, l'Hirondelle des granges, le Moineau domestique, et le Quiscale bronzé (Jobin *et al.* 1994a). Soulignons à cet égard que les espèces associées aux bâtiments sont habituellement sur-représentées dans les inventaires ÉPON du fait que le trajet des routes ÉPON suit obligatoirement le réseau routier (Bystrak 1981). À l'inverse, certaines espèces peuvent être sous-représentées dans ce type d'inventaire vu qu'elles fréquentent des habitats particuliers qui sont souvent peu communs le long des routes comme par exemple les marais et les falaises (Bystrak 1981).

La plupart des routes ont été inventoriées à des dates plus tardives lors des inventaires ÉPON que lors des inventaires exhaustifs, la seule exception étant la route de Lacolle où les deux inventaires ont été faits la même journée. Comme les mâles de la plupart des espèces de passereaux diminuent leur rythme de chant ou arrêtent complètement de chanter suite à l'accouplement, les inventaires

ÉPON effectués à des dates tardives ont pu se traduire par une baisse marquée du nombre total d'espèces détectées.

Un indice de similarité exceptionnellement faible peut également indiquer que les inventaires n'ont pas été effectués exactement aux mêmes endroits. La distance entre les points d'écoute étant mesurée avec l'odomètre de la voiture, elle peut varier légèrement entre les automobiles des différents participants. Bien que plusieurs bénévoles ÉPON utilisent des points de repère pour localiser les points d'écoute année après année, un simple décalage de quelques mètres à chaque déplacement pourrait se traduire par une erreur non négligeable au bout du trajet de 40 km qui inclut les 50 points d'écoute. Enfin, malgré que les sept routes choisies aient été parcourues par des observateurs qualifiés, il se peut que les différences constatées entre les inventaires ÉPON et les inventaires exhaustifs tiennent, en partie, à l'expertise variable des différents observateurs.

Selon le concept de précision des méthodes de dénombrement (Scherrer 1984), il semble que la méthode d'inventaire ÉPON puisse être qualifiée de très sensible car les individus présents à chaque point d'écoute peuvent être détectés individuellement lors des inventaires. La méthode manque toutefois de justesse puisque la richesse spécifique et l'abondance de l'avifaune sont systématiquement sous-évaluées vu les nombreux facteurs qui peuvent influencer la détectabilité des différentes espèces. Comme ces biais affectent de façon équivalente l'ensemble des résultats, les problèmes associés à ce manque de justesse ne devraient pas empêcher l'utilisation des données ÉPON, surtout lorsque les comparaisons qui sont faites impliquent l'ensemble des arrêts d'un grand nombre de routes.

Tendances démographiques des oiseaux champêtres

Les changements relatifs des effectifs des 28 espèces d'oiseaux champêtres ont été très similaires en utilisant soit un échantillon de points d'écoute (13 points par route) ou l'ensemble des points

d'écoute de chacune des routes (50 par route). Rappelons que toutes les routes étaient situées dans des régions fortement agricoles et la sélection des points d'écoute était basée sur le degré d'hétérogénéité du paysage. La superficie agricole des points d'écoute non sélectionnés était toutefois, dans la très grande majorité, très élevée mais ces derniers ont été écartés de la sélection en raison de la présence sporadique des habitats autres que ceux typiquement agricoles ce qui conférait à ces points un statut médian entre les points classés homogènes et hétérogènes. Il n'est donc pas surprenant de constater que les tendances soient similaires entre les deux scénarios puisque les habitats agricoles dominaient le paysage dans les deux cas.

Une hausse d'effectifs sur les points d'écoute sélectionnés et sur l'ensemble de la route indiquerait que les points d'écoute où sont présents les habitats préférentiels des espèces étudiées peuvent supporter une plus grande densité d'individus de l'espèce à l'étude ou que la superficie de ces habitats s'est accrue au cours des ans. Cette situation s'applique à certaines espèces telles le Pigeon biset et la Tourterelle triste qui auraient profité de l'expansion urbaine observée le long des routes étudiées (Caron *et al.* 1986; Jobin *et al.* 1994a). À l'opposé, les effectifs de la Sturnelle des prés, du Bruant des prés, du Vacher à tête brune et du Bruant vespéral sont en baisse sur les points d'écoute sélectionnés de même que sur l'ensemble des points d'écoute des routes. Il faut donc conclure que les habitats préférentiels utilisés pour la nidification et/ou l'alimentation de ces espèces ont été éliminés ou que la qualité de ces derniers a été réduite ce qui a alors pu affecter leurs populations. La diminution du nombre de fermes laitières, et par conséquent les pâturages et les fourrages, des régions agricoles du Québec depuis 25 ans pourrait expliquer en partie la baisse des effectifs de ces espèces qui fréquentent ces habitats (Jobin *et al.* 1994a).

Certaines espèces ont montré des tendances démographiques sur les points d'écoute ciblés qui sont différentes de celles observées sur l'ensemble des points des routes. C'est le cas notamment du Bruant chanteur, de l'Étourneau sansonnet et du Quiscale bronzé, trois espèces associées aux friches, qui montraient une stabilité de leurs effectifs sur les points d'écoute sélectionnés alors que

deux des trois études portant sur les données ÉPON ont conclu que les populations de ces espèces étaient à la baisse (tableau 4). Or, la superficie couverte par les friches sur les points d'écoute sélectionnés est demeurée sensiblement la même au cours des 25 dernières années (Jobin *et al.* 1994a). D'autre part, l'importance du couvert forestier sur les points d'écoute non sélectionnés suggère que ces derniers offrent probablement moins de potentiel pour l'agriculture. On peut donc supposer que plusieurs des friches qui étaient autrefois présentes sur ces points d'écoute n'ont probablement pas été remises en culture mais se sont plutôt transformées en jeunes forêts peu propices aux espèces susmentionnées qui sont typiques des milieux arbustifs (voir Downes 1994).

D'autres espèces comme la Maubèche des champs, l'Hirondelle bicolore et le Merle d'Amérique affichent une stabilité de leurs effectifs sur les points d'écoute sélectionnés au cours de la période 1972-1992 tandis qu'elles sont en hausse le long des routes ÉPON. Il se peut donc que les habitats préférentiels de ces espèces soient saturés, ce qui aurait pour effet de forcer certains individus à coloniser les habitats de moindre qualité situés sur les autres points d'écoute (Svardson 1949). Ceci pourrait donc entraîner une hausse des populations de ces espèces sur l'ensemble des points des routes. Par ailleurs, les effectifs du Carouge à épaulettes, du Pluvier kildir et de l'Hirondelle des granges sont en baisse dans l'échantillon de points d'écoute mais montrent une stabilité sur l'ensemble des points d'écoute. Les habitats préférentiels de ces espèces sur les points d'écoute sélectionnés auraient donc subi certaines modifications au cours des ans mais les populations globales de ces espèces auraient été peu affectées en raison de l'ubiquité de ces espèces qui fréquentent différents habitats agricoles en période de nidification (Jobin *et al.* 1994a).

Pour les besoins de cette étude, nous avons sélectionné des points d'écoute comportant majoritairement des habitats agricoles. Il ne s'agissait donc pas d'un échantillonnage purement aléatoire mais plutôt d'une sélection dirigée de sites d'inventaire en fonction des objectifs de l'étude. Les fluctuations des populations de plusieurs espèces présentes sur les points d'écoute retenus étant semblables à celles détectées dans les études de Collins et Wendt (1989), de Falardeau

et DesGranges (1991) et de PeterJohn et Sauer (1993) qui utilisaient des données recueillies sur l'ensemble des arrêts des routes ÉPON donc présentant des habitats variés, nous croyons que notre méthode utilisant un échantillon de points d'écoute peut servir à évaluer les tendances des populations d'oiseaux.

Des tendances démographiques divergentes observées chez certaines espèces au cours de ces études pourraient s'expliquer par l'analyse de données d'inventaires couvrant des périodes différentes. Trois espèces (Carouge à épaulettes, Pluvier kildir, Hirondelle des granges) ont montré une baisse d'effectifs dans notre étude alors que les tendances observées lors des autres études effectuées avec les données ÉPON montraient une stabilité de leurs populations. Selon Jobin *et al.* (1994a), ces trois espèces ont montré des tendances similaires depuis 25 ans soit une hausse dans les années '70 suivie d'une baisse dans les années '80. Or, la période d'étude de Collins et Wendt (1989) s'étendait de 1966 à 1983 alors que celle de Falardeau et DesGranges (1991) allait de 1970 à 1986 (tableau 4). Ces études utilisaient donc des données recueillies majoritairement durant la période où les effectifs étaient à la hausse et ignorent en bonne partie les années où le déclin s'amorçait ce qui pourrait expliquer les tendances démographiques différentes que nous avons constatées chez ces espèces.

Le point d'écoute comme unité de base

L'utilisation du point d'écoute comme unité de base pour étudier les tendances démographiques des oiseaux nicheurs peut être très avantageuse. La superficie restreinte du point d'écoute (0,5 km²) comparée à celle couverte par une route ÉPON (25 km²) offre la possibilité d'étudier en détail la disponibilité des habitats fréquentés par les oiseaux. En sélectionnant des points d'écoute en fonction de certains critères d'habitats, il est possible d'étudier les relations entre les habitats disponibles et les oiseaux qui les fréquentent en ne retenant dans l'analyse que les points d'écoute qui rencontrent des critères d'habitats particuliers. Par exemple, pour leur étude des relations entre

les fluctuations des populations d'oiseaux champêtres et celles des habitats qu'ils fréquentent, Jobin *et al.* (1994a) ont sélectionné des arrêts très majoritairement agricoles à partir d'un examen des cartes forestières et de photographies aériennes couvrant ces points. Il leur a alors été possible de mettre en relation les changements survenus au paysage rural des milieux agricoles québécois à ceux survenus aux populations d'oiseaux champêtres en utilisant les résultats d'inventaires effectués à des arrêts particuliers de certaines routes ÉPON parcourues depuis 25 ans et par l'interprétation de photos aériennes prises dans les années '60 et '80. D'autres études visant à étudier les changements survenus aux populations d'oiseaux des habitats forestiers ou urbains pourraient également être entreprises à partir des données récoltées dans le cadre du projet ÉPON. Outre les cartes forestières et les photographies aériennes, les images satellites pourraient être utilisées pour mesurer les modifications d'habitats qui sont survenues plus récemment ou qui surviendront dans le futur.

D'autres types de relations peuvent également être étudiées comme l'ont fait Jobin *et al.* (1994a) en associant les tendances démographiques des oiseaux champêtres aux changements des pratiques culturelles survenus à certains arrêts ÉPON par l'étude d'un questionnaire distribué aux agriculteurs qui exploitent les terres traversées par les routes ÉPON. On peut facilement imaginer que cette approche puisse être étendue à l'étude d'autres types de phénomènes susceptibles d'influencer la fréquentation de certains milieux par les oiseaux comme, par exemple, la pollution par le bruit ou la hausse des dérangements humains.

L'utilisation du point d'écoute comme unité de base n'est certainement pas sans comporter certaines contraintes. Tout d'abord, les résultats des inventaires ÉPON ne sont disponibles sur format numérique que par segments de 10 points d'écoute. Il faut donc s'adresser au bureau de coordination ÉPON pour obtenir les données de base de chacun des inventaires, puis informatiser ces données manuscrites. Par ailleurs, la sélection des points d'écoute par choix raisonné va à l'encontre de la prémisse de base de la majorité des tests statistiques qui exige que les données

soient récoltées aléatoirement. Cela a pour effet de limiter le nombre de tests statistiques qui peuvent servir à évaluer les tendances démographiques des oiseaux.

Malgré que les tendances décelées à partir de données d'inventaire se rapportant à des arrêts particuliers se soient avérées être sensiblement les mêmes que celles observées lors de l'analyse des données ÉPON à grande échelle, nous croyons que cette dernière façon d'étudier les tendances démographiques reste encore la plus valable. L'analyse des données ornithologiques se rapportant à des arrêts ÉPON particuliers ne devrait servir qu'à compléter des études orientées prioritairement sur les facteurs qui régissent la sélection de l'habitat chez les oiseaux. Les liens établis entre l'évolution de ces facteurs et les changements des populations d'oiseaux, bien que très utiles régionalement, ne devraient pas être extrapolés à des secteurs géographiques beaucoup plus vastes que ceux où les études ont été réalisées.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les nombreux bénévoles qui ont pris part aux inventaires ÉPON. Les données ÉPON ont été obtenues par l'intermédiaire de André Cyr, Jean Gauthier, Bruce PeterJohn, Sam Droege et Connie Downes. Nous remercions également Brian T. Collins pour ses judicieux conseils au niveau des analyses statistiques et pour ses commentaires d'une version préliminaire de ce manuscrit. Les fonds nécessaires au déroulement de ce projet proviennent du programme «Pest Fund» de la division conservation et protection d'Environnement Canada, dirigé par le «Pesticide Program Management Comity».

RÉFÉRENCES

- BYSTRAK, D. 1981. The North American breeding bird survey. p. 34-41 in C.J. Ralph et J.M. Scott (editors). Estimating numbers of terrestrial birds. Stud. Avian Biol. 6.
- CARON, M., R. Ouellet et M. Lepage. 1986. La situation de la Tourterelle triste au Québec. Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche, Direction de la faune terrestre, Service de la petite faune. 37 p.
- COLLINS, B.T. 1990. Using rerandomizing tests in route-regressions analysis of avian population trends. p. 63-70. in Sauer, J.R. and S. Droege (editors). Survey designs and statistical methods for the estimation of avian population trends. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report 90(1). 166 p.
- COLLINS, B.T. et J.S. Wendt. 1989. The breeding bird survey in Canada 1966-1983: Analysis of trends in breeding bird populations. Canadian Wildlife Service Technical Report no. 75. 81 p.
- DOWNES, C.M. 1994. Population trends of songbirds in three habitats between 1966-1990. BBS Canada - A newsletter for cooperators in the breeding bird survey in Canada. Vol. 4 No. 1. p. 2-4.
- DROEGE, S. 1990. The North American breeding bird survey. p. 1-4. in Sauer, J.R. and S. Droege (editors). Survey designs and statistical methods for the estimation of avian population trends. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report 90(1). 166 p.
- ERSKINE, A.J. 1978. The first ten years of the cooperative breeding bird survey in Canada. Can. Wildl. Serv. Report Series no. 42. 61 pp.
- ERSKINE, A.J., B.T. Collins, E. Hayakawa and C. Downes. 1992. The cooperative breeding bird survey in Canada, 1989-91, Progress Notes 199. Canadian Wildlife Service.
- FALARDEAU, G. et J.L. DesGranges. 1991. Sélection de l'habitat et fluctuations récentes des populations d'oiseaux en milieu agricole du Québec. Can. Field Nat. 105(4): 469-482.

- GEISSLER, P.H. et J.R. Sauer. 1990. Topics in route-regression analysis. p. 54-57. in Sauer, J.R. and S. Droege (editors). Survey designs and statistical methods for the estimation of avian population trends. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report 90(1). 166 p.
- JOBIN, B., J.L. DesGranges, N. Plante et C. Boutin. 1994a. Relations entre la modification du paysage rural, les changements de pratique agricole et les fluctuations des populations d'oiseaux champêtres du sud du Québec. Gauthier & Guillemette consultants inc. pour Environnement Canada. Série de rapports techniques No 191. Service canadien de la faune, région de Québec. Sous presse.
- JOBIN, B., C. Boutin, J.L. DesGranges et N. Plante. 1994b. Pratiques culturelles et habitats fauniques dans les milieux agricoles du Québec méridional. Gauthier & Guillemette consultants inc. pour Environnement Canada. Série de rapports techniques. Service canadien de la faune, Centre national de la recherche faunique. Sous presse.
- LEGENDTRE, L. et P. Legendre. 1984. Écologie numérique. Tome 2. La structure des données écologiques. Presses de l'université du Québec, Québec, Canada. 335 p.
- MOSES, L.E. et D. Rabinowitz. 1990. Estimating (relative) species abundance from route counts of the breeding bird survey. p. 71-79. in Sauer, J.R. and S. Droege (editors). Survey designs and statistical methods for the estimation of avian population trends. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report 90(1). 166 p.
- PETERJOHN, B.G. et J.R. Sauer. 1993. North American breeding bird survey annual summary 1990-1991. Bird Populations 1:1-15.
- RALPH, C.J. et J.M. Scott. 1981. Estimating numbers of terrestrial birds. Studies in avian biology No. 6. Allen Press, inc., Lawrence, Kansas. 630 p.
- ROBBINS, C.S., D. Bystrak et P.H. Geissler. 1986. The breeding bird survey: its first fifteen years, 1965-1979. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. 196 p.
- SAUER, J.R. et S. Droege. 1990. Survey designs and statistical methods for the estimation of avian population trends. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report 90(1). 166 p.

SAUER, J.R. et P.H. Geissler. 1990. Estimation of annual indices from roadside surveys. p. 58-62. in Sauer, J.R. and S. Droege (editors). Survey designs and statistical methods for the estimation of avian population trends. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report 90(1). 166 p.

SCHERRER, B. 1984. Biostatistique. Gaétan Morin, éditeur. Chicoutimi, Québec. 850 p.

SVARDSON, G. 1949. Competition and habitat selection in birds. *Oikos* 1: 157-174.

Tableau 1: Conditions météorologiques, nombre moyen d'espèces champêtres observées*, pourcentage moyen d'espèces détectées dans les inventaires ÉPON et dans les inventaires de juin 1992 et indice de similarité de Sorenson calculé pour les inventaires de juin 1992 et les inventaires ÉPON de la même année

Route	Nombre de points	Inventaire	Date	Temp. (°C)	Vent**	Ciel***	Nombre moyen d'individus		Nombre moyen d'espèces*		% moyen de juin 92 vu par ÉPON		% moyen de ÉPON vu par juin 92		Indice de Sorenson	
							moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Eardley	13	Juin 92	12/6/92	10	1	V	50,0	(26,8)	12,2	(2,0)	39,2	(20,6)	65,0	(18,2)	46,2	(21,0)
		ÉPON	14/6/92	16	3	V	19,5	(10,5)	7,5	(3,3)						
Ham Sud	6	Juin 92	16/6/92	8	2	C	60,5	(15,7)	14,0	(3,0)	28,8	(10,7)	78,1	(14,2)	40,8	(11,3)
		ÉPON	25/6/92	16	1	T	9,7	(1,6)	5,0	(1,3)						
Lacolle	13	Juin 92	14/6/92	15	2	V	91,1	(39,7)	13,5	(2,8)	25,0	(12,6)	71,2	(32,5)	35,7	(17,1)
		ÉPON	14/6/92	21	3	C	14,0	(7,1)	4,8	(1,8)						
St-Antoine	11	Juin 92	2/6/92	8	1	B	61,2	(18,2)	14,9	(2,5)	39,3	(23,7)	75,6	(17,5)	48,0	(23,6)
		ÉPON	8/7/92	10	1	C	19,2	(11,7)	7,5	(3,9)						
St-Célestin	13	Juin 92	9/6/92	13	2	V	72,7	(46,3)	13,6	(3,4)	26,9	(11,9)	69,1	(23,4)	36,9	(13,6)
		ÉPON	3/7/92	10	2	V	15,7	(7,7)	5,6	(2,5)						
Ste-Marguerite	13	Juin 92	4/06 et 17/06	11 et 15	2 et 3	T et C	87,6	(29,8)	13,8	(2,7)	46,5	(16,0)	73,6	(17,1)	54,0	(15,5)
		ÉPON	11/6/92	12	2	V	21,3	(12,7)	8,9	(3,5)						
Verchères	13	Juin 92	10/6/92	9	3	C	65,3	(31,9)	13,5	(3,2)	51,8	(14,2)	72,6	(13,6)	58,9	(12,5)
		ÉPON	11/6/92	7	2	C	16,5	(5,7)	9,3	(2,0)						

* Seules 26 espèces typiques des milieux champêtres sont incluses dans ces comparaisons (voir tableau 2)

** C: Clair, V: Variable, T: Couvert, B: Brumeux

*** 1: 0-1 km/hre, 2: 1-5 km/hre, 3: 6-11 km/hre

Tableau 2: Constance des 28 espèces d'oiseaux champêtres dans les 82 points d'écoute et succès de détection lors de chacun des deux types d'inventaire

Espèce	Nom latin	Proportion (%) et nombre (n) de points d'écoute où l'espèce a été vue en 1992 * (constance)		Proportion (%) et nombre (n) de points d'écoute où l'espèce a été vue en 1992 lors des inventaires exhaustifs **		Proportion (%) et nombre (n) de points d'écoute où l'espèce a été vue en 1992 lors des inventaires ÉPON **	
Carouge à épaulettes (CEP)	<i>Agelaius phoeniceus</i>	100,0	(82)	98,8	(81)	62,2	(51)
Bruant chanteur (BCH)	<i>Melospiza melodia</i>	96,3	(79)	97,5	(77)	64,6	(51)
Étourneau sansonnet (ESA)	<i>Sturnus vulgaris</i>	96,3	(79)	93,7	(74)	55,7	(44)
Merle d'Amérique (MAM)	<i>Turdus migratorius</i>	90,2	(74)	89,2	(66)	62,2	(46)
Bruant des prés (BPR)	<i>Passerculus sandwichensis</i>	87,8	(72)	94,4	(68)	33,3	(24)
Goglu (GOG)	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	85,4	(70)	92,9	(65)	31,4	(22)
Corneille d'Amérique (COA)	<i>Corvus brachyrhynchos</i>	82,9	(68)	60,3	(41)	79,4	(54)
Quiscale bronzé (QBR)	<i>Quiscalus quiscula</i>	80,5	(66)	95,5	(63)	54,5	(36)
Hirondelle des granges (HGR)	<i>Hirundo rustica</i>	74,4	(61)	85,2	(52)	47,5	(29)
Chardonneret jaune (CJA)	<i>Carduelis tristis</i>	69,5	(57)	86,0	(49)	42,1	(24)
Moineau domestique (MDO)	<i>Passer domesticus</i>	67,1	(55)	90,9	(50)	30,9	(17)
Pluvier kildir (PKI)	<i>Charadrius vociferus</i>	67,1	(55)	87,3	(48)	38,2	(21)
Hirondelle bicolore (HBI)	<i>Tachycineta bicolor</i>	65,9	(54)	83,3	(45)	50,0	(27)
Tyran tritri (TYT)	<i>Tyrannus tyrannus</i>	64,6	(53)	86,8	(46)	30,2	(16)
Paruline jaune (PJA)	<i>Dendroica petechia</i>	57,3	(47)	91,5	(43)	31,9	(15)
Vacher à tête brune (VTB)	<i>Molothrus ater</i>	50,0	(41)	82,9	(34)	19,5	(8)
Goéland à bec cerclé (GBC)	<i>Larus delawarensis</i>	50,0	(41)	65,9	(27)	48,8	(20)
Pigeon biset (PBI)	<i>Columba livia</i>	48,8	(40)	87,5	(35)	32,5	(13)
Alouette cornue (ACO)	<i>Eremophila alpestris</i>	42,7	(35)	94,3	(33)	20,0	(7)
Sturnelle des prés (SPR)	<i>Sturnella magna</i>	41,5	(34)	91,2	(31)	26,5	(9)
Tourterelle triste (TOT)	<i>Zenaidra macroura</i>	40,2	(33)	81,8	(27)	39,4	(13)
Bruant familier (BFA)	<i>Spizella passerina</i>	31,7	(26)	65,4	(17)	50,0	(13)
Oriole du nord (ONO)	<i>Icterus galbula</i>	22,0	(18)	61,1	(11)	38,9	(7)
Hirondelle de rivage (HRI)	<i>Riparia riparia</i>	18,3	(15)	60,0	(9)	53,3	(8)
Hirondelle à front blanc (HFB)	<i>Hirundo pyrrhonota</i>	12,2	(10)	80,0	(8)	30,0	(3)
Crécerelle d'Amérique (CRA)	<i>Falco sparverius</i>	12,2	(10)	80,0	(8)	20,0	(2)
Maubèche des champs (MCH)	<i>Batrachia longicauda</i>	6,1	(5)	80,0	(4)	20,0	(1)
Bruant vespéral (BVE)	<i>Pooecetes gramineus</i>	3,7	(3)	66,7	(2)	33,3	(1)

* Inclus les résultats des inventaires exhaustifs et des inventaires ÉPON

** Par rapport au nombre de points d'écoute où l'espèce a été vue lors des deux inventaires

Tableau 3: Densité d'oiseaux (nb. d'ind./pt. d'écoute) dans les années '70 et '80: comparaisons des données paires pour 13 et 50 points par route lorsque la route (n=5), le segment de 10 points (n=25) et le point d'écoute (n=65) est l'unité d'analyse

Espèce*									Unité de comparaison			
	13 points/route				50 points/route				route-13 pts (n=5)	route-50 pts (n=5)	segment de 10 arrêts (n=25)	arrêt (n=65)
	1972-1979	1980-1992	diff	% diff	1972-1979	1980-1992	diff	% diff	p value**	p value	p value	p value
ACO	0,14	0,16	0,02	14,3	0,12	0,13	0,01	8,3	0,47	0,08	0,48	0,40
BCH	1,06	1,34	0,28	26,4	1,10	1,25	0,15	13,6	0,22	0,50	<0,01	0,09
BFA	0,23	0,19	-0,04	-17,4	0,24	0,23	-0,01	-4,2	0,69	0,69	0,75	0,97
BFR	1,45	0,90	-0,55	-37,9	1,42	0,96	-0,46	-32,4	0,14	0,08	<0,01	<0,01
BVE	0,05	0,02	-0,03	-60,0	0,05	0,02	-0,03	-60,0	0,14	0,08	0,02	0,02
CEP	6,11	4,30	-1,81	-29,6	5,22	3,63	-1,59	-30,5	0,22	0,14	<0,01	0,01
CJA	0,56	0,68	0,12	21,4	0,54	0,52	-0,02	-3,7	0,22	0,89	0,03	0,74
COA	1,04	1,47	0,43	41,3	1,17	1,59	0,42	35,9	0,04	0,04	<0,01	<0,01
CRA	0,03	0,03	0,00	0,0	0,03	0,02	-0,01	-33,3	0,89	0,50	0,68	0,29
ESA	3,44	3,92	0,48	14,0	3,17	3,13	-0,04	-1,3	0,22	0,69	0,35	0,95
GBC	0,44	1,14	0,70	159,1	0,59	1,35	0,76	128,8	0,04	0,04	<0,01	<0,01
GCG	1,51	1,35	-0,16	-10,6	1,48	1,35	-0,13	-8,8	0,89	0,89	0,95	0,87
HBI	0,26	0,36	0,10	38,5	0,23	0,31	0,08	34,8	0,22	0,35	0,13	0,14
HFB	0,13	0,05	-0,08	-61,5	0,09	0,04	-0,05	-55,6	0,14	0,08	0,07	0,10
HGR	1,48	0,85	-0,63	-42,6	1,23	0,75	-0,48	-39,0	0,04	0,04	<0,01	<0,01
HRI	1,27	0,80	-0,47	-37,0	0,95	0,98	0,03	3,2	0,35	0,69	0,31	0,41
MAM	0,90	0,94	0,04	4,4	0,86	0,91	0,05	5,8	0,28	0,50	0,69	0,39
MCH	0,03	0,06	0,03	100,0	0,05	0,05	0,00	0,0	0,72	0,89	0,06	0,43
MDO	2,84	2,26	-0,58	-20,4	2,32	2,08	-0,24	-10,3	0,50	0,89	0,17	0,48
ONO	0,12	0,12	0,00	0,0	0,10	0,09	-0,01	-10,0	0,89	0,89	0,69	0,93
PBI	0,35	0,70	0,35	100,0	0,25	0,53	0,28	112,0	0,22	0,04	0,01	0,01
PJA	0,17	0,31	0,14	82,4	0,11	0,25	0,14	127,3	0,22	0,04	<0,01	<0,01
PKI	0,59	0,41	-0,18	-30,5	0,50	0,36	-0,14	-28,0	0,22	0,08	0,01	<0,01
QBR	1,51	1,61	0,10	6,6	1,36	1,29	-0,07	-5,1	0,89	0,89	0,57	0,24
SFR	0,40	0,29	-0,11	-27,5	0,39	0,28	-0,11	-28,2	0,35	0,04	0,10	0,02
TOT	0,08	0,20	0,12	150,0	0,09	0,20	0,11	122,2	0,08	0,04	<0,01	<0,01
TYT	0,21	0,21	0,00	0,0	0,18	0,21	0,03	16,7	0,69	0,35	0,85	0,07
VTB	0,66	0,31	-0,35	-53,0	0,55	0,28	-0,27	-49,1	0,22	0,08	0,01	<0,01

* Voir le tableau 2 pour les codes d'espèces

** Wilcoxon signed-rank test for paired samples

Tableau 4: Comparaison des tendances des oiseaux champêtres selon différentes études

Espèce	sud du Québec Falardeau et DesGranges (1970-1986) BBS corrél. de Spearman p value	sud du Québec et de l'Ontario Collins et Wendt (1966-1983) BBS régression p value	Amér. du Nord PeterJohn et Sauer (1966-1991) BBS régression p value	sud du Québec cette étude (1972-1992) BBS (n=65 points) Signed-rank test % diff p value
	E N H A U S S E			
GBC	<0,05 (+)	<0,05 (+)	<0,05 (+)	159,1 <0,01
TOT	<0,05 (+)	<0,05 (+)	n.s	150,0 <0,01
PBI	<0,05 (+)	<0,05 (+)	<0,05 (+)	100,0 0,01
PJA	<0,05 (+)	<0,05 (+)	<0,10 (+)	82,4 <0,01
COA	<0,05 (+)	n.s	<0,10 (+)	41,3 <0,01
MCH	<0,05 (+)	---	<0,05 (+)	100,0 0,43
HBI	n.s.	<0,05 (+)	<0,05 (+)	38,5 0,14
MAM	<0,05 (+)	n.s	<0,05 (+)	4,4 0,39
S T A B L E				
ACO	n.s.	n.s	n.s	14,3 0,40
CRA	n.s.	---	n.s	0,0 0,29
ONO	<0,05 (+)	n.s	n.s	0,0 0,93
TYT	<0,05 (+)	n.s	n.s	0,0 0,07
GOG	n.s.	n.s	<0,05 (-)	-10,6 0,87
BFA	<0,05 (+)	n.s	n.s	-17,4 0,97
MDO	n.s.	n.s	<0,05 (-)	-20,4 0,48
HFI	n.s.	n.s	n.s	-37,0 0,41
HFB	n.s.	---	n.s	-61,5 0,10
CEP	n.s.	<0,05 (+)	<0,05 (-)	-29,6 0,01
PKI	n.s.	n.s	n.s	-30,5 <0,01
HGR	<0,05 (-)	<0,05 (+)	n.s	-42,6 <0,01
E N B A I S S E				
BCH	n.s.	<0,05 (-)	<0,05 (-)	26,4 0,09
CJA	n.s.	<0,05 (-)	<0,05 (-)	21,4 0,74
ESA	<0,05 (-)	<0,05 (-)	<0,05 (-)	14,0 0,95
QBR	<0,05 (-)	<0,05 (-)	<0,05 (-)	6,6 0,24
SPR	n.s.	<0,05 (-)	<0,05 (-)	-27,5 0,02
BPR	<0,05 (-)	<0,05 (-)	n.s	-37,9 <0,01
VTB	<0,05 (-)	<0,05 (-)	<0,10 (-)	-53,0 <0,01
BVE	<0,05 (-)	<0,05 (-)	n.s	-60,0 0,02

Note: Trame foncée: p<0,05; trame pâle: p<0,10

Note: n.s.: non significatif; ---: espèces non traitée

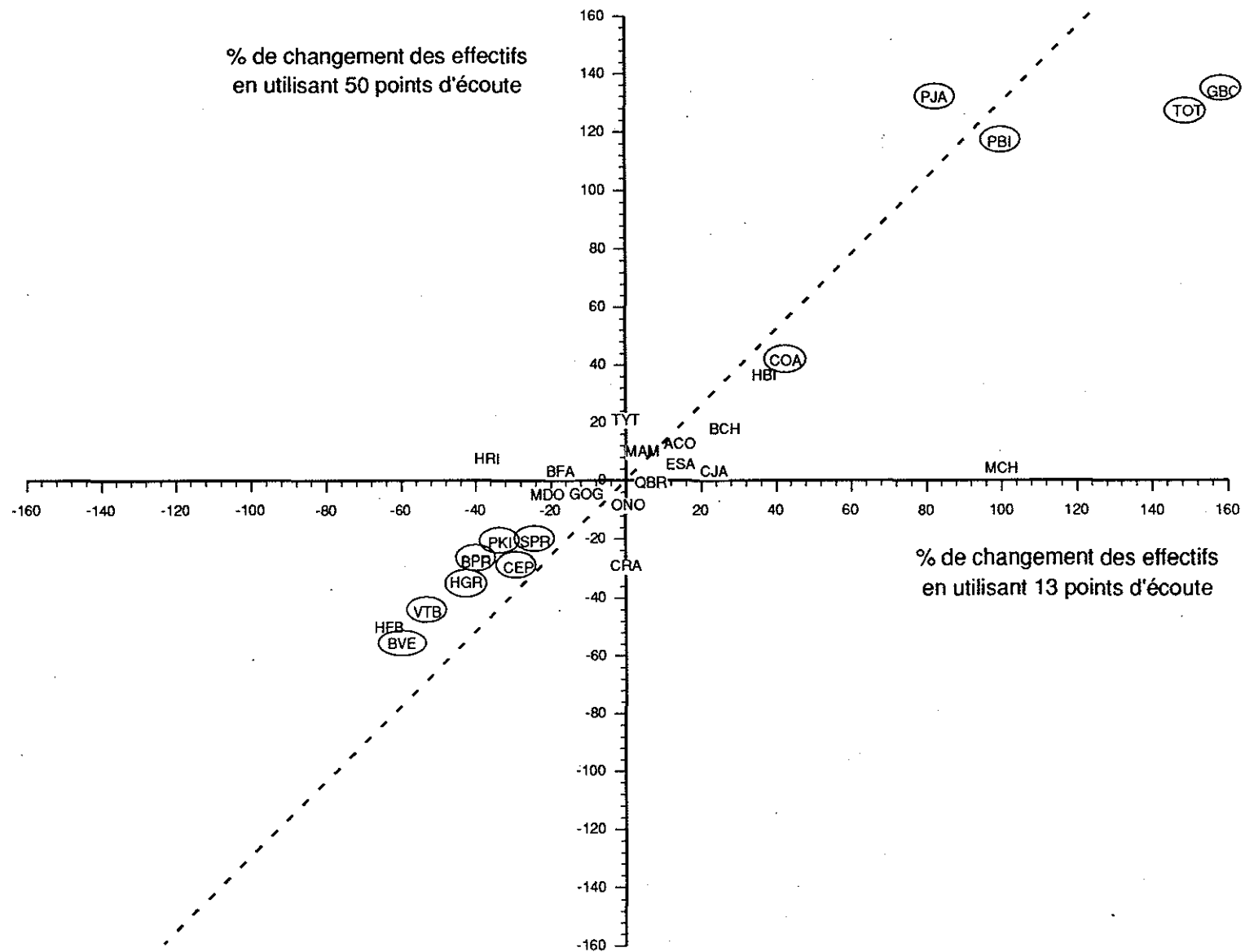


Figure 1: Pourcentage de variation des effectifs des 28 espèces d'oiseaux champêtres le long des 5 routes ÉPON entre les périodes 1980-1992 et 1972-1979 selon que le calcul porte sur 13 ou l'ensemble (50) des points d'écoute de chacune des 5 routes. Les espèces entourées sont celles dont la tendance est significative à $p < 0,05$ pour l'analyse effectuée avec les 65 points d'écoute (13 points X 5 routes).