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

LASSINA DOUMBIA

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE LA COMPÉTITION INTERSPÉCIFIQUE ENTRE LE CRAPET-SOLEIL (*Lepomis gibbosus* Linné) ET LA CARPE (*Cyprinus carpio* Linné) DE CLASSE D'ÂGE ZÉRO

SEPTEMBRE 1989

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

Pour vérifier la présence et la forme de compétition alimentaire entre les alevins de crapet-soleil (Lepomis gibbosus Linné) et de carpe (Cyprinus carpio Linné), deux espèces sympatriques (i.e. vivant en communauté), taxonomiquement distantes (i.e. différents genres) et morphologiquement rapprochées (i.e. formes similaires), nous avons analysé les contenus stomacaux des individus tenus en captivité dans des enclos expérimentaux de quatre mètres carrés chacun, selon des niveaux de densité prédéterminés.

Bien que les mortalités observées étaient généralement faibles, elles étaient plus élévées chez le crapet que chez la carpe.

Par ailleurs, la différence du nombre d'estomacs vides, des biomasses et des nombres moyens de proies ingérés, de la composition des contenus stomacaux ainsi que l'indice de recouvrement de la niche alimentaire des poissons expérimentaux allopatriques à la densité moyenne (4,5 poissons/m^2) et des poissons témoins (capturés en milieu naturel) indiquaient que la captivité dans les enclos n'avait affecté significativement l'alimentation des poissons que sur le plan quantitatif.

Comme compétiteur, la supériorité du crapet-soleil a

été révélée par la différence des biomasses moyennes des proies ingérées par les individus allopatriques et sympatriques à la densité supérieure. Chez la carpe, le compétiteur moins efficace, on observait une différence significative des biomasses des proies ingérées aux densités inférieure et moyenne. Par ailleurs chez le crapet, le changement de la niche alimentaire n'était pas évident tandis qu'il l'était chez la carpe. En effet, la variation de l'alimentation portait sur de faibles biomasses de proies ingérées chez le crapet tandis que chez la carpe, les proportions étaient plus importantes.

Somme toute, les alevins de crapet-soleil et de carpe parviennent à cohabiter en sélectionnant des proies de différentes biomasses et en consommant moins (i.e. aspect nombre) en sympatrie. En effet, les alevins de crapet-soleil (compétiteur supérieur) ingéraient davantage d'organismes à biomasse élévée: Chironomidae (larves , pupes) tandis que les alevins de carpe ingéraient davantage d'organismes à faible biomasse: Cladocères.

REMERCIEMENTS

J'exprime mes remerciements envers monsieur Richard Couture, D.Sc. pour avoir assumé sans relâche la direction du mémoire.

Je suis reconnaissant aux autres personnes qui n'ont aidé à la réalisation de cette étude.

Aux Docteurs Pierre Magnan et Antoine Aubin, professeurs au département de chimie-biologie, pour les conseils avisés et leur disponibilité.

Au Laboratoire Départemental de Recherche sur les Communautés Aquatiques et le Fond Institutionnel de Recherche (F.I.R.) de l'U.Q.T.R., pour le financement de la recherche.

A monsieur Jean-Louis Bénoît, technicien, pour m'avoir facilité l'utilisation du local et du matériel scientifique du laboratoire d'écologie.

A monsieur Jean-François Duchesne, étudiant au baccalauréat en biologie, pour sa participation aux travaux sur le terrain.

Aux collègues du Laboratoire Départemental de Recherche sur les Communautés Aquatiques et du programme de maîtrise en sciences de l'environnement pour la pertinence de leurs questions.

A l'Amicale des Etudiants Ivoiriens à Trois-Rivières (A.E.I.T.), à la communauté musulmane de Trois-Rivières et à tous les amis, pour le soutien moral.

A l'ambassade de la République de Côte d'Ivoire, pour l'octroi d'une bourse d'exemption des frais de scolarité majorés.

Aux familles alliées (Ballo, Cissé, Dramé, Sangaré, Traoré), pour le soutien moral.

Enfin j'exprime toute ma reconnaissance envers mes parents pour le soutien moral et financier très apprécié.

TABLE DES MATIÈRES

Page

RÉSUMÉ ii

REMERCIEMENTS iv

TABLE DES MATIÈRES v

LISTE DES TABLEAUX vii

LISTE DES FIGURES viii

LISTE DES ANNEXES ix

INTRODUCTION 1

PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE 5

CHAPITRE 1 : MATÉRIEL ET MÉTHODES 7

1 : Localisation du site de l'étude 7

2 : Procédure expérimentale 7

3 : Ressources alimentaires disponibles 18

4 : Paramètres physico-chimiques 18

5 : Substrat et végétation 20

CHAPITRE 2 : RÉSULTATS 21

1 : Mortalité 21

2 : Alimentation 21

A : Effet des enclos 21

B : Effet des traitements expérimentaux 23

i : Effet de l'espèce 27

ii : Effet de la densité 34

iii: Effet de la communauté 36

C : Électivité 36

3 : Paramètres physico-chimiques 40

4 : Substrat et végétation 40

CHAPITRE 3: DISCUSSION ET CONCLUSION 41

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 47

ANNEXES 51

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU Page

1: Répartition des poissons dans les enclos expérimentaux de quatre mètres carrés chacun, selon les densités et les communautés..... 11

2: Répartition des poissons expérimentaux par manipulation et par enclos, selon la sélection aléatoire..... 13

3: Paramètres physico-chimiques mésurés..... 19

4: Répartition de la mortalité des poissons selon les communautés, les densités et les espèces..... 22

5: Comparaison des biomasses et des nombres totaux de proies ingérées par les poissons expérimentaux allopatriques à la densité moyenne et les poissons témoins..... 24

6: Recouvrement alimentaire (indices de Schoener) des deux espèces étudiées pour chacune des conditions expérimentales ainsi que pour les individus capturés en milieu naturel (i.e. témoins)..... 25

7: Anova pour les effets de l'espèce, de la densité et de la communauté sur les biomasses et les nombres moyens des proies ingérées par les poissons expérimentaux. N.S.: non significatif..... 30

8: Anova pour les effets de l'espèce, de la densité et de la communauté sur les pourcentages moyens du poids des proies ingérées par taxon par les poissons expérimentaux. A : Chironomidae (larves); B : Chironomidae (pupes); C: Chydoridae; D: Cladocères E: Bosminidae; F: Ostracodes; G: Autres organismes. N.S.: non significatif..... 31

9: Répartition des estomacs vides selon les communautés, les densités et les espèces de poissons..... 35

10: Indices d'électivité d'Ivlev des proies ingérées par taxon par les poissons expérimentaux et les poissons témoins. Allop.: Allopatrie; Symp.: Sympatrie; A: Chironomidae (larves); B: Chironomidae (pupes); C: C: Chydoridae; D: Cladocères; E: Bosminidae; F: Ostracodes; G: Autres organismes..... 37

LISTE DES FIGURES

FIGURE — Page

1 : Localisation du site de l'étude..... 8

2 : Schéma du type d'enclos utilisé..... 10

3 : Composition de l'alimentation (Pourcentage moyen du poids des proies) des poissons témoins et des poissons expérimentaux allopatriques à la densité moyenne (4,5 poissons/m²). A : Chironomidae (larves); B : Chironomidae (pupes); C: Chydoridae; D: Cladocères; E: Bosminidae; F : Ostracodes; G : Autres organismes..... 26

4 : Biomasse moyenne des proies ingérées par les poissons expérimentaux..... 28

5 : Nombre moyen de proies ingérées par les poissons expérimentaux..... 29

6 : Composition de l'alimentation des poissons expérimentaux (Pourcentage moyen du poids des proies), selon les espèces, les niveaux de densité et les communautés. A: Chironomidae (larves); B: Chironomidae (pupes); C : Chydoridae; D : Cladocères; E : Bosminidae; F : Ostracodes; G : Autres organismes.... 33

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE Page

1 : Composition de la ressource alimentaire disponible (Pourcentage moyen du poids des proies) selon les manipulations et les milieux. Num. : Numéro de manipulation; R-1: Réplicat # 1; R-2: Réplicat # 2; R-3 : Réplicat # 3; Milieu 1: Intérieur des enclos; Milieu 2: Extérieur des enclos; Milieu 3: Zone de pêche; A : Chironomidae (larves); B: Chironomidae (pupes); C: Chydoridae; D: Cladocères; E: Bosminidae; F: Ostracodes; G: Autres organismes..... 51

2 : Répartition des poissons sélectionnés (selon les critères de taille et de poids) pour les analyses des contenus stomacaux selon les communautés, les densités, et les espèces..... 52

3 : Composition des contenus stomacaux (Pourcentage moyen du poids des proies) des espèces étudiées pour chacune des conditions expérimentales. A : Chironomidae (larves); B : Chironomidae (pupes); C : Chydoridae; D : Cladocères; E : Bosminidae; F : Ostracodes; G : Autres organismes..... 53

4 : Valeurs moyennes des paramètres physico - chimiques mésurés. Pêch.: lieu de pêche; Exp.: lieu d'expérimentation 57

INTRODUCTION

En vue d'accomplir leurs fonctions vitales, les organismes vivants entretiennent des échanges tant entre eux qu'avec leur environnement. Parmi les interactions existant entre les organismes vivants, tel que le neutralisme, le mutualisme, la protocoopération, le commensalisme, l'amensalisme, le parasitisme, la prédation, etc..., la compétition, qui fait l'objet de la présente étude, a intéressé de nombreux auteurs (Schoener, 1983). La compétition se définit comme étant une interaction entre deux organismes ou entre des groupes d'organismes qui ont des besoins identiques en matière d'espace, de nourriture, d'abri, de lumière, etc..., et qui par conséquent sont appelés à se partager les mêmes ressources (Vibert et Lagler, 1961; Connell, 1983) et que cette ressource est en quantité limitée.

L'étude de la compétition alimentaire est d'une grande importance dans la mesure où l'alimentation demeure la principale source d'énergie. On parle d'espèce allopatrique lorsqu'une seule espèce occupe un habitat et d'espèces sympatriques lorsque deux ou plusieurs espèces cohabitent. Dans leurs efforts de recherche des meilleures ressources alimentaires (i.e. apport énergétique important), les espèces compétitrices interfèrent souvent les

unes avec les autres, surtout lorsque leurs besoins excèdent le potentiel offert par leur habitat. Afin de réduire l'intensité de la compétition, les espèces morphologiquement similaires effectuent souvent un partage des ressources (habitat, alimentation, etc...) (Schoener, 1974; Werner et Hall, 1976). Le changement de niche alimentaire qu'effectuerait une espèce allopatrique mise dans un système sympatrique pourrait constituer une preuve de compétition (Sale, 1979).

On distingue deux principales formes de compétition: la compétition par interférence ou directe et la compétition par exploitation ou indirecte (Barbault, 1981). Dans une situation de compétition par interférence, l'espèce dominante interdit l'accès à la nourriture à l'espèce dominée par des comportements agressifs. Dans une situation de compétition par exploitation, qui semble être la forme la plus fréquente (Connell, 1983; Diamond, 1978), chacune des espèces compétitrices utilise toutes ses capacités pour accaparer les ressources. Généralement, une des deux espèces est mieux adaptée pour accaparer la ressource convoitée, forçant l'autre espèce à déplacer sa niche. C'est ainsi que l'espèce dominée consommera des ressources alimentaires non désirées par l'espèce dominante. Ceci pourrait éventuellement occasionner, chez l'espèce dominée, une diminution de la croissance, de la reproduction et une augmentation de la mortalité (Vibert et Lagler, 1961; Sale, 1979; Schoener, 1983; Hanson et Leggett, 1985; 1986; Persson, 1987).

On distingue deux grandes approches pour l'étude de la compétition alimentaire, soit les études en laboratoire et les études en milieu naturel. Les études en laboratoire consistent à simuler les conditions naturelles dans des systèmes simples et contrôlables. Cette simplification des facteurs environnementaux, bien que pouvant affecter les résultats, contribue à une meilleure compréhension de la compétition. Cette méthode a été utilisée par Li et al., (1977), Beacham (1987), Beacham et Newman (1987), Rothhaupt (1988).

Dans les études effectuées en milieu naturel, les facteurs écologiques ne font l'objet d'aucun contrôle (Schoener, 1983). Ces études peuvent s'effectuer de deux façons. La première est de comparer l'alimentation d'une espèce vivant en allopatrie avec l'alimentation de la même espèce vivant en sympatrie. Ces études impliquent le choix de milieux naturels distincts dont les caractéristiques biologiques et physiques sont très rapprochées. Bien que cette méthode présente des difficultés opérationnelles, elle a été utilisée par Siefert (1972), Keast et Eadie (1983), Schmitt et Coyer (1983), Gibson et Dickson (1984), Persson (1986), Michaletz et al. (1987), Tremblay (1987), Magnan (1988).

La seconde façon d'étudier la compétition alimentaire en milieu naturel consiste à créer des systèmes allopatriques et sympatriques artificiels à l'aide d'enclos installés dans un même milieu. Cette méthode que nous préconisons a été utilisée par

Werner et Hall (1977a), Hixon (1980), Schoener (1982; 1983), Hanson et Leggett (1985; 1986), Tonn et al., (1986). Le système des enclos permet souvent de combiner les avantages des études effectuées en laboratoire d'une part et en milieu naturel d'autre part. La méthode expérimentale avec des enclos demeure la plus directe et la plus adéquate des méthodes d'étude de la compétition interspécifique (Hairston, 1981; Connell, 1983; Schoener, 1983), d'ou sa recommandation par Hanson et Leggett (1985; 1986).

PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

La plupart des études sur la compétition alimentaire interspécifique ont surtout porté sur des espèces morphologiquement similaires. Le dégré de recouvrement de la diète est plus élévé entre des espèces morphologiquement rapprochées (i.e. de même forme) qui peuvent être taxonomiquement rapprochées (i.e. de même genre) ou taxonomiquement distantes (i.e. de genres différents) qu'entre des espèces morphologiquement distantes (i.e. de formes différentes). En effet, il existe une relation causale entre les conditions écologiques et la morphologie des organismes vivants (Gatz, 1979).

L'objectif de cette étude est de vérifier la présence et la forme de compétition alimentaire entre le crapet-soleil Lepomis gibbosus (Linné) et la carpe Cyprinus carpio (Linné), deux espèces taxonomiquement distantes et morphologiquement rapprochées qui vivent en sympatrie, au lac Saint-Paul. Les juvéniles (classe d'âge zéro) sont généralement planctonophages (Bulkley et al., 1976; Guma'a, 1978; Michaletz et al., 1987; Mikheev, 1985; Noble, 1975; Persson, 1986). Nous pensons que la compétition alimentaire entre des espèces sympatriques sera plus marquée entre des individus de la classe d'âge zéro qui sont limités dans leur alimentation. En effet, les poissons de cette classe d'âge sélectionnent les proies en fonction de la taille de

celles-ci, à l'intérieur des limites imposées par leur morphologie (Gatz, 1979; Wankowski, 1979), la grandeur de leur bouche (Keast et Webb, 1966) et par la communauté ambiante de proies (Michaletz et al., 1987). De plus, Persson (1986) a constaté que la perchaude de classe d'âge zéro passe d'un régime planctonophage à un régime benthophage si elle se trouve en présence d'un compétiteur. Pour atteindre l'objectif de cette étude, nous procéderons à l'analyse des contenus stomacaux des poissons de classe d'âge zéro placés dans des enclos installés dans la zone littorale du lac Saint-Paul à différents niveaux de densité.

CHAPITRE 1

MATÉRIEL ET MÉTHODES

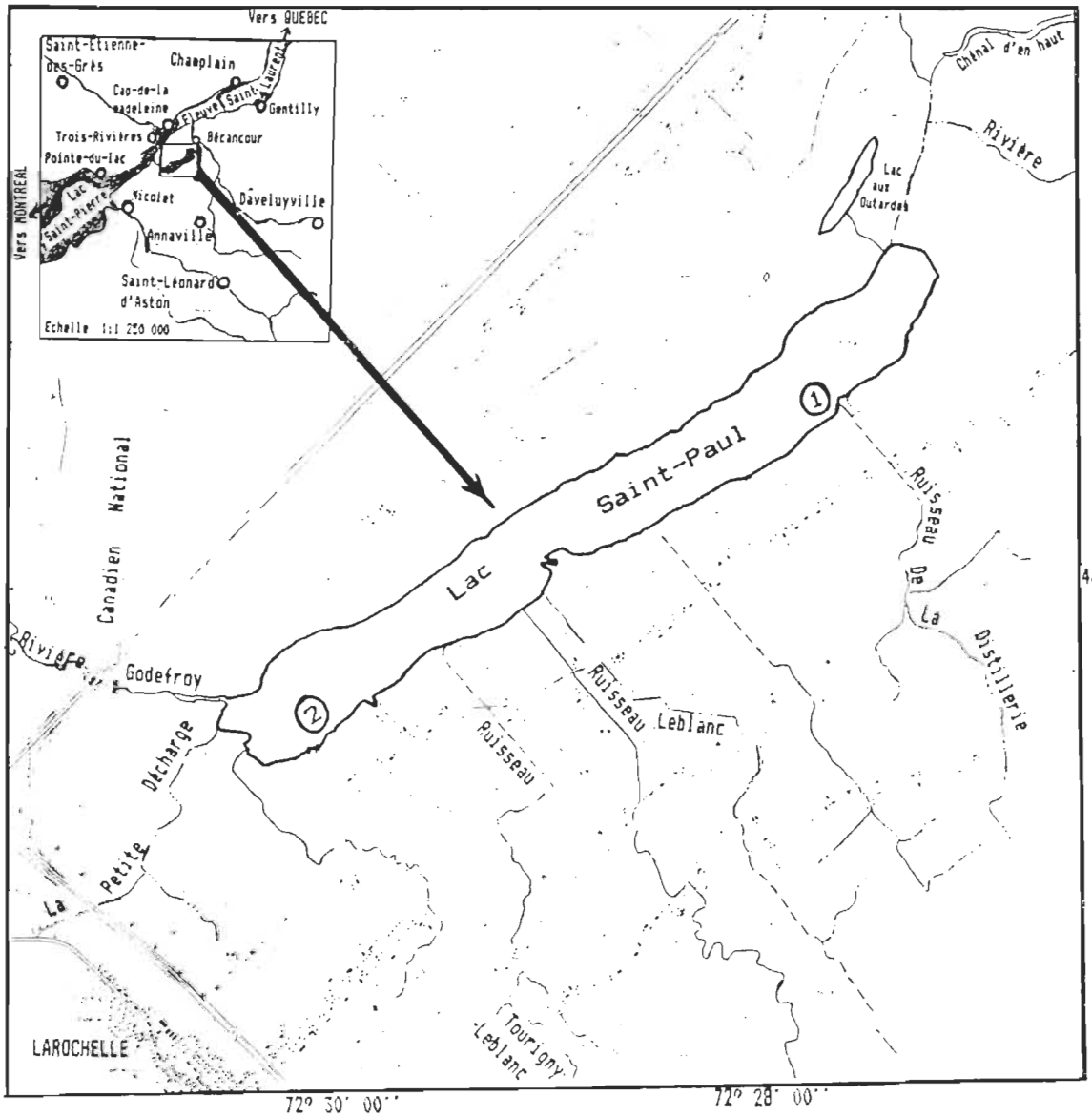
1 : Localisation du site de l'étude

Situé sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent (46° 18' N, 72° 29' W) dont il est un ancien méandre, le lac Saint-Paul couvre une superficie d'environ trois kilomètres carrés et a une profondeur moyenne d'environ quatre mètres. Il s'agit d'un lac eutrophe à vocation récréative.

Nous avons travaillé dans une zone de pêche à accès libre, présentant une facilité d'utilisation de la seine, où nous avons capturé les poissons et dans une zone d'expérimentation à accès contrôlé où étaient installés les enclos. Le choix de cette seconde zone était basé sur la sécurité qu'elle offrait à nos installations et sur la disponibilité des ressources alimentaires (voir Annexe 1). La figure 1 présente le site de l'étude ainsi que les zones de pêche et d'expérimentation.

2 : Procédure expérimentale

Suite aux études préliminaires effectuées à l'été 1987, le type d'enclos qui répondait le mieux à nos exigences, pour faciliter la recapture des poissons, mésurait 2,00 x 2,00 x 1,25



Légende:

① Zone de pêche,
② Zone d'expérimentation.

Échelle 1:20 000

Source:

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service de la cartographie.
(Année d'édition: 1981)

Figure 1: Localisation du site de l'étude.

m de hauteur, soit une superficie de quatre mètres carrés, et était constitué d'un cadre en bois sur lequel était fixé un filet de nylon de couleur verte à mailles de cinq millimètres de côté. Le contour inférieur des enclos était muni d'une planche avec des piquets, ce qui permettait un ancrage solide au fond et évitait ainsi la fuite des poissons (Figure 2). Le dessous des enclos ne possédait pas de fond et la ressource benthique était accessible aux poissons. Afin d'éviter la prédation aviaire, le dessus des enclos était recouvert par un filet. Les enclos étaient installés par groupe de trois, parallèles à la rive, à la limite des courants et de l'herbier. Après installation, la hauteur de l'eau dans les enclos était d'environ 0,75 m.

Le tableau 1 présente la répartition des poissons dans les enclos expérimentaux, selon les densités et les communautés. Dans les deux groupes représentant les individus allopatriques, nous avons des densités variant de trois à six poissons au mètre carré, tandis que dans le troisième groupe qui représente les individus sympatriques, nous avons mis une densité qui est le double de celle des individus allopatriques. Selon Werner et Hall (1977b), le fait de doubler la densité de poissons des individus sympatriques permet de maintenir la compétition intraspécifique à un niveau constant tandis que la compétition interspécifique serait variable. Les études préliminaires nous ont permis de déterminer que la densité moyenne des poissons de classe d'âge zéro dans le milieu naturel était de quatre à cinq individus au

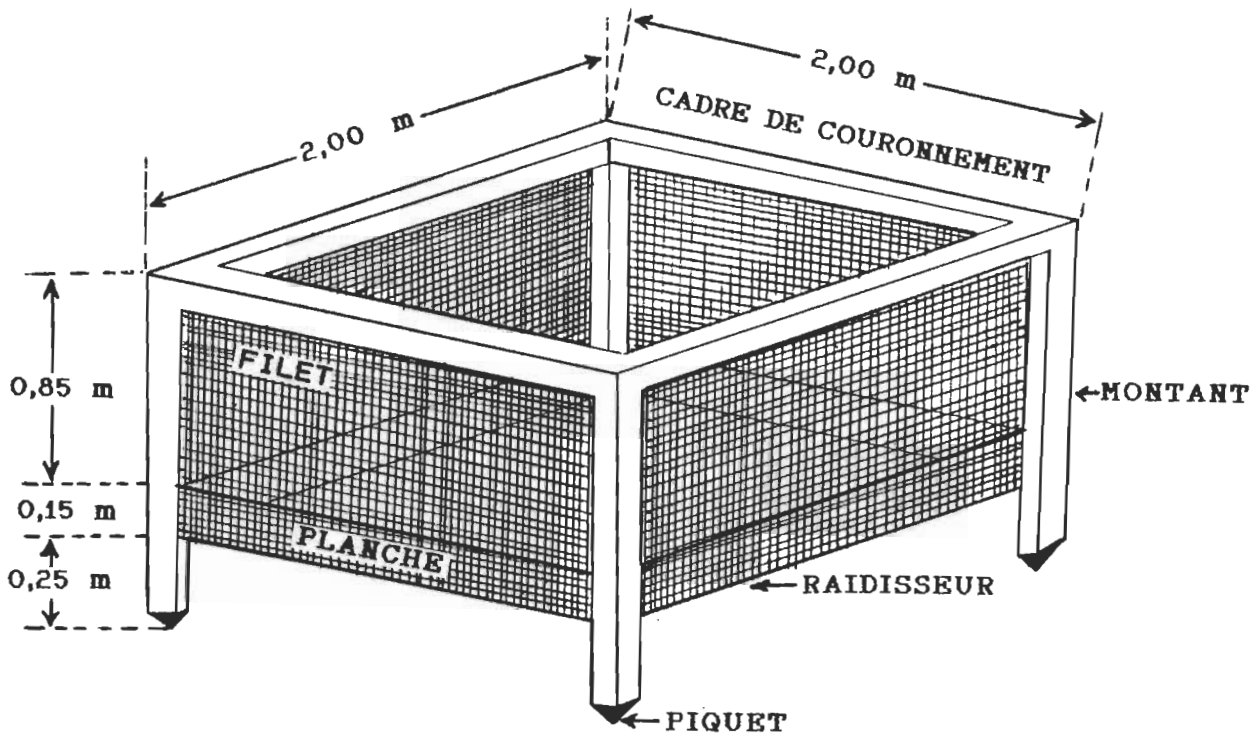


Figure 2: Schéma du type d'enclos utilisé.

Tableau 1: Répartition des poissons dans les enclos expérimentaux de quatre mètres carrés chacun, selon les densités et les communautés.

Densité	Communauté		
	Allopatrique		Sympatrique
	(Crapet)	(Carpe)	(Crapet et Carpe)
Inférieure (3 poissons/m^2)	12 Crapets	12 Carpes	12 Crapets + 12 Carpes
Moyennne (4,5 poissons/m^2)	18 Crapets	18 Carpes	18 Crapets + 18 Carpes
Supérieure (6 poissons/m^2)	24 Crapets	24 Carpes	24 Crapets + 24 Carpes

Note:

- Crapet désigne le crapet-soleil: Lepomis gibbosus (Linné).

- Carpe : Cyprinus carpio (Linné).

mètre carré lorsqu'ils évoluent en banc. Nous avons planifié les manipulations de sorte à pouvoir expérimenter simultanément les trois niveaux de densité suivants: densité inférieure, densité moyenne, densité supérieure. Il est à noter que les enclos possédaient un volume suffisant pour contenir des nombres significatifs de poissons pour fins d'analyses sans danger de surdensité pouvant causer des problèmes comportementaux. De plus, des études préliminaires avaient révélé que pour la grandeur des enclos utilisés, les poissons continuaient à s'alimenter. Le choix des densités avait été fait en tenant compte des études faites en milieu naturel par Hanson et Leggett (1985 ; 1986).

Le nombre d'enclos disponible étant limité (6), nous avons procédé à une sélection aléatoire des manipulations. Le tableau 2 présente la répartition des poissons dans les six enclos expérimentaux pour les trois manipulations (1, 2, 3) et leur réplicat respectif (4, 5, 6).

Les différentes manipulations ont été réalisées du 20 au 22 juillet (réplicat du 1er au 3 août), du 25 au 27 juillet (réplicat du 3 au 5 août) et du 27 au 29 juillet (réplicat du 8 au 10 août) 1988. Durant ces périodes, les juvéniles (classe d'âge zéro) des deux espèces étaient de taille comparable et suffisament gros pour être retenus par les filets des enclos. Nous avons capturé les poissons à l'aide d'une seine

Tableau 2: Répartition des poissons expérimentaux par manipulation et par enclos, selon la sélection aléatoire.

Numéro de manipulation	Numéro des enclos					
	1	2	3	4	5	6
1 et 4	12 Crapets	18 Carpes	24 Crapets + 24 Carpes	24 Crapets	12 Carpes	18 Crapets + 18 Carpe
2 et 5	24 Crapets	12 Carpes	18 Crapets + 18 Carpes	18 Crapets	24 Carpes	12 Crapets + 12 Carpes
3 et 6	12 Crapets	18 Carpes	24 Crapets + 24 Carpes	18 Crapets	24 Carpes	12 Crapets + 12 Carpes

Note:

- Crapet désigne le crapet-soleil : Lepomis gibbosus (Linné).

- Carpe : Cyprinus carpio (Linné).

(45,00 x 2,00 m) tandis que les réprises dans les enclos ont été effectuées à l'aide d'une seine à bâton (2,00 x 1,25 m). Les captures et les réprises des poissons ont été effectuées durant les premières heures qui suivent le lever du soleil. En effet, les études préliminaires ont révélé que les espèces étudiées se nourrissaient intensément durant cette période.

Les poissons qui mouraient dans les enclos expérimentaux au cours des 12 premières heures de chacune des manipulations étaient remplacés. Les poissons de remplacement étaient conservés dans de petits viviers (0,5 x 0,5 x 1,25 m de hauteur) à proximité des enclos expérimentaux. Ils étaient renouvellés à chacune des manipulations. Nous avons limité le remplacement des poissons morts à la première journée parce que les études préliminaires ont montré que les poissons commencent à se nourrir dès les 12 premières heures de captivité dans les enclos expérimentaux.

Pour chacune des manipulations, nous avons effectué les activités suivantes:

<u>premier jour:</u>

- capture des poissons et mise en enclos selon le nombre d'individus requis pour les manipulations ou les réplicats en cours;
- remplacement du (des) poisson (s) mort (s), s'il y'a lieu;

<u>deuxième jour:</u>

- retrait et enregistrement des poissons morts, s'il y'a lieu;

troisième jour:

- réprise des poissons dans les enclos;
- décompte du nombre de poissons morts;
- capture de 24 poissons (témoins) par espèce en milieu naturel.

A la fin de chacune des expérimentations, les poissons furent anesthesiés et sacrifiés au méthyle-2 butanol-2, puis conservés dans une solution de formol 10 $^{m}/_{m}$. Les spécimens ont été pesés (± 0,5 mg) et mesurés (± 5 mm).

Afin d'éliminer toute autre source de variation et n'évaluer que les interactions alimentaires liées aux espèces, aux densités et aux communautés, nous avons procédé à la sélection des poissons qui répondaient à des critères d'homogénéisation basés sur les tailles et les poids à partir des représentations graphiques. A cet effet, les poissons retenus ont des longueurs totales variant de 30 à 89 mm et des poids inférieurs à 18 g.

Les organismes retrouvés dans les contenus stomacaux des poissons ont été identifiés, comptés et mesurés à l'aide d'un microscope à oculaire gradué (± 5 x 10^{-4} mm). Nous avons déterminé leur poids moyen à partir des longueurs moyennes en utilisant les régressions établies par Tremblay (1987). Vu les difficultés de distinction entre Cériodaphnie, Daphnie et

Sinocephalus et leur moins grande abondance, nous les avons regroupés sous le nom de Cladocères. Par contre les taxons qui étaient numériquement plus importants ont conservé leurs noms.

Les mortalités des poissons expérimentaux et les nombres d'estomacs vides des espèces étudiées ont été analysés à l'aide de test de Khi carré. Les contenus stomacaux des poissons ont été abordés par les biomasses et les nombres totaux des proies ingérées ainsi que les pourcentages des biomasses de chacun des taxons. Nous avons utilisé le test-T afin de déterminer si la captivité dans les enclos avait affecté l'alimentation des poissons (en terme de pourcentage du poids des proies proies ingérés). Par ailleurs, nous avons utilisé l'analyse de variance (Anova) pour déterminer les effets des critères de distinction (espèce, densité, communauté) sur la composition de l'alimentation des poissons expérimentaux. Les tests d'analyse de variance ont été suivis de tests de comparaison multiple de Student-Newman-Keuls (SNK). Considérant que le test-T est rubuste, nous l'avons effectué sans tenir compte des conditions de normalité. Par contre, nous avons effectué l'analyse des variances des pourcentages du poids des proies ingérées, à partir des données transformées (i.e arcsin x), pour repondre à l'homogénéité des variances (test Bartlett), comme le recommandent Scherrer (1984), Sokal et Rohlf (1981).

Le dégré de recouvrement des niches alimentaires a été

déterminé à l'aide de l'indice de Schoener (1970). Ce dernier est le meilleur estimateur des recouvrements de niche alimentaire compris entre 7 °/₀ et 85 °/₀ (Linton et al., 1981).

* Indice de Schoener:

$$Ro = 1 - 1/2 \Sigma|Pij - Pik|$$

Avec Pij: proportion du taxon i dans la diète de l'espèce j.

Pik: proportion du taxon i dans la diète de l'espèce k.

L'électivité des proies a été déterminée à l'aide de l'indice d'Ivlev (1961). Soulignons que l'indice d'Ivlev est le rapport de la différence et de la somme de la proportion ingérée d'un taxon versus celle dans le milieu ambiant. Nous avons calculé l'indice d'électivité à partir des pourcentages moyens des biomasses des proies ingérées par taxon qui ont été calculés selon Walsh et Fitzgerald (1984).

* Indice d'Ivlev:

$$E = (Pi - Pa)/(Pi + Pa) \qquad \text{d'ou} \quad -1 \leqslant E \leqslant +1$$

Avec Pi: proportion ingérée.

Pa: proportion dans le milieu ambiant.

Ainsi une valeur d'indice d'électivité égale à -1 est obtenue pour les taxons que les poissons ne consomment pas alors qu'une valeur d'indice d'électivité égale à +1 est obtenue pour les taxons appréciés par les espèces en présence.

3 : Ressources alimentaires disponibles

Un prélèvement de plancton a été effectué au début et à la fin de chaque expérience (36 échantillons) dans les zones d'expérimentation (à l'intérieur et à l'extérieur des enclos) et de pêche, à l'aide d'un filet Wisconsin (80 µ). Les échantillons ont été conservés dans une solution de formol 5 %. Les prélèvements de benthos ont été aussi effectués au début et à la fin de chaque expérience (36 prélèvements) dans les zones d'expérimentation (à l'intérieur et à l'extérieur des enclos) et de pêche, à l'aide d'une benne Ekman standard de 231 cm^2. Tous les échantillons ont été triés au binoculaire à oculaire gradué ($\pm$ 5 x 10^{-4} mm). L'identification, le comptage ainsi que la mésure des longueurs des organismes planctoniques et benthiques ont été effectués suivant les procédures décrites précédemment. Notons que les ressources alimentaires ont principalement été utilisées lors de la détermination de l'électivité des taxons de proies.

4 : Paramètres physico-chimiques

En vue de caractériser les zones de pêche et d'expérimentation, nous avons mésuré la teneur en oxygène dissous, la conductivité, la couleur du plan d'eau, le pH, la profondeur, la température et la turbidité. Nous avons utilisé les méthodes standards en nous servant des appareils énumérés dans le tableau 3.

Tableau 3: Paramètres physico-chimiques mésurés.

Paramètre	Appareil de mesure	Précision
Conductivité ($mmhos.cm^{-1}$)	Hydrolab	± 0,003
Couleur du plan d'eau	Disque de Secchi	-
Oxygène dissous ($mg.l^{-1}$)	Hydrolab	± 0,02
pH	Hydrolab	± 0,005
Profondeur (m)	Règle graduée	± 0,005
Température (° C)	Hydrolab	± 0,1
Turbidité (m)	Disque de Secchi (et Règle graduée)	± 0,005

5 : Substrat et végétation

Sachant que la texture du substrat affecte la présence des organismes aquatiques (Dajoz, 1982), nous avons effectué un prélèvement à la zone de pêche et un à la zone d'expérimentation. Les échantillons ont été analysés selon la méthode Bouyoucos (1936).

La végétation était absente à l'intérieur des enclos ainsi qu'à la zone de pêche. Cependant dans les environs des zones de pêche et d'expérimentation, nous avons noté la présence d'herbiers constituée principalement de plantes submergées. Dans un rayon de 20 m entre les enclos et la rive, nous avons distingué une variété de plantes émergeantes composée principalement de Joncus filiformis.

CHAPITRE 2

RÉSULTATS

1 : Mortalité

Sur un total de 864 poissons mis dans les enclos expérimentaux, nous avions enregistré 51 mortalités, ce qui représentait une mortalité totale de 5,90 $^{o}/_{o}$. Le tableau 4 présente la répartition de la mortalité des poissons au cours des expérimentations, selon les communautés (allopatrie et sympatrie), les densités et les espèces. La mortalité était indépendante de l'espèce de poisson (x^2=0,180 , P>0,05 , Tableau 4) et de la densité (x^2=4,382 , P>0,05 , Tableau 4). Par contre, on observait plus de mortalité chez les individus vivant en allopatrie (x^2=4,412 , P<0,025).

2 : Alimentation

A : Effet des enclos

Vu que la densité naturelle (i.e. densité moyenne) a été évaluée à 4,5 poissons par mètre carré, nous avons comparé les données des individus expérimentaux allopatriques à cette densité avec celles des individus témoins. Dans l'ensemble, les poissons expérimentaux consommaient environ trois fois moins de

Tableau 4: Répartition de la mortalité des poissons selon les communautés, les densités et les espèces.

Communauté	Densité					
	Inférieure (3 poissons/m²)		Moyenne (4,5 poissons/m²)		Supérieure (6 poissons/m²)	
	Crapet	Carpe	Crapet	Carpe	Crapet	Carpe
Allopatrie	6	7	1	1	4	14
Sympatrie	0	0	6	2	10	0
Sous total # 1	6	7	7	3	14	14
Sous total # 2	13		10		28	
Total	51					

Note:

- Sous total # 1: fréquence de mortalité selon les espèces et les densités.
- Sous total # 2: fréquence de mortalité selon les densités.

proies en terme de biomasse et deux fois moins en terme de nombre d'organismes que les poissons capturés en milieu naturel (Tableau 5).

Au niveau qualitatif, soit la composition de l'alimentation, ces deux groupes de poissons consommaient les mêmes taxons tel que le révèle le tableau 6 qui présente les indices de Schoener. En effet, avec des valeurs d'indice de recouvrement alimentaire de l'ordre de l'unité, les espèces étudiées consommaient les mêmes ressources. Cependant sur le plan quantitatif (i.e. pourcentage moyen du poids des taxons de proies ingérés), les crapets expérimentaux consommaient moins de Chironomidae (pupes) et plus d'Ostracodes (Figure 3). Par contre, les carpes expérimentales utilisaient plus de Chironomidae (larves), d'Ostracodes et moins de Chydoridae, de Cladocères et d'organismes classés "Autres" (Figure 3).

Sur les 791 poissons expérimentaux des deux espèces récapturés vivants dans les enclos, qui repondaient aux critères d'homogénéisation de population (Annexe 2), on comptait 39 estomacs vides, tandis que sur les 266 poissons témoins (capturés en milieu naturel), on n'enregistrait que deux estomacs vides. En effet, le séjour dans les enclos avait contribué à l'augmentation du nombre d'estomacs vides (x^2=8,961 , P<0,001).

B: Effet des traitements expérimentaux

Tableau 5: Comparaison des biomasses et des nombres totaux de proies ingérées par les poissons expérimentaux allopatriques à la densité moyenne et les poissons témoins.

	Crapet						Carpe					
	Expérimental			Témoin			Expérimentale			Témoin		
	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.
Biomasse	5,50	±	4,06	14,80	±	10,13 *	2,22	±	1,52	5,23	±	5,96 *
Nombre	15,69	±	12,53	29,74	±	19,31 *	22,94	±	18,87	50,83	±	24,66 *

Note:

-E.T.: Ecart type
-* : Différence significative (Anova , $P<0,05$).
- Biomasse ($\times 10^{-2}$ g)

Tableau 6: Recouvrement alimentaire (indices de Schoener) des deux espèces étudiées pour chacune des conditions expérimentales ainsi que pour les individus capturés en milieu naturel (i.e. témoins).

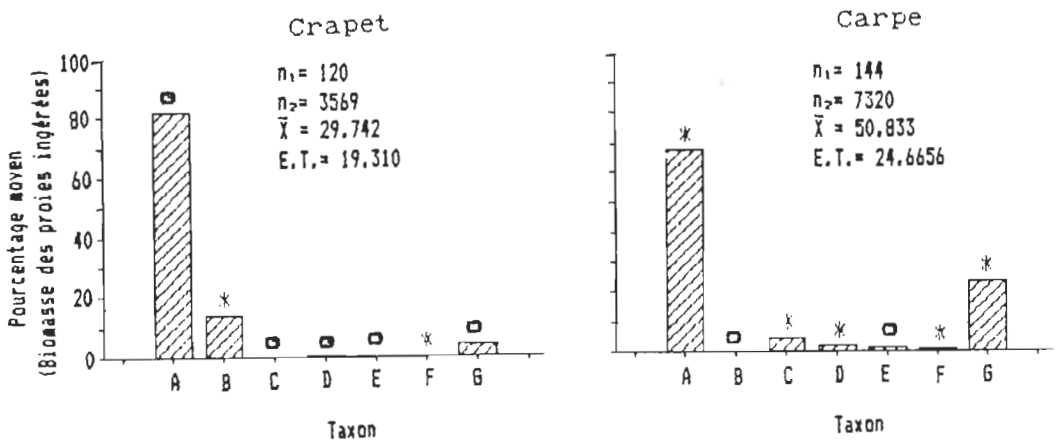
	Poissons expérimentaux			Poissons témoins
	Densité			
	Inférieure	Moyenne	Supérieure	
Allopatrie	0,99	0,99	0.99	0,99
Sympatrie	0,99	0,99	0,99	

Note : Ces indices de recouvrement alimentaire ont été calculés à partir des pourcentages moyens du poids des proies ingérées (Walsh et Fitzgerald ,1984).

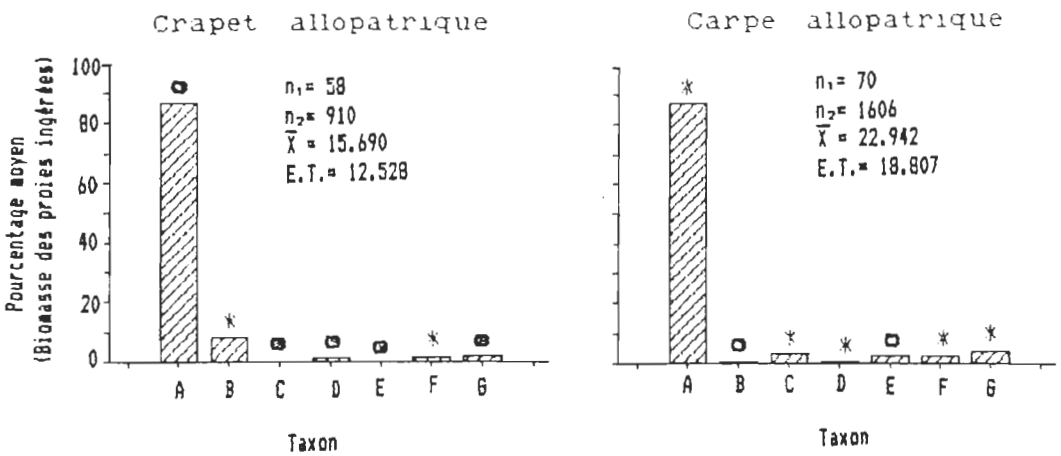
Figure 3:

Composition de l'alimentation (Pourcentage moyen du poids des proies) des poissons témoins et des poissons expérimentaux allopatriques à la densité moyenne (4,5 poissons/m^2). A : Chironomidae (larves); B : Chironomidae (pupes); C : Chydoridae; D : Cladocères; E : Bosminidae; F: Ostracodes; G : Autres organismes.

POISSONS TEMOINS
(Poissons capturés en milieu naturel)



POISSONS EXPÉRIMENTAUX
(Densité moyenne : 4,5 poissons/m^2)



Note :

n_1: nombre d'estomacs analysés.
n_2: nombre total de proies ingérées.
$\bar{X}$: nombre moyen de proies ingérées.
E.T.: écart type des nombres de proies ingérées.
a: aucun effet des enclos (test-T, P<0,05)
b: différence significative entre groupes témoins et expérimentaux (test-T, P<0,05).

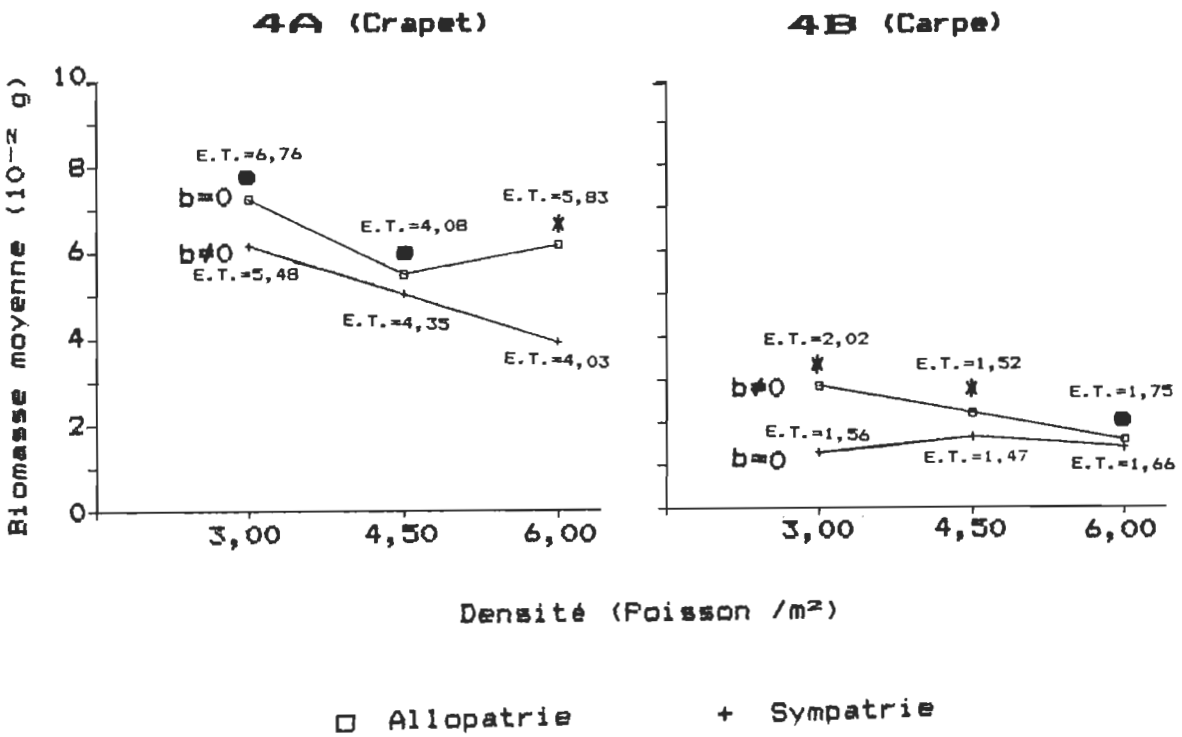
Vu que les critères de distinction étudiés (espèce, densité, communauté) présentaient des différences significatives tant pour les biomasses et nombres de proies ingérées que pour la composition de l'alimentation des poissons expérimentaux, nous analyserons séparement l'effet de chacun d'eux. Notons que l'annexe 3 présente la composition des contenus stomacaux (pourcentage moyen du poids des proies) des poissons expérimentaux.

i : Effet de l'espèce

Les crapets consommaient des biomasses moyennes de proies significativement plus importantes que les carpes (Figure 4). Par contre les carpes ingéraient des nombres d'organismes significativement plus élévés que les crapets (Figure 5). Le tableau 7 révèle que le critère de distinction "espèce de poissons" affectait significativement les biomasses et les nombres moyens de proies ingérées.

Bien que les deux espèces consommaient les mêmes taxons de proies, l'analyse de variance révéla cependant une différence significative entre elles (Tableau 8). En effet, on observe à la figure 6, une prédominance de Chironomidae (larves , pupes) dans l'alimentation des crapets, tandis que chez les carpes, les cinq autres taxons composant l'alimentation des poissons expérimentaux avaient tendance à être représentés dans des proportions élévées.

POISSONS EXPÉRIMENTAUX



Note :

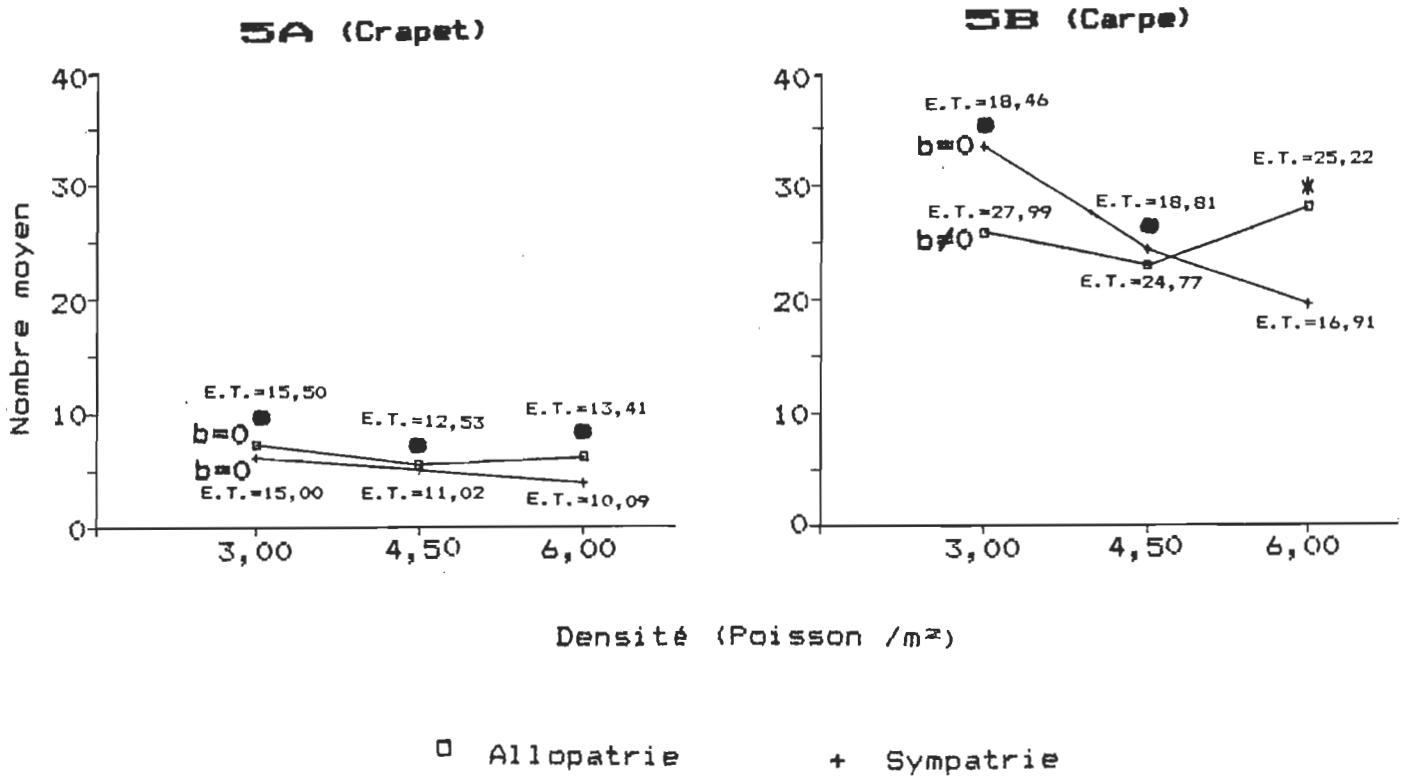
E.T.: Ecart type (x 10^{-2}g)

ø: aucun effet de la communauté (Anova , P<0,05).

ǂ: différence significative entre les biomasses moyennes des proies ingérées par les poissons allopatriques et sympatriques selon les densités (Anova , P<0,05).

Figure 4: Biomasse moyenne des proies ingérées par les poissons expérimentaux.

POISSONS EXPÉRIMENTAUX



Note :

E.T.: Ecart type

a : aucun effet de la communauté (Anova , P<0,05).

t : différence significative entre les nombres moyens de proies ingérées par les poissons allopatriques et sympatriques selon les densités (Anova , P<0,05).

Figure 5: Nombre moyen de proies ingérées par les poissons expérimentaux.

Tableau 7: Anova pour les effets de l'espèce, de la densité et de la communauté sur les biomasses et les nombres moyens des proies ingérées par les poissons expérimentaux. N.S.: non significatif.

	Source de variation	dl	Somme des carrés	F	P
Biomasse	Ensemble des traitements	4	0,293	55,203	<0,05
	Espèce	1	0,259	195,833	<0,05
	Densité	2	0,011	4,336	<0,05
	Communauté	1	0,017	12,957	<0,05
	Exprimée	11	0,308	21,158	<0,05
	Résidu	740	0,980		
	Total	751	1,289		
Nombre	Ensemble des traitements	4	18972,753	14,011	<0,05
	Espèce	1	15644,944	46,213	<0,05
	Densité	2	3099,079	4,577	<0,05
	Communauté	1	600,207	1,773	N.S.
	Exprimée	11	23624,697	6,344	<0,05
	Résidu	740	250521,255		
	Total	751	274145,952		

Tableau 8: Anova pour les effets de l'espèce, de la densité et de de la communauté sur les pourcentages moyens du poids des proies ingérées par taxon par les poissons expérimentaux. A: Chironomidae (larves); B: Chironomidae (pupes); C: Chydoridae; D: Cladocères E: Bosminidae; F: Ostracodes; G: Autres organismes. N.S.: non significatif.

Taxon	Source de variation	dl	Somme des carrés	F	P
A	Ensemble des traitements	4	17,725	26,706	<0,05
	Espèce	1	13,013	78,426	<0,05
	Densité	2	1,538	4,636	<0,05
	Communauté	1	2,784	16,781	<0,05
	Exprimée	11	24,700	13,533	<0,05
	Résidu	740	122,788		
	Total	751	147,488		
B	Ensemble des traitements	4	2,023	18,437	<0,05
	Espèce	1	1,857	67,684	<0,05
	Densité	2	0,006	0,115	N.S.
	Communauté	1	0,125	4,567	<0,05
	Exprimée	11	2,344	7,768	<0,05
	Résidu	740	20,300		
	Total	751	22,647		
C	Ensemble des traitements	4	8,181	65,166	<0,05
	Espèce	1	7,273	231,744	<0,05
	Densité	2	0,220	3,513	<0,05
	Communauté	1	0,548	17,467	<0,05
	Exprimée	11	9,523	27,584	<0,05
	Résidu	740	23,225		
	Total	751	32,748		

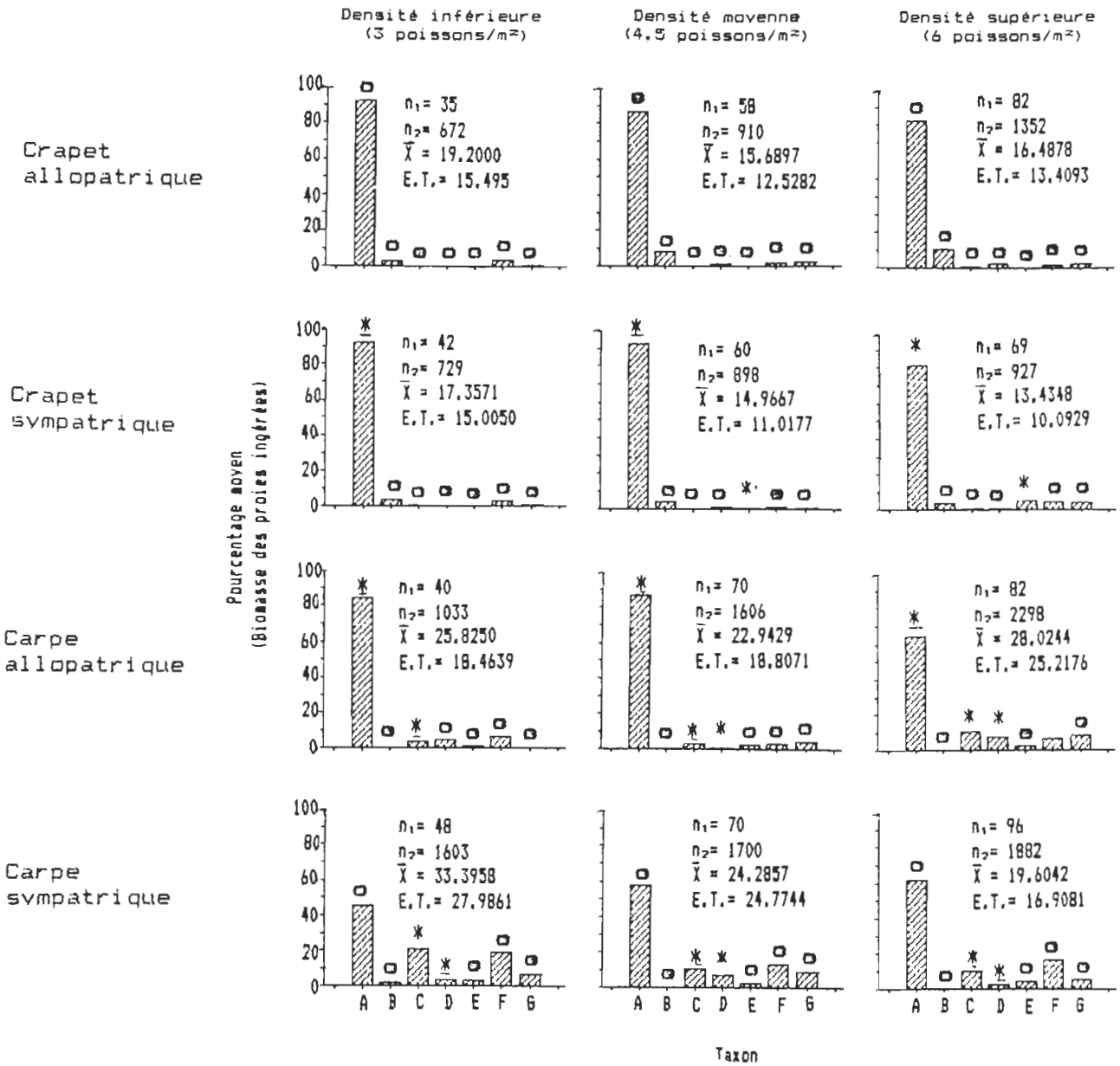
Tableau 8: (Suite-)

Taxon	Source de variation	dl	Somme des carrés	F	P
D	Ensemble des traitements	4	0,972	11,669	<0,05
	Espèce	1	0,930	44,644	<0,05
	Densité	2	0,032	0,759	N.S.
	Communauté	1	0,015	0,724	N.S.
	Exprimée	11	1,993	8,695	<0,05
	Résidu	740	15,417		
	Total	751	17,410		
E	Ensemble des traitements	4	0,887	12,860	<0,05
	Espèce	1	0,604	35,047	<0,05
	Densité	2	0,121	3,503	<0,05
	Communauté	1	0,146	8,440	<0,05
	Exprimée	11	1,039	5,479	<0,05
	Résidu	740	12,758		
	Total	751	13,797		
F	Ensemble des traitements	4	4,484	21,590	<0,05
	Espèce	1	3,034	58,442	<0,05
	Densité	2	0,181	1,739	N.S.
	Communauté	1	1,136	21,884	<0,05
	Exprimée	11	5,178	9,066	<0,05
	Résidu	740	38,419		
	Total	751	43,597		
G	Ensemble des traitements	4	0,656	3,646	<0,05
	Espèce	1	0,465	10,355	<0,05
	Densité	2	0,147	1,634	N.S.
	Communauté	1	0,036	0,796	N.S.
	Exprimée	11	1,089	2,202	<0,05
	Résidu	740	33,267		
	Total	751	34,356		

Figure 6:

Composition de l'alimentation des poissons expérimentaux (Pourcentage moyen du poids des proies), selon les espèces, les niveaux de densité et les communautés. A: Chironomidae (larves); B : Chironomidae (pupes); C : Chydoridae; D : Cladocères; E : Bosminidae; F : Ostracodes; G : Autres organismes.

POISSONS EXPÉRIMENTAUX



Note :

n_1: nombre d'estomacs analysés.
n_2: nombre total de proies ingérées.
$\bar{X}$: nombre moyen de proies ingérées.
E.T.: écart type des nombres de proies ingérées.
o: aucun effet des densités (SNK, P<0,05).
*: différence significative selon les densités (SNK, P<0,05).
*: pas de différence significative selon les densités (SNK, P<0,05).

Par ailleurs, le nombre d'estomacs vides était plus important chez les crapets que chez les carpes (x^2=35,103 , P<0,001 , Tableau 9).

ii : Effet de la densité

Les ANOVA à plusieurs critères de distinction ont révélé un effet de la densité des poissons sur la biomasse et le nombre des proies retrouvées dans les contenus stomacaux (Tableau 8). Au niveau de la biomasse, les différences sont significatives chez les crapets sympatriques et chez les carpes allopatriques (Figure 4). Par ailleurs, au niveau des nombres de proies ingérées, on observait des différences significatives que chez les carpes allopatriques (Figure 5).

Au niveau de la composition de l'alimentation, les niveaux de densité n'avaient significativement affecté que les pourcentages des biomasses des Chironomidae (larves), des Chydoridae et des Bosminidae (Tableau 8). En effet, la figure 6 révèle que de la densité inférieure jusqu'à la densité supérieure, la tendance était telle que les proportions de Chironomidae (larves) diminuaient tandis que celles des Chydoridae et des Bosminidae augmentaient.

Le nombre d'estomacs vides est indépendant des niveaux de densité (x^2=0,4873 , P<0,75 , Tableau 9).

Tableau 9: Répartition des estomacs vides selon les communautés, les densités et les espèces de poissons.

Communauté	Densité					
	Inférieure (3 poissons/m²)		Moyenne (4,5 poissons/m²)		Supérieure (6 poissons/m²)	
	Crapet	Carpe	Crapet	Carpe	Crapet	Carpe
Allopatrie	5	0	7	1	7	0
Sympatrie	4	0	3	0	12	0
Sous total # 1	9	0	10	1	19	0
Sous total # 2	9		11		19	
Total	39					

Note:

- Sous total # 1: nombre d'estomacs vides selon les espèces et les densités.

- Sous total # 2: nombre d'estomacs vides selon les densités.

iii : Effet de la communauté

Les individus vivant en allopatrie consommaient des poids moyens des proies plus élévées que ceux vivant en sympatrie à la densité supérieure chez le crapet et aux densités inférieure et moyenne chez la carpe (Figure 4). Au niveau du nombre de proies ingérées, l'effet de la communauté n'est significative qu'à la densité supérieure chez la carpe (Figure 5). Le tableau 7 indique que les communautés affectaient significativement les biomasses des proies ingérées.

Au niveau de la composition de l'alimentation, les individus vivant en allopatrie consommaient des biomasses plus élévées de Chironomidae (larves , pupes) et des biomasses plus faibles de Chydoridae, de Bosminidae et d'Ostracodes (Figure 6 , Tableau 8).

On observait des nombres d'estomacs vides presque similaires chez les individus allopatriques et sympatriques (x^2=0,026 , P<0,75 , Tableau 9).

C : Électivité

Le tableau 10 présente les indices d'électivité d'Ivlev (1961). Les crapets témoins ingéraient davantage de Chironomidae (pupes) et moins de Bosminidae que les crapets allopatriques à la

Tableau 10: Indices d'électivité d'Ivlev des proies ingérées par taxon par les poissons expérimentaux et les poissons témoins. Allop.: Allopatrie; Symp.: Sympatrie; A : Chironomidae (larves); B : Chironomidae (pupes); C: Chydoridae; D: Cladocères; E: Bosminidae; F: Ostracodes; G: Autres organismes.

Taxon	Crapet expérimental						Crapet témoin
	Densité						
	Inférieure		Moyenne		Supérieure		
	Allop.	Symp.	Allop.	Symp.	Allop.	Symp.	
A	+0,61	+0,61	+0,59	+0,61	+0,57	+0,57	+0,57
B	-0,29	-0,22	+0,17*	-0,15*	+0,28*	-0,24*	+0,41
C	+0,37	+0,98	+0,92	+0,95	+0,99	+0,99	+0,71
D	+0,77	+0,93	+0,99	+0,99	+0,99	+0,98	+0,97
E	+0,89	+0,95	+0,97	+0,98	+0,71	+1,00	+0,44
F	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00
G	-0,98	-0,98	-0,95	-0,99	-0,94	-0,89	-0,89

Tableau 10: (Suite-)

Taxon	Carpe expérimentale						Carpe témoin
	Densité						
	Inférieure		Moyenne		Supérieure		
	Allop.	Symp.	Allop.	Symp.	Allop.	Symp.	
A	+0,58	+0,34	+0,59	+0,44	+0,48	+0,47	+0,50
B	-1,00	-0,52	-0,88	-1,00	-1,00	-1,00	-0,98
C	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00
D	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+0,99	+0,99
E	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00
F	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00
G	-1,00	-0,83	-0,90	-0,78	-0,79	-0,86	-0,51

Note:

* : différence de comportement (i.e. attirance versus évitement).

densité moyenne. Chez les carpes, les Chironomidae (pupes) ainsi que les organismes classés "Autres" présentaient des variations des indices d'électivité. Les carpes témoins consommaient moins de Chironomidae (pupes) et plus d'organismes classés "Autres". Ainsi la captivité dans les enclos affectait l'électivité de certains taxons composant l'alimentation des espèces étudiées, en limitant l'accessibilité à la ressource.

L'ingestion des Ostracodes par les deux espèces de poissons expérimentaux était indépendante des densités et des communautés. En effet on observait les mêmes indices d'électivité des Ostracodes aux trois niveaux de densité ainsi qu'aux deux communautés chez les deux espèces de poissons. Par ailleurs, chez les carpes, en plus des Ostracodes, l'électivité des Chydoridae et des Bosminidae est indépendante des niveaux de densité et des communautés. Ainsi les variations d'électivité des taxons de proies confirment les observations faites sur les effets des niveaux de densité et des communautés. En effet aux densités moyenne et supérieure, les crapets allopatriques manifestaient une préférence accrue pour les Chironomidae (pupes) tandis que les crapets sympatriques en consommaient moins. Ainsi, à la densité inférieure, tandis que les crapets allopatriques consommaient moins de Chydoridae et de Cladocères, les crapets sympatriques en ingéraient davantage. A la densité supérieure, les crapets allopatriques mangeaient moins de Bosminidae que les individus sympatriques. Chez les carpes, les indices d'électivité

présentent des valeurs considérablement différentes pour les Chironomidae (pupes) ingérés à la densité inférieure. En effet les individus sympatriques consommaient plus de Chironomidae (pupes) que les individus allopatriques.

3 : Paramètres physico-chimiques

L'annexe 4 présente les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques. Seule la profondeur présentait des moyennes significativement différentes entre les lieux de pêche et d'expérimentation ($t = -3,15$, $P=0,011$). En effet, les autres paramètres physico-chimiques ne présentaient pas de différence significative ni entre les lieux de pêche et d'expérimentation ni entre les expérimentations et leurs réplicats respectifs.

4 : Substrat et végétation

L'analyse ganulométrique Bouyoucos (1936) a révélé que le substrat de la zone de pêche était du loam sableux composé de 52,22 °/₀ de sable, 14,18 °/₀ d'argile et 33,60 °/₀ de limon et que le substrat de la zone d'expérimentation était du loam composé de 45,22 °/₀ de sable, 14,18 °/₀ d'argile et 40,60 °/₀ de limon.

Comme plantes submergées dans les environs des zones de capture et d'expérimentation, on notait la présence d'Utricularia spp. de Potamogeton spp. et de Lobelia spp..

CHAPITRE 3

DISCUSSION ET CONCLUSION

La biomasse totale d'une espèce de poisson est en grande partie liée à leur densité et elle est aussi dépendante de la disponibilité des ressources alimentaires (Hall et al., 1970 ; Boyd , 1981 ; Hanson et Leggett, 1982). A cet effet, une réduction de la biomasse ou un changement de la niche alimentaire serait dans une expérimentation semi-contrôlée, l'indice de la présence de compétition entre les espèces en présence. L'organisation expérimentale de notre étude, étant à court terme, ne permettait pas l'observation de la réduction des biomasses des espèces de poissons étudiées. L'observation d'un changement de la niche alimentaire reste donc une évidence de l'existence de compétition, tel que mentionné par Diamond (1978).

Puisque les espèces sympatriques interfèrent entre elles dans la recherche de la nourriture, la mortalité, ainsi que l'accession à la ressource sont deux autres phénomènes qui peuvent indiquer l'existence d'une compétition alimentaire. Soulignons que notre étude présente de faibles taux de mortalité chez les deux espèces de poissons étudiées. Ceci est dû à la courte durée du séjour dans les enclos. Par ailleurs, ces taux de mortalité n'étant liés ni aux niveaux de densités, ni aux communautés, nous présumons que la mortalité est dûe

principalement au stress lors des manipulations, les crapets y étant plus sensibles que les carpes. Dans l'ensemble, nous avons observé plus d'estomacs vides chez les poissons expérimentaux que chez les poissons témoins. Ce fait laisse présumer que la captivité en enclos aurait affecté le comportement alimentaire. En effet, les biomasses et les nombres de proies retrouvés dans les contenus stomacaux des poissons témoins étaient supérieurs à ceux des poissons expérimentaux allopatriques à la densité moyenne. Cette constatation s'expliquerait en partie par la réduction spatiale de l'habitat des poissons, et par l'exploitation des ressources, qui n'était pas totalement compensée par le transport par les courants et autres mouvements de l'eau. Toutefois, les différences au niveau de la composition des biomasses des contenus stomacaux des poissons témoins et des poissons expérimentaux portaient plus sur l'aspect quantitatif que qualitatif. En effet, les deux espèces de poissons ingéraient les mêmes taxons de proies tel qu'indiqué par les valeurs de l'indice de Schoener.

Les biomasses des proies retrouvées dans les contenus stomacaux des crapets expérimentaux étaient beaucoup plus élévées que celles des carpes. Par contre, on observait que les nombres de proies ingérés étaient plus élévés chez les carpes. Cela indique que les crapets consommaient des grosses proies tandis que les carpes utilisaient plutôt des grands nombres de proies de faible biomasse. Il y a donc au départ, chez les poissons

expérimentaux, une discrimination dans le choix des proies. En effet, en allopatrie et/ou en sympatrie, les crapets expérimentaux consommaient plus de proies, en poids, que les carpes. Cela est possiblement dû au fait que l'estomac des carpes est plus petit que celui des crapets.

Comme le révèlent les indices d'électivité, les crapets préféraient les Chironomidae (larves , pupes), tandis que les carpes préféraient les Chydoridae, les Cladocères et les Bosminidae. Notons que malgré les critiques basées sur l'efficacité des différents échantillonneurs (i.e. poissons versus filet Wisconsin et benne Ekman), qui mettent en doute la fiabilité des indices d'électivité, nous les avons retenus à titre formaliste, pour étayer certains comportements alimentaires observés. En effet, la présence de la carpe diminue de façon significative la biomasse moyenne des proies consommées par le crapet à la densité supérieure. La présence de crapet diminue de façon significative la biomasse moyenne des proies consommées par les carpes aux densités inférieure et moyenne, mais non à la densité supérieure et la présence de crapet augmente de façon significative le nombre moyen de proies consommées par la carpe. De même, entre les poissons allopatriques et sympatriques, la diversification de l'alimentation était présente. A cet effet, au niveau de densité supérieur, les deux espèces étudiées avaient recours aux taxons de proies qu'elles n'utilisaient pas initialement. Ainsi, en plus

de présenter l'évidence d'une compétition alimentaire, le déplacement de la niche alimentaire représentait la stratégie qu'utilisaient le crapet et la carpe pour se partager les ressources alimentaires disponibles. Signalons que la forte électivité des Ostracodes pourrait se justifier par une sous-estimation de la proportion de ce taxon dans la ressource alimentaire.

À ce stade de notre analyse, il serait intéressant d'aborder les pratiques par lesquelles, les espèces étudiées parvenaient à s'adapter à la présence d'un compétiteur. Notons que le crapet, comme un chasseur capturant ses proies les unes après les autres (Mittelbach, 1988), a plus de facilité à capturer des organismes de biomasses importantes tel que les Chironomidae (larves , pupes). Par contre, le mécanisme de succion qu'utilise la carpe (Scott et Crossman, 1974; Sibbing, 1988) pour capturer les proies, procure une alimentation diversifiée, principalement composée d'organismes de faibles biomasses dont les Chydoridae, les Bosminidae et le groupe de taxons composé des autres Cladocères. Signalons que devant de tels mécanismes de capture de proies, l'étude de la compétition nécessite à la fois l'utilisation des biomasses et des nombres totaux des proies ingérées. En effet pour le crapet la diminution de la biomasse de Chironomidae (larves , pupes) entre les individus allopatriques et sympatriques est un indicateur de compétition alimentaire. Par ailleurs l'apparition des taxons,

peu utilisés initialement par les individus allopatriques, dans la diète des individus sympatriques est une seconde évidence de compétition alimentaire. Chez la carpe, en plus des biomasses, l'évidence de la compétition alimentaire se reflétait aussi dans les nombres de proies ingérés. Autant chez le crapet que chez la carpe, la diversification de la composition de l'alimentation entre les individus allopatriques et sympatriques était accentuée par les niveaux de densité.

Bien que l'intensité de la compétition soit liée à l'abondance des ressources alimentaires (Schoener, 1982) et que cette dernière soit régie par les cycles saisonniers, la domination d'une des deux espèces était déterminée par l'ingestion de grandes quantités de proies à apport énergétique important (i. e. organismes à biomasse élévée: Chironomidae (larves , pupes),etc...). Ainsi, le fait que chez les crapets expérimentaux, les biomasses moyennes des proies ingérées par les individus allopatriques et sympatriques ne présentaient des différences significatives qu'à la densité supérieure, alors que chez les carpes expérimentales, les biomasses moyennes des proies ingérées étaient significativement différentes aux densités inférieure et moyenne, indique que le crapet est le compétiteur supérieur. Par ailleurs, chez les crapets expérimentaux, les variations des contenus stomacaux entre les individus allopatriques et sympatriques portaient sur de faibles biomasses et de faibles nombres de proies ingérées. Par contre, chez les

carpes expérimentales, on observait des changements de la niche alimentaire à partir de la densité inférieure. L'électivité des taxons de proies ingérés révélait de telles évidences.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARBAULT, R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements: des théories aux faits. Ed. Masson, Paris. 200 p.

BEACHAM, J. L., 1987. The relative importance of body size and aggressive experience as determinants of dominance in Pumpkinseed Sunfish, Lepomis gibbosus. Ani. Behav., 36 (2): 621-623.

BEACHAM, J. L. et J. A. NEWMAN, 1987. Social experiment and the formation of dominance relationships in the Pumpkinseed Sunfish, Lepomis gibbosus. Anim. Behav., 35 (2): 1560-1563.

BOUYOUCOS, G. J., 1936. Directions for making mechanical analyses of soils by hydrometer method. Soil Sc., 32: 225-228.

BOYD, C. E., 1981. Comparison of five fertilization programs for fish ponds. Tran. Am. Fish. Soc., 110: 541-545.

BULKLEY, R. V., V. L. SPYKERMANN et L. E. INMON, 1976. Food of pelagic young of Walleyes and five cohabiting fish species in Clear Lake, Iowa. Trans. Am. Fish. Soc., 105: 77-82.

CONNELL, J. H., 1983. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiment. Am. Nat., 122: 661-696.

DAJOZ, R., 1982. Précis d'écologie. 4ème édition. Editions GAUTHIER-VILLARS, Paris. 503 p.

DIAMOND, J. D., 1978. Niche shift and the rediscovery of interspecific competition. Am. Sci., 66: 322-331.

GATZ, A. J. Jr., 1979. Ecological morphology of freshwater stream fishes. Tulane study in zoology and botany 21 (2): 91-124.

GIBSON, R. J. et T. A. DICKSON, 1984. The effects of competition on the growth of juvenile Atlantic Salmon. Naturaliste Can., 111: 175-191.

GUMA'A, S. A., 1978. The food and feeding habits of young Perch, Perca fluviatilis in Windermere. Fresh. Biol., 8: 177-187.

HAIRSTON, N. G., 1981. An experimental test of guild: salamander competition. Ecology, 62: 65-72.

HANSON, J. M. et W. C. LEGGETT, 1982. Empirical prediction of fish biomass and yield. Can. J. Fish. Aquat. Sc., 39: 257-263.

----------1985. Experimental and field evidence for inter and intraspecific competition in two freshwater fishes. Can. J. Aquat. Sci., 42: 280-286.

----------1986. Effect of competition between two freshwater fishes on prey consumption and abundance. Can. J. Aquat. Sci., 43: 1363-1372.

HIXON, M. A., 1980. Competitives interactions between California reef fishes of the genus Embiotoca. Ecology, 61 (4): 918-931.

IVLEV, V. S., 1961. Experimental ecology of feeding of fishes. Yale Univ. Press, New Haven. 302 p. (Translated by D. SCOTT).

KEAST, A. et D. WEBB, 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, lake Opinicon, Ontario. J. Fish. Res. Bd. Can., 23 (12): 1845-1874.

KEAST, A. et J. EADIE, 1983. Growth in the first summer of life: comparison of nine co-occuring fish species. Can. J. Zool., 62: 1242-1250.

LI, H. W. et R. W. BROCKSON, 1977. Approches to analysis of energetic coasts of intraspecific competition for space by Rainbow Trout (Salmo gairdneri). J. Fish. Biol., 11: 329-341.

LINTON, L. R., R. W. DAVIES et F. J. WRONA, 1981. Ressource utilisation indices: an assessment. J. Anim. Ecol., 50: 283-292.

MAGNAN, P., 1988. Interaction between Brook Charr, Salvelinus fontinalis, and non-salmonid species: ecological shift, morphological shift and their impact on zooplankton communities. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45: 999-1009.

MICHALETZ, P. H., D. G. UNKENHOLZ et C. C. STONE, 1987. Prey size selectivity and food partitioning among zooplanktivorus age-0 fishes in lake Francis

case, South Dakota. Am. Midl. Nat., 117 (1): 127 - 138.

MIKHEEV, V. N., 1983. Selective feeding of young Perch, Perca fluviatilis in macrophyte vegetation. UDC 597. 08. 591. 5: 52-57.

MITTELBACH, G. G., 1988. Competition among refuging Sunfishes and effects of fish density on littoral zone invertebrates. Ecology, 69 (3): 614-623.

NOBLE, R., 1975. Growth of young Yellow Perch (Perca flavescens) in relation to zooplankton populations. Trans. Am. Fish. Soc., 104 (4): 731-741.

PERSSON, L., 1986. Effect of reduced interspecific competition on ressource utilisation in Perch (Perca fluviatilis). Ecology, 67 (2): 355-364.

----------1987. Effect of ressource availability and distribution on size class interactions in Perch (Perca fluviatilis). Oikos, 48: 148-160.

ROTHHAUPT, K. O., 1988. Mechanistic resource competition theory applied to laboratory experiments with zoopankton. Nature, 333 (6174): 660-662.

SALE, P. F., 1979. Habitat partitioning and competition in fish communities. In Predator-prey system in fisheries management. R. H. STROUD et H. CLEPPER. (Ed.), Sport fishing Institute, Washington. D. C. p. 323-331.

SCHMITT, R. et J. A. COYER, 1983. Variation in Surfperch diets between allopatry and sympatry: circumstantial evidence for competition. Oecologia, 58: 402-410.

SCHERRER, B., 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin, éditeur, Canada. 849 p.

SCHOENER, T. W., 1970. Nonsynchronous spatial overlap lizards in patchy habitats. Ecology, 51: 408-418.

----------1974. Ressource partitioning in ecological communities. Science, 185: 27-39.

----------1982. The controversy over interspecific competition. Am. Sci., 70: 586-595.

----------1983. Field experiments on interspecific competition. Am. Nat., 122 (2): 240-285.

SCOTT, W. B., et J. CROSSMAN, 1974. Freswater fishes of Canada Bull. Fish. Res. Board. Can. N°. 184.

SIBBING, F. A., 1988. Specialisation and limitations in the utilization of food resources by the carp, Cyprinus carpio: a study of oral food processing. Env. Biol. of Fish., 22 (3): 161-178.

SIEFERT, R. E., 1972. First food of larval Yellow Perch, White Sucker, Bluegill, Emerald Shiner and Rainbow Smelt. Trans. Am. fish. Soc., 101 (2): 219-225.

SOKAL, R. R. et F. J. ROHLF, 1981. Biometry. 2nd ed. Freeman and Co., San Francisco, CA. 859p.

TONN, W. M., C. A. PASZKOWSKI et T. C. MOERMOND, 1986. Competition in Umbra-Perca fish assemblage: experimental and field evidence. Oecologia, 69: 126-133.

TREMBLAY, S., 1987. Impact du Meunier Noir (Catastomus commersoni Lacépède) sur les populations d'Ombles de Fontaine (Salvelinus fontinalis Mitchill): Dynamique des interactions entre deux espèces taxonomiquement distantes. Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Trois-Rivières.

VIBERT, R. et K. F. LAGLER, 1961. Pêches continentales. Ed. Dunod, Paris. 719 p.

WALSH, G. et G. J. FITZGERALD, 1984. Analyse et commentaire : Biais inhérent à l'analyse de l'alimentation des poissons. Cas de trois espèces d'épinoches (GASTEROSTEIDAE). Naturaliste Can., 111: 193-202.

WANKOWSKI, J. W. J., 1979. Morphological limitations, prey size selectivity and growth response of juvenile Atlantic Salmon, Salmo salar. J. of Fish Biology. 14: 89-100.

WERNER, E. E. et D. J. HALL, 1976. Niche shifts in Sunsfishes: experimental evidence and significance. Science, 191: 401-406.

---------- 1977a. Competition and habitat shift in two Sunfishes (Centrarchidae). Ecology, 58: 869 - 876.

---------- 1977b. Density and competition among Sunfish: some alternatives. Science, 195: 94-95.

ANNEXES

Annexe 1: Composition de la ressource alimentaire disponible (Pourcentage moyen du poids des proies) selon les manipulations et les milieux. Num : Numéro de manipulation; R-1: Réplicat # 1; R-2: Réplicat # 2; R-3: Réplicat # 3; Milieu 1: Intérieur des enclos; Milieu 2: Extérieur des enclos; 3: Zone de pêche; A: Chironomidae (larves); B: Chironomidae (pupes); C : Chydoridae; D : Cladocères; E : Bosminidae; F: Ostracodes; G: Autres organismes.

Num.	Milieu	A	B	C	D	E	F	G
1	1	27,10	03,78	0,21	0,26	0,21	0,16	68,29
1	2	22,75	06,21	0,02	0,02	0,00	0,02	71,55
1	3	28,21	12,64	0,30	0,02	0,00	0,03	58,71
2	1	28,35	10,82	0,00	0,21	0,01	0,38	60,22
2	2	17,31	04,86	0,28	0,29	0,00	0,00	77,25
2	3	19,52	15,82	0,03	0,01	0,00	0,00	64,62
3	1	10,85	05,12	0,21	0,26	0,00	0,00	83,55
3	2	27,76	10,30	0,03	0,36	0,00	0,00	61,54
3	3	18,20	13,87	0,30	0,76	0,00	0,12	66,75
4 (R-1)	1	29,18	17,23	0,01	0,21	0,03	0,02	53,32
4 (R-1)	2	23,08	19,58	0,04	0,15	0,00	0,18	56,95
4 (R-1)	3	22,45	18,75	0,31	0,03	0,21	0,31	57,94
5 (R-2)	1	10,00	06,21	0,04	0,01	0,26	0,37	83,12
5 (R-2)	2	23,74	12,93	0,08	0,27	0,09	0,18	62,71
5 (R-2)	3	10,79	12,94	0,01	0,22	0,10	0,29	75,65
6 (R-3)	1	20,28	03,87	0,00	0,26	0,16	0,34	75,10
6 (R-3)	2	37,72	04,84	0,10	0,24	0,01	0,58	56,27
6 (R-3)	3	31,26	14,79	0,12	0,34	0,31	2,21	50,96

Annexe 2: Répartition des poissons sélectionnés (selon les critères de taille et de poids) pour les analyses des contenus stomacaux selon les communautés, les densités et les espèces.

Communauté	Densité					
	Inférieure (3 poissons/m²)		Moyenne (4,5 poissons/m²)		Supérieure (6 poissons/m²)	
	Crapet	Carpe	Crapet	Carpe	Crapet	Carpe
Allopatrie	40	40	65	71	89	82
Sympatrie	46	48	63	70	81	96
Sous total # 1	86	88	128	141	170	178
Sous total # 2	174		269		348	
Total	791					

Note:

- Sous total # 1: nombre de poissons sélectionnés selon les espèces et les densités.

- Sous total # 2: nombre de poissons sélectionnés selon les densités.

Annexe 3: Composition des contenus stomacaux (Pourcentage moyen du poids des proies) des espèces étudiées pour chacune des conditions expérimentales. A : Chironomidae (larves); B : Chironomidae (pupes); C : Chydoridae; D: Cladocères; E : Bosminidae; F : Ostracodes; G : Autres organismes.

Taxon	Crapet allopatrique								
	Densité								
	Inférieure			Moyenne			Supérieure		
	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.
A	92,63	±	17,55	86,83	±	26,32	82,51	±	29,26
B	3,22	±	6,85	8,24	±	20,64	10,54	±	22,65
C	0,01	±	0,38	0,08	±	0,39	0,57	±	4,59
D	0,05	±	0,18	1,18	±	6,24	2,22	±	8,76
E	0,05	±	0,14	0,16	±	1,08	0,02	±	0,09
F	3,39	±	16,83	0,23	±	1,30	5,09	±	19,41
G	0,66	±	2,09	2,01	±	12,24	2,39	±	12,05

Annexe 3: (Suite-)

Taxon	Crapet sympatrique								
	Densité								
	Inférieure			Moyenne			Supérieure		
	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.
A	92,02	±	16,99	92,72	±	18,93	81,36	±	33,00
B	3,76	±	8,46	4,35	±	14,49	3,57	±	10,41
C	0,32	±	1,44	0,11	±	0,51	0,61	±	1,92
D	1,16	±	0,39	1,00	±	5,55	0,71	±	3,77
E	0,11	±	0,50	0,23	±	1,30	5,09	±	19,41
F	3,01	±	15,37	1,21	±	5,53	4,52	±	15,58
G	0,62	±	2,09	0,37	±	1,68	4,13	±	16,48

Annexe 3: (Suite-)

Taxon	Carpe allopatrique								
	Densité								
	Inférieure			Moyenne			Supérieure		
	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.
A	84,13	±	32,42	87,10	±	24,26	64,13	±	42,06
B	0,00	±	0,00	0,37	±	3,12	0,00	±	0,00
C	3,50	±	8,54	3,16	±	9,21	10,73	±	19,89
D	4,68	±	13,92	0,49	±	1,15	7,70	±	17,46
E	1,23	±	4,57	3,30	±	6,67	2,51	±	6,75
F	6,41	±	18,81	2,65	±	5,42	6,48	±	17,69
G	0,05	±	0,16	3,94	±	15,14	8,45	±	25,13

Annexe 3: (Suite-)

Taxon	Carpe sympatrique								
	Densité								
	Inférieure			Moyenne			Supérieure		
	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.	$\bar{X}$	±	E.T.
A	45,34	±	46,27	58,09	±	46,57	61,78	±	44,33
B	1,84	±	12,75	0,00	±	0,00	0,00	±	0,00
C	20,63	±	29,11	10,91	±	17,91	10,12	±	16,22
D	3,23	±	7,87	6,98	±	14,37	2,20	±	6,66
E	2,97	±	6,87	2,19	±	6,10	1,15	±	10,08
F	19,32	±	32,02	13,15	±	23,36	16,26	±	27,91
G	6,67	±	21,44	8,68	±	24,75	5,48	±	19,83

Note:

E.T.: Ecart type.

Annexe 4: Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques mésurés. Pêch. : lieu de pêche; Exp. : lieu d'expérimentation.

Numéro de manipulation	Paramètre							
	Couleur		Conductivité (mmhos.cm^{-1})		Oxygène (mg.l^{-1})		pH	
	Pêch.	Exp.	Pêch.	Exp.	Pêch.	Exp.	Pêch.	Exp.
1	Ve.	Ve.	0,241	0,238	5,57	5,61	8,00	6,33
2	Ve.	Ve.	0,289	0,287	6,91	7,55	8,61	8,57
3	Br.	Br.	0,287	0,284	9,64	8,14	8,53	8,14
4 (Répl. # 1)	VB.	VB.	0,285	0,289	7,47	8,61	8,63	7,81
5 (Répl. # 2)	Br.	Br.	0,291	0,283	5,49	7,89	8,17	8,63
6 (Répl. # 3)	Br.	Br.	0,310	0,315	5,69	5,10	7,87	7,54

Annexe 4: (Suite-)

Numéro de manipulation	Paramètre					
	Température (° C)		Turbidité (m)		Profondeur (m)	
	Pêch.	Exp.	Pêch.	Exp.	Pêch.	Exp.
1	22,97	23,17	0,310	0,337	0,662	0,753
2	25,75	25,28	0,258	0,326	0,525	0,680
3	26,05	26,18	0,253	0,217	0,550	0,660
4 (Répl. # 1)	25,42	25,19	0,220	0,251	0,595	0,680
5 (Répl. # 2)	25,85	26,20	0,232	0,227	0,577	0,570
6 (Répl. # 3)	26,82	26,73	0,251	0,371	0,546	0,730

Note:

Ve. : Vert.
Br. : Brun.
VB. : Vert-brun.
Répl.: Réplicat.