

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À  
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR  
ANNIE MARINEAU

ÉTUDE DE LA DIVERSITÉ ENTOMOLOGIQUE AU SOL DE BANDES RIVERAINES  
SITUÉES EN ZONES AGRICOLES DANS LE SUD DU QUÉBEC

DÉCEMBRE 2000

1661

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

## RÉSUMÉ

Les bandes riveraines sont des entités écologiques séparant un écosystème aquatique d'un écosystème naturel ou soumis à des activités anthropiques. Elles fragmentent, parfois de façon importante, des habitats essentiels pour le développement d'une faune et d'une flore fréquemment abondantes en espèces. C'est pourquoi ces bordures doivent être appréciées en tant qu'écotones, s'avérant de véritables zones refuges pour de nombreux végétaux et animaux et dans lesquelles il est fort probable de rencontrer des représentants des écosystèmes voisins. Aussi, les biocénoses qui les composent sont susceptibles d'influencer la constitution de la flore et de la faune des écosystèmes voisins.

De plus en plus, on tente de démontrer l'importance de la conservation et de la protection des bandes riveraines dans le but de préserver les bienfaits qu'elles apportent. Malheureusement, cette perception n'est pas réalisée par une majorité de gens, comme certains propriétaires de ce type d'écotone. Ceux-ci sont mal renseignés sur les nombreux rôles écologiques qu'apportent les berges riveraines. Certains comprennent l'importance de ce type d'écotone pour leur effet de consolidation physique du sol, réduisant l'appauvrissement et l'érosion de celui-ci. Par contre, peu d'intérêt est accordé à l'importance des rôles de leur flore et des animaux qui y habitent. En outre, malgré des dispositions légales suggérant aux propriétaires de conserver et de protéger leurs bandes riveraines, celles-ci ne sont pas toujours respectées. Nombreuses sont les raisons invoquées,

telle que la crainte que ces bordures en marge des cours d'eau puissent devenir le lieu privilégié d'espèces d'animaux et de végétaux nuisibles aux cultures joutantes exploitées.

Les bienfaits physiques des bandes riveraines sur la qualité de l'environnement ont été démontrés. Cependant, leur évaluation écologique reste néanmoins sommaire. C'est dans le but de préciser leur apport écologique en milieu agricole qu'un projet visant à évaluer la diversité des insectes de bandes riveraines dans ce type de milieu à été mis sur pied. Celui-ci s'est déroulé dans la région de Nicolet, réputée pour la diversité de ses cultures. Les objectifs spécifiques de cette étude consistaient à inventorier les composantes entomologiques des bandes riveraines, à vérifier l'existence possible d'une entomofaune diversifiée entre des écotones situés en bordure d'un même type de culture ainsi qu'entre bandes riveraines bordant des cultures différentes et finalement à cerner le statut écologique des insectes afin d'en apprécier davantage leurs rôles relativement aux cultures concernées.

Les résultats tirés de cette étude indiquent qu'en général, les arthropodes se distribuent au cours de la saison de façon similaire dans les bandes riveraines en bordure de cultures différentes et ce, tant par leur densité que par leur entité taxinomique. La grande majorité des arthropodes retrouvés dans ces écotones se révèlent par une présence positive en termes économique et écologique. Enfin, les bandes riveraines semblent constituer des écosystèmes privilégiés, plus particulièrement pour quelques groupes d'arthropodes. Suite à ces résultats, le bien-fondé de la protection et de la conservation des bandes riveraines situées en zones agricoles, surtout par leur entomofaune, est en mesure d'être mieux reconnu.

## REMERCIEMENTS

Ce travail n'aurait pu être réalisé sans la précieuse collaboration de nombreuses personnes:

Pour débiter, mes remerciements vont au Dr Jean-Pierre Bourassa du Département de Chimie-Biologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières qui a bien voulu diriger mon projet de recherche. Je lui en suis reconnaissante pour ses conseils judicieux tout au long du projet ainsi que son aide précieuse et sa disponibilité.

Je ne peux passer sous silence la participation du Dr Luc Roseberry et surtout celle du Dr Antoine Aubin qui m'ont fourni de judicieux conseils et commentaires relatifs à l'analyse des résultats et je les en remercie vivement.

De plus, j'aimerais témoigner ma gratitude au Dr Guy Charpentier, au Dr Jean-Pierre Bourassa et au Dr Antoine Aubin qui ont bien voulu me suivre tout au long de ma maîtrise en siégeant sur mon comité de direction et sur mon comité de correction.

J'aimerais également remercier Estelle Lacoursière qui m'a donné une précieuse aide dans l'identification de certains végétaux.

Mes remerciements s'adressent aussi à celles et ceux qui ont participé aux travaux sur le terrain et en laboratoire : Stéphane Cayouette, Martin Beauchesne, Laurent Guignard

et Karen Exertier et spécialement Stéphane Villeneuve. Je remercie de plus Martin Beauchesne pour les photographies réalisées.

Je tiens également à remercier madame Danielle Héroux et messieurs André Bibeau, Richard Couture, François Gouin et Eloi Proulx ainsi que le personnel du groupe SARCEL, qui ont bien voulu collaborer en me permettant d'accéder aux différents sites d'étude.

Cette étude n'aurait également pu avoir lieu sans le support financier des organismes suivants : Environnement Canada, le Ministère de l'environnement et de la faune du Québec, le programme Saint-Laurent 2000 et l'Université du Québec à Trois-Rivières. Je remercie aussi particulièrement le Dr Luc Bélanger d'Environnement Canada et monsieur Marcel Gaucher du Ministère de l'environnement et de la faune du Québec pour leur précieuse collaboration et appui au projet.

Je voudrais de plus dire merci à ma famille et à mes amis pour leur support et leur encouragement tout au long de ce projet.

Finalement, je ne remercierai jamais assez mon Laurent, pour tout ce qu'il a fait pour moi, tout au long de cette expérience parfois tumultueuse. Tant dans les bons moments que dans ceux où l'on ne voit plus toujours le bout du tunnel, il m'a encouragée, soutenue, relevée, et surtout il a cru en moi du début jusqu'à la fin, sans oublier sa collaboration sans borne à toutes les étapes de ma maîtrise.

## TABLE DES MATIERES

	page
RÉSUMÉ.....	ii
REMERCIEMENTS.....	iv
TABLE DES MATIERES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	xi
LISTE DES PHOTOGRAPHIES.....	xiii
LISTE DES ANNEXES.....	xiv
1. INTRODUCTION.....	1
2. REVUE DE LITTÉRATURE.....	3
2.1 Considérations générales.....	3
2.2 Les vertébrés présents dans les bandes riveraines.....	6
2.2.1 Les mammifères en relation avec les bandes riveraines.....	6
2.2.2 Les oiseaux en relation avec les bandes riveraines.....	7
2.2.3 L'herpétofaune et les amphibiens en relation avec les bandes riveraines.....	8
2.2.4 La faune aquatique en relation avec les bandes riveraines.....	9
2.3 Les arthropodes en relation avec les bandes riveraines.....	10
2.3.1 Les bandes riveraines comme brise-vent en relation avec l'entomofaune.....	14
2.3.2 Les insectes et les végétaux.....	15
2.3.3 Etude de cas: la bande écotone en bordure d'autoroutes et les insectes.....	18
2.3.4 Les techniques d'entretien des bandes riveraines et conséquences sur les insectes.....	20
2.3.5 Les arthropodes servant de bioindicateurs.....	22
2.4 Les rôles des bandes riveraines pour le milieu aquatique environnant.....	23

2.4.1	Les avantages des bandes riveraines pour les cours d'eau.....	23
2.4.2	Les bandes riveraines contre l'érosion du sol .....	24
2.4.3	Relations trophiques entre la zone riveraine et le cours d'eau .....	26
2.5	Les largeurs adéquates des bandes riveraines .....	28
2.6	Conclusion .....	30
3	BUTS DE L'ÉTUDE .....	32
4	MÉTHODOLOGIE .....	33
4.1	La région de l'étude.....	33
4.2	Les sites d'échantillonnage .....	34
4.3	Le plan d'échantillonnage .....	39
4.3.1	L'inventaire de l'entomofaune.....	39
4.3.2	L'inventaire végétal .....	42
4.4	Les méthodes d'analyse en laboratoire .....	43
4.5	Analyses statistiques.....	43
5	RÉSULTATS .....	46
5.1	L'inventaire de l'entomofaune .....	46
5.1.1	L'inventaire des arthropodes selon les sites.....	46
5.1.2	L'inventaire des arthropodes en fonction du temps.....	48
5.1.3	La distribution du nombre de familles d'insectes en fonction du temps .....	53
5.1.4	La fréquence d'apparition des principales catégories d'arthropodes....	59
5.1.5	Les principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes retenus.....	63
5.2	Proposition d'une caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne .....	68
6	DISCUSSION .....	73
6.1	L'inventaire de l'entomofaune.....	73
6.1.1	L'inventaire des arthropodes selon les sites.....	73
6.1.2	L'inventaire des arthropodes en fonction du temps.....	74
6.1.3	La distribution du nombre de familles d'insectes en fonction du temps .....	76

6.1.4	La fréquence d'apparition des arthropodes .....	77
6.1.5	Les principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes retenus .....	80
6.1.6	Considérations écologiques et économiques sur les principaux arthropodes, ordre et familles d'insectes retenus .....	81
6.1.7	L'interaction entre les principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes retenus .....	95
6.2	Caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne ..	95
6.3	Quelques exemples démontrant l'utilité des bandes riveraines .....	98
6.3.1	Les araignées à l'intérieur des bandes herbacées à même des champs ..	99
6.3.2	L'entomofaune des bandes riveraines du Québec en relation avec d'autres groupes fauniques .....	99
6.3.3	Bandes riveraines favorisant l'établissement de certains arthropodes considérés utiles au point de vue agricole .....	100
6.4	Le bien-fondé de la protection et du maintien des bandes riveraines en zones agricoles .....	101
7	CONCLUSIONS .....	106
8	RECOMMANDATIONS .....	109
	BIBLIOGRAPHIE .....	111

## LISTE DES TABLEAUX

	page
<b>Tableau 1:</b> Résultats du test de Student-Newman-Keuls sur la répartition du nombre moyen d'arthropodes échantillonnés pour une semaine selon les sites .....	48
<b>Tableau 2:</b> Résultats des tests de corrélation sur le nombre d'arthropodes présents dans les sites juxtaposant des cultures de céréales (B-C-G) en fonction du temps .....	51
<b>Tableau 3:</b> Résultats des tests de corrélation sur le nombre d'arthropodes présents dans les sites juxtaposant des cultures de maïs (D-E-F) en fonction du temps .....	52
<b>Tableau 4:</b> Résultats des tests de corrélation sur la distribution temporelle du nombre d'arthropodes dans les bandes riveraines selon les types de cultures .....	53
<b>Tableau 5:</b> Résultats du test de corrélation sur le nombre moyen de familles d'insectes par site en fonction du temps .....	56
<b>Tableau 6:</b> Résultats du test de corrélation sur les nombres moyens d'arthropodes et de catégories d'arthropodes par site en fonction du temps .....	57
<b>Tableau 7:</b> Résultats du test de corrélation sur les principales catégories d'arthropodes dans les bandes riveraines selon les cultures .....	63

<b>Tableau 8:</b>	Principales catégories d'arthropodes, ordres et familles d'insectes représentés dans les échantillons .....	66
<b>Tableau 9:</b>	Occurrence et considérations écologique et économique des principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes .....	67
<b>Tableau 10:</b>	Caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne pour les sites bordant une culture de céréales (B-C-G) .....	69
<b>Tableau 11:</b>	Caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne pour les sites bordant une culture de maïs (D-E-F) .....	69
<b>Tableau 12:</b>	Caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne pour le site bordant une culture de pommes de terre (A) .....	70
<b>Tableau 13:</b>	Caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne pour l'ensemble des bandes riveraines .....	70

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b>	Répartition du nombre total d'arthropodes échantillonnés selon les sites .....	47
<b>Figure 2 :</b>	Répartition du nombre moyen d'arthropodes échantillonnés pour une semaine selon les sites .....	47
<b>Figure 3 :</b>	Nombre d'arthropodes présents dans les sites juxtaposant des cultures de céréales (B-C-G) en fonction du temps .....	49
<b>Figure 4 :</b>	Nombre d'arthropodes présents dans les sites juxtaposant des cultures de maïs (D-E-F) en fonction du temps .....	49
<b>Figure 5 :</b>	Distribution temporelle du nombre d'arthropodes dans les bandes riveraines selon les types de cultures .....	50
<b>Figure 6 :</b>	Nombre moyen d'arthropodes par site en fonction du temps .....	50
<b>Figure 7:</b>	Nombre de familles d'insectes présentes dans les sites juxtaposant des cultures de céréales (B-C-G) en fonction du temps .....	54
<b>Figure 8 :</b>	Nombre de familles d'insectes présentes dans les sites juxtaposant des cultures de maïs (D-E-F) en fonction du temps .....	54

<b>Figure 9 :</b>	Distribution temporelle du nombre moyen de familles d'insectes dans les bandes riveraines selon les types de cultures .....	55
<b>Figure 10 :</b>	Nombre moyen de familles d'insectes par site en fonction du temps .....	55
<b>Figure 11 :</b>	Nombres moyens d'arthropodes et de familles d'arthropodes par site en fonction du temps .....	58
<b>Figure 12 :</b>	Principales catégories d'arthropodes au site B (céréales) .....	60
<b>Figure 13 :</b>	Principales catégories d'arthropodes au site C (céréales) .....	60
<b>Figure 14 :</b>	Principales catégories d'arthropodes au site G (céréales) .....	60
<b>Figure 15 :</b>	Principales catégories d'arthropodes au site D (maïs) .....	61
<b>Figure 16 :</b>	Principales catégories d'arthropodes au site E (maïs) .....	61
<b>Figure 17 :</b>	Principales catégories d'arthropodes au site F (maïs) .....	61
<b>Figure 18 :</b>	Principales catégories d'arthropodes au site A (pommes de terre) .....	62
<b>Figure 19 :</b>	Principales catégories d'arthropodes dans les bandes riveraines selon les cultures .....	64

## LISTE DES PHOTOGRAPHIES

### Photographies 1 a, b :

Bande riveraine en bordure d'un champ de pommes de terre (site A).....35

### Photographie 2 :

Bande riveraine en bordure d'un champ de céréales (site B).....35

### Photographies 3 a, b :

Bande riveraine en bordure d'un champ de céréales (site C).....35

### Photographie 4 :

Bande riveraine en bordure d'un champ de maïs (site D) .....37

### Photographie 5 :

Bande riveraine en bordure d'un champ de maïs (site E) .....37

### Photographies 6 a, b :

Bande riveraine en bordure d'un champ de maïs (site F) .....38

### Photographies 7 a, b :

Bande riveraine en bordure d'un champ de céréales (site G) .....38

### Photographie 8 :

Disposition en rangée des pièges Multi-Pher® .....41

### Photographies 9 a, b, c :

Piège Multi-Pher® installé au niveau du sol: piège avec entonnoir et  
sans couvercle (a), avec couvercle (b), sans entonnoir (c).....41

## **LISTE DES ANNEXES**

**Annexe A :** Cartes des emplacements des différents sites

**Annexe B :** Disposition des pièges fosses dans les différents sites

**Annexe C :** Disposition des transects végétaux utilisés lors du premier inventaire végétal

**Annexe D :** Listes des différentes familles d'insectes recensées, classées par ordre d'importance numérique selon les différentes bandes riveraines

**Annexe E :** Premier inventaire végétal

**Annexe F :** Deuxième inventaire végétal

## 1. INTRODUCTION

Les bandes riveraines sont des écotones localisés entre un milieu terrestre et aquatique (Downie et *al.*, 1996). Leur richesse, leur productivité biologique élevée ainsi que leur diversité en espèces végétales et animales s'avèrent supérieures à celles de chacun des milieux frontaliers. C'est pourquoi ce type d'écotone, souvent négligé, mérite d'être considéré et protégé (Janauer, 1996 ; Goupil, 1995 ; Spackman et Hughes, 1995).

Depuis plusieurs années, les bandes riveraines du Québec font l'objet d'une législation : « La politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables » (décrets 1980-87, du 22 décembre 1987, et 1010-91, du 17 juillet 1991 et 24 janvier 1996). Celle-ci a pour but de promouvoir les bandes riveraines et d'en assurer leur protection. Elle établit en outre des largeurs minimales aux bandes riveraines à respecter pour divers environnements tels les milieux forestiers, agricoles, urbains et de villégiature.

Cependant, plusieurs agriculteurs sont réticents quant à l'application de cette politique, craignant que des végétaux, des insectes, des oiseaux et même de petits mammifères, présents dans les bandes bordant leurs champs, puissent nuire au développement de leurs cultures. Une connaissance lacunaire des rôles et des fonctions biologiques des bandes riveraines semble être une des causes de ces craintes. Toutefois, un nombre croissant de propriétaires riverains reconnaissent malgré tout le bien-fondé de la protection des rives et des berges. En ce sens, on croit que cette étude leur permettra de mieux connaître l'entomofaune de leurs bandes riveraines.

Une des sources de conflits souvent rencontrées dans la volonté de protection de milieux naturels, tels les bandes riveraines, réside dans les dispositions prises pour leur préservation. Ce fut le cas dans le passé de l'application de politiques visant le maintien de l'intégrité écologique de marécages situés à proximité de zones à vocation agricole (OCDE, 1995).

Au Québec, le programme "St-Laurent Vision 2000" a été instauré entre autres dans le but de trouver des solutions, afin de diminuer les impacts causés par l'agriculture sur des tributaires du fleuve St-Laurent, soit les rivières Boyer, Chaudière, Yamaska et l'Assomption. Les objectifs majeurs visés par ce programme consistaient en la réduction des pesticides, la stabilisation des rives et la préservation des bandes riveraines (Gélinas et *al.*, 1996). Enfin, Environnement Canada, en collaboration avec le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, a élaboré un projet visant à connaître l'importance de l'entomofaune de bandes riveraines situées en zones agricoles dans le sud du Québec, plus précisément dans la région de Nicolet-Sud.

La littérature concernant les bandes riveraines, en particulier sur leur valeur écologique, demeure relativement restreinte, tant au Québec que de par le monde. Effectivement, les composantes biotiques de ces écotones, particulièrement l'entomofaune pouvant s'y retrouver, restent méconnues.

## 2. REVUE DE LITTÉRATURE

### 2.1 Considérations générales

La conservation et le développement naturel des composantes floristiques et fauniques des bandes riveraines apportent aux milieux aquatique et terrestre touchés une meilleure valeur écologique, concourant au maintien de conditions environnementales stables en dépit d'activités humaines, telles l'agriculture et la villégiature. De plus, le statut d'habitat de ces écotones permettant l'accomplissement de cycles vitaux de nombreux organismes qui affectionnent ce type de milieu, contribue au développement d'une biodiversité importante (Gélinas et *al.*, 1996 ; Holland et *al.*, 1991). Aussi, les bandes riveraines permettent de subvenir aux besoins alimentaires et procurent des abris ou des sites de refuge à de nombreuses espèces animales de passage. Ces dernières peuvent alors contribuer à la prédation de divers organismes nuisibles ou aux processus de pollinisation de végétaux, dont ceux des champs cultivés (Hansson, 1998).

Plus de 270 espèces de vertébrés au Québec se retrouvent de façon temporaire ou permanente dans les bandes riveraines au Québec (Gratton, 1989), laissant présager un nombre encore plus élevé d'invertébrés dans ce type de milieu, leur richesse étant encore peu connue. Quant à celle des végétaux, elle a été à peine étudiée. Il s'avère néanmoins que la moitié des plantes menacées ou vulnérables au Québec se retrouvent dans les milieux humides ou riverains (Goupil, 1995). Tout en diminuant les menaces que ces écotones deviennent des abris pour des espèces nuisibles à l'agriculture, la préservation des végétaux

ligneux dans les bandes riveraines soutient la conservation d'une meilleure abondance et d'une diversité faunique plus élevée (Maisonneuve et Rioux, 1998).

Si la connaissance des populations animales et floristiques présentes dans ce type d'écotone reste partielle et plutôt restreinte, on constate cependant que nombreux sont les facteurs qui concourent au développement et au maintien d'une communauté propre aux bandes riveraines. Les dimensions de ces écotones, leur topographie, leurs relations avec les milieux adjacents, la nature de leur sol, ainsi que les conditions environnementales tels que le vent et l'humidité sont certains des ces facteurs. Cependant, la composition et la stratification des végétaux des bandes riveraines apparaissent comme étant deux des facteurs les plus déterminants influençant directement la diversité des organismes qui s'y développent. (Margalef, 1994). La végétation des bordures riveraines influence aussi étroitement l'entomofaune susceptible de s'y développer (Johnson et Beck, 1988). Cette biodiversité pourra fort probablement s'avérer différente de celle des milieux adjacents, tout comme les propriétés physiques et biotiques qui souvent seront uniques dans la bande riveraine.

Les transformations effectuées à l'intérieur des milieux agricoles résultant en des fragmentations et des diminutions de la largeur des bandes riveraines sont susceptibles d'apporter à ces dernières des altérations de leur environnement et par le fait même à leurs diverses composantes. En outre, l'apport de pesticides employés en champs risque également de mettre en péril les végétaux et animaux s'y développant. (Correll, 1991). C'est pourquoi il est primordial d'insister sur l'importance de préserver ce type d'écotone, à

son état naturel, fortement convoité à titre de refuge par de nombreuses espèces soumises à des pressions chimiques, physiques et biologiques dans les milieux joutants (Hansson, 1998).

Les opérations d'aménagement menant à la suppression d'habitats telles les bandes riveraines et conséquemment leurs niches écologiques qu'ils supportent, peuvent avoir des répercussions importantes, de façon directe ou indirecte, sur les processus de pollinisation ou de prédation bénéfiques aux milieux adjacents, dont les cultures (Bouchard et Masseau, 1986). De plus, la fragmentation de ces habitats accroît l'effet de bordure et diminue de façon importante les échanges entre les individus de diverses espèces animales, celles-ci étant davantage confinées à des espaces de plus en plus réduits (Bennett et *al.*, 1994). Parmi ces espèces, ce sont celles endémiques à ce type d'habitat qui en sont les plus affectées (Hill, 1995).

Les bandes riveraines non fragmentées deviennent par contre des corridors notables qui soutiennent les mouvements d'individus et des lieux importants où l'accomplissement des cycles vitaux de nombreuses espèces peut se dérouler. Par le fait même, elles encouragent le brassage des composantes géniques des individus et diminuent les risques d'extinction de certaines populations. (Hill, 1995 ; Gregory et *al.*, 1991).

## 2.2 Les vertébrés présents dans les bandes riveraines

### 2.2.1 Les mammifères en relation avec les bandes riveraines

La conservation d'écotones en bordure des champs, telles les bandes riveraines, est essentielle, permettant le maintien de populations de mammifères, dont celles de petits rongeurs comme la souris sylvestre (*Peromyscus maniculatus*). Même si cette dernière apparaît parfois comme étant nuisible à certaines cultures, il n'en reste pas moins qu'elle peut être importante, comme la souris commune (*Mus musculus*), pour contrôler des espèces d'insectes nuisibles. (Gélinas et *al.*, 1996).

L'effet de bordure sur les petits mammifères peut se remarquer de façon assez évidente dans des bosquets aux coupes anciennes (6-10 ans), mais moins dans ceux de coupes récentes (0-5 ans). Un tel effet se révèle alors par une abondance relativement élevée des populations chez la majorité des espèces recensées. Même si leurs rôles écologiques essentiels en terme de prédateurs ne sont plus à démontrer, il n'en reste pas moins qu'ils demeurent peu étudiés dans ce type d'habitat, entraînant une sous-estimation des effets de bordures sur les milieux adjacents. (Sekgororoane et Dilworth, 1995). Dans une étude réalisée en 1998 au Québec, Maisonneuve et Rioux ont démontré l'importance de la conservation des bandes riveraines pour les petits mammifères, puisqu'ils ont confirmé que plus l'étagement de la végétation de ces écotones était développé, plus l'abondance totale des micromammifères était grande.

### 2.2.2 Les oiseaux en relation avec les bandes riveraines

Les bandes riveraines boisées accueillent une faune avienne diversifiée fréquemment importante en milieu agricole, comme celle constituée par les rapaces et les insectivores (MEF et *al.*, 1996 ; Nabhan, 1985). En 1996, une étude au Québec portant sur l'influence des bandes riveraines sur l'avifaune a été effectuée dans le bassin de la rivière Boyer et a démontré leur importance pour cette dernière. En effet, la conservation de ce type d'écotones, d'autant plus s'ils sont de type boisé, permet de préserver une meilleure diversité aviaire en milieu agricole. Cette étude a en outre démontré que même si l'on retrouve dans les bandes riveraines plusieurs espèces susceptibles de nuire aux cultures, leur abondance à l'intérieur de ces écotones ne change rien à celle présente dans les champs adjacents. (Deschênes et *al.*, 1999).

La structure spatiale et les différentes composantes des écosystèmes, tels les champs et les forêts, ainsi que la nature biotique des bordures, sont d'une plus grande importance, déterminant l'abondance de plusieurs espèces d'oiseaux associées aux terres agricoles par leurs habitudes alimentaires. Généralement, l'abondance de la plupart des espèces est significativement fonction de la longueur de la bordure d'arbustes d'une forêt décidue (Berg et Pärt, 1994). En outre, les diverses études sur les espèces d'oiseaux ont montré que la création ou la conservation de bordures en milieux agricoles pouvait encourager une augmentation de la prédation et un meilleur succès de la reproduction des populations concernées par de tels milieux (Sekgororoane et Dilworth, 1995).

En Suède et dans d'autres pays d'Europe de l'Ouest, plusieurs populations d'espèces d'oiseaux se reproduisant dans les régions agricoles, ont diminué considérablement durant les dernières années, suite à des modifications marquées dans ces régions, telle l'augmentation de l'intensité des exploitations. Cette modernisation des pratiques agricoles a mené à l'apparition d'une homogénéisation du paysage. Cette dernière a conséquemment entraîné la diminution du nombre de bordures importantes pour plusieurs oiseaux s'accouplant ou cherchant de la nourriture dans ces habitats ou dans des habitats résiduels, la plupart étant situées à proximité des forêts.

En effet, une meilleure abondance et une plus grande diversité des végétaux ainsi que des insectes à l'intérieur des habitats de bordure, comparées à celles des champs arables, ont pour effet d'accroître la disponibilité de nourriture pour les oiseaux vivant en milieu agricole. D'autres études ont également mentionné que nombreuses sont les espèces semblant rechercher les bandes riveraines afin de se reproduire. Il apparaît donc essentiel d'étudier l'importance des bandes riveraines comme structures écologiques pouvant supporter plusieurs espèces d'oiseaux. (Berg et Pärt 1994).

### **2.2.3 L'herpétofaune et les amphibiens en relation avec les bandes riveraines**

Les diverses espèces d'amphibiens et de reptiles retrouvées dans les bandes riveraines où elles s'approvisionnent en nourriture et se procurent des zones de refuges peuvent être fortement affectées par les actions diminuant la densité de la végétation et par

le fait même les biomasses d'invertébrés, notamment celle des insectes (Gélinas et *al.*, 1996). Présentement au Québec, deux espèces de l'herpétofaune sont en danger, soit la tortue-molle à épines, qui fait partie des espèces fauniques menacées et la rainette faux-grillon de l'ouest, faisant partie des espèces vulnérables de la province (Ministère du loisir, de la chasse et de la pêche du Québec, 1992).

Les individus de ces populations de vertébrés consomment pour la plupart une quantité considérable d'insectes dont la présence est toujours notoire dans ce type d'écotone. Cependant, les données existantes sur l'importance des bandes riveraines pour l'herpétofaune restent fort restreintes. Une étude au Québec sur ce sujet a révélé que plus les écotones étaient évolués en terme d'étagement végétal, plus la diversité de l'herpétofaune était grande (Maisonneuve et Rioux, 1998).

#### **2.2.4 La faune aquatique en relation avec les bandes riveraines**

Les bandes riveraines exercent des rôles essentiels au niveau de la protection de la qualité de l'eau et de la vie des réseaux aquatiques qu'elles jouxtent. En effet, elles retiennent les substances exogènes, souvent répandues en milieux agricoles, ainsi que les nombreux produits chimiques néfastes aux organismes vivant dans les cours d'eau. Ces écotones assurent de même la création de zones de refuge et servent de support aux populations animales qui recherchent leur nourriture en milieu aquatique. Effectivement, les bandes riveraines créent une plus grande diversité de sources de nourriture pour la faune

habitant le cours d'eau adjacent, en fournissant tant de la matière organique consommée directement dans le milieu aquatique, que des insectes tombés directement dans l'eau et qui avaient préalablement été attirés dans l'écotone.

La couverture végétale bordant les cours d'eau, surtout ceux de petite taille, encourage un développement davantage diversifié des multiples espèces aquatiques. Effectivement, elle leur procure de l'ombre et des zones de tranquillité pour leurs activités, en plus de les préserver de variations trop élevées de la température de l'eau (Osborne et Kovacic, 1993).

### **2.3 Les arthropodes en relation avec les bandes riveraines**

Les bordures de champs sont des habitats potentiels permanents pour les populations d'arthropodes. La distribution de ces dernières ainsi que de leur abondance sont en bonne partie régies par les végétaux s'y retrouvant, qu'ils soient sauvages ou introduits. En effet, la végétation leur fournit une nourriture accessible, des sites de repos, de reproduction et d'hivernation. Par exemple, l'attraction d'arthropodes par certaines espèces de plantes à fleurs peut être favorisée par la densité même de celles-ci (Nishiwaki, 1991). Grâce à la strate végétale des bandes riveraines, certaines espèces d'arthropodes peuvent mener à bien la totalité de leur cycle vital, alors que d'autres recherchent ce type d'habitat pour réaliser certaines étapes de ce cycle. Ainsi, la diversification des végétaux est décisive

pour la nature, l'abondance et la distribution des différentes populations d'arthropodes. (Goupil, 1995).

Les bordures en milieu agricole sont fréquemment considérées comme étant des sites de régulation de populations (Hansson, 1998). En outre, plus l'étagement végétal des bandes riveraines est complexe, plus les micromammifères et les divers insectivores appartenant à l'herpétofaune seront présents et pourront contrôler les populations d'arthropodes, dont celles des insectes nuisant aux cultures (Maisonneuve et Rioux, 1998).

Les bandes riveraines fournissent des sites d'hivernation pour plusieurs arthropodes polyphages (Lys et Nentwig, 1994). Par exemple, certaines espèces de prédateurs efficaces contre les pucerons (Homoptera, Aphididae) ravageant les céréales, hivernent dans les écotones bordant les champs (Sotherton, 1985). Un des facteurs les plus déterminants induisant l'hivernation des arthropodes, dont les prédateurs polyphages, paraît être généralement la biomasse végétale disponible. Par exemple, une bordure avec un faible couvert végétal apportera une densité moindre d'arthropodes (Bürki et Hausammann, 1993). Les populations nombreuses de prédateurs polyphages venant de la population hivernante à l'intérieur des bandes riveraines procurent, tôt dans la saison, de fortes densités d'espèces prédatrices à l'intérieur du champ ayant une importance non négligeable dans le processus de régulation de plusieurs espèces (Lys et Nentwig, 1994).

L'entomofaune des bandes riveraines peut être perturbée et changée si la composition végétale de ces écotones subit des modifications (Bouchard et Masseau, 1986).

Ainsi, l'élimination totale ou partielle des bordures, suite à l'intensification des pratiques agricoles des dernières années, a entraîné une diminution des habitats d'hivernation. Elle a limité de plus l'abondance et la colonisation rapide de ce milieu agricole au printemps, spécialement par les arthropodes au sol, ce qui a eu pour conséquence de réduire la valeur prédatrice de certains d'entre eux et plus spécialement leur importance contre des espèces nuisibles à l'agriculture (Lys et Nentwig, 1994).

La diversification des habitats est depuis longtemps fortement reconnue et proposée en tant que pratique, dans le but de conserver et de maintenir les ennemis naturels et de favoriser le contrôle biologique en réduisant l'incidence d'éruptions d'insectes nuisibles, surtout dans le cas de monocultures. Aussi, grâce à une meilleure stabilité du milieu, la conservation des bandes riveraines est un des moyens de diversifier le paysage agricole. Cette méthode de diversification a même été soutenue dans le passé comme méthode efficace intégrée de développement durable. (Murphy et *al.*, 1996 ; Williams et *al.*, 1995). Effectivement, plusieurs études démontrent que la conservation des bandes riveraines favorise la venue de plusieurs populations de prédateurs. Même lorsque les espèces nuisibles sont suffisamment abondantes pour produire des pertes au niveau des cultures, les ennemis naturels, augmentés entre autres par le maintien des bordures, peuvent intervenir afin de prévenir ou réduire de telles conséquences. Ceux-ci peuvent être parfois si efficaces qu'ils peuvent réduire en partie la nécessité d'intervention du cultivateur. (Kemp et Barret, 1989).

Cependant, certaines études mentionnent que les bandes riveraines pourraient être des réservoirs potentiels d'insectes nuisibles. Si celles-ci comprennent des hôtes primaires ou alternatifs, il est également possible qu'elles attirent ainsi certaines espèces ravageuses. Il devient donc prévisible que ces populations pestes peuvent se transporter par la suite à l'intérieur des champs avoisinants (Bouchard et Masseau, 1986). À ce sujet, différents cas ont été rapportés, dont un au Connecticut, où des espèces de cicadelles pestes franchissaient les bordures pour se déplacer dans les vergers avoisinants (McClure, 1982). Néanmoins, la diversification des végétaux à l'intérieur d'un agrosystème conduit d'ordinaire à une diversité animale plus variée, augmentant les densités d'ennemis naturels contre les organismes nuisibles (Lys et Nentwig, 1994).

La conservation des bandes en bordures des cours d'eau encourage un apport supplémentaire d'éléments nutritifs pour le sol, suite principalement aux processus de décompositions engendrés par la fonction alimentaire des insectes, notamment sur les débris végétaux tombés au sol.

Des études ont déjà mentionné que des bandes riveraines trop larges peuvent représenter des portes importantes à diverses espèces nuisibles à l'agriculture, qu'il s'agisse de vertébrés ou d'invertébrés. Cependant, d'autres études sur le sujet montrent le contraire, en soulignant l'état d'équilibre atteint selon une diversité végétale donnée (Goupil, 1995). Ainsi, une bande riveraine laissée complètement à son évolution naturelle devient le siège de relations proies-prédateurs équilibrées et stables au cours du temps.

Même si les bordures juxtaposées aux cultures sont non ciblées lors des traitements de pesticides ou d'engrais, elles sont plus souvent qu'autrement touchées par ces produits alors en dérive, conduisant à des effets néfastes sur leurs différentes composantes biotiques. Les insectes vivant à l'intérieur de ces écotones sont alors particulièrement susceptibles d'être touchés. Certains agriculteurs vont d'ailleurs même jusqu'à traiter volontairement leurs bordures de champs à l'aide de pesticides, dans le but d'éliminer l'invasion appréhendée d'espèces nuisibles. (Jobin et *al.*, 1994).

### **2.3.1 Les bandes riveraines comme brise-vent en relation avec l'entomofaune**

Un brise-vent est formé d'une ou de plusieurs rangées d'arbres, résineux ou feuillus et mélangés ou non. Il peut être de longueur variable, mais sa largeur ne dépassera pas habituellement quelques mètres. On constate que de plus en plus de haies brise-vent sont aménagées à l'intérieur des bandes riveraines en milieux agricoles et ruraux, afin de protéger les berges de l'érosion hydrique et diminuer les dommages causés au sol et aux cultures.

L'effet du brise-vent se manifeste lorsque la barrière structurale qu'il crée engendre des turbulences dans le flux d'air, ce qui contribue à former une accumulation d'insectes dans le brise-vent qui seront par la suite distribués dans les cultures bordant ce type de structure. (Bouchard et Masseau, 1986). En effet, la réduction de la vitesse des vents par un brise-vent naturel ou aménagé engendre un microclimat dans la zone du champ d'action

du vent, favorable à l'implantation et au développement de la faune vivant en marge des cours d'eau, dont l'entomofaune. (Goupil, 1995). De plus, les turbulences créées par un brise-vent peuvent agir en accroissant la probabilité de dispersion des insectes qui viendront habiter à l'intérieur de ces zones d'abris, favorisant ainsi leur colonisation. Plusieurs familles, telles les guêpes de la famille des mymaridés, sont favorisées par l'effet brise-vent, ce qui résulte en une plus grande accumulation de ces insectes dans les bordures. (Murphy et *al.*, 1996). Aussi, les effets de ces brise-vent sur les patrons de regroupement des fourmis ont été identifiés dans certains habitats (Scougall et *al.*, 1993). La composition de ces assemblages de diverses familles d'insectes varie toutefois avec la largeur de l'habitat (Keals et Majer, 1991).

Les effets de brise-vent des bandes riveraines peuvent néanmoins grandement varier suivant les aléas du parcours ainsi que de la position relative du cours d'eau par rapport aux vents dominants. L'effet du brise-vent pourra quelquefois être circonscrit sans jamais cependant être annulé. (Goupil, 1995).

### **2.3.2 Les insectes et les végétaux**

La composition de la végétation à l'intérieur d'une bande riveraine est constituée d'un mélange d'espèces originaires des groupes jouxtant cette bordure, malgré que la proportion de chacun de ceux-ci varie d'une section de l'écotone à une autre (Carter et *al.*, 1994). En outre, quelques-unes de ces espèces végétales peuvent se révéler indicatrices des

conditions du milieu. Les composantes végétales procurent en réalité des renseignements exclusifs, permettant de préciser les divers types de bandes riveraines. Cependant, en considérant que ces écotones sont formés par de nombreuses composantes singulières, celles de la végétation considérée seule ne sont pas suffisantes pour caractériser l'ensemble des fonctions écologiques liées aux bandes riveraines. (Englmaier, 1996).

Certains agriculteurs craignent que plusieurs espèces de plantes herbacées présentes dans les écotones puissent nuire aux champs voisins. Ces végétaux maintiendraient selon eux des réservoirs d'insectes pestes ou pathogènes. C'est pourquoi plusieurs de ces propriétaires riverains ne conservent pas toujours leurs bandes écotones à l'état naturel.

Certains chercheurs alimentent également les craintes des agriculteurs, mentionnant qu'un environnement formé de diverses cultures et d'une bande riveraine contenant plusieurs espèces de plantes sauvages, telles les crucifères, contribuerait à conserver des ravageurs. Ils mentionnent en outre que la situation pourrait s'avérer préférable si les plantes hôtes n'étaient pas présentes pour ces insectes pestes. Un autre argument discréditant la conservation des bandes riveraines est que leur flore pourrait également entrer en compétition avec les végétaux des cultures, soit pour l'espace, la lumière ou encore les éléments nutritifs.

Il est alors proposé que soit effectué un aménagement adéquat à l'intérieur des bandes bordant un cours d'eau, tel un fauchage en temps opportun, par exemple, au moment du cycle saisonnier des insectes nuisibles. Cependant, afin d'obtenir des résultats

convaincants avec cette méthode, elle doit être réalisée à grande échelle. Une méthode visant à éliminer les insectes pestes des bandes riveraines serait d'enrayer par exemple les crucifères, cette famille attirant de nombreuses espèces problématiques à diverses cultures. (Bouchard et Masseau, 1986).

D'autres auteurs démontrent que la présence et l'abondance de plusieurs végétaux dans les bandes riveraines n'influencent pas toujours le nombre de certains prédateurs efficaces, tels les Diptera syrphidés. Par ailleurs, ceux-ci, par l'introduction dans des écotones d'espèces végétales expérimentales et qualifiées d'indésirables, ont permis de démontrer que ces végétaux fournissent avantageusement des sites d'hivernation convenables à de nombreuses espèces d'arthropodes prédateurs.

De ce fait, il se révèle essentiel d'étudier les réseaux de relations et d'interactions qui existent entre les cultures, les végétaux des bandes riveraines ainsi que l'entomofaune, compte tenu de la composition complexe de ces écotones. Par conséquent, avant d'accomplir toute modification à l'intérieur d'une bande riveraine, il est nécessaire de bien connaître celle-ci préalablement, afin d'éviter de causer de regrettables déséquilibres. (Lys et Nentwig, 1994).

### 2.3.3 Etude de cas: la bande écotone en bordure d'autoroutes et les insectes

Dans les régions agricoles, les écotones juxtaposant les routes possèdent des rôles positifs, fournissant des refuges à une entomofaune bénéfique à l'agriculture, comme par exemple des pollinisateurs et des prédateurs d'insectes ravageurs de cultures. Lorsqu'une gestion des bandes de végétation en bordure des routes est accomplie, il s'ensuit une diversité de la flore emmenant aussi une diversité animale, cette dernière tirant partie des végétaux sous forme de nourriture, de lieu de vie et de sites de reproduction. La présence d'un écotone diversifié et abondant en végétation herbacée permet, par le fait même, le support d'une grande quantité d'insectes. Par exemple, certaines chenilles de papillons diurnes (Aurore et Argus) ne peuvent survivre que dans un environnement présentant des végétaux bien spécifiques, soit les carottes sauvages, les boucages, les trèfles et les cardamines. (Legrand, 1998).

De plus, la conservation des plantes intactes et entières dans les bandes écotones en bordure des autoroutes est d'autant plus utile à l'entomofaune. En effet, une seule espèce végétale peut attirer une multitude d'espèces animales différentes, à cause de ses parties structurales variées. Ainsi, la fleur attirera des animaux nectarifères et des consommateurs de pollen, tels des Hymenoptera, des Lepidoptera ainsi que des Coleoptera. Les graines, pour leur part, solliciteront certains oiseaux et rongeurs. Par contre, la tige et les feuilles serviront de nourriture et favoriseront la venue d'insectes tels des chenilles de Lepidoptera, des larves de guêpes et des criquets. Des insectes suceurs de sève des feuilles et de la tige seront pareillement attirés, tels les pucerons, punaises et cigales. Finalement, les racines

retiendront des scolopendres appartenant aux millipèdes et des larves de diverses espèces de Coleoptera. (Legrand, 1998).

La végétation disponible à l'intérieur des écotones est essentielle, constituant une nourriture fondamentale à toute une gamme d'arthropodes, tels les insectes foliaires, suceurs de sève, et servant de biomasse végétale à des groupes comme les Lepidoptera et les rongeurs. De plus, la partie inutilisée de matière végétale servira, par le processus de la décomposition, de diète à de nombreuses espèces d'arthropodes (insectes et cloportes) ou à d'autres animaux détritiques. Enfin, ces détritiques formeront également une biomasse animale qui sera une source alimentaire pour plusieurs groupes d'invertébrés prédateurs tels les araignées, les carabes et divers vertébrés, dont les oiseaux insectivores ou rapaces et les musaraignes (Cera Environnement, 1998).

Les écotones en bordure des autoroutes sont exploités par les carabes lors de leur dispersion en tant que voies privilégiées de déplacement pour se mouvoir entre les divers milieux boisés. En réalité, les bandes de végétation en bordure des autoroutes apportent un couvert végétal les protégeant contre de nombreux prédateurs que n'offrent pas les surfaces végétales agricoles. Ces écotones permettent aux Lepidoptera adultes d'effectuer, de plus, des migrations plus rapides. On croit que les fossés de ce type de milieu jouxtant les autoroutes présentent à ces papillons une avantageuse protection contre le vent. (Cera Environnement, 1998).

Cependant, maintes espèces végétales dans les bandes écotones en bordure des routes peuvent apparaître nuisibles, attirant bon nombre d'insectes ravageurs provenant de cultures distinctes; c'est le cas de pucerons et de charançons agressant plusieurs types de cultures de céréales. Divers groupes d'insectes causant du tort aux arbres sont aussi relevés dans les écotones bordant des autoroutes, telle la processionnaire du pin qui se nourrit d'aiguilles de conifères. D'autre part, cette dernière se déplace plus rapidement à l'intérieur de ces écotones que dans n'importe quel autre environnement végétal. (Cera Environnement, 1998).

#### **2.3.4 Les techniques d'entretien des bandes riveraines et conséquences sur les insectes**

Dans le but d'éviter que des groupes d'habitats encore jeunes et plus ou moins ouverts évoluent de manière naturelle vers des stades plus fermés et homogènes, entraînant des effets défavorables sur la flore et la faune, un entretien régulier doit être effectué de façon minutieuse à l'intérieur d'une bande riveraine (Cera Environnement, 1998).

Selon Legrand (1998), on doit faire preuve de vigilance lorsqu'on emploie des méthodes d'entretien de la végétation de bandes écotones :

Le fauchage peut s'avérer une solution adéquate afin d'entretenir la composition végétale des bandes riveraines. Par contre, il est essentiel de respecter certaines règles comme de faucher le moins souvent et le plus tard possible. De plus, il est avantageux

d'effectuer des alternances de bandes fauchées et intactes afin d'assurer une plus grande diversité écologique et paysagère. Un fauchage effectué après la floraison et la fructification de la majorité de la flore certifiera à celle-ci une meilleure régénération et fournira également une nutrition plus adéquate à l'entomofaune qui y est adaptée. Par contre, un fauchage trop fréquent provoquera la fuite d'animaux, entre autres d'insectes pollinisateurs qui ne retrouveront plus de couvert végétal leur servant d'abris, de sites de reproduction et de sites de nourriture.

Le broyage de la végétation n'apparaît pas être une solution idéale d'entretien, provoquant, de façon directe ou indirecte, une mortalité importante d'insectes par la modification drastique du milieu (chaleur, ensoleillement et sécheresse).

L'utilisation d'herbicides, comme méthode de contrôle de la flore des bandes riveraines, porte également préjudice aux populations d'invertébrés herbivores, apportant même par la suite des conséquences négatives sur les groupes d'animaux insectivores. L'emploi d'herbicides fait de plus disparaître un nombre considérable d'habitats pour les insectes, en réduisant la composition végétale et en rendant le milieu inhospitalier.

Le curage, c'est-à-dire le profilage des fossés et l'enlèvement de sédiments et de végétaux, n'est pas une technique d'entretien conseillée, puisqu'il engendre l'élimination de la flore aquatique importante pour l'assainissement de l'eau et pour contrer les problèmes d'érosion. Cette méthode cause de plus l'extermination d'une faune aquatique particulière.

Finalement, il n'est pas suggéré d'employer la technique du brûlis, car cette dernière méthode engendre des impacts considérablement néfastes sur la flore des bandes riveraines ainsi que sur les populations d'insectes présentes dans celles-ci.

### **2.3.5 Les arthropodes servant de bioindicateurs**

Les Lepidoptera sont reconnus comme d'excellents indicateurs de la composition de la flore et plus particulièrement des milieux où la strate herbacée est dominante, en raison de leurs étroites associations qu'ils entretiennent avec ces végétaux. On peut surtout remarquer ces relations chez les chenilles, celles-ci vivant pratiquement en permanence sur une ou quelques espèces végétales. De plus, lorsqu'elles deviennent des papillons adultes, leur survie sera liée à la diversité, ainsi qu'à la quantité de fleurs disponibles. (Cera Environnement, 1998 ; Hill, 1995 ; Andersen, 1990).

Les Orthoptera, particulièrement les criquets et les sauterelles, sont d'importants consommateurs de végétaux et ainsi de bons indicateurs de la biomasse végétale disponible dans le milieu (Cera Environnement, 1998).

Les millipèdes sont également de bons bioindicateurs des sols forestiers, car ces arthropodes sont sensibles aux altérations qui peuvent arriver dans leur environnement (Hoffman, 1978).

Un bon nombre de Hymenoptera, tels les formicidés ainsi qu'en général les espèces de Coleoptera bousiers (scarabées), peuvent également être profitables dans la recherche d'indices de qualité d'habitats (Hill, 1995 ; Andersen, 1990). Il en est de même pour des prédateurs comme les staphylins et les carabes où leur abondance est dépendante de celle de leurs proies. Ils sont donc en conséquence de bons candidats comme indicateurs de la richesse du peuplement d'invertébrés. (Cera Environnement, 1998)

## **2.4 Les rôles des bandes riveraines pour le milieu aquatique environnant**

### **2.4.1 Les avantages des bandes riveraines pour les cours d'eau**

Dans les dernières années, l'aménagement de certains cours d'eau en milieu agricole a mené à l'élimination de la végétation riveraine plus particulièrement arbustive et arborescente. Cela a entraîné des dommages importants, non seulement au niveau de l'érosion des sols bordant les cours d'eau, mais aussi au niveau des caractéristiques physico-chimiques aquatiques et conséquemment sur la faune du même milieu (Gratton, 1989).

En plus d'exercer de nombreux rôles positifs au point de vue humain sur la flore et la faune, les bandes riveraines sont importantes vis-à-vis des cours d'eau qu'elles bordent. En effet, ce type d'écotone fait fonction de zone tampon entre les milieux terrestre et aquatique adjacents. Ces bordures prennent part entre autres à la diminution de la charge sédimentaire dans les cours d'eau attenants (Holland et *al.*, 1991). En outre, elles représentent des filtres majeurs et efficaces, retenant différents produits comme des éléments nutritifs et

des polluants, tels les nitrates provenant du ruissellement des eaux en milieux agricoles. Par le fait même, cet écotone permet de tamponner partiellement la pollution, garantissant par conséquent une meilleure qualité des eaux de surface (Gilliam, 1994). En somme, du point de vue économique et écologique, il est plus qu'avantageux de conserver et de protéger les bandes riveraines en tant qu'agent d'épuration, préférablement que d'utiliser des traitements onéreux d'épuration des eaux par les processus conventionnels (Goupil, 1995).

#### **2.4.2 Les bandes riveraines contre l'érosion du sol**

L'intérêt de certains agriculteurs pour les monocultures, comme le maïs et la pomme de terre, a pour conséquence d'utiliser en général un sol dénudé de couvert de végétation, exposant celui-ci à des phénomènes d'érosion (Goupil, 1995). En effet, lorsque la végétation naturelle en marge des cultures est épurée, les phénomènes d'érosion des sols augmentent de 5% à 10% (DeLong et Brusven, 1991). De plus, le défrichement des terres en bordure des cours d'eau dans le but de les transformer en terres cultivables est une des causes déterminantes de la perte de l'effet de bordure en milieu riverain.

Au Canada, les pertes monétaires causées par l'érosion des sols s'élèvent à plus de 1,3 milliards de dollars par année (Wicherek, 1994). Le même phénomène est remarqué en Europe où pas moins de 25 millions d'hectares de terres agricoles sont frappés par l'érosion ou sont sur le point de l'être. Il est donc important de tenir compte des problèmes que causent l'érosion puisque avec les ajouts de nitrates, de phosphates et divers autres

pesticides, celle-ci est responsable d'un cinquième de la pollution chimique des cours d'eau. (De Ploey, 1990).

De plus, l'application de produits phytosanitaires est excessivement répandue sur la planète et cela a jusqu'à maintenant entraîné une pollution notable des cours d'eau. Des études effectuées de concert par l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA, France) et par différents laboratoires spécialisés et partenaires du secteur agricole ont révélé qu'une des méthodes les plus efficaces afin d'amoindrir ce type de contamination des cours d'eau reste le maintien et l'aménagement des bandes riveraines (Fédération de l'UPA, 1995).

En effet, ces bordures juxtaposant un cours d'eau, qu'elles soient herbacées, arbustives ou boisées, permettent une protection des plus infaillibles face à l'érosion en jouant un rôle de stabilisation, amoindrissant les impacts provoqués sur les berges par les eaux de ruissellement, particulièrement lors des inondations au moment des périodes de crues. Une telle bande protège en outre les champs de l'apport de sable et de diverses particules exogènes transportées par le vent, empêchant de temps à autre une baisse de la fertilité des sols de surface (Sterk et Raats, 1996).

Cependant, plusieurs autres moyens sont aussi efficaces, tel un ensemble formé d'arbres et de pierres ou des cultures semées de façon compacte. Ceux-ci peuvent fortement aider à protéger de manière efficace le sol et ce, mieux que le feraient certaines techniques

mécaniques. En outre, la présence d'une épaisse couverture herbeuse ou forestière diminue la vitesse et la force de la pluie frappant le sol, augmentant de cette façon l'absorption de l'eau et l'agglomération des particules au sol au niveau des racines. (Services de Recherche, Ministère de l'Agriculture du Canada, 1962).

La conservation des bandes riveraines au Québec se révèle des plus capitales en tenant compte que les terres agricoles occupent des espaces très importants. Dans la région du Lac St-Pierre, où la présente expérimentation a été effectuée, les terres consacrées à l'agriculture représentent plus de 60% de la superficie de la région. Ce chiffre est également représentatif de nombreux territoires agricoles longeant les différents cours d'eau de la province.

#### **2.4.3 Relations trophiques entre la zone riveraine et le cours d'eau**

Il existe des relations trophiques complexes dans les bandes riveraines entre la zone terrestre et le cours d'eau. Lors de ces relations, des éléments tels le carbone, l'azote et le phosphore circulent entre les biotopes. Or, la quantité de matière organique et des nutriments qui entre dans le cours d'eau a un effet majeur sur la chaîne alimentaire se déroulant dans celui-ci (Hopkinson et *al.*, 1997).

La qualité nutritionnelle varie avec les sources de matière organique, généralement élevées, et les intrants varient temporellement et spatialement. La matière de bonne qualité

dans les cours d'eau peut être rapidement consommée, laissant des formes plus résistantes qui vont s'accumuler au fond.

Il existe quelques façons efficaces d'étudier ces relations trophiques et de caractériser les sources de détritus. Parmi elles, il y a le dosage d'éléments tels l'azote et le phosphore ou encore l'utilisation et l'analyse d'isotopes stables. En effet, l'emploi de multiples isotopes stables permet de faire la distinction parmi les sources de matière organique dans les diètes alimentaires. Les multiples isotopes stables peuvent être de plus utilisés pour caractériser les espèces végétales terrestres et peuvent être employés pour déduire des relations qui existent entre la végétation riveraine et la matière organique des cours d'eau. Les ratios d'isotopes stables de carbone sont utilisés efficacement pour retracer le flux de carbone ainsi que pour examiner les sources de nourriture à travers les écosystèmes terrestres, marin et d'eau douce (rivières et lacs). (Mc Arthur et Moorhead, 1996).

Toutefois, plusieurs difficultés viennent réduire l'efficacité de la méthode. Les isotopes de carbones pris seuls ne détermineront que des différences grossières dans la caractérisation de la matière organique. Une des difficultés également rencontrées avec cette méthode est qu'il peut y avoir des variations dans la composition isotopique du carbone de plantes spécifiques en relation avec la disponibilité de l'eau. Aussi, les ratios d'isotopes stables de carbone, d'azote et de soufre utilisés pour identifier les sources de matière organique peuvent être limités par les similarités isotopiques parmi les sources de matériel organique. Par exemple, les plantes terrestres sont des sources de carbone

dominantes dans plusieurs cours d'eau et peuvent être similaires au niveau isotopique dû à leur devenir métabolique analogue. De plus, les difficultés peuvent être dues à des changements dans la composition d'isotopes de carbone durant la décomposition. Enfin, on rencontre également des difficultés dans la description du cheminement de la production de la matière organique, attribuables au manque de distinctions physiques parmi le matériel provenant des différentes sources. (Mc Arthur et Moorhead, 1996).

En somme, plusieurs contraintes peuvent limiter l'utilisation des isotopes stables pour la distinction parmi les sources de matière organique, mais il est bon de mentionner que les possibilités n'ont pas toutes été bien étudiées encore à ce jour, la méthode pouvant être améliorée.

## **2.5 Les largeurs adéquates des bandes riveraines**

Dans les années 1990, plusieurs pratiques agricoles au Québec ont contribué de façon manifeste à la pollution des cours d'eau. Pour améliorer la protection du milieu aquatique et des prises d'eau potable, un règlement interdit maintenant la réalisation de certains types de travaux à l'intérieur des zones dites protégées. L'interdiction touche par exemple l'aménagement ou l'agrandissement d'installations d'élevage ou de lieux d'entreposage, l'augmentation des effectifs animaux dans une installation déjà existante et certaines modifications dans la gestion des fumiers. Dans ce contexte réglementaire, les zones protégées désignent les espaces constitués par un ou l'autre des périmètres suivants :

le lit d'un cours d'eau ou d'un lac et l'espace de 15 mètres de chaque côté ou autour de ce lit, mesuré à partir de la ligne naturelle des hautes eaux (MEF, 1997).

Au Québec, "La politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables" a déterminé différentes largeurs minimums de bandes riveraines dans le but de les protéger. Ces largeurs varient selon les milieux ; par exemple, en milieu urbain et à l'intérieur des zones de villégiature, les bandes riveraines devraient mesurer un minimum de 10 à 15 mètres de largeur. En milieu agricole, elles devraient être au minimum de 3 mètres. Cependant, la détermination d'une superficie idéale d'une bande riveraine devrait s'effectuer de façon individuelle puisque celle-ci peut dépendre de divers facteurs tels sa largeur, sa longueur, son degré d'inclinaison, la structure de son sol et ses propriétés hydrologiques. Ces paramètres sont d'autant plus déterminants que ce type de bordure juxtapose de petits cours d'eau. (Goupil, 1995).

La détermination de la largeur des bandes riveraines aux Etats-Unis s'effectue selon trois critères réglementaires. Dans un premier temps, une largeur minimale des bandes pour une région donnée sera déterminée. Un second critère établira une largeur minimale pour ce type d'écotone en fonction de la pente, des conditions du terrain et de la couverture du sol. Finalement, le troisième critère définira la largeur de cette bordure selon les conditions physiques du milieu. (Goupil, 1995).

En Australie, les responsables du «Department of Conservation and Environment» proposent dans leurs règlements de respecter pour les bandes riveraines une largeur

minimum de 20 à 30 mètres et ce, dans le but de contrer principalement les facteurs responsables de l'érosion.

En Angleterre, de fréquents problèmes d'eutrophisation de lacs ont lieu. Ceux-ci sont remarqués, entre autres, à l'intérieur des zones agricoles. C'est pourquoi, les dirigeants du pays suggèrent de conserver des bandes riveraines boisées d'au moins 15 mètres de largeur.

En Suède, dans le but d'optimiser au maximum la rétention des nutriments surtout dans les petits cours d'eau, des études proposent la conservation et la protection des bandes végétales de 15 à 30 mètres de largeur, en bordure d'un milieu aquatique.

Finalement, des études en France portant sur les écotones floristiques bordant les autoroutes mentionnent que la largeur d'un écotone émanant de procédés d'aménagement devrait être au minimum de 2 à 5 mètres.

## **2.6 Conclusion**

La pauvreté des connaissances concernant les bandes riveraines, et particulièrement ses relations avec la faune en milieu agricole, révèle qu'il est difficile pour le moment d'élaborer une stratégie générale d'intervention efficace dans la conservation et la gestion de ce type d'écotone (Gélinas et *al.*, 1996). Effectivement, avec les connaissances partielles et

plutôt restreintes que l'on détient en la matière, il est complexe d'énoncer des principes généraux d'aménagement applicables à tous les types d'écotones et même uniquement à toutes les bandes riveraines en général. C'est pourquoi, il est essentiel de bien connaître au préalable l'ensemble des composantes avant de présenter diverses modifications dans ces bandes riveraines.

### **3. BUTS DE L'ÉTUDE**

Les principaux buts poursuivis par l'étude sur la diversité entomologique de bandes riveraines situées en zones agricoles sont les suivants:

- réaliser un inventaire représentatif de l'entomofaune présente dans des bandes riveraines situées à proximité de quelques types de cultures;
- établir s'il existe une diversité semblable de l'entomofaune entre des bandes riveraines situées en bordure d'un même type de culture ainsi qu'entre bandes riveraines juxtaposées à des cultures différentes;
- établir le statut écologique des principaux groupes d'arthropodes, ordres et familles d'insectes, en évoquant les apports à l'agriculture et à l'environnement ainsi que les impacts négatifs qu'ils peuvent engendrer;
- reconnaître aux bandes riveraines situées en zones agricoles, s'il y a lieu, les principales retombées associées à leur protection et à leur conservation.

## 4. MÉTHODOLOGIE

### 4.1 La région de l'étude

C'est dans la région de Nicolet, sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et à proximité du lac Saint-Pierre (carte 1 en annexe A), que les inventaires ont été effectués. L'hétérogénéité des cultures pratiquées, leur superficie ainsi que l'importance du réseau hydrique du territoire couvert sont à l'origine du choix de cette région. Effectivement, quatorze affluents et douze petits ruisseaux drainent les eaux de cette région; à noter que nombre de ces ruisseaux se fusionnent avec des fossés de drainage prenant source au niveau des hautes terres. La portion retenue pour l'étude est assujettie aux crues printanières du fleuve et constitue donc une importante zone humide, essentielle entre autres pour la sauvagine. Cette région en amont de la ville de Trois-Rivières jouit en outre d'un relief très peu accidenté. Enfin, la température estivale moyenne est d'environ 20°C.

Les travaux se sont déroulés plus précisément entre la rivière Nicolet, à l'est, et la rivière Saint-François, à l'ouest. Cependant, il est important de noter que l'inventaire a requis un empiètement sur la région voisine, soit celle de Yamaska, aux spécificités topographiques et climatiques homologues, dans le but d'échantillonner l'entomofaune d'une bande riveraine à proximité d'une culture de pommes de terre.

## 4.2 Les sites d'échantillonnage

Le choix des sites se faisait en fonction de la présence d'une bande riveraine bordant un cours d'eau d'une part, et de l'existence d'un champ cultivé d'autre part (photographies 1 à 7).

Les stations d'études comprenant les bande riveraines qui ont fait l'objet des travaux sont les suivantes :

- **Station A** : cette station est située à Saint-François-du-Lac et longe la rivière Saint-François ( $46^{\circ}04'56''N$  ;  $72^{\circ}051'17''O$ ) (photographies 1 a, b et carte 2 en annexe A). Le champ de pomme de terres est la propriété de monsieur André Bibeau.
- **Station B** : située à Baie-du-Fèbvre, au 165 Marie-Victorin (route 132) ( $46^{\circ}07'14''N$  ;  $72^{\circ}045'45''O$ ) (photographie 2 et carte 3 en annexe A). Cette station longe un ruisseau d'écoulement permanent. La culture de céréales, plus précisément d'orge, qui la borde est la propriété de monsieur François Gouin.
- **Station C** : cette station est située au 420 Marie-Victorin à Baie-du-Fèbvre ( $46^{\circ}08'39''N$  ;  $72^{\circ}043'51''O$ ) (photographies 3 a, b et carte 3 en annexe A) et les terres céréalières cultivées en orge appartiennent au Groupe SARCEL (Centre d'interprétation de Baie-du-Fèbvre). La bande riveraine retenue longe un fossé se jetant dans la rivière des Frères.



Photographies 1 a, b: bande riveraine en bordure d'un champ de pommes de terre (site A)



Photographie 2 : bande riveraine en bordure d'un champ de céréales (site B)



Photographies 3 a, b: bande riveraine en bordure d'un champ de céréales (site C)

- **Station D** : elle est située à Baie-du-Fèbvre au 420 Marie-Victorin ( $46^{\circ}\text{O } 08' 47''\text{N}$  ;  $72^{\circ}\text{O } 43' 19''\text{O}$ ) (photographie 4 et carte 3 en annexe A) et juxtaposée à un champ de maïs et à la rivière des Frères. Ces terres appartiennent aussi au Groupe SARCEL.
- **Station E** : cette bande riveraine est située plus à l'est de la station précédente ( $46^{\circ}\text{O } 07' 09''\text{N}$  ;  $72^{\circ}\text{O } 45' 47''\text{O}$ ) (photographie 5 et carte 3 en annexe A). Celle-ci est également localisée le long de la route 132 ou route Marie-Victorin. Les terres sont la propriété de monsieur M. Proulx. Cette station sépare un champ de maïs de la rivière Colbert.
- **Station F** : elle est située à Baie-du-Fèbvre le long de la route Marie-Victorin ( $46^{\circ}\text{O } 09' 56''\text{N}$  ;  $72^{\circ}\text{O } 40' 59''\text{O}$ ) (photographie 6 a, b et carte 3 en annexe A) et borde la rivière Lemire. Les terres cultivées appartiennent au Groupe SARCEL et sont séparées en deux portions, l'une cultivée en maïs et l'autre en céréales. La majorité des stations retenues se situant dans la portion de la bande longeant la culture de maïs, nous avons considéré ce site comme étant associé à cette dernière culture.
- **Station G** : cette bande est située à Nicolet, le long du rang St-Alexis ( $46^{\circ}\text{O } 13' 43''\text{N}$  ;  $72^{\circ}\text{O } 37' 48''\text{O}$ ) (photographies 7 a, b et carte 4 en annexe A). La terre jouxtant la bande riveraine appartient à monsieur Eloi Proulx, qui y cultive de l'orge. La bande riveraine longe la rivière Nicolet.



Photographie 4 : bande riveraine en bordure d'un champ de maïs (site D)



Photographie 5 : bande riveraine en bordure d'un champ de maïs (site E)



Photographies 6 a, b: bande riveraine en bordure d'un champ de maïs (site F)



Photographies 7 a, b : bande riveraine en bordure d'un champ de céréales (site G)

## **4.3 Le plan d'échantillonnage**

### **4.3.1 L'inventaire de l'entomofaune**

L'utilisation de pièges fosses à été retenu comme méthode de prélèvement de l'entomofaune. Il s'agit à notre connaissance de l'approche la plus adéquate afin de prélever des insectes que représentatifs de ces types de milieux, tout en évitant la capture de spécimens de passage par exemple lors de l'utilisation de filets entomologiques ou par d'autres techniques de capture tels les pièges lumineux ou collants avec phéromone. De plus, cette méthode implique des avantages en terme de coûts, de facilité de mise en œuvre, de collecte et du temps pour appliquer celle-ci. Ces aspects ont permis de recueillir un maximum d'échantillons, permettant par conséquent l'acquisition d'un inventaire représentatif de l'entomofaune propre aux bandes riveraines.

Le choix d'une méthode utilisant uniquement des pièges fosses fait en sorte que celle-ci demeure sélective d'une entomofaune précise, soit celle se retrouvant au sol. Nous avons conscience que des groupes tels les Lepidoptera deviennent par le fait même négligés. Néanmoins, d'autres méthodes de captures seront proposées pour les mêmes milieux, si les analyses laissent entrevoir la nécessité d'augmenter l'étude de la biodiversité de tels écotones.

Les bandes riveraines, dont la largeur variait de deux à dix-huit mètres et la longueur de 50 à 1000 mètres, ont été divisées en six sections égales (pour une même bande riveraine) mesurant entre 15 à 30 mètres. Sur chacune de ces lignes de partage, trois pièges

fosses étaient installés (photographie 8 et annexe B pour la disposition). Ceux-ci ont été disposés de façon rectiligne entre les marges agricole et riveraine et distancés également l'un de l'autre. Des pièges de marque Multipher<sup>®</sup> avec couvert (12 pièges par site) ainsi que des fosses sans couvert (3 pièges par site) ont été placés à chacun des sites retenus (photographies 9 a, b, c). Ce choix de deux types de pièges est simplement dû au besoin d'un plus grand nombre de pièges fosses que celui prévu initialement, amenant ainsi l'utilisation de simples récipients aux dimensions identiques à celles des pièges Multipher<sup>®</sup>.

Dans chacun des pièges, de l'alcool éthylique servant à la préservation et quelques gouttes de détergent ont été dilués dans 25 millilitres d'eau. Le mélange causait ainsi la mort rapide des arthropodes par noyade, suite à la dissolution de la couche externe de leur cuticule, évitant de cette façon toute prédation à l'intérieur du piège.

Le contenu des pièges fut récolté à raison d'une fois par semaine, pour une durée d'expérimentation s'étalant sur dix semaines pour les sites A, C, D, sur neuf pour les sites B, E, F, alors qu'elle fut de huit semaines pour le site G. Quelque 975 échantillons ont ainsi été récoltés entre le 15 mai et le 15 août 1997. Il s'agit à notre point de vue d'un échantillonnage représentatif de l'entomofaune des milieux concernés.



Photographie 8 : Disposition en rangée des pièges Multi-Pher®



Photographies 9 a, b, c: piège Multi-Pher® installé au niveau du sol: piège avec entonnoir et sans couvercle (a), avec couvercle (b), sans entonnoir (c)

#### 4.3.2 L'inventaire végétal

Un premier inventaire de la végétation des diverses bandes riveraines échantillonnées a été réalisé à l'été 1997. Celui-ci a permis, par le biais de transects, d'obtenir une représentation assez précise des espèces végétales présentes dans ces écotones. La méthode utilisée fut de délimiter, sur la largeur de chaque bande riveraine, deux ou trois transects (selon l'homogénéité de la bande riveraine) d'une largeur de deux mètres (annexe C pour leur représentation schématique). Tous les végétaux présents dans les limites de ces transects étaient recensés et identifiés à l'espèce ou au genre. L'indice de Braun-Blanquet a été appliqué à chacune des plantes pour chaque strate de végétation.

Dans le but de mieux cerner la nature végétale des bandes riveraines de ces échantillons, un second inventaire a été réalisé l'été suivant, afin de compléter les données déjà récoltées. Celui-ci, pour sa part, a été effectué de façon à obtenir une vue plus globale de l'ensemble des végétaux. Le but était de connaître, pour chacun des sites, les végétaux plus présents sur la totalité de leur superficie. La méthode utilisée fut de parcourir l'intégralité de la station et d'y noter, à l'aide des indices de Braun-Blanquet, les principaux végétaux en terme de surface ou de nombre.

Ces deux inventaires végétaux, bien que non exhaustifs, nous ont paru pertinents pour atteindre l'objectif recherché, soit qualifier nos bandes riveraines échantillonnées.

#### **4.4 Les méthodes d'analyses en laboratoire**

L'identification de l'entomofaune récoltée fut effectuée en laboratoire. Pour chacun des échantillons, le décompte des arthropodes fut accompli au niveau taxinomique de la famille. Cependant, les Diptera, les Collembola et les Hymenoptera (sauf certaines familles) ont été considérés de façon plus globale, soit au rang taxinomique de l'ordre, beaucoup de leurs représentants ayant été retrouvés sous forme immatures, ce qui rendait leur identification trop longue et onéreuse et même parfois impossible faute de clés adéquates. Dans le but de faciliter la présentation des résultats, les ordres retenus ont parfois été regroupés avec les familles d'insectes sous la dénomination "principales familles d'insectes".

Tout au long de ce rapport, l'intérêt de l'étude a été porté aux insectes ; toutefois, il nous a paru important d'inclure dans les analyses des résultats, la présence d'autres groupes d'arthropodes (ex. : araignées, millipèdes, cloportes, acariens) fréquemment très abondants. Effectivement, en excluant les insectes, les autres arthropodes représentent plus du tiers du compte total de tous les individus recensés dans les échantillons.

#### **4.5 Analyses statistiques**

La base de données a été compilée à l'aide de Microsoft® Excel 97. Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel SPSS version 7.5 pour Windows 95. Cette recherche a été entre autres évaluées de façon descriptive et qualitative. Certaines données

ont fait l'objet de comparaison à partir de la littérature alors que d'autres éléments ont été testés statistiquement. Les principales approches statistiques réalisées furent des analyses de variance et des corrélations.

Originellement, nous voulions tenter d'établir la diversité dans chacun des types de bordure à l'aide de divers indices. Cependant, l'évaluation de la diversité à l'aide d'un indice de biodiversité a été abandonnée suite aux recherches infructueuses visant à trouver un indice adéquat.

A ce sujet, il découle de plusieurs lectures que l'utilisation d'indices de biodiversité n'est pas la meilleure solution pour quantifier la diversité. En 1994, Margalef mentionnait, dans un article portant sur les aspects dynamiques de la diversité, que la plupart des indices proposés échouent ou sont fortement critiqués par de nombreux chercheurs. Il est convaincu que les indices numériques exprimant la diversité des écosystèmes adaptés à des fins comparatives ne peuvent généralement être traités comme des mesures statistiques auxquelles des variances stables peuvent être associées correctement. Pour l'auteur, il est en effet difficile d'évaluer la diversité d'un écosystème à l'aide d'un indice mathématique, cette diversité étant plutôt une mesure de l'information constamment générée et réajustée à travers des processus écologiques dynamiques. En effet, l'acquisition continue d'informations actuelles ou éventuelles changera les probabilités pouvant éventuellement déstabiliser les variances associées à l'estimation des différentes populations.

Pour sa part, Green (1979) mentionnait que la notion de diversité demeure un concept vague et que les indices de diversité sont trop souvent utilisés à mauvais escient, ne donnant pas de réponse exacte aux questions que l'on se pose vraiment. De plus, il est bon de noter que même si la tendance actuelle des chercheurs est de quantifier la diversité d'un écosystème, cette diversité n'est pas nécessairement le reflet d'une qualité environnementale, contrairement à la croyance populaire. Green mentionnait également que les indices de diversité ne sont pas des indicateurs robustes puisqu'ils dépendent de plusieurs facteurs autre que la qualité de l'environnement, soit les facteurs trophiques, saisonniers, de latitude et d'espace dans l'environnement naturel. En outre, les estimations que fournissent les indices de diversité ne sont pas indépendantes de la taille de l'échantillon. Lorsqu'un indice de diversité est utilisé, une grande quantité d'informations est perdue puisqu'on ramène l'ensemble des données à une seule valeur. C'est à se demander alors si un indice de diversité est le moyen le plus efficace d'évaluer la diversité d'un écosystème.

## 5. RÉSULTATS

### 5.1 L'inventaire de l'entomofaune

#### 5.1.1 L'inventaire des arthropodes selon les sites

L'échantillonnage total de l'entomofaune s'élève à 75 200 individus alors que celui des autres arthropodes est de 46 200. En annexe D, nous retrouvons la liste complète des différentes familles d'insectes enregistrées, classées par ordre d'importance décroissant et selon les diverses bandes riveraines. On observe que chacune des bordures renferme, en moyenne, 41 familles d'insectes, la majorité d'entre elles comptant pour moins d'un pourcent de l'échantillon de chacun des sites. Il importe de mentionner que le nombre de familles d'insectes recensées par bande riveraine est du même ordre de grandeur, variant entre 35 et 48 familles.

La figure 1 présente la répartition de tous les arthropodes récoltés dans les sept sites d'échantillonnage pour le nombre de semaines de récolte correspondant. La figure 2 expose pour sa part le nombre moyen d'arthropodes inventoriés par semaine. Ainsi, pour ces deux graphiques, on observe que, quel que soit le type de culture jouxtant la bande riveraine, le nombre d'arthropodes enregistré ne présente pas de différence significative pour les sites A à E ainsi que pour le site G (anova:  $p = 0,021$ ). En outre, selon un test de SNK (tableau 1), seul le site F comporte un nombre hebdomadaire moyen d'arthropodes significativement différent, avec environ deux fois moins d'arthropodes récoltés (figure 2).

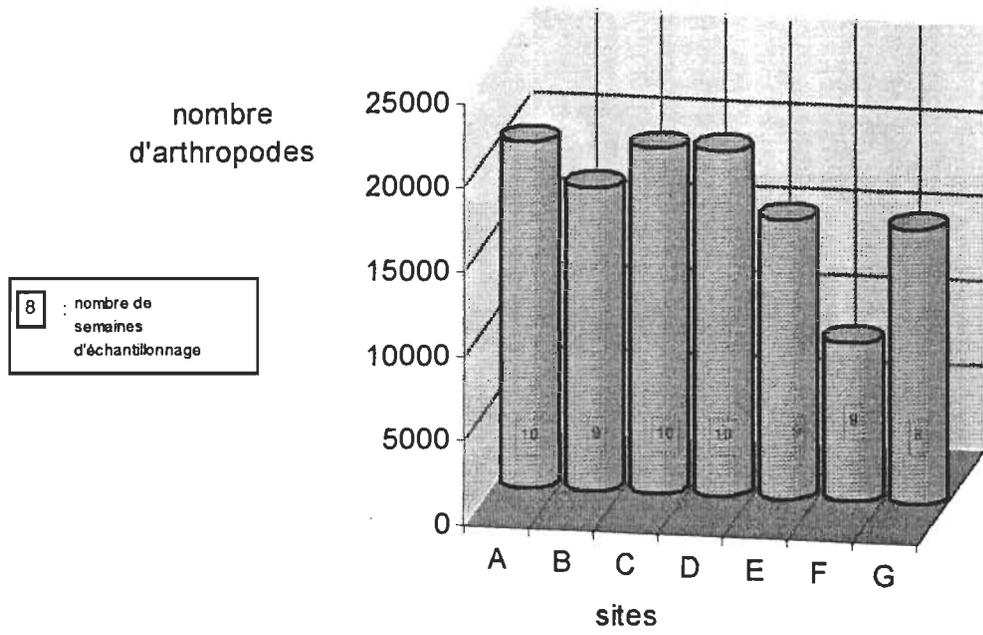


Figure 1: répartition du nombre total d'arthropodes échantillonnés selon les sites

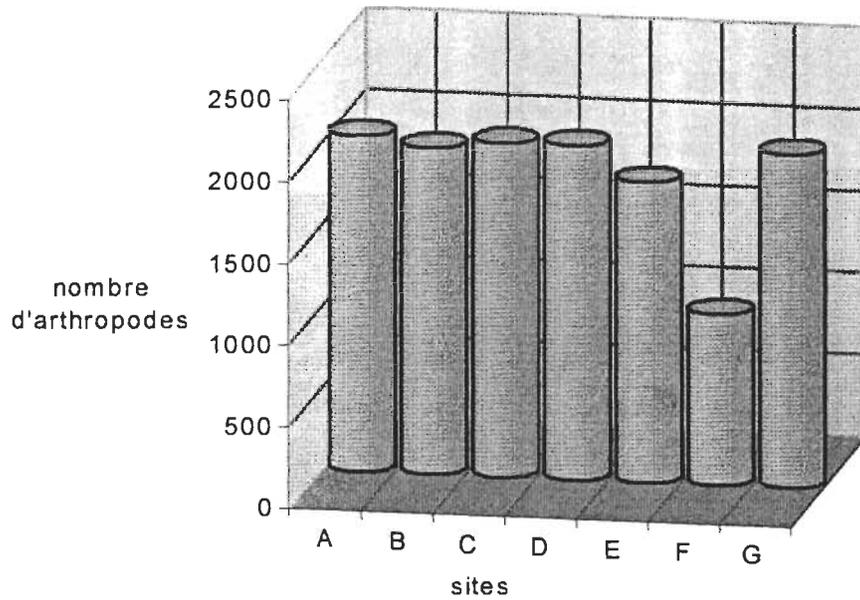


Figure 2: répartition du nombre moyen d'arthropodes échantillonnés pour une semaine selon les sites

Student-Newman-Keuls			
SITES	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
F	9	969,56	
E	9		1759,56
A	10		1888,70
B	9		1915,22
G	8		1919,25
C	10		1932,70
D	10		1945,30
Sig.		1,000	,989

Tableau 1: Résultats du test de Student-Newman-Keuls sur la répartition du nombre moyen d'arthropodes échantillonnés pour une semaine selon les sites

### 5.1.2 L'inventaire des arthropodes en fonction du temps

Les figures 3 à 6 montrent la distribution temporelle de l'ensemble des arthropodes récoltés au cours de la saison. Ainsi, il n'apparaît pas de tendance claire dans le patron de distribution temporelle des arthropodes pour les sites en bordure des champs de céréales (figure 3). Par contre, la comparaison inter-sites des tendances d'évolution, soit les périodes de croissance et de décroissance du nombre d'arthropodes, indique que certains sites suivent significativement le même patron de distribution. Effectivement, à l'aide de corrélations (tableau 2), nous avons déterminé que c'est le cas si nous comparons les sites C et G (corrélation:  $p = 0,031$ ). Cependant, ce ne l'est pas si nous effectuons la comparaison des sites B et C (corrélation:  $p = 0,167$ ) ainsi que les sites B et G (corrélation:  $p = 0,728$ ). On remarque finalement une corrélation négative (-754) entre les sites C et G. Celle-ci signifie qu'il existe une relation inversement proportionnelle du nombre d'arthropodes en fonction du temps entre ces deux sites.

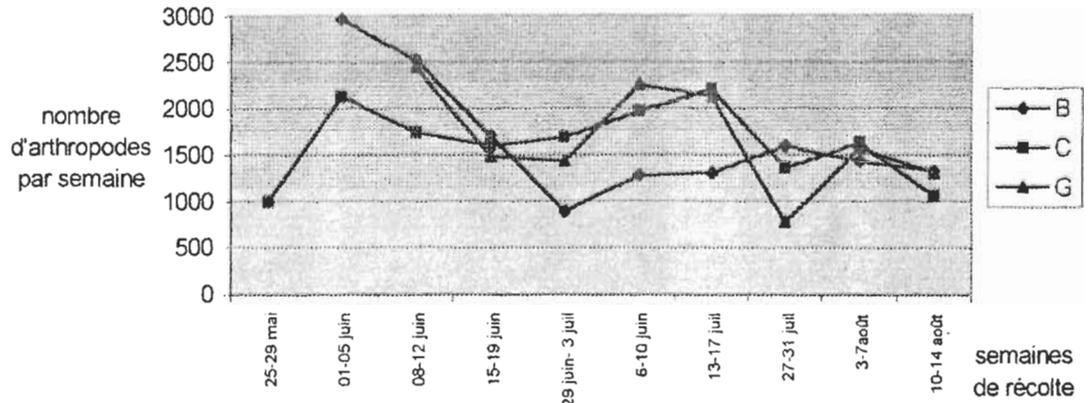


Figure 3: nombre d'arthropodes présents dans les sites juxtaposant des cultures de céréales (B-C-G) en fonction du temps

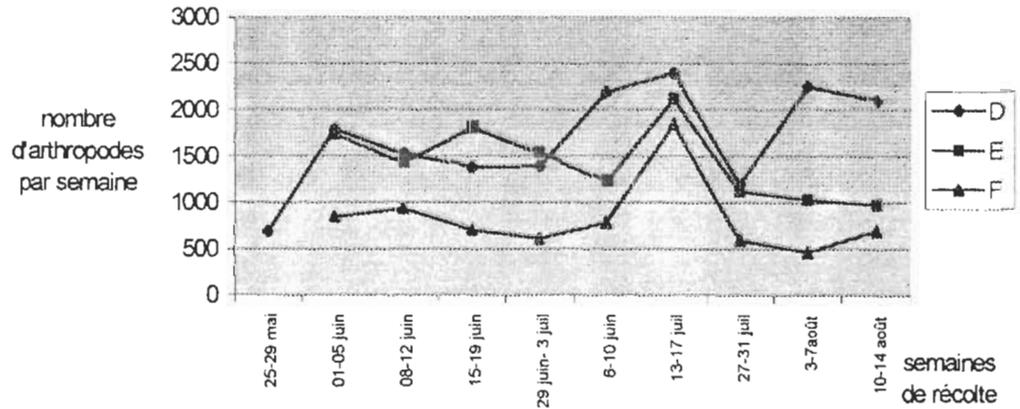


Figure 4: nombre d'arthropodes présents dans les sites juxtaposant des cultures de maïs (D-E-F) en fonction du temps

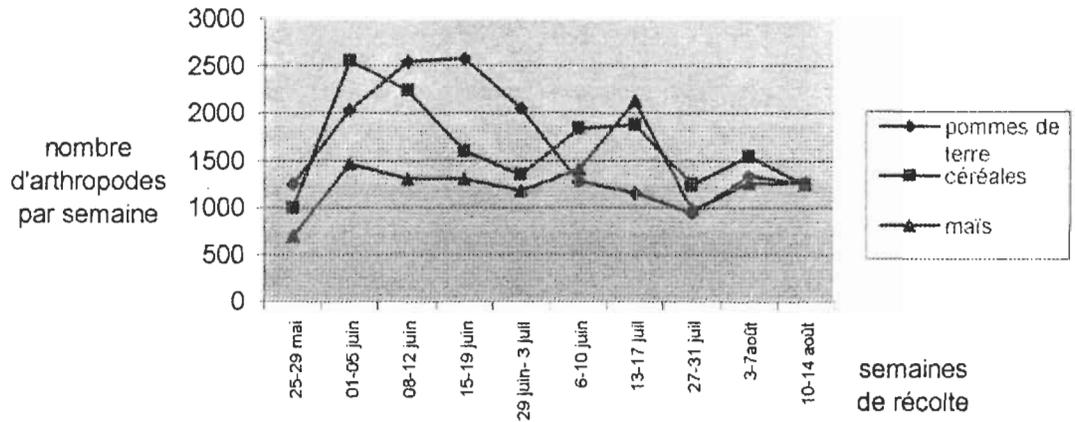


Figure 5 : distribution temporelle du nombre d'arthropodes dans les bandes riveraines selon les types de cultures

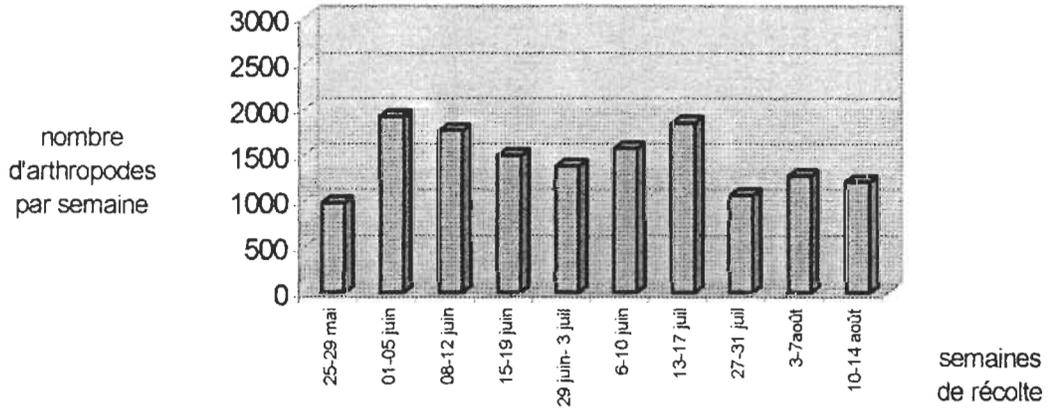


Figure 6: nombre moyen d'arthropodes par site en fonction du temps

## Correlations

		SITE_B	SITE_C	SITE_G
Pearson Correlation	SITE_B	1,000	-,504	,147
	SITE_C	-,504	1,000	-,754*
	SITE_G	,147	-,754*	1,000
Sig. (2-tailed)	SITE_B	,	,167	,728
	SITE_C	,167	,	,031
	SITE_G	,728	,031	,
N	SITE_B	9	9	8
	SITE_C	9	10	8
	SITE_G	8	8	8

\*: La corrélation est significative à un seuil de 0.05

Tableau 2: Résultats des tests de corrélation sur le nombre d'arthropodes présents dans les sites juxtaposant des cultures de céréales (B-C-G) en fonction du temps

Une analyse comparative des sites bordant les cultures de maïs conduit à un résultat semblable (figure 4). Effectivement, pour ces sites, il n'est pas possible de distinguer une tendance nette, soit un patron régulier, dans la distribution du nombre d'arthropodes en fonction du temps. Néanmoins, les tendances d'évolution des sites comparées par paires indiquent dans certains cas, selon les corrélations (tableau 3), que des sites suivent significativement le même patron de distribution. En effet, par le rejet de l'hypothèse nulle de la corrélation, on peut affirmer que pour les sites E et F, la distribution des arthropodes suit significativement le même patron de distribution (corrélation:  $p = 0,035$ ). Par contre, la situation est inverse si l'on compare les sites F et D (corrélation:  $p = 0,615$ ) ainsi que E et D (corrélation:  $p = 0,209$ ).

**Correlations**

		SITE_D	SITE_E	SITE_F
Pearson Correlation	SITE_D	1,000	-,463	-,195
	SITE_E	-,463	1,000	,702*
	SITE_F	-,195	,702*	1,000
Sig. (2-tailed)	SITE_D	,	,209	,615
	SITE_E	,209	,	,035
	SITE_F	,615	,035	,
N	SITE_D	10	9	9
	SITE_E	9	9	9
	SITE_F	9	9	9

\*: La corrélation est significative à un seuil de 0.05

Tableau 3: Résultats des tests de corrélation sur le nombre d'arthropodes présents dans les sites juxtaposant des cultures de maïs (D-E-F) en fonction du temps

Finalement, une comparaison de la distribution du nombre moyen d'arthropodes au cours de la saison et selon le type de culture juxtaposée aux sites d'étude fut effectuée (figure 5). Il apparaît, tout comme pour les sites bordant des cultures de céréales et pour les sites longeant les champs de maïs, aucune tendance claire dans le patron de distribution temporelle des arthropodes. Toutefois, à l'aide de corrélations (tableau 4), la comparaison inter-sites des patrons de distribution temporelle des arthropodes fut testée. A la suite de celle-ci, on remarque davantage de similitudes que dans les situations précédentes, puisque l'on rejette l'hypothèse nulle dans deux cas. En effet, par ces deux rejets, on peut affirmer que le patron de distribution des groupes de sites "pommes de terre" et "céréales" (corrélation:  $p = 0,037$ ) ainsi que ceux des groupes "maïs" et "céréales" (corrélation:  $p = 0,038$ ) ne présentent pas de différence significative. Par contre, l'hypothèse nulle pour la comparaison des groupes de sites "pommes de terre" et "maïs" est conservée (corrélation:  $p$

= 0,192), indiquant une absence significative de corrélation entre ces deux patrons de distribution temporelle des arthropodes.

#### Correlations

		CÉRÉALE	MAÏS	PATATE
Pearson Correlation	CÉRÉALE	1,000	,660*	,663*
	MAÏS	,660*	1,000	,450
	PATATE	,663*	,450	1,000
Sig. (2-tailed)	CÉRÉALE	,	,038	,037
	MAÏS	,038	,	,192
	PATATE	,037	,192	,
N	CÉRÉALE	10	10	10
	MAÏS	10	10	10
	PATATE	10	10	10

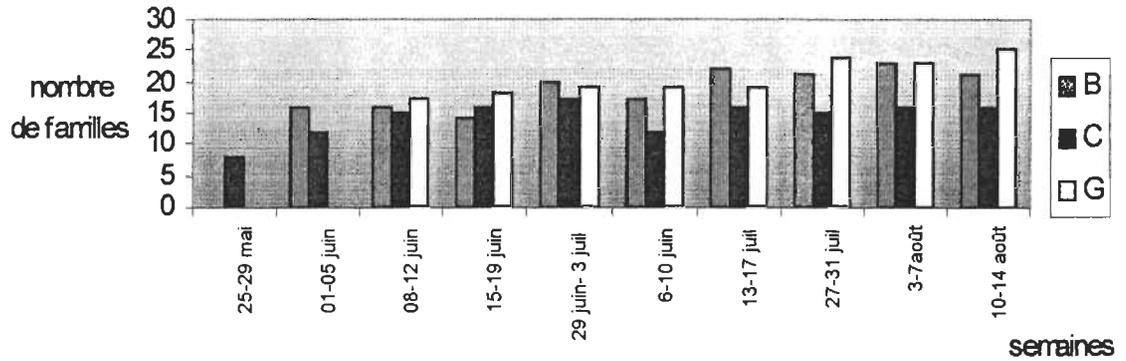
\*: La corrélation est significative à un seuil de 0.05

Tableau 4: Résultats des tests de corrélation sur la distribution temporelle du nombre d'arthropodes dans les bandes riveraines selon les types de cultures

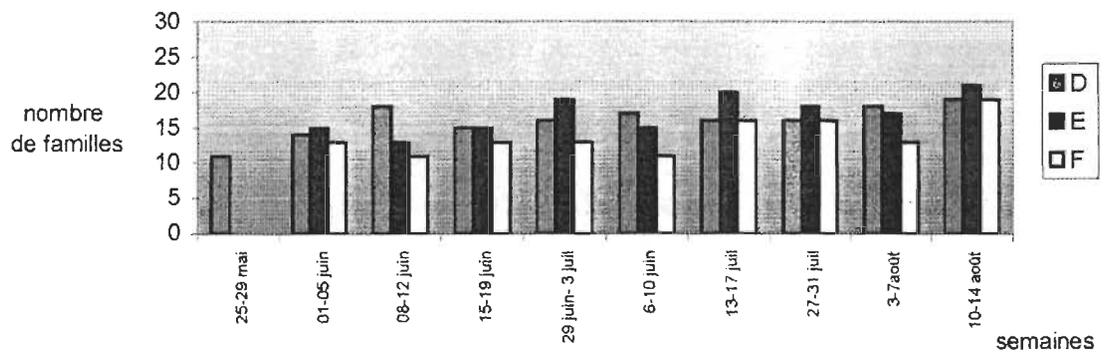
Finalement, la figure 6 présente le nombre moyen d'arthropodes enregistré dans une bande riveraine en fonction du temps. On y remarque dans l'ensemble qu'il n'y a pas d'augmentation ou de diminution significative de ce nombre (anova:  $p = 0,021$ ).

### 5.1.3 La distribution du nombre de familles d'insectes en fonction du temps

Les figures 7 à 10 présentent la distribution du nombre de familles d'insectes dans le temps, plus précisément dans les sites aux abords des champs de céréales (figure 7), de maïs (figure 8), en fonction du type de culture avoisinante (figure 9) et enfin la distribution



**Figure 7: nombre de familles d'insectes présentes dans les sites juxtaposant des cultures de céréales (B-C-G) en fonction du temps**



**Figure 8: nombre de familles d'insectes présentes dans les sites juxtaposant des cultures de maïs (D-E-F) en fonction du temps**

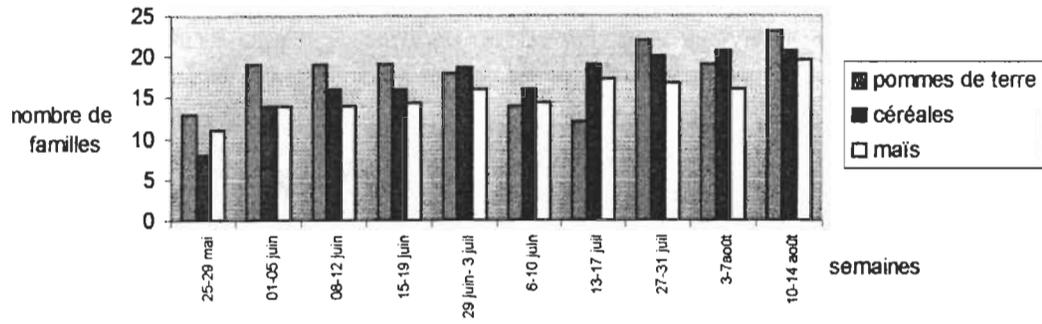


Figure 9 : distribution temporelle du nombre moyen de familles d'insectes dans les bandes riveraines selon les types de cultures

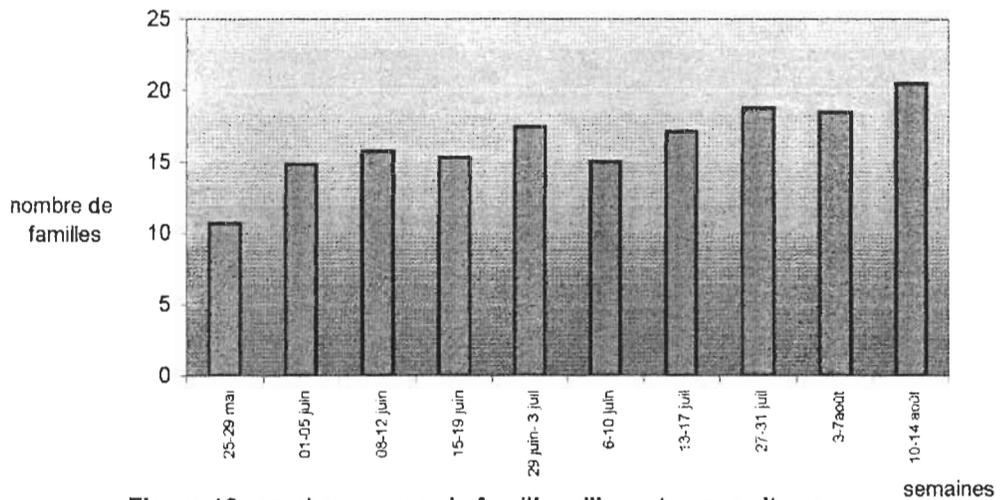


Figure 10: nombre moyen de familles d'insectes par site en fonction du temps

moyenne de l'ensemble des sites (figure 10). Bien que le nombre total de familles d'insectes relevées sur chaque site s'établisse en moyenne à une quarantaine pour toute la durée de l'étude, ces familles ne sont pas toutes présentes simultanément. Ainsi, de 12 à 22 familles ont été décomptées par site à chacune des semaines. Il apparaît néanmoins une augmentation significative dans le temps du nombre de familles d'insectes présentes (anova:  $p = 0.040$ ), évoluant environ du simple au double du début à la fin de la saison (figure 10). Effectivement, le nombre de familles d'insectes est positivement corrélé avec le nombre de semaines (corrélation :  $p < 0,001$ ) (tableau 5), ce qui signifie que le nombre de familles croît en fonction de l'évolution du temps.

#### Correlations

		SEMAINES	NB_FAM.I
Pearson Correlation	SEMAINES	1,000	,477**
	NB_FAM.I	,477**	1,000
Sig. (2-tailed)	SEMAINES	,	,000
	NB_FAM.I	,000	,
N	SEMAINES	65	65
	NB_FAM.I	65	65

\*: La corrélation est significative à un seuil de 0.01

Tableau 5: Résultats du test de corrélation sur le nombre moyen de familles d'insectes par site en fonction du temps

L'analyse des sites en bordure des champs de céréales (figure 7) indique que, tout au long de la période d'échantillonnage, le site C possède généralement le nombre de familles le plus faible par rapport aux sites B et G, ceux-ci présentant la plus grande diversité. Ce même constat peut être effectué pour les sites longeant les cultures de maïs, où la diversité des familles du site F s'avère moins élevée que pour les sites D et E (figure 8).

La comparaison des résultats, selon le type de culture avoisinante (figure 9), laisse généralement entrevoir que le nombre de familles présentes à un moment donné de la saison est le plus faible dans les sites bordant une culture de maïs. On observe également qu'en début d'échantillonnage et ce jusqu'à la mi-juin, c'est le site longeant la culture de pommes de terre qui possède le nombre de familles le plus élevé, alors que jusqu'à la mi-juillet, ce sont les sites en bordure des céréales qui enregistrent le plus de familles d'insectes.

On constate sur la figure 11, présentant la distribution temporelle du nombre total d'arthropodes et du nombre de catégories d'arthropodes, qu'aucune relation ne se dégage entre les deux courbes exprimées (corrélation :  $p = 0,252$ ) (tableau 6). Il n'y a donc pas de relation entre le nombre de groupes d'arthropodes et le nombre moyen d'arthropodes dans le temps.

#### Correlations

		NB_ARTHR	NB_CAT_A
Pearson	NB_ARTHR	1,000	,400
Correlation	NB_CAT_A	,400	1,000
Sig.	NB_ARTHR	,	,252
(2-tailed)	NB_CAT_A	,252	,
N	NB_ARTHR	10	10
	NB_CAT_A	10	10

Tableau 6: Résultats du test de corrélation sur les nombres moyens d'arthropodes et de catégories d'arthropodes par site en fonction du temps.

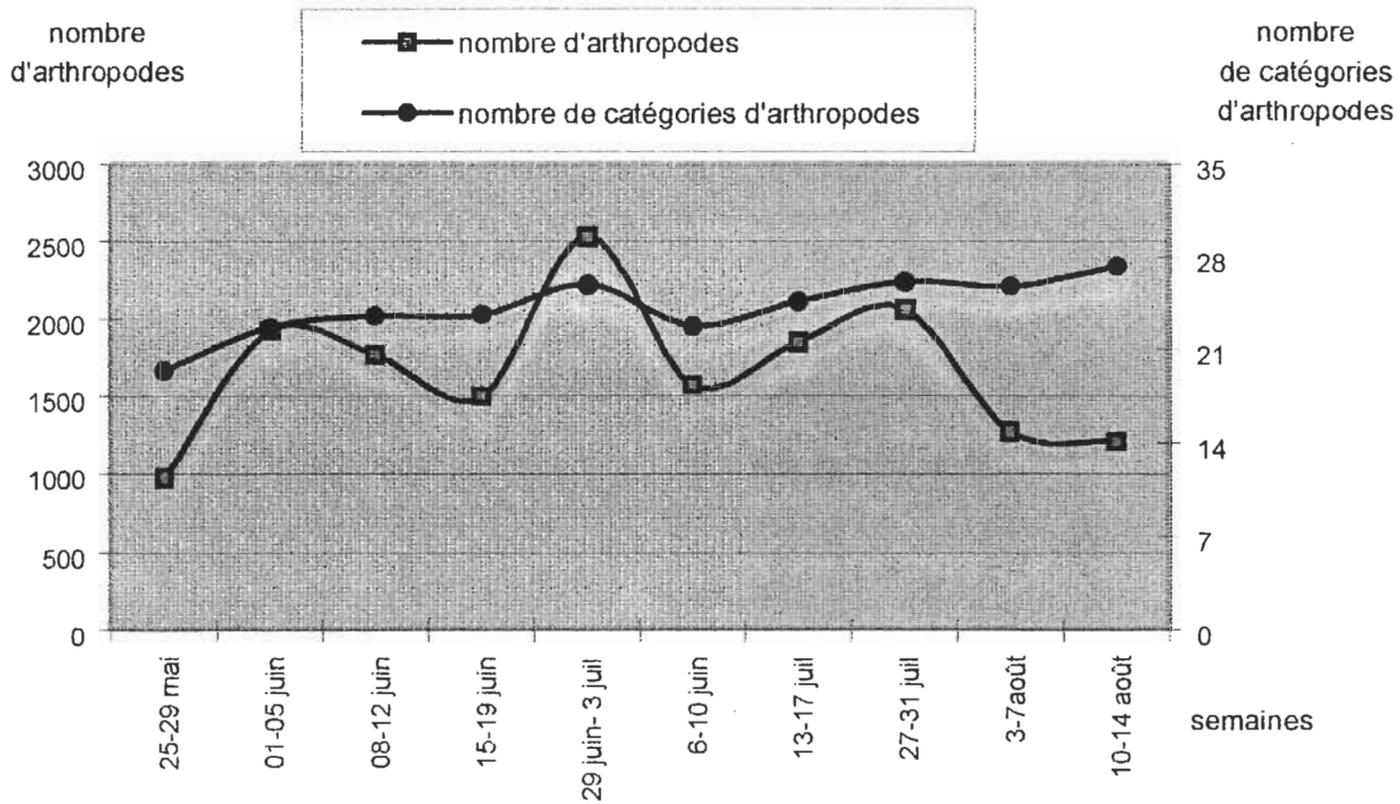


Figure 11: nombres moyens d'arthropodes et de familles d'arthropodes par site en fonction du temps

#### 5.1.4 La fréquence d'apparition des principales catégories d'arthropodes

En ce qui concerne l'inventaire total des arthropodes (figures 12 à 19), il apparaît que dix de leurs catégories constituent en moyenne 88% de l'échantillonnage total de chaque site. Parmi ces catégories les plus abondantes, neuf d'entre elles sont communes aux trois bandes riveraines juxtaposées aux champs de céréales (figures 12 à 14) ainsi qu'à celles bordant les champs de maïs (figures 15 à 17).

Concernant les sites bordant une culture de céréales, les principales catégories, formant chacune au moins 10% de l'échantillon total, sont les Diptera et les cloportes, présents dans les trois sites, les Carabidae, présents dans deux sites et finalement les Collembola, Staphylinidae, Formicidae et araignées, présents dans un des sites (figures 12 à 14). La diversité des principaux groupes d'arthropodes dont les familles et les ordres d'insectes, est légèrement plus faible en ce qui a trait aux sites en bordure des cultures de maïs; ainsi, on retrouve les Diptera et les araignées dans les trois sites, les cloportes et les Formicidae dans deux sites et finalement les Staphylinidae dans un site (figures 15 à 17).

Au sujet du site en bordure de la culture de pommes de terre, on remarque une dominance moins marquée des principales familles, ce qui augmente le pourcentage de la catégorie "autres insectes" par rapport aux autres sites qui juxtaposent un champ cultivé. Cependant, quatre familles de ce site constituent chacune au moins 10% de l'échantillon ; il s'agit des Diptera, des Carabidae, des acariens et des Histeridae (figure 18).

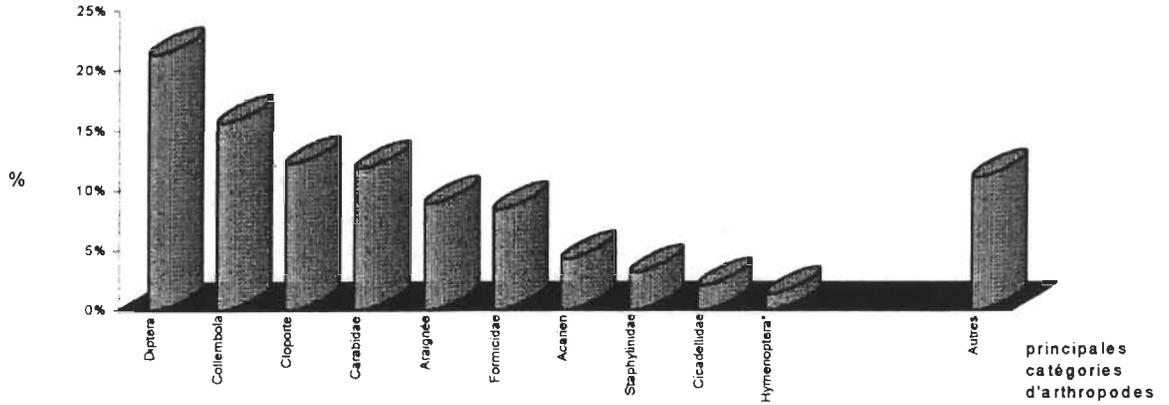


Figure 12: principales catégories d'arthropodes au site B (céréales)

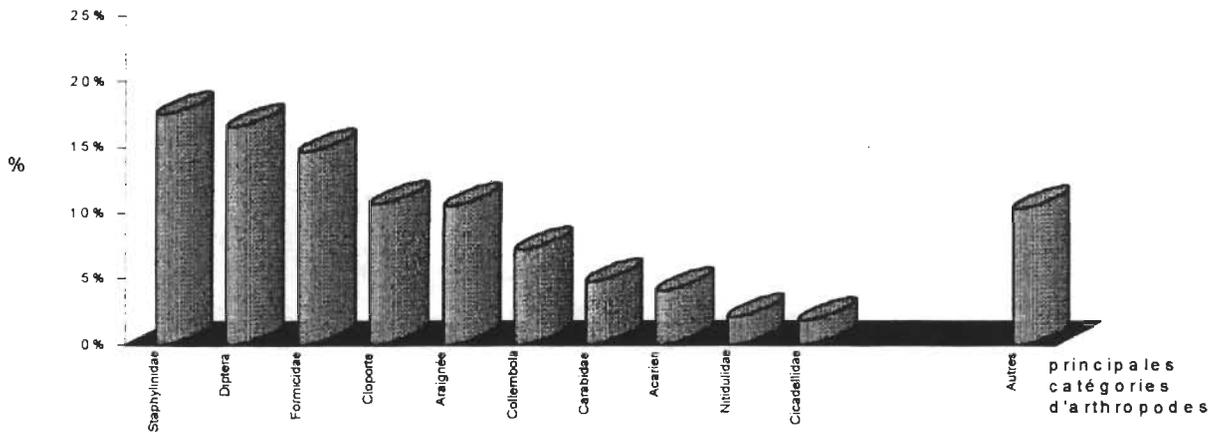


Figure 13: principales catégories d'arthropodes au site C (céréales)

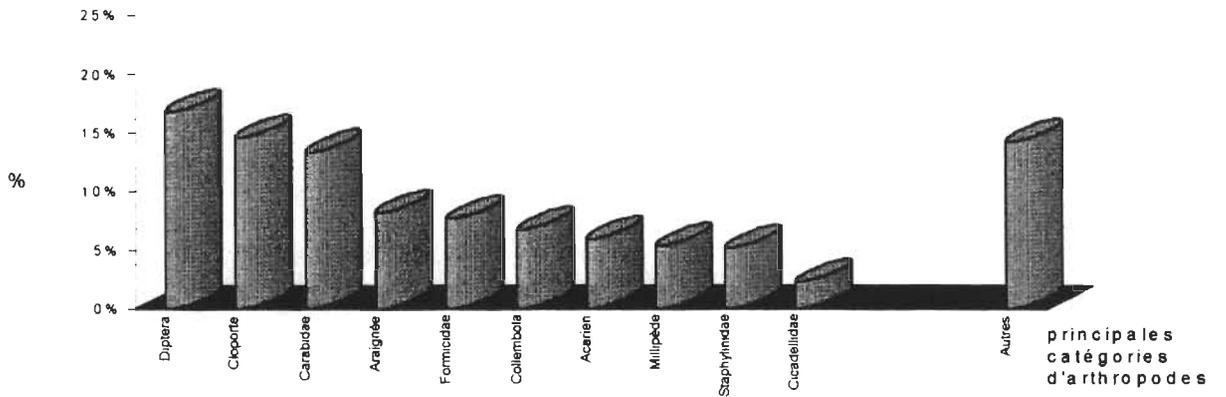


Figure 14 : principales catégories d'arthropodes au site G (céréales)

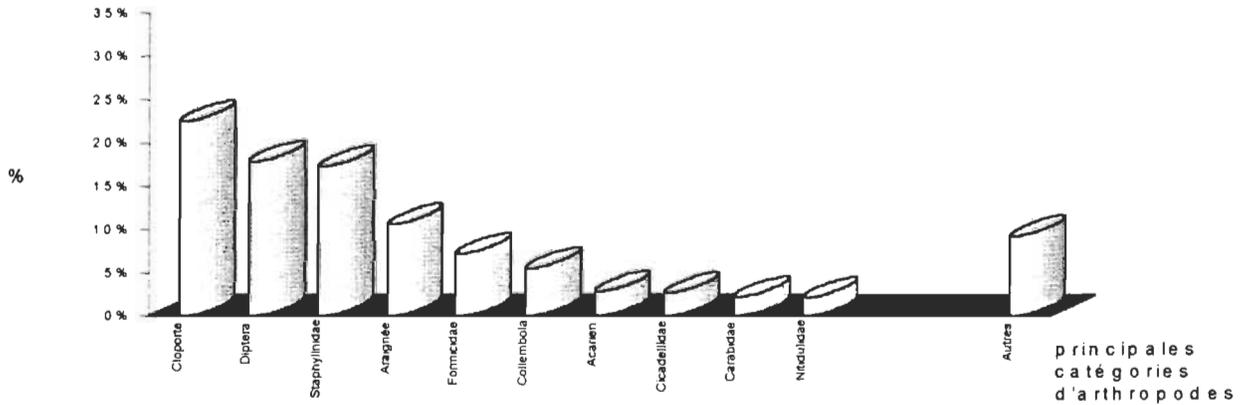


Figure 15: principales catégories d'arthropodes au site D (maïs)

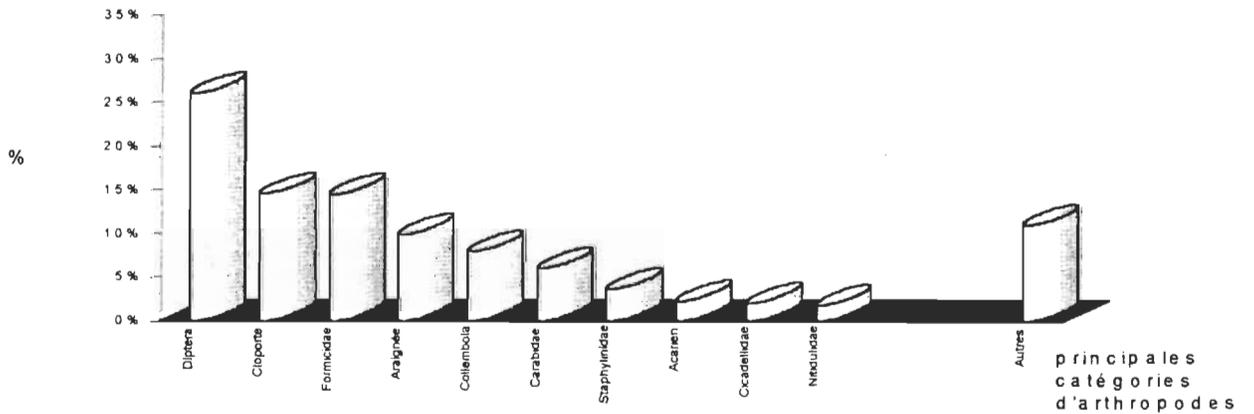


Figure 16: principales catégories d'arthropodes au site E (maïs)

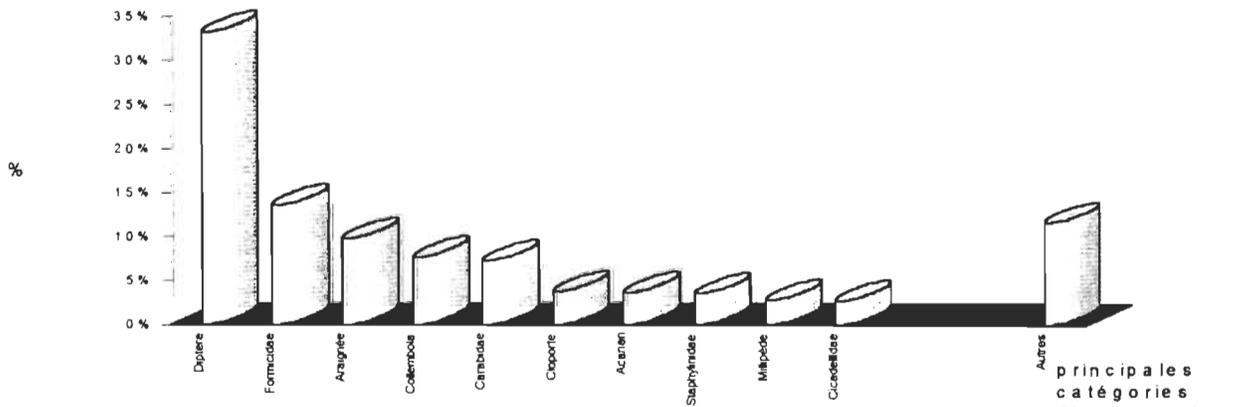


Figure 17: principales catégories d'arthropodes au site F (maïs)

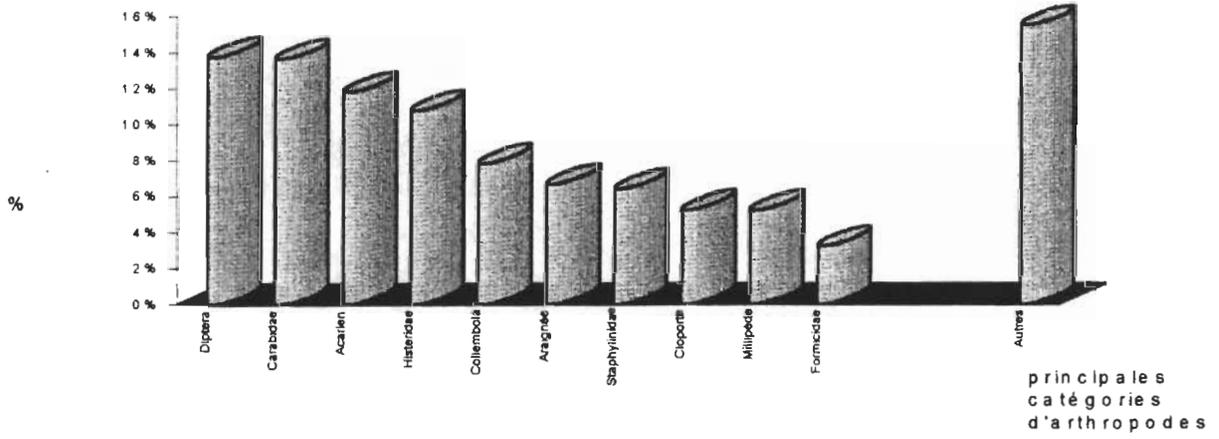


Figure 18: principales catégories d'arthropodes au site A (pommes de terre)

La figure 19 présente les neuf principales catégories d'arthropodes retrouvées dans les trois groupes de sites distingués selon la culture avoisinante. Il en ressort que sept catégories sur neuf se retrouvent dans les 3 groupes de cultures différentes. En outre, en ne considérant que les deux groupes de cultures où des répliquats ont pu être réalisés, soit les groupes "maïs" et les "céréales", on remarque que les neuf catégories les plus abondantes sont identiques. De plus, les Diptera, les cloportes, les Formicidae ainsi que les acariens et les Cicadellidae sont au même rang, en terme de pourcentage d'abondance. Finalement, les pourcentages moyens d'abondance de ces catégories d'arthropodes ne présentent pas de différence significative entre les deux groupes de sites (corrélation:  $p < 0,001$ ) (tableau 7).

#### Correlations

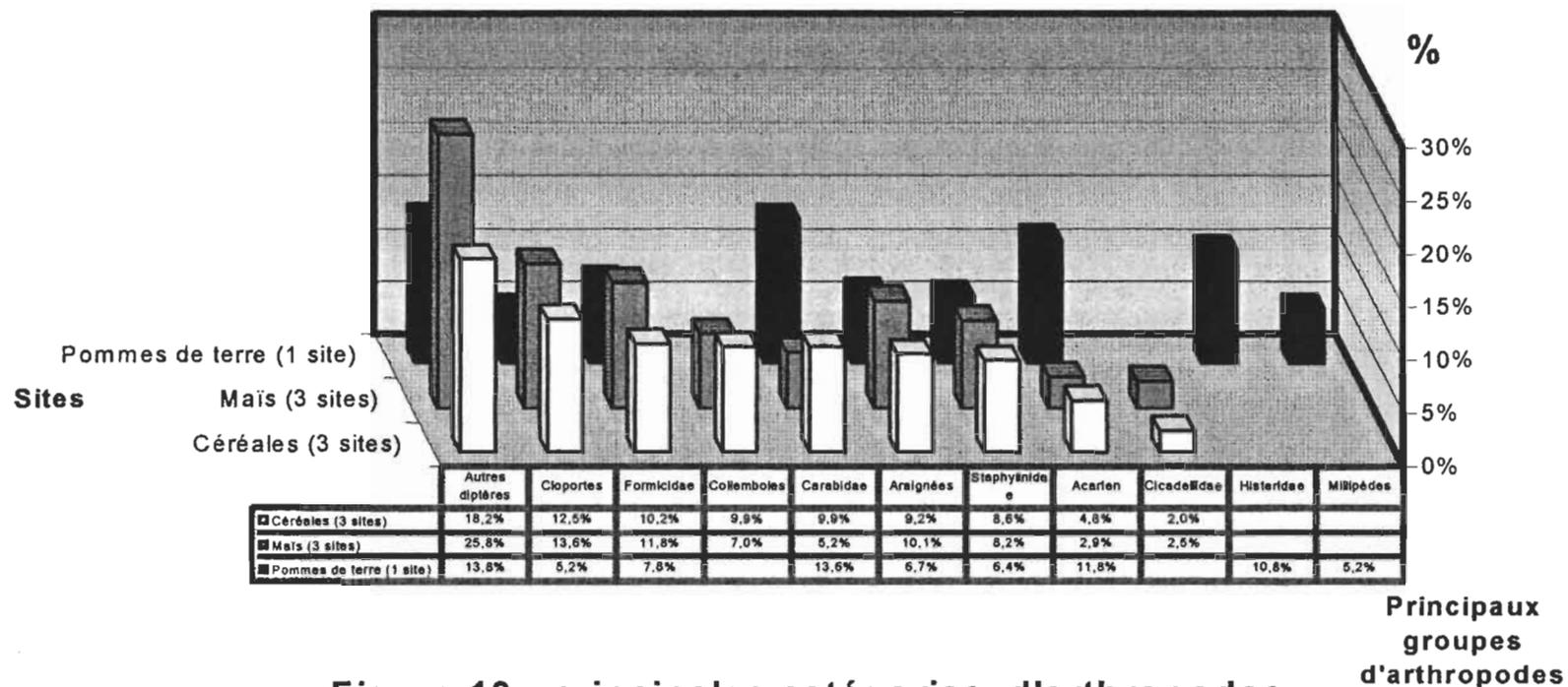
		CÉRÉAL	MAIS
Pearson Correlation	CÉRÉAL	1,000	,918**
	MAIS	,918**	1,000
Sig. (2-tailed)	CÉRÉAL	,	,000
	MAIS	,000	,
N	CÉRÉAL	9	9
	MAIS	9	9

\*: La corrélation est significative à un seuil de 0.01

Tableau 7: Résultats du test de corrélation sur les principales catégories d'arthropodes dans les bandes riveraines selon les cultures

#### 5.1.5 Les principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes retenus

Parmi les quatre-vingts catégories d'arthropodes répertoriées lors de l'inventaire, la plupart ne sont pas assez nombreuses pour que l'on puisse les considérer à des fins de



**Figure 19 : principales catégories d'arthropodes dans les bandes riveraines selon les cultures**

comparaison. Toutefois, trois ordres et neuf familles d'insectes, ainsi que quatre autres catégories d'arthropodes, semblent s'avérer représentatifs de la faune arthropodienne des bandes riveraines. Il s'agit des Diptera, Hymenoptera (excluant les Formicidae), Collembola, ainsi que des Carabidae, Formicidae, Staphylinidae, Cicadellidae, Nitidulidae, Dermestidae, Aphididae, Silphidae, Cryptophagidae, complétés par les acariens, millipèdes, araignées et cloportes (tableau 8).

Dans ces catégories d'arthropodes, ordres et familles d'insectes, on y retrouve environ le quart des 21 ordres d'insectes du Québec (Doucet, 1994), à savoir les Hymenoptera, Diptera, Collembola, Homoptera et Coleoptera. Ces derniers s'avèrent les plus représentés, avec six familles inventoriées (tableau 8).

En vue d'établir le statut écologique de ces principales familles d'insectes et catégories d'arthropodes, celles-ci ont été classifiées globalement, selon des considérations écologiques et économiques vis-à-vis des activités humaines (tableau 9).

On remarque ainsi que la plupart des principaux arthropodes et familles d'insectes (10) retenus renferment des représentants considérés comme fort utiles au point de vue écologique et économique. Seules deux familles pourraient comporter certaines espèces s'avérant nuisibles à l'agriculture. Il s'agit des Aphididae et des Cicadellidae.

Tableau 8 : Principales catégories d'arthropodes, ordres et familles d'insectes représentés dans les échantillons

Principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes	Ordres
Hymenoptera (excluant les Formicidae) Formicidae	Hyménoptères
Diptera	Diptères
Collembola	Collemboles
Carabidae Staphylinidae Nitidulidae Dermestidae Silphidae Cryptophagidae	Coléoptères
Aphididae Cicadellidae	Homoptères
Araignée Cloporte Millipède Acarien	Autres catégories d'arthropodes*

\*:appellation aux fins de l'étude

**Tableau 9 : Occurrence et considérations écologique et économique des principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes**

Principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes	Classification écologique et économique*	Considérations Positives*	Considérations Négatives*
<b>Hymenoptera (excluant les Formicidae)</b>	Présence positive	-insectivores, prédateurs, parasites -pollinisateurs -production: miel et cire	-blessures et agressions possibles -dommages mineurs aux cultures
<b>Formicidae</b>	Présence positive	-prédateurs, parasites -pollinisateurs	-dommages mineurs aux cultures
<b>Diptera</b>	Présence positive	-prédateurs, parasites (de pestes) -pollinisateurs -détritviores, nécrophages	-vecteurs potentiels de maladies (plantes et animaux) -dommages mineurs aux cultures
<b>Collembola</b>	Présence positive	-détritviores	-dommages possibles aux jardins et plantes de serre
<b>Carabidae</b>	Présence positive	-saprophages -prédateurs (de pestes)	-dommages mineurs aux cultures
<b>Staphylinidae</b>	Présence positive	-prédateurs, parasites -pollinisateurs -décomposeurs	-dommages esthétiques aux plantes -vecteurs de maladies (plantes)
<b>Nitidulidae</b>	Présence positive	-prédateurs	-dommages aux cultures -altération des fruits
<b>Dermestidae</b>	Présence positive	-nécrophages -prédateurs	-affectent la qualité de certains produits
<b>Silphidae</b>	Présence positive	-nécrophages, détritviores -prédateurs -élimination de sites de reproduction de pestes (mouches)	-dommages possibles aux plantes (une espèce)
<b>Cryptophagidae</b>	Présence positive	-détritviores	-dommages possibles aux produits entreposés
<b>Aphididae</b>	Présence contraigante	-composante naturelle	-dommages possibles aux plantes -vecteurs de maladies (plantes)
<b>Cicadellidae</b>	Présence contraigante	-composante naturelle	-dommages aux plantes -vecteurs de maladies (plantes)
<b>Cloporte</b>	Présence positive	-détritviores	-dommages possibles aux plantes (quelques espèces)
<b>Millipède</b>	Présence positive	-nécrophages	-dommages limités aux plantes
<b>Acarien</b>	Présence positive	-prédateurs -attaques de plantes nuisibles	-parasites d'animaux et de plantes -vecteurs de maladies -dommages aux produits entreposés
<b>Araignée</b>	Présence positive	-prédateurs (pestes)	-aucune

\*: vis-à-vis des activités humaines

## 5.2 Proposition d'une caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne

Le tableau 10 présente une proposition d'une caractérisation des bandes riveraines par les principaux représentants de la flore et de la faune arthropodienne recensés dans les trois bandes riveraines situées en bordure d'une culture de céréales. On remarque, pour ces trois bordures, que les patrons végétaux se ressemblent fortement, puisque parmi les espèces dominantes, deux sont communes, soit *Bromus* sp. et *Phragmite communis* Trin. Il en est de même pour les principales familles d'insectes, où l'on retrouve comme espèce dominante dans les trois écotones, les Diptera, les Collembola et les Formicidae. De plus, la famille des Carabidae est commune aux sites B et G. Seule une famille se retrouve en forte abondance dans une seule bande riveraine (site C), il s'agit des Staphylinidae. Enfin, on peut remarquer que les cloportes sont identifiés deux fois comme autres arthropodes représentatifs des bandes riveraines bordant les cultures de céréales.

Le tableau 11 présente la caractérisation des bandes en bordure des cours d'eau pour les trois sites jouxtant un champ de maïs. On retrouve un peu moins de similitude au niveau de la flore pour les sites D, E et F que pour les sites longeant les cultures de céréales. Effectivement, on remarque que *Agropyron repens* L. et que *Bromus* sp. sont parmi les végétaux les plus représentés pour deux sites, soit respectivement D et E d'une part et E et F, d'autre part. Pour les insectes, on remarque également des similitudes entre les bandes riveraines, tels les Diptera présents dans les trois sites bordant les cultures de maïs et qui se retrouvent d'ailleurs en plus grand nombre dans ces écotones. Ensuite, on retrouve les Formicidae et les Collembola qui sont présents dans deux des trois sites, soit E et F.

		B			C			G		
		Espèces	Dominance	Famille	Espèces	Dominance	Famille	Espèces	Dominance	Famille
Principaux végétaux	Herbacée	<i>Bromus</i> sp. <i>Phalaris arundinacea</i> L. <i>Phragmite communis</i> Trin.	✓	graminée graminée graminée	<i>Bromus</i> sp. <i>Solidago canadensis</i> L. <i>Phragmite communis</i> Trin.	✓	graminée composée graminée	<i>Bromus inermis</i> Leys. <i>Calamagrostis</i> sp. <i>Phragmite communis</i> Trin.	✓	graminée graminée graminée
	Arbustive	aucun			<i>Acer negundo</i> L. <i>Salix</i> sp.			aucun		
	Arbrescente	aucun			aucun			<i>Acer negundo</i> L.		
		Familles*	Pourcentage	Ordre	Familles*	Pourcentage	Ordre	Familles*	Pourcentage	Ordre
Principaux arthropodes	Insectes	Diptera	31%	Diptera	Staphilinidae	26%	Coleoptera	Diptera	28%	Diptera
		Collembola	22%	Collembola	Diptera	24%	Diptera	Carabidae	22%	Coleoptera
		Carabidae	17%	Coleoptera	Collembola	21%	Collembola	Formicidae	13%	Hymenoptera
		Formicidae	12%	Hymenoptera	Formicidae	11%	Hymenoptera	Collembola	11%	Collembola
Autres arthropodes	aucun			Cloportes Araignées			Cloportes			

\*: Les diptères et les collembole ont été considérés au rang de l'ordre à cause d'une identification trop longue et onéreuse, cependant ceux-ci ont été regroupés sous la dénomination famille pour faciliter la présentation des résultats

Tableau 10: Caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne pour les sites bordant une culture de céréales (B-C-G)

		D			E			F		
		Espèces	Dominance	Famille	Espèces	Dominance	Famille	Espèces	Dominance	Famille
Principaux végétaux	Herbacée	<i>Phalaris arundinacea</i> L. <i>Agropyron repens</i> L. <i>Phleum pratens</i> L.	✓	graminée graminée graminée	<i>Bromus</i> sp. <i>Agropyron repens</i> L.	✓	graminée graminée	<i>Bromus</i> sp. <i>Calamagrostis</i> sp. <i>Phragmite communis</i> Trin.	✓	graminée graminée graminée
	Arbustive	<i>Rhus typhina</i> L.			aucun			aucun		
	Arbrescente	aucun			aucun			<i>Acer negundo</i> L.		
		Familles*	Pourcentage	Ordre	Familles*	Pourcentage	Ordre	Familles*	Pourcentage	Ordre
Principaux arthropodes	Insectes	Diptera	31%	Diptera	Diptera	39%	Diptera	Diptera	45%	Diptera
		Staphylinidae	30%	Coleoptera	Formicidae	22%	Hymenoptera	Formicidae	18%	Hymenoptera
					Collembola	12%	Collembola	Collembola	10%	Collembola
								Carabidae	10%	Coleoptera
Autres arthropodes	Cloportes Araignées			Cloportes Araignées			Araignées			

\*: Les diptères et les collembole ont été considérés au rang de l'ordre à cause d'une identification trop longue et onéreuse, cependant ceux-ci ont été regroupés sous la dénomination famille pour faciliter la présentation des résultats

Tableau 11: Caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne pour les sites bordant une culture de maïs (D-E-F)

		A		
		Espèces	Dominance	Famille
Principaux végétaux	Herbacée	<i>Agropyron repens</i> L.		graminée
		<i>Calamagrostis</i> sp.		graminée
		<i>Urtica procera</i> Mühl.	✓	urticacées
	Arbustive	<i>Urtica procera</i> Mühl.		
	Arbrescente	<i>Acer negundo</i> L.		
		Familles*	Pourcentage	Ordre
Principaux arthropodes	Insectes	Diptera	23%	Diptera
		Carabidae	22%	Coleoptera
		Histeridae	18%	Coleoptera
		Collembola	13%	Collembola
		Staphylinidae	11%	Coleoptera
Autres arthropodes	aucun			

\*: Les diptères et les collembola ont été considérés au rang de l'ordre à cause d'une identification trop longue et onéreuse, cependant ceux-ci ont été regroupés sous la dénomination famille pour faciliter la présentation des résultats

Tableau 12: Caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne pour le site bordant une culture de pommes de terre (A)

		Bandes riveraines	
		Espèces	Récurrance
Principaux végétaux	Herbacée	<i>Bromus</i> sp.	5
		<i>Phragmite communis</i> Trin.	4
		<i>Agropyron repens</i> L.	3
		<i>Calamagrostis</i> sp.	3
		<i>Phalaris arundinacea</i> L.	2
		<i>Phleum pratens</i> L.	1
		<i>Solidago canadensis</i> L.	1
		<i>Urtica procera</i> Mühl.	1
	Arbustive	<i>Urtica procera</i> Mühl.	1
		<i>Rhus typhina</i> L.	1
<i>Acer negundo</i> L.		1	
<i>Salix</i> sp.		1	
Arbrescente	<i>Acer negundo</i> L.	3	
		Familles*	Récurrance
Principaux arthropodes	Insectes	Diptera	7
		Collembola	6
		Formicidae	5
		Carabidae	4
		Staphylinidae	3
		Histeridae	1
	Autres arthropodes	Cloportes	4
	Araignées	4	

\*: Les diptera et les collembola ont été considérés au rang de l'ordre à cause d'une identification trop longue et onéreuse, cependant ceux-ci ont été regroupés sous la dénomination famille pour faciliter la présentation des résultats

Tableau 13: Caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne pour l'ensemble des bandes riveraines

Finalement, on peut remarquer que les cloportes et les araignées sont identifiés respectivement trois et deux fois comme autres arthropodes les plus représentés dans les bandes riveraines jouxtant des cultures de maïs.

Le tableau 12 présente pour sa part les espèces de la flore et de la faune qui sont représentatives, par leur présence élevée, du site en bordure de la culture de pommes de terre. On relève ainsi que cette bande riveraine présentait une strate arbustive très fournie par la présence de *Urtica procera* Mühl, et qu'il en était de même au niveau de la strate des arbres, par la présence des *Acer negundo* L.. La strate herbacée était pour sa part aussi fortement peuplée de *U. procera* Mühl, mais également de deux graminées, soit de *Agropyron repens* L. et de *Calamagrostis* sp.. En ce qui concerne les principaux arthropodes présents, seuls des insectes dominant. En effet, ce sont cinq familles seulement qui composent 87% de l'échantillon ; il s'agit des Diptera, des Carabidae, des Histeridae, des Collembola et des Staphylinidae.

Le tableau 13 fait la synthèse de la flore et de la faune caractéristiques aux sept bandes riveraines échantillonnées. On remarque que l'ensemble des écotones étudiés est caractérisé par une abondance dominante des graminées. En effet, parmi les huit espèces caractéristiques aux bandes riveraines échantillonnées, on en comptabilise six qui font partie de cette famille et elles ont été retrouvées chacune entre une et cinq fois parmi l'ensemble des écotones examinés. Au niveau de la strate arbustive, on remarque que les espèces présentes dans les bandes riveraines sont assez diversifiées. Par contre, pour la strate des arbres, on constate que c'est l'espèce *Acer negundo* L. qui revient et domine

constamment dans les bordures étudiées. Aussi, relativement aux principaux arthropodes caractérisant les bandes échantillonnées, on observe tout d'abord que l'entomofaune représentative des bandes riveraines est constituée d'un nombre limité de familles d'insectes. En effet, sept familles seulement, sur les soixante-dix recensées environ, ont été retenues pour caractériser les écotones échantillonnés. Pour ne citer que les plus importantes, on retrouve en tête de ligne les Diptera, puisqu'ils sont présents dans tous les sites et souvent au premier rang en terme d'abondance. Suivent les Collembola, les Formicidae et les Carabidae qui sont présents dans plus de la moitié des sites. Enfin, pour ce qui est des autres arthropodes, on remarque une fois de plus une grande uniformité, avec seulement deux catégories abondantes, soit les cloportes et les araignées qui sont toutes deux présentes dans plus de la moitié des sites.

## 6. DISCUSSION

### 6.1 L'inventaire de l'entomofaune

#### 6.1.1 L'inventaire des arthropodes selon les sites

Considérant la durée de la période échantillonnée, les 75200 spécimens d'arthropodes récoltés constituent un inventaire révélateur d'une abondance et d'une diversité intéressante. En effet, environ dix pour-cent des familles nord-américaines sont susceptibles d'être représentées dans les bandes riveraines en zones agricoles du sud du Québec, s'il l'on considère qu'une moyenne de 41 familles par site fut enregistrée (annexe D). Quant à la vingtaine d'ordres d'insectes présents au Québec, quatorze peuvent se retrouver dans le type d'écotone étudié. Il s'agit des Collembola, Thysanura, Odonata, Orthoptera, Plecoptera, Homoptera, Hemiptera, Trichoptera, Siphonaptera, Coleoptera, Thysanoptera, Lepidoptera, Diptera et Hymenoptera. En outre, compte tenu de la superficie restreinte qu'occupe ce type d'écotone, la diversité entomologique des bandes riveraines apparaît d'autant plus élevée.

Le fait que l'abondance relevée des arthropodes soit généralement peu différente d'une bande riveraine à une autre pourrait indiquer que le type de culture pratiquée n'influencerait pas de façon particulière la richesse en arthropodes de ces écotones (figure 1). Aussi, le fait d'avoir un nombre élevé d'individus dans l'ensemble des bandes riveraines montre que ces milieux demeurent propices et attirants pour eux. Plusieurs chercheurs en sont venus à des conclusions semblables. Ainsi, Downie et *al.* en 1996, de même que Cameron en 1917, mentionnaient que certaines espèces d'insectes vivant dans les prairies,

les pâturages et les forêts mixtes décidues préféreraient les zones de bordures telles les bandes riveraines. Terrel-Nield, pour sa part, a démontré en 1986 qu'il y avait accroissement de la diversité des insectes dans une bande écotone entre un champ cultivé et un boisé par rapport aux deux milieux adjacents. Un résultat similaire fut observé par Duelli et *al.* en 1990, pour une bordure entre deux champs agricoles, alors qu'ils étudiaient plusieurs groupes d'invertébrés. En 1992, Rusek arriva à des conclusions semblables pour divers groupes d'organismes au sol à l'intérieur d'écotones situés dans une forêt et dans une prairie. Il remarqua une augmentation de la biomasse, de la densité ainsi que de la diversité des arthropodes.

Il n'est toutefois pas possible de déterminer précisément la raison d'être du nombre deux fois moins élevé d'arthropodes recensés dans le site F, soit la bordure séparant un champ de maïs, comparativement aux autres sites (figure 2). Cependant, des facteurs explicatifs possibles peuvent être avancés, tels une quantité de pesticides ayant servi à traiter la culture bordante et s'étant retrouvée dans la bande riveraine ou encore la nature du sol.

### **6.1.2 L'inventaire des arthropodes en fonction du temps**

La similitude observée dans les variations saisonnières entre les trois sites longeant les cultures de céréales pourrait être due aux influences associées à ce type de culture (figure 3). La plus faible correspondance du site B par rapport aux sites C et G pourrait

s'expliquer par une dynamique différente du milieu, à une échelle circonscrite et pouvant être créée par des composantes du milieu influençant la bande riveraine (sol, cours d'eau, végétaux, faune). Cependant, il est probable que les bandes riveraines, en tant qu'écotones de même type, expliquent cette similitude observée et ce, peu importe la culture adjacente.

Un tel raisonnement est également applicable aux trois sites bordant les cultures de maïs (D-E-F) (figure 4), où une similitude entre les variations saisonnières du nombre d'arthropodes pourrait être attribuée au fait que les bandes riveraines sont des écotones similaires, quel que soit le type de culture juxtante. Tout comme relevé pour le site B (céréale), la plus faible similitude du site D, comparativement aux sites E et F, pourrait s'expliquer par la même raison avancée précédemment. La présence de deux cultures bordant le site D (maïs et céréales) pourrait également contribuer à ce résultat.

Cependant, lorsqu'on analyse les résultats des groupes en fonction des cultures (figure 5), le nombre d'arthropodes se distribue au cours de la saison de façon semblable dans les écotones, peu importe la culture voisine. Cela nous indique que les champs adjacents cultivés, nonobstant le type de culture, ont les mêmes effets sur la distribution du nombre d'arthropodes dans les bandes riveraines. Aussi, la moins grande correspondance entre les deux groupes "pomme de terre" (A) et "maïs" (D-E-F), peut s'expliquer par le nombre restreint de sites dans le cas du premier groupe cité, conférant ainsi une image moins précise de la distribution des arthropodes dans le temps.

Aussi, le fait qu'il n'y ait généralement aucune tendance marquée dans le patron de distribution temporelle du nombre d'arthropodes pour l'ensemble des bandes (figure 6) pourrait être attribuable aux conditions environnementales et à un support végétal plus favorable à l'implantation des arthropodes tout au long de la saison. De plus, ce type de distribution observée signifie qu'il n'est pas nécessaire de porter une attention particulière à l'entomofaune pour une période de temps donnée. Il s'agit plutôt d'opter pour une gestion globale s'étendant sur l'ensemble du temps pendant lequel les insectes sont présents dans les écotones riverains.

### **6.1.3 La distribution du nombre de familles d'insectes en fonction du temps**

Une plus grande maturité du milieu végétal, jumelée à des conditions environnementales davantage favorables en milieu et surtout en fin de saison, serait vraisemblablement à l'origine du nombre de familles d'insectes deux fois plus élevé à la fin de la saison d'échantillonnage, et ce pour l'ensemble des sites (figure 10). Toutefois, il est à remarquer que certaines familles ne comptaient qu'un nombre très limité d'individus dans l'inventaire, ce qui pourrait également expliquer en partie ce résultat.

Le nombre restreint de familles représentées dans les sites C (céréale) (figure 7) et F (maïs) (figure 8) est difficilement explicable ; la proximité d'un deuxième type de culture pourrait être responsable de la présence de familles plus riches en espèces généralistes, comparativement aux bandes riveraines ne longeant qu'un seul type de culture. Aussi, le

nombre d'individus total enregistré au site F fut de moitié inférieur à ceux des autres sites longeant un seul type culture.

En ce qui concerne le nombre de familles d'insectes représentées au cours de la saison dans les groupes de bandes riveraines, comparées selon les cultures adjacentes (figure 9), la valeur moins élevée de familles pour le groupe de sites en bordure des champs de maïs peut être expliquée par la faible abondance relevée dans le site F. En outre, des conditions environnementales et de maturation du milieu ont pu être différentes d'un site à l'autre.

L'inventaire considéré dans son ensemble indique qu'il n'y a pas de relation entre le nombre de groupes d'arthropodes et le nombre d'arthropodes recensés au cours du temps (figure 11). Effectivement, l'augmentation du nombre de catégories d'arthropodes à la fin de la période d'échantillonnage n'est pas due à une augmentation du nombre d'arthropodes au cours de cette même période, celui-ci restant relativement constant tout au long de la saison d'échantillonnage. Ceci pourrait révéler une capacité de support biotique plutôt stable tout au long de cette dernière.

#### **6.1.4 La fréquence d'apparition des arthropodes**

Le fait que les principaux groupes d'arthropodes retrouvés dans chacune des bandes riveraines juxtaposant un champ de céréales (figures 12 à 14) soient pour la très grande

majorité les mêmes laisse présumer que le type de culture adjacente pourrait influencer les catégories d'arthropodes. Cette constatation s'applique également aux sites en bordure des cultures de maïs (figures 15 à 17).

A l'intérieur de chacun des sites échantillonnés (figure 12 à 20), il apparaît que la majorité de l'inventaire, soit en moyenne 88%, est composée de 10 catégories d'arthropodes et de familles d'insectes différentes, soit un nombre relativement restreint. Toutefois, elles sont constituées d'espèces aux effectifs élevés. La part restante, soit 12% de l'inventaire, est formée par une trentaine de catégories d'arthropodes et de familles d'insectes, composées de faibles effectifs. Ainsi, les bandes riveraines apparaissent plus propices à certains groupes d'arthropodes, tels les Collembola, Diptera, Carabidae, Formicidae, Staphylinidae, Cicadellidae, araignées, acariens et cloportes.

Certaines études sont arrivées à des conclusions similaires. En effet, Bedford et Usher (1994) ont remarqué que les araignées et les Carabidae préféraient la bande écotone entre une forêt décidue et un champ arable plutôt que ces deux milieux. A noter que ces deux entités se retrouvent parmi nos principaux groupes d'arthropodes retenus par notre étude. Pour leur part, Downie et *al.* en 1996 mentionnaient que les araignées sont plus diversifiées et davantage abondantes dans les bordures des champs. En 1985, Sotherton a révélé qu'une plus grande quantité de prédateurs des Aphididae ravageant les céréales hibernaient presque exclusivement dans les bandes écotones bordant les champs. Il a de plus remarqué une corrélation positive de la densité de plusieurs espèces de Carabidae dans le champ durant la saison estivale avec une hibernation dans les bandes écotones bordant

les champs. Finalement, Lys et Nentwig mentionnaient en 1994 que la conservation de bandes jouxtant les terres cultivées augmente les populations de Coleoptera prédateurs de pestes de céréales.

Dans une étude effectuée au Québec en 1997 et portant sur l'inventaire de la végétation et des insectes dans différents types de bandes riveraines situées le long de la rivière Boyer, Choinière et Salathé sont arrivés à la conclusion que, parmi les 1782 insectes récoltés, à l'aide de 63 pièges fosses, placés dans 7 bandes riveraines, les principaux ordres représentés sont ceux des Coleoptera, avec sept familles dont la plus représentée est celle des Carabidae, des Diptera et des Hymenoptera, soit des résultats analogues à ceux de notre étude. Cependant, parmi leurs ordres représentatifs, se retrouve également celui des Orthoptera, ce qui n'est pas le cas dans notre expérimentation. Tout comme dans notre étude, une bonne quantité d'araignées ont été également capturées. Finalement, dans leurs échantillons, récoltés en l'espace d'une semaine, il a été retrouvé, tout comme dans les nôtres, des Aphididae, des Cicadellidae, des Collembola, des Staphylinidae, des Nitidulidae et des Formicidae, des millipèdes, des cloportes ainsi que des acariens.

La dominance atténuée de certains groupes d'arthropodes dans notre site A (pommes de terre) (figure 19) pourrait s'expliquer par le fait qu'aucun autre site comparable n'a pu être retenu pour l'étude. Cependant, des conditions environnementales propre à cette bande riveraine, pourraient également être responsables de ce résultat.

La plupart des principales catégories d'arthropodes retrouvées pour les groupes de sites différenciés selon la culture avoisinante (figure 21), s'avèrent identiques et leur nombre respectif varie peu d'un groupe à l'autre. Ce résultat laisse paraître une distribution similaire et ce, peu importe le type de culture adjacente. Effectivement, les cultures identiques ou différentes en bordure des écotones étudiés paraissent avoir toutes un effet semblable sur la distribution des catégories d'arthropodes dans les bandes riveraines.

#### **6.1.5 Les principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes retenus**

Comme mentionné précédemment, l'entomofaune des bandes échantillonnées en bordure des cours d'eau est constituée majoritairement par quelques familles d'insectes, ainsi que par quelques autres groupes d'arthropodes (section 5.1.5 des résultats). Ce constat peut permettre d'apprécier les rôles écologiques et économiques vis-à-vis des activités humaines pouvant être associés aux principales familles d'insectes et aux autres arthropodes enregistrés. Bien qu'il ne soit pas aisé d'extrapoler les rôles pour toutes les espèces composant ces catégories, il s'avère indicatif d'en rapporter les principaux, soulignant ainsi le bien fondé de préserver les bandes riveraines situées en zones agricoles.

### **6.1.6 Considérations écologiques et économiques sur les principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes retenus**

Nous tenons à dire que l'énumération des incidences écologiques et économiques se rapportant aux activités anthropiques et associées aux principaux groupes d'arthropodes, ordres et familles ne fait pas l'objet d'une recherche bibliographique exhaustive en raison du travail considérable que cela entraînerait. Nous restons conscients qu'un travail important reste à effectuer, afin de compléter les connaissances de l'entomofaune et des autres arthropodes dans les bandes riveraines. Ainsi, voici quelques informations relatives aux groupes zoologiques considérés dans cette étude et pouvant être utiles aux promoteurs du respect des bandes riveraines en milieu agricole.

#### **Aphididae (Homoptera)**

Cette famille contient un grand nombre d'espèces pouvant s'avérer des pestes sérieuses pour les plantes cultivées, dont la pomme de terre, les céréales, les graminées, le maïs, les arbres fruitiers (Doucet, 1994 ; Borror et *al.*, 1992; Dixon, 1985). Certains Aphididae parasitent un grand nombre d'espèces végétales cultivées en champs et en serres (Footitt et Richards, 1993). Les dommages visibles sur les plantes constituent des courbures et des flétrissements (Dixon, 1987). Ces insectes aspirent la sève du végétal, surtout au niveau des feuilles, ce qui le fera faner, se déformer, jaunir et parfois mourir. Quelques espèces envahissent les vergers et les potagers. Elles peuvent également être vectrices de maladies (bactéries et virus).

Le genre *Anuràphis*, en particulier le puceron de la racine du maïs (*Anuràphis maidiradicis*), est parfois une peste sérieuse du maïs, les individus injectant une toxine causant l'apparition de galles. L'espèce *Rhopalosiphum maidis* est également une peste pour le maïs, car lorsque ses individus sont en nombre considérable, leur production abondante de miellat colle au pollen des fleurs et nuit à la pollinisation. (Doucet, 1994 ; Bouchard et Masseau, 1986).

Aussi, le puceron de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*) est un sérieux ravageur, provoquant l'enroulement et la déformation des feuilles, ce qui peut entraîner la mort des tiges des plants de pomme de terre. D'autres pucerons ravagent également ce légume : il s'agit du puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) et du puceron du nerprun (*Aphis nasturtii*).

Pour sa part, le puceron des céréales (*Sitobion avenae*), le puceron bicolore des céréales (*Rhopalosiphum padi*) et le puceron des graminées (*Rhopalosiphum fitchii*) sont fortement présents à l'épiaison à la base des grains et leur action résultera en un retardement de la croissance des plants. Les espèces céréalières touchées le plus souvent sont le blé, l'avoine et le seigle. Cependant, on peut également retrouver ces pucerons sur plusieurs autres graminées cultivées ou sauvages.

Les pucerons peuvent s'attaquer aussi aux arbres, ayant fréquemment besoin d'une plante hôte secondaire en plus de leur hôte principal pour compléter leurs cycles vitaux.

Finalement, les Aphididae sécrètent du miellat qui est recherché entre autres par les fourmis et certains Diptera, Mecoptera et Lepidoptera.

### **Cicadellidae (Homoptera)**

Cette famille aux espèces nombreuses se retrouve le plus souvent en grand nombre d'individus sur les arbres, les plantes, ainsi que sur divers végétaux cultivés et les gazons. Chaque espèce possède son habitat spécifique, constitué par la plante sur laquelle elle se nourrit, d'où leur grande diversité. Les cicadelles prélèvent la sève à partir de la face inférieure des feuilles ou à l'extrémité des jeunes pousses.

S'avérant parfois être des pestes importantes, elles peuvent provoquer cinq types de dommages, soit un retrait excessif de la sève ou la destruction de la chlorophylle, une perturbation de la physiologie normale de la plante, la mort des ramilles, une transmission de maladies (mycoplasme, virus de la frisolée) et une inhibition de la croissance des plantes suite à l'injection d'une toxine (effet de brûlure ou flétrissure). (Doucet, 1994; Borror et White, 1991).

Les espèces végétales les plus attaquées au Québec sont le pommier, le céleri, le haricot, la laitue, le fraisier, le framboisier, la pomme de terre, la carotte, la luzerne et diverses fleurs annuelles.

Une des espèces au Québec pouvant également provoquer des dommages aux pommes de terre, est *Empoasca fabae* qui peut causer une brûlure de la pointe, constituant en une tache triangulaire brune au bout de celle-ci. Suit alors un enroulement de cette partie, ayant pour conséquence de réduire considérablement le rendement des récoltes.

De plus, cette espèce peut transmettre des virus et des mycoplasmes. Finalement, d'autres espèces nuisibles à diverses cultures sont la cicadelle de la pomme (*Empoasca fabae*) s'attaquant à la pomme de terre et la cicadelle de l'aster (*Macrostelus quadrilineatus*) causant des problèmes à la carotte.

Finalement, les Cicadellidae, tout comme les espèces de la famille des Aphididae, sécrètent aussi du miellat qui attirent les Formicidae et d'autres insectes.

### **Carabidae (Coleoptera)**

C'est l'une des plus grandes familles de Coleoptera. Ils habitent sous les pierres, les bûches, l'écorce et la litière. Très abondants dans les agrosystèmes, ils sont polyphages, omnivores, herbivores, fongivores ou saprophages, permettant un contrôle majeur de plusieurs populations pestes parfois riches en individus (Hance, 1990). Les adultes et les larves sont en effet prédateurs de limaces, de Collembola, de criquets (Hammond, 1990) et également d'Aphididae (Basedow, 1990 ; Thomas, 1990). Leur utilité est manifeste

lorsqu'ils s'attaquent à certains insectes nuisibles tels les spongieuses, les arpen-teuses et les vers gris.

Quelques espèces se nourrissent de plantes. Deux s'attaquent parfois au maïs, plus précisément aux graines, inhibant alors leur germination. Des espèces du genre *Omophron* sont présentes dans le sable mouillé le long des rivages, des lacs et des ruisseaux. Leurs adultes et larves sont prédatrices, mais peuvent se nourrir de graines des plantes cultivées si celles-ci se trouvent sur sol humide.

### **Staphylinidae (Coleoptera)**

Cette famille est l'une des deux plus importantes de l'ordre des Coleoptera. Bons voiliers, ces insectes vivent dans une multitude d'habitats où abondent les matières organiques en décomposition (excréments, charognes), ainsi que sous les pierres ou objets au sol, près des rivages et des litières d'oiseaux et de mammifères.

Leurs adultes et larves sont habituellement prédateurs d'insectes alors que d'autres sont pollinisateurs de végétaux. Finalement, quelques espèces, notamment celles retrouvées dans les gazons et jardins, peuvent affecter les racines de végétaux ou être responsables de la dissémination de maladies chez ces derniers (ex.: brûlure bactérienne, moisissure grise).

### **Nitidulidae (Coleoptera)**

Les Nitidulidae sont associés, tant les larves que les adultes, à la sève des végétaux sur laquelle ils prélèvent leur nourriture. Par ailleurs, beaucoup sont aussi prédateurs d'insectes, dont des cochenilles et des scolytes. Ils peuvent également être présents à proximité des carcasses animales où ils se nourrissent des liquides résultant de la décomposition.

Rares sont les espèces causant problème, exceptés parfois les nitidules à quatre points qui peuvent entraîner des pertes aux cultures de maïs sucré et de framboises et *Glischrochilus sp.* qui attaque certaines cultures de légumes et également le maïs sucré. Certaines espèces peuvent finalement être vectrices d'agents pathogènes affectant la qualité de quelques fruits. (Campbell, 1978).

### **Dermestidae (Coleoptera)**

Cette famille d'insectes polyphages et pour la plupart nécrophages contient un nombre important de recycleurs. Les individus peuvent s'attaquer à une énorme quantité de produits végétaux et animaux (Becker, 1978). Les adultes se nourrissent également de pollen et de nectar. Certaines espèces sont des pestes sérieuses, dont *Trogoderma granarium* qui ravage les grains et les produits céréaliers (Borror et al., 1992).

### **Silphidae (Coleoptera)**

Les adultes et les larves se nourrissent de végétaux en décomposition et de charognes, telles des carcasses animales mortes. Quelques espèces vivent dans les champignons ou à l'intérieur des nids de Formicidae. Elles sont de plus toujours abondantes, notamment dans les endroits ombragés où l'humidité domine.

Le genre *Aclypea* comporte quelques espèces pouvant causer de sérieux dommages aux cultures. Cependant, la plupart des Silphidae ne sont pas néfastes, seules quelques espèces étant phytophages, alors que d'autres sont prédatrices d'escargots, de chenilles ou de larves de mouches rencontrées dans les carcasses. Ils ont un rôle utile dans le recyclage de la matière organique, éliminant même plusieurs sites potentiels de reproduction d'espèces de mouches. (Anderson et Peck, 1985).

### **Cryptophagidae (Coleoptera)**

Cette famille est riche en espèces ; leur taille est petite et leur nombre non négligeable. Ses espèces se nourrissent de champignons et de plantes en décomposition. Quelques espèces vivent dans les nids d'Hymenoptera dont ceux de guêpes et d'abeilles.

## **Diptera**

Les Diptera forment un des plus grands ordres d'insectes, tant par la richesse de leurs espèces que par les fonctions écologiques auxquelles elles peuvent être associées. Il n'est donc pas étonnant d'associer ces insectes à plusieurs types de milieux.

La plupart des Diptera se nourrissent de nectar ou de pollen. Certains sont d'excellents prédateurs (ex. :Syrphidae) d'autres parasites de divers insectes (ex. :Tachinidae). Certaines espèces sont impliquées dans des fonctions de détritivores et de nécrophages, consommant du liquide de plantes et d'animaux en décomposition. Beaucoup de Diptera participent à la dissémination de graines, assurant grandement le brassage génétique et la vigueur végétale.

Toutefois, des espèces de cet ordre peuvent s'avérer nuisibles et responsables de pertes économiques non négligeables ; ainsi, certaines peuvent piquer les animaux domestiques ou sauvages et les humains, leur transmettant parfois des maladies (Leclercq, 1971). D'autres, notamment les stades immatures, s'attaquent aux plantes cultivées et plus particulièrement aux racines (ex. : la mouche des semis, la mouche des arbres fruitiers, la mouche des racines et la mouche de la pomme).

## **Hymenoptera (excluant les Formicidae)**

On considère cet ordre comme étant celui impliquant le plus d'espèces aux effets bénéfiques, tant du point de vue biologique qu'économique pour les activités humaines (Borror et *al.*, 1992 ; Bolton et Gauld, 1988). La majorité des espèces sont insectivores. Cependant, certaines espèces, comme celle des Apidae, pratiquent un régime herbivore (Stradling, 1987) alors que d'autres se nourrissent de cellulose (Haack et Slansky, 1987). Un grand nombre d'espèces sont entomophages parasitoïdes, s'attaquant surtout aux Orthoptera (criquets), aux Lepidoptera, aux Coleoptera, aux Diptera (principalement les mouches) aux Hemiptera et aux Homoptera (pucerons : Aphididae) (Unruh et Messing, 1993 ; Bolton et Gauld, 1988).

Ces insectes tiennent en outre un rôle important dans la pollinisation de nombreux végétaux (Neff et Simpson, 1993). De plus, ayant l'avantage d'être communs et abondants dans les écosystèmes terrestres, ils ont l'opportunité de jouer un rôle crucial de régulation des populations pestes, surtout dans le cas des espèces phytophages. (Lasalle, 1993). Parmi les familles les plus utiles, on compte les Braconidae, les Chalcidae, les Ichneumonidae, les Pteromalidae, les Scelionidae, les Sphecidae, les Tiphidae, les Trichogrammatidae, les Vespidae (guêpes) et les Apidae (abeilles) (Hagen, 1987).

Toutefois, quelques espèces herbivores peuvent infester les plantes cultivées, formant alors des galles (cynipes), ou manger les feuilles et les graines (chalcis, tenthrèdes).

Certaines s'attaquent aux crucifères sauvages et cultivées, aux plantes ornementales et même parfois aux céréales.

### **Formicidae (Hymenoptera)**

Les Formicidae peuvent être herbivores, détritivores et également carnivores. La majeure partie des espèces constituent d'importants prédateurs de pestes, permettant la régulation de nombreuses populations d'insectes ravageurs (Lasalle et Gauld, 1993 ; Stradling, 1987 ; Petal 1978 ; Ramade, 1965). Plusieurs se nourrissent de végétaux, de miellat, de sève, de nectar, ainsi que de champignons. Les Formicidae vivent dans les cavités des plantes et dans le bois, mais la plupart ont leur nid dans le sol. Comme pour la majorité des autres Hymenoptera, elles sont associées au transport de grains de pollen ; leurs déplacements étant si nombreux, il va de soit qu'elles s'avèrent d'importantes pollinisatrices (Lasalle et Gauld, 1993 ; Ramade, 1965).

Les Formicidae influencent également les activités sylvicoles, au niveau des récoltes et des rendements. Ils participent à l'étape première de la décomposition de la matière organique à l'intérieur des nids et stimulent la minéralisation du sol en modifiant la microflore, responsable de ces processus, d'où une meilleure fertilisation des sols. Ils jouent un rôle primordial dans la vie des sols forestiers, des prairies et des cultures.

Par contre, certaines espèces de Formicidae peuvent être dommageables à l'agriculture. Par exemple, les fourmis moissonneuses sont nuisibles aux cultures de céréales et de légumineuses, s'approvisionnant des semences récemment épandues. Elles peuvent également nuire aux cultures en pratiquant un élevage intensif de pucerons dans leurs nids.

### **Collembola**

Les Collembola sont des arthropodes pouvant assumer des rôles de détritivores, d'herbivores et même de carnivores (Richards, 1978). Ils sont parfois très abondants, la densité de leurs populations pouvant atteindre plusieurs millions d'individus à l'hectare. On les retrouve principalement dans les milieux où l'humidité est élevée. Ils vivent dans le sol, dans la litière, sous l'écorce des arbres, sous les bûches et même dans les champignons. D'autres espèces vivent en milieu aquatique où elles se retrouvent à la surface d'étangs ou le long de cours d'eau.

Les Collembola se nourrissent de matière organique en décomposition, d'excréments, de pollen et d'algues. Ce groupe d'arthropodes est rarement nuisible ; quelques rares espèces peuvent toutefois causer certains dommages aux plantes de jardins et de serres, notamment à des champignons cultivés (Doucet, 1994).

## **Acariens**

Ces arthropodes appartiennent à la classe des Arachnidae ; ils sont bien répartis et leur nombre dans l'environnement toujours très considérable. Ils vivent dans le sol et dans l'humus où ils se nourrissent de micro-organismes, de levures, de champignons, d'algues et de mousses. Les acariens exercent de nombreux rôles, comme la nécrophagie, la coprophagie ainsi que celui de décomposeur primaire (Krantz, 1978).

Certaines espèces constituent d'importants parasites de végétaux et d'animaux, alors que d'autres s'avèrent prédatrices d'autres acariens, d'insectes, dont les abeilles et même de vertébrés. Quelques-unes sont effectivement problématiques pour les humains et les animaux, domestiques, leur transmettant des agents pathogènes. D'autres sont de redoutables ennemies de grains entreposés et des plantes cultivées dont elles se nourrissent, entraînant une décoloration des feuilles, une déformation des tiges et des bourgeons, des excroissances et des galles, un arrêt de croissance, une chute des feuilles, un dépérissement et même la mort de plants.

Les principales espèces pouvant être nuisibles à l'agriculture et aux plantes ornementales appartiennent aux familles des Tetranychidae (phytophages résistants aux pesticides), des Eriophyidae (gallicoles pouvant transmettre des virus), des Acaridae (dommages aux bulbes), des Tarsonemidae (phytophages) et des Phytoseidae (dommages aux bulbes). Les espèces ravageuses peuvent être terrestres, mais davantage de dommages sont causés par les espèces aériennes. (Krantz, 1978).

## **Araignées**

Les araignées font partie de la classe des Arachnidae. Elles sont très abondantes et fortement répandues dans une grande diversité d'habitats. Ces arthropodes vivent soit à l'intérieur de terriers creusés par des animaux ou par eux-mêmes, soit sous les pierres, dans les arbres et arbustes, à l'intérieur des fleurs, dans les mousses ou encore en milieu aquatique.

Ces arthropodes exclusivement prédateurs et carnivores se nourrissent essentiellement d'insectes, d'autres arthropodes (millipèdes, araignées) ainsi que de petits animaux (Riechert et Harp, 1987 ; Comstock, 1980). Les principaux insectes constituant la diète variée de ces invertébrés sont des mouches, des Collembola, des coccinelles, des sauterelles, des papillons, des Homoptera, dont des pucerons, ainsi que des Thysanoptera (Foelix, 1982).

Les araignées sont des arthropodes utiles et économiquement importants, jouant un rôle primordial de prédatrices à l'intérieur de divers écosystèmes (Kaston, 1972). Elles représentent une assistance importante contre les ennemis des cultures (Hubert, 1979). En effet, leur influence sur la dynamique des proies ainsi que sur l'abondance des populations s'avère déterminante, puisqu'elles limitent l'expansion de diverses communautés d'insectes. D'autres études révèlent qu'elles sont également fort utiles dans les agrosystèmes contre les insectes ravageurs, puisqu'en général, elles sont bien établies dans ce type d'environnement. (Riechert et Harp, 1987). Les araignées pourraient d'ailleurs apporter une

aide bénéfique en lutte biologique. (Slansky et Rodriguez, 1987). Elles jouent un rôle aussi bien dans le contrôle des insectes pestes qu'indirectement dans celui des oiseaux et des mammifères insectivores. (Foelix, 1982).

### **Cloportes**

Les cloportes appartiennent à la classe des crustacés et vivent dans les milieux endogés, sous les pierres et l'écorce des arbres. Ces arthropodes s'approprient de la matière en décomposition, participant alors au recyclage des éléments nutritifs. Leur activité en tant que coprophages est majeure (Oliver et Meehan, 1993 ; Sutton, 1972). Bien que la plupart des espèces soient consommatrices de matière organique, quelques-unes, si leur densité devient élevée, peuvent s'avérer dommageables en s'attaquant aux plantes cultivées, aux semences ainsi qu'aux racines et aux tiges de jeunes plants (Doucet, 1994 ; Oliver et Meehan, 1993 ; Sutton, 1972). Par ailleurs, les cloportes sont recherchés par plusieurs prédateurs, tant invertébrés (ex.: Carabidae, Staphylinidae, araignées) que vertébrés (ex.: amphibiens, oiseaux, mammifères).

### **Millipèdes**

Ces arthropodes se retrouvent dans les détritrus, sous les feuilles et les roches, dans le sol ou le bois pourri. Ils sont rencontrés dans les endroits tant cultivés qu'urbanisés. Ces organismes utiles et importants en tant que nécrophages et parfois en tant que prédateurs

affectionnent les plantes et la matière en décomposition. (Hoffman, 1978). Ils peuvent occasionnellement s'attaquer aux racines, particulièrement celles de semis (pois et haricots) et causer des dommages plutôt limités aux plants de pommes de terre, de carottes et de rutabagas (Doucet, 1994).

### **6.1.7 L'interaction entre les principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes retenus**

La majorité des principaux groupes d'arthropodes enregistrés (section 6.1.5) exercent des fonctions majeures, la plus fréquente étant la prédation envers des insectes, notamment ceux pouvant devenir des pestes. Les Carabidae, Nitidulidae, Formicidae, araignées et acariens, tous retrouvés en grand nombre dans nos échantillons, sont d'importants prédateurs. Les Aphididae, même s'ils n'ont pas été identifiés en nombre considérable pour s'avérer dommageables, sont une des deux principales familles nuisibles retrouvées dans nos échantillons; ils peuvent être contrôlés par des Carabidae (prédateurs) et par des Hymenoptera (parasitoïdes).

## **6.2 Caractérisation des bandes riveraines par la flore et la faune arthropodienne**

Les similitudes que l'on peut observer au niveau des représentants de la flore et des arthropodes des bandes riveraines échantillonnées, que ce soit entre celles en bordure des

cultures de céréales (tableau 8) ou de maïs (tableau 9), pourraient s'expliquer par les influences liées au type de cultures. Cependant, les résultats démontrent également de nombreuses similitudes entre toutes les bandes riveraines étudiées, peu importe le type de champ bordant (tableau 10), ce qui nous laisse plutôt croire que ces mêmes caractéristiques floristiques et fauniques retrouvées résultent du fait que les bandes riveraines demeurent des écotones semblables, peu importe la culture pratiquée à proximité.

De même, le fait que les graminées forment une vaste famille, il n'est pas surprenant de les retrouver dominantes dans les deux inventaires végétaux réalisés dans la région de Nicolet-Sud. Les graminées sont en effet présentes dans la majorité des écosystèmes de la planète. Leur succès évolutif a été remarquable. Elles occupent à elles seules de vastes étendues. (Victorin, 1993).

Dans l'étude réalisée par Choinière et Salathé en 1997 portant sur l'inventaire de la végétation et des insectes dans diverses bandes riveraines le long de la rivière Boyer au sud de Québec, on remarque une dominance des espèces herbacées par rapport aux ligneuses. De plus, parmi les espèces herbacées les plus représentées, on retrouve aussi de nombreuses graminées, dont *Phleum pratense*, *Poa* sp. *Agropyron repens*, *Agrostis alba*, *Phalaris arundinacea* et *Bromus inermis*, rencontrées dans notre étude. Il en est de même pour le *Solidago* sp. et aussi pour *Impatiens capensis*, *Rubus idaeus*, *Viccia cracca*, *Taraxacum officinale*, *Fragaria virginiana*, *Aster* spp. et *Gallium palustre*.

Aussi, Deschênes et *al.* en 1999 ont également caractérisé la végétation des bandes riveraines le long de la rivière Boyer lors de leur étude sur l'avifaune, de même que Maisonneuve et Rioux en 1998, qui ont travaillé sur les micromammifères et l'herpétofaune des bandes bordant les cours d'eau du même bassin. Dans les deux études, ils en sont arrivés à la conclusion que ces écotones étaient principalement composés d'espèces graminées tels *Phalaris arundinacea*, *Bromus inermis* et *Poa sp.* Ce résultat ressemble beaucoup aux nôtres. Les espèces ne faisant pas partie des graminées retrouvées dans leur étude étaient *Solidago sp.*, retrouvés comme espèce représentative de nos bandes riveraines, *Eupatorium maculatum*, *Aster spp.*, *Impatiens capensis* et *Onoclea sensibilis*. Aussi, tout comme dans notre étude, l'*Acer negundo* fait partie des principales espèces d'arbres rencontrées dans les écotones de l'étude de Deschênes et *al.*

Quant aux similitudes relatives aux arthropodes les plus caractéristiques des bandes riveraines, nous croyons que les patrons végétaux très similaires entre les écotones étudiés, principalement composés de graminées, pourraient donner une explication. En effet, selon Bouchard et Masseau (1986), la diversité de la flore influence de façon directe et accentuée la densité en influençant la distribution des insectes, surtout sur les populations se déplaçant peu. Pareillement, la végétation affecte plusieurs autres composantes biotiques du système comme l'entomofaune (Englmaier, 1996). Aussi, Backéus mentionnait en 1993 que dans plusieurs cas, il y a une forte interaction entre la végétation et l'environnement d'un écotone.

En outre, le fait que les bandes riveraines soient relativement rapprochées géographiquement les unes des autres pourrait impliquer des conditions environnementales générales relativement semblables entre ces écotones, ce qui constituerait un autre facteur pouvant expliquer la fidélité observée entre les faunes arthropodiennes des bandes riveraines échantillonnées.

Cependant, davantage de relations directes entre les végétaux et les animaux n'ont pas été établies car nous croyons que pour évaluer les relations entre l'entomofaune et les bandes riveraines, il faut tenir compte, outre de la végétation, d'une multitude de composantes. En effet, Englmaier mentionnait en 1996 qu'avec les multiples composantes singulières d'un écotone, la composante végétale seule n'était pas suffisante pour caractériser et expliquer la fonctionnalité de l'écotone dans son intégralité.

### **6.3 Quelques exemples démontrant l'utilité des bandes riveraines**

Voici quelques exemples qui démontrent, suite à la caractérisation des bandes riveraines par la faune et la flore, les nombreux avantages que ce type d'écotone peuvent apporter à l'agriculture.

### **6.3.1 Les araignées à l'intérieur des bandes herbacées à même des champs**

Dans une étude portant sur l'influence de l'aménagement des bandes de mauvaises herbes à l'intérieur d'un champ de blé sur les populations d'araignées, il s'est avéré que la densité de ces dernières était plus importante à proximité de ces bandes. Cette plus grande agglomération d'araignées dans ces bandes retenaient un bon nombre d'insectes pestes, tels les Aphididae, augmentant le niveau de contrôle de ces populations (Jmhasly et Nentwig, 1995). Ceci fut également observé par Nyffeler et Benz en 1982. De plus, Nentwig en 1983, mentionnait que les insectes bénéfiques tels les Hymenoptera et les Chrysopidae, ainsi que les Collembola, étaient rarement capturés par les araignées.

Des résultats similaires pourraient être obtenus si nous transposions cette situation à nos bandes riveraines, puisque les araignées, les Aphididae, les Hymenoptera et les Collembola sont tous des groupes parmi les principaux arthropodes, ordres et familles d'insectes enregistrés. En effet, l'implantation de bandes d'herbacés à l'intérieur des champs, pouvant fortement s'apparenter à nos bandes riveraines composées principalement de graminées, apporte l'avantage de favoriser le contrôle des Aphididae par un accroissement des populations d'araignées.

### **6.3.2 L'entomofaune des bandes riveraines du Québec en relation avec d'autres groupes fauniques**

L'entomofaune retrouvée dans notre étude peut être contrôlée par d'autres espèces de la faune supérieure (micromammifères, herpétofaune, oiseaux) en leur servant de

nourriture et apporte, par le fait même, une certaine diversité à l'intérieur de la bande riveraine. Ceci a été démontré par deux études effectuées au Québec par Maisonneuve et Rioux en 1998 et par Deschênes et *al.* en 1999. Dans la première étude, il fut observé à l'intérieur des bandes riveraines la présence de 14 espèces de mammifères dont cinq appartenant à l'ordre des insectivores. Dans la seconde, il fut remarqué la présence de plusieurs espèces d'oiseaux insectivores à l'intérieur des bandes riveraines, s'alimentent principalement à l'intérieur de celles-ci. Ainsi, elles peuvent aider au contrôle d'insectes pestes dans les champs, si ces derniers arthropodes, vivant dans les bandes riveraines, se déplacent par la suite dans la culture.

### **6.3.3 Bandes riveraines favorisant l'établissement de certains arthropodes considérés utiles au point de vue agricole**

Il a été montré dans une expérience où des bandes herbacées avaient été introduites dans un champ de céréales que l'abondance et la diversité de Carabidae, de Staphylinidae et d'Araneae étaient significativement plus élevées dans les bandes que dans la culture. En outre, leurs activités ont été d'autant plus fortes dans les champs possédant ces bandes de végétation. Une des raisons menant à l'augmentation marquée de ces familles a été l'apport de sites d'hivernation à l'intérieur des champs, par la mise en place des bandes de végétation. Ceci pourrait alors garantir leur forte présence dans les champs tôt en saison, ce qui serait important pour la régulation de populations pestes. (Lys et Nentwig, 1994 ; Altieri et Letourneau, 1984).

Selon notre étude, il s'avère que la présence de certaines bandes herbacées à l'intérieur ou en périphérie des champs semble favoriser l'attraction et le maintien des populations de familles reconnues utiles tels les Carabidae, les Staphylinidae et les Araneae.

#### **6.4 Le bien-fondé de la protection et du maintien de bandes riveraines en zones agricoles**

Au début des travaux engagés sur l'étude de la biodiversité en invertébrés des bandes riveraines, des démarches ont été entreprises auprès des cultivateurs de la région de Nicolet-Sud, dans le but de pouvoir obtenir les permissions nécessaires pour accéder à leur domaine agricole. Bien que dans l'ensemble la réception fut plutôt cordiale, le questionnement sur l'importance des bandes riveraines fut soulevé à maintes reprises. Pour d'autres propriétaires agricoles, de telles bandes n'avaient pas leur raison d'être, si bien que certains ne semblaient pas respecter la réglementation à ce sujet.

Plusieurs propriétaires, soit une vingtaine, ont été rencontrés et ont accepté de discuter du bien fondé de tels écotones en milieux agricoles. Les discussions ont été fructueuses, principalement sur la perception générale qu'avaient les propriétaires face à ce type de milieu, soit de l'impact positif que les bandes riveraines apportaient en terme de protection physique pour leurs champs. En effet, certains mentionnaient que leurs bandes contraient ou du moins ralentissaient les effets d'érosion par les cours d'eau voisins, tout en

rendant plus attrayant le paysage. Cette perception est loin d'être négligeable, d'autant plus que les propriétaires rencontrés, comme de plus en plus de cultivateurs, ont tendance à respecter leur environnement en le protégeant contre diverses formes d'altération.

Toutefois, rares sont les propriétaires de champs agricoles qui connaissaient d'autres impacts positifs que cette protection contre l'érosion. Quelques-uns ont soulevé des craintes que de telles bandes servent de refuges à des plantes et des animaux indésirables, tels certains oiseaux, rongeurs et insectes, réussissant à échapper aux traitements pesticides et pouvant affecter le rendement de leurs terres agricoles, d'où la difficulté rencontrée chez certains à considérer ces lieux comme rentables pour leurs champs.

Néanmoins, les contacts fréquents que nous avons eus avec les propriétaires des terrains où nous avons réalisé l'étude ont été révélateurs d'une perception tout à fait positive des bandes riveraines. D'ailleurs, certains n'hésitaient pas à réserver à de tels milieux beaucoup plus que les trois mètres exigés par la politique en vigueur au Québec. Pour eux, la conservation et le respect de ces bandes faisaient partie de leurs préoccupations de producteurs.

Les résultats obtenus par les captures réalisées révèlent une diversité fort intéressante se maintenant dans les bandes riveraines retenues, peu importe le type d'agriculture pratiquée dans les champs voisins. Les familles d'insectes rencontrées dans les échantillons renferment des espèces reconnues comme susceptibles de déployer des effets entre autres de prédation sur de nombreuses proies pouvant provenir des champs voisins. De plus, la

végétation qui compose ces bandes constitue des ensembles biotiques qui ont tendance à se répéter d'un milieu agricole à un autre, soutenant des habitats propices aux invertébrés inventoriés et sûrement aux vertébrés observés (mais non répertoriés) exerçant également des pressions de prédation sur différents types de proies.

Les bandes riveraines étudiées révèlent également l'existence d'habitats fauniques non négligeables dans lesquels des communautés biotiques s'établissent assez rapidement en faisant intervenir des composantes issues des milieux avoisinants. Elles renferment de plus des acteurs non négligeables dans les cycles vitaux de beaucoup d'espèces végétales ; il s'agit de penser aux pollinisateurs ainsi qu'aux parasites, soit deux groupes composés d'insectes qui peuvent échapper fréquemment aux échantillonnages, compte tenu de leurs modalités de développement.

Le maintien et la protection des bandes riveraines en milieux agricoles (comme dans tout milieu longeant des cours d'eau) doivent préoccuper les propriétaires riverains. Tout en améliorant leur domaine, ils peuvent participer à l'établissement d'habitats fauniques qui, malgré leur fragmentation possible, conservent des liens entre eux permettant alors aux composantes biotiques d'emprunter des corridors favorables à leur distribution et aux actions économiques et écologiques qu'elles jouent dans les écosystèmes adjacents.

Il va donc de soi que les répondants gouvernementaux doivent faire la promotion de la conservation des bandes riveraines en milieux agricoles comme partout le long des cours d'eau, pour tous les bienfaits qu'elles procurent et ce, tant au niveau physique qu'au niveau

biologique. On devrait également mettre sur pied un programme, en collaboration avec les propriétaires riverains, promouvant la restauration de ce type d'écosystème essentiel pour plusieurs espèces floristiques et zoologiques.

Nombreuses sont les recherches qui concluent à la préservation des écotones telles les bandes riveraines. Januauer ainsi que Murphy et *al.* mentionnaient en 1996 que la connaissance des écotones et des différents mécanismes impliqués à l'intérieur de ceux-ci peut fortement aider à établir des stratégies de gestion contre des pestes présentes en agriculture ainsi qu'une utilisation plus écologique de la terre agricole. De plus, ces mêmes auteurs, ainsi que Williams et *al.* (1995), signalaient que la diversification des habitats, telle la conservation d'une bande riveraine, doit être favorisée puisque depuis longtemps elle est employée et prouvée comme tactique permettant de conserver les ennemis naturels par l'apport ressources essentielles et d'augmenter le contrôle biologique des insectes pestes. Elle aide de plus à prévenir les explosions de population de pestes, surtout au niveau des monocultures.

Ces faits ont également été démontrés par plusieurs études, notamment au Québec avec les études sur les petits mammifères et l'herpétofaune effectuée par Maisonneuve et Rioux en 1998 ainsi que par Gélinas et *al.* et Deschênes et *al.* sur l'avifaune en 1999 ainsi que par celle de Choinière et Salathé en 1997 sur l'entomofaune. Il importe, dans la logique d'une agriculture se préoccupant davantage de l'environnement, que les dirigeants gouvernementaux tentent d'utiliser d'autres méthodes, telle la diffusion d'informations (conférences, brochures, etc.) s'appuyant sur les résultats des études portant sur le sujet. Si

la législation ne convainc pas les propriétaires riverains de garder leurs bandes riveraines, peut-être que des informations positives à propos de ce type d'écotone les rassureront et les amèneront à respecter davantage et de plein gré cette législation.

D'autres études comportant notamment des inventaires doivent être réalisées afin d'enrichir les données sur ces écotones riverains et de promouvoir leurs raisons d'être dans l'économie et l'écologie de toutes les régions du Québec. En effet, la réalisation d'inventaires est importante puisqu'ils fournissent des données taxinomiques et écologiques indispensables dans le but subséquent de prendre des décisions réfléchies dans la protection et dans l'utilisation durable de la diversité biotique (McAllister, 1994).

## 7. CONCLUSIONS

Selon les objectifs retenus dans cette étude, les observations et les conclusions suivantes se présentent :

- Le nombre important d'arthropodes et de familles d'insectes recensés révèlent une biodiversité non négligeable dans ce type de milieu que sont les bandes riveraines situées en milieux agricoles.
- Il existe une diversité relativement semblable de l'entomofaune entre les bandes riveraines, peu importe le type de culture pratiquée. En effet, elle se distribue temporellement de façon semblable et ce, en catégories et en nombre d'arthropodes.
- Les bandes riveraines apparaissent attractives et propices à l'implantation d'arthropodes particuliers, notamment des insectes dans le fonctionnement de ce type d'écotone.
- Le statut écologique des principales catégories d'insectes et d'arthropodes apparaît positif à l'agriculture et aux activités humaines, alors que les impacts négatifs de certains de ces groupes semblent plutôt faibles.

- La protection et le maintien des bandes riveraines situées en zones agricoles s'imposent tant pour l'équilibre écologique des milieux considérés que pour l'intégrité des sols et paysages.

Les bandes riveraines doivent être considérées comme de véritables écotones dont l'importance écologique est fonction de leur largeur ainsi que des mesures de protection qui leur sont accordées. D'une largeur générale de quelques mètres, elles sont les lieux de développement de nombreux insectes appartenant toutefois à un nombre plutôt restreint de familles.

Il est prévisible que la maturation naturelle et vraisemblablement l'entretien raisonné des bandes riveraines contribueront au maintien de populations d'insectes et autres arthropodes. C'est pourquoi, tous les propriétaires doivent faire leur part au niveau de la conservation, la protection et la gestion des bandes riveraines.

C'est par ces bandes riveraines, véritables milieux de vie, que les types de cultures pratiquées trouveront les agents de contrôle biologique et les cours d'eau, leurs filtres naturels garantissant leur qualité physique et chimique.

Enfin, la conservation des bandes riveraines est quand même un sujet d'actualité puisque dans la Stratégie canadienne de la biodiversité émise en 1995, par le Ministre des Approvisionnements et Services Canada, dans le volet traitant de la conservation et de l'utilisation durable des ressources, une des orientations de planification et de gestion

écologique stratégique prônées est de relier les écosystèmes fragmentés là où il est possible et nécessaire de le faire en aménagement des corridors et en protégeant l'habitat d'espèces ou de populations isolées. Cette stratégie rejoint en quelque sorte la conservation des bandes riveraines.

## 8. RECOMMANDATIONS

A cause des nombreux facteurs pouvant influencer les insectes et autres arthropodes et de la complexité des influences qui pourraient exister sur ceux-ci, quelques recommandations s'imposent :

- Il serait nécessaire de pousser davantage l'étude sur les insectes, notamment sur les familles récoltées, dans leurs déplacements et fonctions trophiques.
- Il serait intéressant d'utiliser d'autres méthodes de capture afin d'obtenir une entomofaune davantage diversifiée, tels que les filets entomologiques, les pièges lumineux ou collants avec phéromone, en tenant bien compte du type d'insectes capturés (ex. : spécimens de passage).
- Divers facteurs intrinsèques seraient à considérer comme la température, la composition du sol, le vent, l'humidité et la largeur de la bande et ce, afin d'en vérifier les impacts sur la dynamique des populations d'espèces témoins ainsi que sur le support floristique de ces écotones.

- Divers facteurs extrinsèques seraient également à vérifier dans leur impact à moyen terme, à savoir l'historique des cultures adjacentes à la bande, des lutttes chimiques et/ou biologiques, ainsi que l'influence des cours d'eau.
- Il serait intéressant d'effectuer davantage de vérifications sur le comportement de groupes d'insectes face à la culture adjacente, surtout si celle-ci ne subit pas de traitements pesticides.
- Il serait opportun de comparer la composition de l'entomofaune de bandes riveraines avec d'autres types d'écotones comme les emprises autoroutières. Peut-être y trouverions-nous des modèles comparables au point de vue fonctionnel.
- De plus, il serait intéressant de réaliser une étude comparative avec d'autres milieux non perturbés (ex : forêt naturelle) de même superficie, et d'en vérifier la diversité entomologique.
- Il est en outre souhaitable de faire davantage d'études et de comparaisons avec d'autres bandes riveraines de régions différentes, afin d'augmenter les connaissances sur la biodiversité et la protection des habitats.
- Finalement, un suivi auprès des agriculteurs devrait être engagé, afin de les sensibiliser davantage au maintien et à la protection de bandes riveraines en zones agricoles.

- Altieri, M.A. et D.K. Letourneau. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. CRC Critical Reviews in Plant Sciences. 2: 131-169.
- Andersen, A.N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. pp. 347-357 In Saunders, D.A. et R.J. Hobbs (editors). Nature conservation 2 : the role of corridors. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- Anderson, R.S. et S.B. Peck. 1985. The insects and Arachnids of Canada, part 13, the carrion beetles of Canada and Alaska, Coleoptera : Silphidae and Agyrtidae, Agriculture Canada, Ottawa, 121p.
- Andow, D.A. et P.M. Rosset. 1995. Integrated Pest Management (chapter 15). pp. 413-439 In Carroll, C.R., J.H. Vandermeer et P.M. Rosset (editors). Agroecology. McGraw-Hill, New York.
- Backéus, I. 1993. Ecotone versus ecocline: vegetation zonation and dynamics around a small reservoir in Tanzania. Journal of Biogeography. 20 : 209-218.
- Barling, R.D. et I.D. Moore. 1994. Role of buffer strips in management of waterway pollution: A review. Environmental Management. 18 (4) : 543-558.
- Basedow, T.H. 1990. Effects of insecticides on Carabidae and the significance of these effects for agriculture and species number. pp. 115-125 In Stork, N.E. (editors). The role of ground beetles in ecological and environmental studies. Intercept, England.
- Becker, E.C. 1978. Dermerstoidea. pp. 375-376 In Danks, H.V. (editors) Canada and its insect fauna. The Entomological Society of Canada, Ottawa.
- Bedford, S.E. et M.B. Usher. 1994. Distribution of arthropod species across the margins of farm woodlands. Agricultural Ecosystems Environmentals. 48: 295-305.

- Bennett, A.F., K. Henein et G. Merriam. 1994. Corridor use and the elements of corridor quality : chipmunks and fencerows in a farmland mosaic. *Biological conservation* 68: 115-165.
- Berg, Å. et T. Pärt. 1994. Abundance of breeding farmland birds on arable and set-aside fields at forest edges. *Ecography* 17:147-152.
- Bert, T.M. et W.S. Arnold. 1995. An empirical test of predictions of two competing models for the maintenance and fate of hybrid zones : both models are supported in a hard-clam hybrid zone. *Evolution* 40 (2) : 276-289.
- Bolton, B. et I.D.Gauld. 1988. *The hymenoptera*, Oxford University press, Oxford, 332 p.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn et N.F.Johnson. 1992. *An introduction to the study of the insects*. Harcourt Brace College Publishers, Etats-Unis, 875 p.
- Borror, D.J. et R.E. White. 1991. *Les insectes de l'Amérique du Nord (au nord du Mexique)*. Editions Broquet inc., Québec, 408 p.
- Bouchard, D. et M. Masseau. 1986. *L'influence des bordures et des brise-vent sur les insectes ravageurs et entomophages*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec, 38 p.
- Bürki, H.M. et A. Hausammann. 1993. Überwinterung von arthropoden im boden und Ackerkräutern künstlich angelegter Ackerkrautstreifen. *Agrarökologie* 7: 1-158.
- Burton, J., Centre Saint-Laurent, Conservation et Protection, Environnement Canada. 1991. *Le lac Saint-Pierre, zone d'intérêts prioritaire no. 11, Document d'intégration, programme zone d'intérêts prioritaire, plan d'action Saint-Laurent, Canada, 98 p.*
- Cameron, A.E. 1917. The insect associations of a local environmental complex in the district of Holmes Chapel, Cheshire. *Trans. Royal Society Edinburgh* 52: 37-78.
- Campbell, J.M. 1978. Cucujoida. pp.377-380 In Danks, H.V. (editors) *Canada and its insect fauna*. The Entomological Society of Canada, Ottawa.

- Carter, V., P.T. Gammon et M.K. Garrett. 1994. Ecotone dynamics and boundary determination in the Great Dismal Swamp. *Ecological Applications* 4 (1): 189-203.
- Cera environnement. 1998. Nature, paysage et autoroutes. La vie cachée des dépendances vertes. Autoroutes du sud de la France, Service d'édition, Paris, 43 p.
- Choinière, L. et M. Salathé. 1997. Inventaire de la végétation et des insectes dans différents types de bandes riveraines situées le long de la rivière Boyer. Ministère de l'environnement et de la faune du Québec, Direction des politiques des secteurs agricoles et naturels et Environnement Canada, Québec 15 p.
- Comstock, J.H. 1980. *The spider book*, Cornell university press, London, 729 p.
- Coombes, D.S. et N.W. Sotherton. 1986. The dispersal and distribution of polyphagous predatory Coleoptera in cereals. *Annals of Applied Biology* 108: 461-474.
- Correll, D.L. 1991. Human impact on the fonction of landscape boundaries in Ecotone, the role of the landscape boundaries in the management and restoration of changing environments introduction. *Annals of Applied Biology* 169: 90-109.
- Delong, M.D. et M.A. Brusven. 1991. Classification and spatial mapping of riparian habitat with applications toward management of streams impacted by nonpoint source pollution. *Environmental management* 15(4): 565-571.
- De Ploey, J. 1990. La conservation des sols. *La recherche*, suppl. 227 (déc): 38-45.
- Deschênes, M., L. Bélanger et J.-F. Giroux. 1999. Etude comparative de l'utilisation par les oiseaux de divers types de bandes riveraines en milieu agricole. Ministère des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Sainte-Foy, 45 p.
- Dixon, A.F.G. 1985. *Aphid ecology*. Glasgow, Blackie, 157 p.
- Dixon, A.F.G. 1987. Nutritional ecology of phloem-feeding insects. pp. 421-531 In Slansky, F.Jr. et J.G. Rodriguez (editors). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates*. John Wiley & Sons Inc., Canada.

- Dokulil, M.T., G.A. Janauer et G. Kum. 1996. Potential elementary ecotone structures: basic data for a synoptic analysis of backwater-system processes (Module 3, ÖDM-MaB). Arch. Hydrobiol. Suppl. 113-10 (1-4): 507-512.
- Doucet, R. 1994. La science agricole, climat, sols et productions végétales du Québec. Editions Berger, Montréal, 699 p.
- Downie, I.S., J.C. Coulson et J.E.L. Butterfield. 1996. Distribution and dynamics of surface-dwelling spiders across a pasture-plantation ecotone. Ecography 19 (1): 29-40.
- Dufrene, M., M. Baguette, K. Dessender et J.-P. Maelfait. 1990. Evaluation of carabids as bioindicators : a case study in Belgium. pp. 377-381 In Stork, N. E. (editors). The role of ground beetles in ecological and environmental studies. Intercept, England.
- Duelli, P., M. Studer, I. Marchand et S. Jacob. 1990. Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. Biological conservation 54: 193-207.
- Englmaier, P. 1996. Vegetation boundaries in riverine forests and their characteristics as ecotones. Arch. Hydrobiol. Suppl. 113 (10): 513-518.
- Eyre, M.D. et M.L.Luff 1990. A preliminary classification of european grassland habitats using carabid beetles. pp. 227-236 In Stork, N.E. (editors). The role of ground beetles in ecological and environmental studies. Intercept, England.
- Fédération de l'UPA de Lévis-Bellechasse, de la Rive-Nord et de Lotbinière-Mégantic. 1995. Agriculture et environnement, Mission d'étude socio-agroenvironnementale, Rapport final. UPA, Québec, 115 p.
- Foelix, R.F. 1982. Biology of spiders. Havard University Press, Etats-Unis, 306 p.
- Footitt, R.G. et W.R. Richards 1993. The insects and arachnids of Canada, part 22, the genera of Aphids of Canada, Homoptera : Aphidoidea and Phyloxeroidea. Agriculture Canada, Ottawa, 766 p.

- Fortin, M.-J. 1997. Effects of data types on vegetation boundary delineation. *Canadian Journal of forestry Ressources* 27: 1851-1858.
- Gélinas, N., C. Maisonneuve et L. Bélanger. 1996. La bande riveraine en milieu agricole: importance pour les micro-mammifères et l'herpétofaune. Ministère de l'environnement et de la faune, Direction de la faune et des habitats, Québec, 47 p.
- Gilliam, J.W. 1994. Riparian wetlands and water quality. *Journal of Environmental Quality* 23(5): 896-900.
- Goupil, J-Y. 1995. Considérations d'ordre environnemental sur la bande riveraine de protection en milieu agricole. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 45 p.
- Gouvernement du Québec, Ministère du loisir, de la chasse et de la pêche. 1983. Plan directeur pour la conservation et la mise en valeur de la région du lac St-Pierre. Québec, 156 p.
- Gratton, L. 1989. L'utilisation des plantes ligneuses dans la stabilisation des berges en milieu agricole. Ministère du loisir, de la chasse et de la pêche, 61 p.
- Green, R.H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. John Wiley & Sons, New York, 257p.
- Gregory, S.V., F.L. Swanson, W.A. McKee et K.W. Cummins. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioSciences* 41: 540-551.
- Haack, R.A. et F.J.R. Slansky. 1987. Nutritional ecology of wood-feeding Coleoptera, Lepidoptera and Hymenoptera. pp. 449-486 In Slansky, F.J.R. et J.G. Rodriguez (editors). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates*. John Wiley & Sons Inc., Canada.
- Hagen, K.S. 1987. Nutritional ecology of terrestrial insect predators. pp. 533-577 In Slansky, F.J.R. et J.G. Rodriguez (editors). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates*. John Wiley & Sons Inc., Canada.

- Hammond, P. 1990. Concluding remarks : carabids in context. pp. 403-409 In Stork, N.E. (editors). The role of ground beetles in ecological and environmental studies. Intercept, England.
- Hance, T. 1990. Relationships between crop types, carabid phenology and aphid predation in agroecosystems. pp. 55-64 In Stork, N.E. (editors). The role of ground beetles in ecological and environmental studies. Intercept, England.
- Hansson, L. 1998. Local hot spots and their edge effects: small mammals in oak-hazel woodland. *Oikos* 81: 55-62.
- Hill, C.J. 1995. Linear strips of rain forest vegetation as potential dispersal corridors for rain forest insects. *Conservation biology* 9 (6): 1559-1566.
- Hoffman, R.L. 1978. 16. Diplopoda pp.294-296 In Danks, H.V. (editors) Canada and its insect fauna. The Entomological Society of Canada, Ottawa.
- Holland, M.M., P.G. Risser et R.J. Naiman (editors). 1991. Ecotone: the role of the landscape boundaries in the management and restoration of changing environments. Chapman and Hall New York .
- Hopkings, A.J.M. et R.A. How. (editors). 1993. Australian ecosystems : 200 years of utilisation, degradation, and reconstruction. Proceeding of the ecological society of Australian. Sorrey Beatty & sons, Chipping Norton.
- Hopkinson C.S. et *al.*. 1997. Long-Term ecological research (LTER) in land / ocean margin ecosystems. Plum Island sound comparative ecosystem study (pisces): Effects of changing land cover, climate, and sea level. <http://ecosystems.mbl.edu/PIE/proposal/proposal.htm>.
- Hubert, M. 1979. Les araignées, généralités, araignées de France et des pays liminotrophes. Société nouvelle des éditions Boubée, France, 277 p.
- Janauer, G.A. 1996. Aquatic-terrestrial ecotones: the ÖDM-project. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 113 (10): 211-218.

- Jobin, B., C. Boutin, J.-C. DesGranges et N. Plante. 1994. Pratiques culturelles et habitats fauniques dans les milieux agricoles du Québec méridional. Série de rapports techniques, No. 223. Service Canadien de la Faune, Centre National de la Recherche Faunique, 83 p.
- Jmhasly, P. et W. Nentwig. 1995. Habitat management in winter wheat and evaluation of subsequent spider predation on insect pests. *Acta Oecologica* 16 (3): 389-403.
- Johnson, R.J. et M.M. Beck. 1988. Influences of shelterbelts on wildlife management and biology. *Agriculture, Ecosystems & Environnement* 22 (23): 301-335.
- Kaston, B. J. 1972. How to know the spiders. W.M.C. Brown Company Publishers, Etats- Unis, 290 p.
- Keals, N. et J.D. Majer. 1991. The conservation status of ant communities along the Wubin-Perenjori corridor. pp.387-393 In Saunders, D.A. et R.J. Hobbs (editors). *Nature conservation 2: the role of corridors*. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- Kemp, J.C. et G.W. Barrett. 1989. Spatial patterning: impact of uncultivated corridors on arthropod populations within soybean agroecosystems. *Ecology* 70 (1):114-128.
- Krantz, G.W. 1978. A manuel of acarology. Oregon State University Book Store, Corvallis 356 p.
- Lasalle, J. 1993. Parasitics hymenoptera, biological control and biodiversity. pp. 197-215 In Lasalle, J. et I.D. Gauld (editors). *Hymenoptera and biodiversity*. C.A.B. International, England.
- Lasalle, J. et I.D. Gauld, I. D. (éditeurs). 1993. Hymenoptera : Their Diversity, and their impact on the diversity of other organisms. pp. 1-26 In *Hymenoptera and biodiversity*. C.A.B. International, England.
- Leclercq, M. 1971. Les mouches nuisibles aux animaux domestiques, un problème mondial. Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique, 199 p.

- Legrand, A. 1998. La gestion extensive des dépendances verte routières. Ministère de l'Environnement de France, Direction de la nature et des paysages, Paris, 121 p.
- Lys, J.-A. et W. Nentwig. 1994. Improvement of the overwintering sites for Carabidae, Staphylinidae and Araneae by strip-management in the cereal field. *Pedobiologia*, 38: 238-242.
- Maelfait, J.-P. et K. Desender. 1990. Possibilities of short-term carabid sampling for site assessment studies. pp. 217-225 In Stork, N.E. (editors). *The role of ground beetles in ecological and environmental studies*. Intercept, England.
- Maererlinck, M. 1930. *La vie des fourmis*. Fasquelle éditeurs, France, 256 p.
- Maisonneuve, C. et S. Rioux. 1998. Influence de l'étagement de la végétation dans les bandes riveraines en milieu agricole sur leur utilisation par les micromammifères et l'herpétofaune. Ministère de l'environnement et de la Faune, Québec, 57 p.
- Margalef, R. 1994. Dynamic aspects of diversity. *Journal of vegetation sciences* 5: 451-456.
- McAllister, D.E. 1994. L'approche monospécifique : trop lente! *La biodiversité mondiale*. 4 (2) : 16-21.
- McArthur, J.V. et K. Moorhead. 1996. Characterization of riparian species and stream detritus using multiple stable isotopes. *Oecologia* 107: 232-238.
- McClure, M.S. 1982. Factors affecting colonization of an orchard by leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) vectors of peach x-disease. *Environmental Entomology* 11: 695-699.
- Ministère de l'environnement et de la faune du Québec et Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, Environnement Canada et Agriculture et Agroalimentaire Canada. 1996. *Pour une eau de qualité en milieu rural, comprendre et agir collectivement*. Québec. 35 p.

- Ministère de l'environnement et faune Québec. 1997. Le règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole en bref. Québec. 31 p.
- Ministère du loisir, de la chasse et de la pêche du Québec et Ministère de l'environnement du Québec. 1992. Politique québécoise sur les espèces menacées ou vulnérables. Québec, 27 p.
- Ministre des Approvisionnements et Service Canada. 1995. Stratégie canadienne de la biodiversité. Réponse du Canada à la Convention sur la diversité biologique. Musée canadien de la nature. Hull. 84 p.
- Murphy, B.C., Rosenheim, J.A. et J. Granett. 1996. Habitat diversification for improving biological control: abundance of *Anagrus epos* (Hymenoptera: Mymaridae) in grape vineyards. *Entomological Society of America* 25(2): 495-504.
- Nabhan, G. P. 1985. Riparian vegetation and indigenous southwestern agriculture: control of erosion, pests and microclimate. *Riparian ecosystems and their management: reconciling conflicting uses. First North American Conference, 16-18 avril: 117-122.*
- Neff, J.L. et B.B. Simpson. 1993. Bees, pollination systems and plant diversity. pp. 143-167 In Lasalle, J. et I.D. Gauld, (editors). *Hymenoptera and biodiversity*. C.A.B. International, England.
- Nentwig, W. 1983. The prey of web-building spiders compared with feeding experiments (Araneae: Araneidae; Linyphiidae, Pholcidae, Agelenidae). *Oecologia* 56: 132-139.
- Nishiwaki, A. 1991. Density effects on pollination in some insect pollinated plants. *Naruga, Mijagi, 989: 67 (Résumé).*
- Nyffeler, M. et G. Benz. 1982. Spinnen als Prädatoren von landwirtschaftlich schädlichen Blattläusen. *Anz. Schädlingskde. Pflanzenschutz. Umweltschutz.* 55:120-121.

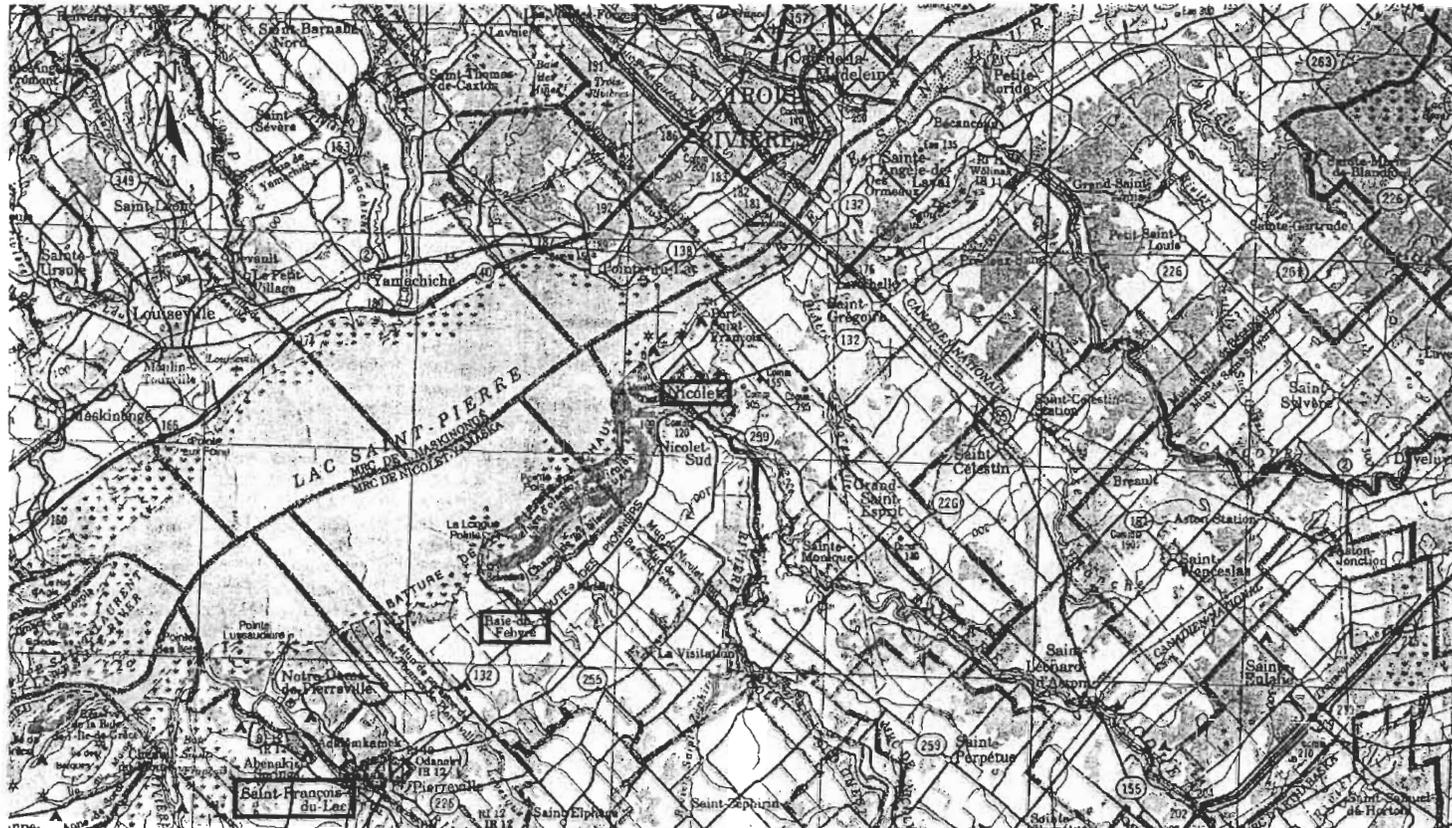
- Oliver, P.G. et C.J. Meechan. 1993. Woodlice. pp. 1-135 In Kermack, D.M., R.S.K. Barnes et J.H. Crothers (editors). *Synopses of the British fauna (new series)*. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association, London.
- Organisation de Coopération et de Développement Économiques. 1995. *L'agriculture durable, questions de fond et politiques dans les pays de l'OCDE*. Paris, 77 p.
- Osborne, L.L. et D.A. Kovacic. 1993. Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management. *Freshwater Biology* 29(2): 243-258
- Petal, H. 1978. Formicoidea. pp.502-503 In Danks, H.V. (editors) *Canada and its insect fauna*. The Entomological Society of Canada, Ottawa.
- Ramade, F. 1965. *Le peuple des fourmis*. Presses Universitaires de France, France 125 p.
- Richards, W.R. 1978. 20. Collembola. pp.300-303 In Danks, H.V. (editors) *Canada and its insect fauna*. The Entomological Society of Canada, Ottawa.
- Riechert, S.E. et J.M. Harp. 1987. Nutritional ecology of spiders. pp. 645-672 In Slansky, F.JR. et J.G. Rodriguez (editors). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates*. John Wiley & Sons Inc., Canada.
- Rusek, J. 1992. Distribution and dynamics of soils organisms across ecotones. pp.196-214 In Hansen, A.J. et F. DiCasteri (editors) *Landscape boundaries*. Springer, Berlin.
- Scougall, A., J.D. Majer et R.J. Hobbs. 1993. Edge effects in grazed and ungrazed Western Australian wheatbelt remnants in relation to ecosystem reconstruction. pp. 163-178. In Saunders, D.A., R.J. Hobbs et P.R. Elrlich (editors). *Nature conservation 3: Reconstruction of fragmented ecosystems*. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton.
- Sekgororoane, G. B. et T.G. Dilworth. 1995. Relative abundance, richness, and diversity of small mammals at induced forest edges. *Canadian Journal of Zoology* 73: 1432-1437.

- Services de Recherche, Ministère de l'agriculture du Canada. 1962. Erosion du sol par l'eau, dommages, moyens préventifs, répression., Ottawa, 37 p.
- Slansky, F.JR. et J.G. Rodriguez (éditeurs). 1987. pp. 1-69 In Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates., John Wiley & Sons Inc., Canada.
- Sotherton, N.W. 1985. The distribution and abundance of predatory arthropods overwintering in field boundaries. *Annals of Applied Biology* 106: 423-429.
- Spackman, C. et J.W. Hughes. 1995. Assessment of minimum stream corridor width for biological conservation: species richness and distribution along mid-order streams in Vermont, USA. *Biological conservation* 71: 325-332.
- Sterk, G. et P.A.C. Raats. 1996. Comparison of models describing the vertical distribution of wind-eroded sediment. *Soil Science American Journal* 60: 1914-1919.
- Stradling, D.J. 1987. Nutritional ecology of ants. pp. 927-969 In Slansky, F.Jr., et J.G. Rodriguez (editors). *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates*. John Wiley & Sons Inc., Canada.
- Sutton, S. 1972. *Woodlice*. Ginn & company limited, London, 131 p.
- Terrel-Nield, C.E. 1986. Ecotones and community boundaries: analysis by pitfall trapping. *Field Studies* 6: 407-428.
- Thomas, M.B. 1990. The role of man-made grassy habitats in enhancing carabid populations in arable land. pp. 77-85 In Stork, N.E. (editors). *The role of ground beetles in ecological and environmental studies*. Intercept, England.
- Unruh, T. R. et R.H. Messing. 1993. Intraspecific biodiversity in Hymenoptera: implications for conservation and biological control. pp. 27-52 In Lasalle, J. et I.D. Gauld (editors), *Hymenoptera and biodiversity*. C.A.B. International, England.
- Victorin, M. 1993. *Flore Laurentienne*. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal. 927 p.

- Weisz, R., Z. Smilowitz et B. Christ. 1994. Distance, rotation, and border crops affect Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) colonization and population density and early blight (*Alternaria solani*) severity in rotated potato fields. *Journal of Economic Entomology* 87 (3): 723-729.
- Wicherek, S. 1994. L'érosion des grandes plaines agricoles. *La recherche* 268 (sep.): 880-888.
- White, A.J., S.D. Wratten, N.A. Berry, et U. Weigmann. 1995. Habitat manipulation to enhance biological control of *Brassica* pest by hover flies (Diptera: Syrphidae). *Journal of Economic Entomology* 88(5): 1171-1176.
- Williams, C.E., D.M. Pavuk, D.H. Taylor et T.H. Martin. 1995. Parasitism and disease incidence in the green cloverworm (Lepidoptera : Noctuidae) in strip-intercropped soybean agroecosystems. *Environmental Entomology* 24 (2): 253-260.

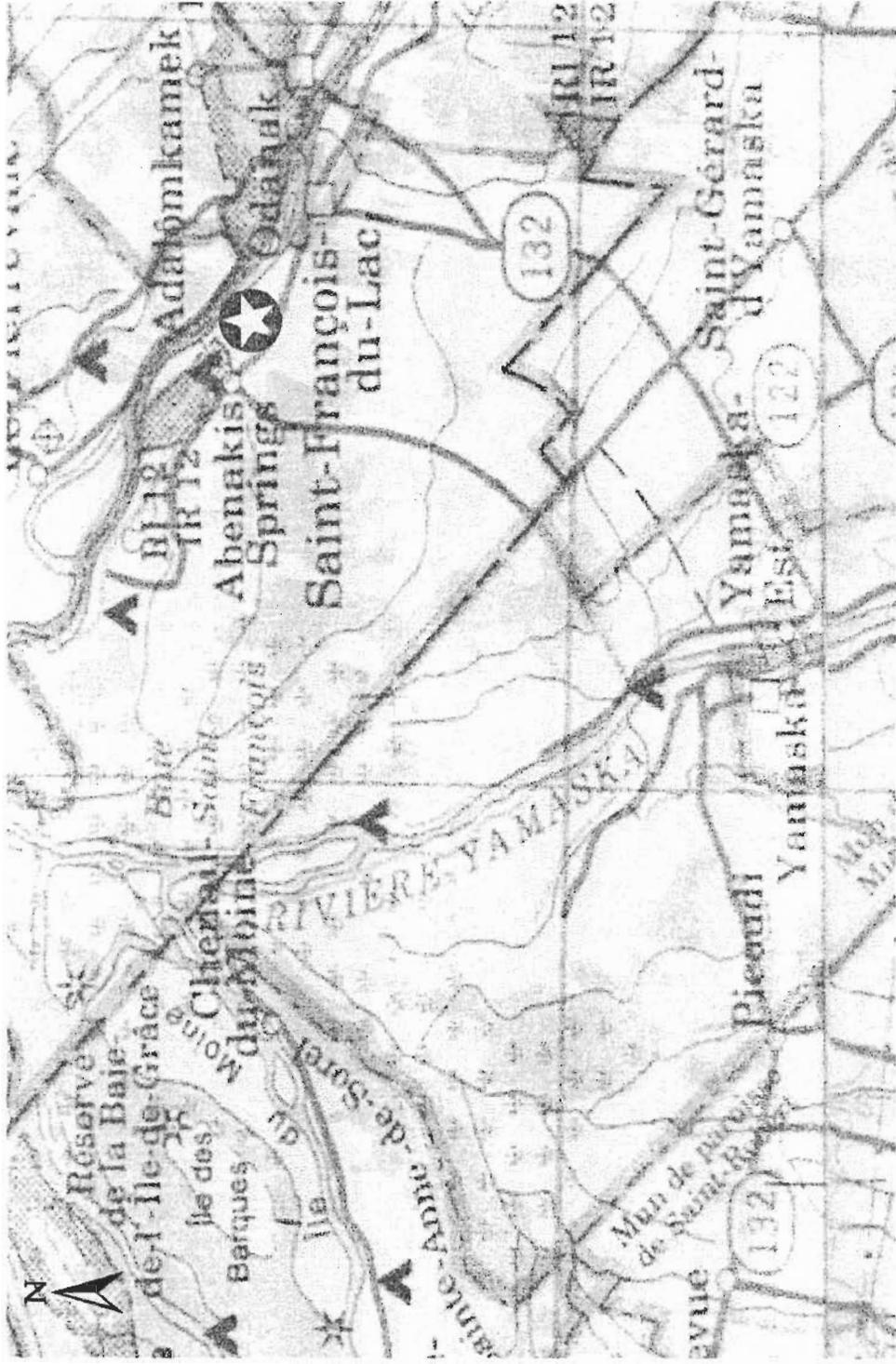
# **ANNEXE A**

Cartes des emplacements  
des différents sites



**Carte 1: région d'étude:  
municipalités retenues pour l'étude**

**Echelle: 1:250 000**



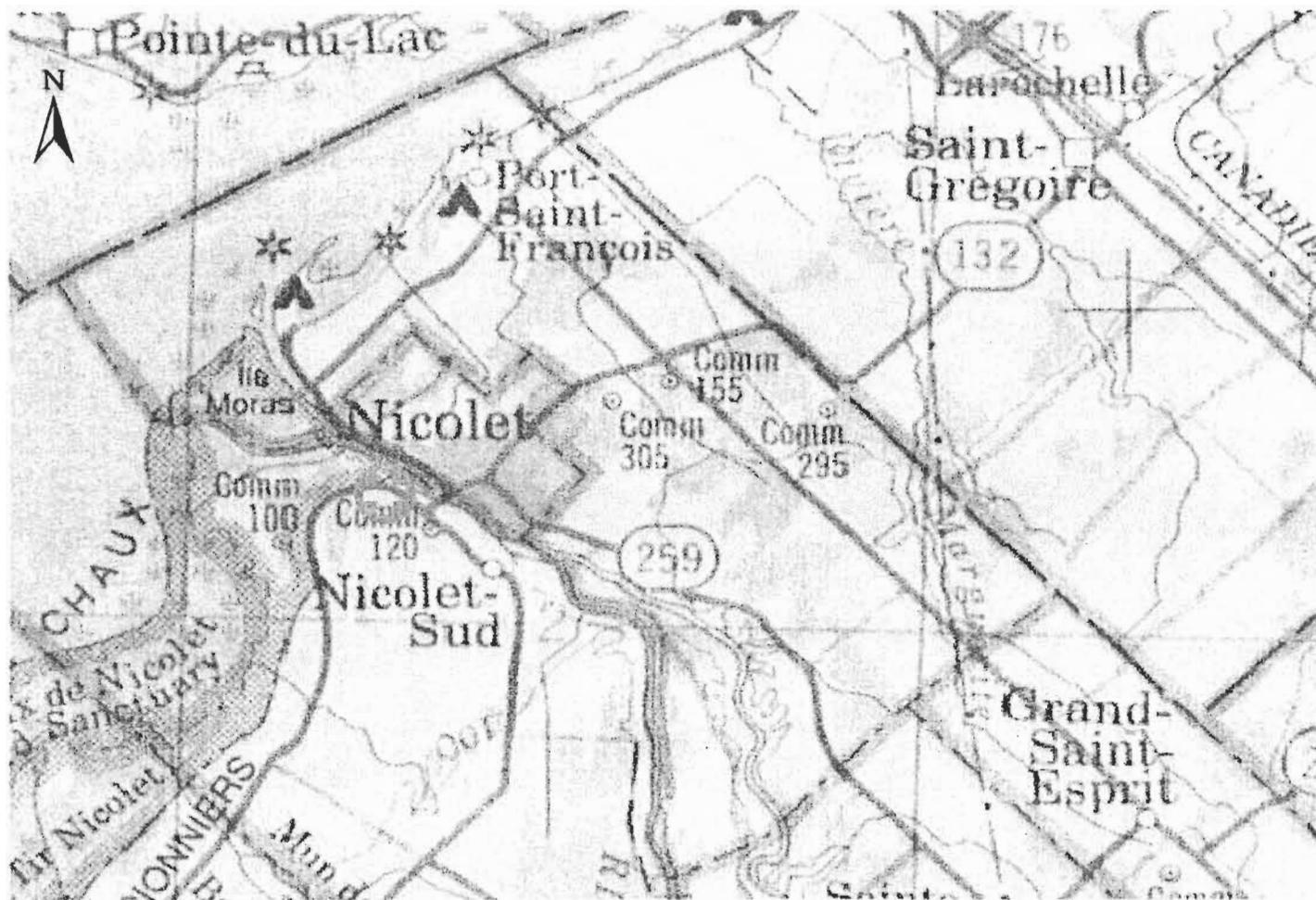
**Carte 2 : localisation du site A**

**Légende**

★ site A (pommes de terre)

Echelle: 1:50 000





**Carte 4 : localisation du site G**

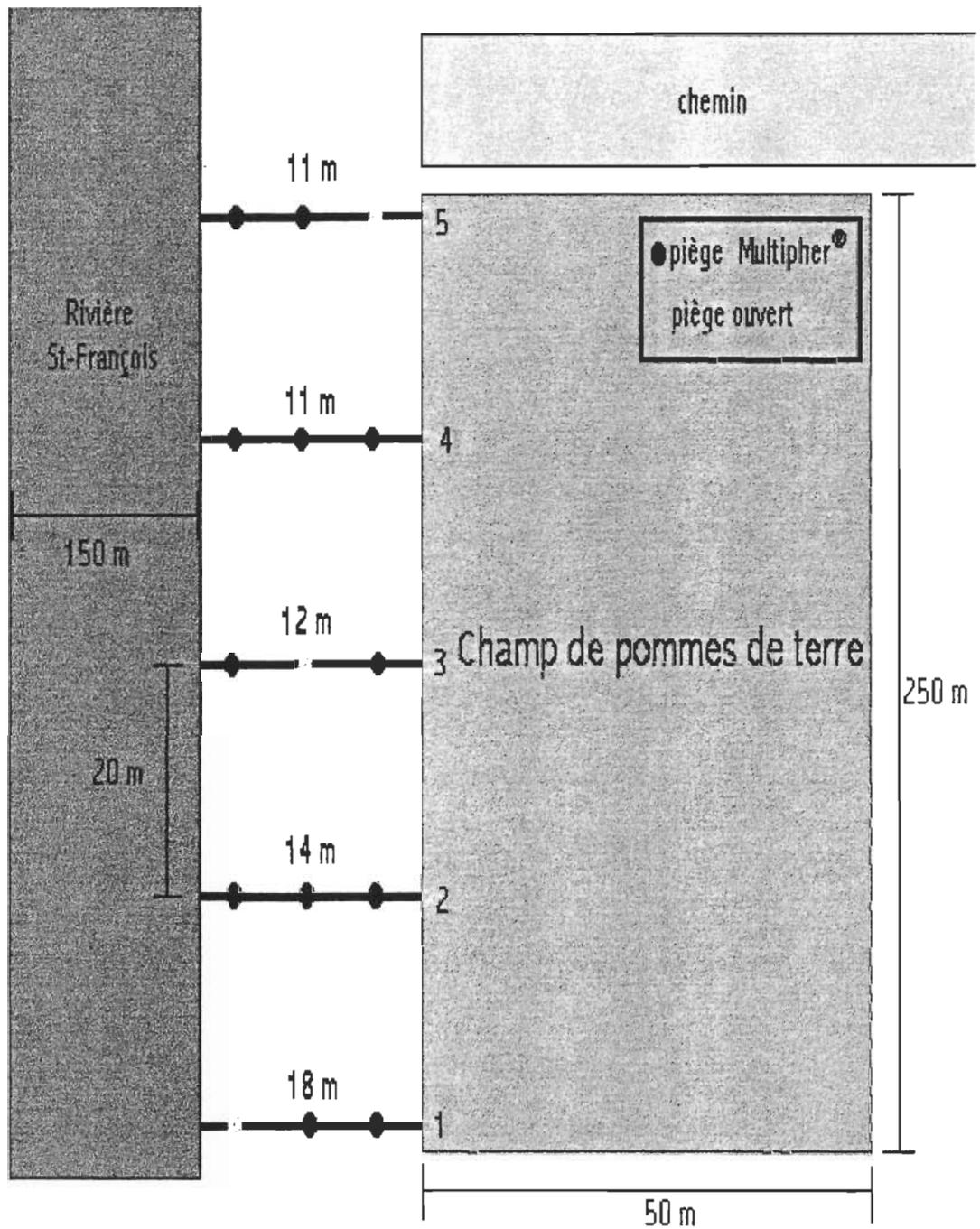
Echelle: 1:50 000

Légende

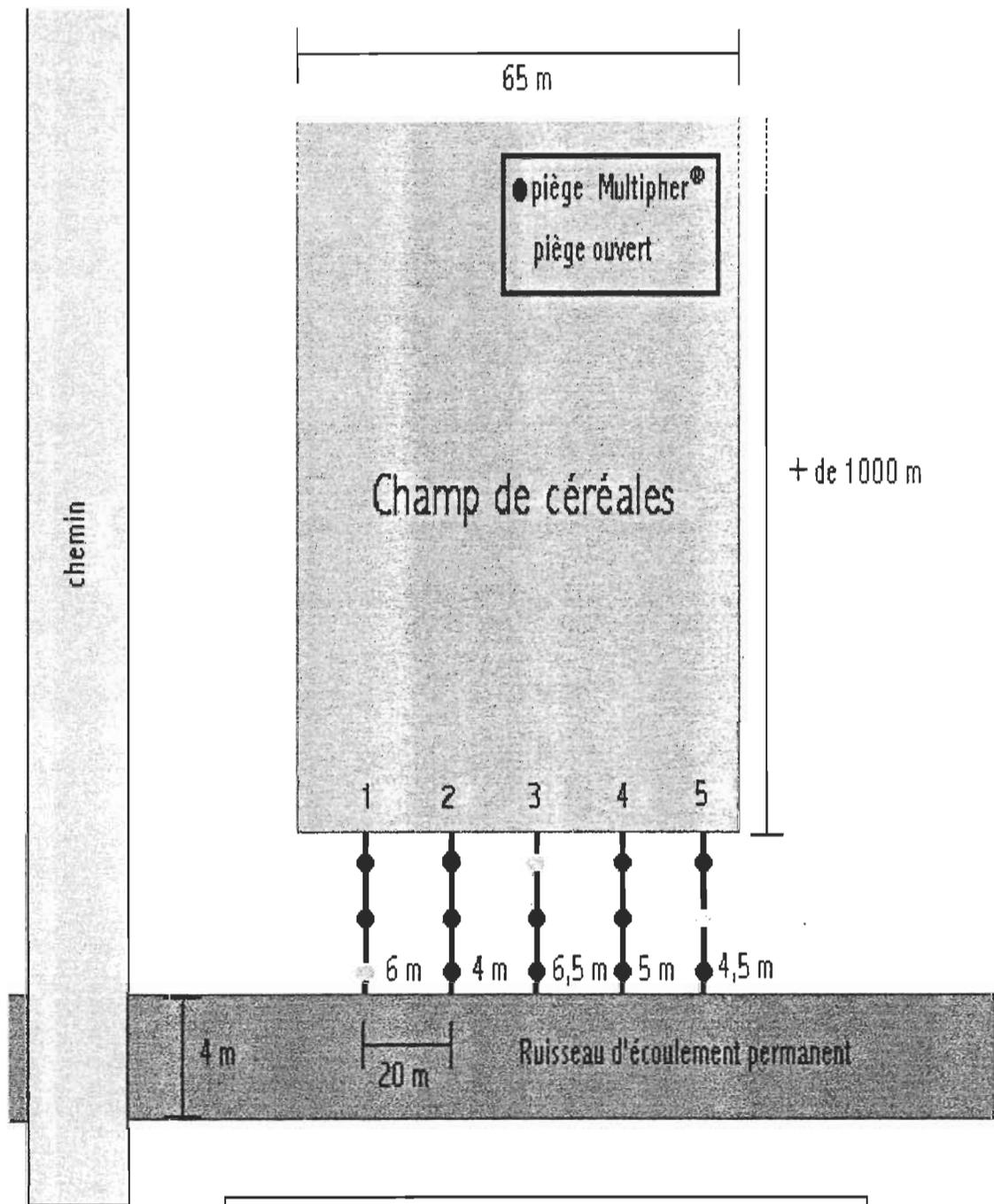
⊕ site G (céréales)

# **ANNEXE B**

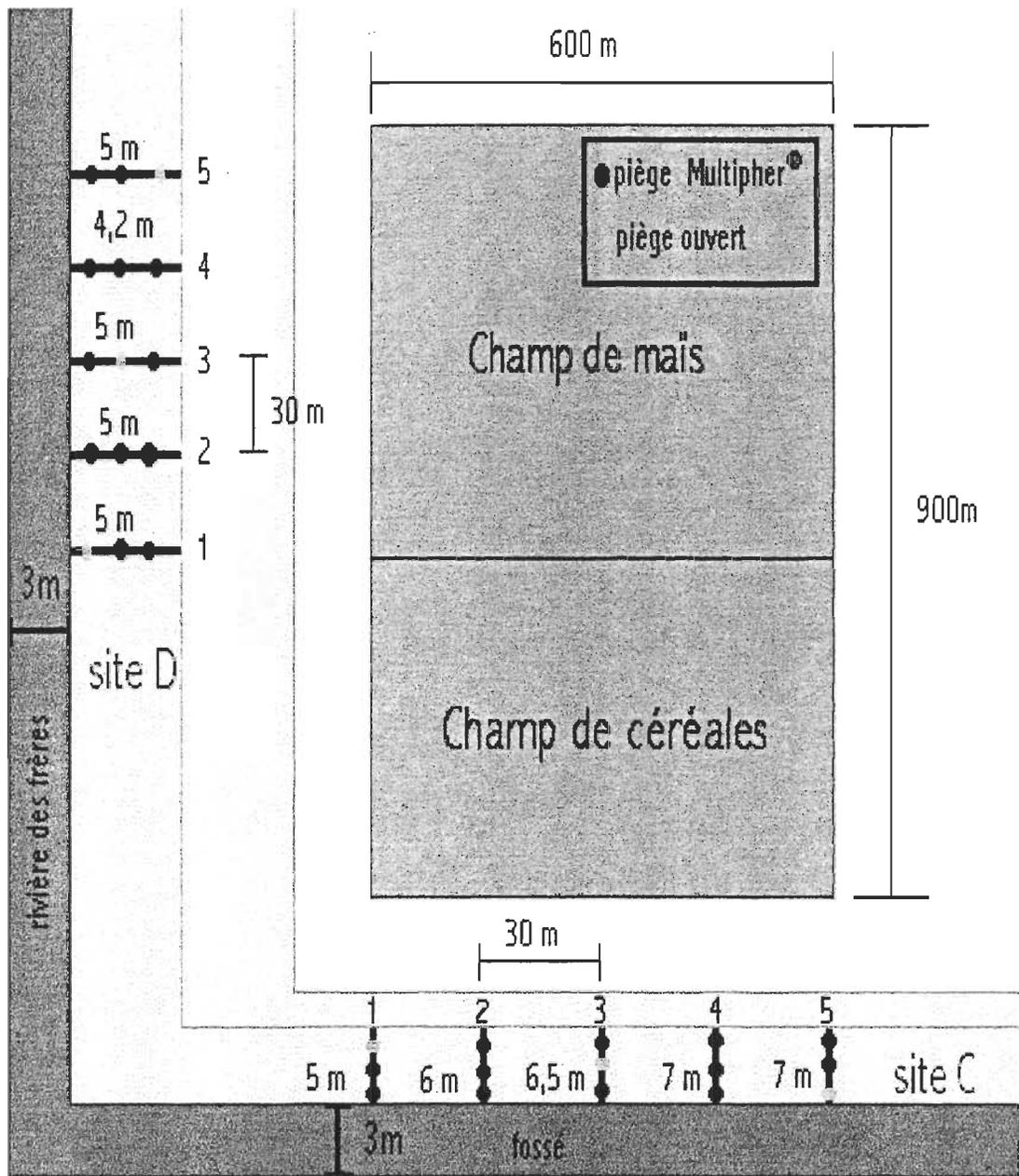
Disposition des pièges fosses  
pour les différents sites



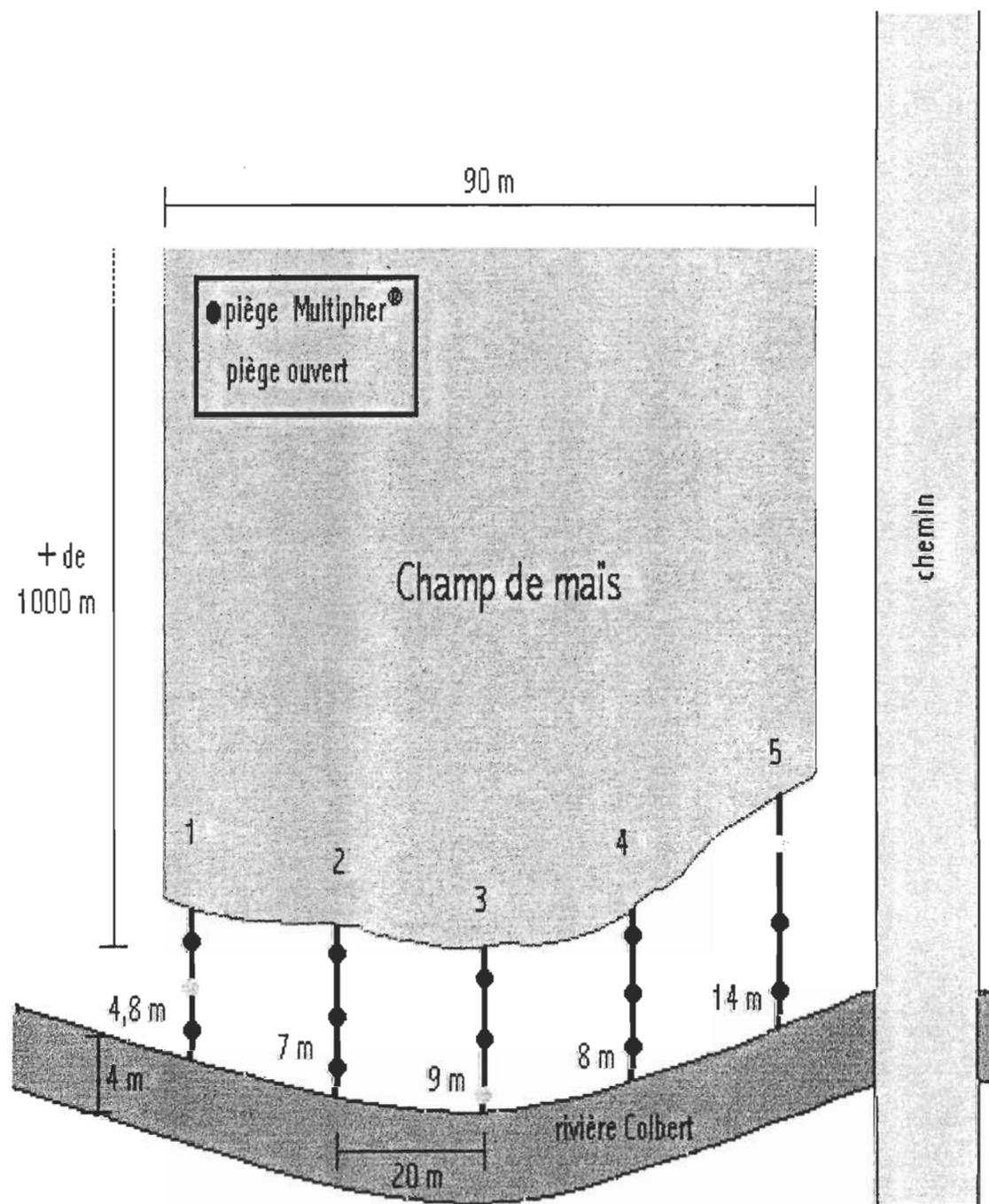
Emplacement des pièges à insectes site A



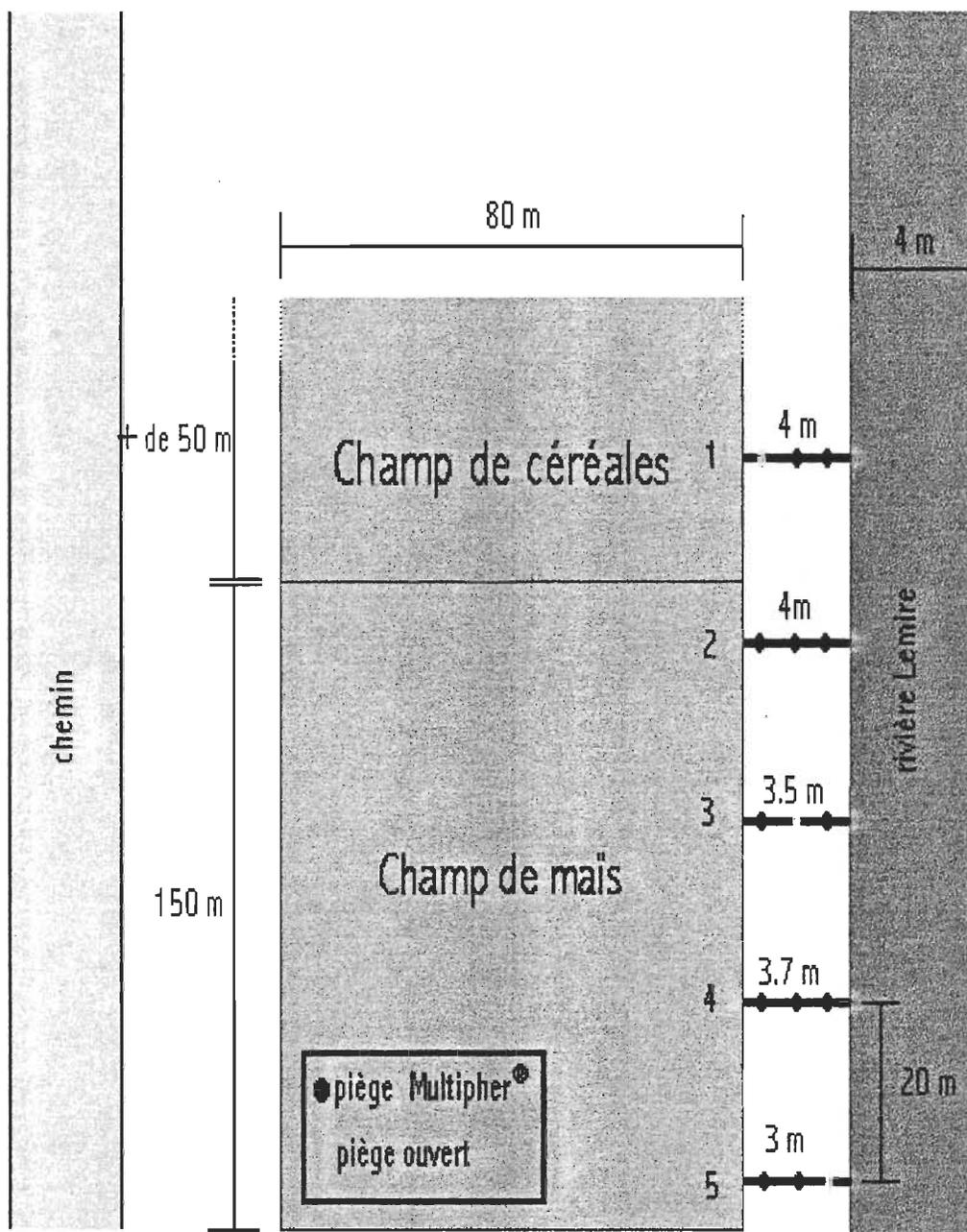
Emplacement des pièges à insectes site B



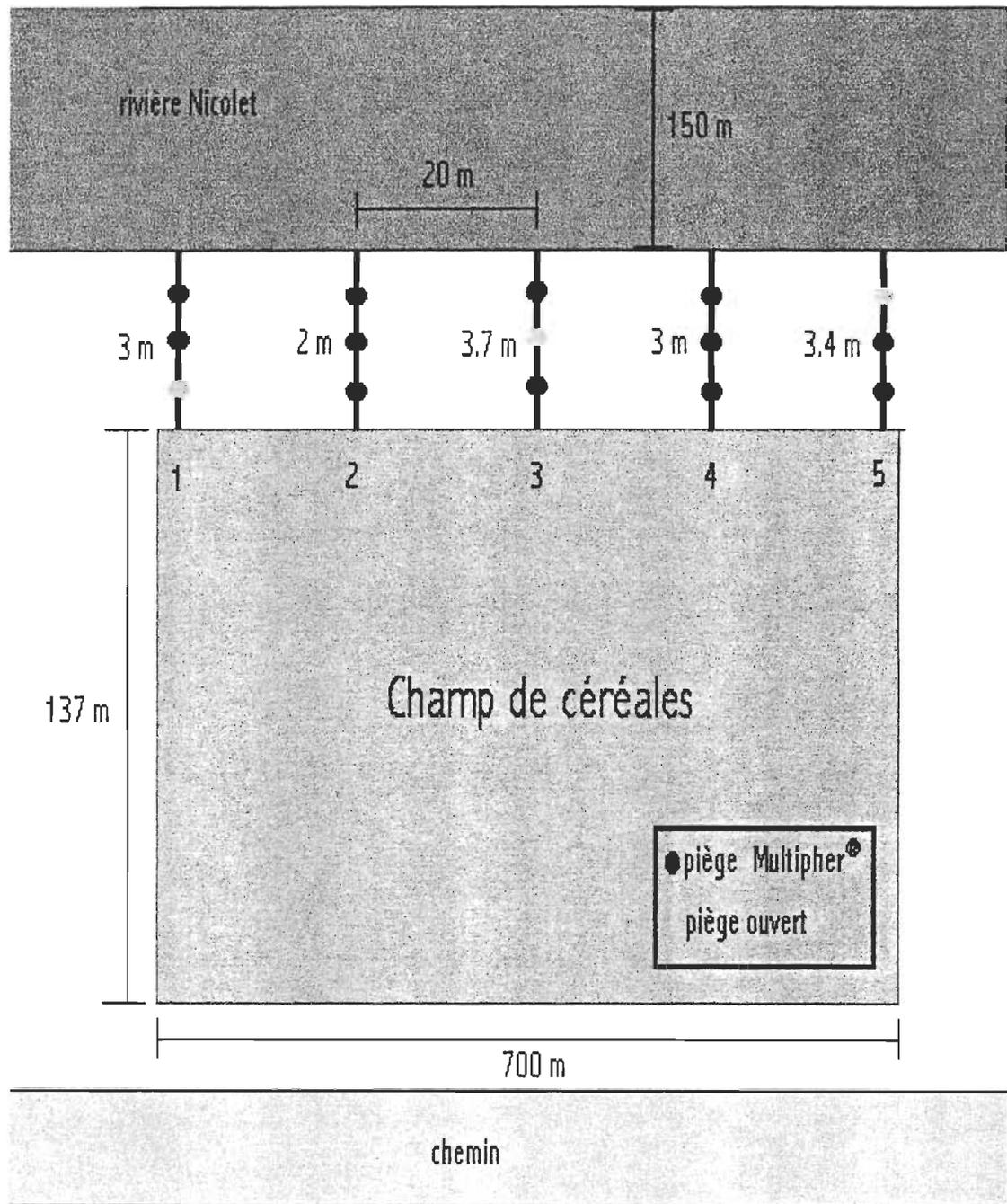
Emplacement des pièges à insectes site D et site C



Emplacement des pièges à insectes site E



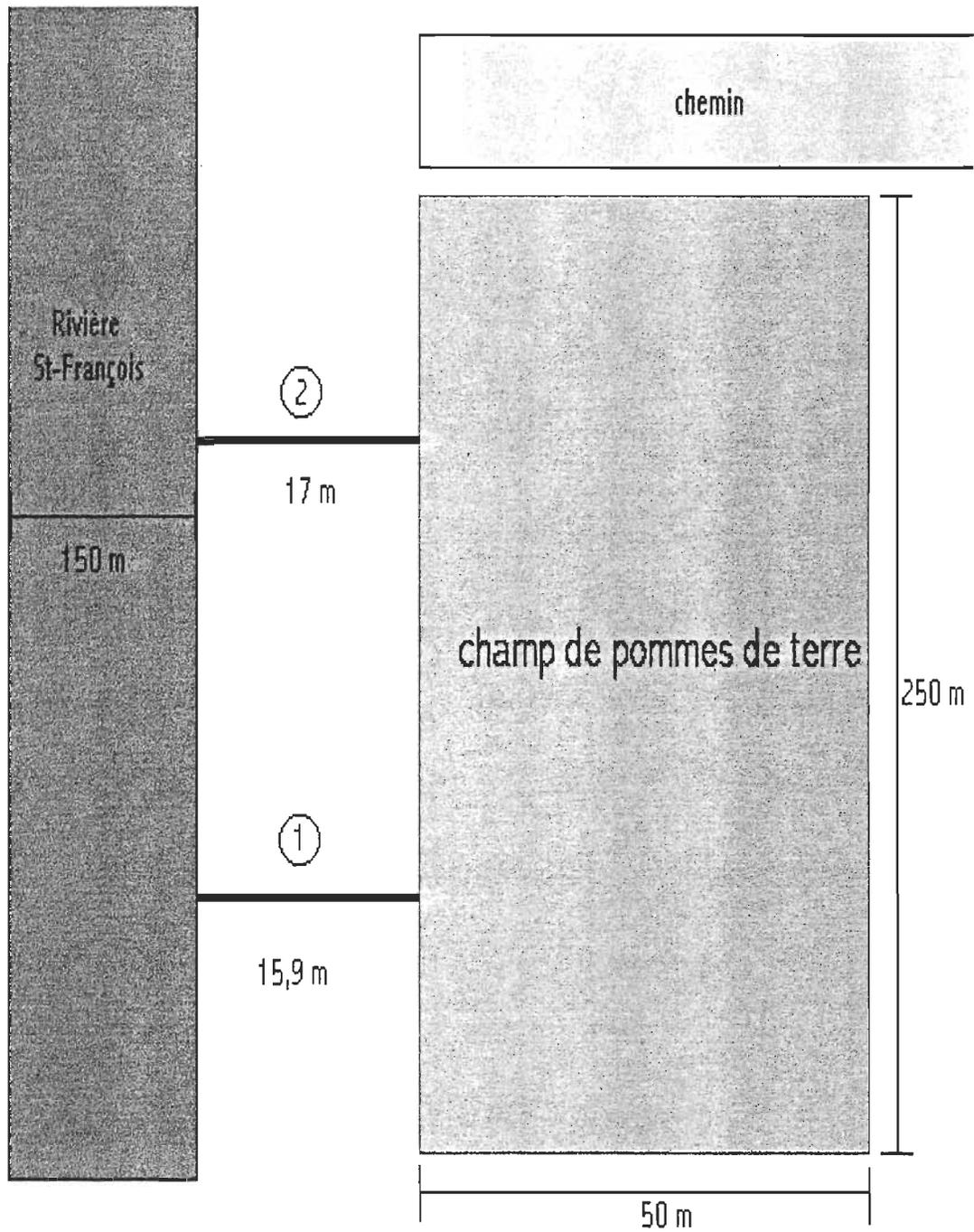
Emplacement des pièges à insectes site F



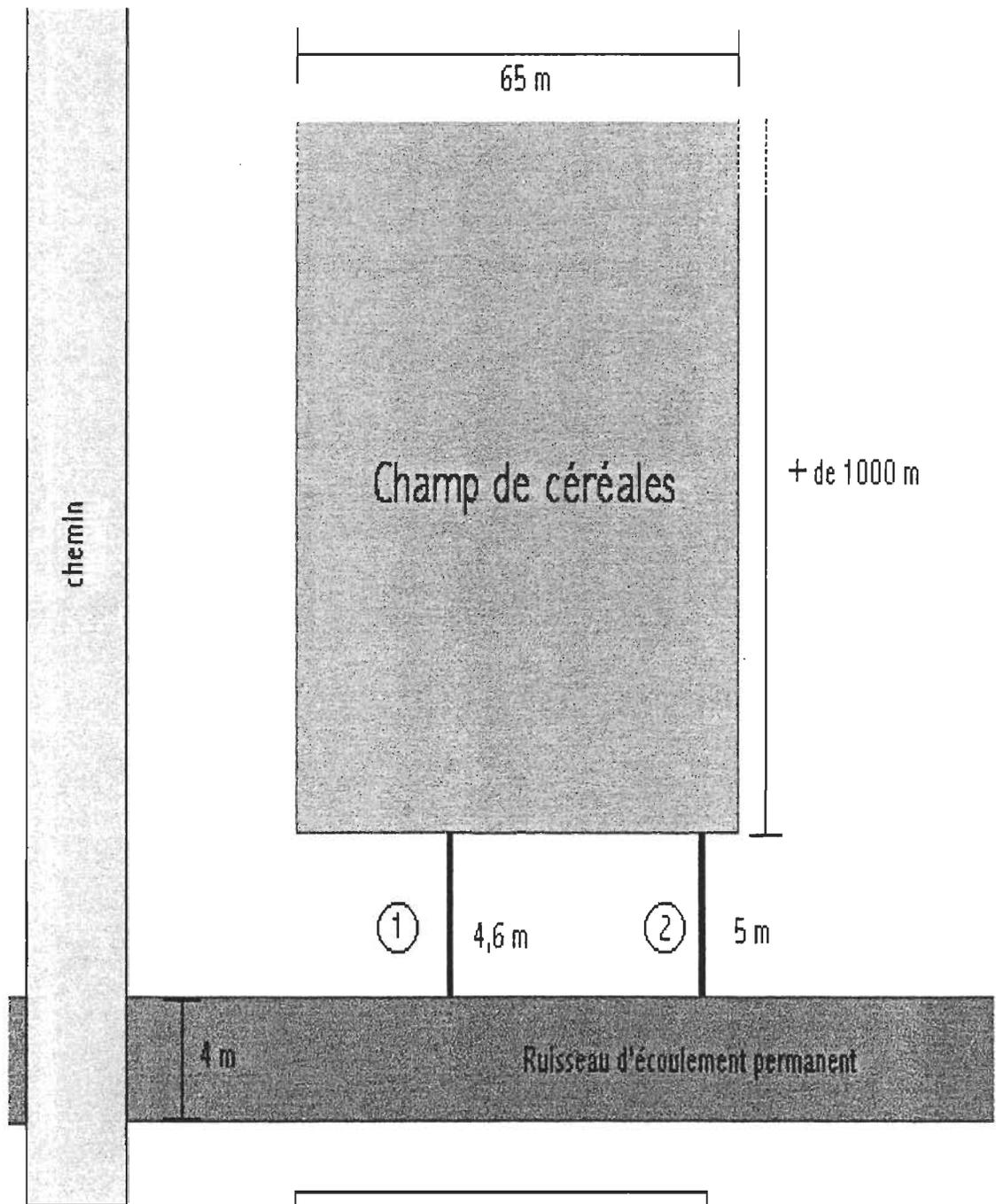
Emplacement des pièges à insectes site G

# **ANNEXE C**

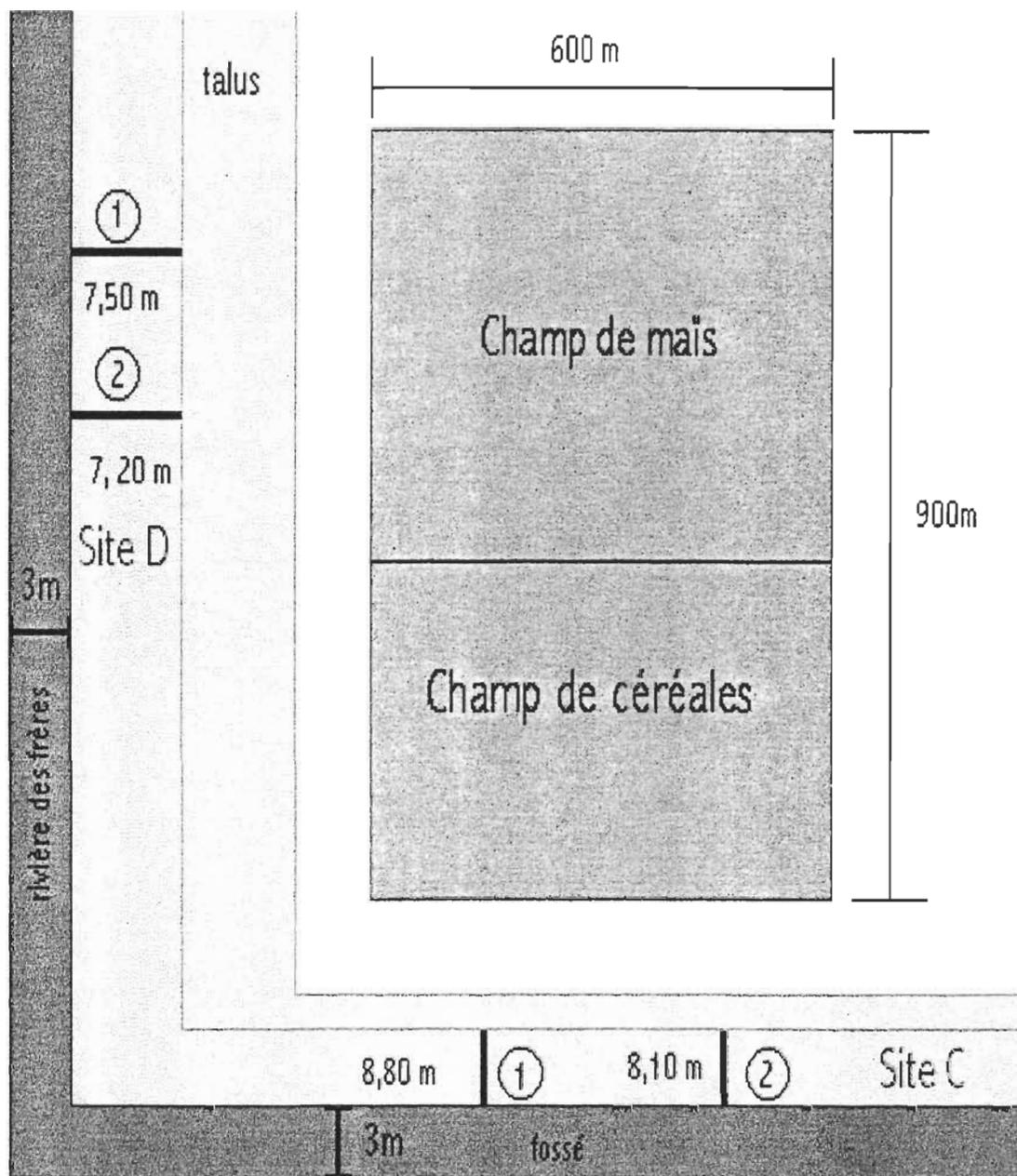
Disposition des transects végétaux  
utilisés lors du premier  
inventaire végétal



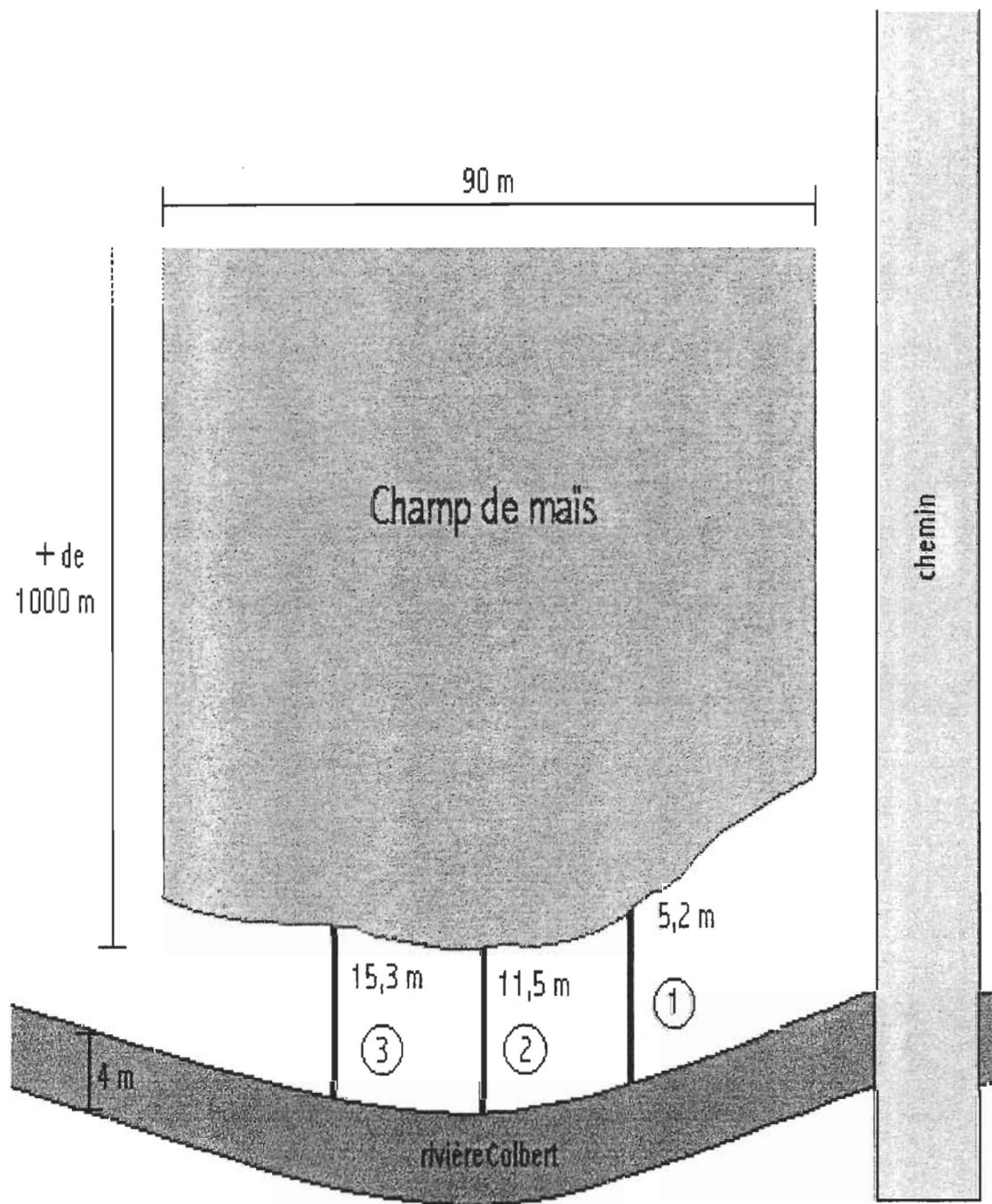
Transect végétal site A



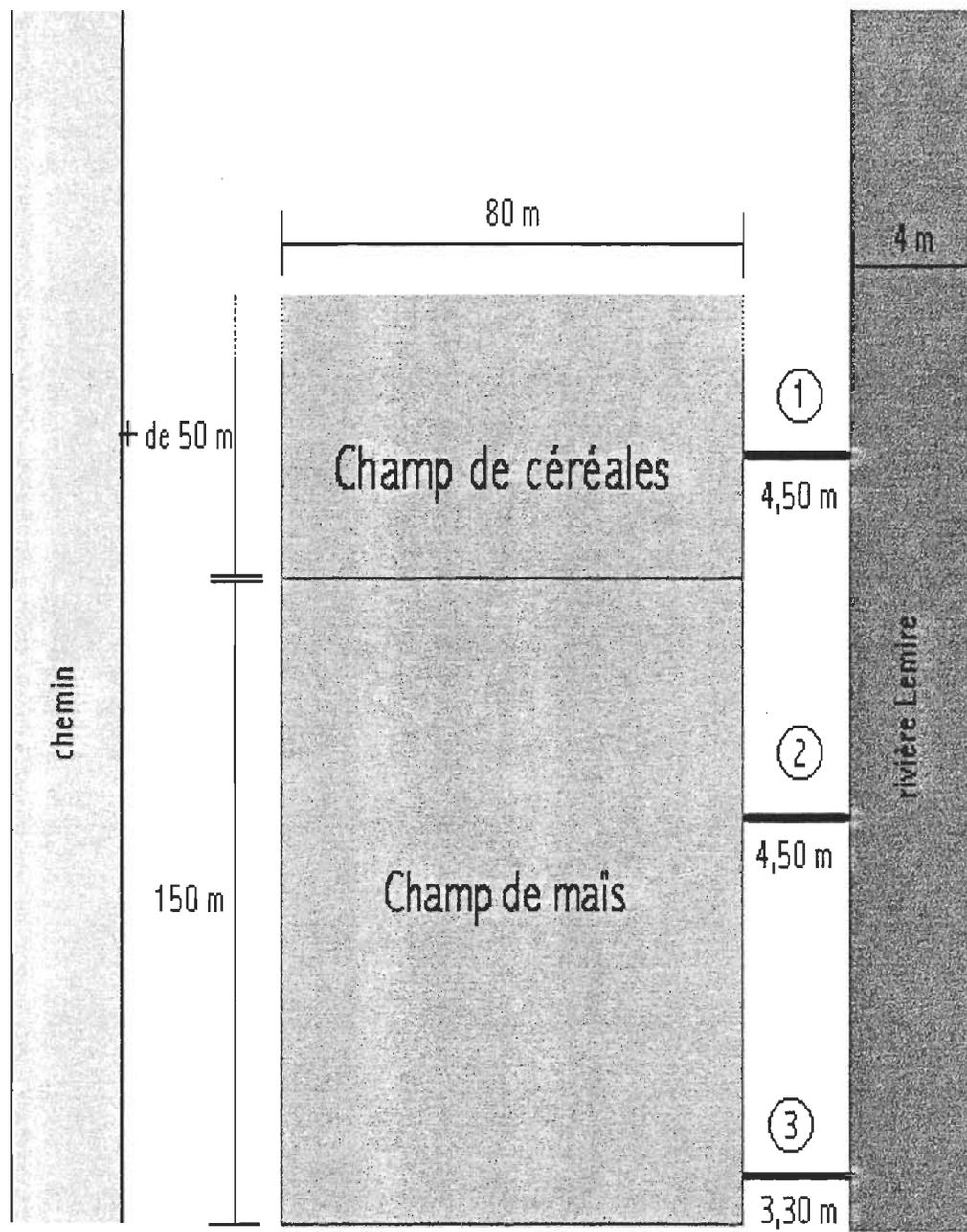
Transect végétal site B



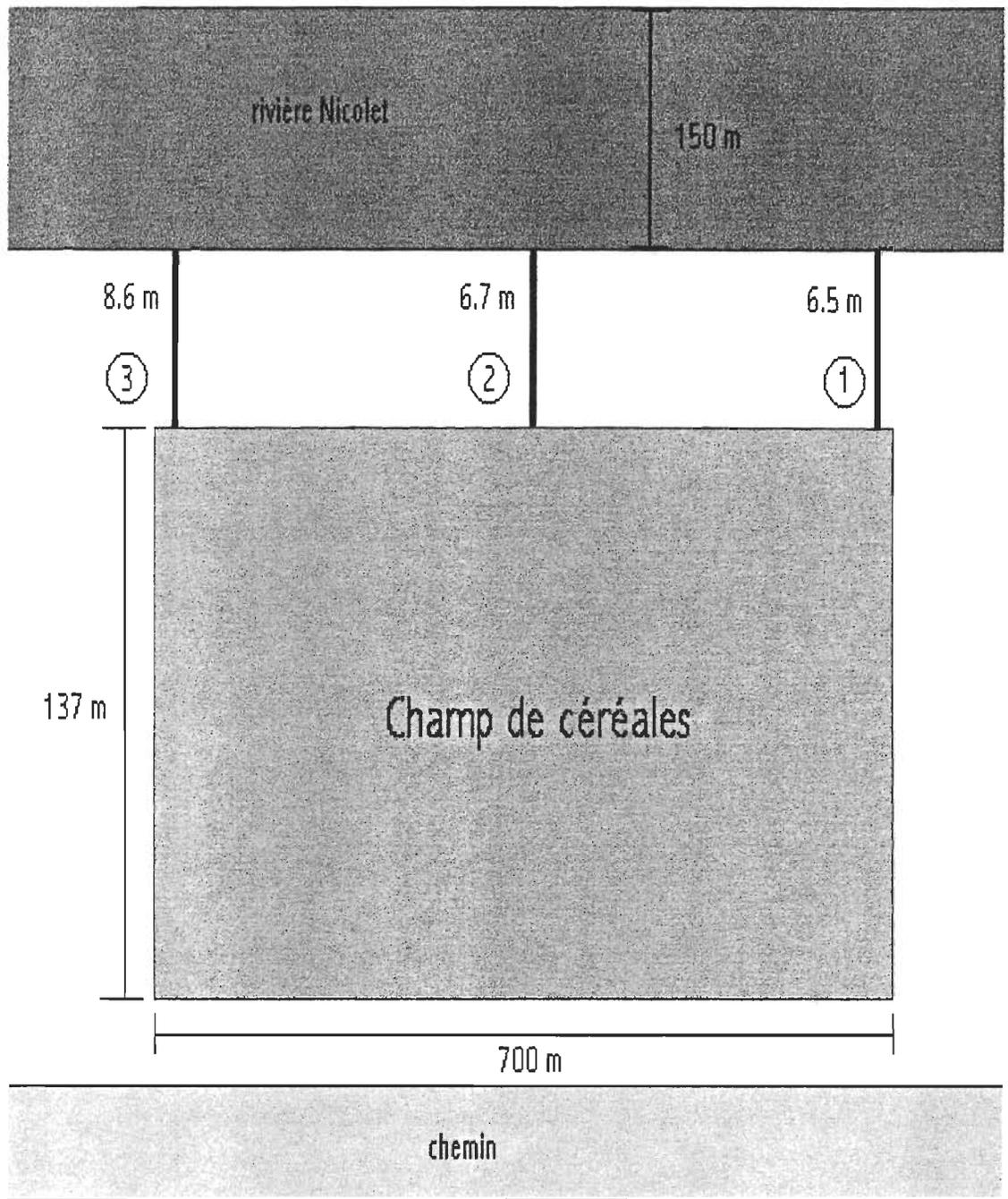
Transects végétau site D (gauche) et Site C (au bas)



Transect végétal site E



Transect végétal site F



Transect végétal site G

# **ANNEXE D**

Listes des différentes familles d'insectes recensées, classées par ordre d'importance numérique selon les différentes bandes riveraines

Familles d'insectes retrouvés pour la totalité de l'échantillonnage classées par ordre d'importance décroissant pour le site juxtaposant la culture de pommes de terre

	Site A	Compte	%
Familles	Diptera <sup>1</sup>	2819	22,585%
	Carabidae	2795	22,392%
	Histeridae	2206	17,673%
	Collembola	1604	12,851%
	Staphylinidae	1312	10,511%
	Formicidae	658	5,272%
	Hymenoptera <sup>2</sup>	310	2,484%
	Silphidae	153	1,226%
	Nitidulidae	141	1,130%
	Tettigonidae	109	0,873%
	Cryptophagidae	79	0,633%
	Cicadellidae	70	0,561%
	Curculionidae	42	0,336%
	Gryllidae	37	0,296%
	Aphididae	18	0,144%
	Chrysomelidae	16	0,128%
	Gryllacrididae	14	0,112%
	Cicindellidae	11	0,088%
	Hemiptera <sup>3</sup>	9	0,072%
	Lépidoptères	8	0,064%
	Meloidae	7	0,056%
	Elateridae	7	0,056%
	Coccinellidae	6	0,048%
	Homoptera <sup>4</sup>	5	0,040%
	Dytiscidae	4	0,032%
	Orthoptera <sup>5</sup>	4	0,032%
	Trichoptera	4	0,032%
	Cantharidae	3	0,024%
	Ptilidae	3	0,024%
	Thysanoptera	3	0,024%
	Cercopidae	3	0,024%
	Hydrophilidae	2	0,016%
	Lampyridae	2	0,016%
	Acrididae	2	0,016%
	Gerridae	2	0,016%
	Ichneumonidae	2	0,016%
	Scarabaeidae	1	0,008%
	Bruchidae	1	0,008%
	Cucujidae	1	0,008%
	Nabidae	1	0,008%
Pentatomidae	1	0,008%	
Nepidae	1	0,008%	
Tipulidae	1	0,008%	
Pipunculidae	1	0,008%	
Apididae	1	0,008%	
Bombidae	1	0,008%	
Diploure	1	0,008%	
Siphonaptera	1	0,008%	
<b>Part du total</b>		<b>12482</b>	<b>100,0%</b>

<sup>1</sup> : excluant les tipulidae et pipunculidae

<sup>2</sup> : excluant les apididae, bombidae, formicidae et ichneumonidae

<sup>3</sup> : excluant les gerridae, nabidae, pentatomidae et nepidae

<sup>4</sup> : excluant les cicadellidae, cercopidae et aphididae

<sup>5</sup> : excluant les acrididae, tettigonidae, gryllidae et gryllacrididae

Familles d'insectes classées par ordre d'importance décroissant pour les trois sites juxtaposant les cultures de céréales

	Site B	Compte	%	Site C	compte	%	Site G	compte	%
Familles	Diptera <sup>1</sup>	3828	30,468%	Staphylinidae	3566	25,592%	Diptera <sup>8</sup>	2728	28,161%
	Collembola	2817	22,421%	Diptera <sup>6</sup>	3371	24,193%	Carabidae	2173	22,432%
	Carabidae	2116	16,842%	Formicidae	2985	21,422%	Formicidae	1248	12,863%
	Formicidae	1503	11,963%	Collembola	1462	10,492%	Collembola	1090	11,252%
	Staphylinidae	560	4,457%	Carabidae	963	6,911%	Staphylinidae	839	8,661%
	Cicadellidae	365	2,905%	Nitidulidae	421	3,021%	Cicadellidae	367	3,789%
	Hymenoptera <sup>2</sup>	242	1,926%	Cicadellidae	372	2,670%	Curculionidae	301	3,107%
	Dermestidae	230	1,831%	Hymenoptera <sup>2</sup>	234	1,679%	Hymenoptera <sup>2</sup>	235	2,426%
	Nitidulidae	176	1,401%	Silphidae	168	1,206%	Nitidulidae	230	2,374%
	Aphididae	146	1,162%	Cryptophagidae	92	0,660%	Silphidae	99	1,022%
	Cryptophagidae	138	1,098%	Aphididae	86	0,617%	Gryllidae	47	0,485%
	Gryllidae	117	0,931%	Chrysomelidae	82	0,588%	Histeridae	41	0,423%
	Curculionidae	83	0,661%	Curculionidae	20	0,144%	Aphididae	37	0,382%
	Cercopidae	48	0,382%	Ptilidae	17	0,122%	Tettigonidae	21	0,217%
	Silphidae	33	0,263%	Dytiscidae	14	0,100%	Cercopidae	21	0,217%
	Orthoptera <sup>3</sup>	21	0,167%	Histeridae	13	0,093%	Cicindelidae	19	0,196%
	Gryllacrididae	20	0,159%	Cercopidae	11	0,079%	Cryptophagidae	18	0,186%
	Homoptera <sup>4</sup>	14	0,111%	Homoptera <sup>4</sup>	8	0,057%	Gryllacrididae	16	0,165%
	Chrysomelidae	13	0,103%	Odonates	5	0,036%	Orthoptera <sup>9</sup>	14	0,145%
	Thysanoptera	13	0,103%	Tettigonidae	5	0,036%	Dytiscidae	13	0,134%
	Ptilidae	11	0,088%	Gryllidae	5	0,036%	Hemiptera <sup>10</sup>	13	0,134%
	Miridae	10	0,080%	Orthoptera <sup>7</sup>	4	0,029%	Ptilidae	12	0,124%
	Coccinellidae	6	0,048%	Thysanoptera	4	0,029%	Homoptera <sup>4</sup>	11	0,114%
	Hemiptera <sup>5</sup>	6	0,048%	Trichoptera	4	0,029%	Thysanoptera	10	0,103%
	Calliphoridae	5	0,040%	Meloidae	3	0,022%	Meloidae	9	0,093%
	Diploure	5	0,040%	Elatendae	3	0,022%	Chrysomelidae	9	0,093%
	Histeridae	4	0,032%	Lepidoptera	3	0,022%	Acrididae	9	0,093%
	Acrididae	4	0,032%	Anthicide	2	0,014%	Nabidae	7	0,072%
	Cicindelidae	3	0,024%	Phalacndae	2	0,014%	Lepidoptera	7	0,072%
	Scarabaeidae	3	0,024%	Odonates	2	0,014%	Plastystomatidae	7	0,072%
	Elatendae	3	0,024%	Coccinellidae	1	0,007%	Scarabaeidae	6	0,062%
	Tettigonidae	3	0,024%	Hydrophilidae	1	0,007%	Coccinellidae	4	0,041%
	Omophrionidae	2	0,016%	Gyrinidae	1	0,007%	Elatendae	4	0,041%
	Dytiscidae	2	0,016%	Cucujidae	1	0,007%	Hydrophilidae	4	0,041%
	Tetrigidae	2	0,016%	Miridae	1	0,007%	Phalacndae	4	0,041%
	Nabidae	2	0,016%	Tipulidae	1	0,007%	Bruchidae	3	0,031%
	Lepidoptera	2	0,016%	Apidae	1	0,007%	Anthicide	2	0,021%
	Hydrophilidae	1	0,008%			Cantharidae	2	0,021%	
	Mordellidae	1	0,008%			Cucujidae	2	0,021%	
	Phalacndae	1	0,008%			Miridae	2	0,021%	
	Plecoptera	1	0,008%			Omophrionidae	1	0,010%	
	Germdae	1	0,008%			Leptodiridae	1	0,010%	
	Trichoptera	1	0,008%			Tetrigidae	1	0,010%	
	Tipulidae	1	0,008%			Nepidae	1	0,010%	
	Apidae	1	0,008%			Trichoptera	1	0,010%	
<b>Part du total</b>		<b>12564</b>	<b>100,0%</b>		<b>13934</b>	<b>100,0%</b>		<b>9687</b>	<b>100,000%</b>

<sup>1</sup>: excluant les calliphoridae et les tipulidae

<sup>2</sup>: excluant les apidae et formicidae

<sup>3</sup>: excluant les acrididae, tettigonidae, gryllidae, gryllacrididae et tetrigidae

<sup>4</sup>: excluant les cercopidae, cicadellidae et aphididae

<sup>5</sup>: excluant les pentatomidae, miridae et nabidae

<sup>6</sup>: excluant les tipulidae

<sup>7</sup>: excluant les tettigonidae et les gryllidae

<sup>8</sup>: excluant les plastystomatidae

<sup>9</sup>: excluant les gryllidae, tettigonidae, acrididae et tetrigidae

<sup>10</sup>: excluant les nabidae, miridae et nepidae

Familles d'insectes retrouvés pour la totalité de l'échantillonnage classées par ordre d'importance décroissant pour les trois sites juxtaposant les cultures de maïs

	Site D	Compte	%	Site E	compte	%	Site F	compte	%
Familles	Diptera	3645	31,064%	Diptera	4321	38,903%	Diptera <sup>8</sup>	3136	44,652%
	Staphylinidae	3527	30,058%	Formicidae	2398	21,590%	Formicidae	1290	18,326%
	Formicidae	1472	12,545%	Collembola	1312	11,812%	Collembola	726	10,314%
	Collembola	1125	9,588%	Carabidae	997	8,976%	Carabidae	687	9,760%
	Cicadellidae	541	4,611%	Staphylinidae	605	5,447%	Staphylinidae	335	4,759%
	Carabidae	447	3,809%	Cicadellidae	341	3,070%	Cicadellidae	256	3,637%
	Nitidulidae	432	3,682%	Nitidulidae	296	2,665%	Hymenoptera <sup>7</sup>	128	1,818%
	Hymenoptera <sup>1</sup>	229	1,952%	Dermeestidae	183	1,648%	Nitidulidae	121	1,719%
	Cryptophagidae	65	0,554%	Hymenoptera <sup>1</sup>	178	1,603%	Dermeestidae	71	1,009%
	Chrysomelidae	42	0,358%	Cryptophagidae	147	1,323%	Aphididae	62	0,881%
	Aphididae	39	0,332%	Cercopidae	95	0,855%	Cercopidae	58	0,824%
	Cercopidae	24	0,205%	Aphididae	43	0,387%	Gryllidae	31	0,440%
	Gryllidae	23	0,196%	Curculionidae	27	0,243%	Ptilidae	27	0,384%
	Cucujidae	19	0,162%	Silphidae	26	0,234%	Elatidae	15	0,213%
	Curculionidae	18	0,153%	Histeridae	22	0,198%	Curculionidae	15	0,213%
	Odonate	15	0,128%	Acrididae	13	0,117%	Cryptophagidae	15	0,213%
	Ptilidae	13	0,111%	Tettigonidae	13	0,117%	Orthoptera <sup>9</sup>	13	0,185%
	Acrididae	9	0,077%	Gryllidae	13	0,117%	Chrysomelidae	9	0,128%
	Miridae	7	0,060%	Hemiptera <sup>4</sup>	12	0,108%	Hemiptera <sup>9</sup>	6	0,085%
	Lepidoptera	5	0,043%	Ptilidae	8	0,072%	Acrididae	5	0,071%
	Silphidae	4	0,034%	Apididae	7	0,063%	Gryllacrididae	5	0,071%
	Thysanoptera	4	0,034%	Chrysomelidae	5	0,045%	Tettigonidae	3	0,043%
	Meloidae	3	0,026%	Gryllacrididae	5	0,045%	Thysanoptera	3	0,043%
	Dytiscidae	3	0,026%	Orthoptera <sup>5</sup>	5	0,045%	Nepidae	3	0,043%
	Orthoptera <sup>2</sup>	3	0,026%	Homoptera <sup>3</sup>	5	0,045%	Homoptera	3	0,043%
	Homoptera <sup>3</sup>	3	0,026%	Lepidoptera	5	0,045%	Diploura	3	0,043%
	Trichoptera	3	0,026%	Nabidae	4	0,036%	Silphidae	2	0,028%
	Coccinellidae	2	0,017%	Coccinellidae	3	0,027%	Miridae	2	0,028%
	Scarabaeidae	2	0,017%	Miridae	3	0,027%	Gerridae	2	0,028%
	Bruchidae	2	0,017%	Mordellidae	2	0,018%	Trichoptera	2	0,028%
	Tettigonidae	2	0,017%	Cucujidae	2	0,018%	Coccinellidae	1	0,014%
	Nabidae	2	0,017%	Thysanoptera	2	0,018%	Cicindellidae	1	0,014%
	Pentatomidae	1	0,009%	Meloidae	1	0,009%	Meloidae	1	0,014%
	Gerridae	1	0,009%	Scarabaeidae	1	0,009%	Chironomidae	1	0,014%
	Apididae	1	0,009%	Elatidae	1	0,009%	Tipulidae	1	0,014%
	Bombidae	1	0,009%	Hydrophilidae	1	0,009%			
				Dytiscidae	1	0,009%			
				Phasmatidae	1	0,009%			
				Pentatomidae	1	0,009%			
				Trichoptera	1	0,009%			
				Diploura	1	0,009%			
<b>Part du total</b>		<b>11734</b>	<b>100,0%</b>		<b>11107</b>	<b>100,000%</b>		<b>7039</b>	<b>100,000%</b>

<sup>1</sup>: excluant les apididae et bombidae et formicidae

<sup>2</sup>: excluant les acrididae et tettigonidae

<sup>3</sup>: excluant les cercopidae, cicadellidae et aphididae

<sup>4</sup>: excluant les pentatomidae, miridae et nabidae

<sup>5</sup>: excluant les acrididae, tettigonidae, gryllidae, gryllacrididae et phasmatidae

<sup>6</sup>: excluant les chironomide et les tipulidae

<sup>7</sup>: excluant les formicidae

<sup>8</sup>: excluant les acrididae, tettigonidae, gryllidae et gryllacrididae

<sup>9</sup>: excluant les miridae

<sup>10</sup>: excluant les cercopidae, aphididae et cicadellidae

# **ANNEXE E**

Premier inventaire végétal

Site:A

Culture:Pommes de terre

Date:15/09/97

Lieu: St-François-du-Lac

Producteur: Bibeau

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	INDICES DE BRAUN-BLANQUET	
		TRANSECT 1	TRANSECT 2
ARBUSTIVE	<i>Urtica procera</i> Mühl.		2
HERBACÉE	<i>Urtica procera</i> Mühl.	3	3
	<i>Oenothera biennis</i> L.		+
	<i>Rumex verticillatus</i> L.	2	
	<i>Impatiens capensis</i> Meerb.		1
	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	+	+
	<i>Bidens connata</i> Mühl.	1	
	<i>Aster</i> sp.	1	
	<i>Plantago major</i> L.		+
	<i>Calamagrostis</i> sp.	3	2
	<i>Asclepias syriaca</i> L.	2	
	<i>Melilotus alba</i> Desr.	+	
	<i>Verbena hastata</i> L.	1	
	<i>Alnus rugosa</i> (DuRoi) Spreng.	2	
	<i>Apocynum androsaemifolium</i> L.	+	
	<i>Echinochloa pungens</i> (Poir.) Rydb.	+	
	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	+	
<i>Chenopodium album</i> L.		+	
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) T. & G.		+	
MUSCINALE	Aucune espèce		

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE	<i>Acer Negundo</i> L. <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	Espèce dominante (forte présence) 1 seul arbre
---	--	---

**Site: B**  
**Culture: Céréales**  
**Date: 15/09/97**

**Lieu: Baie-du-Fèbvre**  
**Producteur: Guoin**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	INDICES DE BRAUN-BLANQUET	
		TRANSECT 1	TRANSECT 2
ARBUSTIVE	Aucune espèce		
HERBACÉE	<i>Medicago lupulina</i> L.	2	
	<i>Daucus Carota</i> L.	+	
	<i>Solidago canadensis</i> L.	+	2
	<i>Potentilla</i> sp.	1	2
	<i>Rumex verticillatus</i> L.	+	
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	1	
	<i>Phragmites communis</i> Trin.	2	2
	<i>Aster simplex</i> Willd.	+	
	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	2	
	<i>Agrimonia striata</i> Michx	1	
	<i>Bromus</i> sp.		4
	<i>Vicia Cracca</i> L.	1	+
	<i>Carex</i> sp.		+
	<i>Lythrum Salicaria</i> L.		+
	<i>Chrysanthemum Leucanthemum</i> L.	1	
<i>Equisetum arvense</i> L.	+		
<i>Cichorium Intybus</i> L.	+		
MUSCINALE	Aucune espèce		

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE	Aucune espèce
---	---------------

Site: C  
 Culture: Céréales  
 Date: 15/09/97

Lieu: Baie-du-Février  
 Producteur: SARCEL

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	INDICES DE BRAUN-BLANQUET		
		TRANSECT 1	TRANSECT 2	TRANSECT 3
ARBUSTIVE	<i>Salix nigra</i> Marsh.			2
	<i>Salix sp.</i>			3
	<i>Urtica procera</i> Mühl.			+
	<i>Acer Negundo</i> L.	5		2
HERBACÉE	<i>Acer saccharum</i> Marsh.			+
	<i>Asclepias syriaca</i> L.		+	
	<i>Lotus corniculatus</i> L.		+	
	<i>Plantago major</i> L.	+		
	<i>Solidago canadensis</i> L.	1	+	3
	<i>Vicia Cracca</i> L.	+	+	
	<i>Linaria vulgaris</i> Hill.	+		
	<i>Trifolium pratense</i> L.	+		
	<i>Equisetum arvense</i> L.	+	+	+
	<i>Lythrum Salicaria</i> L.	+		
	<i>Bromus sp</i>	1	5	2
	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	+		
	<i>Daucus Carota</i> L.	+		+
	<i>Arctium minus</i> Hill. Bernh.		+	1
	<i>Rumex verticillatus</i> L.		+	
	<i>Phleum pratense</i> L.		+	
	<i>Aster simplex</i> Willd.			2
	<i>Chenopodium album</i> L.		+	
	<i>Phragmites communis</i> Trin.	4		
	<i>Verbena hastata</i> L.			+
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tenore.	2	+		
<i>Lysimachia Nummularia</i> L.			+	
<i>Bidens connata</i> Mühl.			+	
<i>Urtica procera</i> Mühl.			+	
MUSCINALE	Aucune espèce			

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE		
	<i>Acer Negundo</i> L.	50%
	<i>Salix nigra</i> Marsh.	50%

**Site:D**  
**Culture:Maïs**  
**Date:15/09/97**

**Lieu: Baie-du-Fèbvre**  
**Producteur: SARCEL**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	INDICES DE BRAUN-BLANQUET	
		TRANSECT 1	TRANSECT 2
ARBUSTIVE	<i>Rhus typhina</i> L.	3	3
HERBACÉE	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	4	3
	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	2	2
	<i>Impatiens capensis</i> Meerb.	1	+
	<i>Anemone canadensis</i> L.	+	2
	<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.	2	1
	<i>Solidago canadensis</i> L.		+
	<i>Bidens connata</i> Mühl.		+
MUSCINALE	Aucune espèce		

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE	aucune espèce
---	---------------

**Site:E**  
**Culture:Maïs**  
**Date:15/09/97**

**Lieu: Bale-du-Fèbvre**  
**Producteur: Proulx**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	INDICES DE BRAUN-BLANQUET	
		TRANSECT 1	TRANSECT 2
ARBUSTIVE	Aucune espèce		
HERBACÉE	<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.	4	5
	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	+	+
	<i>Chenopodium album</i> L.	+	
	<i>Vicia Cracca</i> L.	+	1
	<i>Bromus sp.</i>	3	
	<i>Butomus umbellatus</i> L.	+	+
	<i>Asclepias syriaca</i> L.	1	+
	<i>Convolvulus sepium</i> L.		+
	<i>Brassica Kaber</i> (D.C.) Wheeler.	+	+
MUSCINALE	Aucune espèce		

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE	aucune espèce
---	---------------

**Site:F**  
**Culture:Mais**  
**Date:15/09/97**

**Lieu: Baie-du-Fèbvre**  
**Producteur: SARCEL**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	INDICES DE BRAUN-BLANQUET		
		TRANSECT 1	TRANSECT 2	TRANSECT 3
ARBUSTIVE	Aucune espèce			
HERBACÉE	<i>Phragmites communis</i> Trin.	3	2	
	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	+	+	1
	<i>Bidens connata</i> Mühl.	2	2	1
	<i>Impatiens capensis</i> Meerb.		+	+
	<i>Chenopodium album</i> L.	1		
	<i>Aster lateriflorus</i> (L.) Britton	+		
	<i>Bromus</i> sp.	3	2	5
	<i>Rubus occidentalis</i> L.			+
	<i>Calamagrostis</i> sp.	3	2	
	<i>Arctium Lappa</i> L.	2		+
	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	1		
	<i>Convolvulus sepium</i> L.	+	1	
	<i>Echinochloa pungens</i> (Poir.) Rydb.	+		
	<i>Sagittaria latifolia</i> Willd.	+		
	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	+		
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.			1
	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	+		
<i>Setaria</i> sp.			+	
<i>Plantago major</i> L.			+	
<i>Vicia Cracca</i> L.			1	
MUSCINALE	Aucune espèce			

Site:G  
 Culture:Céréales  
 Date:15/09/97

Lieu: Nicolet  
 Producteur: Proulx

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	INDICES DE BRAUN-BLANQUET		
		TRANSECT 1	TRANSECT 2	TRANSECT 3
ARBUSTIVE	Aucune espèce			
HERBACÉE	<i>Rhus radicans</i> L.			+
	<i>Lycopus</i> sp.	2		1
	<i>Apios americana</i> Medic.			2
	<i>Impatiens capensis</i> Meerb.			+
	<i>Equisetum</i> sp.	2		2
	<i>Asclepias incarnata</i> L.	2		
	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	5	2	2
	<i>Rubus occidentalis</i> L.	2		
	<i>Calamagrostis</i> sp.	2	5	5
	<i>Asclepias syriaca</i> L.		+	+
	<i>Vitis riparia</i> Michx.		2	
	<i>Solidago canadensis</i> L.		+	
	<i>Thalictrum</i> sp.		+	
	<i>Tanacetum vulgare</i> L.			+
<i>Spartina</i> sp.			1	
<i>Salix Nigra</i> Marsh.			1	
<i>Vicia Cracca</i> L.			+	
MUSCINALE	Aucune espèce			

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE		
	<i>Acer Negundo</i> L.	Espèce dominante
	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	Clairsemés
	<i>Rhus typhina</i> L.	1 seul arbre

# **ANNEXE F**

Deuxième inventaire végétal

**Site:A**  
**Culture:Pommes de terre**  
**Date:18/07/98**

**Lieu: St-François-du-lac**  
**Producteur: Bibeau**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	I. BRAUN-BLANQUET
ARBUSTIVE	<i>Urtica procera</i> Mühl	2
HERBACÉE	<i>Acorus Calamus</i> L.	1
	<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.	3
	<i>Asclepias syriaca</i> L.	+
	<i>Aster</i> sp.	+
	<i>Bromus</i> sp.	+
	<i>Chenopodium album</i> L.	1
	<i>Cirsium</i> sp.	+
	<i>Convolvulus sepium</i> L.	+
	<i>Impatiens capensis</i> Meerb.	+
	<i>Lythrum Salicaria</i> L.	1
	<i>Mentha</i> sp.	+
	<i>Oenothera biennis</i> L.	+
	<i>Phleum pratense</i> L.	+
	<i>Plantago major</i> L.	+
	<i>Solidago canadensis</i> L.	1
	<i>Trifolium</i> sp.	+
	<i>Urtica procera</i> Mühl	4
MUSCINALE	Aucune espèce	

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE	<i>Acer Negundo</i> L.	forte présence
---	------------------------	----------------

**Site: B**  
**Culture: Céréales**  
**Date: 18/07/98**

**Lieu: Baie-du-Fèbvre**  
**Producteur: Guoin**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	I. BRAUN-BLANQUET
ARBUSTIVE	Aucune espèce	
HERBACÉE	<i>Agrimonia striata</i> Michx <i>Aster sp.</i> <i>Bromus sp.</i> <i>Chrysanthemum Leucanthemum</i> L. <i>Cichorium Intybus</i> L. <i>Lotus corniculatus</i> L. <i>Medicago lupulina</i> L. <i>Phalaris arundinacea</i> L. <i>Phragmites communis</i> Trin. <i>Potentilla sp.</i> <i>Rumex verticillatus</i> L. <i>Solidago canadensis</i> L. <i>Vicia Cracca</i> L.	1 + 3 1 + 1 1 2 2 1 + 1 +
MUSCINALE	Aucune espèce	

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE	Aucune espèce
---	---------------

**Site: C**  
**Culture: Céréales**  
**Date: 18/07/98**

**Lieu: Bale-du-Fèbvre**  
**Producteur: SARCEL**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTATIVES	I. BRAUN-BLANQUET
ARBUSTIVE	<i>Acer Negundo</i> L.	3
	<i>Salix nigra</i> Marsh.	2
	<i>Salix sp.</i>	3
HERBACÉE	<i>Arctium minus</i> Hill. Bernh.	+
	<i>Aster simplex</i> Willd.	2
	<i>Bromus sp.</i>	2
	<i>Cichorium Intybus</i> L.	+
	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tenore.	1
	<i>Daucus Carota</i> L.	+
	<i>Equisetum arvense</i> L.	+
	<i>Phragmites communis</i> Trin.	4
	<i>Solidago canadensis</i> L.	1
	<i>Trifolium sp.</i>	+
<i>Urtica procera</i> Mühl.	+	
	<i>Vicia Cracca</i> L.	+
MUSCINALE	Aucune espèce	

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE	Aucune espèce
---	---------------

**Site:D**  
**Culture:Maïs**  
**Date:18/07/98**

**Lieu: Baie-du-Fèbvre**  
**Producteur: SARCEL**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	I. BRAUN-BLANQUET
ARBUSTIVE	<i>Rhus typhina</i> L.	3
HERBACÉE	<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.	3
	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	1
	<i>Asclepias syriaca</i> L.	+
	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	1
	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tenore	1
	<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) T. & G.	+
	<i>Impatiens capensis</i> Meerb.	+
	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	3
	<i>Phleum pratense</i> L.	3
	<i>Solidago canadensis</i> L.	1
MUSCINALE	Aucune espèce	

PRINCIPAUX VÉGÉTAUX DU COURS D'EAU	<i>Butomus unbellatus</i> L.	+
	<i>Sagittaria latifolia</i> Willd.	5
	<i>Typha latifolia</i> L.	1

**Site: E**  
**Culture: Maïs**  
**Date: 18/07/98**

**Lieu: Baie-du-Fèbvre**  
**Producteur: Proulx**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	I. BRAUN-BLANQUET
ARBUSTIVE	Aucune espèce	
HERBACÉE	<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv. <i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh. <i>Asclepias syriaca</i> L. <i>Brassica Kaber</i> (D.C.) Wheeler <i>Bromus sp.</i> <i>Cirsium sp.</i> <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tenore. <i>Convolvulus sepium</i> L. <i>Impatiens capensis</i> Meerb. <i>Vicia Cracca</i> L.	4 + + 1 1 1 1 1 + 1
MUSCINALE	Aucune espèce	

PRINCIPAUX VÉGÉTAUX DU COURS D'EAU	<i>Butomus umbellatus</i> L.	3
	<i>Typha latifolia</i> L.	4

**Site:F**  
**Culture:Maïs**  
**Date:18/07/98**

**Lieu: Baie-du-Fèbvre**  
**Producteur: SARCEL**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	I. BRAUN-BLANQUET
ARBUSTIVE	Aucune espèce	
HERBACÉE	<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv. <i>Arctium minus</i> (Hill.) Bernh. <i>Bromus sp.</i> <i>Calamagrostis sp.</i> <i>Convolvulus sepium</i> L. <i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) T. & G. <i>Impatiens capensis</i> Meerb. <i>Phragmites communis</i> Trin. <i>Typha latifolia</i> L.	1 1 5 1 2 1 1 2 1
MUSCINALE	Aucune espèce	

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE	Aucune espèce
---	---------------

**Site:G**  
**Culture:Céréales**  
**Date:18/07/98**

**Lieu: Nicolet**  
**Producteur: Proulx**

STRATE	ESPÈCES VÉGÉTALES	I. BRAUN-BLANQUET
ARBUSTIVE	Aucune espèce	
HERBACÉE	<i>Amphicarpa bracteata</i> (L.) Fernald <i>Apocynum cannabinum</i> L. <i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh. <i>Asclepias incarnata</i> L. <i>Bromus inermis</i> Leyss. <i>Calamagrostis</i> sp. <i>Chenopodium album</i> L. <i>Cirsium</i> sp. <i>Equisetum</i> sp. <i>Impatiens capensis</i> Meerb. <i>Lythrum Salicaria</i> L. <i>Oenothera biennis</i> L. <i>Phleum pratense</i> L. <i>Phragmites communis</i> Trin. <i>Rubus occidentalis</i> L. <i>Tanacetum vulgare</i> L.	1 1 1 1 3 3 1 1 1 + 1 + + 3 1 1
MUSCINALE	Aucune espèce	

PRINCIPAUX ARBRES DE LA BANDE RIVERAINE	<i>Acer Negundo</i> L.	espèce dominante
---	------------------------	------------------