

Structure printanière des peuplements nématologiques du lac Sud de Tunis (Tunisie)

Spring structure of nematological communities in the South Lake of Tunis (Tunisia)

Monia Hermi, Patricia Aïssa

Laboratoire d'écobiologie animale - Faculté des sciences de Bizerte-Zarzouna, 7021 Bizerte, Tunisie

Mots clés : nématodes libres, eutrophisation, lac Sud de Tunis, diversité spécifique, structure trophique.

Key-words: free-living nematodes, eutrophication, Tunis South Lake, specific diversity, trophic structure.

RÉSUMÉ

Hermi M., P. Aïssa - Structure printanière des peuplements nématologiques du lac Sud de Tunis (Tunisie). Mar. Life, 12 (1-2) : 27-36.

Le lac Sud de Tunis est une lagune peu profonde et sujette à une eutrophisation intense engendrant à la fois une très faible diversité spécifique et trophique des nématocoénoses et la prédominance des détritivores. Au cours d'une campagne printanière réalisée en mars 1996, il est apparu un gradient de pollution organique et métallique se traduisant par une variation spatiale de la diversité spécifique des peuplements nématologiques et de leur structure trophique, depuis la station du canal de Radès, la plus proche du golfe de Tunis jusqu'aux stations les plus continentales sous influences industrielle et portuaire. La mauvaise qualité des eaux et des sédiments a été déterminante pour l'évolution spatiale de ce groupe méiofaunistique. Ainsi, la station du canal de Radès, la plus marinisée, a abrité les quatre types trophiques (1A, 1B, 2A et 2B) alors que les détritivores non sélectifs ont été les seuls présents aux stations les plus polluées. Les nématodes du lac Sud sont apparus notamment très sensibles aux taux élevés des eaux en chlorophylle a et en sels azotés ainsi qu'aux fortes teneurs des sédiments en nutriments et en métaux lourds.

ABSTRACT

Hermi M., P. Aïssa – [Spring structure of nematological communities in the South Lake of Tunis (Tunisia)]. Mar. Life, 12 (1-2) : 27-36.

The South Lake of Tunis is a shallow lagoon exposed to intense eutrophication, resulting both in very low specific and trophic diversity of the nematological communities and the dominance of the deposit feeders. During a prospecting campaign in Spring 1996, an organic and metallic pollution gradient was detected, giving rise to a spatial variation of the specific diversity of nematodes and their trophic structure, from the Rades canal station, close to the Gulf of Tunis, to the most continental stations exposed to industrial and port influences. The bad quality of water and sediment was determinant for the spatial development of this meiofaunistic group. The Rades canal station, the one most influenced by sea, accommodated the four buccal types (1A, 1B, 2A et 2B); while deposit feeders were only present in the most polluted sites. The South Lake nematodes proved very sensitive to the high levels of nitrogens, chlorophyll-a in the waters and of nutrients and heavy metals in the substrate.

INTRODUCTION

Le lac Sud de Tunis est une lagune peu profonde soumise à des rejets organiques, domestiques et industriels provenant des localités de Radès, Mégrine et Jebel Jelloud (figure 1). Un phénomène d'hyper-eutrophisation, à l'origine de la prolifération de macrophytes, apparaît de façon

sporadique dans le plan d'eau qui se couvre alors de tapis algaires qui meurent pour laisser la place à des eaux rouges. Des travaux de dragage et d'aménagement sont prévus pour, d'une part, freiner la stagnation des eaux en créant un système de circulation hydrique à sens unique et d'autre part, améliorer la qualité des sédiments. Seul l'étroit canal de Radès permet actuellement, une entrée des

eaux marines dans ce plan d'eau où il est prévu d'arrêter les rejets terrestres, plus ou moins polluants, en provenance des zones industrielles limitrophes.

Les nématodes libres, taxon prédominant de la méiofaune, sont de plus en plus utilisés dans la biosurveillance environnementale parce qu'ils sont particulièrement sensibles à la qualité des sédiments qu'ils colonisent (Beyrem, Aïssa, 2000).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Afin d'étudier l'effet des conditions physico-chimiques du lac Sud sur la diversité des peuplements de nématodes et leur structure trophique, des prélèvements d'eau et de sédiment ont été réalisés au cours du printemps (mars 1996) à partir de 10 stations réparties sur toute la superficie de la lagune (figure 1).

À chacune des stations de prospection, trois carottes de sédiment sont prélevées, à partir d'une embarcation, grâce à un dispositif comprenant un long tube en PVC et un système de vanne étanche relié à un carottier en Plexiglass de 10 cm² de section. Le sédiment est ensuite recueilli dans des bocaux en verre de 37 cL à l'aide d'une pompe manuelle. Les animaux fixés au formol à 5% sont extraits par la technique de lévigation - tamisage (Vitiello, Diné, 1979), suivie de six centrifugations successives dans une solution de ludox HS40 à 6000 tours.min⁻¹ pendant 10 minutes chacune (Keller, 1985). Après coloration au rose bengale et double tamisage des échantillons sur des tamis de 100 µm et 40 µm de maille, les trois réplicats de méiofaune recensés sous loupe binoculaire sont mélangés. Dans l'homogénéisat ainsi obtenu, 100 nématodes sont

prélevés au hasard. Les spécimens sont montés à la glycérine après utilisation de la méthode de Seinhorst. Les mensurations indispensables à la détermination spécifique des nématodes sont effectuées à l'aide d'un microscope muni d'un tube à dessin. L'indice de diversité de Shannon (Shannon, Weaver, 1963), la richesse spécifique (Margalef, 1957) et la régularité (Pielou, 1966) sont calculés pour estimer la diversité spécifique des peuplements. Les courbes de K-dominance (Lambhead *et al.*, 1983) sont construites pour chacune des stations étudiées après calcul des dominances cumulées, mais seules les courbes non sécantes sont considérées. L'affinité faunistique entre les prélèvements pris deux à deux est évaluée par l'indice semi-quantitatif (I) de Sanders (1960) et Wieser (1960), celui-ci étant égal à la somme des plus faibles dominances des espèces communes aux deux prélèvements considérés. Les communautés sont jugées semblables si $I \geq 60$; apparentées si $50 \leq I < 60$; différentes si $30 \leq I < 50$; très différentes si $10 \leq I < 30$ et hautement différentes si $I < 10$. La comparaison de l'état de maturité des peuplements est basée sur l'allure des diagrammes rang-fréquences (Frontier, 1977). La structure trophique des peuplements nématologiques est établie en considérant quatre grands groupes trophiques selon le type de cavité buccale (Wieser, 1953) : le type 1A des consommateurs sélectifs de dépôts, le type 1B des détritivores non sélectifs, le type 2A des brouteurs d'épistrates et le type 2B des omnivores-prédateurs. Par ailleurs, deux index permettent d'étudier les variations de la structure trophique à savoir le rapport trophique 1B/2A (Lambhead, 1986) et l'index trophique ($\Sigma\theta^2$) (Heip *et al.*, 1984), θ étant égal à l'abondance relative (%) de chaque catégorie alimentaire.

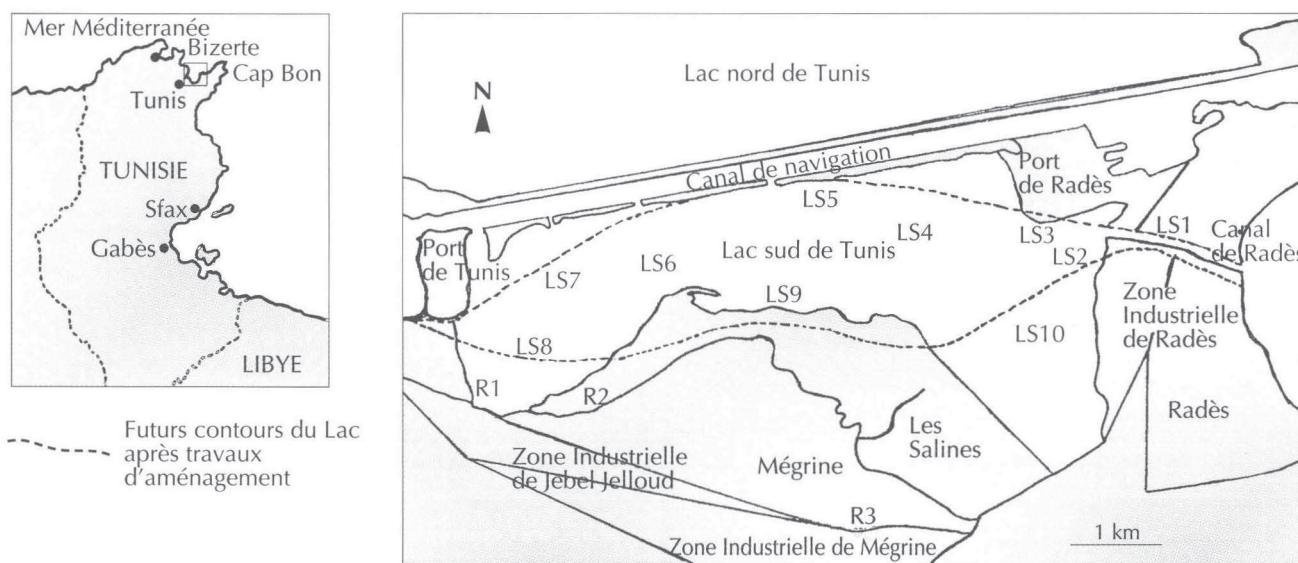


Figure 1 - Localisation des dix stations prospectées au cours du printemps 1996 dans le lac Sud de Tunis : LS1, LS2, LS3, LS4, LS5, LS6, LS7, LS8, LS9, LS10. R1, R2, R3 : rejets. / Localization of the ten prospected stations in the Tunis South Lake: LS1, LS2, LS3, LS4, LS5, LS6, LS7, LS8, LS9, LS10 during Spring 1996. R1, R2, R3: outlets.

Tableau I - Structure des peuplements nématologiques présents dans le lac Sud de Tunis en mars 1996. ST : station ; qi : effectif ; pi : dominance ; R : rang stationnel ; DG : dominance générale ; RG : rang général ; Fr : fréquence générale ; en gras : espèce de 1^{er} rang. / *Structure of nematological populations from the Tunis South Lake during March 1996. ST: station; qi: density; pi: dominance; R: station rank; DG: general dominance; RG: general rank; Fr: general frequency; bold: species of 1st rank.*

Espèce	ST	Station de prospection																															Moyenne DG (%) RG Fr				
		LS1			LS2			LS3			LS4			LS5			LS6			LS7			LS8			LS9			LS10								
		qi	pi	R	qi	pi	R	qi	pi	R	qi	pi	R	qi	pi	R	qi	pi	R	qi	pi	R	qi	pi	R	qi	pi	R	qi	pi	R	qi	pi	R			
MONHYSTERIDA																																					
Linhomoeidae																																					
<i>Terschellingia longicauda</i>	1A	780	0,696	1				2	0,02	5						1	0,01	4								3	0,016	4					32,7	1	0,4		
<i>Terschellingia</i> sp.	1A	15	0,013	4																												0,6	9	0,1			
<i>Terschellingia communis</i>	1A				1	0,091	3																									0,1	19	0,1			
<i>Metalinhomeus numidicus</i>	1B	15	0,013	4																												0,6	9	0,1			
Xyalidae																																					
<i>Daptonema fallax</i>	1B	15	0,013	4									1	0,036	4		1	0,011	4													0,7	8	0,3			
<i>Daptonema flevensis</i>	1B				4	0,363	1										72	0,774	1		112	0,718	1		81	0,698	1		100	0,562	1	15,3	3	0,5			
Sphaerolaimidae																																					
<i>Sphaerolaimus</i> sp.	2B	15	0,013	4																												0,6	9	0,1			
Monhysteridae																																					
<i>Diploilaimella stagnosa</i>	1B				3	0,273	2		51	0,554	1		1	0,036	4		15	0,161	2		41	0,263	2		11	0,095	3		51	0,287	2	40	0,092	3	8,9	4	0,8
<i>Monhystera parva</i>	1B				1	0,091	3		24	0,261	2		2	0,071	2		1	0,011	4		3	0,019	3		24	0,207	2		24	0,135	3	54	0,124	2	5,5	6	0,8
CHROMADORIDA																																					
Comesomatidae																																					
<i>Sabatieria punctata</i>	1B	204	0,183	2		1	0,091	3																									8,5	5	0,2		
<i>Dorylaimopsis mediterraneus</i>	2A													1	0,036	4																0,1	19	0,1			
<i>Dorylaimopsis</i> sp.	2A	15	0,013	4																												0,6	9	0,1			
Chromadoridae																																					
<i>Chromadorina</i> sp1	2A										6	0,035	2		1	0,036	4															0,3	16	0,2			
<i>Chromadorina</i> sp2	2A				1	0,091	3																									0,1	19	0,1			
<i>Prochromadorella</i> sp.	2A							10	0,109	3																						0,4	15	0,1			
<i>Prochromadorella paramucrodonata</i>	2A										166	0,965	1		19	0,678	1												341	0,784	1	21,9	2	0,3			
<i>Neochromadora aff. bonita</i>	2A													2	0,071	2		3	0,032	3												0,2	17	0,2			
<i>Chromadorina germanica</i>	2A	33	0,03	3																												1,4	7	0,1			
Leptolaimidae																																					
<i>Leptolaimus</i> sp.	1B							5	0,054	4																						0,2	18	0,1			
Cyatholaimidae																																					
<i>Maryllynia</i> sp.	2A	15	0,013	4																												0,6	9	0,1			
ENOPLIDA																																					
Anoplostomatidae																																					
<i>Anoplostoma viviparum</i>	1B													1	0,036	4																0,1	19	0,1			
Oncholaimidae																																					
<i>Viscosa</i> sp.	2B	15	0,013	4																												0,6	9	0,1			
TOTAL		1122	1		11	1		92	1		172	1		28	1		93	1		156	1		116	1		178	1		435	1		1					

RÉSULTATS

Composition des peuplements de nématodes (tableau I)

L'analyse de la structure des peuplements de nématodes conforte les premières observations quant à l'hétérogénéité spatiale du plan d'eau (Hermi, Aïssa, 1999). Ainsi, aucune espèce ne parvient à être présente sur toute son étendue. L'espèce cosmopolite *Terschellingia longicaudata*, la plus dominante, présente une dominance globale de 32,7% liée à sa forte abondance à la station LS1, mais elle montre une fréquence seulement égale à 0,4 (tableau I). L'espèce *Prochromadorella paramucrodonata* qui arrive au second rang avec une dominance globale de 21,9%, présente une fréquence encore plus faible (0,3). La troisième espèce *Daptonema flevensis* avec une dominance globale de 15,3% est par contre beaucoup plus fréquente (0,5). Notons que seules deux espèces, *Diplolaimella stagnosa* et *Monhystera parva*, arrivent à présenter une fréquence maximale de 0,8 mais avec de faibles dominances globales, respectivement égales à 8,9% et 5,5%. Quatre zones biocoénotiques d'étendue variable peuvent être mises en évidence en retenant les dominances spécifiques de rang 1 (tableau I).

Ainsi, dans le secteur occidental, le plus vaste, qui regroupe les stations LS6, LS7, LS8 et LS9, domine l'espèce *Daptonema flevensis* considérée comme une indicatrice de pollution organique (Vitiello, Aïssa, 1985).

Diversité et état de maturité des peuplements nématologiques

Plusieurs indices de diversité reflètent la médiocre qualité physico-chimique des eaux et des sédiments qui diffère selon la station (figure 2). Ainsi, le

nombre moyen d'espèces qui ne dépasse pas cinq, toutes stations confondues, est seulement égal à deux à la station LS4 et n'atteint que 10 à la station LS1 du canal de Radès, la plus proche de la mer. Le secteur ouest (stations LS7 et LS8) ainsi que la station LS10 située au sud-ouest, montrent un nombre d'espèces particulièrement réduit ($S=3$). Le nombre d'espèces intermédiaires au niveau des stations LS2, LS3, LS5, LS6 et LS9 varie de 4 à 8. L'indice de Shannon (H'), généralement faible, oscille entre 0,12 (LS4) et 2,3 bits (LS2). Les régularités le plus souvent inférieures à 80%, à l'exception de celle relative à la communauté peuplant la station LS2, témoignent d'une certaine instabilité structurale des communautés, une équitabilité supérieure à 80% indiquant, selon Cancela Da Fonseca (1968), un peuplement équilibré. La richesse spécifique (RS) minimale à la station LS4 (0,19) est au contraire maximale au niveau des stations LS2 (2,08) et LS5 (2,1). Les courbes de K-dominance (Lambshead *et al.*, 1983) confirment cette variation spatiale de la qualité physico-chimique du plan d'eau en mettant en évidence un maximum de diversité pour la communauté nématologique de la station LS2, une diversité intermédiaire en LS3 et un minimum de diversité au niveau de la station LS4 (figure 3).

Les diagrammes rangs-fréquences (Frontier, 1977), qui ne rappellent pas toujours l'un des trois types de succession connus, montrent la présence d'un mélange de nomocénoses (et donc de nématocénoses) distinctes (figure 4).

Affinité faunistique (tableau II)

Le calcul de l'indice semi-quantitatif d'affinité cœnotique de Sanders (1960) et Wieser (1960) montre l'absence de similarité entre le peuplement de la station LS1 du canal de Radès, la plus proche de la mer et la moins confinée et les autres communautés du lac Sud, aucune espèce de LS1

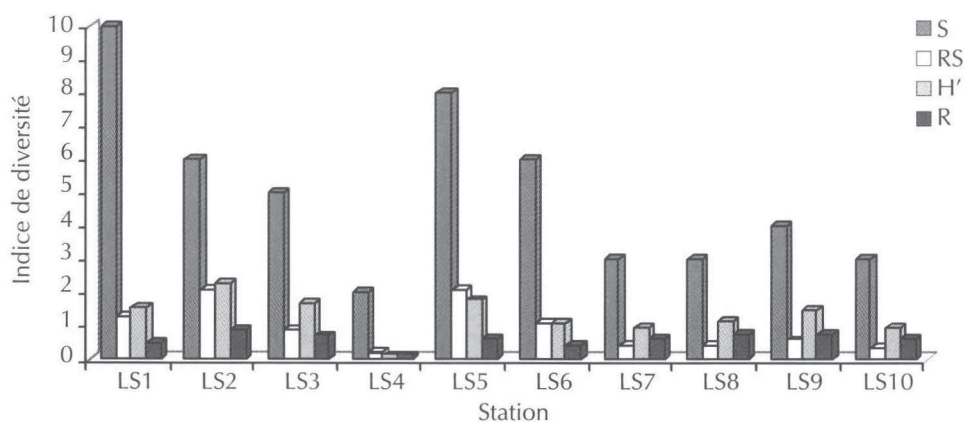


Figure 2 - Variation spatiale des indices de diversité des peuplements de nématodes dans le lac Sud de Tunis au cours du printemps 1996. S : nombre d'espèces ; H' : indice de Shannon ; R : régularité et RS : richesse spécifique. / Spatial variation of diversity index for nematode communities in the South Lake of Tunis during Spring 1996. S: number of species; H' : Shannon's index; R: regularity and RS: specific richness.

n'apparaissant commune à celles des stations LS4, LS7, LS8 et LS10 (tableau II). Les peuplements du secteur occidental, le plus eutrophisé, sont structuralement semblables avec un maximum de similarité (99) pour ceux des stations LS7 et LS8. Ces communautés n'ont aucune affinité avec les associations des stations LS4, LS5 et LS10 qui abritent des peuplements faunistiquement semblables. Le peuplement de la station LS3, nettement individualisé, n'a que très peu de similarité avec les autres communautés ($I < 30$). L'association de la station LS2 s'avère semblable ou apparentée à celles des stations LS6, LS7, LS8 et LS9. La zonation précédemment établie par l'intermédiaire de la dominance spécifique de rang 1 est confirmée par le calcul de la similarité faunistique amenant à définir quatre secteurs de superficies très inégales (figure 5) :

- Zone I, circonscrite à la station du canal de Radès (LS1), c'est la plus oxygénée qui permet la prolifération d'une espèce cosmopolite *Terschellingia longicauda* ;

- Zone II, limitée à la station LS3 qui abrite *Diplolaimella stagnosa*, une espèce recherchant des eaux à faible hydrodynamisme (Aïssa, 1997) ;
- Zone III, nettement plus étendue, qui regroupe les peuplements des stations LS4, LS5 et LS10 dominés par une Chromadoridae brouteuse d'épistrate, *Prochromadorella paramucrodonata*, capable de proliférer dans une zone où abondent les ulves et leurs débris ;
- Zone IV, couvrant la plus grande partie du lac qui rassemble les peuplements du secteur occidental le plus pollué (LS6, LS7, LS8 et LS9), ainsi que celui de la station LS2 ; elle est occupée par le détritivore *Daptonema flevensis*.

Structure trophique des peuplements nématologiques (tableau III et figure 6)

D'après l'index trophique ($\Sigma\theta^2$) et le rapport trophique 1B/2A, il apparaît une variation spatiale de la structure trophique comparable à celle mise en évidence avec les indices de diversité. En effet, la station LS1, la moins perturbée, est la plus

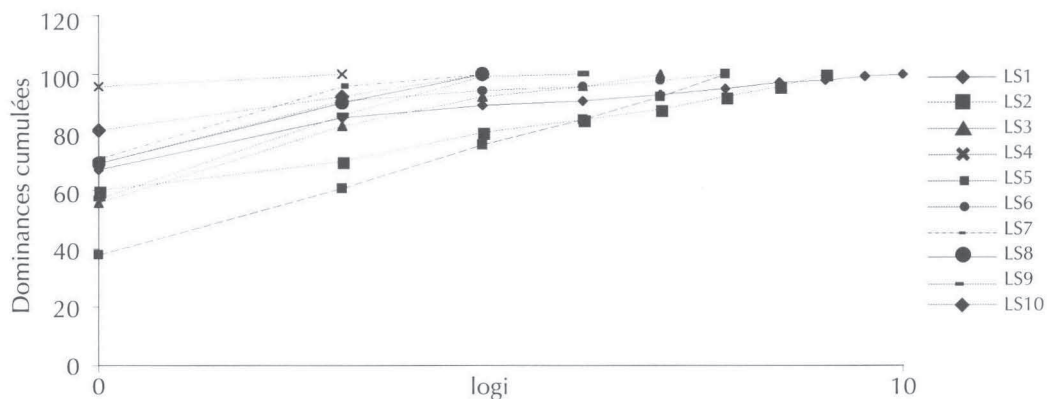


Figure 3 - Comparaison des courbes de K-dominance pour les peuplements de nématodes du lac Sud de Tunis au cours du printemps 1996. I : rang de l'espèce. / Comparison of K-dominance curves for nematode communities in the South Lake of Tunis during Spring 1996. I: species rank.

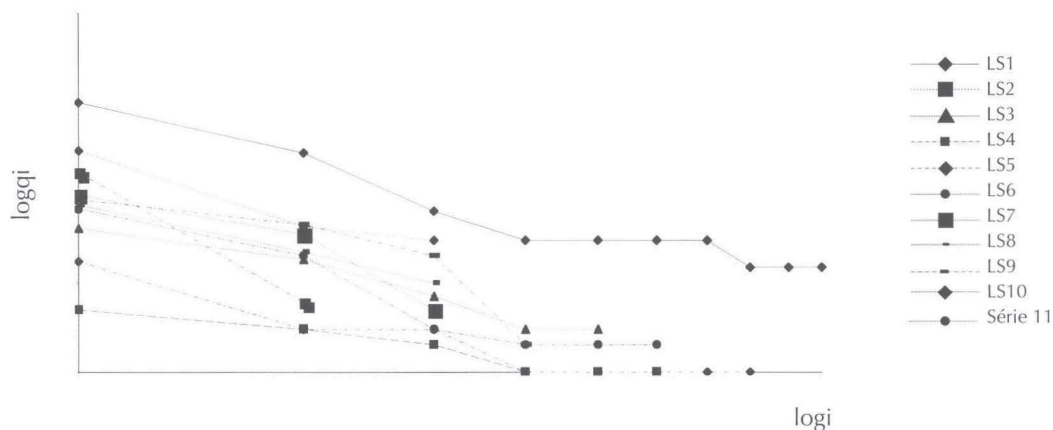


Figure 4 - Comparaison des diagrammes rangs-fréquences pour les peuplements de nématodes du lac Sud de Tunis au cours du printemps 1996. / Comparison of frequencies-ranks diagrams for nematode communities in the South Lake of Tunis during Spring 1996.

Tableau II - Affinité faunistique entre les peuplements de nématodes du lac Sud de Tunis (campagne de mars 1996). S : communautés similaires ; A : communautés apparentées ; ** : communautés très différentes ; *** : communautés hautement différentes. / Faunistic affinity between nematode communities from the Tunis South Lake (March 1996). S: similar communities; A: related communities; **: very different communities; ***: highly different communities.

	LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	LS7	LS8	LS9	LS10
LS1		***	***	TD	***	***	TD	TD	***	TD
LS2	9,1		**	***	**	A	S	A	S	**
LS3	2,2	26,4		**	**	**	**	**	**	**
LS4	0	3,4	10,8		S	TD	TD	TD	TD	S
LS5	2,6	14,3	15,2	71,3		***	***	**	**	S
LS6	1,1	53,4	17,1	0	8,9		S	S	S	**
LS7	0	64,5	28,2	0	5,5	88,9		S	S	**
LS8	0	54,9	30,2	0	10,7	79,2	99		S	**
LS9	1,6	72,7	43,8	0	10,7	74,3	84,4	79,2		**
LS10	0	18,3	22,2	78,4	78,5	10,2	11,1	21,6	18,4	

S : $I \geq 60$, A : $50 \leq I < 60$, * : $30 \leq I < 50$, ** : $10 \leq I < 30$, *** : $1 \leq I < 10$, TD : $I = 0$.

diversifiée au plan trophique avec un $\Sigma\theta^2$ minimal (0,55) attestant la présence des quatre types buccaux même si les décomposeurs détritivores sélectifs (1A) sont abondants (70,9%). Par contre, la valeur de l'index trophique qui atteint l'unité aux stations LS4, LS7 et LS8 (tableau III) confirme le confinement de ces sites. Il est à noter que les omnivores-carnivores (2B) sont totalement absents, sauf à la station LS1 où ils constituent 2,6% du peuplement nématologique. Le taux des espèces brouteuses d'épistrates de la catégorie (2A) est maximal au niveau des stations LS4, LS5 et LS10, caractérisées par un tapis algal très dense, arrivant à un recouvrement de 100% (Shili, comm. pers.). Les décomposeurs détritivores non sélectifs (1B) sont abondants au niveau des stations LS1, LS3, LS6, LS7, LS8 et LS9, cette catégorie alimentaire étant exclusivement représentée au niveau des

stations LS7 et LS8. Le rapport trophique 1B/2A atteint son maximum au niveau de la station LS6 (29,6) mettant en évidence l'abondance des détritivores non sélectifs, totalement absents de la station LS4 dont le peuplement est exclusivement constitué d'espèces brouteuses d'épistrates (2A), d'où un rapport 1B/2A nul. Au plan trophique, tout comme au plan biocénotique, quatre zones peuvent donc être définies (figure 5) :

- Zone I, limitée à la station LS1 du canal de Radès qui abrite les quatre types trophiques connus et qui est dominée par *Terschellingia longicaudata* ;
- Zone II, regroupant les stations LS2 et LS3 dominées par les détritivores non sélectifs ;
- Zone III, réunissant les stations LS4, LS5 et LS10 où abondent les brouteurs d'épistrates. Celle-ci correspond au secteur dominé par *Prochromadorella paramicrodontata* ;

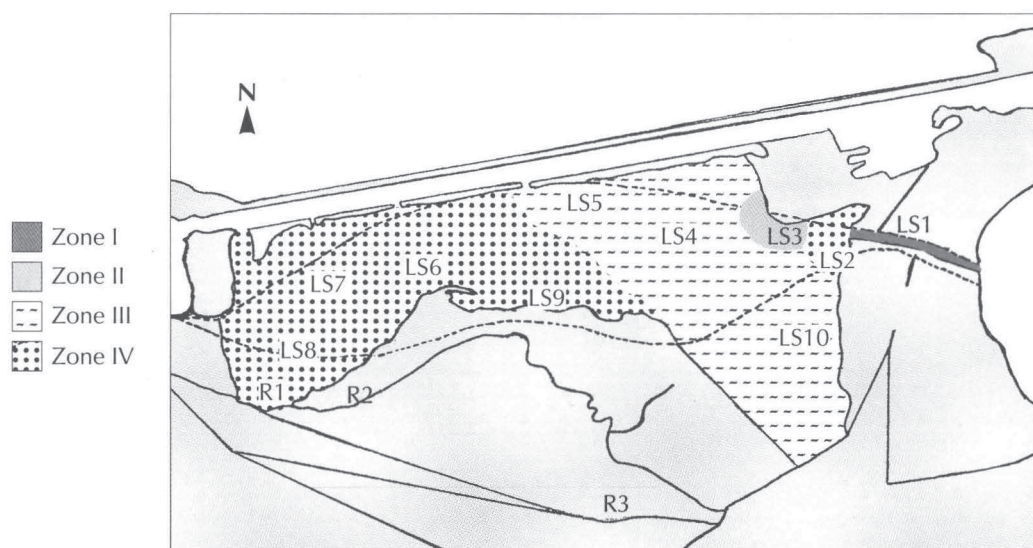


Figure 5 - Zonation biologique aux plans biocénotique et trophique. / Biological zonation on the biocenotic and trophic levels.

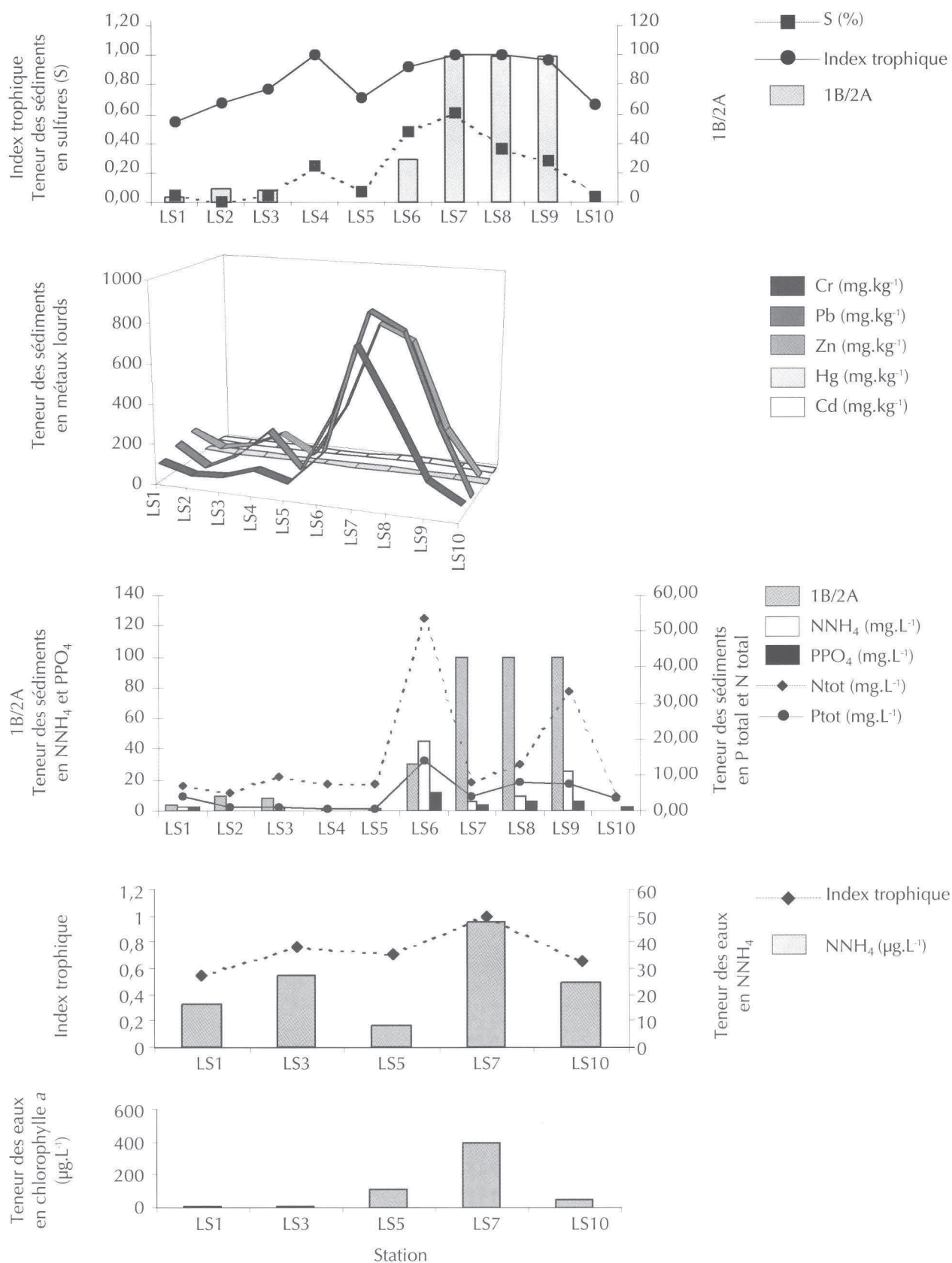


Figure 6 - Variation spatiale de la structure trophique des peuplements de nématodes du lac Sud de Tunis au cours du printemps 1996 en fonction de certains paramètres abiotiques. / Spatial variation of trophic structure for nematode communities in the South Lake of Tunis during Spring 1996 in function of some abiotic parameters.

Tableau III - Variation spatiale de la structure trophique des nématodes dans le lac Sud de Tunis au cours du printemps 1996. NC : non calculé. / *Spatial variation of the trophic structure of nematodes in the South Lake of Tunis during Spring 1996. NC: not calculated.*

Station		1A	1B	2A	2B	Total	Index trophique	1B/2A
LS1	S	2	3	3	2	10	0,55	3,71
	N	795	234	63	30	1122		
	%	70,9	20,9	5,6	2,6	100		
LS2	S	1	4	1	0	6	0,68	9
	N	1	9	1	0	11		
	%	9,1	81,8	9,1	0	100		
LS3	S	1	3	1	0	5	0,77	8
	N	2	80	10	0	92		
	%	2,2	86,9	10,9	0	100		
LS4	S	0	0	2	0	2	1	0
	N	0	0	172	0	172		
	%	0	0	100	0	100		
LS5	S	0	4	4	0	8	0,71	0,22
	N	0	5	23	0	28		
	%	0	17,9	82,1	0	100		
LS6	S	1	4	1	0	6	0,92	29,6
	N	1	89	3	0	93,1		
	%	1,1	96,7	3,2	0	100		
LS7	S	0	3	0	0	3	1	NC
	N	0	156	0	0	156		
	%	0	100	0	0	100		
LS8	S	0	3	0	0	3	1	NC
	N	0	116	0	0	116		
	%	0	100	0	0	100		
LS9	S	1	3	0	0	4	0,97	NC
	N	3	175	0	0	178		
	%	1,6	98,4	0	0	100		
LS10	S	0	2	1	0	3	0,66	0,27
	N	0	94	341	0	435		
	%	0	21,6	78,4	0	100		

- Zone IV, rassemblant les stations LS6, LS7, LS8 et LS9 où dominent les décomposeurs non sélectifs et notamment le détritivore *Daptonema flevensis*.

Toutefois, il y a lieu de signaler le statut particulier de la communauté nématologique présente à la station LS2. Ainsi, celle-ci est à ranger dans la zone II en fonction des indices trophiques et, au contraire, dans la zone IV selon l'indice d'affinité faunistique.

D'après le calcul des coefficients de corrélation entre plusieurs paramètres physico-chimiques apparus limitants et soit l'index trophique, soit le rapport 1B/2A, ces deux variables biotiques sont positivement liées aux teneurs des sédiments en monosulfures (r respectivement égal à 0,82 et 0,73) et en certains métaux lourds. C'est ainsi que l'indice trophique est très significativement corrélé à la teneur en plomb ($r=0,76$) et significativement aux taux en chrome, zinc, mercure et cadmium (tableau IV et figure 6). Si le rapport 1B/2A est très significativement lié aux teneurs en ammoniacque ($r=0,93$), en azote total ($r=0,93$) et en phosphate ($r=0,86$), l'index trophique est corrélé aux concentrations des eaux en chlorophylle *a* ($r=0,87$) et en ammoniacque ($r=0,82$) (figure 6).

DISCUSSION

Tous les paramètres de diversité considérés (S, RS, H', R) mettent en évidence l'existence d'une zonation nématologique très dépendante de la qualité physico-chimique des eaux et des sédiments. C'est ainsi que le secteur oriental et notamment la station LS1 du canal de Radès apparaît comme la plus diversifiée, qu'il s'agisse du nombre d'espèces de nématodes ou de l'indice de diversité de Shannon. À la station LS2, encore sous l'influence des eaux venant du golfe de Tunis, le peuplement de nématodes est encore relativement diversifié, ce qui explique la valeur maximale enregistrée de la richesse spécifique (2,08). La dominance du détritivore *Daptonema flevensis* en LS2 pourrait être liée à la faible profondeur du site (0,55 m) et également à l'importance du couvert algal freinant l'hydrodynamisme. Il est à constater que la diversité spécifique des peuplements de nématodes est au contraire beaucoup plus faible dans les zones les plus confinées LS4, LS7, LS8, LS9, LS10 et qu'elle tend à décroître du canal de Radès vers le secteur occidental, ce gradient étant plus net en considérant le nombre d'espèces que les

Tableau IV - Corrélations entre différents paramètres physico-chimiques du lac Sud et l'index trophique ou le rapport 1B/2A en mars 1996. * : significatif à 5% ; ** : très significatif à 1%. / *Correlations between different physical and chemical parameters in the South Lake of Tunis and the trophic index or the ratio 1B/2A during March 1996. *: significant; **: very significant.*

	Paramètre	
	Index trophique	1B/2A
Sédiments		
Monosulfures	0,82027**	0,73401*
Chrome	0,63156*	0,80082*
Plomb	0,76861**	0,68601
Zinc	0,71229*	0,80452*
Mercure	0,70759*	0,69732
Cadmium	0,68944*	0,53928
Azote ammoniacal	0,43346	0,93646**
Azote total	0,40511	0,93632**
Phosphate	0,39001	0,87147**
Phosphore	0,40194	0,86344*
Eau		
Potentiel Rédox	0,52736	0,91224*
Azote ammoniacal	0,82638*	0,56577
Chlorophylle a	0,87909*	-0,7292

autres paramètres de diversité. Cependant, les peuplements nématologiques du lac Sud de Tunis apparaissent faiblement diversifiés par comparaison avec les données structurales d'autres biotopes (tableau V). En effet, si le nombre maximal d'espèces par station n'y est que de 10 dans le lac Sud, celui-ci atteint 17 dans le lac Nord de Tunis dans le secteur eutrophe (Vitiello, Aïssa, 1985), 33 espèces dans la mer Ligure (Danovaro *et al.*, 1995) et 48 dans la baie de Bizerte (Beyrem, Aïssa, 2000), deux milieux marins où sévit pourtant une pollution engendrée par les hydrocarbures. Par ailleurs, le lac Sud de Tunis apparaît comme un plan d'eau

particulièrement hétérogène, l'écart spatial maximum des indices de Shannon (H') y atteignant 2,06 bits contre 4,34 bits dans la baie de Bizerte.

Les diagrammes rangs-fréquences ne permettent pas de mettre en évidence de variation spatiale de la maturité des peuplements de nématodes parce que ceux-ci sont paucispécifiques et soumis à des conditions physico-chimiques drastiques. L'allure peu conventionnelle de ces diagrammes rangs-fréquences laisse supposer que toutes les espèces de nématodes n'ont pas la même niche verticale, les moins exigeantes en oxygène occupant les strates profondes alors que les plus grandes de taille ont tendance à se cantonner dans les horizons de surface pour assurer leur métabolisme nécessitant davantage d'oxygène. Seule une étude plus poussée de la composition spécifique par strate aurait pu permettre de confirmer l'hypothèse.

La faible diversité des types buccaux observée dans le lac Sud de Tunis, très chargé organiquement, témoigne de la sélection au sein de ce milieu très perturbé de quelques espèces de nématodes plus résistantes, ce phénomène ayant pour conséquence de simplifier les chaînes trophiques. Ce point explique largement que la structure trophique soit corrélée d'une part aux teneurs des eaux en chlorophylle ou en ammoniacale et d'autre part à celles des sédiments en métaux lourds et en monosulfures. De fait, l'importance de la chlorophylle a sur la composition des nématodes a été déjà mentionnée dans une autre lagune eutrophe (Vitiello, Aïssa, 1985). Si la structure trophique est indirectement très sensible aux taux en chlorophylle et en ammoniacale, c'est que le premier paramètre rend compte de l'abondance des diatomées et que le second nous renseigne sur l'état de dégradation de la matière organique. De la même façon, la sensibilité des nématodes aux métaux a déjà été signalée dans un

Tableau V - Comparaison des données structurales des communautés de nématodes libres du lac Sud de Tunis avec celles d'autres milieux perturbés. / *Comparison of nematological structural data from the Tunis South Lake with others polluted areas.*

		Biotope				
		Débouché de l'égout de Marseille	Lac Nord de Tunis	Mer Ligure	Baie de Bizerte	Lac Sud de Tunis
Référence		Keller, 1984	Vitiello, Aïssa, 1985	Danovaro <i>et al.</i> , 1995	Beyrem, 2000	Présent travail
Période d'étude		Automne	Printemps	Mars 91	Été 1992	Mars 1996
Indice de diversité	S	3 - 71	8 - 17	33	2 - 48	5 - 10
	H'	1,5 - 5,34	1,7 - 1,75	2,32	0,72 - 5,06	0,24 - 2,3
	RS	1,44 - 13,01				0,19 - 2,1
	R	0,59 - 0,95		0,66		0,24 - 0,89

autre milieu pollué comme le débouché de l'égout de Marseille (Keller, 1984). En fait, de fortes teneurs en fraction fine et/ou en matière organique favorisent d'une part la prolifération des détritivores et d'autre part le piégeage des métaux au sein des sédiments. Le calcul des plus grands écarts spatiaux à la fois pour l'index trophique (0,45) et le rapport 1B/2A (29,6), souvent supérieurs à ceux enregistrés dans d'autres biotopes lagunaires, montre que la structure trophique des peuplements nématologiques est elle aussi très sensible à l'hétérogénéité spatiale du milieu.

CONCLUSION

Ces résultats préliminaires relatifs à la structure de la nématofaune du lac Sud de Tunis révèlent sa grande sensibilité à la qualité des eaux et des sédiments. Ainsi, dans le secteur occidental (LS7, LS8) les décomposeurs détritivores non sélectifs (1B) sont exclusivement présents et représentés par l'espèce *Daptonema flevensis* considérée comme une indicatrice de pollution organique. Par contre, la station LS1, sous influence marine, est la moins perturbée et la plus diversifiée au plan trophique. Elle est caractérisée par la présence des quatre types buccaux.

Les nématodes libres sont donc capables aux plans biocénotique et trophique de répondre sélectivement à l'hétérogénéité spatiale du milieu, et ils peuvent être considérés comme des bio-indicateurs d'une hyper-eutrophisation lorsque le phénomène est, comme dans le lac Sud de Tunis, d'origine anthropique.

BIBLIOGRAPHIE

- Beyrem H., P. Aïssa, 2000 - Les nématodes libres, organismes-sentinelles de l'évolution des concentrations d'hydrocarbures dans la baie de Bizerte (Tunisie). *Cah. Biol. mar.*, **41** : 329 - 342.
- Cancela Da Fonseca J.P., 1968 - L'outil statistique en biologie du sol. IV. Corrélations de Rang et affinités écologiques. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, **5** (1) : 41-54.
- Danovaro R., M. Fabiano, M. Vincx, 1995 - Meiofauna Response to the Agip Abruzzo Oil Spill in Subtidal Sediments of the Ligurian Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, **30** (2) : 133 - 145.
- Frontier S., 1977 - Réflexions pour une théorie des écosystèmes. *Bull. Ecol.*, **8** (4) : 445 - 464.
- Heip C., R. Herman, M. Vincx, 1984 - Variability and productivity in the Southern Bight of the North Sea. *Rapp. P.-v. Réun. CIESM*, **183** : 51-56.
- Hermi M., P. Aïssa, 1999 - Effet de la variabilité spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques du lac Sud de Tunis sur la structure trophique des peuplements de nématodes. In : *4^e Congrès International Limnologie - Océanographie*. Bordeaux, 7 - 10 septembre 1999, pp : 98.
- Keller M., 1984 - Océanographie biologique. Effets du déversement en mer du grand collecteur de l'agglomération marseillaise sur les populations méiobenthiques. *C. r. Acad. Sci., Paris, Ser. III*, **299** (19) : 765 - 768.
- Keller M., 1985 - Distribution qualitative de la méiofaune dans l'aire d'épandage de l'égout de Marseille. *Mar. Biol.*, **89** : 293 - 302.
- Lambshhead P.D.J., 1986 - Sub-catastrophic sewage contamination as revealed by marine nematode faunal analysis. *Mar. Ecol. - Prog. Ser.*, **29** : 247 - 260.
- Lambshhead P.D.J., H.M. Platt, M. Shaw, 1983 - The detection of differences among assemblage of marine benthic species on an assessment of dominance and diversity. *J. nat. Hist.*, **17** : 859 - 874.
- Margalef R., 1957 - La teoria de la informacion en ecologia. *Mem. R. Acad. Barcelona*, **32** (13) : 373 - 449.
- Pielou E.C., 1966 - The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. theor. Biol.*, **13** : 131 - 144.
- Sanders H., 1960 - Benthic studies in Buzzard bay. III. The structure of the bottom community. *Limnol. Oceanogr.*, **5** : 138 - 153.
- Shannon C.E., W. Weaver, 1963 - *The mathematical theory of communication*. Illinois University Press, Urbana, 117 pp.
- Vitiello P., P. Aïssa, 1985 - Structure des peuplements de nématodes en milieu lagunaire pollué. In : *110^e Cong. Nat. Soc. Savantes, Sciences*, Montpellier, **II**, pp : 115 - 126.
- Vitiello P., A. Dinet, 1979 - Définition et échantillonnage du méiobenthos. *Rapp. P.-v. Réun. CIESM*, **25/26** (4) : 279 - 283.
- Wieser W., 1953 - Die Beziehung zwischen mundhchlen-gestalt, Ernährungsweise und Vorkommen beifreilbenden marinen Nematoden. *Ark. Zoo.*, **2** (4) : 439 - 484.
- Wieser W., 1960 - Benthic studies in Buzzards Bay. II. The meiofauna. *Limnol. Oceanogr.*, **5** : 121 - 137.

Reçu en octobre 1999 ; accepté en juin 2001.

Received October 1999; accepted June 2001.