

EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DES SEDIMENTS  
EN CIRCUIT CLOS

II : Effets de la matière organique circulante sur la méiofaune  
de systèmes polytrophes

par  
G . BOUCHER

Avec la collaboration technique de L.CRAS  
CENTRE D'ETUDE D'OCEANOGRAPHIE ET DE BIOLOGIE  
MARINE DU CNRS, 29211 ROSCOFF

RESUME

La méiofaune de système sableux, soumis à des conditions contrôlées en circuit clos, a été étudiée quantitativement et qualitativement. Trois flux de matière organique ont été imposés pendant deux ans pour créer des systèmes à caractère oligotrophe, mésotrophe et eutrophe. Un quatrième module, non nourri, a été maintenu pendant un an.

En carence de matière organique, densité, biomasse et richesse en espèces des Nématodes décroissent bien que leurs relations d'abondance reste équilibrées. L'oligotrophie est la plus favorable au maintien d'une communauté stable et diversifiée. La mésotrophie provoque une transformation du peuplement par succession d'espèces alors que l'eutrophie ne permet la survie que d'une seule espèce à très forte densité.

ABSTRACT : Chemical and Biological evolution of sediments in closed circuit :  
II. Effect of soluble organic matter input on meiofauna in poly-  
trophic systems.

The effect on meiofauna of the input of soluble organic matter in closed circuit sand filters was followed during two years for an oligotrophic, a mesotrophic and an eutrophic tank and during one year for an atrophic tank.

In the case of no input, the density, biomass and species richness of nematodes decreases even if equitability remains constant. Oligotrophy maintains the stability and diversity. Mesotrophy changes the community composition by species succession. Eutrophy allows biomass increase, due to one dominant species.

MOTS - CLES : Circuit clos - Matière organique - Méiofaune.

KEY - WORDS : Closed circuit - Organic matter - Meiofauna.

Dans les sédiments marins littoraux, où l'apport de matière organique est généralement supérieur au taux de reminéralisation, l'activité des organismes benthiques favorise la décomposition des détritiques par l'intermédiaire des bactéries (NEWELL 1965 ; TENORE, TIETJEN et LEE 1977). La méiofaune essentiellement par ses produits de sécrétion et sa prédation (MERCER et CAIRNS 1973, GERLACH 1978 ; RIEMANN et SCHRAGE 1978) stimule la productivité bactérienne.

Le développement récent de l'aquaculture et des systèmes clos utilisant des filtres à sable montre qu'il est vital de tenter d'optimiser le rendement des chaînes alimentaires simulées en multipliant les niveaux trophiques des systèmes artificiels, tel celui de HIRATA (1977). TENORE, BROWNE et CHESNEY (1974) montrent, dans des élevages d'huîtres, l'intérêt des systèmes polyspécifiques comportant un compartiment de dégradation de la matière organique non totalement utilisée qui permet d'exploiter les pertes d'énergie inhérentes à toutes chaînes alimentaires (pseudofèces par exemple). Qui plus est, comme le montre TAUB (1969), l'une des nécessités, vitale pour le maintien de micro-écosystèmes, consiste en une minéralisation efficace qui assure une durée de vie suffisante et la persistance de conditions stables et prévisibles.

FENCHEL (1972) montre que le taux de décomposition des détritiques par les microorganismes est limité essentiellement par l'apport de nutriments circulants. Mc INTYRE, MUNROE et STEEL (1970) avaient de la même façon mis en évidence le rôle de la matière organique circulante dans des colonnes de sable qui permet le développement des bactéries et de la méiofaune. Dans une étude antérieure (BOUCHER et CHAMROUX 1976 ; CHAMROUX, BOUCHER, BODIN 1977) nous avons montré qu'un flux continu de matière organique soluble (comparable à ceux estimés *in situ*) permet d'entretenir le sédiment de filtres à sable des systèmes clos dans des conditions voisines de celles observées dans le milieu naturel. Sachant quel type d'évolution pouvait présenter un système clos, il s'est avéré indispensable de moduler quelques paramètres aussi bien pour tenter de comprendre les mécanismes fondamentaux de régulation sédimentaire que pour maîtriser la biologie des systèmes clos. Quels étaient les paramètres susceptibles d'être modulés.

La quantité de matière organique disponible dans le milieu semblait être un élément déterminant. En effet, de nombreuses corrélations ont été observées entre celle fixée au sédiment et les organismes : OPPENHEIMER (1960) - REUSZER (1933) pour les bactéries ; MARE (1942) - WIESER (1960) - TIETJEN (1969) pour la méiofaune ; BADER (1954) - SANDERS (1960) entre autres pour la macrofaune. Il est cependant toujours apparu que la granulométrie jouait le rôle déterminant dans le piégeage et la rétention de cette matière organique (NEWELL, 1965 ; HARGRAVE, 1972). Plus intéressant est de connaître le flux organique circulant, toujours difficile à estimer dans les conditions naturelles, aussi bien en intensité (CONOVER, 1964 - PHILLIPS, 1969 - MARSHALL, 1970) qu'en qualité (BADER, 1954 - TENORE et GOPALAN, 1974).

La température risquait aussi d'agir sur les cycles de développement des organismes. Des travaux de synthèse tels que ceux de NAYLOR (1965) et KINNE (1970) soulignent cette influence associée à un changement des propriétés physiques et chimiques du milieu. L'effet de la température commence à être bien connue sur la méiofaune. Chez les Nématodes, il a été clairement montré sur le cycle de développement des espèces comme l'attestent les travaux de GERLACH et SCHRAGE (1971 et 1972) ; HOPPER, FELL et CEFALU (1973) ; TIETJEN et LEE (1972 et 1977) ; HEIP, SMOL et ABSILLIS (1978). Chez les Copépodes Harpacticoides, les données sont encore plus nombreuses et je n'en citerai que quelques unes pour mémoire : MATUTANI (1961), KONTOGIANNIS

(1973), HEIP (1974), HEIP et SMOL (1976), NODOT (1977). L'influence de la température sur l'évolution du sédiment et de sa méiofaune a été envisagée lors de nos expériences antérieures mais les résultats ne sont pas suffisamment significatifs pour être exposés. L'effet de ce facteur ne semble pas être déterminant dans les limites du cycle thermique naturel (8° - 16°) et n'affecte pas de façon sensible le métabolisme d'un sédiment. BEYERS (1962) montre, en effet que le métabolisme de microécosystèmes expérimentaux équilibrés est peu affecté par la température. Dans les systèmes complexes, la multiplicité des voies métaboliques impliquées permet le recyclage de la matière organique même si quelques unes d'entre elles sont bloquées par les températures extrêmes.

Cette étude montre comment évolue la méiofaune d'un sable de granulométrie donnée dans des systèmes clos polytrophes contrôlés à température constante et filtration constante.

### Matériel et Méthode

Les modules expérimentaux utilisés ont été conçus selon le même principe et en utilisant le même sédiment que celui décrit dans l'article de BOUCHER et CHAMROUX (1976). Ils ne sont composés que de deux compartiments, l'un de percolation du sable (0,041 m<sup>2</sup> sur 16 centimètres, soit 6,5 litres de sédiment) l'autre de pompage de l'eau circulante (21 litres). Leurs caractéristiques sont fournies dans CHAMROUX et BOUCHER (sous presse).

Quatre charges en matière organique, ajoutées tous les deux jours sous forme de casaminoacides solubles, ont été étudiées dans deux séries d'expériences. Elles ont été imposées dans la première expérience après un mois de fonctionnement à charge témoin (31,2 g casaminoacides).

	n°bac	Condition	Aminoacides		Azote	
			g/bac/an	g/LS/an	g/bac/an	g/LS/an
Expérience n°1 (avril 1976- mars 1978)	2	Eutrophe	312	48	24,96	3,84
	1	Mésotrophe	31,2	4,8	2,49	0,384
	2	Oligotrophe	3,12	0,48	0,25	0,038
Expérience n°2 (avril 1977- mars 1978)	4	Atrophe	0	0	0	0

Tableau n°1 = Apports de matière organique dans les différents modules expérimentaux, exprimés en grammes par bac et par an ou en grammes par litre de sable et par an.

Des carottages réguliers ont été réalisés par aspiration buccale à l'aide de tube de 0,5 cm<sup>2</sup> sur une hauteur de 16 centimètres. Les densités de Nématodes, Copépodes Harpacticoides ainsi que leur biomasse ont été calculés. La composition spécifique des Nématodes a été déterminée, environ tous les 3 mois, dans quelques prélèvements caractéristiques (dans la première expérience après, zéro, un, quatre, sept, onze, quatorze, dixhuit mois et dans la deuxième expérience zéro, un, trois, six, neuf mois).

Les transformations observées dans la structure des peuplements soumis à différents apports de matière organique ont été mises en évidence par le

calcul de l'indice de diversité de SHANNON WEAVER (H), et de ses deux composantes : l'équitabilité (J) (PIELOU, 1966) qui reflète les rapports d'abondance entre espèces (Eq =  $\frac{I \text{ observé}}{I \text{ max}}$ ) et la richesse en espèces SR =  $\frac{S-1}{\text{Log } N}$  (MARGALEFF, 1958).

### Résultats

#### + Densités et biomasses

En absence totale d'apport de matière organique (Fig. n°1), les densités de Nématodes chutent rapidement en oscillant et les Copépodes se développent peu. En oligotrophie (3,12 g/an), après une chute de densité en début d'expérience liée au type de prélèvement (voir CHAMROUX, BOUCHER et BODIN 1977), une population de Nématodes très stable se développe. Les densités de Copépodes Harpacticoides augmentent jusqu'au treizième à quinzième mois avant de décroître. En mésotrophie (31,2 g/an), les densités de Nématodes fluctuent plus largement avant de se stabiliser à un niveau assez faible en fin d'expérience. Les Copépodes disparaissent en moins de dix mois. En eutrophie (312 g/an), les densités de Nématodes augmentent brutalement en fluctuant largement puis diminuent. Les Copépodes disparaissent rapidement dès le début de l'expérience.

Les densités maximales observées pendant la première année d'expérience sont grossièrement proportionnelles à l'apport de matière organique et les oscillations observées sont d'autant plus prononcées et rapprochées que le flux est important. La matière organique circulante constitue donc un facteur d'instabilité pour les Nématodes en permettant des augmentations brutales de densités, ultérieurement compensées par les facteurs régulateurs du milieu.

Ayant observé des différences assez sensibles entre les tailles des Nématodes contenus dans les différents bacs, la biomasse de chacun des peuplements a été calculée.

La plupart des données concernant la biomasse de la méiofaune sont peu fiables du fait que selon la méthode utilisée pour la détermination et selon la localité étudiée, les valeurs obtenues ne sont absolument pas comparables. Les pesées directes étant délicates, elles sont souvent réalisées sur des organismes considérés "représentatifs" dont le choix introduit un biais important.

Le temps nécessaire pour mesurer plusieurs milliers de Nématodes étant beaucoup plus important, les individus ont été séparés en quatre groupes de taille lors du tri manuel (très petits, petits, moyens et gros). Sur chacune des cohortes, le poids frais a été obtenu en appliquant la formule de ANDRASSY (1956) et en considérant que  $\frac{\text{Poids sec}}{\text{Poids frais}} = 0,25$  (JUARIO, 1975).

$$\text{Poids frais} = \frac{W^2 \times L}{16 \times 100000} \quad (\mu \text{ g})$$

La teneur en azote est de 8% du poids sec. Pour les Copépodes Harpacticoides, un poids frais moyen de 5  $\mu$  gPF/individu a été estimé d'après la littérature (LASKER et coll, 1970 ; STRIPP, 1969) ; pour les Halacariens : 5  $\mu$  gPF/individu ; pour les Polychètes, Halammohydra et divers 10  $\mu$  gPF/individu.

Les biomasses obtenues pour chacune des cohortes reconnues sont les suivantes :

Poids (très petits)	= 0,0886 $\pm$	0,042 gPF
Poids (petits)	= 0,322 $\pm$	0,154 gPF
Poids (gros)	= 1,510 $\pm$	0,624 gPF
Poids (très gros)	= 4,819 $\pm$	1,459 gPF

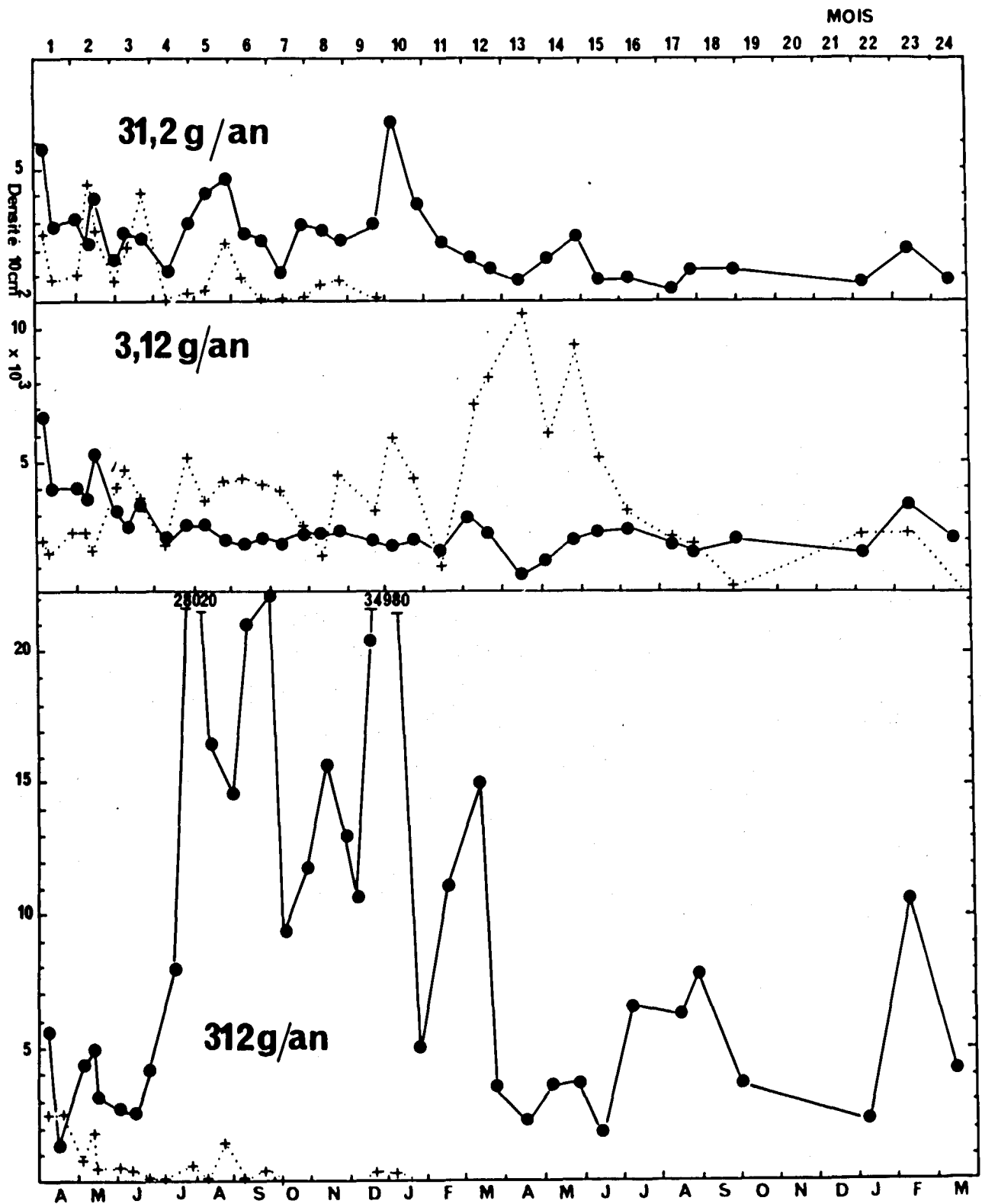


Figure n° 2 : Evolution des densités de Nématodes et de Copépodes Harpacticoides dans les bacs mésotrophe (31,2 g/an de casaminoacides), oligotrophe (3,12 g/an), et eutrophe (312 g/an).

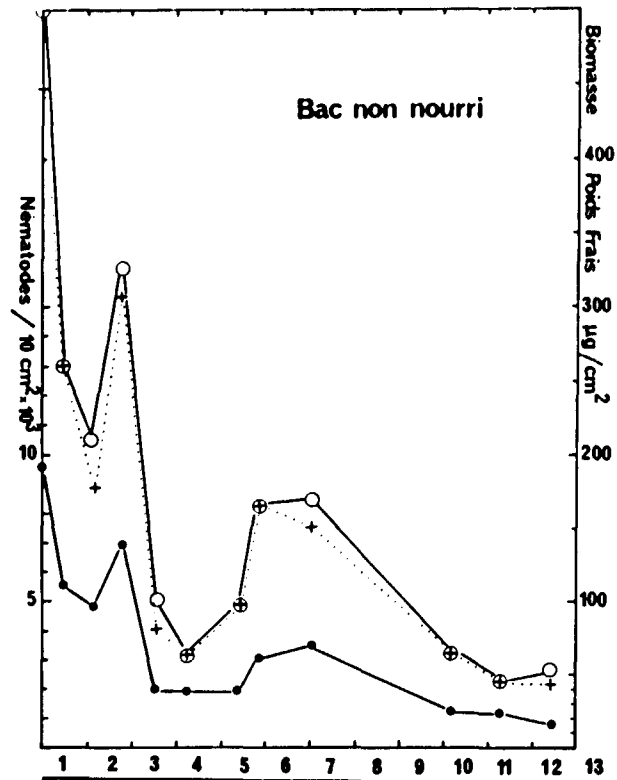


Figure 1 : Evolution des densités et de la biomasse de la méiofaune dans le bac non nourri (●—● : densité des nématodes - +.....+ : biomasse des nématodes - ○—○ : biomasse de la méiofaune totale).

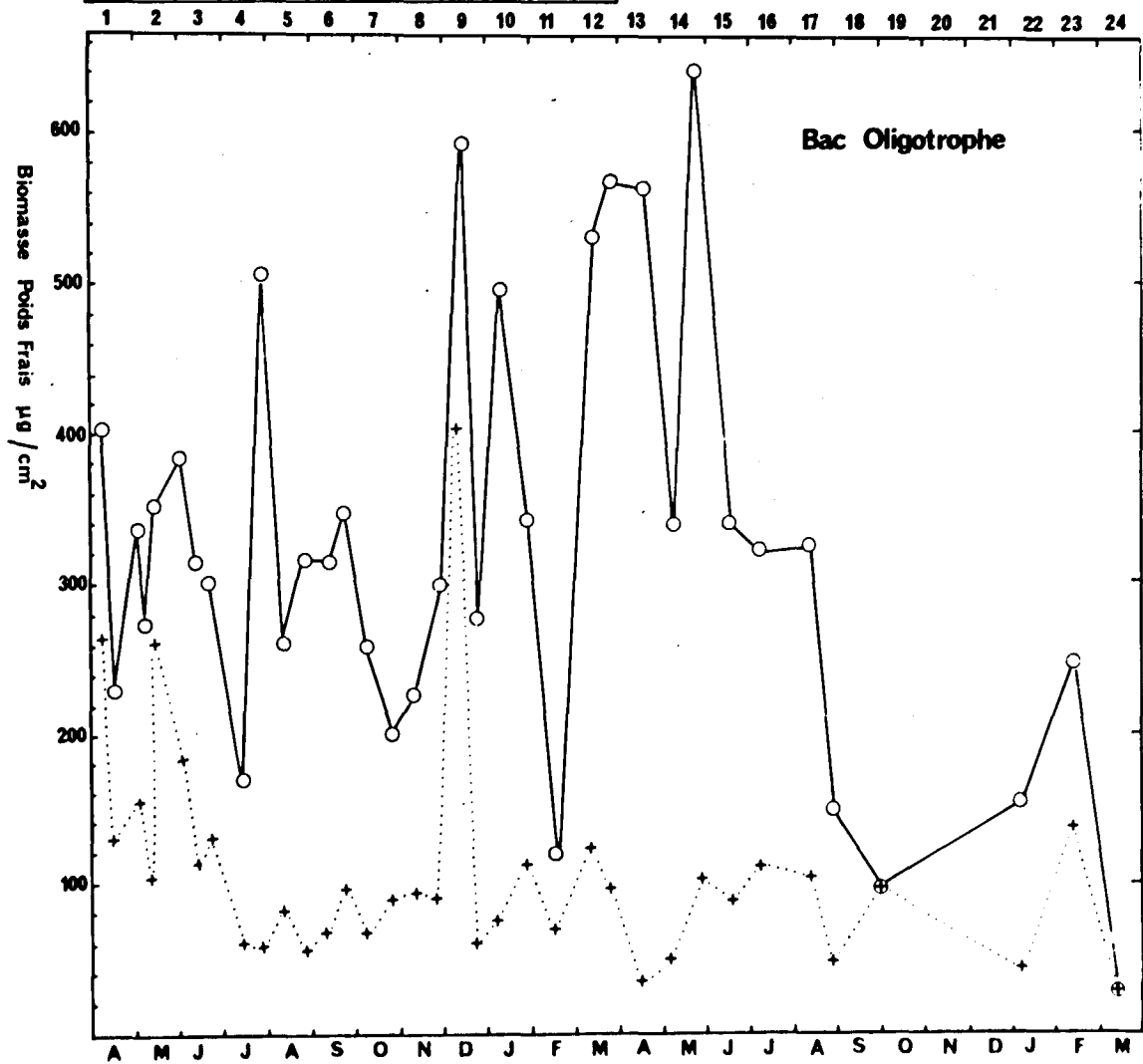
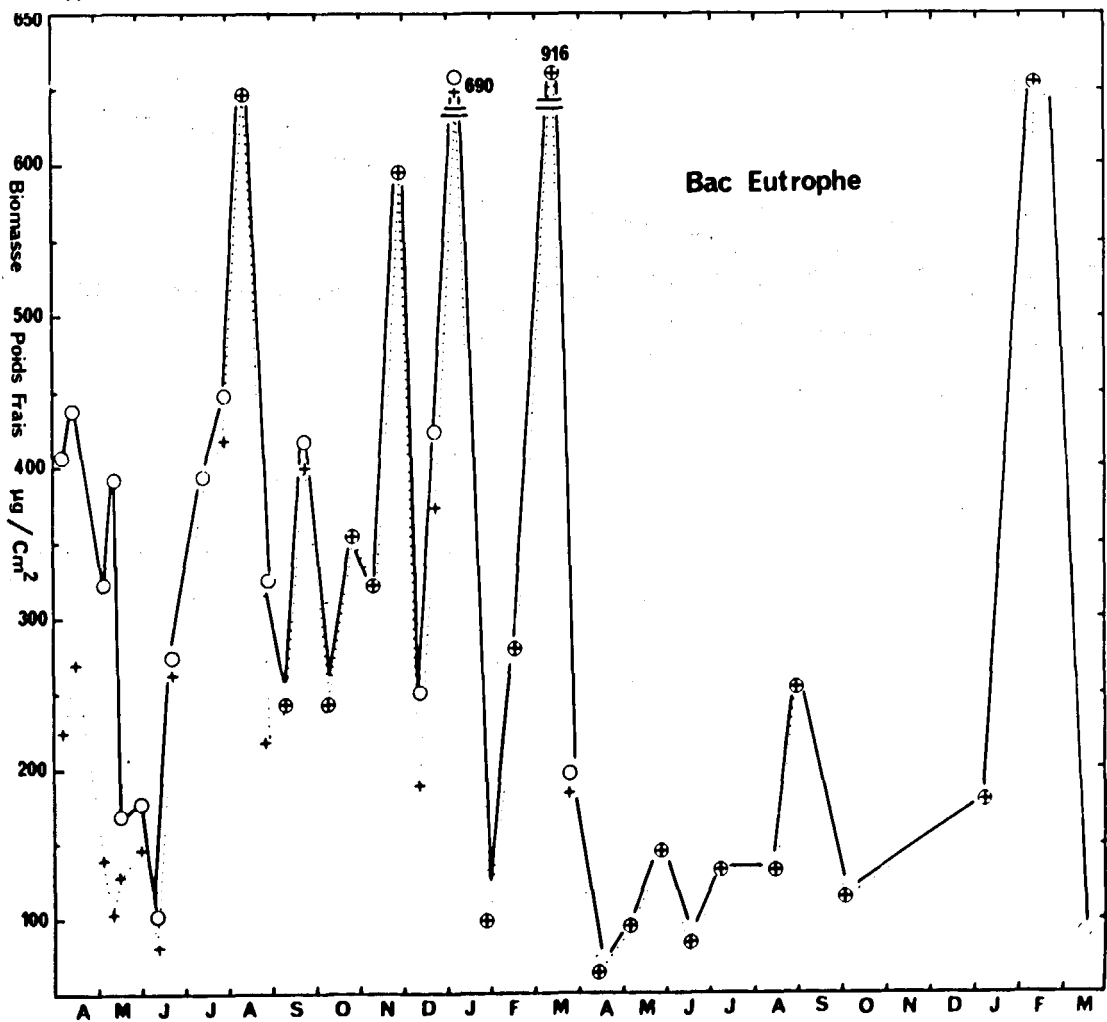
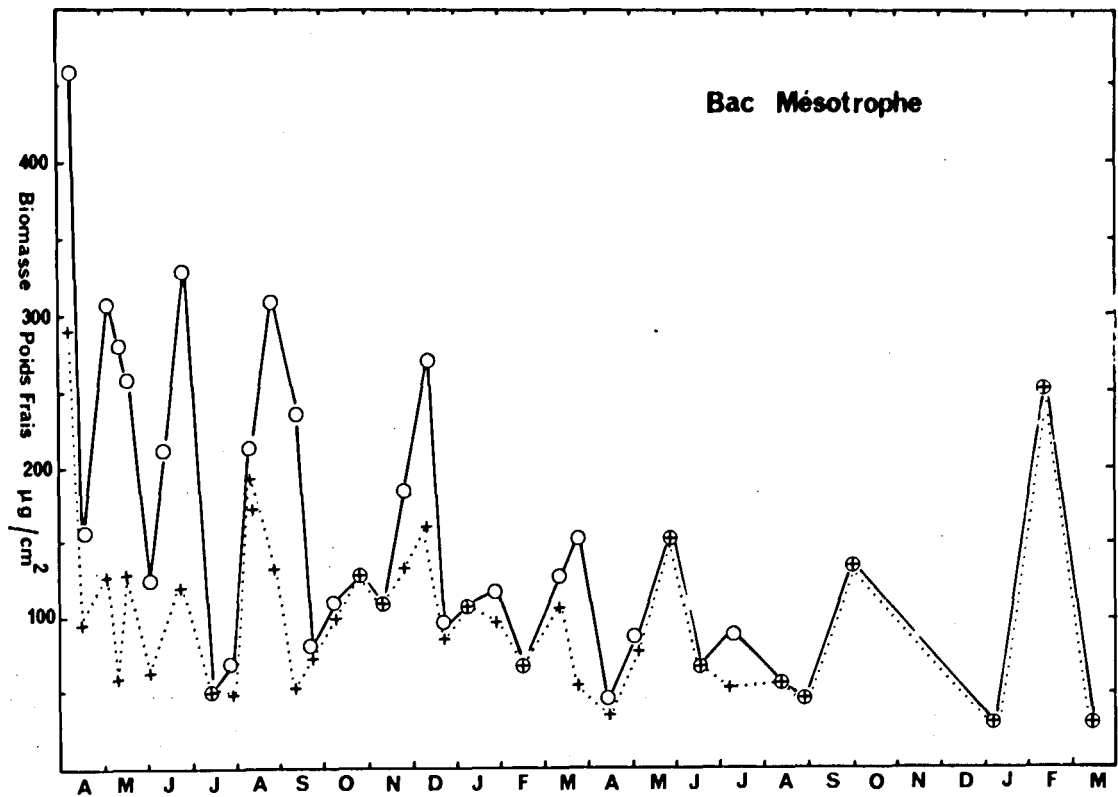


Figure 4 : Evolution des biomasses des nématodes (+ ..+) et de la méiofaune totale (○—○) dans le bac oligotrophe.



Figures 5 et 6 : Evolution des biomasses des nématodes (+.....+) et de la méiofaune totale (o—o) dans les bacs mésotrophe et eutrophe.

Les rapports de volume sont respectivement de 1 à 7 pour les très petits, 1 à 6 pour les petits, et 1 à 5 pour les moyens. Les adultes de quelques espèces tels Mesotheristus hirsutus, Desmodora pontica, Mesacanthion diplochma sont classés dans les très gros et peuvent atteindre  $7\mu$  gPF. Leur rapport de biomasse avec les plus petits nématodes est environ de 226 ( $7 / 0.031\mu$  g).

En début d'expérience, la biomasse moyenne individuelle des Nématodes du peuplement est de  $0,40 \pm 0,024\mu$  gPF. La figure n°3 fournit les regressions linéaires de la biomasse individuelle dans les quatre conditions trophiques. En absence d'apport de matière organique (4) et en régime oligotrophe (3) la biomasse individuelle a tendance à décroître légèrement. En régime eutrophe (2), le poids individuel a tendance à augmenter légèrement puisque le poids moyen de l'espèce qui se développe Monhystera sp. (QTR) est supérieur à celui calculé pour le peuplement d'origine. En régime mésotrophe (1), le poids moyen augmente sensiblement puisqu'il passe de 0,34 à  $0,72\mu$  g essentiellement du fait du phénomène de succession et du développement d'espèces à biomasse plus élevée que la moyenne telles Paracanthochus caecus.

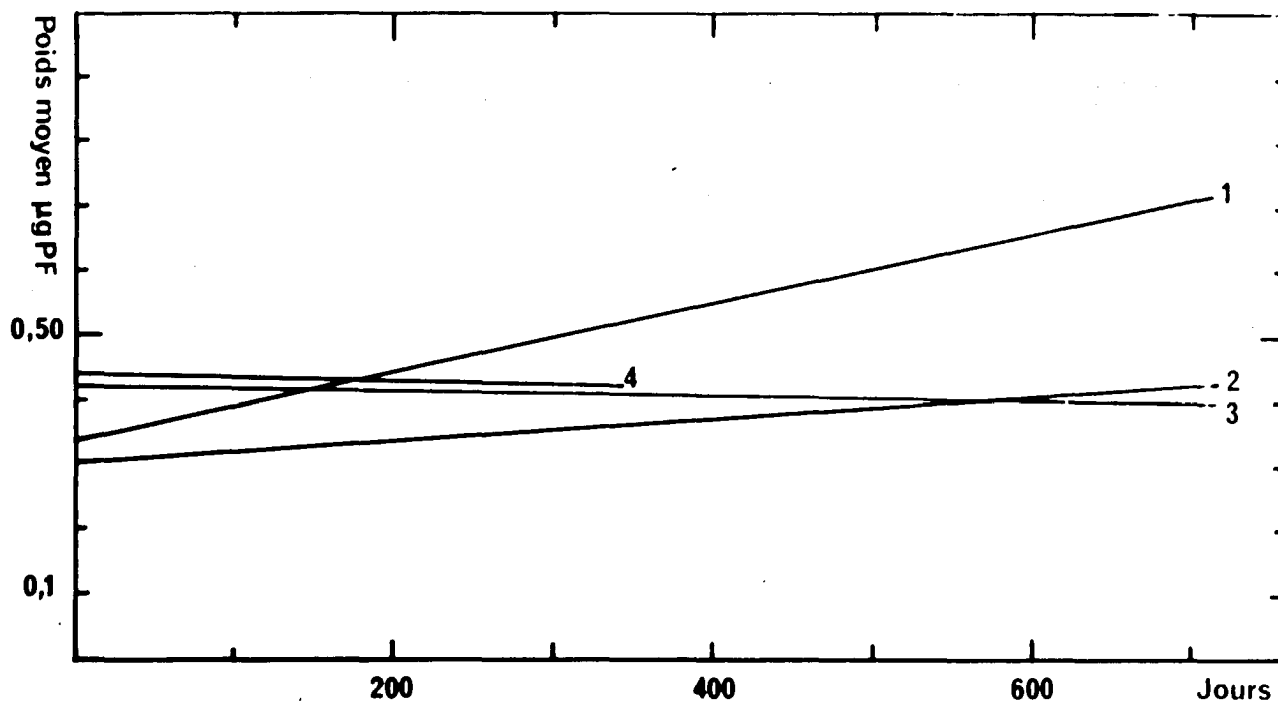


Figure n°3 = Evolution de la biomasse individuelle des Nématodes dans des systèmes polytrophes (4 : bac atrophe ; 3 : bac oligotrophe ; 1 : bac mésotrophe ; 2 : bac eutrophe).

Les figures n° 1,4,5 et 6 fournissent l'évolution de la biomasse de la méiofaune totale et de celle des Nématodes.

En absence d'apport de matière organique (Fig. n°1) la biomasse totale, essentiellement constituée par les Nématodes, décroît de  $1000$  g à  $50\mu$  gPF/cm<sup>2</sup> selon la même tendance que les densités avec cependant des fluctuations plus prononcées. En Oligotrophie (Fig. n°4), la biomasse des Nématodes reste stable (de l'ordre de  $80\mu$  gPF/cm<sup>2</sup>). Par contre la biomasse de la Méiofaune totale oscille largement entre  $150$  et  $600\mu$  gPF/cm<sup>2</sup> du fait de la contribution



des Copépodes Harpacticoides et des Halacariens. Après 17 mois, les valeurs atteintes deviennent plus faibles.

En Mésotrophie (Fig. n°5), la biomasse totale comme celle des Nématodes oscille et se stabilise après le deuxième mois à des valeurs de l'ordre de  $100\mu\text{ g}$  du fait de la disparition progressive des Copépodes. En Eutrophie (Fig. n°6) l'évolution de la biomasse des Nématodes est pratiquement confondue avec celle de la biomasse totale du fait de la disparition rapide des autres groupes. Pendant un an, les valeurs extrêmes atteintes oscillent largement entre  $250$  et  $900\mu\text{ gPF/cm}^2$  puis elles décroissent à des valeurs de l'ordre de  $150\mu\text{ g/cm}^2$ .

Quelles que soient les conditions, les chutes et les gains de biomasse sont beaucoup plus prononcés que ceux des densités.

#### + Composition faunistique

Pour obtenir une représentation satisfaisante de la composition spécifique d'un peuplement, il est nécessaire d'effectuer des prélèvements d'un volume suffisant pour que le nombre d'individus qu'ils contiennent soient représentatifs des espèces constitutives. Dans des systèmes clos de petite taille, il est essentiel de limiter au plus juste le volume du prélèvement pour éviter de perturber trop rapidement le milieu et surtout pour ne pas épuiser le substrat.

Afin de déterminer le nombre d'individus nécessaires à l'évaluation de la composition spécifique, la courbe d'évolution du nombre d'espèces identifiées a été tracée en fonction du nombre de spécimens observés (Fig. n°7). Dans la limite des 280 individus déterminés dans un prélèvement réalisé en début d'expérience, il apparaît que le nombre d'espèces déterminées s'accroît rapidement jusqu'à environ 80 individus puis qu'il se stabilise en continuant cependant à augmenter. Il est donc possible d'admettre que le chiffre de 100 spécimens choisi pour déterminer la composition spécifique du peuplement est suffisant pour obtenir une bonne approximation. Deux autres prélèvements de 100 spécimens montrent d'ailleurs une évolution du même type.

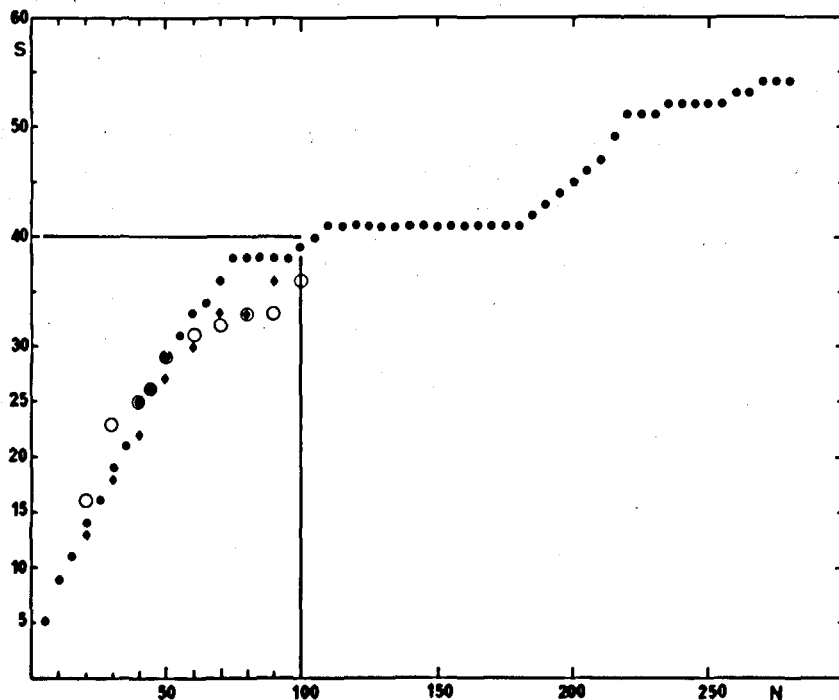


Figure n°7 = Evolution du nombre d'espèces (S) par rapport au nombre de spécimens observés (N).

En fin d'expérience, il s'est avéré que le nombre de spécimens prélevé pouvait être inférieur à 100, soit parce que les comptages l'étaient, soit du fait de perte de matériel inévitable lors des diverses manipulations. La composition du peuplement a alors été déterminée sur un nombre de spécimens qui bien qu'insuffisant donne une certaine approximation.

L'évolution du peuplement d'origine soumis aux différents flux de matière organique a été mise en évidence en classant les 137 espèces déterminées par priorité d'apparition dans les prélèvements. Dans les listes faunistiques établies sur chaque échantillonnage, le traitement a consisté à classer les espèces présentes dans le premier prélèvement, puis dans le premier et le deuxième jusqu'au nième, ensuite dans le deuxième jusqu'au nième et ainsi de suite. Ayant montré que le nombre d'individus déterminé est quelquefois insuffisant en fin d'expérience, il est prudent de ne pas attacher trop d'importance à une absence dans un prélèvement. Les espèces présentes dans  $n - 1$  prélèvements ont donc été considérées constantes. Leur nombre est d'autant plus élevé que la quantité de matière organique fournie est faible. Le tableau n° 2 fournit la liste des 24 espèces pouvant être considérées comme constantes dans une des conditions expérimentales étudiées et donc adaptées à un flux de matière organique déterminé. Aucune espèce ne se développe en même temps dans les quatre gammes de matière organique proposées. Quatorze d'entre elles supportent pendant neuf mois une absence d'apport externe. Onze espèces dont huit différentes se développent en régime oligotrophe, cinq en régime mésotrophe et seulement deux en régime eutrophe pendant 18 mois.

Le peuplement non nourri, et surtout celui maintenu en oligotrophie, gardent une partie des espèces dominantes du milieu naturel. Ils demeurent des peuplements équilibrés où les dominances sont faibles. Par contre, le peuplement soumis à la mésotrophie évolue rapidement en une succession d'espèces qui dominent l'une après l'autre, puis disparaissent plus ou moins rapidement. Elles se comportent comme des espèces opportunistes et deviennent leader (*Leptolaimus tri-papillatus* : 23% à un mois, *Chromadora quadrilinea* : 45% à 4 mois, *Monhystera sp.* 37% et 41% à 7 et 11 mois, *Paracanthochus caecus* : 59% à 14 mois, *Araeolaimus sp.* 31% à 18 mois. Le peuplement soumis au régime eutrophe disparaît brutalement. Une seule espèce, *Monhystera sp.* demeure avec une dominance de 98 à 100%.

#### + Diversité

La figure n° 8 montre l'évolution de l'indice de diversité de SHANNON et de ses deux composantes équitabilité et richesse en espèces. En régime oligotrophe, la diversité reste la plus élevée et la plus stable ( $H = 3,51$  après 18 mois). Les valeurs observées en l'absence totale de matière organique sont toujours légèrement plus faibles mais restent aussi stables. En régime mésotrophe, la diversité décroît assez nettement entre le premier et le quatrième mois puis se stabilise à des valeurs comprises entre 2,44 et 3,15. En régime eutrophe, la diversité chute brutalement de 4,83 à 0,32/0,40.

L'équitabilité évolue dans le même sens que la diversité mais reste comparativement plus stable, sauf en régime eutrophe, du fait que la richesse en espèces a tendance à décroître plus rapidement que l'équitabilité particulièrement en absence de matière organique et à un moindre degré en régime oligotrophe.

La figure n°9 reproduit les droites de régression de la diversité (H) en fonction de la richesse en espèces (SR) et de la diversité en fonction de l'équitabilité (J).

$$H/SR : y = 0,55 x + 0,328 \quad (r = 0,699 < 0,01)$$

$$H/J : y = 5,41 x - 0,403 \quad (r = 0,975 < 0,01)$$

(1) Les traitements mathématiques ont été réalisés au centre de calculs de la Station Biologique de Roscoff par J.C. DOUVILLE et C. LEROUX.

Quantité de matière organique	0	1/10	1	10
Espèces				
1 Prochromadorella longicaudata	1,9			
2 Dichromadora cucullata	4,5			
3 Eubostrichus sordidus	1,6			
4 Monhystera pusilla	1,2			
5 Cyatholaimidae sp.B	4,3			
6 Viscosia franzii	2,1			
7 Theristus bastiani	2,9			
8 Chromaspirinia renaudae	3,4			
9 Sabatieria celtica	8,9			
10 Richtersia inaequalis	6,9			
11 Actinonema celtica	3,2	9,1		
12 Prochromadorella ditlevseni	2,6	5,5		
13 Richtersia kreisi	20,8		1,6	
14 Anticoma ecotronis	3,3	3,1	5,9	
15 Microlaimus sp.6 (Lon)		2,5		
16 Trochamus complexus		2,8		
17 Desmodora pontica		4,7		
18 Ixonema sordidum		1,4		
19 Chromadora mucrocaudata		4,9		
20 Lauratonemoides originalis		2,1		
21 Microlaimus conspicuus		15,5	9,7	
22 Leptolaimus tripapillatus		6,1	7,9	1
23 Cyttronema sp. (4284)			1,1	
24 Monhystera sp. (QTR)				96
Nombre d'espèces "constantes"	14	11	5	2

Tableau n°2 : Dominance moyenne des espèces considérées comme constantes dans les divers modules expérimentaux.

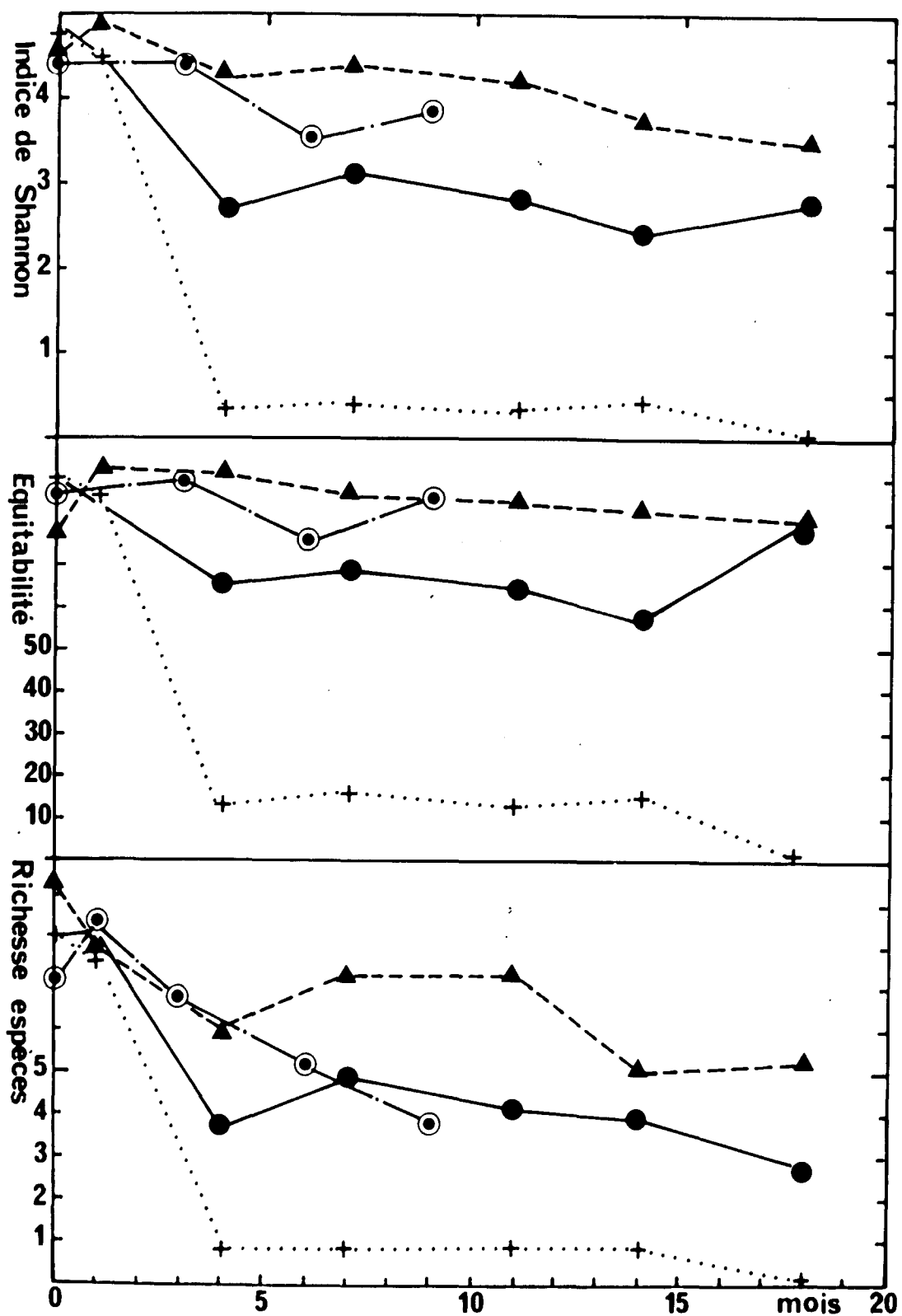


Figure n° 8 : Evolution de la diversité de Shannon (H), de l'équitabilité (J) et de la richesse en espèces (SR) dans des systèmes atrophe ( ○---○ ), oligotrophe ( ▲---▲ ), mésotrophe ( ●—● ), et eutrophe ( +.....+ ).

Le test t permettant la mise en évidence d'une différence de pente significative entre ces deux droites fournit le résultats suivant :

$$t = \frac{b_1 - b_2}{Sb_1 - b_2} \text{ où } S^2b_1 - b_2 = Sb_1^2 + Sb_2^2 \text{ et } Sb^2 = \frac{1}{n-2} \left[ \frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} - b^2 \right]$$

$$\begin{aligned} b_1 &= 5,50 & Sb_1^2 &= 0,0950 & \text{soit } t(54) &= 0,027 \\ b_2 &= 5,41 & Sb_2^2 &= 0,0535 \end{aligned}$$

Il n'y a donc pas de différences de pente significative entre les droites de régression de la diversité et de la richesse en espèce ou de l'équitabilité. La richesse en espèces varie donc dans l'ensemble exactement dans le même sens que l'équitabilité.

La régression de la diversité par rapport à la richesse en espèces réalisée après transformation  $X' = \log(x + 1)$  fournit cependant un ajustement sensiblement meilleur selon l'équation  $y = 5,71 \log(x + 1) - 0,93$  ( $r = 0,979 < 0,01$ ) du même ordre de grandeur que celui linéaire de H/J. Il est donc probable qu'à partir d'un certain seuil la richesse en espèces augmente plus vite que la diversité du fait de l'adjonction d'espèces rares n'ayant que peu d'effet sur celle-ci.

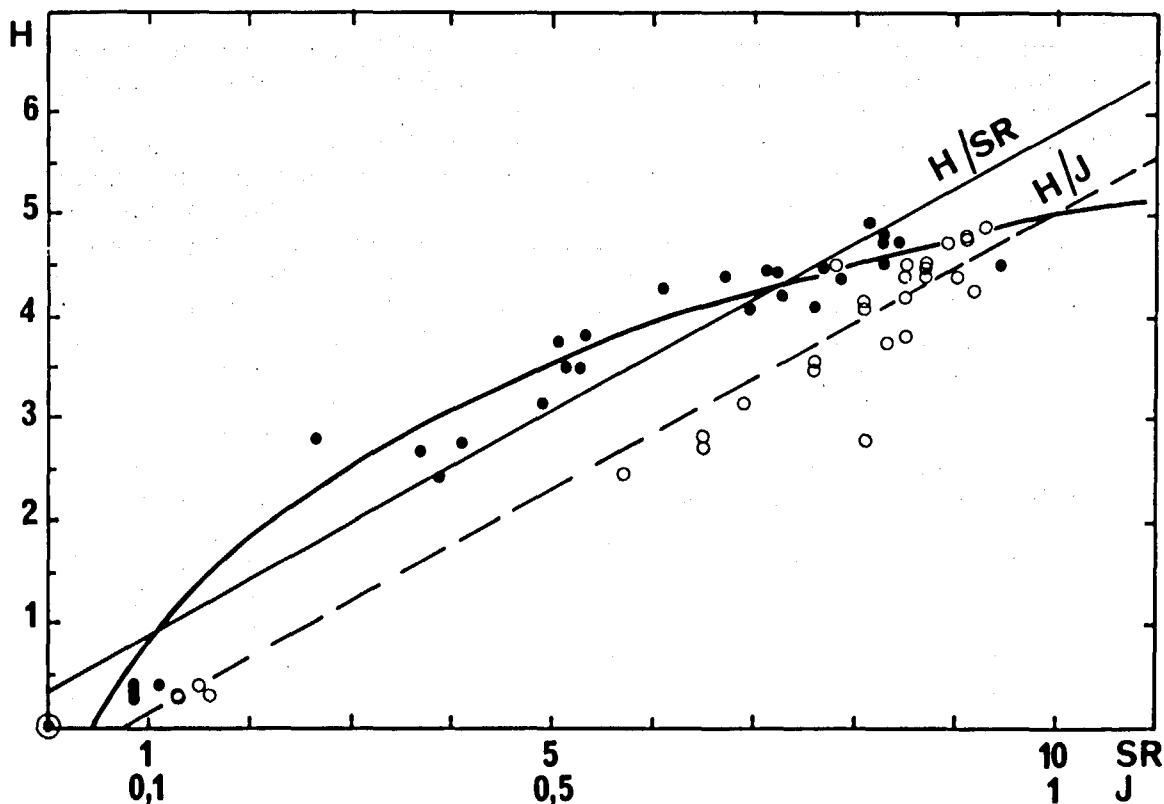


Figure n° 9 : Régressions de la diversité en fonction de la richesse en espèces (traits pleins) et en fonction de la richesse en espèces (trait discontinu).

## DISCUSSION

La composition, la biomasse et la productivité des communautés sublittorales sont contrôlés par les interactions multiples entre les facteurs physiques et biotiques. Dans ces expériences en circuit clos, les paramètres physiques tels que température, salinité, mouvement de l'eau, granulométrie sont maintenus constants. Seule la modulation du flux de matière organique intervient sur la densité des populations bactériennes et sur leur consommation d'oxygène. Des teneurs en oxygène proches de la saturation (85% à 90%) sont maintenues dans les systèmes atrophes, oligotrophes et mésotrophes alors qu'en condition eutrophe, l'excès de matière organique provoque une consommation immédiate d'une partie de l'oxygène dans l'eau saturée avant percolation (37 à 63%). L'influence de la charge en matière organique sur la méiofaune n'est donc dissociée de celle de l'oxygène que dans les modules non nourris à moyennement nourris.

Des quatre régimes étudiés, celui correspondant à l'oligotrophie permet le développement d'un système équilibré, productif et diversifié, proche de celui existant in situ :

- équilibré car les fluctuations de densité de la méiofaune sont minimales, exception faite de la chute de densité initiale liée à un enrichissement artificiel du sédiment lors du prélèvement. Le système carencé en matière organique présente une chute progressive des densités alors que les systèmes mésotrophes et surtout eutrophes présentent des fluctuations d'autant plus importantes que le flux organique est élevé.
- productif car les biomasses de la méiofaune totale mesurées sont pratiquement aussi élevées que celles du système eutrophe, et supérieures à celles du système mésotrophe du fait de la contribution importante des Copépodes Harpacticoides absents dans les autres conditions.
- diversifié puisque le peuplement de Nématodes se développant pendant deux ans reste comparable à celui d'origine aussi bien en nombre d'espèces qu'en relations d'abondance.

En milieu lacustre BRETSCHKO (1973), PREJS (1977) montrent un phénomène similaire. Les Nématodes des lacs oligotrophes présentent toujours des densités, biomasses et diversité plus élevées que dans les lacs mésotrophes et eutrophes même bien oxygénés, contrairement à ce qui est observé pour la macrofaune.

Alors que les flux organiques varient entre 0,1, 10 et 100, les biomasses de méiofaune produites restent assez voisines (1 à 4) de même que les teneurs en azote organique fixées au sédiment (1 à 2). La méiofaune dont les nématodes sont le groupe dominant, par ses compensations métaboliques complexes (LASSERRE, 1976) contribue à utiliser l'excès de matière organique soit en consommant plus (augmentation de la biomasse individuelle), soit en se multipliant. Lorsque la régulation directe n'intervient plus, les espèces équilibrées sont supplantées par les espèces opportunistes capables de s'adapter rapidement à l'évolution des systèmes comme l'atteste la succession d'espèces observées dans le bac mésotrophe. L'accumulation des composés toxiques, liée au circuit clos ( $\text{NH}_4^+$  -  $\text{NO}_2^-$ ), limite le nombre d'espèces susceptibles d'exploiter les ressources du milieu. Chaque charge en matière organique crée un équilibre d'espèces différent qui se stabilise ainsi que le montre l'évolution des relations d'abondance (équitabilité) et de la richesse en espèces. C'est donc plus par la composition du peuplement que par leur densité que les nématodes concourent à la stabilité des caractéristiques sédimentaires.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDRASSY I. -1956- Die rauminhalts-und Gewichtstimmung der Fadenwürmer (Nematoden). Acta zool. Acad. Sci. hung., 2, p. 1-15.
- BADER R.G. -1954- The role of organic matter in determining the distribution of bivalves in sediments. J. Mar. Res., 13, p. 32-47.
- BEYERS R.J. -1962- Relationship between temperature and the metabolism of experimental ecosystems. Science, 136, p. 980-982.
- BOUCHER G. et S. CHAMROUX -1976- Bacteria and meiofauna in an experimental sand ecosystem. I. Material and preliminary results. J. exp. mar. Biol. Ecol., 24, p. 237-249.
- BRETSCHKO G. -1973- Benthos production of a high-mountain lake : Nematoda. Verh. Int.Verein. Limnol., 18 (3), p. 1421-1428.
- CHAMROUX S., BOUCHER G. et P. BODIN - 1977 - Etude expérimentale d'un écosystème sableux. II. Evolution des populations de bactéries et de Méiofaune. Helgoländer wiss. Meeresunters., 30, p. 163-177.
- CHAMROUX S. et G. BOUCHER (Sous presse) - Evolution des caractéristiques chimiques et biologiques des sédiments en circuit clos : I. Evolution des différentes formes de l'azote et des populations bactériennes. Publications Scientifiques et Techniques du CNEXO : Actes et colloques.
- CONOVER J.T. - 1964 - Environmental relationship of benthos in salt ponds. Tech. Rep. Publ. Health. Serv., grant n° WP- 0023 (3).
- FENCHEL T. - 1972 - Aspects of decomposer food chains in marine benthos. Verh. dt. zool. Ges., 65, p. 14-23.
- GERLACH S. - 1978 - Food-chain relationships in subtidal silty sand marine sediments and the role of meiofauna in stimulating bacterial productivity. Oecologia (Berl.), 33, p. 55-69.
- GERLACH S.A. et M. SCHRAGE -1971 - Life cycles in marine meiobenthos. Experiments at various temperatures with Monhystera disjuncta and Theristus pertenuis (Nematoda) Mar. Biol., 9, p. 274-280.
- GERLACH S.A. et M. SCHRAGE - 1972 - Life cycles at low temperatures in some free-living marine Nematodes. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh., 14 (5), p. 5-11.
- HARGRAVE B.T. -1972 - Aerobic decomposition of sediment and detritus as a function of particle surface area and organic content. Limnol. Oceanogr., 17, p. 583-596.
- HEIP C. - 1974 - A comparison between models describing the influence of temperature on the development rate of copepods. Biol. Jaarb, 42, p. 121-125.
- HEIP C. et N. SMOL - 1976 - Influence of temperature on reproductive potentials of two brackish water Harpacticoids (Crustacea, Copepoda). Mar. Biol., 35 (4), p. 327-334.

- HEIP C., SMOL N. et V. ABSILLIS - 1978 - Influence of temperature on the reproductive potential of Oncholaimus oxyuris (Nematoda : Oncholaimidae). Mar. Biol., 45, p. 255-260.
- HIRATA H. - 1977 - Zooplankton cultivation and prawn seed-production in an artificial ecosystem. Helgoländer wiss. Meeresunters., 30, p. 230-242.
- HOPPER B.E., FELL J.W. et R.C. CEFALU - 1973 - Effect of temperature on life cycles of Nematodes associated with the Mangrove (Rhizophora mangle) detrital system. Mar. Biol., 23, p. 293-296.
- JUARIO J. - 1975 - Nematode species composition and seasonal fluctuation of a sublittoral meiofauna community in the German Bight. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh., 15, p. 283-337.
- KINNE O. - 1970 - Marine Ecology, Vol. I : Environmental factors. Ed. O.KINNE. Wiley Intersciences, London, 683 p.
- KONTOGIANNIS J.E. - 1973 - Acquisition and loss of heat resistance in adult tide-pool Copepod Tigriopus californicus. Physiol. Zoöl., 46 (1), p. 50-54.
- LASKER R., WELLS J.B. et A.D. Mc.INTYRE - 1970 - Growth, reproduction, respiration and carbon utilization of the sand-dwelling harpacticoid Copepod, Asellopsis intermedia J. mar. biol. Ass. U.K., 50, p. 147-160.
- LASSERRE P. - 1976 - Metabolic activities of benthic microfauna and meiofauna : Recent advances and review of suitable methods analysis. In: "The Benthic boundary layer" Plenum Press, New York p. 95-142.
- Mc INTYRE A.D., MUNRO A.L.S. et J.H. STEELE - 1970 - Energy flow in a sand ecosystem. In: Marine food chains, Ed. J.H. STEELE, Olivier & Boyd, Edinburg, p. 19-31.
- MARE M.F. - 1942 - A study of a marine benthic community with special reference to the microorganisms. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 25, p. 517-554.
- MARGALEFF R. - 1958 - Information theory in ecology. General Systems, 3, p. 36-71.
- MARSHALL N. - 1970 - Food transfer through the lower trophic levels of the benthic environment. In Marine Food chains, Ed. J.H. Steele, Olivier and Boyd, Edinburgh, p. 52-66.
- MATUTANI K. - 1961 - Studies on the heat resistance of Tigriopus japonicus. Pub. Seto Marine Biol. Lab., 9, p. 379-415.
- MERCER E.K. et E.J. CAIRNS - 1973 - Food consumption of the free-living aquatic nematode, Pelodera chitwoodi. J. Nematol., 5, p. 201-207.
- NAYLOR E. - 1965 - Effects of heated effluents upon marine and estuarine organisms. Adv. mar. Biol., 3, p. 63-103.
- NEWELL R. - 1965 - The role of detritus in the nutrition of two marine deposit-feeders, the prosobranch Hydrobia ulva and the bivalve Macoma balthica. Proc. Zool. Soc. Lond., 144, p. 25-45.



- NODOT C. - 1977 - Cycles biologiques du méiobenthos des sables fins infralittoraux. Analyse in situ et étude expérimentale des effets du facteur thermique.  
Thèse 3è cycle Université Aix Marseille II, 77 p.
- OPPENHEIMER C.H. - 1960 - Bacterial activity in sediments of shallow marine bays. Geochim. Cosmochim. Acta, 19, p. 244-260.
- PHILIPPS R.C. - 1969 - Temperate grass flats. In E.A. ODUM, B.J. COPELAND, and E.A. Mc. MAHAN (eds), Coastal ecological systems of the United States. Government Printing office, Washington.
- PIELOU E.C. - 1966 - The measurement of diversity in different types of biological collections. J. theor. Biol., 13, p. 131-144.
- PREJS K. - 1977 - The species diversity, numbers and biomass of benthic nematodes in central part of lakes with different trophic. Ekol. Pol., 25 (1), p. 31-44.
- REUSZER H.W. - 1933 - Marine bacteria and their role in the cycle of life in the sea. Biol. Bull., 65, p. 480-497.
- RIEMANN F. et M. SCHRAGE - 1978 - The mucus-trap hypothesis on feeding of aquatic nematodes and implications for biodegradation and sediment texture. Oecologia, 34 (1), p. 75-88.
- SANDERS H.L. - 1960 - Benthic studies in Buzzards Bay. III. The structure of the soft bottom community. Limnol. Oceanogr., 5 (2), p. 138-153.
- STRIPP K. - 1969 - Jahreszeitliche fluktuationen von Makrofauna und meiofauna in der Helgoländer Bucht. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh., 12, p. 143-148.
- TAUB F.B. - 1969 - A biological model of a freshwater community : a gnotobiotic ecosystem. Limnol. Oceanogr., 14, p. 136-142.
- TENORE K.R., BROWNE M.G. et E.J. CHESNEY - 1974 - Polyspecies aquaculture systems : the detrital trophic level. J. mar. Res., 32 (3), p.425-432.
- TENORE K.R. et U.K. GOPALAN - 1974 - Food chain dynamics of the polychaete, Nereis virens cultured on animal tissue and detritus . J. Fish. Res. Bd. Can., 31, p. 1675-1678.
- TENORE K.R., TIETJEN J.H. et J.J. LEE - 1977 - Effect of meiofauna on incorporation of aged eelgrass, Zostera marina, detritus by the polychaete Nephtys incisa. J. Fish. Res. Bd. Can., 34, p. 563-567.
- TIETJEN J.H. - 1969 - The ecology of shallow water meiofauna in two New England estuaries. Oecologia, 2, p. 251-291.
- TIETJEN J.H. et J.J. LEE - 1972 - Life cycles of marine nematodes. Influence of temperature and salinity on the development of Monhystera dendiculata. Timm . Oecologia, 10, p. 167-176.
- TIETJEN J.H. et J.J. LEE - 1977 - Life histories of marine nematodes. Influence of temperature and salinity on the reproductive potential of Chromadorina germanica Bütschli. Mikrofauna Meeresboden, 61, p. 263-270.
- WIESER W. - 1970 - Benthic studies in buzzard bay II. The meiofauna. Limnol. Oceanogr., 5 (2), p. 121-137.