

ETUDE QUANTITATIVE DES NEMATODES LIBRES DES SECTEURS NORD ET EST DE LA LAGUNE DE BIZERTE (TUNISIE)

ESSID Naceur¹ et AISSA Patricia²

Laboratoire de Biosurveillance de l'Environnement. Unité d'Ecobiologie marine.
Faculté des Sciences de Bizerte Zarzouna. 7021 Bizerte Tunisie
1-Naceur.Essid@fsb.rnu.tn 2-Patricia.Aissa@fsb.rnu.tn

ملخص

دراسة كثافة الديدان الحلقية الحرة في مستوى المنطقتين الشمالية والشرقية من بحيرة بنزرت (تونس):
تمت هذه الدراسة في مستوى الضفتين الشمالية والشرقية من بحيرة بنزرت وأبرزت مدى ترابط الكثافة والكتلة الفردية والجمالية للديدان الحلقية الحرة البحرية مع التغيرات الفيزيوكيميائية والبيوكيميائية للتربة. تتميز التربة في هذه المنطقة من البحيرة بحبيبات دقيقة غنية بالمواد العضوية الكربونية المتسرية أساسا من المناطق العمرانية و الصناعية للمدن المجاورة. ويتسبب تراكم هذه المواد هذه المواد العضوية في تكوين مركبات عضوية كيميائية وخاصة بين حبيبات الطين من نوع السمكتيت والمكونات العضوية. تتكيف الديدان الحلقية البحرية الحرة مع الظروف السطحية الجديدة للتربة بالفرار إلى المستويات العميقة بانسبة للأصناف الغير قادرة على تحمل هذا التلوث السطحي أما الأصناف المقاومة فهي الكائنات التي تعتمد في تغذيتها على المواد العضوية المتحولة.

كلمات مفاتيح: كثافة الديدان الحلقية الحرة، بحيرة بنزرت، تونس

RESUME

Une étude réalisée au niveau du secteur nord et est de la lagune de Bizerte a montré que les densités et les biomasses totales et individuelles des nématodes libres marins sont étroitement dépendantes des paramètres physico-chimiques, sédimentologiques et géochimiques. En effet, les sédiments de ce secteur ont présenté en surface un faciès très fin enrichi en carbone organique, issu principalement des rejets domestiques et industriels des villes avoisinantes. Ceci favorise la formation de complexes organo-minéraux entre les particules minérales, essentiellement entre la smectite et les composés organiques. Les nématodes libres marins réagissent à ces conditions de surface non favorables par leur migration en profondeur, les individus détritivores étant plus tolérants.

Mots clés: densité, biomasse totale, nématodes libres, lagune de Bizerte.

ABSTRACT

Quantitative study of free-living nematodes in northern-east sectors of Bizerte lagoon (Tunisia) : This study has been done in northern sector of Bizerta lagoon shew that densities and biomasses of free-living nematodes are strictly dependent on physico-chemical, sedimentological and geochemical parameters. Indeed, superficial sediments of this sector has shown a very fine facies enriched with organic matter, rejected by domestic and industrial areas of the neighbouring cities. This situation favors the formation of organo-minerals complex between mineral particles, in particular smectite and organic compounds. Marine free-living nematodes react to these unfavorable superficial conditions through migration to the deepest horizons, but the deposit feeders species are more resistant toward the excess of superficial organic matter .

Keywords : Densities ,biomasses , free-living nematodes ,Bizerta lagoon.

INTRODUCTION

La lagune de Bizerte, une lagune côtière du nord de la Tunisie d'environ 150km² de superficie et d'une profondeur maximale de 12 mètres est un écosystème très productif (poissons, produits aquacoles), déstabilisé par des rejets d'eaux usées en provenance des villes limitrophes, notamment celle de Bizerte, et de diverses industries (usine sidérurgique, cimenterie, raffinerie) implantées sur son pourtour (Fig. 1).

Les nématodes libres, métazoaires les plus abondants des sédiments marins, jouent un rôle prépondérant dans le compartiment benthique en intervenant dans l'aération du substratum (Heip *et al.*, 1985) et la minéralisation de la matière organique (Tietjen, 1980) Ces animaux constituent également les proies pour de nombreux organismes tels les polychètes, les crabes ou certains poissons (Aïssa, 1992). De plus, les nématodes libres sont connus pour être sensibles à la qualité de leur environnement (Boucher, 1980 ; Bodin et Boucher, 1981 ; Aïssa, 1992 ; Beyrem, 1999 ; Hermi,

2001 ; Mahmoudi *et al.*, 2002). Si quelques travaux ont fait état de la nématofaune dans la lagune de Bizerte (Aïssa, 1991 ; Hermi, 1995), aucun d'eux n'a été réalisé sur les sites considérés dans la présente étude et approfondi l'importance de la géochimie et de la nature du sédiment sur la répartition verticale des nématodes libres.

MATERIELS ET METHODES

1 - Milieu d'étude et mesures *in situ*

Cinq stations de même bathymétrie ont été prospectées en août 1997 (Fig. 1, Tab. 1). Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés à l'aide d'appareils appropriés (salinomètre type WTW LF 196, pHmètre type CRISON micropH 2001, oxymètre type VG 867). Des échantillons d'eaux prélevés à l'aide de bouteilles en polyéthylène ont servi pour la détermination de la matière en suspension par filtration sur millipores de 45µm de maille (Baretta-Bekker *et al.*, 1992).



Figure 1 : Localisation des stations prospectées dans la lagune de Bizerte (Août 1997). OG : Oued Gueniche ; MJ : Menzel Jemil ; MA : Menzel Abderrahman ; EC : Echaraà ; PP : Parc Privé

Tableau I : Localisation et bathymétrie des stations étudiées dans la lagune de Bizerte (août 1997).

Stations	Oued Gueniche	Menzel Jemil	Menzel Abderrahman	Echaraà	Parc Privé
Abréviation	OG	MJ	MA	EC	PP
Latitude Nord	37°11'38	37°13'25	37°13'41	37°13'57	37°14'14
Longitude Est	9°55'40	9°54'60	9°52'01	9°49'35	9°49'87
Profondeur (mètres)	5,1	5	5,2	5,1	5

2 - Paramètres sédimentologiques et géochimiques

Des carottes en PVC de 100 mm de diamètre et de 50 cm de longueur ont été prélevées pour l'analyse du sédiment. Dès retour au laboratoire, celles-ci ont été découpées en

horizons de 2 cm puis séchées à 45°C. Sur les fractions sédimentaires obtenues, les analyses de la granulométrie fine, des teneurs en argiles ainsi que le dosage du carbone organique total (COT) ont été effectués. La fractions fine a

été séparée de la grossière en utilisant un tamis de 63 µm de maille (Walter *et al.*, 1997). Une colonne de tamis norme AFNOR a servi pour la détermination des différentes fractions grossières. Le dosage du COT a été effectué avec un COULOMAT 702. La détermination des teneurs sédimentaires en argile a été réalisée avec un diffractomètre type PHILIPS PW1710.

3 - Paramètres nématologiques

A chaque station, deux échantillons de sédiment destinés à l'étude de la méiofaune ont été prélevés par plongée autonome à l'aide de carottiers en plexiglas de 10 cm² de section (Vitiello et Dinét, 1979). Les 20 premiers centimètres ont été découpés en 10 horizons de 2 centimètres chacun puis conservés dans du formol à 5% neutralisé à l'hexaméthylène tétramine. La méiofaune colorée au rose bengale et extraite par la méthode de lévigation-tamisage (Vitiello et Dinét, 1979) a été retenue sur trois tamis de mailles décroissantes (160, 100 et 40 µm). Le refus de chaque tamis versé dans une cuve de Dollfus a servi au dénombrement de la nématofaune sous loupe binoculaire. Les déterminations de la biomasse totale et du poids individuel moyen ont été effectuées à partir d'un sous-échantillon représentatif de 100 individus (Vitiello et Aïssa, 1985). La biomasse individuelle a d'abord été calculée en poids frais selon la méthode d'Andrassy (1956) en retenant une densité volumétrique moyenne de 1,08 (Heip et Decraemer 1974) puis en poids sec, égal au quart du poids frais (Juario, 1975). La biomasse totale de chaque communauté nématologique a été estimée en calculant le produit de la densité moyenne des nématodes par le poids moyen individuel.

En raison de la répartition contagieuse de cette faunule (Dinét et Vivier 1979), les effectifs moyens des nématodes ont été transformés selon la formule $Y = \text{Log}(X)$ puis comparés deux à deux avec le test de Student (Schwartz, 1983).

RESULTATS

1 - Paramètres physico-chimiques des eaux

Les valeurs des paramètres physico-chimiques mesurés dans la lagune de Bizerte en août 1997 ont révélé une certaine perturbation des eaux (Fig. 2). Ainsi, le caractère lagunaire de ce milieu fermé a été confirmé par les valeurs de salinité s'échelonnant entre 39,1‰ (PP en surface) et 39,9 ‰ (MJ en surface), celles de pH fluctuant entre 8,39 (OG au niveau intermédiaire) et 8,58 (MA au fond) ainsi que par les faibles teneurs des eaux en oxygène dissous oscillant entre 2,7 (MJ en surface) et 4,7 mg/l (PP en surface). Au niveau des secteurs Nord et Est de la lagune de Bizerte, la charge moyenne solide en suspension, égale à 10,2 mg/l, toutes stations confondues, a varié entre 6,66 mg/l (station EC) et 12,73 mg/l en MJ. Le minimum de MES (5,12 mg/l) a été observé en EC au niveau intermédiaire de la colonne d'eau alors que le maximum

(20,15 mg/l) a été noté à la même bathymétrie en MJ.

2 - Granulométrie fine et grossière

L'analyse de la fraction fine dans les 10 premiers centimètres des sédiments de surface de la lagune de Bizerte en août 97 a permis de constater un minimum de charge en OG (14,55%) et un gradient croissant de EC (70,26%) à MJ (81,87%). Les teneurs en fraction fine également fluctuantes au plan vertical, excepté en OG, ont eu tendance à diminuer progressivement vers les horizons profonds (Fig. 3).

3 - Dosage du COT

La répartition spatiale des teneurs en COT identique à celle de la fraction fine a montré pour les sédiments de surface un minimum en OG (0,08%) et un maximum en MJ (1,58%) (Fig. 4). De même, les taux en COT, hormis en OG, ont révélé un gradient positif depuis les horizons les plus profonds vers la surface (Fig. 4).

4 - Minéralogie des Argiles

L'analyse aux RX des sédiments des secteurs prospectés dans la lagune de Bizerte a montré la présence en abondance de quatre types d'argiles, la kaolinite (38 à 63%) et la smectite (13 à 33%) étant mieux représentées que l'illite (13 à 20%) et la chlorite (4 à 15%). A signaler que les taux en smectite des sédiments de surface, comme ceux en fraction fine et en COT, ont varié au plan spatial de EC (24%) à MJ (27%). Leurs teneurs les plus élevées ont été observées en surface (Fig. 5).

5 - Densités moyennes globales des nématodes

La figure 6 montre d'importantes fluctuations spatiales du nombre moyen de nématodes par 10cm² variant entre 107 ind.10cm⁻² en EC et 913 ind.10cm⁻² en OG. D'après le test *t* de Student, les densités des nématodes en OG et en MJ ont été très significativement plus élevées qu'en EC et PP. L'effectif en MA a été significativement plus élevé qu'en EC et PP. Par contre, il n'a été relevé de différence significative ni entre les effectifs nématologiques de MJ et MA ni entre ceux de EC et PP (Table II).

La zone prospectée dans la lagune de Bizerte en août 97 peut donc être subdivisée en trois secteurs :

- Le premier limité à la station témoin OG, qui présente la densité nématologique la plus élevée (> 900 ind.10 cm⁻²).
- Le deuxième groupant les stations MJ et MA aux effectifs de nématodes assez importants et compris entre 393 et 641 ind.10 cm⁻².

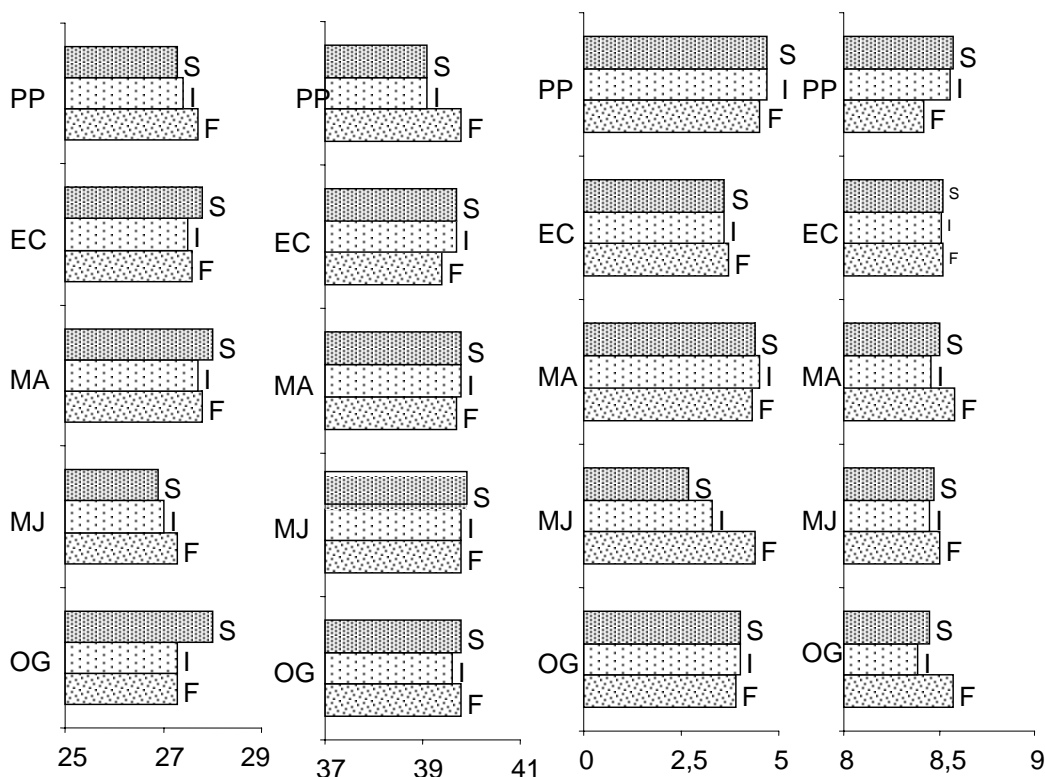


Figure 2 : Paramètres physico-chimiques du secteur d'étude de la lagune de Bizerte (Août 1997).
 OG : Oued Gueniche ; MJ : Menzel Jemil ; MA :Menzel Abderrahman ; EC : Echaraà ; PP : Parc Privé. S : Surface (20cm) ; I :
 Intermédiaire (1,5m) ; F : Fond (3m)

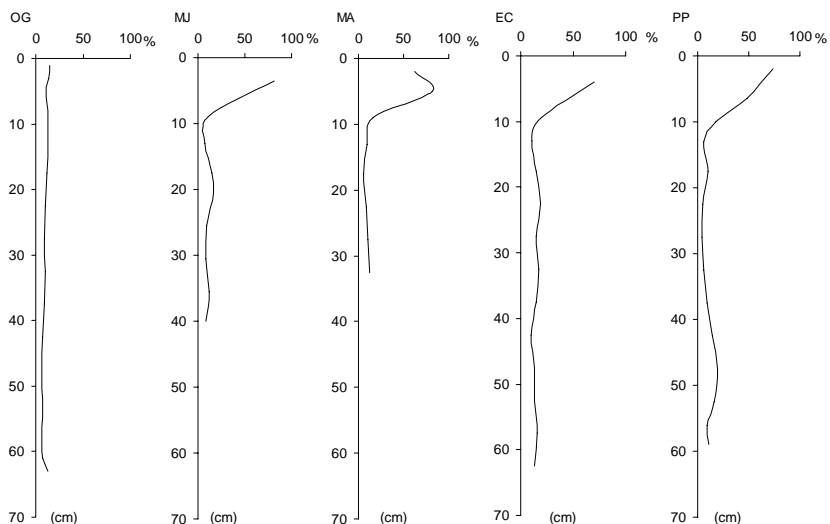


Figure 3 : Distribution de la fraction fine au niveau de la lagune de Bizerte (Août 1997). OG : Oued Gueniche ; MJ : Menzel Jemil ;
 MA :Menzel Abderrahman ; EC : Echaraà ; PP : Parc Privé

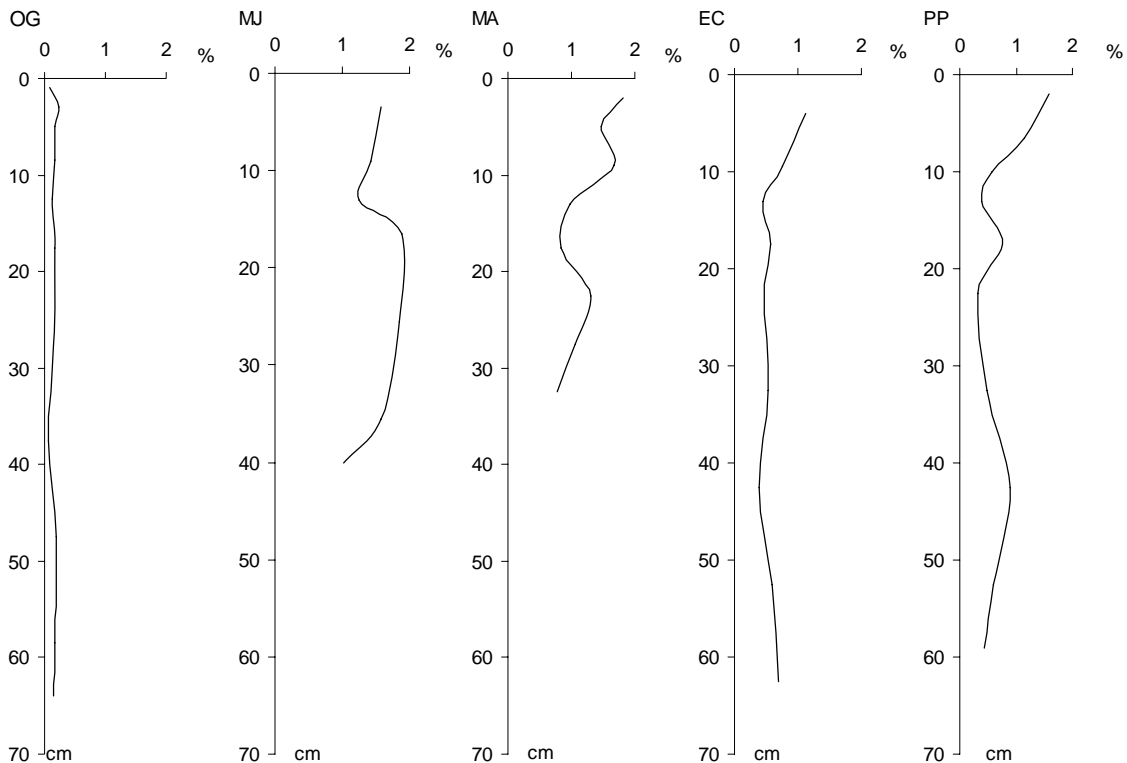


Figure 4 : Distribution des teneurs en COT au niveau de la lagune de Bizerte (Août 1997). OG : Oued Gueniche ; MJ : Menzel Jemil ; MA :Menzel Abderrahman ; EC : Echaraà ; PP : Parc Privé

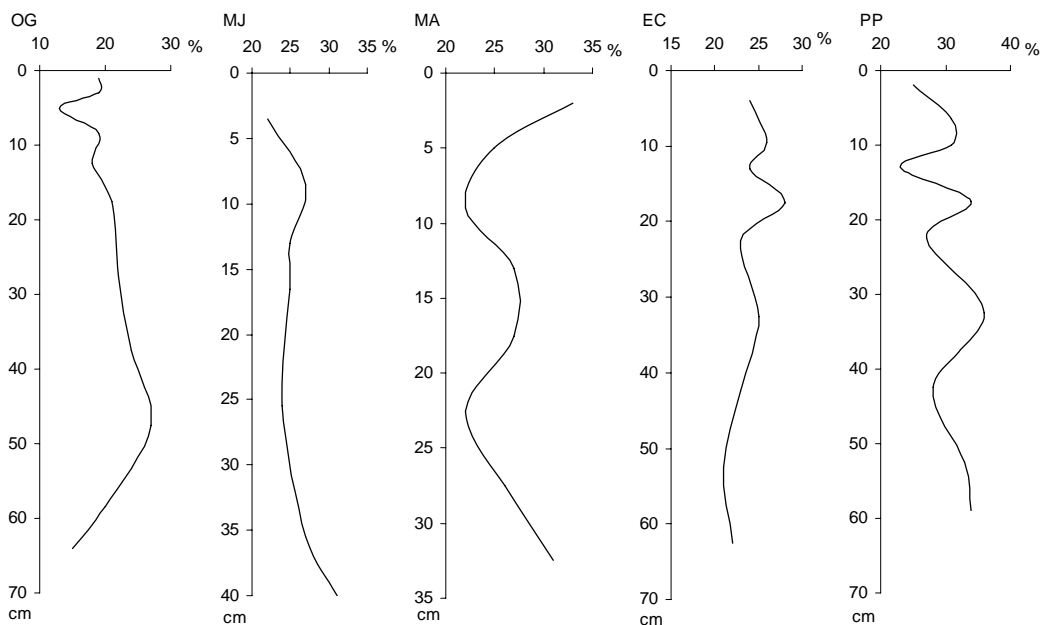


Figure 5 : Distribution des teneurs en smectite au niveau de la lagune de Bizerte (Août 1997). OG : Oued Gueniche ; MJ : Menzel Jemil ; MA :Menzel Abderrahman ; EC : Echaraà ; PP : Parc Privé

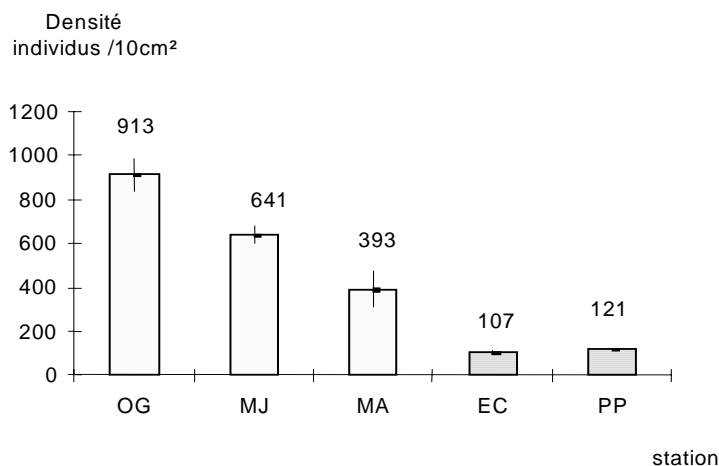


Figure 6 : Variation spatiale des densités moyennes nématologiques dans les secteurs Nord et Est de la lagune de Bizerte (Août 1997).
OG : Oued Gueniche ; MJ : Menzel Jemil ; MA :Menzel Abderrahman ; EC : Echaraà ; PP : Parc Privé

Tableau II : Comparaison par le test *t* de Student des densités moyennes nématologiques relevées dans la lagune de Bizerte (Août 1997)
** : différence très significative à 1 % ; * : différence significative à 5 % ; NS : différence non significative à 5% ; OG : Oued Gueniche ; MJ : Menzel Jemil ; MA : Menzel Abderrhaman ; EC : Echaraà ; PP : Parc privé.

Test t de Student	OG	PM	MA	EC	PP
OG		3,5 *	3,83 *	20,13 **	25,05 **
MJ	1,15		2,34 NS	20,30 **	27,46 **
MA	1,02	1,17		5,85 *	5,52 *
EC	2,03	1,77	2,07		1,89 NS
PP	6,19	5,38	6,30	3,05	

-Le troisième rassemblant les peuplements des stations EC et PP de densités minimales et inférieures à 150 ind.10 cm⁻²

6- Biomasses totales et individuelles des nématodes libres

Les biomasses nématologiques totales relevées dans la lagune de Bizerte en août 97 ont montré d'importantes fluctuations spatiales (Fig.7). En effet, celles-ci ont varié de 488,91µg.10cm⁻² en EC à 4789,85 µg.10cm⁻² en MJ.

Des fluctuations spatiales du poids moyen individuel ont été aussi observées, ce paramètre montrant une valeur minimale (1,9 µg) en OG et une maximale (7,48µg) en MJ.

7- Répartition verticale des densités nématologiques

Cette étude limitée aux peuplements de nématodes libres

des stations OG et MJ a montré que ces organismes pouvaient descendre jusqu'à 20 cm de profondeur, le dernier horizon n'abritant que 8,27 % de la totalité du peuplement en MJ contre 5,42 % en OG (Fig. 8).

Pour ce qui est de la position du centre de gravité (50 % du peuplement), 53,23 % de la communauté OG ont été localisés dans les 8 premiers centimètres et 53,74 % de l'effectif total de la station MJ dans les 10 centimètres supérieurs. Quant à la strate préférentielle des animaux, celle-ci a varié au plan spatial, près de 20 % de la totalité du peuplement de la station OG se situant dans les deux premiers centimètres du sédiment n'abritant que 5% des nématodes en MJ.

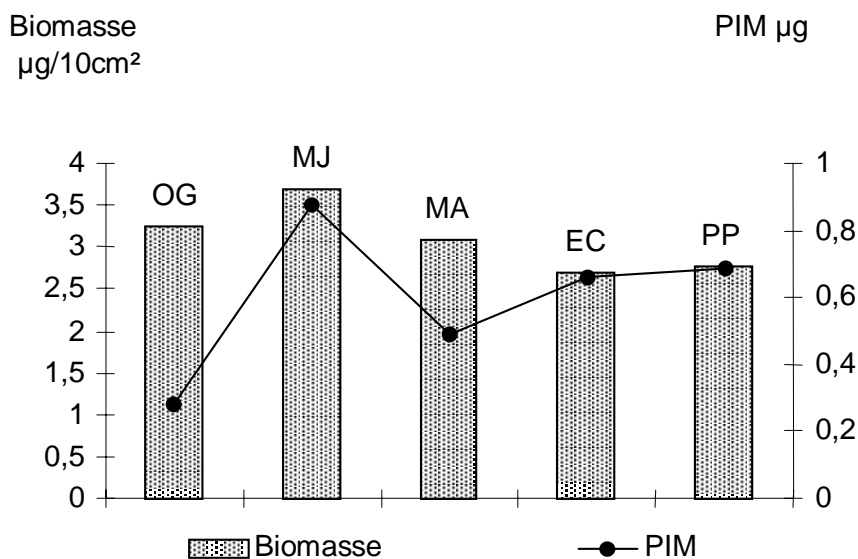


Figure 7 : Variation spatiale des biomasses moyennes et du poids individuel moyen (PIM) des nématodes dans les secteurs Nord et Est de la lagune de Bizerte (Août 1997). OG : Oued Gueniche ; MJ : Menzel Jemil ; MA :Menzel Abderrahman ; EC : Echaraà ; PP : Parc Privé

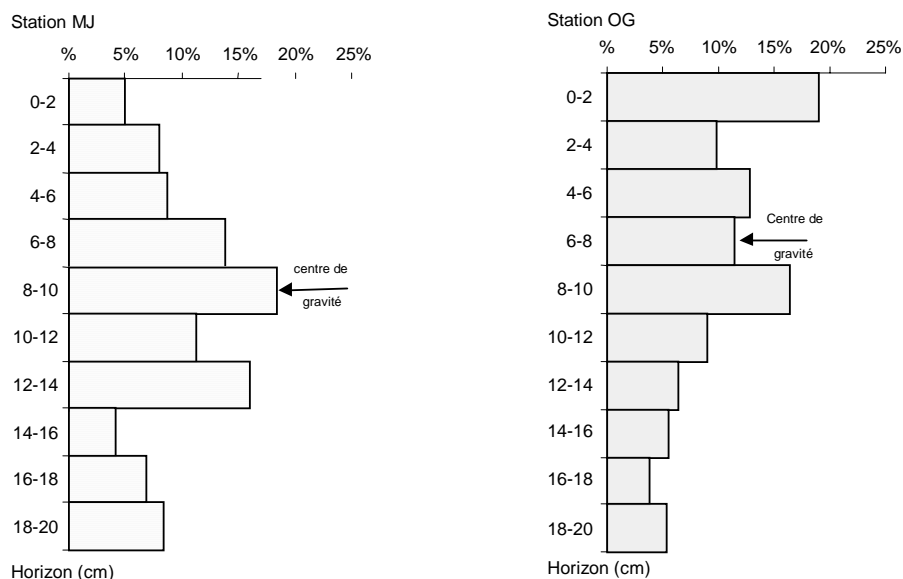


Figure 8 : Répartition verticale des densités nématologiques au niveau des stations OG et MJ dans la lagune de Bizerte (Août 1997)

8- Répartition verticale des biomasses nématologiques en OG et MJ

L'analyse de la répartition verticale des biomasses nématologiques indique une différence dans le comportement migratoire des peuplements de nématodes libres. Ainsi, 25% de leurs biomasses totales ont été

localisées dans les six premiers centimètres de la station MJ alors que 53,69% de leur poids total ont été concentrés dans les 8 premiers centimètres en OG (Fig. 9).

CONCLUSION ET DISCUSSION

L'analyse des paramètres physico-chimiques mesurés dans la lagune de Bizerte en août 1997 a montré une certaine homogénéité des eaux, excepté la faible teneur en oxygène dissous relevé en MJ en parallèle avec un taux sédimentaire assez élevé en COT. Cette concentration en carbone pourrait expliquer le déficit constaté en oxygène, gaz indispensable à la dégradation de la matière organique par les micro-organismes (Brandes et Devol., 1997).

Les stations MJ, MA, PP et EC ont présenté des teneurs assez élevées et décroissantes en fraction fine essentiellement dans les horizons de surface, à l'origine de taux non négligeables en COT et en smectite. En effet, l'association entre les particules minérales et le carbone organique sédimentaire rend difficile la dégradation de la matière organique, surtout lorsqu'il s'agit d'un milieu pauvre en oxygène (Bergamaschi *et al.* 1997). Ceci est confirmé dans cette étude par les corrélations significatives observées entre la fraction fine, le COT et la smectite (Fig. 10).

Les nématodes libres parce qu'ils sont benthiques sont directement influencés par la nature du sédiment (Gomez Noguera 1997), la taille des grains (Beyrem 1999) et l'abondance de la matière organique (Castel, 1992). Ainsi, des corrélations significatives ont été observées d'une part entre les densités, les biomasses nématologiques et la richesse du sédiment en fraction fine, en particulier la smectite et d'autre part avec les teneurs en COT (Fig. 10). A noter que les densités de nématodes recensées dans la lagune de Bizerte ont été assez faibles et plutôt comparables aux effectifs observés dans des milieux perturbés (Tab. III).

Quant à l'analyse de la répartition verticale des densités de nématodes, celle-ci a mis en évidence leur pénétration maximale jusqu'à 20 cm de profondeur avec des pourcentages variant entre 4 et 8%. Cette observation diffère de celle relevée dans le même biotope par Aïssa (1991), les nématodes du dernier horizon ne correspondant selon l'auteur qu'à moins de 1% du peuplement total. Au niveau du secteur étudié dans la lagune de Bizerte, les nématodes ont eu tendance à migrer vers l'horizon intermédiaire 8-10cm, probablement pour se soustraire à certains paramètres sédimentologiques limitants. De fait, la smectite associée aux composés organiques favorise la formation de complexes organo-minéraux (Aloisi et Monaco 1975) résultant de la floculation électrochimique et organo-minérale, phénomène assez répandu dans les milieux lagunaires de la Méditerranée (Aloisi *et al.* 1975). En piégeant des particules métalliques (Cauwet 1985), les agrégats organo-minéraux ainsi formés les rendent moins disponibles pour des individus endobiontes comme les nématodes. Le déficit en oxygène associé à des teneurs élevées en COT pourrait lui aussi expliquer cette migration des nématodes libres vers les horizons de profondeur.

D'après notre étude relative aux nématodes libres des secteurs Nord et Est de la lagune de Bizerte, ces animaux peuvent être utilisés dans la biosurveillance des milieux aquatiques, leurs densités, leurs biomasses ainsi que leur poids individuel moyen variant selon la nature et la géochimie des sédiments, même si l'oxygène dissous constitue un paramètre déterminant. Les nématodes ont montré des préférences particulières pour les sédiments fins, ce type de faciès fournissant aux détritivores une abondance de ressources alimentaires.

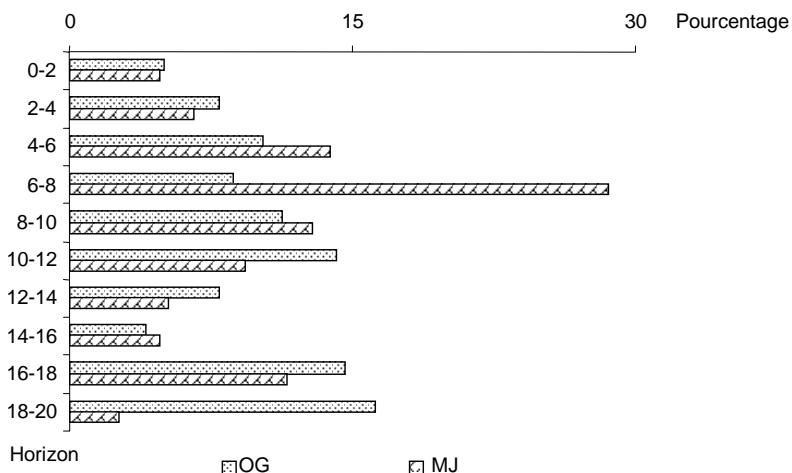


Figure 9 : Répartition verticale des biomasses nématologiques au niveau des stations OG et MJ dans la lagune de Bizerte (Août 1997).

Tableau III: Comparaison des densités de nématodes observées dans la lagune de Bizerte avec celles relevées dans d'autres biotopes de la Méditerranée.

Biotope	Nature du substrat	Densités de Nématodes (ind/10)	Références Bibliographiques
Banyuls-Sur-Me	Vase sublittor.	1630-7655	De Bovée, 198
Littoral de Marseil	Sables fins	2498	Vitiello, 1968
Large de Cortiou	Sables fins	2-4218	Keller, 1985
Egout de Marseill			
Baie de Bizerte	Sables fins	Eté 1996 : 58-28	Beyrem, 1999
« Lac » Nord de Tu	Sables peu envasés : Secteur pollu Eutrophe	2-1285 1473-2324	Aïssa et Vitiello, 1
Lagune de Bizerte	Sables vaseu	107-913	Présent travail

BIBLIOGRAPHIE

- Aïssa P., 1991. "Ecologie des nématodes libres de la lagune de Bizerte. Dynamique et biocénotique." *Thèse doctorat d'Etat, Univ.Tunis II, Faculté des Sciences de Tunis* : 370p.
- Aïssa P., 1992. "Importance des nématodes libres dans le milieu aquatique". *Rev. Fac. Sci Tunis. 5 (D)* : 115-128.
- Aïssa P. et Vitiello P., 1984. "Impact de la pollution et de la variabilité des conditions ambiantes sur la densité du méiobenthos de la lagune de Tunis". *Rev. Fac. Sci Tunis. 3*: 155-177.
- Aloisi J. C., et Monaco A., 1975. "La sédimentation infralittorale, les prodeltas méditerranéens" *C. R. Acad. Sc. Paris. 280 (D)* : 2833-2836.
- Aloisi J. C., Monaco A. et Pauc. H., 1975. "Mécanisme de la formation des prodeltas dans le Golfe du lion. Exemple de l'embouchure de l'Aude (Languedoc)." *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine, (18)* : 3-12.
- Andrassy I., 1956. "Die Rauminhalts - und Grewichtbestim - mung der Fadenwürmer (Nematoden)" *Act. Zool. Oceanogr. 11 (3/4)* : 163-167.
- Baretta-Bekker, J. G., Duursma, E. K. et Kuipers, B. R. 1992 "Encyclopedia of Marine Sciences" Springer.
- Bergamashi B., A. Tsamakis E., Richard G. K., Timothy I. E., Daniel B. et Hedges J., 1997. "The effect of grain size and surface area on organic matter, lignin and carbohydrate concentration, and molecular compositions in Peru Margin sediments." *Geoch. Cosmoch. Acta 6 (61)* : 1247-1260.
- Beyrem H., 1999. "Ecologie des nématodes libres de deux milieux anthropiquement perturbés : Baie de Bizerte et le Lac Ichkeul." *Thèse d'écologie animale., Univ. Tunis II, Fac Sc. Bizerte.* : 297p.
- Bodin Ph. et Boucher D., 1981. "Evolution temporelle du méiobenthos et du microphytobenthos sur quelques plages touchées par la marée noire de L'Amaco-Cadiz." *Actes du Colloque International : Amaco-Cadiz, conséquences d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures. Centre Océanologique de Bretagne, Brest, Novembre 1979. Centre National pour l'Exploitation des Océans, Paris* : 327-346.
- Boucher G., 1980. "Impact of Amaco-Cadiz oil spill on intertidal and sublittoral meiofauna." *Mar. Poll. Bull. 11 (4)* : 95-101.
- Brandes J. A. et Devol A. H., 1997. "Isotopic fractionation of oxygen and nitrogen in coastal marine sediment." *Geoch. cosmoch. Acta, 61 (9)* : 1793-1801.
- Castel. J., 1992 "The Meiofauna of coastal lagoon ecosystems and their importance in the food web." *Vie Milieu 42 (2)* : 125-135.
- Cauwet G., 1985. "Dynamique de la matière organique dans les milieux marins et polyhalins, son rôle dans les processus géochimiques aux interfaces." *Thèse Doct. D'état, Univ. de Perpignan.*: 178p.
- De Bovee F., 1981. "Ecologie et dynamique des nématodes d'une vase sublittorale (Banyuls - Sur - Mer)." *Thèse doct. D'état. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris* : 302p.
- Dinet A. et Vivier M. H., 1979. "Le méiobenthos abyssal du golfe de Gascogne. II. Les peuplements de nématodes et leur diversité spécifique" *Cah. Biol. Mar., (20)* :109-123.
- Gomez Noguera S. E. et Hendrickx M. E., 1997. "Distribution and abundance of meiofauna in a subtropical coastal lagoon in the south-eastern gulf of california, Mexico." *Mar.Poll. Bull., 40 (7)* : 582-587.

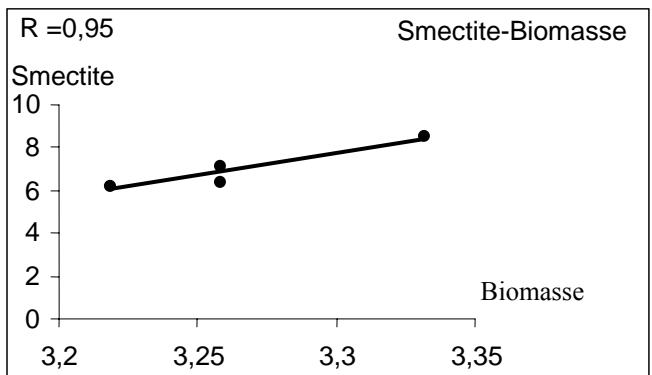
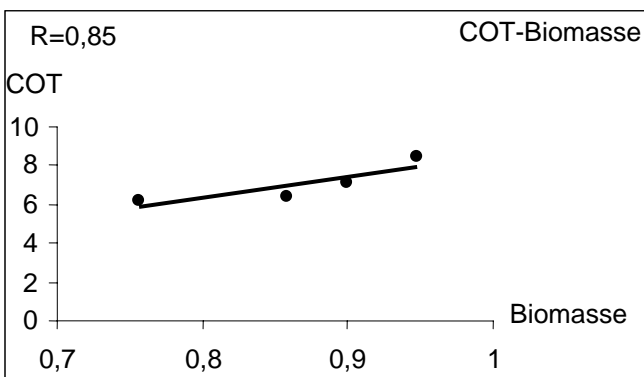
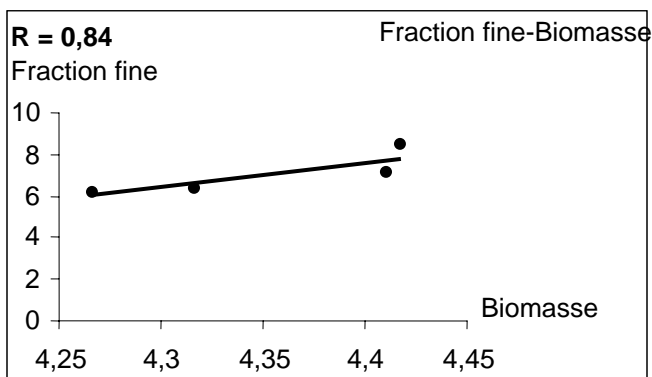
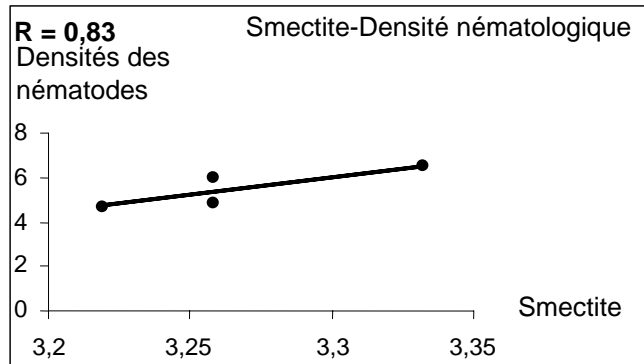
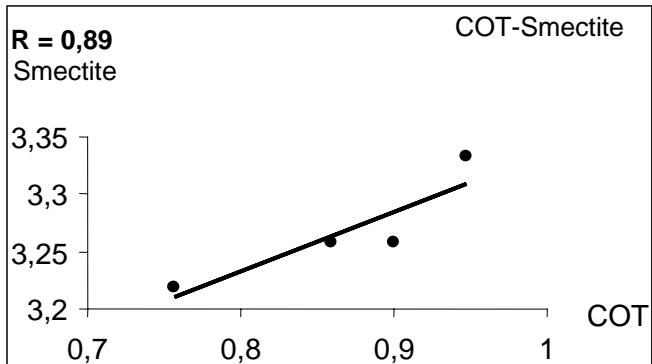
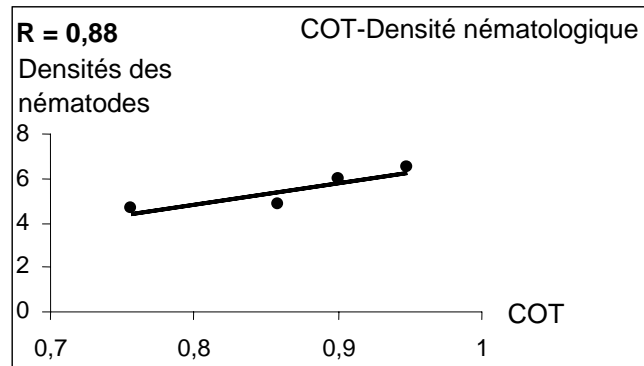
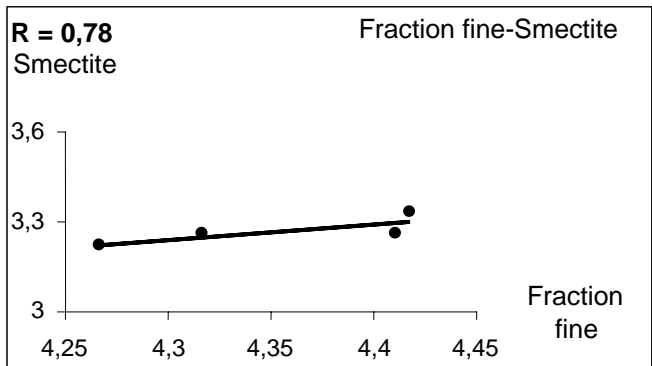
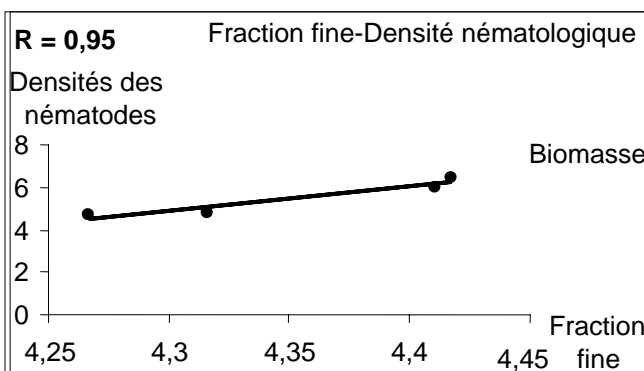
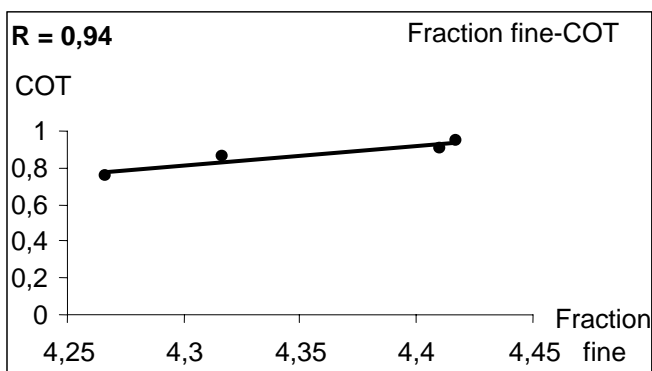


Figure10 : Courbes de corrélation entre les paramètres géochimiques, sédimentologiques et nématologiques dans la lagune de Bizerte (Août, 1997). Valeurs transformées $x=\text{LOG}(X)$

- Hermi M., 1995. "Les nématodes libres : Bio-indicateurs des conditions physico-chimiques de deux lagunes tunisiennes (Lagune de Bizerte et Lagune de Tunis)." *DEA d'Ecologie Animale Fac. Sci Tunis.* : 134p.
- Hermi M., 2001. "Impact de la pollution sévissant dans le lac sud de Tunis sur la méiofaune" *Thèse Doctorat, Fac. Sci. Bizerte.* 300p.
- Heip C. et Decraemer W., 1974. "The diversity of Nematode community in the southern north sea", *Mar. Biol.* 54 : 251-255.
- Heip C. Vincx M. et Vranken G., 1985. "Ecologie of marine nematodes" *Oceanography Mar. Biol. Ann. Rev.* 23 : 399-489.
- Juario J. V., 1975. "Nematodes species composition and seasonal fluctuation of a sublittoral meiofauna community in the German Bight." *Veröff. Meeresforsch. Bremerh.*, 15 : 283-337.
- Keller M., 1985. Distribution quantitative de la méiofaune dans l'aire d'épandage de l'égout de Marseille, *Mar. Biol.* 89 : 293-302.
- Mahmoudi E., Beyrem H. et Aissa P. 2002 "Réponse des nématodes libres à la qualité des eaux et des sédiments de la lagune de Ghar El Melh (Tunisie) en été 1999." *Cah. Biol. Mar.*, 43. 83-93.
- Schwartz D., 1983 "Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes". *Flammarion Médecine Science, Paris*, 318p.
- Tietjen J. H. 1980. "Microbiol-meiofaunal interrelationships." *A review. Microbiologie* 355-338.
- Vitiello P., 1968. "Variation de la diversité du microbenthos sur une aire restreinte." *Rec. Trav. Stn. mar. End*, 43 (59) : 261-270.
- Vitiello P. et Aissa P., 1985. "Structure des peuplements de nématodes en milieu lagunaire pollué." *110 congrès national des sociétés savantes, Montpellier-1985 (extrait) Fascicule II* : 115-126.
- Vitiello P. et Dinet A., 1979. "Définition et échantillonnage du méiobenthos." *Rapp. PV. Comm. int. Explor. Scient. Mer Médit.*, 25/26 (4) : 279-283.
- Walter P., Hartmut H. et Bernhard M., 1997. "Suspended particulate matter budget for the german bight" *Mar. Poll. Bull.* 34 (6) : 398-409.