

Écotoxicologie

BIOACCUMULATION DE QUELQUES POLLUANTS MÉTALLIQUES CHEZ DES ANIMAUX COMESTIBLES DU LAC SUD DE TUNIS

par

Jamila BEN SOUISSI¹, Mohamed REZIG²

et Mohamed MAZGHOUNI³

L'étude saisonnière de la concentration de six métaux traces (Cd, Pb, Cr, Cu, Zn et Fe) chez deux Bivalves, *Ruditapes decussatus* et *Mytilus galloprovincialis* et trois espèces de Poissons, *Anguilla anguilla*, *Chelon labrosus* et *Mugil cephalus* récoltés dans le Lac Sud de Tunis au cours des années 1995-1997 a permis de mettre en évidence chez ces animaux une cinétique de bio-accumulation complexe tributaire d'une multitude de facteurs dont, notamment, les paramètres abiotiques, l'espèce étudiée et son métabolisme, l'organe analysé ainsi que le temps d'exposition aux polluants. Face à l'agression et au stress causés par la pollution, ces animaux bien qu'appartenant à un même milieu développent et présentent des comportements différents.

Bio-accumulation of heavy metals in commercial species of the South Lake, Tunisia

The seasonal study of six trace metal levels (Cd, Pb, Cr, Cu, Zn and Fe) in two bivalves *Ruditapes decussatus* and *Mytilus galloprovincialis* and three species of fish *Anguilla anguilla*, *Chelon labrosus* and *Mugil cephalus* collected in the South Lake, Tunisia, during the years 1995-1997 has allowed us to observe the bio-accumulation complex, dependent on a multitude of factors such as abiotic parameters, the species and its metabolism, the organ analyzed as well as the time of exposure to the pollutants. Facing the stress caused by this pollution, these animals, although belonging to a similar environment, develop and present different behaviors.

Présentation du milieu

Le Lac Sud de Tunis est une lagune méditerranéenne située dans la région septentrionale tunisienne, au sud du 37° parallèle (figure 1) caractérisée par un climat semi-aride (forte insolation et faible précipitation). Ce plan d'eau, d'une superficie de 1 120 hectares et d'un mètre de profondeur, communique avec la mer par deux canaux artificiels équipés de pêcheries fixes (« bordigues »). Il est limité au nord par le canal de navigation et les ports de Tunis et de Radès et au sud par les plus importantes zones industrielles de la Tunisie.

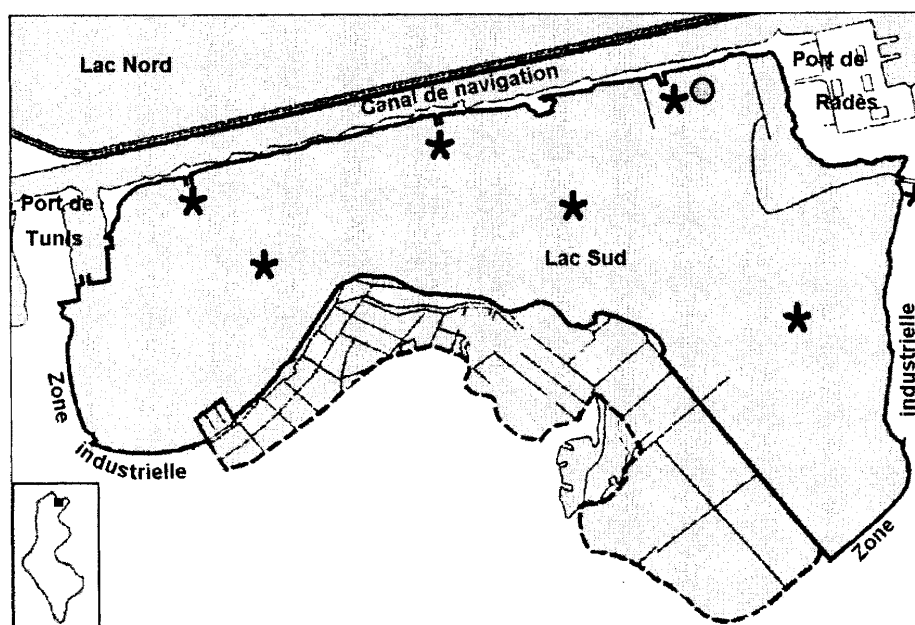


Figure 1

Situation géographique du Lac Sud de Tunis et des lieux de prélèvements d'animaux.
* poissons ; O coquillages.

Conditions écologiques

L'une des caractéristiques fondamentales de l'écosystème Lac Sud de Tunis est l'instabilité des facteurs abiotiques. En effet, les paramètres physico-chimiques du milieu subissent des fluctuations spatio-temporelles très brutales et très importantes conditionnant ainsi l'installation et la nature des communautés faunistiques et floristiques du Lac. Durant notre période d'étude qui s'étale de mai 1995 à avril 1997, les températures ont oscillé entre 9,8°C et 36,4°C, les salinités ont varié entre 13,1 ‰ et 51,9 ‰ les valeurs extrêmes pour le pH ont atteint respectivement 6,74 et 10,13 ; quant à l'oxygène dissous, les valeurs enregistrées fluctuent entre 0 mg/L et la saturation ; les teneurs moyennes en chlorophylle *a* varient entre 0 et 740 mg/m³. L'eutrophisation extrême du milieu se traduit par des « blooms » alternés de phytoplancton et de macro-

Bioaccumulation de polluants métalliques

algues benthiques dont notamment *Ulva rigida* et *Cladophora dalmatica*. Selon ZAOUALI (1991), le Lac est le siège de crises dystrophiques génératrices de conditions létales en période estivale essentiellement parmi les communautés ichthyiques. Ses berges sud abritent le pôle industriel le plus important de la Tunisie avec 587 unités industrielles dont 184 établissements fortement pollueurs qui sont à l'origine de la situation écologique déplorable de la lagune. Sur le bassin versant sont implantées des industries diverses : tanneries et teintureries (32% des usines), mécaniques, métallurgiques et électriques (27%), textiles, habillement et cuir (12%), agro-alimentaires (12%), matériaux de construction, céramique et verreries (9%). Le Lac Sud de Tunis constitue le principal milieu récepteur des effluents industriels bruts et des eaux pluviales fortement chargées en polluants de nature diverse avec des valeurs de l'azote total et du phosphore total près des émissaires atteignant respectivement 16 g/L et 4,6 g/L. La lagune reçoit annuellement environ la moitié de son volume en eau d'origine continentale soit :

- 1,9 million de mètres cubes d'eau de ruissellement ;
- 3,4 millions de mètres cubes d'eaux usées industrielles et urbaines.

Cette pollution d'origine anthropique se traduit par un seuil très élevé de contamination des sédiments de surface par des métaux lourds toxiques tels le Cadmium, le Plomb, le Chrome et le Mercure. La présente étude constitue à notre connaissance la première approche de la contamination par des polluants toxiques de certains organismes vivants dans la lagune.

Matériel et méthodes

Notre choix a porté sur la distribution de six métaux lourds, le Fer, le Chrome, le Cuivre, le Zinc, le Plomb et le Cadmium chez cinq espèces d'intérêt halieutique, deux Mollusques Bivalves, la palourde *Ruditapes decussatus* et la moule méditerranéenne *Mytilus galloprovincialis* et trois espèces de Poissons, l'anguille européenne *Anguilla anguilla* et les deux mugilidés *Chelon labrosus* et *Mugil cephalus*. Les bivalves ont été récoltés à la main ou au moyen d'une drague type râteau à coquillages ; les muges proviennent des « bordigues », pêcheries fixes installées le long des canaux de communication avec la mer et les anguilles ont été capturées dans des « capetchades » placées à l'intérieur de la lagune (figure 1). Notre étude a porté sur un effectif important d'individus et sur des lots aussi homogènes que possible pour pallier aux variations dues à l'âge observées par ASSO (1984) (tableau 1). Le dosage a été effectué par Spectrophotométrie d'Absorption Atomique à four en graphite sur des échantillons préalablement traités. Les Pélécy-podes ont été débarrassés de leur coquille ; les glandes digestives ont été prélevées car seul cet organe constitue un marqueur d'accumulation pour les métaux lourds (REGOLI *et al.*, 1991 ; REGOLI, 1992) et est donc le plus adapté aux études d'effets biologiques de ces éléments traces. Les glandes digestives ont été ensuite congelées, lyophilisées puis broyées. La minéralisation a été effectuée selon les normes préconisées par AMINOT et CHAUSSEPIED (1983) ; parallèlement à chaque série de mesures nous avons procédé à des analyses d'échantillons standards fournis par l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA). Chez les poissons nous avons effectué des prélèvements de foie et de morceaux de chair sur les flancs, coté dorsal. Les prélèvements saisonniers couvrent la période allant de mai 1995 à avril 1997.

Bulletin de la Société zoologique de France 125 (1)

Tableau 1

Effectifs et classes de tailles des animaux échantillonnés.

ESPÈCE	ÉTÉ		AUTOMNE		HIVER		PRINTEMPS	
	Effectif	Taille en cm	Effectif	Taille en cm	Effectif	Taille en cm	Effectif	Taille en cm
<i>Ruditapes decussatus</i>	122	3,5 à 4	173	3,5 à 4	96	3,5 à 4	74	3,5 à 4
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	106	5 à 5,5	142	5 à 5,5	138	5 à 5,5	109	5 à 5,5
<i>Anguilla anguilla</i>	37	56 à 60	56	56 à 60	63	56 à 60	39	56 à 60
<i>Mugil cephalus</i>	32	28 à 35	17	28 à 35	19	28 à 35	28	28 à 35
<i>Chelon labrosus</i>	14	33 à 36	21	33 à 36	28	33 à 36	30	33 à 36

Résultats et discussion

Les analyses montrent que la concentration des métaux traces par les organismes vivants est un phénomène complexe dont la cinétique diffère selon les espèces bien que celles-ci appartiennent à un même milieu. Les bivalves, animaux filtreurs ont tendance à accumuler davantage de métaux lourds que les poissons ; les plus fortes teneurs ont été observées chez les mollusques (cf. figures 2 à 6) pour la plupart des métaux étudiés. Cependant, la palourde a tendance à emmagasiner des concentrations plus faibles que la moule probablement en relation avec son écobiologie. En effet, la palourde, espèce endogée, présente une répartition dans le Lac limitée à la zone sous influence marine prononcée, tandis que la moule a une distribution plus large et se trouve même dans les régions où les sédiments ainsi que la colonne d'eau sont fortement contaminés par les polluants organiques et minéraux. Toutefois, au niveau des zones fortement perturbées et stressées, les jeunes naissains de moule ne tardent pas à mourir et à se déposer sur le fond. Les moules étant fixées sur des pierres et sur les piquets présentent généralement des teneurs corrélées aux contaminations des sédiments et reflètent de ce fait la dégradation de l'écosystème (espèce bio-indicatrice). Elle montre des teneurs préoccupantes pour certains éléments toxiques comme le Cadmium (1,1 µg/g de poids sec) et le Plomb (167 µg/g de poids sec). Des seuils de contamination similaires ont été observés par REGOLI et ORLANDO (1994) chez les moules en provenance de zones polluées des côtes italiennes. En outre, les concentrations en métaux lourds chez les deux mollusques étudiés présentent une importante fluctuation saisonnière (figures 2 et 3) probablement liée à leurs cycles de reproduction. Les teneurs les plus élevées correspondent à la fin de la période de ponte, hivernale pour la moule et estivale pour la palourde. En dehors de cette période, les concentrations chutent considérablement. Il semble que les fluctuations soient tributaires de l'état physiologique de ces animaux et des conditions écologiques régnant dans le milieu. La moule espèce sessile présente une fixation globale plus importante que celle observée chez la palourde, probablement en relation avec son mode de vie et son activité métabolique. *Mytilus galloprovincialis* présente une fixation maximale hivernale (espèce dite froide) tandis que la palourde montre une accumulation préférentielle estivale (espèce thermophile).

Pour les poissons, le phénomène de bio-accumulation est complexe et semble lié à une multitude de facteurs dont notamment les paramètres abiotiques, l'espèce étudiée, l'organe analysé, le temps d'exposition aux polluants... L'anguille atteint des teneurs plus élevées que les muges (figures 4, 5 et 6) probablement en relation avec le temps de séjour dans la lagune. En effet, nous avons mis en évidence que les jeunes anguilles

Bioaccumulation de polluants métalliques

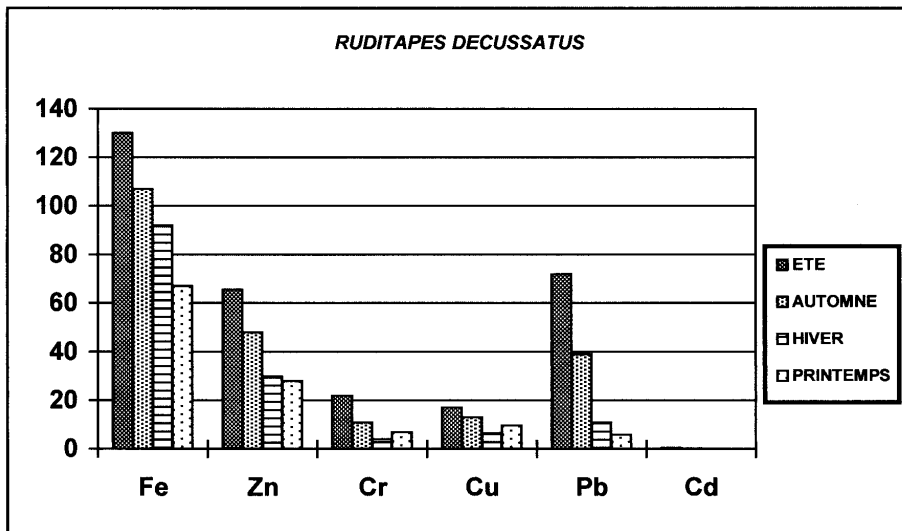


Figure 2

Variations saisonnières de l'accumulation de quelques métaux traces chez la palourde *Ruditapes decussatus*. Pour toutes les figures (2 à 6), les valeurs de l'axe des ordonnées sont en $\mu\text{g/g}$ de poids sec.

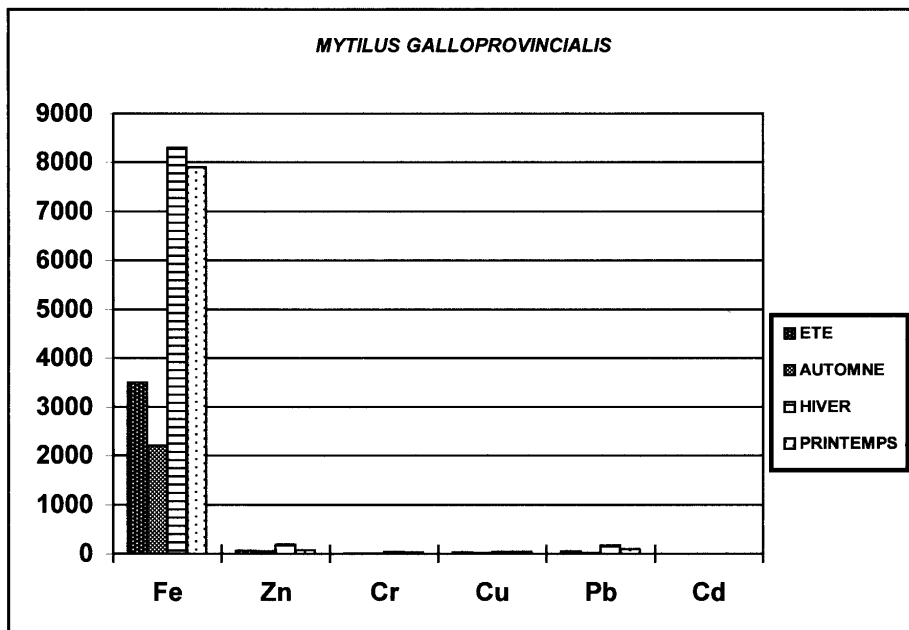


Figure 3

Variations saisonnières de l'accumulation de quelques métaux traces chez la moule *Mytilus galloprovincialis*.

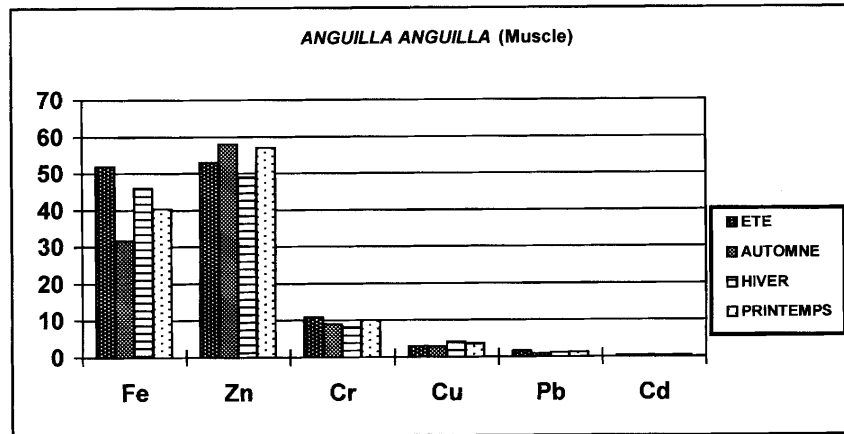


Figure 4a

Variations saisonnières de l'accumulation de quelques métaux traces chez l'anquille *Anguilla anguilla* (muscle).

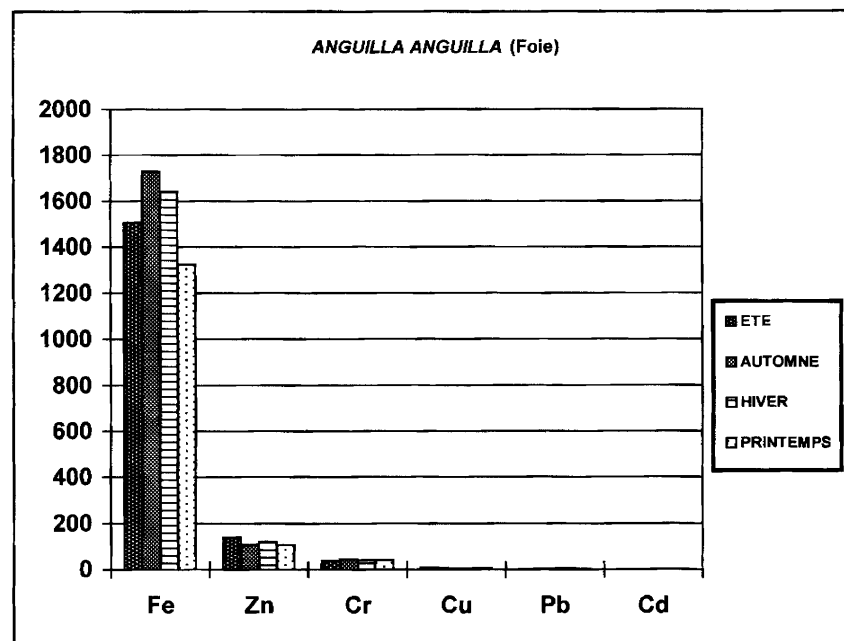


Figure 4b

Variations saisonnières de l'accumulation de quelques métaux traces chez l'anquille *Anguilla anguilla* (foie).

Bioaccumulation de polluants métalliques

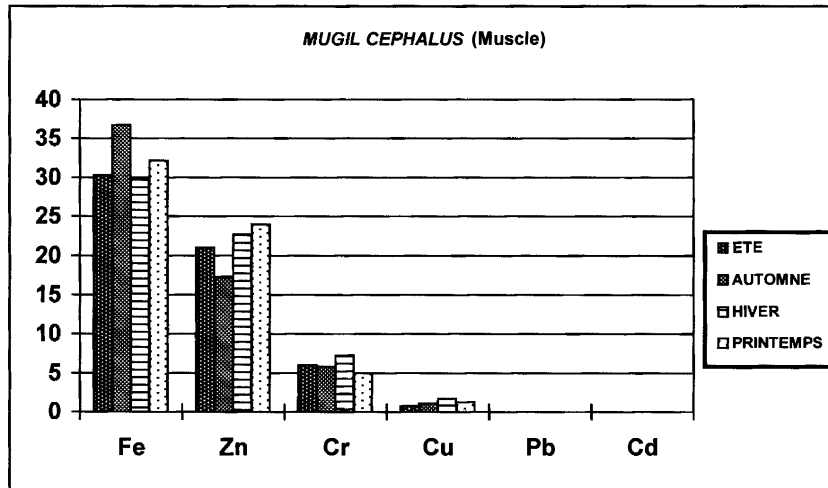


Figure 5a

Variations saisonnières de l'accumulation de quelques métaux traces chez *Mugil cephalus* (muscle).

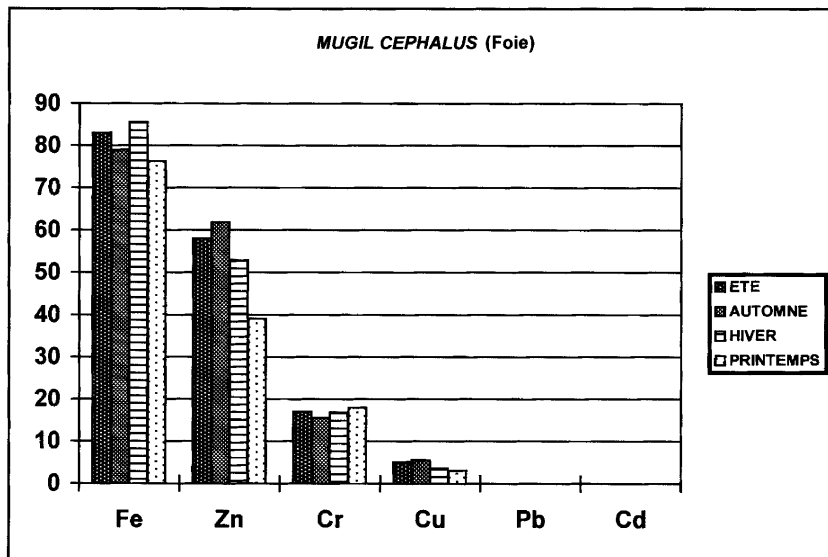


Figure 5b

Variations saisonnières de l'accumulation de quelques métaux traces chez *Mugil cephalus* (foie).

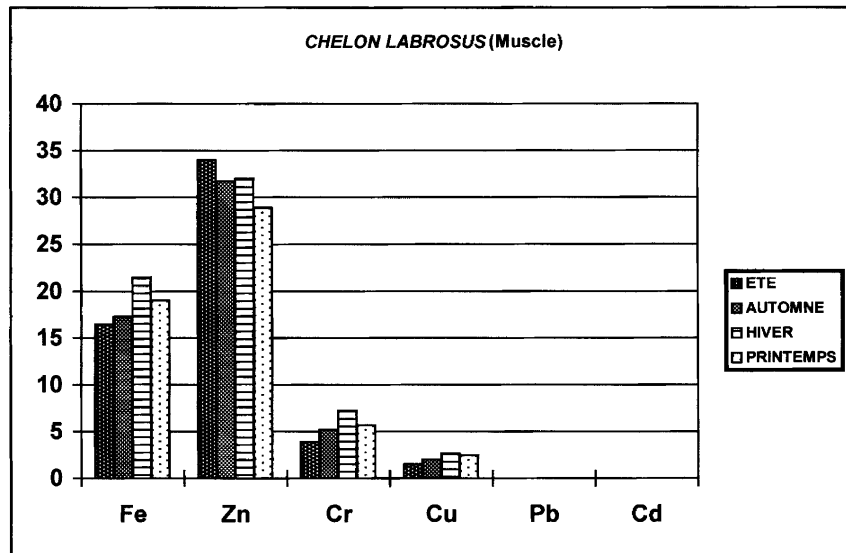


Figure 6a

Variations saisonnières de l'accumulation de quelques métaux traces chez *Chelon labrosus* (muscle).

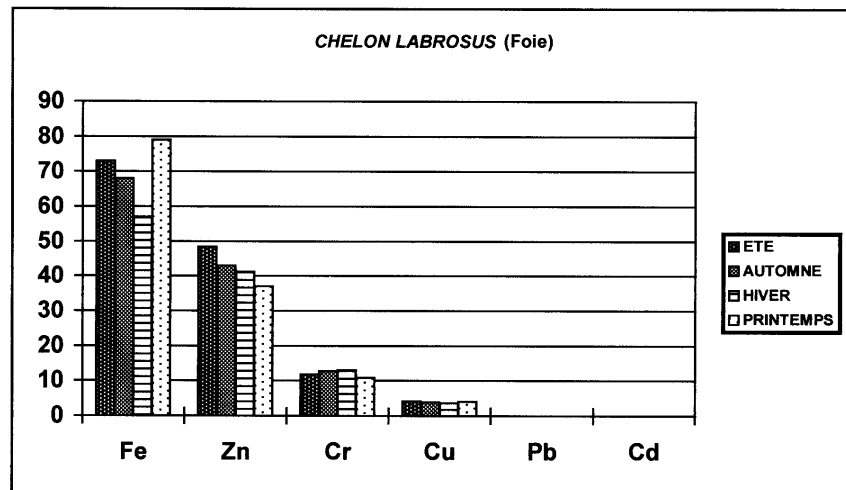


Figure 6b

Variations saisonnières de l'accumulation de quelques métaux traces chez *Chelon labrosus* (foie).

Bioaccumulation de polluants métalliques

présentent des concentrations plus faibles en métaux traces, que l'accumulation s'amplifie avec l'âge et qu'à l'exception du Cadmium, l'anguille présente une corrélation positive entre la taille des individus et les concentrations d'éléments traces. Face au stress causé par les polluants métalliques, l'anguille présente une bio-accumulation sélective ; le foie constitue un organe cible pour la plupart des éléments étudiés. Les muges, *Mugil cephalus* et *Chelon labrosus*, en raison de leur même mode de vie ne présentent pas de différences significatives d'accumulation. Toutefois chez les Mugilidae la fixation est toujours plus élevée dans le foie que dans les muscles et ne varie pas significativement avec les saisons. D'une manière générale, les teneurs en métaux lourds observées chez les bivalves et les poissons du Lac Sud de Tunis sont modérées en comparaison aux valeurs de bio-accumulation de contaminants enregistrées en certains points de la Méditerranée (Anonyme, 1996), probablement en raison du rôle purificateur du milieu qu'exerce l'algue verte *Ulva rigida* sur l'écosystème.

1. Institut National Agronomique de Tunisie, 43, avenue Charles Nicolle, Cité Mahrajène, 1082 Tunis, Tunisie.
2. Faculté des Sciences de Tunis, Laboratoire d'écologie littorale, Campus Universitaire, 1002 le Belvédère, Tunis, Tunisie.
3. École Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Département du génie industriel, Campus Universitaire, 1002 le Belvédère, Tunis, Tunisie.

RÉFÉRENCES

- AMINOT, A. & CHAUSSEPIED, M. (1983).- *Manuel des analyses chimiques en milieu marin*. Édition CNEXO, 1-381.
- Anonyme (1996).- *État du milieu marin et littoral de la région méditerranéenne. Plan d'action pour la Méditerranée*. PNUE MAP Technical Reports Series n°101, 1-148.
- ASSO, A. (1984).- Étude des teneurs globales en métaux lourds chez la moule *Perna perna* (L.) dans la région d'Alger. Variations de ces teneurs en fonction de quelques paramètres biologiques. *VII^e Journées Étud. Pollutions*. Lucerne, CIESM, 411-415.
- REGOLI, F. & ORLANDO, E. (1994).- Seasonal variation of trace metal concentrations in the digestive gland of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* : comparison between a polluted and non polluted site. *Arch. Environ. Cont.Toxicol.*, **27**, 36-43.
- REGOLI, F. (1992).- Lysosomal responses as a sensitive stress index in biomonitoring heavy metal pollution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **84**, 63-69.
- REGOLI, F., ORLANDO, E., MAURI, M., NIGRO, M. & ALFINITO-COGNETTI, G. (1991).- Heavy metal accumulation and calcium content in the bivalve *Donacilla cornea*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **74**, 219-224.
- ZAOUALI, J. (1991).- *Le Lac Sud de Tunis : Étude prospective des conditions écologiques après travaux d'assainissement*. Rapport SERAH/SOTINFOR, 1-58.

