

ÉTUDE DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS D'HERBIERS DU LAC TCHAD : recherches préliminaires

C. DEJOUX* (Insectes, Mollusques, Oligochètes), L. SAINT-JEAN* (Crustacés)

* Laboratoire d'Hydrobiologie, O.R.S.T.O.M., B. P. 65, Fort-Lamy (Tchad).

RÉSUMÉ

Outre la mise au point d'un appareil permettant la collecte d'échantillons d'herbiers de volume constant, les premiers travaux relatifs aux herbiers immergés ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes.

— Une méthode est proposée pour estimer les fluctuations dans le temps de la biomasse végétale d'un herbier immergé.

— Le mode de distribution horizontale des invertébrés s'apparente en première approximation à une distribution binomiale négative, les organismes ayant une distribution en agrégats.

— Dans la zone est du lac Tchad, les variations verticales existant dans la composition des peuplements d'invertébrés d'un herbier immergé, de faciès donné, sont telles qu'un échantillonnage dans la seule couche superficielle peut être considéré comme représentatif.

— La faune abritée par les végétaux est une faune originale par rapport à celle occupant les zones benthique et pélagique. Les zones libres de végétation, à l'intérieur d'herbiers à Potamogeton ou Ceratophyllum présentent des formes planctoniques (Copépodes et Cladocères) identiques à celles du domaine pélagique sensu stricto, voisin.

— Toute étude écologique faisant intervenir des facteurs cycliques doit être poursuivie dans le même herbier ou localisée en un même point d'un vaste herbier.

SUMMARY

Apart from the realisation of a new apparatus used to collect plant samples from a constant volume, the first work on the fauna of aquatic plants led to the following conclusions.

— A method is proposed to estimate during the time the variations of the vegetal biomass of a weed.

— The horizontal distribution in invertebrates looks like a binomial distribution, in first approximation. The organisms are distributed in aggregates.

— In the eastern part of lake Chad, the vertical variations which occur in the distribution of invertebrates populations in water plants are such that superficial samples could be considered as representative.

— The fauna sheltered by aquatic plants is original in regard to the benthic or pelagic fauna. The places inside Potamogeton or Ceratophyllum weeds which are free of vegetation show the same planctonic forms (Copepoda and Cladocera) as the adjacent pelagic area, sensu stricto.

— All ecological study which includes cyclic factors must be followed in a same weed or located in the same area of a large weed.

(1) Nous emploierons dans la suite du texte le terme faciès pour parler d'un herbier formé presque exclusivement d'une espèce. En effet, l'association à *Potamogeton* et *Vallisneria* se compose également, en plus, de *Najas* et de *Ceratophyllum* et peut présenter... « divers faciès caractérisés par la dominance parfois exclusive de chacun des constituants ». (Léonard 1969).

1. INTRODUCTION

Malgré l'intérêt que peuvent présenter des recherches concernant la biologie, l'écologie et la production des espèces qui les habitent, la végétation semi-immergée de bordure (*Cyperus papyrus*, *Phragmites australis*) ou les herbiers immergés (*Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton schweinfurthi*, *Vallisneria sp...*), n'ont jusqu'ici que fort rarement retenu l'attention des hydrobiologistes.

Ils n'étaient pratiquement pas étudiés dans le lac Tchad, où ils occupent pourtant une superficie considérable (GRAS, ILTIS, LÉVÊQUE-DUWAT, 1967;

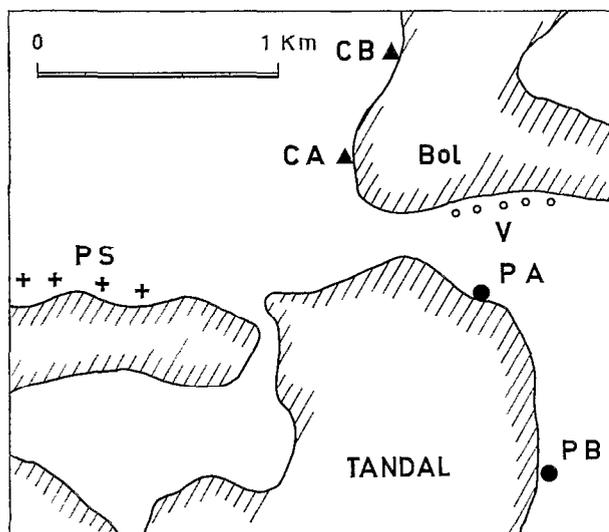
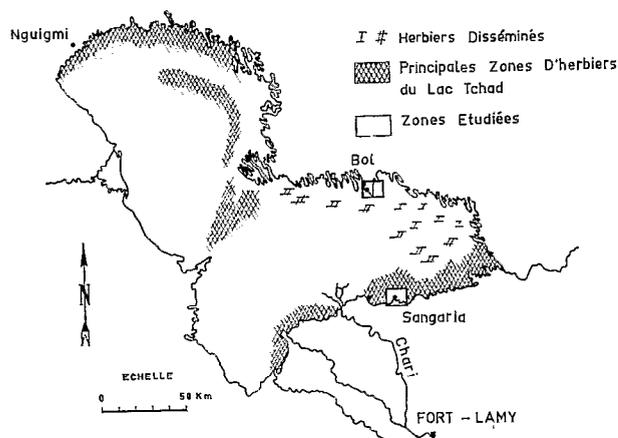


Fig. 1. — a) Répartition des zones d'herbiers immergés, dans le lac Tchad et situation des zones étudiées; b) Situation des points de prélèvement dans la région de Bol.

CA = *Ceratophyllum* A — PA = *Potamogeton* A
 CB = *Ceratophyllum* B — PB = *Potamogeton* B
 PS = *Papyrus*
 V = *Vallisneria*

LÉONARD, 1969) et jouent certainement un rôle non négligeable dans la production des eaux.

C'est dans le but d'orienter des recherches ultérieures, axées sur la dynamique du peuplement d'invertébrés de ces biotopes, qu'ont été entreprises des études préliminaires. Les objectifs essentiels étaient les suivants : sélectionner les méthodes de prélèvements appropriées et définir les modalités d'échantillonnage de la faune et des plantes; tester la similitude entre les peuplements d'herbiers isolés mais voisins, de même faciès (1) ou non (*Ceratophyllum* et *Potamogeton* par exemple); comparer les peuplements occupant la zone superficielle et la partie profonde d'un même herbier.

Les herbiers étudiés (*Cyperus papyrus*, *Ceratophyllum*, *Potamogeton*, *Vallisneria*) sont situés dans la région de Bol (Archipel est) d'une part et à proximité du village de Sangaria (zone sud-est du lac) d'autre part (fig. 1).

Dans cette dernière région, les herbiers immergés (*Potamogeton* principalement) occupent de manière ininterrompue plusieurs hectares, s'étendant fréquemment sur plusieurs centaines de mètres en largeur (fig. 2). A l'exception peut-être des herbiers à *Vallisneria*, leur étendue est par contre beaucoup plus modeste dans tout l'Archipel est, où ils présentent en général un aspect très morcelé, chaque plage n'atteignant que quelques dizaines de mètres de longueur et s'interrompant à quelques mètres de la bordure des îles.

2. MÉTHODES

Deux techniques ont été employées pour les prélèvements, une dans les *Cyperus papyrus*, l'autre dans les herbiers à *Ceratophyllum*, *Potamogeton* et *Vallisneria*.

Dans les papyraies (fig. 3), la faune aquatique est localisée essentiellement dans les tiges décomposées, immergées au pied de l'herbier et dans le milieu constitué par l'enchevêtrement des racines et rhizomes. Ces tiges et racines, après introduction sous l'eau dans des sacs de matière plastique, ont été sectionnées au niveau de l'ouverture du sac et fixées à l'aide de formol du commerce.

Pour les prélèvements dans les herbiers immergés, nous avons retenu après essais de diverses techniques l'appareil présenté fig. 4, que nous dénommerons « phyto-isolateur ».

Conçu selon le principe des tenailles, cet appareil comporte deux faces, F_1 et F_2 , fixes et filtrantes (toile métallique de 90 μ de vide de maille), distantes l'une de l'autre de 20 cm. Une mâchoire mobile, reliée aux faces filtrantes par une toile de matière plastique transparente, coulisse sur les axes AB et A'B' par le jeu des bras de l'appareil et vient se refermer à équidistance des faces fixes.

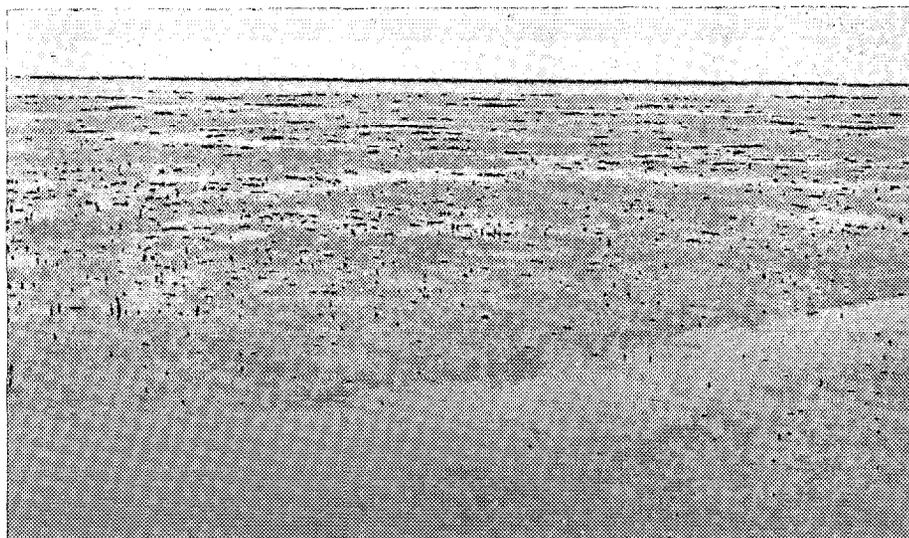


Fig. 2. — Aspect général des herbiers à *Potamogeton* dans la région de Sangaria (Sud-Est du Lac Tchad).

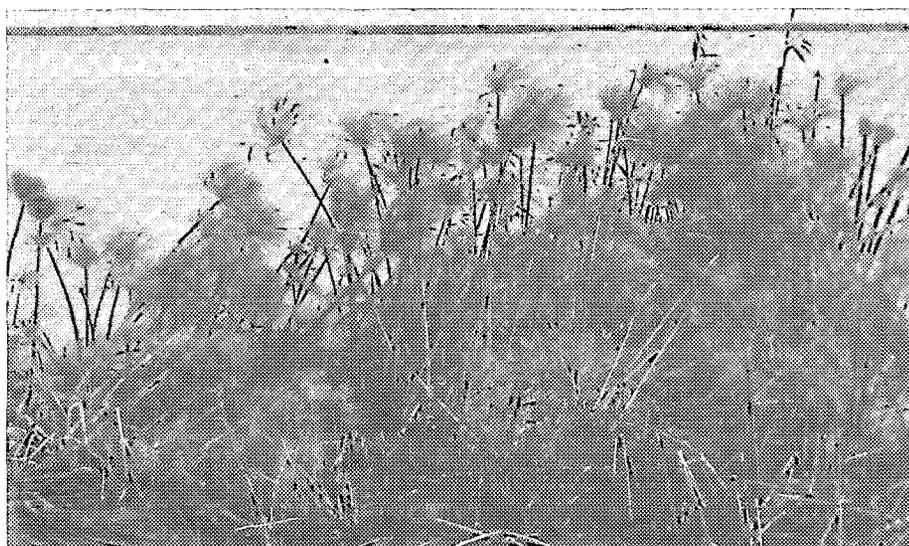


Fig. 3. — Portion de papyraie détachée par l'action des vents, flottant à la surface du Lac.

L'appareil est introduit dans l'herbier, verticalement et mâchoire écartée, en évitant le plus possible de perturber le milieu. Il est aussitôt après brusquement refermé, puis déplacé sous l'eau de manière à amener les faces filtrantes en position horizontale, et enfin tiré hors de l'eau dans cette position. Les plantes sont directement introduites dans un sachet de matière plastique. La faune restant encore dans l'appareil est alors rassemblée sur l'une des faces filtrantes du phyto-isolateur par un abondant lavage

à l'eau filtrée, recueillie dans un filet de nylon blutex muni d'un collecteur et de là transvasée dans le sachet contenant les plantes. Le tout est fixé à l'aide de formol du commerce.

Au laboratoire les plantes sont soigneusement lavées, puis les eaux de lavage, avec la totalité de la faune, sont recueillies dans un flacon jaugé de 100 ml. Les feuilles et tiges sont ensuite examinées au microscope stéréoscopique et les organismes n'ayant pas été entraînés dans les eaux de lavage (quelques

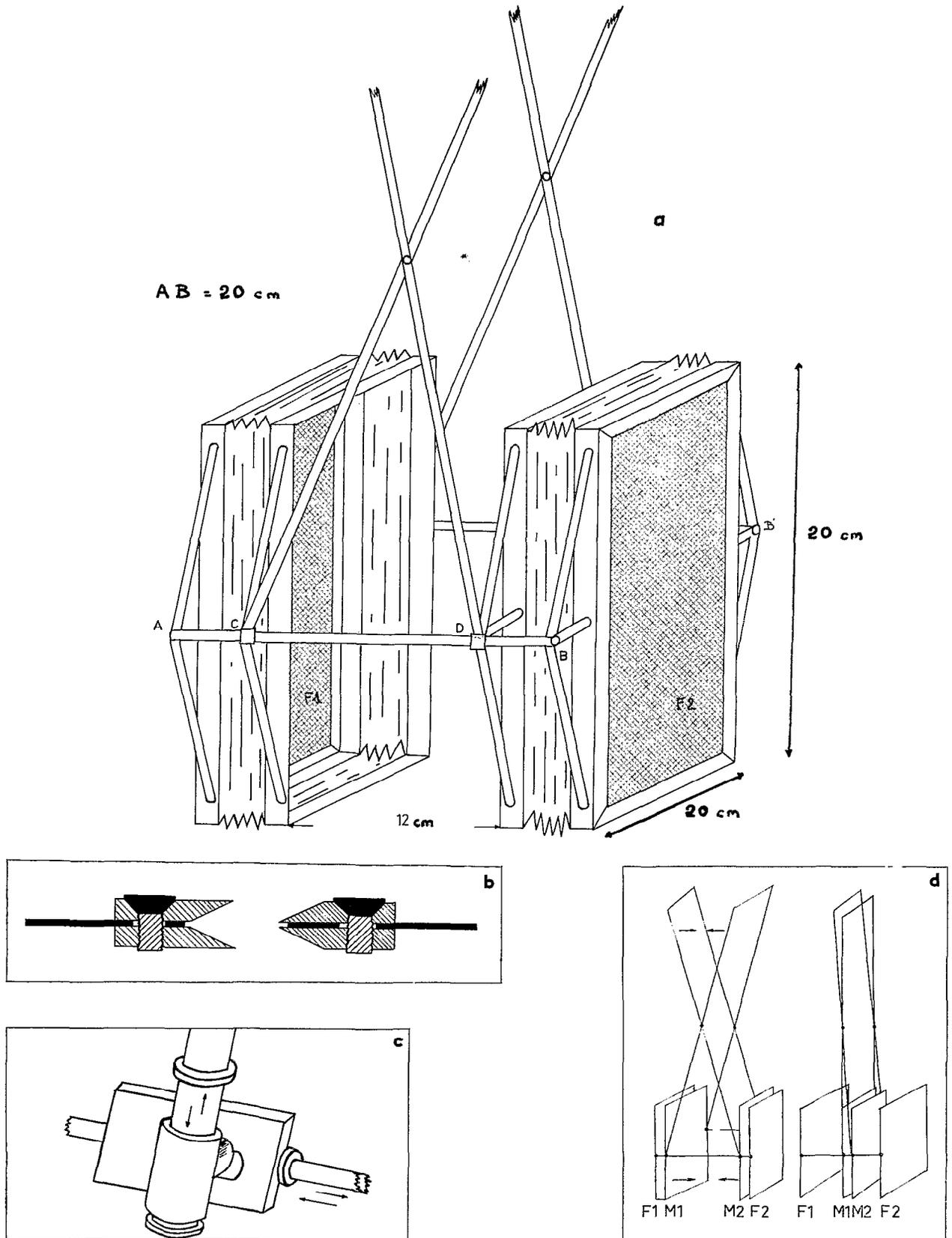


Fig. 4. — Appareil de prélèvement conçu pour l'échantillonnage des invertébrés dans les herbiers immergés. a) Schéma d'ensemble, appareil ouvert, avec cotes en centimètres; b) Coupe au niveau de la mâchoire mobile; c) Vue de détail de l'articulation des bras au niveau de la mâchoire mobile; d) Schéma de fonctionnement: les faces filtrantes F_1 et F_2 restent fixes, la mâchoire vient se fermer en M_1 et M_2 à équidistance des faces filtrantes.

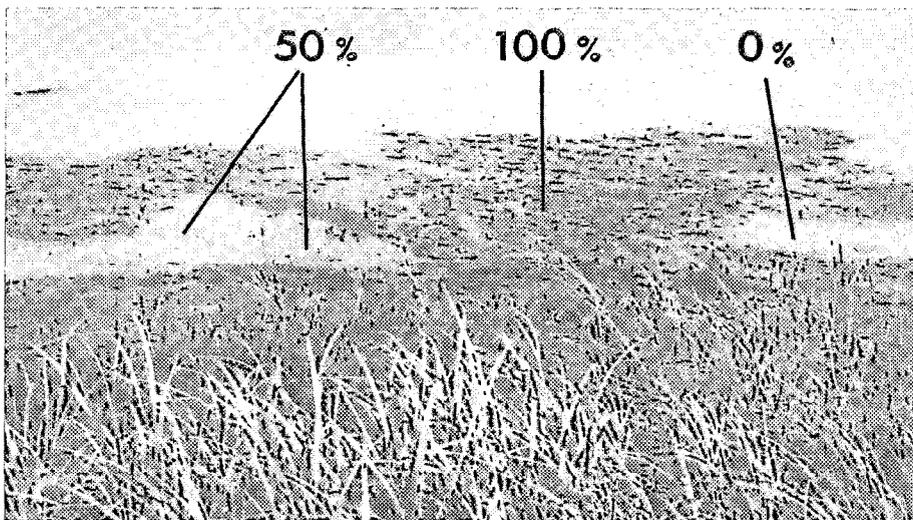


Fig. 5. — Vue d'ensemble d'un herbier à *Potamogeton* présentant des plages sans végétations et d'autres couvertes à 50 % et 100 %.

larves d'Insectes, Oligochètes, Hydres...), sont séparés mécaniquement.

Larves d'Insectes, Oligochètes, Mollusques, Hydres et crevettes sont comptés sur la totalité de l'échantillon, les Entomostracés, sur un sous-échantillon des eaux de lavage constitué de 10 prises successives de 1 ml, effectuées avec une seringue de 4 mm environ de diamètre d'ouverture. Rotifères et Ciliés n'ont pas été dénombrés.

Le volume des végétaux est mesuré, après essorage soigné, par déplacement de l'eau contenue dans une éprouvette de grande capacité; leur poids sec est déterminé à l'aide d'une balance de précision après passage à l'étuve à 80 °C pendant 24 h.

Dans les herbiers immergés où la profondeur était d'environ 1,20 m (*Potamogeton*) et 1,80 m (*Ceratophyllum*) à cette époque de l'année (période de hautes eaux), 5 prélèvements, distants de un mètre approximativement, ont été réalisés en surface, ainsi qu'à environ 60 cm de profondeur, au cœur de l'herbier, dans les zones totalement couvertes par la végétation. Les zones dépourvues de végétation situées au sein de l'herbier ont été également échantillonnées à l'aide d'une bouteille de Friedinger de 1 litre. Dans les papyrus, les prélèvements sont distants d'une centaine de mètres.

Une première série d'échantillons a été récoltée en janvier 1969 dans la région de Bol, et une seconde en février 1969 dans la région de Sangaria.

3. RÉSULTATS

3.1. Estimation des biomasses végétales dans les herbiers à *Ceratophyllum* et *Potamogeton*.

Par l'observation de la surface d'un herbier immergé, il est possible de distinguer trois types de couverture. D'une part des plages totalement et régulièrement occupées par la végétation (100 %), d'autre part des plages où les végétaux sont clairsemés, et enfin des zones dépourvues de plantes (fig. 5).

Des échantillonnages effectués dans la région superficielle des plages du premier type, à l'aide du phyto-isolateur, montrent que le mode de distribution des poids de plantes par unité de surface d'herbier (celle du phyto-isolateur), se rapproche d'une distribution binomiale dans le cas des *Potamogeton* ($s^2 = 0,16$) et d'une distribution de Poisson pour les *Ceratophyllum* ($s^2 = 0,88$). Cela signifie que la couverture de ces plages par la végétation est effectivement régulière, tout au moins dans la couche supérieure de l'herbier. La biomasse végétale dans la couche supérieure de l'herbier peut être déterminée avec précision, dans ces plages, grâce à un minimum de prélèvements.

Par ailleurs, si nous admettons que la densité de végétation éminemment variable des plages partiellement couvertes, peut être estimée à 50 % en moyenne de celle des plages totalement couvertes, il devient possible de déterminer rapidement la biomasse totale (B) des plantes présentes dans la couche supérieure d'un herbier de surface S. Elle est donnée par la relation $B = B_1 \cdot S \left(\frac{P_1 + 1/2 P_2}{100} \right)$. Dans cette expres-

TABLEAU I

Entomostracés dénombrés dans 5 échantillons de 2 litres prélevés dans les zones libres de végétation des herbiers PA et CB, et effectifs moyens des espèces présentes dans 1/10 d'échantillon de ces mêmes herbiers prélevés à l'aide du phyto-isolateur. Bol, juillet 1969.

Espèces ou groupes d'espèces	Zones libres de végétation dans l'herbier		Zones occupées par la végétation		Espèce ou groupes d'espèces	Zones libres de végétation dans l'herbier		Zones occupées par la végétation	
	P _A	C _B	P _A	C _B		P _A	C _B	P _A	C _B
<i>Cyclopides planolioniques</i>	445	65	0	0	<i>A. pulchella</i>	1	0	97	0
<i>T. incognitus</i>	48	12	0	0	<i>A. verrucosa</i>	0	1	195	16
<i>B. longirostris</i> ..	242	72	0	0	<i>Ch. eurynotus</i>	1	6	59	20
<i>M. micrura</i>	49	6	0	0	<i>Ch. globosus</i>	0	0	5	4
<i>C. c. rigaudi</i>	71	10	0	0	<i>M. goeldii</i>	0	0	0	4
<i>D. excisum</i>	110	33	0	0	<i>I. spinifer</i>	0	0	0	2
<i>A. novae zelandiae</i>	303	0	8	0	<i>Cyclopides d'herb...</i> (<i>M. leuckarti</i> inclus)	0	0	103	489
<i>A. diaphana</i>	0	13	6	80	<i>Ostracodes</i>	0	0	43	23
<i>A. karua</i>	0	0	8	5	<i>Insectes</i>	0	0	Nombreux	
<i>A. monacantha</i> ..	0	30	64	322	<i>Oligochètes</i>	0	0	Nombreux	

sion, B₁ représente la biomasse de plantes par unité de surface, déterminée par des prélèvements au phyto-isolateur dans les plages couvertes à 100 % (prélèvements également destinés aux études faunistiques); P₁ est le pourcentage de la surface d'herbier S occupée par les plages totalement couvertes de plantes; P₂ est le pourcentage de S occupé par les plages partiellement couvertes.

En l'absence d'une détermination directe de la biomasse végétale totale d'un herbier, impossible sans perturber profondément l'évolution du peuplement de l'herbier étudié, cette méthode permet de suivre l'évolution de l'herbier dans le temps.

3.2. Observations générales relatives aux herbiers immergés, action des vents et des courants.

Exception faite de leur frange en contact avec les eaux libres voisines, les herbiers à *Ceratophyllum* et *Potamogeton* de la région de Sangaria sont très peu perturbés par l'agitation des eaux due à l'action des vents dominants. Par contre, leur très faible superficie dans la région de Bol peut conférer à ce facteur et aux courants de vent un rôle important dans la dynamique des peuplements d'invertébrés, agissant soit par lessivage de l'herbier, soit par apport d'éléments faunistiques allochtones.

Nous avons abordé l'étude de cette influence des vents sur les herbiers PA et CB, le premier étant situé, à l'époque de nos prélèvements, dans une zone

abritée; le second au contraire était soumis à l'action de vents permanents assez forts (fig. 1).

Les échantillons prélevés dans les zones libres de l'herbier PA ne comportent aucun élément caractérisant la faune d'Entomostracés (1) de l'herbier lui-même (tabl. I). La plupart des espèces dénombrées appartient en effet au domaine pélagique voisin. Le seul *Chydoridae* présent, *Alona novae zelandiae*, est pratiquement inexistant dans la végétation. La représentation de cette famille par une espèce seulement, permet d'écarter l'hypothèse de la provenance d'*A. novae zelandiae* d'un herbier voisin ou des plantes de l'herbier PA prospecté, car dans ce cas d'autres *Chydoridae* l'accompagneraient sans aucun doute.

Les observations faites dans l'herbier CB, montrent que quelques éléments faunistiques sont arrachés à leur abri et entraînés dans les zones d'eaux libres de l'herbier, où ils se mélangent à la faune planctonique. Cependant, malgré la forte agitation à laquelle était soumis cet herbier, la proportion de ces individus était très faible.

A l'exception de *Mesocyclops leuckarti* (2), il apparaît donc que les zones libres de végétation situées dans l'herbier ne comportent normalement pas d'éléments faunistiques caractéristiques des peuplements d'herbiers, ces organismes étant étroitement assujettis aux plantes qui leur servent d'abri ou de support.

Les zones dépourvues de végétation peuvent ainsi ne pas être considérées dans une étude de la faune

(1) Pour différentes raisons, les Entomostracés nous ont paru convenir particulièrement pour cette étude.

(2) *M. leuckarti* est la seule espèce planctonique d'Entomostracés faisant partie du peuplement des herbiers.

TABLEAU II

Moyenne des effectifs, coefficient de variation et coefficient de dispersion $\frac{s^2}{m}$, calculés pour quelques espèces de Cladocères et de Chironomides. Cinq échantillons ont été récoltés dans chaque cas

Espèces	PA Surface			PB Surface			CA Surface			CB Surface		
	m	V %	s ² /m	m	V %	s ² /m	m	V %	s ² /m	m	V %	s ² /m
<i>M. triserialis</i>	—	—	—	—	—	—	68	133,8	121,8	96	55,2	29,3
<i>M. goeldii</i>	—	—	—	—	—	—	42	57,6	14,0	28	34,2	3,2
<i>I. spinifer</i>	—	—	—	—	—	—	35	65,6	15,0	20	192,1	74,0
<i>A. guttata</i>	63	50,1	15,8	30	48,7	7,2	—	—	—	—	—	—
<i>A. monacaniha</i>	146	53,4	41,7	118	46,2	25,2	61	48,7	14,4	21	131,8	36,3
<i>A. pulchella</i>	794	28,4	63,8	308	54,6	92	159	22,6	8,1	—	—	—
<i>A. verrucosa</i>	102	62,8	40,3	216	78,1	131,7	38	59,3	13,4	35	157,3	86,6
<i>Ch. eurynotus</i>	48	79,5	30,3	—	—	—	246	18,0	8,1	151	100,8	153,6
<i>Polypédilum sp.</i>	—	—	—	94	126,5	151,7	85	12,0	121,4	424	56,8	136,8
C7 (<i>Cricotopus</i>).....	22	81,8	15,0	42	76,1	24,0	63	144,4	132,1	73	95,8	67,5
<i>Tanytarsus n. sp.</i>	197	46,7	72,4	133	54,1	39,2	7358	24,0	427,1	2606	34,2	306,0
<i>Dicrolendipes fusconotalus</i>	—	—	—	—	—	—	81	109,8	97,2	303	27,3	22,7
<i>Stictochironomus puripennis</i>	18	75,0	33,0	—	—	—	107	148,5	235,1	—	—	—
C20 (<i>Polypédilum</i>).....	—	—	—	37	51,3	9,4	43	106,9	49,0	134	61,9	51,2

invertébrée des herbiers; c'est en effet seulement dans le cas d'agitation extrêmement forte des eaux, qu'une fraction de la faune peut être arrachée des plantes et s'y retrouver.

L'intervention des courants dans la dissémination de cette faune, même si elle reste possible, n'a pas été mise en évidence.

3.3. Mode de distribution des organismes et remarques sur l'échantillonnage dans les herbiers à Potamogeton et Ceratophyllum.

La connaissance du mode de distribution des espèces dans un biotope quelconque permet de préciser approximativement les conditions générales d'échantillonnage (taille et nombre de prélèvements). Les effectifs bruts des espèces dénombrées dans chacun des échantillons ou fractions d'échantillon (1/10), prélevés au phyto-isolateur dans les herbiers P_A, P_B, C_A, et C_B, en surface, ont été utilisés à cette fin.

Le rapport variance sur moyenne $\left(\frac{s^2}{m}\right)$ permet de déterminer de façon rapide le type de distribution de fréquence auquel on peut rapporter une série de données expérimentales, ici les effectifs d'une espèce dans les différents prélèvements réalisés dans le même herbier. L'écart à l'unité $\frac{s^2}{m} - 1$ du coefficient observé peut être testé directement. Le rapport $\frac{s^2}{m}$ ne sera pas significativement différent de 1, pour un coefficient de risque de 5 %, si $\frac{s^2}{m} - 1 < 1,96 \sqrt{\frac{2n}{(n-1)^2}}$

(n étant le nombre de prélèvements) soit dans la plupart de nos cas, si $0 < \frac{s^2}{m} < 2,57$ (CANCELA DA FONSECA, 1966).

Ce rapport, utilisé également comme coefficient de dispersion, est significativement supérieur à 2,57 pour la totalité des espèces à effectif suffisant (tabl. II) La distribution observée peut donc être assimilée en première approximation à une distribution binomiale négative.

Dans le cas d'une telle distribution des organismes, l'erreur d'échantillonnage pour une espèce n'est pas sensiblement réduite par l'augmentation de la taille du prélèvement au-dessus d'une certaine valeur de l'effectif de l'ordre de 100 individus, si le coefficient c de Cassie est plus petit que 0,2 (voir CASSIE, 1969), ce qui est réalisé dans la quasi-totalité de nos observations. La précision de l'estimation des effectifs des espèces est alors accrue par la réalisation de plusieurs échantillons de taille convenable. Compte tenu de nos résultats et d'impératifs techniques ou relatifs au comportement de certaines espèces (évitement), nous pensons avoir réalisé un appareil permettant la collecte d'échantillons de taille convenable.

Afin de déterminer le nombre de prélèvements nécessaires pour la réalisation d'échantillons représentatifs du peuplement, nous avons utilisé la méthode de Dagnélie (in CANCELA DA FONSECA, 1965). Les coefficients de Fisher présentant une très large gamme de variations apparemment indépendantes de l'espèce et du biotope, nous avons appliqué cette méthode aux espèces présentant le coefficient de variation ($V \% = \frac{s}{m} \cdot 100$) le plus élevé après trans-

TABLEAU III

Nombre de prélèvements (n), nécessaires pour obtenir des estimations des effectifs moyens (m) de quelques espèces avec une marge d'erreur (d) de 10 et 20 % de m, calculés par la méthode de Dagnélie. m_t et s^2_t sont respectivement la moyenne et la variance de la distribution normalisée

Espèces	Herbier	m	m_t	s^2_t	n	
					d = 0,10 m_t	d = 0,20 m_t
<i>Ch. eurynotus</i>	PA	48	15,74	12,51	20	5
<i>A. verrucosa</i>	PB	216	21,96	16,76	14	4
<i>M. triserialis</i>	CA	68	15,72	25,96	41	11
<i>I. spinifer</i>	CB	20	7,42	47,67	333	84
<i>Ch. eurynotus</i>	CB	151	19,85	21,98	24	6
<i>Tanytarsus n. sp.</i>	PA	87	16,76	16,34	22	5
<i>Polypedilum griseoguttatum</i>	PB	28	12,27	8,52	21	5
C7.....	CA	23	12,70	12,18	29	7
<i>Cricotopus scottae</i>	CA	30	13,89	9,78	19	5
C20.....	CB	64	17,24	31,05	40	10

formation logarithmique ($10 \cdot \log_{10} x$) des données brutes (nombre d'individus/prélèvement).

L'estimation des effectifs moyens des espèces de Gladocères ou de Chironomides dans une zone réduite de l'herbier avec une incertitude maximale de 10 %, nécessite un nombre trop élevé de prélèvements (20 dans les *Potamogeton* et 40 dans les *Ceratophyllum* (tabl. III). L'obtention d'estimations de m avec une marge d'erreur maximale de l'ordre de 20 % est par contre plus facilement réalisable dans les 2 types d'herbiers; une dizaine de prélèvements donnent cette précision, qui est satisfaisante pour une étude des variations intra-annuelles qualitatives et quantitatives des peuplements d'invertébrés. Elle est par contre insuffisante pour des études de dynamique et de production, particulièrement pour les espèces à effectif faible et développement court (principalement Gladocères et Rotifères).

3.4. Similitude entre les peuplements des herbiers immergés.

Les relevés des densités moyennes (nombre d'individus/unité de poids de plantes) des espèces d'Entomostracés et de Chironomides ont été comparés par la méthode des corrélations de rang de Kendall. Les données analysées figurent dans les tableaux situés en annexe (tabl. IX à XIII).

3.4.1. Similitude entre les peuplements du fond et de la partie superficielle des herbiers à *Potamogeton* et *Ceratophyllum*.

Les valeurs positives des coefficients de Kendall (tabl. IV) à l'exception de ceux concernant les Chironomides des herbiers à *Potamogeton*, montrent

qu'une parenté certaine existe entre les populations de Chironomides ou d'Entomostracés vivant en surface et vers 60 cm de profondeur dans chacun des différents herbiers.

Il convient cependant de remarquer que malgré la légère sous-estimation du coefficient entraînée par l'affectation d'un rang différent à des espèces ayant des densités faibles et voisines, tous ces coefficients sont assez éloignés de 1, valeur dont ils devraient s'approcher si le peuplement était parfaitement homogène verticalement.

Cependant, les variations de densités des organismes, observées entre la surface et 60 centimètres de profondeur (tabl. IX à XIII), vont dans des sens différents quand on passe d'une espèce à une autre. Elles peuvent être le fait de l'action des facteurs physico-chimiques du milieu, mais aussi du mode de distribution en agrégats des organismes, tout autant que de l'action de facteurs biotiques liés au faciès végétal proprement dit (cycle végétatif).

En l'absence d'une stratification nette dans la distribution des espèces, nous considérons que le degré d'homogénéité dans la répartition des agrégats est

TABLEAU IV

Coefficient de corrélation de rang de Kendall entre les relevés de densités des espèces du fond et de surface : (1) Entomostracés ; (2) Chironomides

	P _A		P _B	C _A		C _B	
Valeurs seuils de τ (P 0,05)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
	0,41	0,33	0,26	0,38	0,26	0,36	0,29
τ Calculés	0,72	0,12	0,06	0,61	0,46	0,45	0,48

TABLEAU V

Coefficients de corrélation de rang de Kendall entre les relevés des effectifs des espèces ou unités taxinomiques, en surface, dans les herbiers de la région de Bol (janvier 1969). (1) Entomostracés; (2) Chironomides; (3) Ensemble des unités taxinomiques

	P _A /P _B			C _A /C _B			P _A /C _A			P _A /C _B			P _B /C _A			P _B /C _B		
Valeurs seuils de τ (P 0,05).....	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
τ calculés.....	0,38	0,29	0,46	0,34	0,26	0,43	0,33	0,27	0,39	0,33	0,29	0,46	0,33	0,26	0,39	0,33	0,27	0,43
	0,66	0,47	0,99	0,58	0,33	0,88	0,21	0,26	0,46	0,33	0,24	0,55	0,45	0,53	0,92	0,22	0,28	0,51

tel qu'un échantillonnage de la seule zone superficielle d'un herbier immergé donne une image représentative du peuplement de ce dernier.

3.4.2. Similitude entre peuplements de deux herbiers de même faciès dans une même région.

Les coefficients de rang de Kendall concernant les herbiers P_A/P_B et C_A/C_B sont significativement positifs en ce qui concerne les Entomostracés (tabl. V). Bien que les coefficients soient inférieurs, l'affinité existe également entre les populations de *Chironomides* de ces herbiers. La corrélation est cependant relativement faible dans l'ensemble et de ce fait il apparaît indispensable de localiser dans le même herbier une étude concernant la dynamique des peuplements d'invertébrés.

Il ne faut toutefois pas perdre de vue que les résultats d'une telle étude ne seront pas nécessairement extrapolables à l'ensemble des herbiers de même faciès, car des facteurs variés comme par exemple la distribution des pontes d'insectes, l'exposition au vent, la prédation externe, les apports faunistiques allochtones éventuels, peuvent être à l'origine d'une évolution divergente de leurs peuplements sous l'influence de facteurs communs identiques (température, cycle végétatif, conditions trophiques).

3.4.3. Similitude entre peuplements de deux herbiers de faciès différents dans une même région.

Les coefficients de corrélation relatifs aux peuplements de zones superficielles d'herbiers de faciès différents ne sont pas significativement positifs, ou avoisinent la valeur seuil dans trois cas sur quatre (tabl. V). Aucun coefficient n'est cependant négatif ce qui signifie qu'il y a une similitude écologique caractérisée entre ces faciès, similitude attestée en outre par la présence de presque toutes les espèces dans chacun des deux faciès d'herbiers.

Cette similitude tient aux caractéristiques originales de ce type de biotope aquatique par rapport aux milieux benthiques sensu stricto et pélagique.

La similitude entre les peuplements des herbiers à *Potamogeton* et *Ceratophyllum* ne peut être considérée comme aussi étroite que celle existant entre herbiers de même espèce végétale. Six valeurs du coefficient τ sont en effet non significatives ou avoisinent la valeur seuil (tabl. V). En outre la dominance des *Macrothricidae*, de *Simocephalus vetulus*, des larves de *Tanytarsus n. sp.* (1), de nombreux polypes d'Hydrides, enfin la plus grande diversité des Entomostracés et des Chironomides constatée en janvier dans les herbiers à *Ceratophyllum*, sont un indice supplémentaire de l'originalité écologique du faciès à *Ceratophyllum* par rapport au faciès à *Potamogeton*. Par ailleurs, les différences morphologiques très tranchées entre les deux faciès d'herbiers sont certainement un facteur important agissant sur la composition des peuplements.

Une étude des fluctuations annuelles et la recherche des caractéristiques physico-chimiques de ces herbiers serait indispensable pour confirmer ou infirmer cette différenciation, qui reste hypothétique.

3.4.4. Similitude entre les peuplements des herbiers immergés et semi-immergés des régions de Bol et de Sangaria.

Cette similitude a principalement été recherchée en prenant en considération les groupes suivants : Vers, Mollusques et Insectes. En ce qui concerne les Entomostracés, de nombreux échantillons recueillis auparavant ont montré l'abondance relative générale d'*Alonella excisa* dans la région de Sangaria, toutes les autres espèces étant d'abondance équivalente dans les deux régions considérées.

La comparaison des peuplements de Chironomides montre que la faune est qualitativement plus riche dans la région de Bol (49 espèces récoltées), que dans

(1) Cette espèce bien que très abondante dans les herbiers à *Ceratophyllum* de Bol n'a encore jamais été décrite et le sera prochainement sous le nom de *Tanytarsus ceratophylli n. sp.*

TABLEAU VI

Tableau de présence-absence des Chironomides dans les différents faciès d'herbiers à Bol et à Sangaria. + = Présence de l'espèce.
 RP = racines de *C. papyrus*, P = *Potamogeton*, C = *Ceratophyllum*, V = *Vallisneria*, TP = tiges de *C. papyrus*

Espèces récoltées	BOL					SANGARIA				
	P	C	V	TP	RP	P	C	V	TP	RP
C1		+		+	+			+	+	
C2	+	+		+	+					
C3				+	+					
C4	+	+		+			+			
C5		+								
C6	+	+		+					+	
C7	+	+		+	+				+	
C8	+	+		+	+	+				
C9	+	+			+					
C10				+	+					
C11	+	+		+						
C12	+	+				+	+	+	+	
C13	+									
C14	+	+		+		+				
C15	+	+		+						
C16	+	+		+						
C17	+	+		+		+	+	+		
C18	+	+		+		+			+	
C19	+									
C20	+	+		+		+				+
C21	+	+								
C22					+					
C23	+	+								+
C24										
C25	+	+		+						
C26		+				+				
C27	+	+		+			+			
C28	+	+		+		+				
C29	+									
C30		+								
C31		+					+			
C32		+						+		
C33		+								
C34		+								
C35		+		+						
C36	+			+						
C37										+
C38		+				+	+			
C39	+	+		+		+				
C40	+					+	+	+	+	
C41				+		+		+		
C42						+	+	+	+	
C43		+				+	+	+		
C44						+	+	+		
C45				+		+	+	+		
C46										+
C47				+						
C48	+									
C49				+						
C50				+						
C51				+						
C52				+						
C53				+						
C54					+					
C55								+		
C56							+			
C57						+				
C58				+		+	+	+		
C59						+	+			
C60						+		+		

TABLEAU VII

Tableau de présence-absence des invertébrés autres que Chironomides et Entomostracés dans les différents faciès d'herbiers, à Bol et à Sangaria

+ = Présence de l'espèce ; P = *Potamogeton*, C = *Ceratophyllum*, V = *Vallisneria*, TP = tiges de *C. papyrus*, RP = racines de *C. papyrus*

Organismes récoltés	BOL					SANGARIA				
	P	C	V	TP	RP	P	C	V	TP	RP
Oligochètes.....	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nématodes.....	+		+							
Hirudiniées.....				+	+		+			
Agrionides.....	+	+	+			+	+			
Libellulides.....		+	+			+	+			
Baetidae.....	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Povilla.....	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ecnomus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Orthotrichia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dipseudopsis</i> ...		+								
<i>Diplonychus</i>		+				+		+		
<i>Plea</i>	+	+				+				
<i>Hydrocyrius</i>						+				
<i>Micronecta</i>	+	+				+	+			
<i>Naboandelus</i>		+				+				
Lépidoptères...		+				+	+	+		
Coléoptères.....						+				
Muscidae.....	+		+			+				
Culicidae.....		+				+				
Cératopogonidae						+				
Hydres.....		+	+		+					
<i>Bulinus</i>	+	+	+			+	+	+		
<i>Ferrissia</i>	+						+			
<i>Biomphalaria</i> ...		+				+	+	+		
<i>Anisus</i>		+				+	+			
<i>Gabbia</i>						+	+			
<i>Bellamia</i>		+								

celle de Sangaria (29 espèces récoltées) (tabl. VI), cela pour l'ensemble des faciès étudiés. Certaines espèces à très large répartition dans la zone de Bol sont totalement absentes à Sangaria. Réciproquement, C₄₀, C₄₂, C₄₄(1), groupe d'espèces dominantes à Sangaria ne se retrouve, à la même époque, qu'occasionnellement à Bol.

La répartition des autres invertébrés, apparaît comme très vaste et les formes dominantes se retrouvent dans les deux stations. Bien qu'il soit impossible de statuer sur des groupes qui se retrou-

vent sporadiquement dans l'une ou l'autre des stations, trois faits sont mis en évidence dans le tableau VII : l'absence de polypes d'Hydraires à Sangaria alors qu'ils sont fréquents à Bol, la concentration des Hémiptères dans les *Ceratophyllum* à Bol et dans les *Potamogeton* à Sangaria et enfin, la plus grande abondance des Lépidoptères à Sangaria qu'à Bol. Les adultes appartenant à la famille des *Pyrallidae* sont certainement affectés par les conditions climatiques plus défavorables qui caractérisent Bol par rapport à Sangaria.

(1) Cf. tableau de détermination systématique des Chironomides, en annexe.

TABLEAU VIII

Préférences alimentaires pour différentes espèces de poissons vivants dans les herbiers immergés de la région de Sangaria
(d'après les analyses de contenu stomacal des poissons capturés à l'ichtyotoxique)

++ = Prédation importante; + = Prédation accessoire; * = espèces typiques des herbiers

a) Herbier à *Ceratophyllum*

Espèces récoltées	Insectes	Ostracodes Cladocères	Mollusques	Poissons	Débris végétaux	<i>Caridina</i> <i>Macrobrachyum</i>
* <i>Xenomystus nigri</i>	+ +			+		+
<i>Tetraodon fahaka</i>			+ +			
* <i>Petersius intermedius</i>	+	+ +			+	
* <i>Neolebias unifasciatus</i>		+ +				
<i>Distichodus rostratus</i>					+ +	
* <i>Barbus leonensis</i>		+			+ +	
<i>Clarias albolineatus</i>	+	+	+			+
* <i>Epiplatys bifasciatus</i>	+ +					
* <i>Aplocheilichthys sp.</i>	+ +	+			+ +	
<i>Lates niloticus</i>				+		
* <i>Hemichromis fasciatus</i>	+ +	+	+	+	+	
* <i>Hemichromis bimaculatus</i>	+ +	+	+	+	+	
* <i>Haplochromis wingatii</i>	+ +	+	+		+	
<i>Tilapia zillii</i>					+ +	
<i>Tilapia nilotica</i>					+ +	
<i>Tilapia galilaca</i>					+ +	
* <i>Ctenopoma petherici</i>			+ +			
* <i>Parophiocephalus obscurus</i>			+		+ +	
<i>Polypterus senegalus</i>	+			+	+ +	
<i>Polypterus bichir</i>						

b) Herbier à *Potamogeton*

<i>Hyperopisus bebe</i>	+ +		+			
<i>Marcusenius sp.</i>	+ +	+ +				
<i>Tetraodon fahaka</i>			+ +			
<i>Alestes macrolepidotus</i>	+ +					
<i>Alestes baremoze</i>	+	+ +				
* <i>Micralestes acutidens</i>	+ +	+				
* <i>Petersius intermedius</i>		+ +				
<i>Distichodus rostratus</i>	+	+			+ +	
<i>Citharinus latus</i>					+ +	
* <i>Barbus leonensis</i>	+	+			+	
<i>Auchenoglanis sp.</i>	+ +	+ +				
* <i>Aplocheilichthys sp.</i>		+				
* <i>Hemichromis fasciatus</i>	+ +			+		
* <i>Haplochromis wingatii</i>	+	+			+ +	
* <i>Hemichromis bimaculatus</i>	+					

4. APERÇU DES INTER-RELATIONS TROPHIQUES DU PEUPEMENT ANIMAL DES HERBIERS IMMERGÉS

Les remarques suivantes, relatives aux relations trophiques dans les herbiers immergés sont basées d'une part sur la connaissance que l'on a du régime alimentaire des grands groupes d'invertébrés et d'autre part sur quelques analyses de contenus stomacaux de poissons capturés dans ces milieux à l'ichtyotoxique. Les résultats portent sur les analyses du contenu stomacal de 314 individus appartenant à 20 espèces dans le premier faciès, de 183 individus appartenant à 15 espèces pour le second (tabl. VIII) (1).

En règle générale les herbiers sont peuplés de petites espèces ou de jeunes d'espèces plus grandes (LOUBENS, 1969). La plupart de ces poissons sont des consommateurs secondaires sans régime spécialisé, donc des omnivores. Par contre les trois espèces de *Tilapia*, périphytonophages et saprovores et un *Distichodus*, brouteur d'herbier, peuvent être considérées comme consommateurs primaires. *Ctenopoma petherici* et *Tetraodon fahaka* ont un régime malacophage au-dessus d'une certaine taille. Les *Lates niloticus* que nous avons capturés avaient tous un régime ichtyophage; en général, seules les formes de petite taille de cette espèce ont un régime omnivore et capturent de nombreux insectes et crevettes. (LAUZANNE comm. pers.).

Un fait remarquable est l'absence d'Oligochètes dans les contenus stomacaux de poissons, bien qu'ils constituent un des éléments dominants des peuplements d'invertébrés. Cette absence de prédation par les poissons est d'ailleurs probablement responsable de la prédominance relative des Oligochètes.

En ce qui concerne les invertébrés, à l'exception de *Mesocyclops leuckarti*, de certains ordres d'insectes (Hémiptères, Coléoptères, Odonates) et des polypes d'Hydriaires, l'ensemble est constitué de consommateurs primaires périphytonophages ou saprovores (Chironomides, Éphéméroptères, Oligochètes, Mollusques, Cladocères, Copépodes, Ostracodes), ou de brouteurs d'herbiers (Mollusques, Chironomides [in part]; *Povilla adusta*...).

Par ailleurs, des recherches faites par J. Viellard ont montré que seule une petite partie des invertébrés des herbiers subit la prédation de l'avifaune. Le plus souvent les oiseaux viennent se nourrir à la surface de l'herbier, de graines ou d'insectes aériens. Parfois cependant, l'extrême abondance de certains invertébrés (larves d'Odonates par exemple) peut attirer quelques oiseaux (Sarcelles, Jacanas...).

5. CONCLUSIONS

L'ensemble des premières données sur les peuplements des herbiers du lac Tchad permet de dégager un certain nombre de conclusions d'ordre méthodologique et écologique qui doivent être considérées comme le point de départ de recherches ultérieures portant sur ces biotopes.

— Le phyto-isolateur, mis au point pour les études concernant les herbiers immergés, permet le prélèvement d'un volume constant (plantes et eau environnante). Dans le lac Tchad, ce volume est tel qu'en moyenne 10 prélèvements suffisent pour réaliser un échantillonnage représentatif de la faune de la région superficielle des herbiers.

Par rapport à d'autres techniques (ROSINE, 1958; PETR, 1968), cet appareil permet un échantillonnage reproductible, quelle que soit la densité des plantes et réduit les phénomènes d'évitement. Seuls les prélèvements dans la région profonde des herbiers nécessitent des précautions particulières visant à éviter l'entraînement de la partie supérieure des plantes, jusqu'au niveau de prélèvement.

— La distribution verticale des peuplements est telle qu'un échantillon prélevé en surface dans les herbiers à *Ceratophyllum* et *Potamogeton* en plein développement peut être considéré comme représentatif des soixante premiers centimètres.

— Les peuplements des différents herbiers immergés et semi-immersés d'une même région, présentent une similitude de composition spécifique. Cependant, les variations souvent importantes de densité d'une même espèce entre deux herbiers d'un même faciès, nous incitent à penser que le peuplement de chacun d'eux peut évoluer de façon originale en dépit de facteurs écologiques communs. Cela implique de réaliser une étude des variations temporelles de la faune, dans le même herbier. De telles différences se retrouvent dans un herbier de très grande superficie, rendant nécessaire d'y localiser en un point une étude cyclique.

— Si l'on compare les faunes des régions de Bol et de Sangaria, on peut distinguer d'une part un premier ensemble formé d'espèces ubiquistes à très vaste répartition et un deuxième ensemble formé d'espèces que l'on ne retrouve que dans l'une ou l'autre de ces deux zones.

— A l'exception de *Mesocyclops leuckarti* et de quelques larves d'insectes que l'on retrouve également dans les zones pélagique ou benthique du lac, la faune d'invertébrés des herbiers immergés est une faune originale. La grande similitude de composition

(1) La détermination des espèces de poissons a été effectuée par G. Loubens.

spécifique qui existe pour les insectes, entre les herbiers semi-immérgés (*C. papyrus*) et les herbiers immergés (*Ceratophyllum*, *Potamogeton*, *Vallisneria*)

confirme l'originalité de la faune peuplant les biotopes végétaux.

BIBLIOGRAPHIE

- CANCELA DA FONSECA (J. P.), 1965. — L'outil statistique en Biologie du Sol. I. Distributions de Fréquences et Tests de signification. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 2, 3 : 299-332.
- , 1966. — L'outil statistique en Biologie du sol. III. Indices d'intérêt écologique. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 3, 3 : 281-407.
- CASSIE (R. M.), 1969. — Sample design. *Monographs on Oceanographic methodology*, 2, UNESCO : 105-121.
- DEJOUX (C.), 1968. — Contribution à l'étude des insectes aquatiques du Tchad. Catalogue des Chironomidae, Odonates, Trichoptères, Hémiptères, Éphéméroptères. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, II, 2 : 51-77.
- GRAS (R.), ILLIS (A.), LÉVÊQUE-DUWAT (S.), 1967. — Le plancton du Bas Chari et de la partie est du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 1, 1/4 : 25-96.
- LÉONARD (J.), 1969. — Aperçu sur la végétation. In *Monographie Hydrologique du lac Tchad*, 11 p.
- LOUBENS (G.), 1969. — Étude de certains peuplements ichthyologiques par des pêches au poison (1^{re} note). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 3, 2 : 45-73.
- PETR (T.), 1968. — Population changes in Aquatic Invertebrates Living on two Water plants in Tropical Man Made Lake. *Hydrobiologia*, 32, 3/4 : 449-485.
- REY (J.), SAINT-JEAN (L.), 1968. — Les Cladocères (Crustacés, Branchiopodes) du Tchad. (Première note). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. II, 3-4 : 79-118.
- , 1969. — Idem. (deuxième note) *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. III, 3-4 : 21-42.
- ROSINE (N. N.), 1955. — The distribution of Invertebrates on submerged aquatic plant surfaces in Muskee Lake, Colorado. *Ecology*, 36, 2 : 308-314.

ANNEXE

Détermination systématique actuelle des Chironomides récoltés à Bol et à Sangaria dans les différents biotopes étudiés.

C1	<i>Nilodorum brevibucca</i>	C31	<i>Tanytarsus bifurcus</i>
C2	<i>Polypedilum</i> sp.	C32	<i>Dicrotendipes sudanicus</i>
C3	<i>Stictochironomus cafrarius</i>	C33	<i>Polypedilum melanophilus</i>
C4	<i>Cryptochironomus</i> sp.	C34	<i>Cladotanytarsus</i> sp.
C5	<i>Dicrotendipes</i> sp.	C35	<i>Ablabesmyia nilotica</i>
C6	Orthoclaadiinae (<i>Nanocladius?</i>)	C36	Chironominae
C7	<i>Cricotopus</i> sp.	C37	Chironominae
C8	<i>Tanytarsus</i> n. sp.	C38	Chironominae
C9	<i>Cryptochironomus nudiforceps</i>	C39	<i>Polypedilum</i> sp.
C10	<i>Cryptochironomus dewulfianus</i>	C40	<i>Cryptochironomus</i>
C11	<i>Cricotopus scottae</i>	C41	<i>Tanytarsus</i> sp.
C12	<i>Polypedilum griseoguttatum</i>	C42	<i>Tanytarsus</i> sp.
C13	<i>Polypedilum</i> sp.	C43	<i>Cricotopus albitibia?</i>
C14	<i>Dicrotendipes fusconotatus</i>	C44	<i>Cryptochironomus</i> .
C15	<i>Stictochironomus puripennis</i>	C45	Orthoclaadiinae (<i>Smittia?</i>)
C16	<i>Cricotopus</i> sp.	C46	<i>Stictochironomus</i> sp.
C17	<i>Tanytarsus nigrocinctus</i>	C47	<i>Cryptochironomus</i> sp.
C18	<i>Ablabesmyia dusoleili</i>	C48	Orthoclaadiinae sp.
C19	<i>Polypedilum</i> sp.	C49	<i>Polypedilum</i> sp.
C20	<i>Polypedilum</i> sp.	C50	Chironominae.
C21	Orthoclaadiinae	C51	<i>Cryptochironomus</i> sp.
C22	<i>Stictochironomus</i> sp.	C52	Orthoclaadiinae.
C23	<i>Cladotanytarsus</i> sp.	C53	Chironominae
C24	<i>Cricotopus</i> sp.	C54	Chironominae
C25	<i>Tanytarsus</i> sp.	C55	<i>Polypedilum</i> sp.
C26	<i>Tanytarsus</i> sp.	C56	Orthoclaadiinae.
C27	<i>Polypedilum</i> sp.	C57	Chironominae.
C28	<i>Cryptochironomus</i> sp.	C58	Orthoclaadiinae.
C29	<i>Dicrotendipes chloronotus</i>	C59	Chironominae.
C30	<i>Cryptochironomus</i> sp.	C60	<i>Cryptochironomus</i> sp.

TABLEAU IX

Entomotraccés récoltés dans les divers herbiers dans la région superficielle et à 60 cm de profondeur. Entre parenthèse le nombre de prélèvements réalisés. 1 — Effectifs moyens par prélèvement ; 2 — effectifs moyens par 1 g de poids sec d'herbier. Bol, janvier 1969.

Espèces ou ordres récoltés	Potamogeton A				Potamogeton B				Ceratophyllum A				Ceratophyllum B				
	Surface (5)		Milieu (4)		Surface (5)		Milieu (4)		Surface (4)		Milieu (4)		Surface (5)		Milieu (4)		
	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	
A. pulchella	794,40	11884,60	1149,75	1394,00	1308,00	1322,00	158,50	421,25	31,00	88,75	7,00	14,80	0,25	6,25			
A. monacantha	146,40	337,40	44,25	445,20	1116,00	519,00	80,50	132,25	34,50	101,25	20,80	47,00	14,25	61,50			
A. verrucosa	101,80	239,20	14,75	152,50	1216,20	1056,40	37,50	92,00	12,75	37,75	34,60	81,80	6,75	43,25			
A. guttata	62,80	144,00	7,00	62,50	29,60	132,00	-	-	0,50	1,25	0,40	-	-	-			
Chaerophytus	48,00	107,00	11,25	89,00	6,00	25,20	246,25	653,75	1406,25	1356,00	151,20	341,80	1250,00	1039,00			
A. laevis	6,20	15,00	0,50	4,25	1,40	4,80	4,50	12,00	1,75	5,00	1,20	1,60	1,75	7,50			
I. epinifer	0,80	2,00	-	-	1,00	4,80	35,25	103,00	16,00	53,50	20,20	48,80	20,50	90,75			
A. diaphana	0,80	1,80	-	-	-	-	3,75	8,75	1,25	4,25	0,60	1,20	0,25	1,50			
M. triseriata	0,40	0,80	-	-	-	-	68,00	138,00	2,25	6,25	98,00	180,00	15,25	72,25			
M. goeldii	0,40	0,80	-	-	7,00	33,60	42,00	101,50	3,75	11,75	27,80	56,20	6,00	22,25			
C. rectirostris	0,40	1,00	-	-	-	-	14,50	42,75	29,25	89,50	3,40	7,80	9,75	44,75			
Ch. lobosus	0,20	0,40	0,50	5,50	1,20	5,40	15,75	34,25	29,25	120,00	3,00	6,40	28,50	109,00			
D. serrata	0,20	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
S. vetulus	-	-	-	-	-	-	2,25	5,00	2,25	10,00	36,80	74,40	22,25	111,25			
G. monodi	-	-	-	-	-	-	0,50	1,50	-	-	-	-	-	-			
C. rigaudi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	1,20	10,00	56,75			
E. occidentalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	2,00	0,20	3,25	16,25			
K. longirostris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,25	0,50			
Total cindocères	1162,80	12727,80	1228,00	1233,25	1688,40	13097,20	839,25	1765,80	1573,00	1887,25	403,20	864,20	1389,75	1162,00			
Copépodes	727,20	1772,80	1127,25	1380,50	31,20	411,60	327,25	546,00	71,25	245,25	171,80	359,80	71,75	354,75			
Ostracodes	5,80	14,00	0,75	5,00	0,40	1,80	14,50	40,75	6,25	22,25	33,00	83,20	10,75	46,00			
Conchostracés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,40	-			
Total	1895,80	14514,60	1356,00	12296,75	1780,00	13510,80	930,95	1232,55	1650,50	2157,75	1608,60	11278,60	1472,25	2063,50			
Entomotraccés	1895,80	14514,60	1356,00	12296,75	1780,00	13510,80	930,95	1232,55	1650,50	2157,75	1608,60	11278,60	1472,25	2063,50			
C. africana	0,8	-	-	-	-	-	0,6	0,1	1,3	4,7	4	1,0	7	2,0			
M. niloticum	-	-	-	1,75	-	0,20	-	-	1,5	0,6	1	0,2	1	0,10			
Hydracariens	-	-	-	-	-	0,20	1,20	1,00	3,00	1,75	5,25	22,80	5,80	1,00	5,75		

TABLEAU X

Insectes, mollusques et vers récoltés dans des herbiers à Potamogeton dans la région superficielle et à 60 cm de profondeur. M — effectifs moyens par prélèvement ; M₁₀ — effectifs moyens par 10 g de poids sec d'herbier. Bol, janvier 1969 ; Sangaria, février 1969.

Espèces récoltées	BOL				SANGARIA			
	Potamogeton A		Potamogeton B		Potamogeton A		Potamogeton B	
	Surface	Moyen	Surface	Moyen	Surface	Moyen	Surface	Moyen
I. Chironomides								
C2	4,2	11,3	4,4	17,27,6	84,19,6	21,9		
C4	0,2	1,0	6,5	2,2	11,1			
C6	1,8	5,0	2,1	0,4	1,0	4,1		
C7	6,4	22,0	8,8	4,10,8	42,1,2	17		
C8	67	197,30	186,27,8	133,17,2	218,2	1,2	8	
C9	3,6	8	1	3	3			
C11	3,6	8	6,8	31,0,2	2			
C12	4	9	3,2	21,1,4	20	1,6	3	0,2
C13					3			
C14	0,2	1,1	4,9	1,2	8,0,2	2	0,2	1
C15	6,4	18,6	50					
C16	0,2	1			0,2	2		
C17	1,1	0,2	2,1,4	7		10	30	
C18	0,2	0,2	1	3	8	12,3	57,1,4	9,11,2
C19					0,2	2		
C20	7,2	15,0	8,7	9,2	37	0,2	1	7,8
C21			0,2	1				
C23			0,8	3				
C25			6,4	30				
C26					0,4	3	0,4	3
C27								
C28	2,6	4	0,2	1	3			
C29	0,2	1	0,4	2	0,2	9		
C30					0,2	1		
C31			0,4	1				
C32					0,3	4	6,3	14
C33					7,2	34	6	12
C34					5,6	27	86,4	222
C35					78	164	7,2	16
C36					21,2	78	9,8	32
C37							18,8	106,29
C38							70	7,6
C39								
C40								
C41								
C42								
C43								
C44								
C45								
C46								
C47								
C48								
C49								
C50								
C51								
C52								
C53								
C54								
C55								
C56								
C57								
C58								
C59								
C60								
II. Invertébrés autres que Chironomides et Crustacés								
Oligochètes	1203	2517	1344	987	990	64687	1295	1837
Nématodes	10	24	1	5	2,5	8		
Agriionides	0,8	2	1,4	11	0,6	4	0,8	9
Libellulides								
Baetidae	2,2	6	1	8	3,4	19	0,4	2
Povilla adusta	1							
Ecnomus	0,2	1		0,4	2	0,3	2	4
Orthotrichia	0,2	1		0,4	2	0,4	4	3
Diplonychus								
Plea								
Hydrocyrius								
Micronecta								
Nabonidulus								
Lépidoptères								
Coléoptères								
Chalcididae	3,8	9	1,2	6	1,8	8	0,6	7
Muscidae								
Culicidae								
Curatopogonidae								
Bullinus	0,2	1		0,2	1			
Ferrissia	0,2	1		0,2	1			
Blomphalaria								
Anisus								
Gabia								

TABLEAU XI

Insectes, mollusques, vers et hydres récoltés dans les herbiers à Ceratophyllum dans la région superficielle et à 60 cm de profondeur. Idem.

Espèces récoltées	BOL								SANGARIA			
	Ceratophyllum A				Ceratophyllum B				Ceratophyllum A		Ceratophyllum B	
	Surface	Moyen	Surface	Moyen	Surface	Moyen	Surface	Moyen	N	M ₁₀	N	M ₁₀
I. Chironomides												
C1	0,2	1	0,2	8	0,5	1	0,7	3				
C2	37,6	85	98	556	236	424	11,5	672				
C4	1,6	6	0,4	2	25	63	5,5	19			0,2	1
C5	0,2	1										
C6	2	4	0,2	1								
C7	23	63	3,4	18	38	73	10	32				
C8	3499	7358	1174	3386	1363	2806	593	2132				
C9												
C11	30	78	1,6	5	3	6	0,7	3				
C12	0,2	1			8	20						
C14	29	81	0,2	12	162	303	60,7	210				
C15	48	107							7,2	11		19
C16	2,8	7			8,7	13						
C17					2,7	4						
C18	6	18	5,5	24	138	339	202	77	53,7	122	34,2	66
C20	15	43	11,5	50	64	134	43	158				

TABLEAU XII

Insectes, mollusques, vers et hydres récoltés dans des herbiers à *Vallisneria*. *Idem*.

Espèces récoltées	BOL							SANGARIA				
	Nombre d'individus par échantillon					M	M/10g	Nombre d'individus par échantillon			M	M/10g
	I	II	III	IV	V			I	II	III		
I- Chironomides												
C1												
C2	17	38	I	63	17	27	538	3		I	I,3	25
C4		9	I		2	2,4	43					
C6				I		0,2	3					
C7		2				0,4	6					
C8	I	7	10	49	75	28,4	618					
C11						0,2	10					
C12	I	2	I			0,8	21			I	0,3	5
C14				I		0,2	3					
C15				I		0,2	5					
C16	I					0,2	10					
C17	2	18				4	79					
C18			I	6		1,4	22	I	3	I2	5,3	86
C20		5		I		1,2	19					
C25	2				16	3,6	105					
C27						0,2	10					
C28		2				0,4	6					
C31										I	0,3	5
C32												
C35				I		0,2	3					
C36				I		0,2	3					
C39		8	7	19	9	8,6	222					
C40								I	3	4	2,6	43
C41					I	0,2	5			I	0,3	4
C42								18	2		6,6	170
C43								I		6	2,3	40
C44								I		6	2,3	40
C45				3		0,6	9					
C47			I			0,2	4					
C49				19	3	4,2	72					
C50				I		0,2	3					
C51				28		5,6	81					
C52				60		12	180					
C53					36	7,2	188					
C55										I	0,3	5
C58				2		0,4	10	I			0,3	9
C60										25	8,3	133
II-Invertébrés autres que les Chironomides et Crustacés.												
Oligochètes	689	1059	1035	2165	2307	1451	23219	2		25	9	151
Nematodes		31	2			I	I					
Agrionides		3	1	I	I	1,2	22					
Libellulides			1	I	21	0,8	17					
Baetidae	3	63	6	74	10	31,2	533	I	3	I	1,6	27
Povilla adusta		21		I		0,6	9					
Ecnomus			2	2		0,8	14	I		8	3	52
Orthotrichia			6	21	10	3,6	83		9	3	4	55
Diplonyckus								I			0,3	9
Blomphalaria										2	0,6	11
Bullinus		7	4	19	8	7,6	137	5	9	15	9,6	164
Muscidae				I		0,2	3					
Leptodoptères								I			0,3	9
Hydres	3	6	10		261	9	229					

TABLEAU XIII

Insectes, vers et hydres récoltés dans les tiges et racines de *Cyperus papyrus*. M. effectifs moyens par tige ou racine; M₅₀₀ effectifs moyens par 500 g de poids sec de tige ou de racine. Bol, janvier 1969; Sangaria, février 1969.

Espèces récoltées	Tiges de Papyrus				Racines de Papyrus			
	Bol		Sangaria		Bol		Sangaria	
	M	M ₅₀₀	M	M ₅₀₀	M	M ₅₀₀	M	M ₅₀₀
I. Chironomides								
C ₁	1	7	1,8	10,2	2,5	50	2,5	18
C ₂	19,2	180,7			16,5	287		
C ₃	6,7	24,7			0,5	10		
C ₄	0,2	1,5						
C ₆	1,5	4,7	1,2	7,7				
C ₇	0,5	1,5	0,6	3,2	0,5	10		
C ₈	9,5	151			8	139		
C ₉					0,5	7		
C ₁₀	0,2	4,2			0,5	10		
C ₁₁	0,2	4,2						
C ₁₂			0,5	2,5				
C ₁₈			1,2	7,5			1,6	9,2
C ₂₀			17,6	41,5			14	66
C ₂₂					0,5	10		
C ₂₄							0,6	4
C ₃₇							0,6	4
C ₄₀			1,2	7,7				
C ₄₂			2	1,3				
C ₅₄	0,5	1,5					1,2	7,6
II. Invertébrés autres que Chironomides et Entomostracés								
Oligochètes	1	16,5	0,5	7,2	57,5	1123	88,6	2416
Baetidae	2	33,2	7	21,5	5,5	95	9,2	56
Povilla adusta	12	175,5	22	240	13	187	17,4	371
Ecnomus dispar	1,7	29			7,5	135		
Orthotrichia								
straeleni	1	9,7	16	83,5	12,5	232	22,3	725,6
Hirudinae	1,5	25			7	101		
Hydres					0,5	10		