

ETUDE DE LA CONCENTRATION DES METAUX TRACES CHEZ *Hexaplex trunculus* (Muricidae) LE LONG DU LITTORAL TUNISIEN

Lassâad CHOUBA^{1*}, Ch. TISSAOUI et A. EL ABED

INSTM, port de pêche 2060 La Goulette - Tunis

* lassaad.chouba@instm.rnrt.tn

ملخص

دراسة كميات المعادن الثقيلة عند حيوان الباكومة *Hexaplex trunculus* المتواجد على السواحل التونسية: يعتبر استغلال القوقعيات من أهم المنتوجات البحرية في تونس وقد وقعت عدة دراسات وحتى شبكات في مجال صحة وجود القوقعيات على طول السواحل التونسية.

تبقى عائلات أخرى من القوقعيات لم يقع التطرق إليها من الجانب البيئي ونذكر من أهمها الباكومة وفي هذا الإطار قمنا بدراسة المعادن السامة (الكاديوم، الرصاص والزنك) في لحم الباكومة.

أخذت العينات كل ثلاث أشهر طيلة سنتي 2003 و 2004. استعملنا طريقة الإمتصاص الذري لتحليل هذه العينات. تبين النتائج أن الكميات تتغير حسب المنطقة والفصل وهذا ناتج بالخصوص عن العوامل البيئية والبيولوجية لهذا النوع من القوقعيات. نتيجة معدل الكميات الجمالية المتحصل عليها في لحم الباكومة تتراوح من 0,227 الى 0,953 ميكرو غرام/غرام من لحم طازج لمعدن الكاديوم، ومن 0,214 الى 0,786 للرصاص ومن 0,067 الى 0,595 للزنك. تتغير نسب المعادن المدروسة حسب الفصول والمناطق، وهذا راجع الى الوسط البيئي وخصوصا لفترة التنازل لهذا الحيوان. النسب المتحصل عليها تبقى ضعيفة بالمقارنة بما هو مسموح به من طرف المنظمة العالمية للصحة، وإن استهلاك هذه الأحياء لا تمثل خطرا على صحة الإنسان.

كلمات المفاتيح : المعادن الثقيلة - *Hexaplex* - المتابعة المستمرة - التلوث بتونس

RÉSUMÉ

La Tunisie dispose d'une ressource importante en coquillages, plusieurs espèces sont commercialisées et elles ont fait l'objet de programmes de qualité pour la sauvegarde de la santé humaine. Dans ce contexte, nous avons réalisé un suivi saisonnier de la concentration de trois métaux traces toxiques, le cadmium (Cd), le plomb (Pb), et le mercure (Hg) dans la totalité de la masse molle, dans le pied et dans les viscères d'un Mollusque Gastéropode, l'*Hexaplex trunculus* communément appelé en Tunisie « Bakouma ».

Les *Hexaplex* proviennent des golfes de Tunis et de Gabès et des lagunes de Bizerte et de Tunis durant la période 2003 - 2004. Les échantillons sont analysés par spectrométrie d'absorption atomique (SAA) à four graphite et à correction Zeeman (Varian 220Z) pour le Cd et Pb et par SAA à vapeur froide pour le Hg.

Toutes régions confondues, les concentrations ont varié entre 0,227 et 0,953 mg/Kg poids frais (PF) pour le Cd, entre 0,214 et 0,786 mg/Kg PF pour le Pb et entre 0,067 et 0,595 mg/Kg PF pour le Hg. Une variation des concentrations en fonction des saisons et des sites a été détectée. Elle est attribuée essentiellement au biotope, à la disponibilité du métal et à la période de reproduction de l'espèce. Les teneurs trouvées restent en deçà des normes fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Les viscères sont apparus l'organe accumulateur des métaux traces dosés.

Mots clés : Métaux traces, *Hexaplex*, surveillance, pollution Tunisie

ABSTRACT

Concentrations of trace metals in l'*Hexaplex trunculus* from Tunisian coast : Tunisian coast line is the important ecosystem for fisheries. The industrial activities have often an impact on the quality of marine environment. The present work is devoted to study the bioaccumulation levels of cadmium, lead and mercury in whole body of Gastropod shellfish *Hexaplex trunculus* and to evaluate metallic pollution levels of marine and lagoon ecosystems and finally to conclude if the specie was considered a bioindicator of environmental chemical contamination. The samples were collected in Gabes and Tunis gulfs and in Tunis and Bizerte lagoons, during years 2003/2004. The analysis methods used for trace metals determination is the method adopted by UNEP/IAEA/FAO, (1990).

The obtained results show Cd, Pb and Hg levels were site and season dependant. The results showed variations from 0,227 to 0,953 mg/Kg wet weight (WW) for Cd, 0,214 to 0,786 mg/Kg WW for Pb and 0,067 to 0,595 mg/Kg WW for Hg. In addition the variation of trace metals accumulation in *H. trunculus* is essentially due to the specie reproduction period and pollution sources.

The concentrations levels of Cd, Pb and Hg remain lower than the thresholds recommended by the World Organization of Health (WHO).

Keywords : Trace metals - *Hexaplex trunculus* - pollution Tunisia - monitoring

INTRODUCTION

L'étude de la qualité des Mollusques bivalves a fait l'objet de nombreux travaux (M'Zoughi *et al.*, 2002 ; Khessiba et Aissa, 2002 ; Chouba *et al.*, 2004) en Tunisie. Cependant, peu d'études se sont intéressées à la bioaccumulation en métaux traces chez les Gastéropodes (Bouquegneau *et al.*, 1988 ; Lorenzini et Orlando, 1994). L'exploitation des ressources marines, notamment des coquillages reste tributaire de leur qualité chimique ainsi que de leur environnement. L'instauration des réseaux de surveillance de la qualité chimique, phytoplanctonique et microbiologique est devenue une obligation dans chaque pays afin d'exploiter ces ressources. Dans le monde plusieurs réseaux ont été mis en place tels que le RNO (réseau national d'observation en France), le NOAA (en Amérique) (O'Connor, 1996) etc.. En Tunisie, le réseau national de surveillance a été instauré depuis 1997. La palourde est un bon bioindicateur de la pollution marine, est utilisée pour évaluer l'état de contamination du littoral tunisien avec la moule dans la lagune de Bizerte. Dans le but d'évaluer la qualité environnementale du milieu marin le long des côtes tunisiennes, nous avons réalisé une étude saisonnière de l'accumulation des métaux traces toxiques, le cadmium (Cd), le plomb (Pb) et le mercure (Hg) chez un Mollusque Gastéropode, l'*Hexaplex trunculus* (*Hexaplex trunculus*)

communément appelé « Bakouma » en Tunisie. L'*H. trunculus* est une espèce carnivore, à large répartition sur les côtes et dans les lagunes tunisiennes, (Haouas-Gharsallah *et al.*, 2008).

MATERIEL ET METHODES

La taille de tous les individus étudiés est supérieure à 40 mm de l'apex à l'extrémité du canal siphonal, tous sexes confondus. Les échantillons ont été collectés durant les années 2003 et 2004 à une cadence saisonnière, à l'aide des filets maillants utilisés pour la pêche côtière dans les golfes de Tunis et de Gabès (Fig. 1). Ceux des lagunes de Bizerte et de Tunis ont été ramassés à la main ou par plongée.

Les échantillons prélevés ont été nettoyés à l'eau distillée, repartis en quatre lots de 15 spécimens (n=60) puis pesés et la taille est mesurée avec un pied à coulisse. Pour certains lots, la totalité de la masse molle a été récupérée et pour d'autres, les pieds et les viscères ont été prélevés. Tous les échantillons ont été homogénéisés, lyophilisés, broyés et tamisés. Les échantillons ont été gardés à l'abri de l'humidité et de la lumière pour être analysés ultérieurement.



Figure : 1. ▲ Localisation des sites de prélèvement des échantillons

La minéralisation a été effectuée à l'acide nitrique (HNO₃) ultra pur dans un micro-onde (Mellistone), et la dilution avec de l'eau ultra pure acidulée à 5‰ dans des tubes en plastiques gradués à 50 ml. Les dosages des métaux Cd et Pb ont été réalisés par Spectrométrie d'Absorption Atomique à four graphite (SAA type Varian 220 Zeeman) suivant la méthode de l'UNEP/IAEA/FAO (1990). Le dosage du Hg est effectué par la SAA à vapeur froide, en utilisant SnCl₂ comme agent réducteur et la lampe de Détérium pour correction du bruit de fond (UNEP/IAEA/FAO, 1984). Les résultats obtenus ont été exprimés en mg/Kg de Poids Frais (PF).

Pour avoir des résultats fiables, reproductibles et répétitifs, deux blancs et un échantillon de référence certifié (ROMP) ont été inclus dans les séries analytiques d'une façon systématique.

TRAITEMENT STATISTIQUE

Les résultats sont représentés sous forme de moyenne avec l'erreur standard ($m \pm SD$) en $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. La comparaison des moyennes et l'ACP ont été réalisées à l'aide du logiciel (Statistica) pour détecter la signification entre les sites et entre les saisons.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les variations spatio-temporelles des teneurs métalliques relevées dans la masse molle de *H. trunculus* collectée « in situ » sont présentées dans la figure 2.

Les concentrations métalliques tissulaires trouvées sont dépendantes des saisons et des sites étudiés. Les concentrations varient de 0,227 à 0,953 mg/Kg PF pour le cadmium, de 0,214 à 0,786 mg/Kg PF pour le plomb et de 0,067 à 0,595 mg/Kg PF pour le mercure.

Généralement, les valeurs les plus élevées en Cd et en Pb ont été trouvées en été et en automne pour tous les sites. Les concentrations en Hg ont été presque similaires à l'exception du golfe de Gabès où nous avons enregistré des teneurs plus élevées (0,34 mg/Kg PF).

Les fluctuations saisonnières des teneurs métalliques dans les tissus du Hexaplex pourraient dépendre principalement du degré de contamination du milieu mais aussi de son cycle biologique. En effet, des concentrations faibles en Cd et en Hg ont été enregistrées en hiver et au début du printemps, période de reproduction de l'*H. trunculus* dans les lagunes de Bizerte et de Tunis (Lahhib *et al.* 2004).

En suivant la variation des concentrations moyennes par région (Fig.3), les teneurs en Cd sont apparues plus importantes dans les lagunes que dans les golfes, mais sans différence significative ($p > 0,05$) (Tableau II).

Par contre, les teneurs élevées en Hg dans la masse molle d'*H. trunculus* originaire du golfe de Gabès diffèrent significativement ($p < 0,05$) par rapport à celles relevées dans les trois autres sites. Ceci pourrait être dû aux rejets anthropiques, industriels et atmosphériques des différentes installations qui longent la côte sud de la Tunisie (Hamza-Chaffai *et al.*, 2003; Chouba et M'Zoughi 2006).

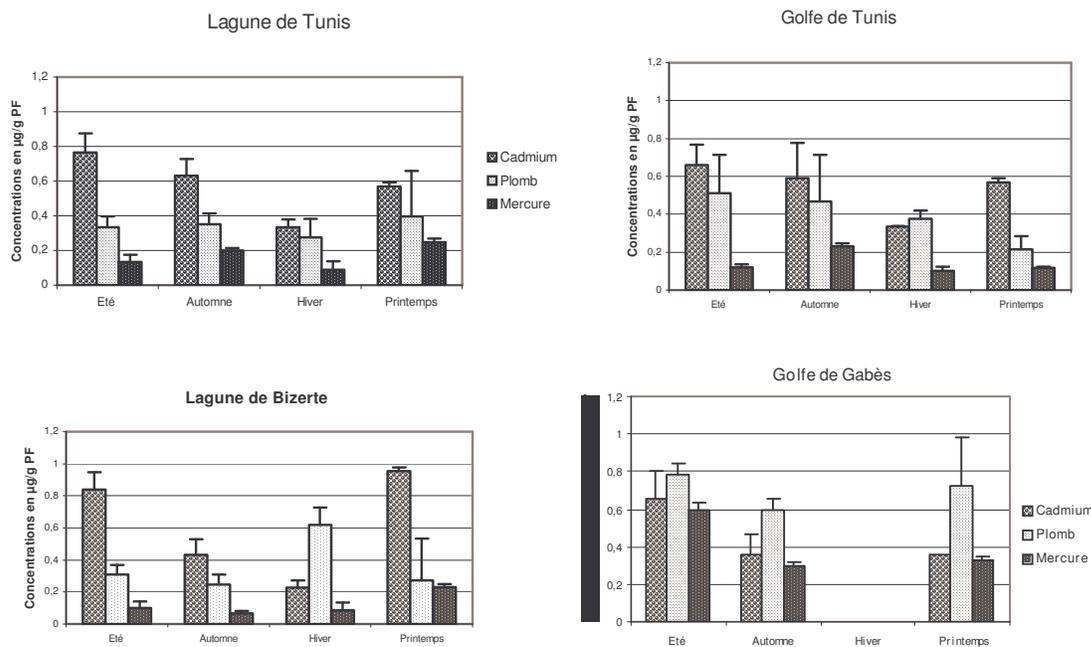


Figure 2 : Concentrations saisonnières des métaux traces dans la masse molle d'*Hexaplex trunculus* collectée des lagunes de Tunis et de Bizerte et des golfes de Tunis et de Gabès. Les résultats sont représentés sous forme de $m \pm SD$; $n = 60$.

Pour le Pb, son minimum a été enregistré dans le Hexaplex du golfe de Tunis. Une différence significative ($p < 0,05$) a été enregistrée entre les lagunes et le golfe de Gabès.

Les valeurs moyennes enregistrées dans la totalité de la masse molle paraissent élevées (Figure 3), mais leurs conversions par rapport à la matière fraîche (PF)

montrent qu'elles sont en moyenne inférieures aux normes fixées par la Commission Européenne (CEE), (Hg = 0,5 ppm PF ; Cd = 1 ppm et Pb = 1,5 ppm PF), donc cette espèce vivante sur les côtes tunisiennes ne présente pas de risque de toxicité par les métaux dosés (Tabl.I).

Tableau I : Concentrations des métaux dans la masse molle de Hexaplex des différentes régions de la Tunisie. Les lettres, a et b désignent une différence significative entre les groupes.

($\mu\text{g/g}$ Poids sec) ppm	n	Cd	Pb	Hg
Golfe de Tunis	16	1,77 \pm 0,46 ^a (1,09 - 2,62)	0,90 \pm 0,22 ^a (0,70 - 1,23)	0,45 \pm 0,19 ^a (0,32 - 0,80)
Lagune de Tunis	16	1,88 \pm 0,59 ^a (1,47 - 4,44)	1,12 \pm 0,17 ^b (0,90 - 1,90)	0,60 \pm 0,23 ^a (0,29 - 0,87)
Lagune de Bizerte	16	2,01 \pm 1,12 ^a (1,46 - 2,74)	1,19 \pm 0,57 ^b (0,82 - 2,36)	0,40 \pm 0,24 ^a (0,20 - 0,86)
Golfe de Gabès	12	1,82 \pm 0,56 ^a (1,17 - 2,13)	2,30 \pm 0,32 ^b (1,90 - 2,60)	1,34 \pm 0,54 ^b (0,98 - 1,95)

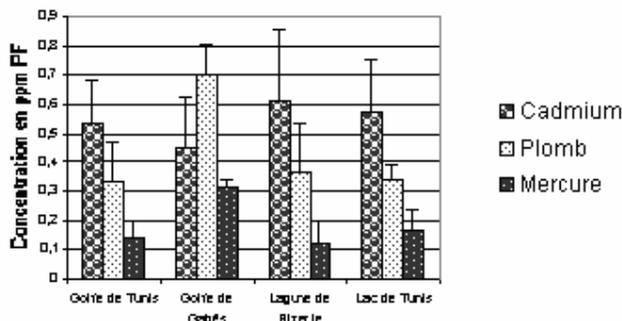


Figure 3 : Concentrations moyennes des métaux en traces (Cd, Pb, Hg) dans la masse molle d'*H. trunculus* collectée de différentes régions étudiées. Les résultats sont représentés sous forme de $m \pm SD$; $n = 60$.

Tableau II : Analyse de la variance des métaux dosés dans la masse molle de Hexaplex collectée des différentes régions étudiées.

	SS	df	F	P
Cadmium	14,810	11	2,310	0,1327
Plomb	5,725	11	3,204	0,0659
Mercure	1,236	11	5,031	0,0195

Or, le Hexaplex est connue par sa forte bioaccumulation de cadmium (Bouquegneau *et al.*, 1988 ; Dallinger *et al.*, 1986) et secondairement de cuivre et de mercure (Catsiki et Arnoux, 1987). D'après ce travail, nous remarquons qu'elle est aussi bioaccumulatrice de plomb. Cette espèce pourrait donc être utilisée comme bio-indicateur quantitatif de la contamination par le cadmium, le plomb et le mercure des zones côtières et lagunaires (Roméo *et al.*, 2006). Le Hexaplex est une espèce sédentaire, très présente dans les milieux pollués aussi bien que dans les milieux propres, ce qui lui favorise une bioaccumulation des métaux à un niveau supérieur par rapport à celle dans l'eau.

Dans le but de déterminer l'organe principal d'accumulation des métaux chez le Hexaplex en fonction des saisons, nous avons analysé les teneurs métalliques (Cd, Pb et Hg) dans le pied et la masse viscérale.

Les résultats du suivi spatial de l'organotropisme sont récapitulés dans la figure 4.

L'analyse statistique des teneurs métalliques dans le pied et dans les viscères ne montre pas de différence significative. Pour mieux comprendre la variation de la bioaccumulation en fonction des organes, nous avons étudié les teneurs métalliques en fonction des sites et de la nature du métal étudié (Figure 4).

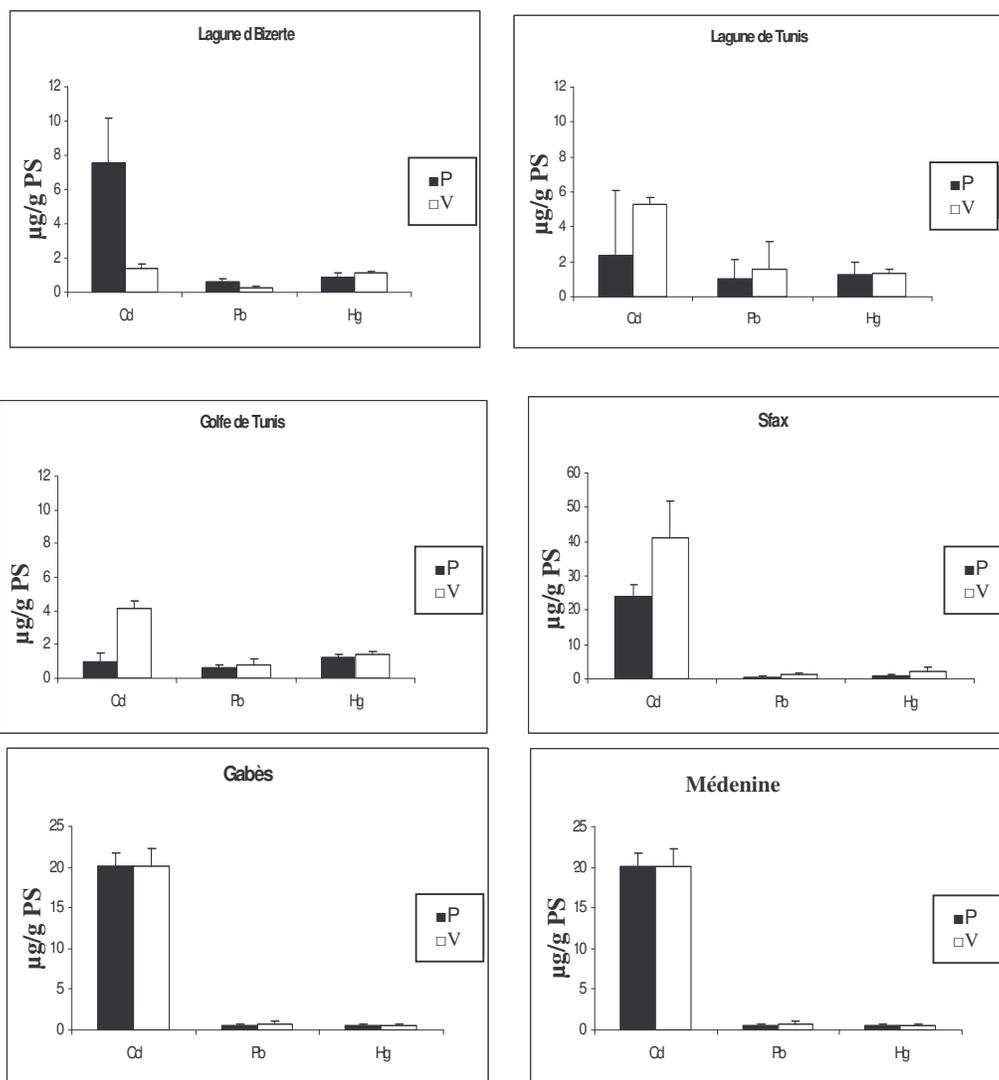


Figure 4 : Moyennes des teneurs métalliques exprimées en µg/g poids sec (PS) des organes de Hexaplex (P : pied ; V : viscère) collectés dans les lagunes de Bizerte, de Tunis et dans les golfes de Tunis et de Gabès. Les résultats sont exprimés en $m \pm SD$; n = 30.

D’après nos résultats, les viscères ont montré des teneurs plus importantes que les pieds qui sont en contact direct avec le milieu extérieur, leurs teneurs métalliques doivent donc être représentatives du degré de contamination du milieu environnant. Le régime alimentaire de cette espèce (carnivore) lui permet de bioconcentrer et d’amplifier les métaux traces dans la masse viscérale.

Les concentrations en Cd trouvées dans les organes des échantillons du golfe de Gabès sont très élevées par rapport à celles relevées au nord au golfe de Tunis, lagunes de Bizerte et de Tunis.

Généralement, les concentrations en Pb et en Hg trouvées dans les viscères ont été supérieures à celles des pieds.

D’après l’Analyse en Composantes Principales (ACP), le cadmium et le plomb définissent l’axe 1 qui représente 47,61 % de la variance totale. La variable mercure détermine l’axe 2 qui représente 36,66 % de la contribution totale qui est de 84,27 %, (Figure 5).

Les teneurs en Cd dans les viscères sont élevées chez les individus qui proviennent du golfe de Gabès (Figure 5). Cette observation est confirmée par l’analyse de la variance qui montre que les individus provenant de cette région diffèrent significativement des autres zones de prélèvement ($P < 0,05$).

Les teneurs en Pb dans la lagune de Tunis présentent des concentrations très importantes par rapport aux autres zones de prélèvement ce qui est montré par l’ACP (Figure 5).

Le groupe 3 qui englobe le golfe de Tunis et la lagune de Bizerte est caractérisé par des teneurs en mercure relativement plus importantes que les autres régions.

CONCLUSION

Cette étude importante nous a permis de mieux apprécier la bioaccumulation des trois métaux toxiques Cd, Pb et

Hg dans la masse molle d'une espèce de Gastéropode carnivore collectée des golfes de Tunis et de Gabès et des

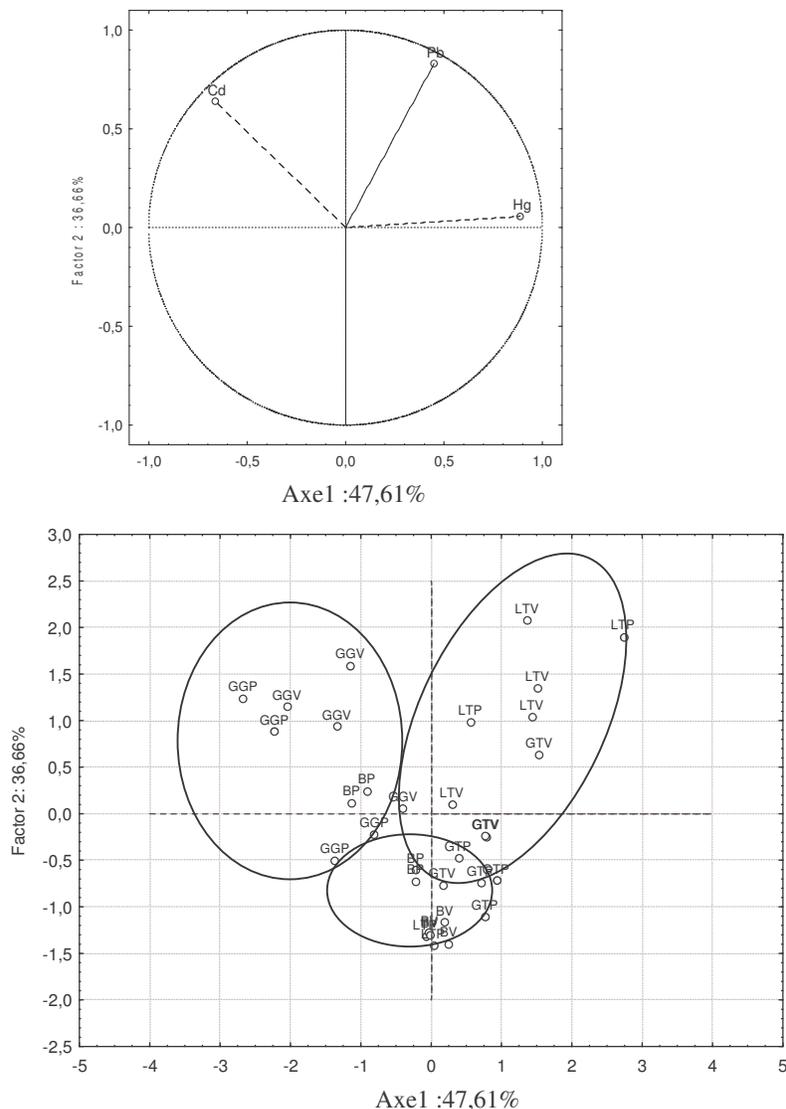


Figure 5 : Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée sur les teneurs métalliques (Cd, Pb, Hg) des pieds (p) et des viscères (v) de *Hexaplex* prélevés dans la lagune de Bizerte (LB), la lagune de Tunis (LT), les golfes de Tunis (GT) et de Gabès (GG) durant la période 2003 et 2004.

lagunes de Tunis et de Bizerte. Les concentrations sont variables suivant les saisons et les régions étudiées. La bioaccumulation dépend de la disponibilité de ces métaux et surtout de la source polluante qui est différente selon la région. Les échantillons des lagunes de Bizerte et de Tunis semblent être riches en Cd par rapport aux prélèvements des autres régions. Par contre, une teneur élevée en Pb et en Hg est enregistrée dans le golfe de Gabès.

Les contaminations par les micro polluants étudiés (Cd ; Pb et Hg) n'atteignent pas des niveaux préoccupants et sont encore faibles par rapport aux limites exigées par la norme tunisienne (1 µg/g PF pour le Cd, 1,5 µg/g PF pour le Pb et 0,5 µg/g PF Hg).

Ces résultats nous ont permis aussi de communiquer une vision réaliste de la qualité chimique de l'ensemble du milieu étudié, par une espèce carnivore appropriée à la surveillance du milieu.

BIBLIOGRAPHIE

Bouquegneau, J.M., Canon C. et Martoja M., 1988. Nouvelles données sur la teneur en cadmium de *Hexaplex trunculus* (Prosobranche Neogasteropode) en milieu naturel non pollué. *Océanis*, 14 : 447-451.

- Catsiki, A-V. and Arnoux, A. 1987. Etude de la variabilité des teneurs en Hg, Cu, Zn et Pb de trois espèces de mollusques de l'étang de Berre (France). *Mar. Environ. Res.* 21:175-187.
- Chouba, L.; Langar-Zamouri N.; Romdhane, M.S. and El Abed, A. 2004. Accumulation of Heavy metals in shellfish of marine environment along the coast of Tunisia. *Proceedings of the international Conference on Isotopes in Environmental Studies. IAEA, CN*, 118: 613-616p.
- Chouba, L. et M'zoughi, N., 2006. Les métaux traces (Cd, Pb, Hg) et les hydrocarbures totaux dans les sédiments superficiels de la frange côtière du golfe de Gabès. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, vol. 33 : 93-131.
- Dallinger, R.; Carpena, E.; Dalla Via, G.; Cortesi, P. 1986. Effects of cadmium on *Hexaplex trunculus* from the Adriatic Sea: I. Accumulation of metal and binding to a metallothionein-like protein. *Arch Environ Contam Toxicol.* 18:554- 61.
- Hamza-Chaffai, A., Pellerin, J., Amiard, J.C., 2003. Health assessment of marine bivalve (*Ruditapes decussatus*) from the gulf of Gabès (Tunisia). *Environ. Int.* 28, 609-617.
- Haous-Gharsallah I., ; Zammouri N. ; Jarboui O. ; Mrabet R. ; Missaoui H. 2008. Evaluation et cartographie des stocks de coquillages comestibles dans la lagune de Bizerte (Nord de la Tunisie). *NOVAPEX 9* (1): 33-40.
- Khessiba, A. et Aïssa, P. 2002. Effet du lindane sur certains biomarqueurs de stress chez la moule (*Mytilus galloprovincialis*) originaire de la lagune de Bizerte (Tunisie). Actes des 5^{èmes} Journées Tun. Scien. de la Mer *Bull. INSTM, N° Spécial 7* : 132-135.
- Lahhib, Y.; Trigui –Elmenif N.; Le Pennec M.; Boumaiza, M. 2004. Données sur le cycle reproducteur du mollusque gasteropode *Hexaplex trunculus* (Linné, 1758) de la lagune de Bizerte (Tunisie). *Bull.Soc. zool. Fr.*, 129 (4) : 407-418.
- Lorenzini G and Orlando E. 1994. Accumulo di cadmio in *Hexaplex trunculus* L (gastropoda). *Biol Mar Medit I* (I):279- 80.
- M'Zoughi, N. ; Stoichev,T. ; Dachraoui,M. ; El Abed, A. ; Amouroux, D & Donard, O.F.X. 2002. Inorganic mercury and methylmercury in surface sediments and mussel tissues from a microtidal lagoon (Bizerte, Tunisia). *Journal of Coastal Conservation* 8 : 141-145.
- O'connor, T.P., 1996. Trends in chemical concentrations in mussels and oysters collected along the US coast from 1986to 1993. *Mar. Environ. Res.* 41 : 183-200.
- Roméo, M.; Gharbi-Bouraoui, S.; Gnassia-Barelli M.; Dellali M.and Aïssa P. 2006. Responses of *Hexaplex (Hexaplex) trunculus* to selected pollutants. *Scien. of the Total Environ.* 359 : 135-144
- UNEP/IAEA/FAO, 1984. Determination of total mercury in selected marine organisms by cold vapour atomic absorption spectrophotometer. *Reference Methods for Marine Pollution Studies N° 8 Rev. 1.*
- UNEP/IAEA/FAO, 1990. Determination of total cadmium, zinc, lead and copper in selected marine organisms by atomic absorption spectrophotometer. *Reference Methods for Marine Pollution Studies N° 11 Rev. 11 49.*