

EST-CE QUE LA CROISSANCE CORPORELLE DES NÉMATODES MÉIOBENTHIQUES EST AFFECTÉE PAR LA POLLUTION ?

Fehmi BOUFAHJA*, A. HEDFI, E. MAHMOUDI, H. BEYREM, N. ESSID et P. AÏSSA

Laboratoire de Biosurveillance de l'Environnement (L.B.E), Faculté des Sciences de Bizerte,
Zarzouna 7021, Tunisie.

* fehmboufahja@yahoo.fr

ملخص

هل للتلوث تأثير على النمو الجسمي للديدان الخيطية الحرة : تم القيام بثلاث خرجات بحرية في بحيرة غار الملح (صيف 1999) و في بحيرة بو غرارة (شئاء 2000) و في المرسى القديم ببنزرت (خريف 2001) للتحقق ان كان للتلوث تأثير على النمو الجسمي للديدان الخيطية الحرة. بينت نتائج دراستنا ان الرواسب الغنية بالهيدروكربونات و الكربون العضوي و الزنك تؤثر بشكل سلبي على نمو الديدان الخيطية الحرة على مستوى العرض وذلك ان كانت من مستهلكات الرواسب. **كلمات مفاتيح:** غار الملح، بو غرارة، المرسى القديم ببنزرت، الديدان الخيطية الحرة، النمو الجسمي، التلوث.

RÉSUMÉ

Trois campagnes de prospection ont été réalisées dans trois biotopes tunisiens anthropisées, lagunes de Ghar El Melh (été 1999) et Bou Ghrara (hiver 2000) et le vieux port de Bizerte (automne 2001) pour dévoiler si la pollution affecte la croissance corporelle des nématodes méiobenthiques. La prise en compte de nos résultats semble consolider qu'un éventuel enrichissement sédimentaire en hydrocarbures, en carbone organique et en zinc se traduira par une croissance moins marquée en largeur des nématodes qui s'alimentent par ingestion du sédiment.

Mots-clés : Bou Ghrara, Ghar El Melh, vieux port de Bizerte, nématodes méiobenthiques, croissance corporelle, pollution.

ABSTRACT

Does body growth of meiobenthic nematodes is affected with pollution ? : Three disturbed tunisian ecosystems were prospected, Ghar El Melh lagoon (summer 1999), Bou Ghrara lagoon (winter 2000) and Bizerte old harbor (autumn 2001), to discover if pollution affect body growth of meiobenthic nematodes. Our results showed that sedimentary hydrocarbons and so organic carbon and zinc seem to influence negatively the breadthwise body growth of the sediment-cunsommer nematodes.

Key words: Bou Ghrara, Ghar El Melh, Bizerte old harbor. meiobenthic nematodes, body growth, pollution.

INTRODUCTION

Durant plus que vingt ans passés, les travaux publiés utilisant le nématodes méiobenthiques comme bioindicateurs tant en Tunisie (Beyrem & Aïssa, 2000 ; Hermi & Aïssa, 2002 ; Mahmoudi *et al.*, 2002, Mahmoudi *et al.*, 2005) qu'ailleurs (Danovaro *et al.*, 1995 ; Schratzberger & Warwick., 1998 ; Rzeznik-Orignac *et al.*, 2003) ont été consacré classiquement à l'investigation de la biodiversité des nématodes et la quasi-totalité sauf quelques exceptions (Jensen 1987; Ratsimbazafy *et al.*, 1994 ; Tita *et al.*, 1999) n'ont pas donné d'attention au volet morphométrique. L'étude de la morphométrie des nématodes méiobenthiques a été constamment limitée à des remarques transitoires au sujet des formes relativement étranges des nématodes soumis à des conditions ambiantes extrêmes et à notre connaissance, aucun travail n'a tenté de vérifier si cette variabilité morphométrique est en relation avec la pollution. Au cours de cette

étude, nous avons essayé de voir si la croissance corporelle des nématodes serait affectée par la pollution. Pour mener à bien ce projet nous avons exploité les données morphométriques des nématodes en relation avec la qualité des sédiments originaires de trois écosystèmes tunisiens anthropisés, les lagunes de Bou Ghrara et de Ghar El Melh et le vieux port de Bizerte.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1-Écosystèmes étudiés et sites de prospection

Lagune de Ghar El Melh (Fig. 1)

La lagune de Ghar El Melh, un biotope de la Tunisie septentrionale, s'étend au sud du village du même nom et couvre une superficie de 3100 hectares. Ce plan d'eau subit une forte pression anthropique en raison qu'il constitue la zone de réception des déchets

domestiques en provenance des agglomérations avoisinantes (Rapport DGPA, 1999). La lagune de Ghar El Melh est également un lieu d'activité de pêche très importante. En fait, le vieux et le nouveau

port de pêche seront probablement des sources potentielles d'hydrocarbures. Au cours de cette étude, une campagne de prospection réalisée en été 1999 au niveau de cinq sites a été exploitée.

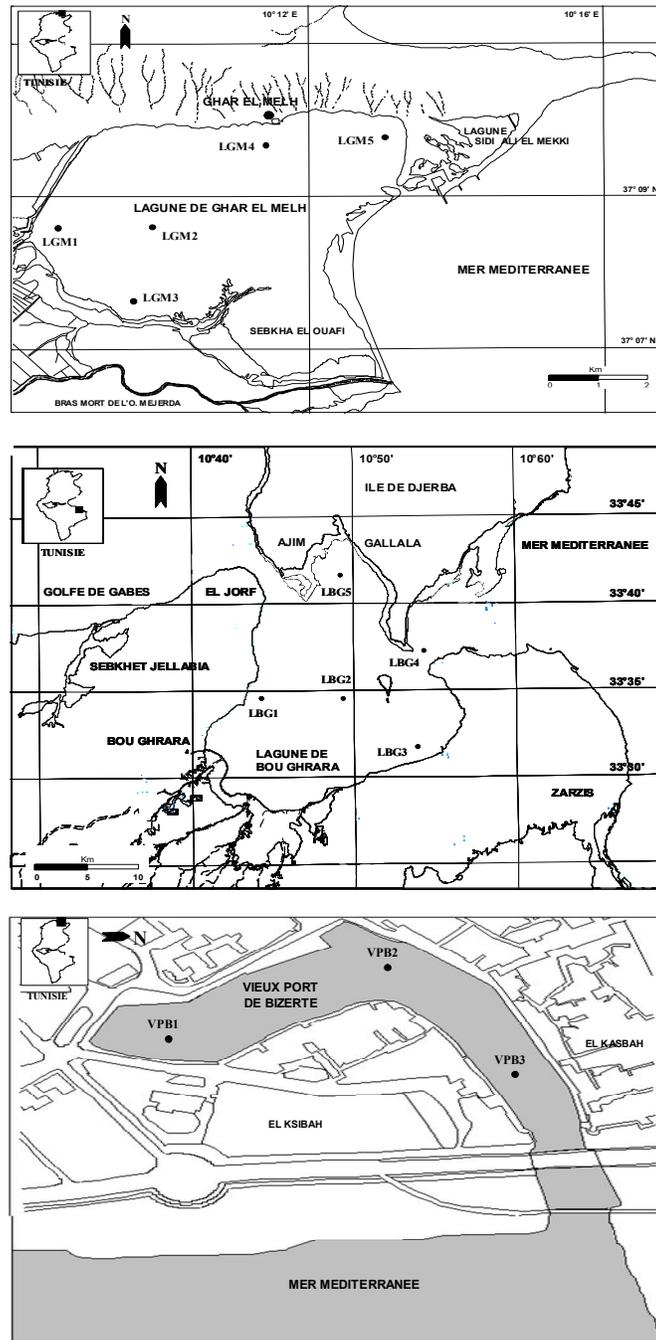


Figure 1 : Zones d'étude et sites prospectés.

Lagune de Bou Ghrara (Fig. 1)

La lagune de Bou Ghrara constitue la plus grande des lagunes tunisiennes (500000 hectares) et est située au sud-est de la Tunisie. Selon Ben Khemis (2000), cet écosystème a connu depuis 1993 une nette

dégradation environnementale sous l'influence du milieu continental limitrophe ce qui était à l'origine de la réduction de sa biodiversité. Au cours de ce travail, cinq sites ont été examinés en hiver 2000.

Vieux port de Bizerte (Fig. 1)

Le vieux port de Bizerte, localisé dans le secteur nord-est de la Tunisie, représente un plan d'eau stagnante de 3.6 hectares destinée aux petites embarcations. Son emplacement dans l'ancienne ville a été une origine évidente qu'il soit un réceptacle d'eaux usées et de décharges solides. En raison de la petitesse du secteur d'étude, notre campagne de prospection (automne 2001) s'est intéressé uniquement à trois sites relativement équidistants et représentant globalement toute la superficie.

2- Variables sédimentaires

2.1- Analyse granulométrique

Une prise de sédiment, préalablement desséchée à 45°C, a été tamisée par voie humide sur un tamis de 63 µm de vide de maille (Buchanan, 1971) afin de déterminer la proportion de la fraction fine de taille inférieure à 63 µm.

2.2- Carbone organique total

La teneur en carbone organique total a été évaluée par coulométrie (Espitalie *et al.*, 1986). Des études en microcosmes (Austen & Warwick, 1995 ; Schratzberger & Warwick, 1998) ont antérieurement révélé qu'un enrichissement organique des sédiments a été à l'origine d'une nette simplification communautaire de la nématofaune.

2.3- Hydrocarbures totaux

La méthode suivie pour le dosage des hydrocarbures dans les sédiments est celle utilisée par Gruenfeld (1973). Les hydrocarbures ont été extraits par le tétrachlorure de carbone et dosés par spectrophotométrie à infrarouge. Plusieurs travaux tels que ceux de Beyrem & Aïssa (2000), Mahmoudi *et al.* (2003) et Mahmoudi *et al.* (2005) ont déjà démontré que ces polluants sont à l'origine d'une réduction de la diversité spécifique des peuplements nématologiques originaires de biotopes tunisiens.

2.4- Zinc

Une attaque d'un sous échantillon de sédiment a été effectuée par une solution aqueuse d'acides chlorhydrique et nitrique à 95°C. La quantification du zinc a été faite en utilisant la spectrométrie d'émission atomique et la spectrométrie de masse (Gil *et al.*, 1999). Le choix du zinc s'est basé sur les résultats de Fichet *et al.* (1999) ayant prouvé que les nématodes méiobenthiques accumulent particulièrement ce métal dans leurs tissus.

3- Etude du méiobenthos

3.1. Récolte et conservation du méiobenthos

A chaque site de prospection, le méiobenthos a été collecté en utilisant trois carottes en plexiglas (section = 10 cm², longueur = 20 cm) puis fixé dans du formol neutre à 4% et finalement coloré au Rose Bengale (0.2 g.l⁻¹). Le sédiment collecté a été par la suite tamisé à travers des tamis de 1 mm et de 40 µm de vide de maille et la fraction retenue a été utilisée pour extraire le méiobenthos grâce à une série de centrifugations au Ludox-HS40 (Mirto & Danovaro, 2004). Les nématodes libres, taxon méiobenthique pris en considération dans cette étude, ont été minutieusement isolés sous loupe binoculaire de model WILD-M3B.

3.2. Evaluation de la croissance corporelle des nématodes méiobenthiques

Une centaine de nématodes par nématocénose a été constamment prélevée au hasard (Kotta & Boucher, 2001). Lorsque le nombre des nématodes collectés des trois carottes d'échantillonnage a été inférieur à cent, tous les individus recensés ont été prélevés (Tableau I). Un montage microscopique glycéro-séliné selon la méthode au glycéro-éthanol (Seinhorst, 1959) a été par la suite réalisé pour l'ensemble des organismes rassemblés. Les spécimens ont été observés en utilisant un microscope Leitz Weltzlar.HM-lux.3. Il a été mesuré pour chaque nématode la longueur totale (µm) et le diamètre maximal (µm) moyennant la projection de son image par un tube à dessin équipant le microscope.

Tableau I : Nombre d'individus (n) utilisés pour établir les régressions linéaires simples entre les dimensions corporelles des nématodes originaires des lagunes de Ghar El Melh (été 1999) et de Bou Ghrara (hiver 2000) et du vieux port de Bizerte (automne 2001).

	◀----- Ghar El Melh -----▶					◀----- Bou Ghrara -----▶					◀----- Vieux Port -----▶		
Sites	LGM1	LGM2	LGM3	LGM4	LGM5	LBG1	LBG2	LBG3	LBG4	LBG5	VPB1	VPB2	VPB3
n (individus)	90	100	100	30	100	100	100	100	100	100	100	100	88

Le diamètre maximal est mesuré pour les mâles au milieu du corps et pour les femelles au niveau de la vulve. Ces mesures ont été réalisées afin d'établir une régression linéaire simple du type $\log_e y = \log_e a + b \log_e x$ où (b) représente la pente ou le coefficient

d'allométrie et ($\log_e a$) l'ordonné à l'origine. L'équation traduisant une telle relation est du type fonction puissance $y = a x^b$. La longueur totale serait la variable indépendante (x) et le diamètre maximal la variable dépendante (y).

4- Analyses statistiques

Une analyse de covariance (ANCOVA) a été appliquée afin de déceler l'existence de différence significative globale entre les pentes des régressions linéaires simples liant les variables morphométriques (Fisher, 1932 ; White, 2003 ; Engqvist, 2005). Cette procédure statistique est une combinaison d'une analyse de variance (ANOVA) et une analyse de variance de régressions (ANOVAR) afin de comparer des séries de données (variables dépendantes) en relation avec une covariante (la variable indépendante) (White, 2003). Un seuil de 5 % a été constamment accepté. Une alternative de l'ANCOVA était le test de Tukey-HSD lors d'une comparaison multiple (Tita *et al.*, 1999). L'utilisation de l'analyse de covariance (ANCOVA) nécessite la normalité et l'homoscedasticité des séries numériques à comparer. Ainsi, il a été appliqué tant aux longueurs totales qu'aux diamètres maximaux mesurés une transformation du type $\log_e x$ (Lauzon-Guay *et al.*, 2005). Le test de normalité de Jarque-Bera a été continuellement utilisé pour vérifier que les données transformées suivent la loi normale et que la transformation appliquée est adéquate (Brose *et al.*, 2006).

La recherche d'éventuelles corrélations significatives au risque de 5 % entre les données faunistiques et les paramètres sédimentaires a été effectuée grâce au coefficient de Bravais-Pearson (r). Au cours de ce travail, les données brutes ont été considérées suite à une transformation de type $\log_{10} x$ afin d'homogénéiser les variances en raison de la diversité des variables (Harkantra & Rodrigues, 2004).

RÉSULTATS

1- Lagune de Ghar El Melh (été 1999)

Tableau II : Profondeurs, localisations géographiques et variables sédimentaires relatives aux stations prospectées dans la lagune de Ghar El Melh (été 1999). FF, fraction fine ; COT, carbone organique total; Hs, hydrocarbures totaux; Zn, zinc.

Sites	Profondeur (m)	Latitude Nord	Latitude Est	FF (%)	COT (%)	Hs (mg.g ⁻¹)	Zn (ppm)
LGM1	0.42	37° 08' 66"	10° 08' 67"	89.00	2.96	1.60	113
LGM2	0.90	37° 08' 64"	10° 09' 68"	85.00	3.44	1.70	110
LGM3	0.75	37° 07' 62"	10° 09' 68"	76.00	9.66	8.47	106
LGM4	0.75	37° 09' 69"	10° 11' 47"	95.40	4.70	2.78	115
LGM5	1.30	37° 09' 73"	10° 13' 06"	99.30	1.32	0.47	133

Tableau III : Comparaisons par l'ANCOVA et le test de Tukey-HSD des pentes des régressions linéaires simples liant les dimensions corporelles (longueur totale et diamètre maximal) des nématodes originaires de la lagune de Ghar El Melh (été 1999). Les valeurs indiquent les probabilités (p). Des valeurs en gras indiquent les différences significatives ($p < 0.05$). Les données ont subi une transformation de type $\log_e x$.

1.1- Variables sédimentaires

En fonction des teneurs des sédiments en fraction fine (Tableau II), les stations prospectées ont montré en totalité un faciès vaseux. Les teneurs en carbone organique total ont fluctué entre un minimum de 1.32 % à la station LGM5 et un maximum de 9.66 % à LGM3. La même distribution spatiale a été notée dans le cas des charges sédimentaires en hydrocarbures totaux ($r = 0.9983$, $p = 0.000$). Les teneurs en zinc ont fluctué entre 106 ppm (LGM3) et 133 ppm (LGM5).

1.2- Croissance des nématodes méiobenthiques

Les valeurs des pentes des régressions ont graduellement diminué de 0.8255 à 0.3362 dans l'ordre LGM3-LGM2-LGM1-LGM5-LGM4 (Fig. 2). Ce gradient a été particulièrement opposé à la répartition spatiale de la fraction fine et du zinc sédimentaire. Ceci a été statistiquement vérifié et des corrélations négatives et significatives ont associé la pente liant les dimensions corporelles des nématodes avec les charges sédimentaires en particules fines ($r = -0.9554$, $p = 0.011$) et en zinc ($r = -0.728$, $p = 0.163$). Une probabilité de 0.000 a été notée suite à la comparaison des pentes par l'ANCOVA indiquant l'existence de différences entre les pentes relatives aux différentes nématocénoses. La comparaison multiple des pentes par le test post-ANCOVA de Tukey-HSD (Tableau III) a montré que la pente relative aux nématodes originaires de la station LGM3 ($b = 0.8255$), la moins touchée par la pollution par le zinc (106 ppm), a été significativement plus importante que celles des nématocénoses LGM4 ($b = 0.3362$, Zn = 115 ppm) et LGM5 ($b = 0.3826$, Zn = 133 ppm). De plus, la pente des nématodes hébergeant les sédiments les plus chargés en zinc collectés de la station LGM5 a été significativement plus faible que celles relative aux nématodes des sites moins chargés en zinc, LGM3 et LGM2 (Tableaux II et III).

	LGM1	LGM2	LGM3	LGM4	LGM5
ANCOVA:	LGM1	0.915	0.073	0.530	0.054
df = 4	LGM2		0.549	0.296	0.008
F = 7.752	LGM3			0.047	0.000
p = 0.000	LGM4				0.999
	LGM5				

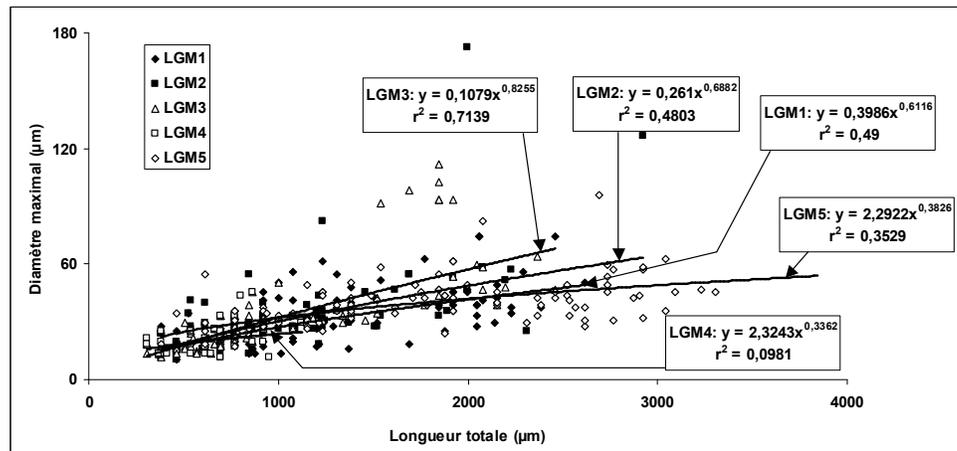


Figure 2 : Régressions entre les dimensions corporelles des nématocénoses prospectées dans la lagune de Ghar El Melh (été 1999).

2- Lagune de Bou Ghrara (hiver 2000)

2.1- Variables sédimentaires

Les sédiments prospectés sont en majorité sableux à l'exception de ceux collectés du site LBG4 à faciès vaseux (Tableau IV). Les plus fortes concentrations en carbone organique total et en zinc ont caractérisé la station LBG2. La plus forte teneur sédimentaire en hydrocarbures a été notée au niveau du site LBG1. Les sédiments prélevés du site LBG4 ont présenté les charges minimales en carbone organique total, en hydrocarbures totaux et en zinc.

2.2- Croissance des nématodes méiobenthiques

Une décroissance des valeurs des pentes liant les dimensions corporelles a été observée selon le rangement LBG4-LBG5-LBG3-LBG1-LBG2 (Fig. 3). Une répartition relativement opposée a été observée en considérant les concentrations dans les

sédiments du carbone organique total, des hydrocarbures totaux et du zinc. Ainsi, la nématocénose du site LBG2, peuplant les sédiments les plus pollués, a été caractérisée par la plus faible pente ($b = 0.4801$) alors que celle du site LBG4, la moins perturbée, a été associée à la plus forte pente ($b = 0.7073$). La comparaison des pentes relatives aux nématocénoses des sites LBG2 et LBG4 par le test post-ANCOVA de Tukey-HSD (Tableau V) a démontré l'existence d'une différence significative au seuil de 5%.

Des corrélations négatives et significatives ont été enregistrées entre les pentes des droites de régression de la longueur totale en fonction du diamètre maximal et les teneurs sédimentaires en carbone organique total ($r = -0.9361$, $p = 0.019$) d'une part et en hydrocarbures totaux ($r = -0.9067$, $p = 0.034$) d'autre part.

Tableau IV : Profondeurs, localisations géographiques et variables sédimentaires relatives aux stations prospectées dans la lagune de Bou Ghrara (hiver 2000). FF, fraction fine ; COT, carbone organique total; Hs, hydrocarbures totaux; Zn, zinc.

Sites	Profondeur (m)	Latitude Nord	Latitude Est	FF (%)	COT (%)	Hs (mg.g ⁻¹)	Zn (ppm)
LBG1	1.20	33° 34' 06''	10° 44' 41''	47.80	4.65	2.94	15
LBG2	15.90	33° 35' 88''	10° 46' 80''	44.80	7.04	2.87	649

LBG3	4.20	33° 32' 17"	10° 50' 87"	16.20	1.66	1.67	15
LBG4	0.95	33° 37' 77"	10° 49' 42"	77.80	0.83	0.70	12
LBG5	4.10	33° 41' 55"	10° 44' 41"	14.20	2.16	1.84	13

Tableau V : Comparaisons par l'ANCOVA et le test de Tukey-HSD des pentes des régressions linéaires simples liant les dimensions corporelles (longueur totale et diamètre maximal) des nématodes originaires de la lagune de Bou Ghrara (hiver 2000). Les valeurs indiquent les probabilités (p). La valeur en gras indique une différence significative (p < 0.05). Les données ont subi une transformation de type log_e x.

	LBG1	LBG2	LBG3	LBG4	LBG5
ANCOVA:	LBG1	0.950	0.996	0.289	0.894
df = 4	LBG2		0.708	0.015	0.361
F = 2.681	LBG3			0.377	0.971
p = 0.031	LBG4				0.837
	LBG5				

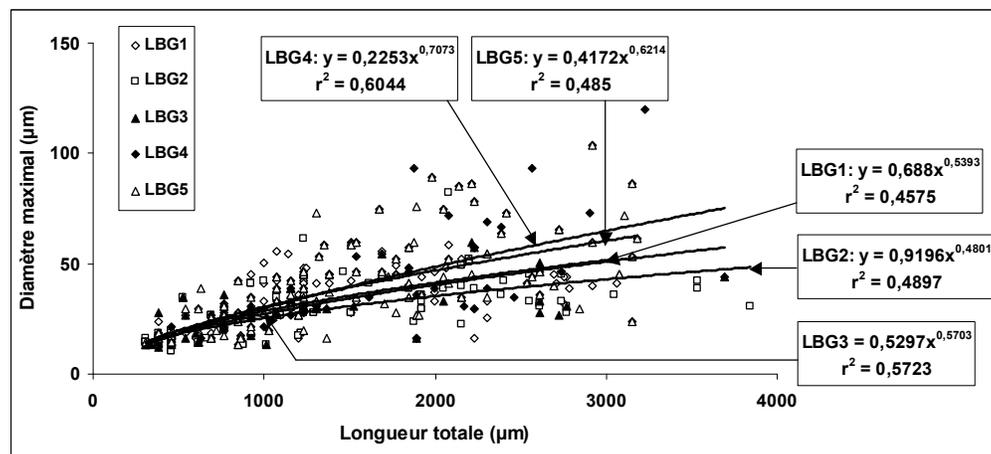


Figure 3 : Régressions entre les dimensions corporelles (longueur totale et diamètre maximal) des nématocénoses prospectées dans la lagune de Bou Ghrara en hiver 2000.

3- Vieux port de Bizerte (automne 2001)

3.1- Variables sédimentaires (Tableau VI)

La station la plus interne du vieux port de Bizerte (VPB1) a présenté les charges les plus importantes en carbone organique total, en hydrocarbures totaux et en zinc. Les deux autres stations ont montré des teneurs de moindre importance selon un rangement VPB1-VPB2-VPB3. Nos résultats semblent ainsi valider un gradient décroissant des polluants allant du port à la mer voisine.

3.2- Croissance des nématodes méiobenthiques

Les régressions linéaires entre la longueur totale et le diamètre maximal des nématodes sont avancées dans la figure 4. La valeur minimale des pentes égale à 0.4617 a été notée pour la nématocénose peuplant les sédiments les plus chargés en carbone organique, en hydrocarbures totaux et en zinc de la station VPB1. Le maximum (b = 0.7046) a caractérisé les sédiments les moins pollués collectés au niveau du site VPB3. La comparaison des pentes en utilisant le test post-ANCOVA de Tukey-HSD a révélé que la pente relative aux organismes représentant du site VPB1 a été significativement inférieure au risque de 5% (Tableau VII).

Tableau VI : Profondeurs, localisations géographiques et variables sédimentaires relatives aux stations prospectées dans le vieux port de Bizerte (Automne 2001). FF, fraction fine ; COT , carbone organique total; Hs, hydrocarbures totaux; Zn, zinc.

Sites	Profondeur (m)	Latitude Nord	Latitude Est	FF (%)	COT (%)	Hs (mg.g ⁻¹)	Zn (ppm)
-------	----------------	---------------	--------------	--------	---------	--------------------------	----------

VPB1	4.00	37° 16' 333"	9° 52' 324"	81.51	1.56	7.60	668.00
VPB2	3.50	37° 16' 434"	9° 52' 315"	12.17	0.91	2.20	324.00
VPB3	4.00	37° 16' 433"	9° 52' 368"	9.10	0.84	1.30	304.00

Tableau VII : Comparaisons par l'ANCOVA et le test de Tukey-HSD des pentes des régressions linéaires simples liant les dimensions corporelles (longueur totale et diamètre maximal) des régressions linéaires des nématocénoses prospectées dans le Vieux port de Bizerte en automne 2001. Les valeurs indiquent les probabilités (p). Des valeurs en gras indiquent les différences significatives (p < 0.05). Les données ont subi une transformation de type log_e x.

	VPB1	VPB2	VPB3
ANCOVA:			
df = 2		0.006	0.002
F = 7.658			1.000
p = 0.001			

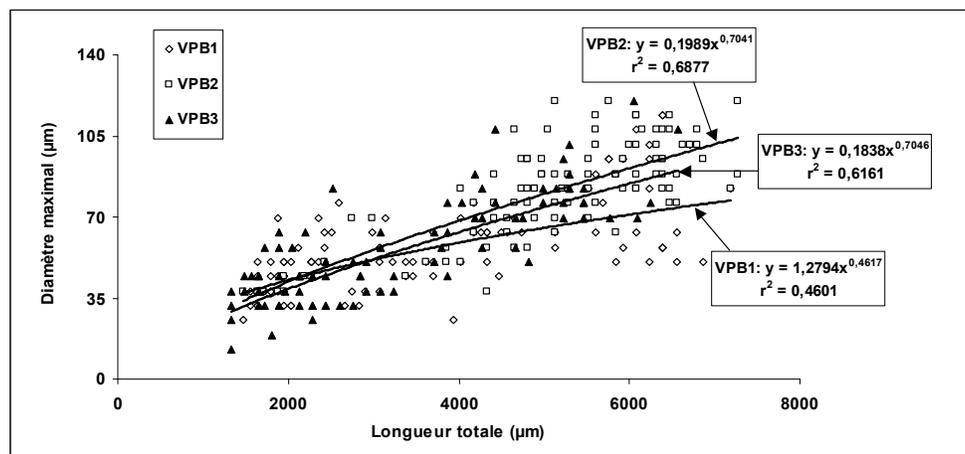


Figure 4 : Régressions entre les dimensions corporelles (longueur totale et diamètre maximal) des nématocénoses prospectées dans le Vieux port de Bizerte en automne 2001.

DISCUSSION

L'ensemble des mesures corporelles effectuées sur des peuplements de nématodes des stations réparties dans trois biotopes de la Tunisie (lagunes de Ghar El Melh et de Bou Ghrara et vieux port de Bizerte) ont permis de constater que les conditions du milieu pourraient influencer sur la croissance de ces organismes. La croissance en largeur des nématodes méiobenthiques de la lagune de Ghar El Melh s'est révélée négativement affectée par l'enrichissement des sédiments fins en zinc. La nématofaune originaires de la lagune de Bou Ghrara et du vieux port de Bizerte a montré des pentes des régressions linéaires

simples liant les dimensions corporelles (longueur totale et diamètre maximal) inversement proportionnelles aux taux sédimentaires en carbone organique et en hydrocarbures. Ces deux variables sédimentaires ont été fréquemment proportionnelles et les hydrocarbures semblent être l'origine majeure du carbone organique.

Les données spécifiques présentées dans le tableau VIII semblent consolider les faits précités. En fait, la plupart des espèces de nématodes dominant les lagunes de Ghar El Melh et de Bou Ghrara ont été des microvores (M) et des déposivores (DF) dont la nourriture est en grande partie composée de matière

Tableau VIII : Espèces eudominantes et dominantes de nématodes collectés dans les sédiments des lagunes de Ghar El Melh (été 1999) et de Bou Ghrara (hiver 2000) et le vieux port de Bizerte (automne 2001). L'abréviation

entre parenthèses indique le groupe trophique auquel appartient l'espèce selon la classification de Moens & Vincx (1997) : M, Microvores; DF, déposivores; EF, suceurs d'épistrates; FP, prédateurs facultatifs. *, classification d'Engelmann (1978).

Ecosystème	Sites	Espèces eudominantes (32-100 %) *	Espèces dominantes (10-31.9 %) *
Vieux port de Bizerte	VPB1	<i>Metoncholaimus pristiurus</i> (FP)	<i>Sabatieria pulchra</i> (DF)
	VPB2	<i>Metoncholaimus pristiurus</i> (FP)	
	VPB3	<i>Metoncholaimus pristiurus</i> (FP)	<i>Sabatieria pulchra</i> (DF) <i>Daptonema normandicum</i> (DF)
Lagune de Ghar El Melh	LGM 1	<i>Sphaerolaimus hirsutus</i> (DF)	<i>Terscellingia longicaudata</i> (M)
	LGM 2	<i>Daptonema normandicum</i> (DF)	
	LGM 3	<i>Daptonema normandicum</i> (DF)	<i>Sphaerolaimus hirsutus</i> (DF)
	LGM 4	<i>Chromadorita tenuis</i> (EF)	
	LGM 5	<i>Terscellingia longicaudata</i> (M)	<i>Chromadorita tenuis</i> (EF) <i>Neotonchoides cuanensis</i> (EF)
Lagune de Bou Ghrara	LBG1	<i>Daptonema normandicum</i> (DF)	
	LBG2	<i>Paracomesoma dubium</i> (DF)	
	LBG3	<i>Daptonema normandicum</i> (DF)	<i>Paracomesoma dubium</i> (EF) <i>Metoncholaimus pristiurus</i> (FP)
	LBG4		<i>Terscellingia longicaudata</i> (M) <i>Paracomesoma dubium</i> (EF) <i>Sabatieria granifer</i> (DF)
	LBG5	<i>Terscellingia longicaudata</i> (M)	<i>Daptonema normandicum</i> (DF)

organique sédimentaire dissoute et particulaire. D'autre part, selon Cobb (1932), l'espèce *Metoncholaimus pristiurus* (oncholaimidae), prédominant de loin la nématofaune du vieux port de Bizerte, ingère du sédiment fin associé à du détrit. En fait, Moens & Vincx (1997) ont considéré les oncholaimidae comme de véritables consommateurs opportunistes pour lesquels la prédation constitue seulement un mécanisme facultatif leur permettant d'obtenir une nourriture de très bonne qualité.

Du fait que la majorité des espèces prédominant les trois biotopes étudiés se nourrissent particulièrement par ingestion du sédiment, la consommation de substrat contaminé par des hydrocarbures ou du zinc serait assurément à l'origine d'une croissance corporelle perturbée. Dans ce cas, nos résultats paraissent opter en faveur d'une croissance moins marquée en largeur en milieu pollué en comparaison à un milieu intact. En effet, un résultat comparable a été préalablement avancé par Jensen (1987). Cet auteur a signalé que les nématodes hébergeant des sédiments caractérisés par leurs fortes charges en sulfures sont souvent plus effilés.

CONCLUSION

Le recensement de nos données est en faveur d'une variabilité de la croissance corporelle des nématodes due aux caractéristiques de chaque écosystème prospecté et précisément à la qualité des sédiments

auxquels ils sont inféodés ainsi qu'à leurs régimes trophiques. Ainsi, des sédiments contaminés originaires de trois écosystèmes étudiés (lagunes de Ghar El Melh et de Bou Ghrara et vieux port de Bizerte) ont été plus peuplés par des espèces de nématodes effilés. Cette tendance morphométrique constitue une des adaptations permettant aux nématodes libres de coloniser différents types de sédiments.

BIBLIOGRAPHIE

- Austen M.C., Mc Evoy A.J. et Warwick R.M. (1994). --- The specificity of meiobenthic community responses to different pollutants: results from microcosm experiments. *Mar. Poll. Bull.*, 28 : 557-563.
- Ben Khemis R. (2000). --- Caractérisation environnementale d'un milieu lagunaire dégradé: la lagune de Bou Ghrara. *Projet de fin d'études, Institut National Agronomique de Tunis*, 76 p.
- Beyrem H. et Aïssa P. (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.
- Brose U., Jonsson T., Berlow E.L., Warren P., Banasek-richter C., Bersier L.F., Blanchard J.L., Brey T., Carpenter S.R., Blandenier M.F.C., Cushing L., Dawah H.A., Dell T., Edwards F., Harper-Smith S., Jacob U., Ledger

- M.E., Martinez N.D., Memmott J., Mintenbeck K., Pinnegar J.K., Rall B.C., Rayner T.S., Reuman D.C., Ruess L., Ulrich W., Williams R.J., Woodward G. et Cohen J.E. (2006). --- Consumer-resource body-size relationships in natural food webs. *Ecology*, 87(10): 2411-2417.
- Buchanan J.B. (1971). --- Measurement of the physical and chemical environment: Sediments. In: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the Study of Marine Benthos*. International Biological Programme Handbook No. 16. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 334 pp.
- Cobb N.A. (1932). --- *Metoncholaimus pristiurus* (ZUR STRASSEN); a nematode suitable for use in laboratory courses in zoology. *J. Wash. Acad. Sci.*, 20: 344-354.
- Danovaro R., Fabiano M. et Vincx M. (1995). --- Meiofauna response to the Agip Abruzzo oil spill in subtidal sediments of the Ligurian Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 39 (2): 133-145.
- Engelmann H.D. (1978). --- Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. *Pedobiologia*, 18: 378-380.
- Engqvist L. (2005). --- The mistreatment of covariate interaction terms in linear model analyses of behavioural and evolutionary ecology studies. *Animal behaviour*, 70: 967-971.
- Espitalie J., Deroo G. et Marquis F. (1986). --- La pyrolyse Rock-Eval et ses applications. Rapport Institut Français du pétrole (34190). 69p.
- Fichet D., Boucher G., Radenac G. et Miramand P. (1999). --- Concentration and mobilisation of Cd, Cu, Pb and Zn by meiofauna populations living in harbour sediment: their role in the heavy metal flux from sediment to food web. *Sci. Total. Environ.*, 243/244: 263-272.
- Fisher R.A. (1932). --- *Statistical Methods for Research Workers*. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- Gil M.N., Harvey M.A. et Esteves J.L. (1999). --- Heavy metals in intertidal surface sediments from the Patagonia Coast, Argentina. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 63: 52-58.
- Gruenfeld M. (1973). --- Extraction of dispersed oils from water for quantitative analysis by infrared spectroscopy. *Environ. Sci. Technol.*, 7: 636.
- Harkantra S.N. et Rodrigues N.R. (2004). --- Environmental influences on the species diversity, biomass and population density of soft bottom macrofauna in the estuarine system of the Goa, west coast of India. *Indian. J. Mar. Sci.*, 32(2): 187-193.
- Hermi M. et Aïssa P. (2002). --- Structure printanière des peuplements nématologiques du lac Sud de Tunis (Tunisie). *Marine life*, 12 (1-2): 27-36.
- Jensen P. (1987). --- Differences in microhabitat, abundance, biomass and body size between oxybiotic and thiobiotic free-living marine nematodes. *Oecologia (Berl.)*, 71: 564-567.
- Kotta J. et Boucher G. (2001). --- Interregional variation of free-living nematode assemblages in tropical coral sands. *Cah. Biol. Mar.*, 42: 315 - 326.
- Lauzon-Guay J.S., Dionne M., Barbeau M.A. et Hamilton D.J. (2005). --- Effects of seed size and density on growth, tissue-to-shell ratio and survival of cultivated mussels (*Mytilus edulis*) in Prince Edward Island, Canada. *Aquaculture*, 250: 652-665.
- Mahmoudi E., Beyrem H. et Aïssa 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.
- Mahmoudi E., Beyrem H. et Aïssa P. (2003). --- Les peuplements de nématodes libres, indicateurs du degré d'anthropisation de la lagune de Bou Ghrara (Tunisie). *Vie Milieu*, 53 (1) : 47-59.
- Mahmoudi E., Essid N., Beyrem H., Hedfi A., Boufahja F., Vitiello P. et Aïssa P. (2005). --- Effects of hydrocarbon contamination on a free living marine nematode assemblage: Results from microcosm experiments. *Mar. Poll. Bull.*, 50: 1197-1204.
- Mirto S. et Danovaro R. (2004). --- Meiofaunal colonisation on artificial substrates: a tool for biomonitoring the environmental quality on coastal marine systems. *Mar. Poll. Bull.*, 48: 919-926.
- Moens T. et Vincx, M. (1997). --- Observations on the feeding ecology of estuarine nematodes. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 77: 211-227.
- Rapport DGPA. (2000). --- Etude de l'amélioration de la qualité des eaux de la lagune de Bou Ghrara, phase I-partie II: diagnostic de la situation actuelle, 349 p.
- Ratsimbazafy R., Boucher G. et Dauvin J.C. (1994). --- Mesures indirectes de la biomasse des nématodes du méiobenthos subtidal de la manche. *Cah. Biol. Mar.*, 35 : 511-523.
- Rzeznik-Originac J., Fichet D. et Boucher G. (2003). --- Spatio-temporal structure of the nematode assemblages of the Brouage mudflat (Marennes Oléron, France). *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 58: 77-88.
- Schratzberger M. et Warwick R.M. (1998). --- Effects of intensity and frequency of organic enrichment on two estuarine nematodes communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 164: 83-94.
- Seinhorst J.W. (1959). --- A rapid method for the transfert of nematodes from fixative to anhydrous glycerine. *Nematologica*, 4: 67 - 69.

Tita G., Vincx M. et Desrosiers G. (1999). --- Size spectra, body width and morphotypes of intertidal nematodes: an ecological interpretation. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 79: 1007-1015.

White C.R. (2003). --- Allometric analysis beyond heterogeneous regression slopes: use of the Johnson-Neyman technique in comparative biology. *Physiol. Biochem. Zool.*, 76 : 135-140.