

DIRECTION DE LA FAUNE AQUATIQUE

EXPLOITATION COMMERCIALE DES POPULATIONS
D'ECREVISSES (DECAPODA ASTACIDAE)
DU LAC SAINT-PIERRE (QUEBEC)

par

Lise Baribeau
Jean-Guy Lanouette
et
Claude Tessier

GDG Environnement Mauricie Inc.

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche

1982

Note au lecteur

Le présent document a été réalisé dans le cadre d'un contrat entre le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et G.D.G. Environnement Mauricie Inc.

Les discussions découlent de l'analyse des auteurs et n'engagent en rien la responsabilité du Ministère.

Table des matières

Liste des tableaux	iii
Liste des figures	iv
Introduction	1
I - Ecologie	3
A) Habitat	3
B) Alimentation	4
C) Prédation	7
D) Comportement	7
E) Cycle vital	10
II - Exploitation	14
A) Discussion	17
B) Toxiques	23
Conclusion	25
Références citées	29
Bibliographie	32
I) Ecologie, dynamique des populations	32
II) Alimentation	37
III) Prédation	39

IV) Exploitation 42
V) Toxiques et pathogènes 45
VI) Elevage 49

Liste des tableaux

- Tableau I Incidence de chacun des éléments identifiés dans les contenus stomacaux de 82 jeunes-de-1'année d'*Orconectes virilis*.
- Tableau II Prédateurs des écrevisses.
- Tableau III Longueur moyenne de la carapace en fonction de l'âge (mm).
- Tableau IV Compilation des données de l'enquête auprès des pêcheurs commerciaux, 1982.
- Tableau V Nombre moyen d'oeufs attachés par femelle à West Lost et North Twin de 1966 à 1975, environ deux semaines avant l'éclosion.
- Tableau VI Taux de mortalité annuel total d'*Orconectes virilis* à West Lost Lake.
- Tableau VII Production annuelle d'écrevisses au lac Dock, Ontario, 1976-1977.
- Tableau VIII Concentration des toxiques dans les écrevisses capturées aux Becquets par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPA) en 1979.
- Tableau IX Sommaire du cycle vital d'*Orconectes virilis*, de la représentation des sexes dans les captures et des migrations des individus.

Liste des figures

Fig. 1 Carte de la localisation du territoire couvert par l'enquête auprès des pêcheurs commerciaux, 1982.

INTRODUCTION

L'objectif de cette recherche était d'évaluer la possibilité d'exploitation commerciale des populations d'écrevisses du lac Saint-Pierre à l'aide d'une enquête auprès des pêcheurs commerciaux de la région ainsi que par une recherche bibliographique.

Nous avons obtenu , par l'enquête auprès de huit pêcheurs commerciaux des renseignements sur les populations d'écrevisses du couloir fluvial, établissant ainsi les périodes de capture, la nature du fond, la profondeur de l'eau, la vitesse du courant aux lieux de capture ainsi qu'une estimation de la quantité moyenne d'écrevisses capturées par engin de pêche, de leur taille et de la densité des captures en fonction du type de milieu.

Une revue rapide de la bibliographie pertinente a permis de compléter ces résultats. Ainsi nous avons déterminé l'habitat, le type d'alimentation, les prédateurs, le comportement et le cycle vital d'*Orconectes virilis*, principale espèce rencontrée dans la région. De plus, en se basant sur les quelques travaux traitant de l'exploitation

commerciale de cette espèce aux Etats-Unis et en Ontario, conjointement avec les résultats de l'enquête, nous avons spécifié les modalités d'une exploitation commerciale ainsi que les points à étudier prioritairement lors du suivi des populations d'écrevisses du couloir fluvial.

I - ECOLOGIE

A) HABITAT

Orconectes virilis est tolérante à une grande variété de conditions de l'environnement à travers son aire de répartition. Mais, en général, on la trouve dans les rivières claires et froides à fond rocheux (Crocker et Barr, 1968). On la retrouve aussi occasionnellement dans des rivières à fond boueux et à courant plus lent (Crocker, 1957) ainsi que dans les lacs rocheux, souvent en eaux profondes (Threinen, 1958).

Lamy (1980) a capturé cette espèce dans les rivières Bécancour et St-Wenceslas. La première, de profondeur moyenne, est caractérisée par un fond complètement rocheux par endroits, et par la rapidité du courant, alors que la seconde est caractérisée par un fond plutôt boueux avec très peu de roches.

Cambarus b. bartoni est, de toutes les écrevisses, l'espèce exigeant le plus haut niveau d'oxygène dissous dans son habitat. Dans le sud de l'Ontario, elle est généralement restreinte aux rivières froides à courant rapide, mais elle peut aussi se retrouver dans les lacs rocheux et dans quelques-unes des rivières larges et profondes s'écoulant au nord des Grands Lacs (Crocker et Barr, 1968).

Les écrevisses habitant les lacs à fond boueux sont généralement protégées des prédateurs par l'abondance de la végétation aquatique et par la turbidité de l'eau qu'elles provoquent par leurs activités (Langlois, 1935).

B) ALIMENTATION

Les écrevisses sont omnivores. Elles se nourrissent d'un mélange de végétation aquatique, d'invertébrés, de restes de plantes et d'animaux.

Le régime alimentaire de plusieurs espèces d'Amérique du Nord est présentement connu. Prins (1968) décrit celui d'*O. rusticus* et d'*O. virilis* (Momot et al., 1978) et afin de faciliter l'exposé, on peut combiner les divers éléments du régime alimentaire d'*O. virilis* en trois principaux groupes.

Ainsi, les débris se classent, en importance, au premier rang totalisant de 13,2 à 21,6% du volume total. Ces débris se définissent comme étant de la matière organique et inorganique amorphe, incluant des agrégats de marne, des algues non-filamenteuses et des diatomées.

La végétation aquatique forme le second groupe (de 9 à 20% du total), incluant les racines, les tiges, l'écorce et les feuilles des arbres (*Betula papyrifera*, *Acer rubrum*, *Populus grandidentata* et *Populus tremuloides*); le reste étant composé d'algues filamenteuses (5,6 - 2,4%), d'insectes aquatiques (2,5 - 1,2%), d'amphipodes (1,0 - 0,1%), d'isopodes (0,5 - 0,0%), de diverses chitines (1,3 - 0,1%) et de fragments d'écrevisses (1,4 - 3,5%).

De plus, Momot *et al.* (1978) décrit le régime alimentaire des jeunes-de-l'année (Tableau I) qui diffère légèrement de celui des adultes. En effet, ceux-ci se nourrissent principalement de débris de plantes (*Carex aquatilis* var. *substricta*). Cette différence s'explique par le fait que les cariçaies servent de "nursery" aux jeunes-de-l'année (Momot et Gowing, 1977 b).

Ceci indique l'importance des écrevisses dans un écosystème. En effet, celles-ci maintiennent le flux d'énergie à l'intérieur d'une communauté biotique (Crocker et Barr, 1968). Ainsi, en se nourrissant de débris de toutes sortes, elles transforment l'énergie qui sera, par la suite, utilisée par les prédateurs se nourrissant d'eux.

TABLEAU I. Incidence de chacun des éléments identifiés dans les contenus stomacaux de 82 jeunes-de-l'année d'*Orconectes virilis*. (tiré de Momot *et al.* 1978)

<u>ELEMENT</u>	<u>INCIDENCE</u>	<u>% INCIDENCE</u>
Débris de plantes	82	100.0
Algues filamenteuses	8	9.8
Algues non-filamenteuses	14	17.1
Pollen de pin	68	82.9
Diatomées	37	45.1
Rotifères	1	1.2
Cladocères	7	8.5
Ostracodes	7	8.5
Larves de Chironomides	5	6.1
Oeufs de Chironomides	24	29.3
Nymphes d'Anisoptères	2	2.4
Fragments d'Arthropodes	21	25.6
Fragments de chitine	14	17.1

C) PREDATION

Les écrevisses sont la proie de plusieurs espèces de poissons, d'oiseaux, d'amphibiens, de reptiles et de mammifères (Tableau II).

Selon Crocker et Barr (1968):

"The three major uses of crayfishes in North America are as food, fish bait and specimens for biological investigation." (p. 45)

L'écrevisse est un met très recherché en certains endroits. Elle constitue un plat national en Louisiane, dans le sud des Etats-Unis. On la consomme aussi beaucoup en Scandinavie et dans le sud de la France (Lamy, 1980).

D) COMPORTEMENT

O. virilis est une espèce nocturne, c'est-à-dire qu'elle se dissimule le jour sous des pierres, des plantes ou des débris alors qu'elle sort la nuit à la recherche de nourriture (Lamy, 1980). Cette tendance à limiter ses déplacements à la période nocturne est une adaptation qui la protège grandement de la majorité de ses prédateurs possibles (Roberts, 1944).

TABLEAU II. Prédateurs des écrevisses. (tiré de Crocker et Barr, 1968)

PREDATEURS

POISSONS

<i>Salmo gardneri</i>	(Truite arc-en-ciel)
<i>Salvelinus fontinalis</i>	(Omble de fontaine)
<i>Esox niger</i>	(Brochet maillé)
<i>Micropterus dolomieu</i>	(Achigan à petite bouche du Nord)
<i>Ambloplites rupestris</i>	(Crapet de roche du Nord)
<i>Roccus chrysops</i>	(Bar blanc)
<i>Amia calva</i>	(Amie)
<i>Cyprinus carpio</i>	(Carpe d'Europe)
<i>Semotilus atromaculatus</i>	(Mulet du Nord)
<i>Semotilus corporalis</i>	(Ouitouche)

OISEAUX

Podicipedidae	(Grèbes à bec bigarré)
Ardeidae	(Hérons)
Anatinae	(Canards de surface)
Aythiinae	(Canards plongeurs)
Oxyurinae	(Canards roux)
Merginae	(Becs-scie)
Accipitridae	(Buses, Busards)
Falconidae	(Faucons émerillons)
Rallidae	(Râles)
Charadriidae	(Pluviers kildirs)
Laridae	(Goélands à bec cerclé)
Corvidae	(Corneilles américaines)
Icteridae	(Mainates bronzés)
Strigidae	(Hiboux véritables)
Alcedinidae	(Martins-pêcheurs)

MAMMIFERES

Vison
Rat musqué
Ratton laveur
Homme

AMPHIBIENS

Rana catesbeiana

REPTILES

Tortue serpentine
Tortue peinte

De plus, au sein d'une population d'écrevisses, on note l'existence de relations hiérarchiques se manifestant par des contacts souvent violents. Ceux-ci ont un rôle bien précis, soit d'assurer l'espacement des membres du groupe, garantissant ainsi à chacun des individus occupant une même niche le minimum de nourriture et de couvert, ainsi qu'une meilleure protection contre les prédateurs (Lamy, 1980).

Les batailles augmentent jusqu'à ce qu'un espacement adéquat se produise lors de l'arrivée des jeunes à l'été, occasionnant une surpopulation. Les mâles adultes se concentrent alors dans les eaux peu profondes qui offrent de meilleures conditions de nourriture et d'abri (Camougis et Hichar, 1959; Abrahamson, 1966).

De plus, on a noté en plusieurs endroits le mouvement de femelles d'*O. virilis* des eaux peu profondes vers les eaux plus profondes au cours de l'été. Selon Fast (1971) ce comportement serait directement lié à l'agressivité des mâles forçant la migration des femelles en eaux profondes. Pour sa part, Momot (1967) associe cette migration à la maturation des gonades, elle-même reliée à la température de l'eau.

La taille est le principal facteur influençant l'établissement d'une hiérarchie, tant dans un groupe de mâles que de femelles. Or les mâles d'*O. virilis* sont plus gros que les femelles du même âge. On observe donc une dominance des mâles pour leur groupe d'âge (Lunt, 1967).

Le sexe peut aussi jouer un rôle chez certaines espèces, tel que démontré chez *P. alleni* (Bovbjerg, 1956) et *C. shufeldtii* (Lowe, 1956).

Par ailleurs, un individu dominant perdra son rang lorsqu'il mue. Toutefois, il peut facilement le reprendre lorsque sa nouvelle carapace est formée (Lamy, 1980).

E) CYCLE VITAL

Les écrevisses ont un mode de vie solitaire. Il ne s'établit aucun lien familial au moment de la reproduction. Comme le mâle n'a pas la capacité de reconnaître les sexes (Pearse, 1909), il essaie de copuler avec tout individu qu'il rencontre. L'inertie de la femelle agit comme déclencheur social alors que les mâles se défendent des avances des importuns (Crocker et Barr, 1970). Les mâles et les femelles peuvent s'accoupler avec plusieurs partenaires. Il y a deux périodes d'accouplement, soit d'avril à mai et d'août à octobre (Fasten, 1914).

La maturation ovarienne complète nécessite quatre à cinq mois de basses températures et d'obscurité constantes au cours de l'hiver pour aboutir à la ponte des oeufs au printemps (Aiken, 1969). Les oeufs sont portés quelques semaines avant que les jeunes naissent.

Après leur éclosion, ils demeurent attachés aux pléopodes de la femelle, passant par trois mues, avant de quitter celle-ci définitivement, soit un délai de 6 à 20 jours. Les femelles commencent à muer après le départ des jeunes. Elles passent ensuite de la forme d'accouplement, ou forme I, à une forme non-reproductive, ou forme II, pour la durée de l'été. Une nouvelle mue leur permet le retour à la forme I au mois d'août (Lamy, 1980).

La mesure utilisée pour déterminer les classes d'âge (Tableau III) est la longueur du céphalothorax, de la pointe du rostre jusqu'à l'extrémité postérieure du céphalothorax. Cette méthode permet d'obtenir une mesure juste, le céphalothorax étant rigide alors que la mesure de la longueur totale de la carapace peut entraîner des variations dues à la flexibilité de l'abdomen (Weagle et Ozburn, 1970; Lamy, 1980).

Selon Momot (1967), les deux sexes seraient matures après une mue en juillet, à l'âge I, soit au début du deuxième automne de leur vie. Les femelles survivent jusqu'au début de l'été suivant (âge II) après l'accouplement d'automne pour produire les jeunes. Il est possible que les mâles survivent également jusqu'au printemps suivant (âge II) pour la nouvelle période d'accouplement. Ensuite, la plupart meurent. Les femelles meurent après le départ des jeunes quoique certaines vivent jusqu'à l'automne suivant. Il est rare que des individus mâles ou femelles survivent jusqu'au quatrième été (âge III) (Threinen, 1958; Crocker et Barr, 1968; Lamy, 1980).

TABLEAU III. Longueur moyenne de la carapace en fonction de l'âge (mm). (tiré de Momot, 1967)

GROUPE D'AGE	♂			♀		
	1962	1963	\bar{X}	1962	1963	\bar{X}
0	15,25	14,63	14,94	14,17	13,78	13,98
I	30,94	28,69	29,82	28,04	26,76	27,40
II	36,78	36,23	36,51	31,54	31,41	31,48
III	40,96	40,80	40,88	36,96	36,44	36,70

Selon Lamy (1980), on observerait une grande variabilité du rapport mâles-femelles au cours de l'année. Ainsi, au mois de mai presque uniquement des mâles seraient capturés. En effet, les femelles pondent leurs oeufs au printemps et, comme elles ne doivent pas être dérangées, elles se cachent et se déplacent probablement peu. Les mâles, plus libres de circuler, ont plus de chances d'être capturés dans les filets. Ceux-ci dominent encore en juin, mais dans une proportion beaucoup plus faible. Les femelles libèrent leurs oeufs au cours de ce mois, quoique certaines portent exceptionnellement des oeufs jusqu'en juillet. Elles circulent plus librement à ce moment, ce qui explique l'augmentation de leurs captures. Les femelles prédominent en juillet. Les mâles préférant les eaux peu profondes en été, augmentent donc à nouveau dans les captures en août et septembre.

De plus, Momot et Gowing (1972) précisent qu'en mai et juin, la plupart des écrevisses se retrouvent à des profondeurs de moins de trois mètres, les femelles et les jeunes fréquentant les eaux peu profondes (0-1.5 m). La migration des femelles adultes vers les eaux profondes débute tôt et en août, la majorité des femelles se retrouvent à des profondeurs de 6.1 m et plus, étant particulièrement abondantes à 7.6 m.

Elles se terrent parmi les roches du fond pour échapper à la gelée de l'hiver, la vase les recouvrant rapidement si elles restent inactives (Aiken, 1968). Les jeunes demeurent en eau peu profondes jusqu'en mi-juillet et migrent ensuite graduellement vers les eaux plus profondes.

II - EXPLOITATION

Huit pêcheurs commerciaux ont été rencontrés, soit cinq en amont du pont Laviolette (trois sur la rive nord du lac Saint-Pierre et deux sur la rive sud) et trois en aval (un sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent et deux sur la rive sud). Le territoire couvert par l'enquête (fig. 1) s'étend des Iles de Sorel à Trois-Rivières (rives nord et sud) et du Cap-de-la-Madeleine à Champlain (rive nord) ainsi que de Saint-Grégoire à Les-Becquets (rive sud).

Les résultats de l'enquête sont compilés au tableau IV. Les périodes de capture s'échelonnent d'avril à novembre. Les engins de pêches utilisés sont des verveux (maille $1\frac{1}{2}$ po. étirées), généralement localisés dans les herbiers sur fonds sableux ou vaseux, à des profondeurs variant, en moyenne, de trois à cinq pieds, soit où la vitesse du courant est faible (1-2 noeuds).

La quantité moyenne d'écrevisses capturées par engin de pêche serait d'environ 2 à 3 lb/2 jrs et ce, majoritairement capturées dans les herbiers. Selon les pêcheurs, les écrevisses capturées mesureraient

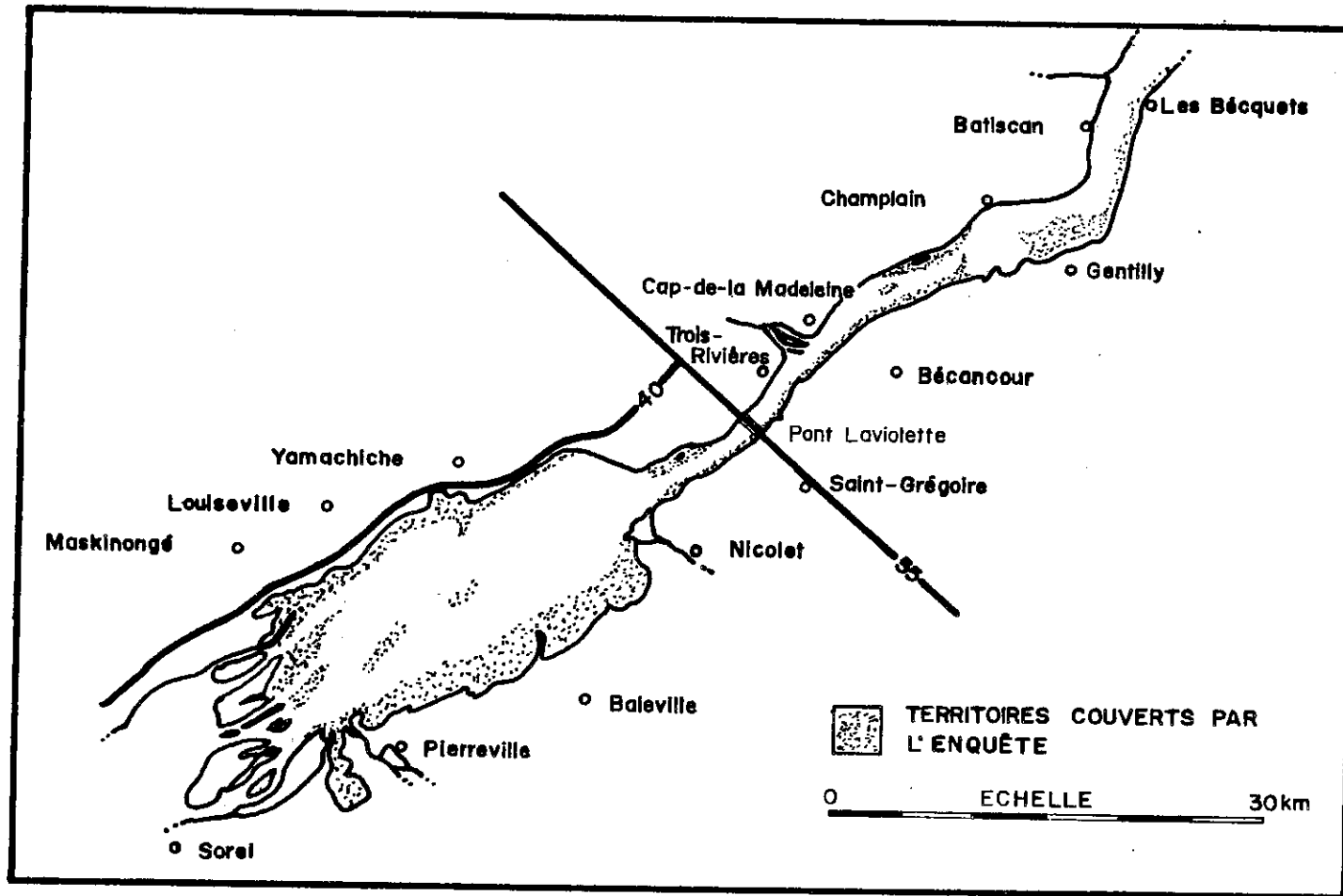


Figure 1: Carte de localisation du territoire couvert par l'enquête auprès des pêcheurs commerciaux, 1982.

Tableau IV: Compilation des données de l'enquête auprès des pêcheurs commerciaux, 1982.

		Trois-Rivières Louiseville	Louiseville Grande Ile	Baie St-François Longue Pointe	Longue Pointe Ile Moras	Pont Layiolette Les Becquets	Cap-de-la-Madeleine Champlain Baie de Bécancour
Période de capture	Avril		.				
	Mai		.				
	Juin	.	.	.			
	Juillet	.	.	.			
	Août	.	.	.	.
	Septembre	.	.	.	.	.	.
	Octobre Novembre	.	.	.	.	.	.
Nombre et type d'engin de pêche	Verveux	40	40	40	40	20	80
	Coffres	-	-	-	-	-	55
Nature du fond aux lieux de capture	Sable	.	.	.	.	.	.
	Herbier	.	.	.	.	.	.
	Vase	.	.	.	.	.	.
Profondeur de l'eau	(pieds)	2½-4	3-5	3-5	4-6	4-8	1-6
Vitesse du courant (noeuds)	1	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.
Quantité des prises: moyenne par engin de pêche	(lb/ 2 jrs)	3	4	4	3	10	1,4
Densité des captures selon la localisation des engins de pêche	Herbier	***	***	***	***	***	***
	Lisière	**	**	*	*		*
	Large	**	*	*			
Longueur totale des prises (du rostre à la queue en pouces)	2	*	*	*	*		*
	3	*	*	*	*	*	**
	4	***	*	*	**	*	**
	5	***	*	*	*	*	*
	6				**		
Présence de femelles portant leurs oeufs	(mois)	05-06	±06	oui	06	06-07	07
Variation de la population depuis les dix dernières années	± depuis années	+3	aucune	-2	+3	+2	+3
Demande actuelle	Grossistes	***	***	***	**		***
	Particuliers	*		*	**		*
	Restaurateurs			***			
Commercialisation envisagée	Grossistes	***	***	***	**		***
	Poissonneries			*	**		
	Particuliers	*		*			
Prix vendu la livre	(\$)	1,25			1,35		

entre deux et six pouces de longueur totale bien que le plus grand nombre auraient de quatre à cinq pouces (soit 55-65 mm de céphalothorax). Les femelles portant des oeufs apparaissent dans les captures du mois de mai au mois de juillet.

La majorité des pêcheurs auraient remarqué une augmentation de la population d'écrevisses depuis les deux ou trois dernières années. Ceux-ci affirment de plus qu'il existe une forte demande, principalement des grossistes (Waldman's Fish Comp. Ltée, Montréal) et des restaurateurs, leur permettant, éventuellement d'écouler tous les stocks capturés. Le prix actuel sur le marché étant d'environ 1.25\$ à 1.35\$/lb, la pêche commerciale de l'écrevisse leur fournirait un revenu d'appoint.

A) DISCUSSION

Selon Momot et Gowing (1972), les captures d'écrevisses sont permises dans 23 comtés (aux Etats-Unis) du 15 juin au 1er mars, alors que dans d'autres elles ne sont autorisées qu'après le 14 juillet.

Threinen (1958) spécifie que la majorité des captures ne s'effectuent généralement qu'après la mi-juillet et que le pourcentage de femelles n'excède jamais 7.3% du total des captures effectuées dans moins de 3 mètres.

Pour leur part, Momot et Gowing (1977b) ont pêché intensivement, cinq jours consécutifs, pendant la dernière semaine d'août. Les mâles d'âge II et III étaient principalement capturés en raison de la sélectivité des pièges à ce temps de l'année.

Pour évaluer l'impact d'une exploitation commerciale des populations d'écrevisses, il importe de connaître, entre autres, la biomasse, le taux de reproduction et le taux de mortalité.

Quelques données de base sont disponibles sur des populations aux Etats-Unis. Camougis et Hichar (1959) estiment que les populations d'*O. virilis* au Massachusetts seraient de 8,300 individus/acre. Pour leur part, Momot et Gowing (1977a) évaluent que la biomasse des populations d'*O. virilis* des lacs de Pigeon River varie de 45.9 à 212.7 kg/ha; celle de Shallow Lake et Dock Lake variant de 25.1 à 34.1 kg/ha (Momot, 1978). Toutefois, il n'est pas rare de rencontrer des populations de 500 kg/ha et plus (Momot *et al.*, 1978). Toutefois, ces données peuvent varier selon les conditions climatiques, le type d'habitat, la faune et la flore.

Le taux de reproduction peut être estimé en fonction du nombre d'oeufs produits. Plusieurs facteurs influencent le taux de reproduction, dont la densité (Momot et Gowing, 1977a) et la disponibilité en nourriture (Momot et Gowing, 1977b) (tableau V). Ainsi, avec une augmentation de la densité, la quantité de nourriture disponible par femelle diminue.

Tableau V: Nombre moyen d'oeufs attachés par femelle à West Lost et North Twin de 1966 à 1975, environ deux semaines avant l'éclosion (Tiré de Momot et Gowing, 1977 b).

Lac et Année	Nombre femelles examinées	Nombre d'oeufs (moyenne \pm écart-type)
West Lost		
1966	73	61,9 \pm 3,8
1967	42	44,8 \pm 5,6
1968	43	92,1 \pm 5,3
1969	52	78,4 \pm 5,5
1970	51	64,8 \pm 5,8
1971	62	39,4 \pm 4,8
1972	51	52,5 \pm 6,4
1973	42	44,4 \pm 5,7
1974	38	27,4 \pm 3,7
1975	30	53,5 \pm 6,4
North Twin		
1966	78	25,7 \pm 3,3
1967	54	68,0 \pm 5,5
1968	33	116,8 \pm 6,6
1969	37	82,1 \pm 8,3
1970	52	51,3 \pm 4,9
1971	33	56,2 \pm 7,2
1972	54	53,4 \pm 5,7
1973	54	42,4 \pm 4,9
1974	47	23,4 \pm 2,6
1975	30	86,2 \pm 11,6

Le taux de mortalité (tableau VI) comprend tous les types de mortalité naturelle (prédation, âge, etc.). Selon l'étude effectuée par Momot (1967), le plus grand pourcentage de mortalité survient au milieu de la deuxième année pour les femelles et au milieu de la troisième pour les mâles. Le taux de mortalité du printemps à l'été chez les femelles de deux ans, après le départ des jeunes était de 10 fois supérieur à celui des mâles de la même classe d'âge. Toutefois, la mortalité du printemps à l'été des femelles de trois ans n'était que d'environ 1/7 de celles des mâles. La mortalité des écrevisses des deux sexes et pour tous les âges au cours de l'hiver était assez sévère. Seuls quelques mâles ont survécu au cours du quatrième hiver.

En somme (tableau VII) la productivité s'évalue d'après le taux de mortalité (Z), le taux de croissance (G), la biomasse initiale (W_0) et la biomasse moyenne (\bar{W}). Ainsi Momot (1978) démontre que le taux de croissance diminue avec l'âge. Il serait à son maximum au cours du premier été, demeurant élevé au cours du second été puis diminuant abruptement. Le taux de mortalité suivrait le même patron. Le taux de croissance, excédant le taux de mortalité au cours de la première saison permettrait une nette augmentation de la biomasse. Le taux de mortalité atteint son plus bas niveau au cours de la troisième saison. Toutefois, une diminution abrupte du taux de croissance engendre une diminution ou au mieux une légère augmentation de la biomasse. Au cours de la quatrième saison on observe un fort taux de mortalité résultant en une forte diminution de la biomasse.

Tableau VI: Taux de mortalité annuel total d'*Orconectes virilis* à West Lost Lake (Tiré de Momot, 1967).

Groupe d'âge	Intervalle	Taux de mortalité	
		Mâles	Femelles
0	Printemps 1963 à été 1963	0,94	0,93
0,5 - 1,5	été 1962 à été 1963	0,50	0,63
1,5 - 2,0	été 1962 au printemps 1963	0,31	0,39
2,0 - 2,5	printemps 1963 à été 1963	0,05	0,49
2,5 - 3,0	été 1962 au printemps 1963	0,48	0,84
3,0 - 3,5	printemps 1963 à été 1963	0,40	0,06

Tableau VII: Production annuelle d'écrevisses au lac Dock, Ontario, 1976-1977. Z: taux de mortalité instantané; G: taux de croissance instantané; W_0 : biomasse initiale; \bar{W} : biomasse moyenne; \bar{GW} : production annuelle (P). Les totaux sont donnés en kilogrammes pour chaque sexe et en kilogramme/hectare pour le total des deux sexes entre parenthèse (Tiré de Momot, 1978).

Sexe	Intervalle d'âge	Z	G	G - Z	W_0	\bar{W}	$\bar{GW} = P$
Mâles	0,0 - 0,5	2,73	3,16	+ 0,43	4,43	7,81	17,49
	0,5 - 1,5	1,77	2,03	+ 0,26	7,16	8,18	16,59
	1,5 - 2,5	0,46	0,41	- 0,05	6,01	5,85	2,40
	2,5 - 3,5	2,29	0,38	- 1,91	4,56	2,03	0,77
	0,0 - 3,5						37,25
Femelles	0,0 - 0,5	3,09	2,92	- 0,17	4,43	5,75	11,89
	0,5 - 1,5	1,60	2,03	+ 0,43	4,80	6,00	12,19
	1,5 - 2,5	0,74	0,41	- 0,33	5,07	4,32	1,76
	2,5 - 3,5	3,04	0,32	- 2,72	4,16	1,43	0,46
	0,0 - 3,5						26,30

(52,53)

B) TOXIQUES

Plusieurs études, traitant entre autres de la toxicité de certains métaux lourds, insecticides et herbicides, ont été effectuées tant aux Etats-Unis qu'ailleurs dans le monde. Ces résultats tendent à démontrer que les écrevisses seraient de bons indicateurs du taux de mercure dans l'environnement, la concentration de mercure dans leurs tissus (0.07 - 0.56 ppm) suivant celle retrouvée dans les sédiments, les poissons et les mammifères (Sheffy, 1978). Il semblerait aussi que les écrevisses accumulent particulièrement le cuivre et le zinc, tel que démontré en Illinois (Anderson *et al.*, 1978).

De plus, une exposition continuelle à de relativement faibles concentrations de cadmium et de plomb engendrerait des changements dans le taux de mortalité, la fécondité et le comportement (Dickson *et al.*, 1979).

Bogomolova et Shtenberg (1976) ont étudié la teneur en composés organiques de mercure (provenant de pesticides) dans divers poissons et écrevisses. Leur teneur dans les écrevisses marines n'excéderait pas 0.052 mg/kg.

Au Québec, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPA) a effectué des tests de toxiques sur 12 femelles capturées aux Becquets en 1979 (tableau VIII). Toutefois, en raison du faible échantillonnage, il est impossible de conclure avec certitude quant à la comestibilité de la chair d'écrevisse.

Tableau VIII: Concentration en ppm des toxiques dans les écrevisses capturées au Becquets par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPA) en 1979.

ELEMENT	CONCENTRATION
Cadmium	0,30 (norme: 1,00)
Cobalt	0,05
Chrome	0,20
Cuivre	27,00 (norme: 100,00)
Mercure	0,08 (norme: 0,54)
Manganèse	79,00
Nickel	0,88
Plomb	0,60 (norme: 10,00)
Zinc	15,00 (norme: 100,00)

CONCLUSION

Compte-tenu du cycle vital (périodes d'accouplement, ponte et départ des jeunes), des migrations des individus et de la représentation des sexes dans les captures (tableau IX), ainsi qu'en se basant sur les résultats de l'enquête et les données bibliographiques, nous estimons qu'il est possible d'expérimenter une exploitation commerciale des populations d'écrevisses du lac Saint-Pierre.

Toutefois, considérant que les femelles s'accouplent une fois avant d'atteindre 30 mm et qu'à cette taille elles sont considérablement plus âgées que les mâles (Momot et Gowing, 1977b), nous recommandons que seules les écrevisses de plus de 30 mm de longueur de carapace soient capturées.

De plus, afin d'assurer la reproduction de l'espèce, aucune capture ne devrait être permise avant le 15 juillet, date à laquelle les jeunes-de-l'année ont majoritairement quitté les femelles.

Tableau IX: Sommaire du cycle vital d'*Orconectes virilis*, de la représentation des sexes dans les captures et des migrations des individus.

	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE
Mâles Forme I Forme II	—————			—————		
Période d'accouplement	—————					
Ponte Naissances Départ des jeunes		—————	—————			
Densité des captures Mâles Femelles						
Migrations Mâles Femelles Jeunes		moins de 3m				
		0-1,5m			plus de 6,1m	
			plus de 3m		environ 6m	
Période d'exploitation						

Ainsi, considérant les dires des pêcheurs rencontrés, les données bibliographiques concernant les biomasses des populations (Camougis et Hichar, 1959; Momot et Gowing, 1977a; Momot, 1978) ainsi que le type d'engin de pêche utilisé (verveux, 1½ po. maille étirée), nous présumons que les populations d'écrevisses pourraient supporter une exploitation commerciale.

Toutefois, bien que la plupart des pêcheurs commerciaux rencontrés aient noté une augmentation des captures d'écrevisses, il resterait à vérifier si cette augmentation ne serait pas due à un intérêt accru des pêcheurs pour les écrevisses ou encore au fait que les mêmes individus sont capturés et rejetés à l'eau.

Ainsi, nous recommandons un suivi de quatre ans (en raison du cycle vital de quatre ans) des populations d'écrevisses soumises à une exploitation commerciale expérimentale.

Ce suivi permettra d'évaluer la biomasse réelle des populations d'écrevisses du couloir fluvial, celle-ci pouvant différer largement de celles des lacs des Etats-Unis ou d'Ontario. Ces résultats permettront aussi d'établir, le cas échéant, des quotas ou encore des secteurs de pêche. En effet, les herbiers à *Sparganium* et *Sagittaria* (équivalents, au lac Saint-Pierre, des milieux à *Carex aquatilis* var. *substricta* aux Etats-Unis), servant de "nursery" aux jeunes-de-l'année devraient nécessiter une attention particulière.

De plus, notre connaissance des espèces présentes dans le couloir fluvial s'avère très fragmentaires. Il est possible que

certaines espèces supportent moins bien que d'autres une exploitation commerciale ou encore que la période d'exploitation ne soit pas adéquate (ainsi *Cambarus b. bartoni* n'aurait pas de période d'accouplement définie).

De même, considérant la demande du marché (restaurateurs, poissonneurs, particuliers) et leur faible coût par rapport aux fruits de mer (langoustines, homards, crevettes) il s'avérerait primordial d'effectuer l'analyse de la teneur en toxiques (DDT, cadmium, mercure, cuivre, cobalt, chrome, plomb, zinc, etc.) des différentes parties consommables. En effet, aucune étude systématique n'a encore été réalisée sur les populations d'écrevisses du couloir fluvial.

REFERENCES CITEES

- ABRAHAMSON, S. A. A. 1966. Dynamics of an isolated population of the crayfish Astacus astacus Linne. *Oikos* 17:96-107
- AIKEN, D. E. 1968. The crayfish Orconectes virilis: Survival in a region with severe conditions. *Can. J. Zool.* 46: 207-211.
- AIKEN, D. E. 1969. Ovarian maturation and egg laying in the crayfish Orconectes virilis: Influence of temperature and photoperiod. *Can. J. Zool.* 47: 931-935.
- ANDERSON, R. V., W. S. VINIKOUR et E. J. BROWER. 1978. The distribution of Cadmium, Copper, Lead and Zinc in the biota of two fresh water sites with different trace metal inputs. *Holarct. Ecol.* 1(4): 377-384.
- BOGOMOLOVA, Z. N. et A. I. SHTENBERG. 1976. The content of organic Mercury compounds Methyl and Ethyl derivatives in some fish species and marine products. *Vopr. Pitan* 3: 50-53.
- BOVBJERG, R. V. 1956. Some factors affecting aggressive behavior in crayfish. *Physiol. Zool.* 29: 127-136.
- CAMOUGIS, G. et J. H. HICHAR. 1959. Some studies on crayfish distribution in a small pond. *Am. Midl. Nat.* 62: 227-321.
- CROCKER, D. W. 1957. The crayfishes of New-York State (Decapoda, Astacidae). *Bull. N. Y. St. Mus. Sci. Ser.* 355: 1-97.
- CROCKER, D. W. et D. W. BARR. 1968. Handbook of the crayfishes of Ontario. *Royal Ont. Mus., Univ. Toronto.* 158 pp.
- DICKSON, G. W., L. A. BRIESE et J. P. GIESY JR. 1979. Tissue metal concentrations in two crayfish species cohabiting a Tennessee USA cave stream. *Oecologia (Berl.)* 44(1): 8-12.
- FAST, A. W. 1971. The effects of artificial aeration on lake ecology. Ph. D. Thesis, Mich. St. Univ., East Lansing. 425 pp.
- FASTEN, N. 1914. Spermatogenesis of the American crayfish Cambarus virilis and Cambarus immunis with special reference to synapsis and chromatid bodies. *J. Morphol.* 25: 587-649.

- LAMY, D. 1980. Effets du réchauffement de l'eau sur la survie et le comportement de l'écrevisse Orconectes virilis (Hagen). M. Sc. Univ. Qué. Trois-Rivières. 108 pp.
- LANGLOIS, T. H. 1935. Notes on the habits of the crayfish Cambarus rusticus Girard in fish pond in Ohio. Trans. Am. Fish. Soc. 65: 189-192.
- LOWE, M. E. 1956. Dominance - subordination relationships in the crayfish Cambarellus shufeldtii. Tulane Stud., Zool. Bot. 4: 139-170.
- LUNT, H. W. 1967. Studies of aggressive behavior in crayfish. Ph. D. Thesis. Univ. Illinois. 63 pp.
- MOMOT, W. T. 1967. Population dynamics and productivity of the crayfish Orconectes virilis in a marl lake. Am. Midl. Nat. 78: 55-81.
- MOMOT, W. T. et H. GOWING. 1972. Differential seasonal migration on the crayfish Orconectes virilis (Hagen) in marl lakes. Ecology 53: 479-483.
- MOMOT, W. T. 1978. Annual production and production biomass ratios of the crayfish Orconectes virilis in two Northern Ontario, Canada, lakes. Trans. Am. Fish. Soc. 107(6): 776-784.
- MOMOT, W. T. et H. GOWING. 1977a. Production and population dynamics of the crayfish Orconectes virilis in three Michigan lakes, USA. J. Fish. Res. Board Can. 34(11): 2041-2055.
- MOMOT, W. T. et H. GOWING. 1977b. Results of an experimental fishery on the crayfish Orconectes virilis. J. Fish. Res. Board Can. 34(11): 2056-2066.
- MOMOT, W. T., H. GOWING et P. D. JONES. 1978. The dynamics of crayfish and their role in ecosystems. Am. Midl. Nat. 99(1): 10-35.
- PEARSE, A. S. 1909. Observations on copulation among crawfishes with special reference to sex recognition. Am. Nat. 43: 746-753.
- PRINS, R. 1968. Comparative ecology of the crayfishes Orconectes rusticus and Cambarus tenebrosus, in Doe Run, Meade County, Kentucky. Int. Rev. Gesanten Hydrobiol. 53: 667-714.
- ROBERTS, T. W. 1944. Light, eyestalk chemical, and certain other factors as regulators of community activity for the crayfish Cambarus virilis (Hagen). Ecol. Monogr. 14(4): 359-392.

- SHEFFY, T. B. 1978. Mercury burdens in crayfish from the Wisconsin river. Environ. Pollut. 17(3): 219-226.
- TRREINEN, C. W. 1958. Wisconsin crayfish. Wisc. Conser. Bull. 23: 13-15.
- WEAGLE, K. V. et G. W. OZBURN. 1970. Sexual dimorphism in the chela of *Orconectes virilis* (Hagen). Can. J. Zool. 48: 1041-1042.

BIBLIOGRAPHIE

I) ECOLOGIE, DYNAMIQUE DES POPULATIONS

- ABRAHAMSON, S., A., A. 1966. Dynamics of an isolated population of the crayfish Astacus astacus Linne. *Oikos* 17: 96-107.
- ABRAHAMSON, S., A., A. et C. R. GOLDMAN. 1970. Distribution density and production of the crayfish Pacifastacus leniusculus in lake Tahoe, California, Nevada. *Oikos* 21(1): 83-91.
- AIKEN, D. E. 1965. Distribution and ecology of three species of crayfish from New-Hampshire. *Amer. Midl. Nat.* 73: 240-245.
- AIKEN, D. E. 1968. The crayfish Orconectes virilis: Survival in a region with severe conditions. *Can. J. Zool.* 46: 207-211.
- AIKEN, D. E. 1969. Ovarian maturation and egg laying in the crayfish Orconectes virilis: Influence of temperature and photoperiod. *Can. J. Zool.* 47: 931-935.
- ANONYME. 1978. Wetlands in Focus. Louisiana Sea Grant Program Biennial Report 1975-1977. Louisiana State Univ., Natl. Ocean. Atm. Adm., Rockville, MD, Report. 36 pp.
- BARR, D. 1969. The crayfish fresh water giant. *Can. Audubon* 31(3): 92-94.
- BARRY, R. 1980. Utilization of crawfish peeling plant waste as a soil amendment for vegetable crop production. Southwestern Louisiana Univ. Res. Ser. Proc. Natl. Crawfish Cult. Workshop 1st, 50: 85-91.
- BERRILL, M. 1978. Distribution and ecology of crayfish in the Kawartha lakes region of Southern Ontario. *Can. J. Zool.* 56(2): 166-177.
- BOUCHARD, R. W. 1977. Distribution systematic status and ecological notes on 5 poorly known species of crayfishes in Western North America (Decapoda, Astacidae and Cambaridae). In: Lindqvist, O.V. (ed.). *Freshwater Crayfish, Vol.3, 3rd, Int. Symp., Kuopio, Finland, 409-423. ISBN 951-780-055-X.*

- BOVBJERG, R. V. 1952. Comparative ecology and physiology of the crayfish Orconectes propinquus and Cambarus fodiens. *Physiol. Zool.* 25: 34-55.
- BOVBJERG, R. V. 1953. Dominance order in the crayfish Orconectes virilis (Hagen). *Physiol. Zool.* 26: 173-178.
- BOVBERG, R. V. 1956. Some factors affecting aggressive behavior in crayfish. *Physiol. Zool.* 29: 127-136.
- BOVBJERG, R. V. 1964. Dispersal of aquatic animals relative to density. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 15: 879-884.
- BOVBJERG, R. V. 1970. Ecological isolation and competitive exclusion in 2 crayfish Orconectes virilis and Orconectes immunis. *Ecology* 51(2): 225-236.
- CALDWELL, M. H. 1969. Differences in the reproductive patterns of 2 ecologically isolated crayfish Orconectes immunis and Orconectes virilis. *Am. Zool.* 9(4): 1136.
- CALDWELL, M. J. et R. V. BOVBJERG. 1970. Natural history of the 2 crayfish of Northwestern Iowa Orconectes virilis and Orconectes immunis. *Proc. Iowa Acad. Sci.* 76: 463-472.
- CAMOUGIS, G. et J. H. HICHAIR. 1959. Some studies on crayfish distribution in a small pond. *Am. Midl. Nat.* 62: 227-321.
- CHIEN, Y.-H. et J. W. AVAULT JR. 1980. Production of crayfish Procambarus clarkii in rice Oryza sativa fields. *Prog. Fish-Cult.* 42(2): 67-71.
- COSTANZO, D. J., G. R. RUDOLF et W. COX. 1972. Social status and habit reversal learning in crayfish. *Worm Runner's Digest, J. Biol. Psychol.* 14(1): 30-32.
- CROCKER, D. W. 1957. The crayfishes of New-York State (Decapoda, Astacidae). *Bull. N. Y. St. Mus. Sci. Ser.* 355: 1-97.
- CROCKER, D. W. 1979. The crayfishes of New-England, USA. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 92(2): 225-252.
- CROCKER, D. W. et D. W. BARR. 1968. Handbook of the crayfishes of Ontario. *Royal Ont. Mus., Univ. Toronto.* 158 pp.

- DIAZ IGLESIA, E. 1975. Necessary conditions for the survival out of water of aquatic Decapods and some metabolic modifications resulting from this. *Cienc. Ser. 8 Invest. Mar. (Havana)* 15: 1-20.
- FAST, A. W. 1971. The effects of artificial aeration on lake ecology. Ph. D. Thesis, Mich. St. Univ., East Lansing. 425 pp.
- FAST, A. W. et W. T. MOMOT. 1973. The effects of artificial aeration on the depth distribution of the crayfish Orconectes virilis (Hagen) in two Michigan lakes. *Am. Midl. Nat.* 89(1): 89-102.
- FASTEN, N. 1914. Spermatogenesis of the american crayfish Cambarus virilis and Cambarus immunis with special reference to synapsis and chromatid bodies. *J. Morphol.* 25: 587-649.
- GOLDMAN, C. R. et J. C. RUNDQUIST. 1977. A comparative ecological study of the California crayfish Pacifastacus leniusculus from two subalpine lakes, lake Tahoe, Nevada, California and lake Donner, California. USA. In: Lindqvist, O. V. (ed.). *Freshwater crayfish*, vol. 3, 3rd Int. Symp. Kuopio, Finland, 51-80. ISBN 951-780-055-X.
- HAZLETT, B. A., D. RITTSCHOF et D. RUBENSTEIN. 1974. Behavioral biology of the crayfish Orconectes virilis. I. Home range. *Am. Midl. Nat.* 92: 301-319.
- JONES, P. D. et W. T. MOMOT. 1981. Crayfish Orconectes virilis productivity allochthony and basin morphometry. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38(2): 175-183.
- KRYUCHKOVA, N. M. et V. KH. RYBAK. 1980. Reduction of lake planktonic algal colonies by Eudiatomus graciloides. *Biol. Nauki (Mosk)* 0(7): 66-70. En russe.
- LAMY, D. 1980. Effets du réchauffement de l'eau sur la survie et le comportement de l'écrevisse Orconectes virilis (Hagen). M. Sc. Univ. Qué. Trois-Rivières. 108 pp.
- LAURENT, P. J. 1977. Fresh water crayfish. Vol. 4. Int. Symp. Thonon-les-Bains, France. Aug. 28-31, 1978. Laurent, P.-J. (ed.) 0(0): 1-473.
- LINDQVIST, O. V. 1977. Fresh water crayfish. Vol. 3. Papers from the 3rd Int. Symp., Kuopio, Finland. Aug. 5-8, 1976. Lindqvist, O. V. (ed.). 504 pp.

- LOWE, M. E. 1956. Dominance-subordinance relationships in the crayfish Cambarellus shufeldtii. Tulane Stud., Zool. Bot. 4: 139-170.
- LUNT, H. W. 1967. Studies of aggressive behavior in crayfish. Ph. D. Thesis. Univ. Illinois. 63 pp.
- MASON, J. C. 1979. Significance of the egg size in the fresh water crayfish Pacifastacus leniusculus. In: Laurent, P.-J. (ed.). Freshwater crayfish. Vol. 4. Int. Symp. Thonon-les-Bains, Frances, 0(0): 83-92. ISBN 2-85340-199-5.
- MOMOT, W. T. 1967. Population dynamics and productivity of the crayfish Orconectes virilis in a marl lake. Am. Midl. Nat. 78: 55-81.
- MOMOT, W. T. 1978. Annual production and production biomass ratios of the crayfish Orconectes virilis in two Northern Ontario Canada lakes. Trans. Am. Fish. Soc. 107(6): 776-784.
- MOMOT, W. T. et J. E. GALL. 1971. Some ecological notes on the blue color phase of the crayfish Orconectes virilis in two lakes. Ohio. J. Sci. 71(6): 363-370.
- MOMOT, W. T. et H. GOWING. 1972. Differential seasonal migration of the crayfish Orconectes virilis (Hagen), in marl lakes. Ecology 53: 479-483.
- MOMOT, W. T. et H. GOWING. 1977. Production and population dynamics of the crayfish Orconectes virilis in three Michigan lakes, USA. J. Fish. Res. Board Can. 34(11): 2041-2055.
- MOMOT, W. T. et P. D. JONES. 1977. The relationship between biomass growth rate and annual production in the crayfish Orconectes virilis. In: Lindqvist, O. V.(ed.). Freshwater Crayfish. Vol. 3, 3rd Int. Symp., Kuopio, Finland: 3-31. ISBN 951-780-055-X.
- MOMOT, W. T., H. GOWING et P. D. JONES. 1978. The dynamics of crayfish and their role in ecosystems. Am. Midl. Nat. 99(1): 10-35.
- NALEPA, T. F. 1979. Fresh water macro-invertebrates. J. Water Pollut. Control. Fed. 51(6): 1694-1708.
- PAYNE, J. F. 1978. Aspects of the life histories of selected species of North American crayfishes. Fish. (Bethesda) 3(6): 5-8.

- PEARSE, A. S. 1909. Observations on copulation among crawfishes with special reference to sex recognition. *Am. Nat.* 43: 746-753.
- PHILLIPS, G. S. 1981. The Decapod crustaceans of Iowa, USA. *Proc. Iowa Acad. Sci.* 87(3): 81-95
- ROBERTS, T. W. 1944. Light, eyestalk chemical, and certain other factors as regulators of community activity for the crayfish Cambarus virilis (Hagen). *Ecol. Monogr.* 14(4): 359-392.
- RUBENSTEIN, D. I. et B. A. HAZLETT. 1974. Examination of the agonistic behaviour of the crayfish Orconectes virilis by character analysis. *Behaviour* 50(3/4): 193-216.
- RYCK, F. M. 1970. The effects of density, photophase, and sublethal thermal stress on behavior of juvenil O. virilis and O. r. rusticus. M. Sc. Thesis, Ohio St. Univ., Columbus, Ohio. 50 pp.
- SCHWARTZ, F. J., R. RUBELMANN et J. ALLISON. 1963. Ecological population expansion of the introduced crayfish, Orconectes virilis. *Ohio J. Sci.* 63(6): 266-273.
- SPOOP, W. A. 1955. Loss and gain of heat tolerance by the crayfish. *Biol. Bull.* 108: 77-87.
- TRREINEN, C. W. 1958. Wisconsin crayfish. *Wisc. Conser. Bull.* 23: 13-15.
- TSUKERZIS, YA M., I. A. SHYASHTOKAS, A. L. TERENT'EV et YU V. DOROSHENKO. 1974. Productivity at an isolated crayfish population in lake Berziukas. *Liet. Tsr. Moksiu. Akad. Darb. Ser. C.* 3: 141-150.
- VANNOTE, R. L. et R. C. BALL. 1972. Community productivity and energy flow in an enriched warm water stream. *Mich. State Univ., Red Cedar River Series Rept no. 7.* 169 pp.
- WEAGLE, K. V. et G. W. OZBURN. 1970. Sexual dimorphism in the chela of Orconectes virilis (Hagen). *Can. J. Zool.* 48: 1041-1042.
- WEAGLE, K. V. et G. W. OZBURN. 1972. Observations on aspects of the life history of the crayfish Orconectes virilis in Northwestern Ontario. *Can. J. Zool.* 50(3): 366-370.
- WESTMAN, K., O. SUMARI et M. PURSIAINEN. 1979. Electric fishing in sampling crayfish. Laurent, P.-J. (ed.). *Freshwater Crayfish.* Vol. 4. Int. Symp. Thonon-les-Bains, France 0(0): 251-256. ISBN 2-85340-199-5.
- WINE, J. J. et F. B. KRASNE. 1972. The organization of escape behaviour in the crayfish. *J. Exp. Biol.* 56: 1-18.

II) ALIMENTATION

- BELIANIN, O. L., G. S. KAN, T. A. STEPUSHKINA et O. S. MOSKALEV. 1977. Functional structure of feeding behavior in the crayfish Astacus leptodactylus. J. Evol. Biochem. Physiol. 13(3): 231-236.
- BELIANIN, O. L., G. S. KAN, T. A. STEPUSHKINA et O. S. MOSKALEV. 1977. Study on the functional structure of feeding behavior in the crayfish Astacus leptodactylus. Zh. Evol. Biokhim. Fiziol. 13(3): 376-381. En russe.
- BERDEJA, Y. et J. PUCHE. 1974. Food habits of the acocil Procambarus bouvieri. Part 2. Hyperphagia of acocils with tied head ganglia. Bol. Estud. Med. Biol. Univ. Nac. Aucton Mex. 28(6/7): 234-235.
- BUDD, T. W., J. C. LEWIS et M. L. TRACEY. 1979. Filtration feeding in Orconectes propinquus and Cambarus robustus (Decapoda, Cambaridae). Crustaceana Suppl. (Leiden) 0(5): 131-134.
- CAIRNS, J. JR, K. L. DICKSON et G. LANZA. 1977-1979. Studies evaluating the biological effects of thermal additions to aquatic ecosystems. Rev. Biol. (Lisb.) 11(1-4): 1-54.
- CAPELLI, G. M. Seasonal variation in the food habits of the crayfish Orconectes propinquus in the Trout lake, Vilas County, Wisconsin, USA (Decapoda, Astacidae, Cambaridae). Crustaceana (Leiden) 38(1): 82-86.
- GOYERT, J. C., J. W. AVAULT JR, J. E. RUTLEDGE et T. P. HERNANDEZ. 1976. Agricultural by-products as supplemental feed for crawfish. Louisiana Agric. 19(2): 10-11.
- KOSLUCHER, D. W. et G. W. MINSHALL. 1973. Food habits of some benthic invertebrates in a northern cool desert stream deep creek, Curlew Valley, Idaho, Utah, USA. Trans. Am. Microsc. Soc. 92(3): 441-452.
- MAYDEN, R. L. et B. M. BURR. 1981. Life history of the slender madtom Noturus exilis in Southern Illinois, USA, (Pisces, Ictaluridae). Occas. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kans. 0(93): 1-64.
- NAKAMURA, K. 1980. Quantitative analysis on the feeding patterns of the crayfish Procambarus clarkii relating to the molting cycle. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. 29(0): 225-238. En japonais.

- RIVAS, R., R. ROMAIRE, J. W. AVAULT JR et M. GIAMALVA. 1978. Agricultural forages and by-products as feed for crawfish Procambarus clarkii. Int. Symp. Int. Ass. Astacol. 4th, Thonon-les-Bains, France. 8 pp.
- TSUKERZIS, YA M., I. A. SHYASHTOKAS, E. A. TAMKAVICHENE et L. M. MITSKENENE. 1977. Cannibalism among broad clawed crayfish. Liet. Tsr. Mokslu. Akad. Darb. Ser. C. Biol. Mokslai 3: 97-104. En russe.

III) PREDATION

- BRUGGERS, R. L. 1973. Food habits of bull frogs in Northwest Ohio. Ohio J.Sci. 73(3): 185-188.
- BRUNEAU, M. et E. MAGNIN. 1980. Growth nutrition and reproduction of Rana catesbeiana bull frogs (Amphibia, Anura) from the Laurentides, north of Montreal, Québec, Canada. Can. J. Zool. 58(2): 175-183.
- BUCHANAN, D. V., R. M. HOOTON et J. R. MORING. 1981. Northern squawfish Ptychocheilus oregonensis predation on juvenil salmonids in sections of the Willamette River basin, Oregon, USA. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38(3): 360-364.
- BURGESS, S. A. et J. R. BIDER. 1980. Effects of stream habitat improvements on invertebrates trout Salvelinus fontinalis and mink Mustela vison activiy. J. Wildl. Manag. 44(4): 871-880.
- EDER, S. et C. A. CARLSON. 1977. Food habits of carp and white suckers in the south Platte and St-Vrain rivers and Goosequill pond, Weld county, Colorado, USA. Trans. Am. Fish. Soc. 106(4): 339-346.
- FRASER, J. M. 1980. Survival growth and food habits of brook trout Salvelinus fontinalis and F-1 splake Salvelinus namaycush-x-Salvelinus fontinalis planted in precambrian shield lakes. Trans. Am. Fish. Soc. 109(5): 491-501.
- GERELL, R. 1968. Food habits of the mink Mustela vison in Sweden fish rodents birds crayfish frog. Viltrevy (Stockholm) 5(5): 120-211.
- GILLEN, A. L. et T. HART. 1980. Feeding interrelationships between the sand shiner Notropis stramineus and the striped shiner Notropis chrysocephalus. Ohio J. Sci. 80(2): 71-76.
- GOWING, H. et W. T. MOMOT. 1979. Impact of brook trout Salvelinus fontinalis predation on the crayfish Orconectes virilis in three Michigan lakes, USA. J. Fish. Res. Board Can. 36(10): 1191-1196.
- HANEBRINK, E. L. et G. DENTON. 1969. Feeding behavior and analysis of regurgitated food collected from the cattle egret Bubulcus ibis and the little blue heron Florida caerula. Arkans. Acad. Sci. Proc. 23: 74-79.
- KILAMBI, R. V., W. R. ROBINSON et J. C. ADAMS. 1977. Growth mortality food habits and fecundity of the Buffalo river Arkansas, USA Smallmouth Bass. Arkansas Acad. Sci. Proc. 31: 62-65.

- KOHLER, C. C. et J. J. NEY. 1981. Consequences of an alewife Alosa pseudoharengus die-off to fish and zooplankton in a reservoir. *Trans. Am. Fish. Soc.* 110(3): 360-369.
- LAGLER, K. F. et M. S. LAGLER. 1944. Natural enemies of crayfishes in Michigan. *Pop. Mich. Acad. Sci.* 29: 293-303.
- LINGLE, G. R. et N. F. SLOAN. 1980. Food habits of white pelicans Pelecanus erythrorhynchos during 1976-1977 at Chase lake, National Wildlife Refuge, North Dakota, USA. *Wilson Bull.* 92(1): 123-125.
- MULLAN, J. W. et R. L. APPLGATE. 1970. Food habits of five centrarchids during filling of Beaver reservoir 1965-1966. *US Bur. Sport Fish. Wildl. Tech. Pap.* (48-49-50-51-52): 3-16.
- MUSHINSKY, H. R. et J. J. HEBRARD. 1977. Food partitioning by five species of water snakes in Louisiana, USA. *Herpetologica* 33(2): 162-166.
- PAXTON, K. O. et F. STEVENSON. 1978. Food growth and exploitation of percids in Ohio, USA, upground reservoirs. In: Kendall, R. L. (ed.). *Am. Fish. Soc. Spec. Publ. no. 11. Selected coolwater fishes of North America. Proc. Symp., St. Paul, Minn. USA: 270-277.*
- REPSYS, A. J., R. L. APPLGATE et D. C. HALES. 1976. Food and food selectivity of the black bullhead Ictalurus melas in lake Poinsett South Dakota, USA. *J. Fish. Res. Board Can.* 33(4): 768-775.
- RYAN, P. W., J. W. AVAULT JR et R. O. SMITHERMAN. 1970. Food habits and spawning of the spotted bass in Tchefuncte river, Southeastern Louisiana. *Progr. Fish-Cult.* 32(3): 162-167.
- SAIKI, M. K. et J. C. TASH. 1978. Unusual population dynamics in largemouth bass Micropterus salmoides caused by a seasonally fluctuating food supply. *Am. Midl. Nat.* 100(1): 116-125.
- SCALET, C. G. 1977. Summer food habits of sympatric stream populations of spotted bass Micropterus punctulatus and largemouth bass Micropterus salmoides (Osteichthyes, Centrarchidae). *Southwest. Nat.* 21(4): 493-501.
- STACY, G. III, R. O. SMITHERMAN et J. W. AVAULT JR. 1970. Food habits of the bowfin in Lacassine National Wildlife Refuge and other locations in Southern Louisiana. *Progr. Fish-Cult.* 32(3): 153-157.
- STEIN, R. A. et J. J. MAGNUSON. 1976. Behavioral response of crayfish to a fish predator. *Ecology* 57(4): 751-761.

- SUMMERFELT, R. C., P. E. MAUCK et G. MENSINGER. 1972. Food habits of river carpsucker and fresh water drum in four Oklahoma reservoirs. Proc. Okla. Acad. Sci. 52: 19-26.
- SVARDSON, G. 1968. Eels prey on crawfish. Zool. Revy 30(2): 61-72.
- TAUB, S. H. 1972. Exploitation of crayfish by largemouth bass in a small Ohio pond. Prog. Fish-Cult. 34(1): 55-58.
- WOODRUM, J. E. et R. SCHOUMACHER. 1975. Food habits of largemouth bass in Moncove lake, Monroe County, West Virginia, USA. Proc. W. VA Acad. Sci. 47(3/4): 197-204.

IV) EXPLOITATION

- ABRAHAMSON, S. 1969. History general summary and proposal concerning crayfish Astacus astacus capture and commerce. Fauna flora 64(3): 98-104.
- ANONYME. 1968. Southern crayfish Jasus lalandei australian fishery distribution. Aust. Fish. Newsllett. 27(9): 10-11, 13.
- ANONYME. 1968. Western crayfish Panulirus cygnus australian fishery distribution. Aust. Fish. Newsllett. 27(9): 18-19, 21.
- BIGALKE, E. H. 1973. The exploitation of shellfish by coastal tribesmen of the Transkei. Ann. Cape Prov. Mus. Nat. Hist. 9(9): 159-175.
- BOWEN, B. K. 1969. Comments on the development of the australian fishing industry. Fisherman (Sydney) 3(4): 18-19.
- CARROLL, J. C. et H. C. BLADES JR. 1974. A quantitative analysis of the amounts of south Louisiana crawfish that move to market through selected channels of distribution. Univ. Southwestern Louisiana, Lafayette, Report. 37 pp.
- COLE, H. A. 1971. Cornish crawfish investigations. G. B. Minist. Agric. Fish. Food. Fish. Lab. Leaflet. (New Ser.) 22: 1-20.
- FRAIDENBURG, M. E. 1971. Observations on the developing fishery for crayfish in Washington state. Proc. Nat. Shellfish Ass. 61: 7-8.
- GARY, D. L. 1974. The commercial crawfish industry of south Louisiana. Louisiana State Univ. Baton Rouge, Center Wetland Res., report. 66 pp.
- GULBRANDSEN, K. S. 1976. Over fishing a threat to the crayfish population. Fauna (Oslo) 29(3): 122-126.
- HEPPER, B. T. 1977. The fishery for crayfish Palinurus elephas off the coast of Cornwall, England. J. Mar. Biol. Assoc. UK 57(4): 925-942.
- HUNER, J. V. 1978. Exploitation of fresh water crayfishes in North America. Fisheries (Bethesda) 3(6): 2-5.
- HUNER, J. V. et J. W. AVAULT JR. 1974. Crawfish for bait. Aquacult. Fish. Farmer 1(2): 12-15.

- HUNER, J. V. et J. W. AVAULT JR. 1976. Sequential pond flooding a prospective management technique for extended production of bait size crayfish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 105(5): 637-642.
- HUNER, J. V. et J. M. AVAULT JR. 1979. Introductions of Procambarus spp. a report to the introductions committee of the International Association of Astacology 4th Biennial meeting Thonon-les-Bains, France. Aug. 28-31 1978. *In: Laurent, P.-J. (ed.). Freshwater Crayfish, Vol. 4. Int. Symp. Thonon-les-Bains, France 0(0): 191-194. ISBN 2-85340-199-5.*
- LESHCHENKO, P. D., I. P. GENSITHSKII et S. I. NOZDRACHEV. 1974. Hygienic evaluation of a new marine product crayfish paste. *Vopr. Pitan* 6: 38-40.
- LINDQVIST, A. 1972. The laboratory of deep sea fishing marine research from the northern part of the gulf of Bothnia to the North Sea. *Fauna Flora (Stockh.)* 67(2): 42-54.
- LOWERY, R. S. et A. J. MENDES. 1977. Procambarus clarkii in lake Naivasha, Kenya and its effects on established and potential fisheries. *Aquacult.* 11(2): 111-122.
- LUND, H. M. K. 1969. Crayfish in Norway: its habitat requirements and commercial aspects. *Fauna (Oslo)* 22(3): 177-188.
- LYLES, C. H. 1967. Fishery statistics of the United States - 1965. *Bur. Commerc. Fish., Wash. DC. Nat. Mar. Fish. Serv. Report.* 760 pp.
- MILLER, G. C. et J. M. VAN HYNING. 1970. The commercial fishery for fresh water crawfish Pacifastacus leniusculus (Astacidae) in Oregon, 1893-1956. *Res. Rep. Fish. Comm. Oregon* 2(1): 77-89.
- MOMOT, W. T. et H. GOWING. 1977. Response of the crayfish Orconectes virilis to exploitation. *J. Fish. Res. Board Can.* 34(8): 1212-1219.
- MOMOT, W. T. et H. GOWING. 1977. Results of an experimental fishery on the crayfish Orconectes virilis. *J. Fish. Res. Board Can.* 34(11): 2056-2066.
- NOLFI, J. R. et M. MILTNER. 1979. Preliminary studies on a potential crayfish fishery in Vermont, USA. *In: Laurent, P.-J. (ed.). Freshwater crayfish, Vol. 4. Int. Symp. Thonon-les-Bains, France 0(0): 313-322. ISBN 2-85340-199-5.*
- PAPADOPOL, M. 1975. Contribution to the study of reproductive potentiality of some populations of Astacus leptodactylus from the Danube delta (Crustacea, Decapoda). *Trav. Mus. Hist. Nat. "Grigore Antipa"* 16: 89-100.

- PIERCE, J. M., M. E. WACHTMAN, C. F. CLARK et W. WAYT. 1971. The live bait industry in Ohio: its extent, condition and problems. Ohio Dept. Nat. Res., Columbus Div. Wildl. Rept. 68 pp.
- RHODES, C. P. et D. M. HOLDICH. 1979. Size and sexual dimorphism in Austropotamobius pallipes, a step in assessing the commercial exploitation potential of the native british UK fresh water crayfish Austropotamobius pallipes. Aquacult. 17(4): 345-358.
- RUMYANTSEV, V. D. 1971. Crayfish industry in the Volga caspian basin. Tr. Kasp. Nauchno-issled Inst. Morsk Rybn Khoz. Okeanogr. 26: 271-273.
- SIDDIQUI, A. Q. 1977. Lake Naivasha, Kenya, East Africa, fishery and its management together with a note on the food habits of fishes. Biol. Conserv. 12(3): 217-228.
- THOMPSON, R. W. 1978. Results of the United Nations development program FAO, Bahamas deep water fishery survey 1972-1975. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 30:44-70.
- THREINEN, C. W. 1958. A summary of observations on the commercial harvest of crayfish in Northern Wisconsin with notes on the life history of Orconectes virilis. Wisc. Cons. Dept. Fish. Mgnt Div. Misc. Rep. 2: 1-14.

V) TOXIQUES ET PATHOGENES

- AIRAKSINEN, M., E.-L. VALKAMA et O. V. LINDQVIST. 1977. Distribution of DDT in the crayfish Astacus astacus in acute test. In: Lindqvist, O.V. (ed.). Freshwater crayfish, vol. 3. 3rd Int. Symp. Kuopio, Finland: 349-356. ISBN 951-780-055-X.
- ALBAUGH, D. W. 1972. Insecticide tolerances of two crayfish populations Procambarus acutus in south central Texas. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 8(6): 334-338.
- AMIARD, J.-C. et C. AMIARD-TRIQUET. 1979. Distribution of Cobalt-60 in a mollusk, a crustacean and a fresh water teleost variations as a function of the source of pollution and during elimination. Environ. Pollut. 20(3): 199-214.
- AMIARD-TRIQUET, C. 1979. Modalities of the contamination of two fresh water trophic chains by Cobalt-60. 3. Contamination of organisms via the food. Water Air Soil Pollut. 12(2): 155-170.
- AMIARD-TRIQUET, C. et L. FOULQUIER. 1978. Modalities of contamination of two fresh water trophic chains by Cobalt-60. Part 1. Direct contamination of organisms by water. Water Air Soil Pollut. 9(4): 475-490.
- AMIARD-TRIQUET, C. et A. SAAS. 1979. Modalities of the contamination of two fresh water trophic chains by Cobalt-60. 2. Simultaneous contamination of the organisms by water and food. Water Air Soil Pollut. 12(2): 141-154.
- ANDERSON, R. V. 1978. The effects of Lead on oxygen uptake in the crayfish Orconectes virilis. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(3): 394-400.
- ANDERSON, R. V. et J. E. BROWER. 1978. Patterns of trace metal accumulation in crayfish populations. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 20(1): 120-127.
- ANDERSON, R. V., W. S. VINIKOUR et E. J. BROWER. 1978. The distribution of Cadmium, Copper, Lead and Zinc in the biota of two fresh water sites with different trace metal inputs. Holarct. Ecol. 1(4): 377-384.
- BERNARD, D. L. et K. W. ROY. 1977. Heavy metals in Louisiana crayfish Procambarus clarkii determined by x-ray fluorescence analysis. In: Lindqvist, O. V. (ed.). Freshwater crayfish, vol. 3. 3rd Int. Symp., Kuopio, Finland: 357-361. ISBN 951-780-055-X.

- HILTON, B. D., T. A. BRATKOWSKI, M. YAMADA, T. NARAHASHI et R. D. O'BRIEN. 1973. The effects of DDT analogues upon Potassium conductance in synthetic membranes. *Pest.Biochem. Physiol.* 3(1): 14-19.
- HUDDART, H. 1971. Super precipitation of Actomyosin extracted from crayfish skeletal muscle the effect of heavy metal cations EDTA and drugs. *J. Exp. Zool.* 177(4): 407-415.
- HUTCHINSON, T. C., A. FEDORENKO, J. FITCHKO, A. KUJA, J. VAN LOON et J. LICHWA. 1975. Movement and compartmentation of Nickel and Copper in an aquatic ecosystem. *Proc. Univ. MO Annu. Conf. Trace Subst. Environ. Health* 9: 89-105.
- JERMEER, K. 1972. The crayfish Orconectes virilis as an indicator of Mercury contamination. *Can. Field Nat.* 86(2): 123-125.
- JOHNSON, S. K. 1978. Crayfish and fresh water shrimp diseases. Rep. *Monogr. Non. Serials.* 18 pp.
- KELLOGG, R. L. 1974. Dieldrin contamination of channel catfish, invertebrates and minnows from the Des Moines river. Thèse M., Iowa State Univ. 123 pp.
- KIM, H. J. 1969. Study on the effects of several pesticides to the life cycle of Paragonimus westermani. *Yonsei J. Med. Sci.* 2(2): 344-359.
- LANG, M., E.-L. VALKAMA et O. V. LINDQVIST. 1977. On the toxification of foreign compounds by the crayfish Astacus astacus. In: Lindqvist, O. V. (ed.). *Freshwater crayfish*, vol. 3. 3rd Int. Symp. Kuopio, Finland: 343-348. ISBN 951-780-055-X.
- LINDQVIST, O. V. et M. M. AIRAKSINEN. 1975. DDT in the crayfish Astacus astacus toxicity and distribution. *Int. Union Pharmacol.*, 6th abstract, Helsinki, Finland, Pergamon Press, N. Y. 632 pp. ISBN 0-08-021308-1.
- LORENZ, W. D. JR. 1978. Heavy metals partitioning in a stream receiving urban runoff. Thèse M. Virg. Polytech. Inst. State Univ., Blacksburg, Washington, DC.
- MARKIN, G. P., J. H. FORD et J. C. HAWTHORNE. 1973. Mirex residues in wild populations of the edible red crayfish Procambarus clarki. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 8(6): 369-374.
- MARTIN, P. N., C. CHAISEMARTIN et M. BERNARD. 1973. Dynamics of Carbon-14 labeled DDT in the crayfish Astacus leptodactylus. *C. R. Seances Soc. Biol. Fil.* 167(5): 728-732.

- MERNA, J. W. et P. J. EISELE. 1973. The effects of Methoxychlor on aquatic biota. *Inst. Fish. Res.*, Ann Arbor, Mich. 66 pp. GOP Publ. EPI. 23: 73-046.
- PAROUTY, G. et C. CHAISEMARTIN. 1974. Experimental analysis of the transfers of a micro pollutant Zinc-65 to the terminal consumer in a fresh water ecosystem. *C. R. Sceances Soc. Biol. Fil.* 168(1): 78-82.
- PAULEY, G. B. 1975. Introductory remarks on diseases of crustaceans. *Mar. Fish. Rev.* 37(5-6): 2-3.
- POTTER, L., D. KIDD et D. STANDIFORD. 1975. Mercury levels in lake Powell, Arizona, USA. Bio amplification of Mercury in man-made desert reservoir. *Environ. Sci. Technol.* 9(1): 41-46.
- RICHINS, R. T. et A. C. RISSER JR. 1975. Total mercury in water sediment and selected aquatic organisms Carson river, Nevada, 1972. *Pestic. Monit. J.* 9(1): 44-54.
- RUDD, J. W. M., A. M. TURNER, B. E. TOWNSEND, A. SWICK et A. FURUTANI. 1980. Dynamics of Selenium in Mercury contaminated experimental fresh water ecosystems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37(5): 848-857.
- SHEFFY, T. B. 1978. Mercury burdens in crayfish from the Wisconsin river. *Environ. Pollut.* 17(3): 219-226.
- WU, C. H., J. VAN DEN BERCKEN et T. NARAHASHI. 1975. The structure activity relationship of DDT analogs in crayfish giant axons. *Pest. Biochem. Physiol.* 5(2): 142-149.

VI) ELEVAGE

- BIRIBONWCHA, A. R. 1976. Status of aquaculture in Uganda. CIFA (Comm. Inland Fish. Afr.) 4 (Suppl.): 203-206.
- BROWN, R. J. 1975. Aquaculture. Part 2. Shellfish (A bibliography with abstracts). Natl. Tech. Inf. Serv. Springfield, VA. 134 pp. NTIS/PS-75/305/3ST.
- CHIEN, Y.-H. et J. W. AVAULT JR. 1979. Double cropping rice Oryza sativa and red swamp crayfish Procambarus clarkii. In: Laurent, P.-J. (ed.). Freshwater crayfish, Vol. 4. Int. Symp. Thonon-les-Bains, France 0(0): 263-272. ISBN 2-85340-199-5.
- CLARK, D. F., J. W. AVAULT JR et S. P. MEYERS. 1974. Effects of feeding, fertilization and vegetation on production of red swamp crayfish Procambarus clarkii. Proc. Int. Crayfish. Symp. (2nd), Baton Rouge, LA: 125-138.
- GREEN, L. M., J. M. TUTEN et J. W. AVAULT JR. 1978. Polyculture of red swamp crawfish Procambarus clarkii and several north american fish species. Int. Symp. Int. Ass. Astacol. (4th), Thonon-les-Bains, France. 13 pp.
- HUNER, J. V. 1977. Soft shell crawfish as an aquaculture food product. Feedstuffs 42(50): 28-29.
- HUNER, J. V. 1979. Soft shell crawfish as an aquaculture food product. Shellfish Digest: 19-20.
- HUNER, J. V. 1980. Red crawfish population dynamics in culture ponds: a summary. Southwestern LA Res. Ser. 50: 27-30.
- MARCO, O. et B. GUIDO. 1979. The possibility of using alternative sources of energy in crayfish culture. In: Laurent, P.-J. (ed.). Freshwater crayfish, Vol. 4. Int. Symp. Thonon-les-Bains, France 0(0): 323-330. ISBN 2-85340-199-5.
- TARSHIS, I. B. 1978. Diets, equipment and techniques for maintaining crawfish in the laboratory. Proc. 9th Annu. Met. World Maricult. Soc. : 259-269.
- TUTEN, J. S. et J. W. AVAULT JR. 1981. Growing red swamp crayfish Procambarus clarkii and several north american fish species together. Prog. Fish-Cult. 43(2): 97-99.