

Organotropism of Mercury in the mullet (*Liza ramada*) from Lahjar reservoir

Etude de l'organotropisme du Mercure chez le mullet porc (*Liza ramada*) en provenance du barrage Lahjar



R. ENNOURI^{1*}, S. MILI², H. LAOUAR³, H. MISSAOUI¹

¹ Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 28, rue 2 mars 1934 Salammbô, 2025, Tunis, Tunisie.

² Unité de recherche : Exploitation des milieux aquatiques, Institut Supérieur de Pêche et d'Aquaculture de Bizerte, BP 15, 7080 Menzel Jemil, Tunisie.

³ Centre Technique d'Aquaculture, 5, rue du Sahel Montfleury, 1009 Tunis, Tunisie.

*Corresponding author: rymenvmarin@yahoo.fr

Abstract - Lahjar reservoir is located in the governorate of Nabeul. It is characterized by considerable fishery richness. The species exploited in this dam are Mulletts (*Liza ramada* and *Mugil cephalus*), pikeperch (*Sander lucioperca*) and carp (*Cyprinus Carpio*). In recent years, this dam has been exposed to chemical contaminants from nearby agricultural fields through runoff. These contaminants can be accumulated in the superficial sediments and in the fish. This study is the first investigation made in order to estimate the degree of Mercury (Hg) accumulation in three organs (mussels, liver and gills) in *Liza ramada* from the Lahjar dam. The results of this work showed that the liver accumulates Hg more than gills and mussels. The levels of toxic metal studied in *Liza ramada* are lower than those found in the same species from other freshwater reservoirs.

Keywords: Lahjar reservoir, Mercury, *Liza ramada*, organotropism

Résumé - La retenue de barrage Lahjar est située au gouvernorat de Nabeul. Ce barrage se caractérise par une richesse halieutique considérable. Les espèces exploitées dans cette retenue sont représentées essentiellement par les mullets (*Liza ramada* et *Mugil cephalus*), le sandre (*Sander lucioperca*) et la carpe (*Cyprinus Carpio*). Ces dernières années, ce barrage est soumis à des rejets de contaminants chimiques. Cette étude est la première investigation qui s'intéresse à l'évaluation du degré d'accumulation du Mercure (Hg) au niveau des organes (le muscle, le foie et les branchies) chez le mullet porc (*Liza ramada*), en provenance du barrage Lahjar.

Les résultats de ce travail ont montré que le foie est l'organe qui accumule davantage le Hg et que le barrage Lahjar est épargné d'une contamination métallique. Sachant que les degrés du métal toxique étudié au niveau du mullet porc, sont largement inférieurs à ceux obtenus chez la même espèce en provenance d'autres retenues d'eau douce.

Mots clés : barrage Lahjar, Mercure, mullet porc, organotropisme.

1. Introduction

Le développement de la pêche continentale dans les retenues de barrages est devenu une priorité nationale ces dernières années. La production dulcicole de ces retenues est représentée essentiellement par le mullet, la carpe et le sandre (Mili et al. 2015).

La retenue de barrage Lahjar est située au gouvernorat de Nabeul. Il se caractérise par une richesse halieutique considérable. Les espèces exploitées dans ce barrage sont représentées essentiellement par

les muets (*Liza ramada* et *Mugil cephalus*), le sandre (*Sander lucioperca*) et la carpe (*Cyprinus Carpio*) (Mili et al. 2016).

Ces dernières années, ce barrage est soumis à des rejets de contaminants chimiques en provenance des champs agricoles avoisinants à travers les eaux de ruissellements. Ces contaminants peuvent s'accumuler d'une part au niveau des sédiments superficiels et d'autre part au niveau des poissons qui y vivent. La décharge des rejets industriels, domestiques et des eaux usées urbaines qui sont générés par les activités anthropiques au niveau des écosystèmes aquatiques pourrait affecter la qualité chimique de la colonne d'eau des rivières et/ou des lacs. L'impact des contaminants sur les écosystèmes peut être évalué en mesurant les paramètres biochimiques au niveau des poissons qui présentent une réponse spécifique selon le degré et le type des contaminants (Petrivalsky et al., 1997).

Le mercure (Hg) est parmi les contaminants chimiques qui sont considérés comme délétères même à faibles concentrations. C'est pour ce fait que nous nous sommes intéressés dans ce travail à l'étude du Hg qui peut affecter les écosystèmes à travers le processus de bioaccumulation à différents niveaux de la chaîne trophique et qui peut être potentiellement toxique vis-à-vis de l'environnement et de la santé humaine. Nous avons déterminé la capacité de bioaccumulation de ce métal dans trois différents organes (muscle, foie, branchies) ainsi que l'estimation des variations saisonnières de la distribution inter-organes (organotropisme) chez le mulet porc (*Liza ramada*), en provenance du barrage Lahjar.

A ce jour aucune étude s'intéressant à la qualité chimique des poissons du barrage Lahjar n'a été entreprise.

2. Matériel et méthodes

L'échantillonnage du mulet porc a été réalisé avec une fréquence mensuelle durant l'année 2016 en provenance du barrage Lahjar (Fig.1). Les dix spécimens collectés chaque mois ont été mesurés et disséqués afin de prélever des morceaux de la chair sur les flancs du côté dorsal pour l'analyse, du foie et des branchies. La longueur des individus varie de 18 à 36 cm. Le dosage du Hg a été réalisé par un analyseur direct du Mercure. Un échantillon de référence de concentration connue a été analysé pour chaque série d'échantillon et ceci afin d'assurer la fiabilité des résultats.

Les analyses statistiques ont été effectuées par le logiciel Statistica 8. Après un test de la normalité (test de Kolmogorov- Smirnov et Liliefors) et de l'homogénéité des variances (test de Levene) le test paramétrique ANOVA a été utilisé pour déterminer l'effet des facteurs sur les variables. Le seuil de 95% a été adopté. Une Analyse en Composantes Principales a été effectuée afin de trouver des relations entre les concentrations du Hg dans les organes en fonction des saisons.

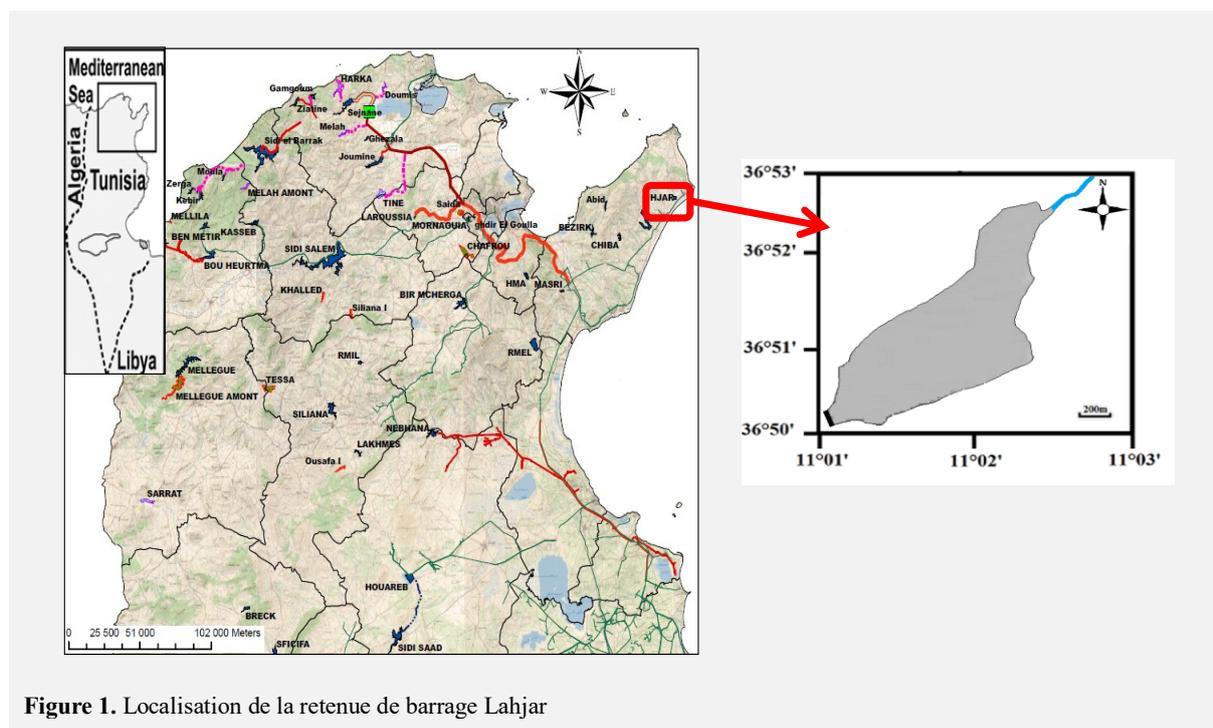


Figure 1. Localisation de la retenue de barrage Lahjar

3. Résultats et discussion

Les résultats obtenus ont montré qu'au niveau de la chair, les concentrations moyennes du Hg en $\mu\text{g}/\text{Kg}$ (PF) varient de 18 à 60. Au niveau du foie les teneurs en Hg sont comprises entre 29 et 78 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ (PF) et entre 10 et 22 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ (PF) pour les branchies.

D'après la figure 2, le foie est l'organe d'accumulation préférentiel du Hg chez le mulot porc du barrage Lahjar. Le foie est un bon indicateur de l'exposition chronique des métaux et joue un rôle important pour leur stockage et leur inactivation.

Chez ce poisson, les concentrations dans le foie sont supérieures à celles qui ont été trouvées dans le muscle qui est le principal vecteur de substances potentiellement toxiques pour le consommateur. Ces éléments sont sans doute éliminés plus rapidement du muscle que du foie (Marcovecchio et Moteno, 1993 ; Cinier *et al.*, 1999 ; Kljakovic Gaspic *et al.*, 2002 ; Usero *et al.*, 2003 ; Agusa *et al.*, 2007 ; Yilmaz *et al.*, 2007). La faible activité métabolique du muscle et le contrôle homéostatique qui s'y exerce expliquent les faibles concentrations des métaux (Plaskett et Potter, 1979). La métallothionéine (MT) est une protéine de détoxification de faible poids moléculaire présente dans le tissu hépatique et à plus faible concentration au niveau des reins, des branchies et du muscle (Hogstrand et Haux, 1991 ; Hamza-Chaffai *et al.* 1995 ; Mason et Jenkins, 1995 ; Olson *et al.* 1996 ; De Boeck *et al.*, 2003 ; Scudiero *et al.* 2005). Elle procure une protection vis-à-vis de certains métaux toxiques, le Cd, le Hg et l'excès du Cu et du Zn, par la séquestration des ions métalliques libres (Hamilton et Mehrle, 1986 ; Vallee, 1995 ; Roesijadi, 1996 ; Hamza-Chaffai *et al.*, 1996 ; Al-Yousuf *et al.*, 2000). Les branchies qui sont en contact direct avec le milieu extérieur présentent les concentrations les plus faibles en Hg. Les teneurs métalliques enregistrées dans cet organe peuvent être représentatives du degré de contamination du milieu environnant.

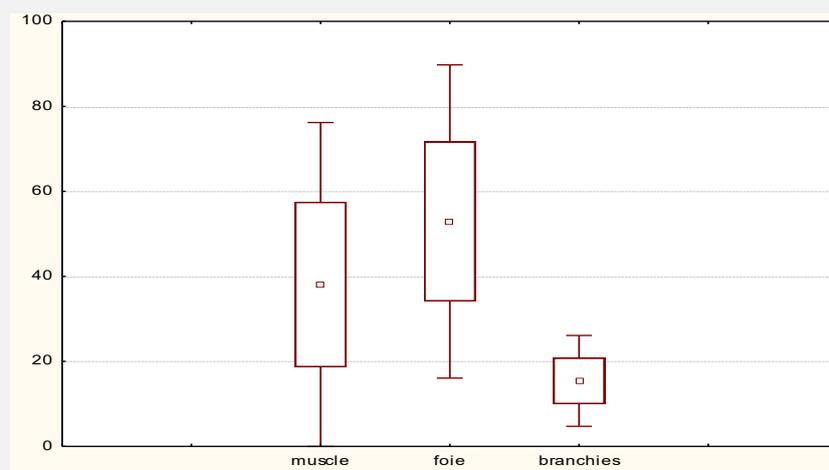


Figure 2. Concentrations de Hg en $\mu\text{g}/\text{kg}$ PF dans le muscle, le foie et les branchies du mulot porc du barrage Lahjar

L'analyse en Composante Principales (ACP) (Fig. 3) appliquée aux concentrations enregistrées du Hg dans le muscle, le foie et les branchies du mulot porc en fonction des saisons a montré que les teneurs saisonnières de ce métal dans le foie présentent une très forte corrélation avec le facteur 1, qui représente une variance de 43% de la variance totale, et entre elles. Par contre, les concentrations du Hg trouvées pendant les quatre saisons dans le muscle et les branchies ne présentent pas de corrélations.

Nous avons appliqué le test ANOVA (à un seuil de signification $p < 0,05$) pour vérifier les résultats obtenus à l'aide de l'ACP. D'après le tableau I, il existe une variation saisonnière pour les concentrations du Hg au niveau du muscle (ANOVA, $p = 0,009$) et des branchies (ANOVA, $p = 0,003$). En hiver et au printemps, nous avons enregistré les teneurs maximales. Ceci est probablement attribué aux eaux de ruissellement provenant des bassins versants où les engrais chimiques sont très souvent utilisés (Mzoughi *et al.*, 2016). Les teneurs du Hg au niveau du foie ne présentent pas de variation saisonnière (ANOVA, $p = 0,823$). Plusieurs facteurs comme l'activité biologique propre à chaque espèce de poisson

et le métabolisme, qui contribuent activement au changement des taux d'incorporation des métaux toxiques et des éléments essentiels dans les différents tissus de l'organisme, ainsi que les facteurs abiotiques comme les caractéristiques physico-chimiques du milieu ont une grande influence sur l'accumulation des métaux en fonction des saisons.

Tableau 1. Effet des saisons sur l'accumulation du Hg dans le muscle, le foie et les branchies du mulot porc du barrage Lahjar

Organe	ddl	p	Effet
Muscle	3	0,009	+
Branchie	3	0,003	+
Foie	3	0,823	-

Les teneurs maximales du Hg chez le mulot porc du barrage Lahjar sont faibles en comparaison avec des teneurs obtenues chez ce poisson dans d'autres retenues d'eau douce (Subotić et al., 2013 ; Durrieu et al., 2005). En plus, les concentrations maximales de Hg enregistrées au niveau du muscle du mulot porc ne dépassent pas la norme usuelle fixée pour ce métal qui est (0,5 µg/g PF) donc la consommation de cette espèce du barrage Lahjar ne présente aucun risque sanitaire vis-à-vis de l'homme.

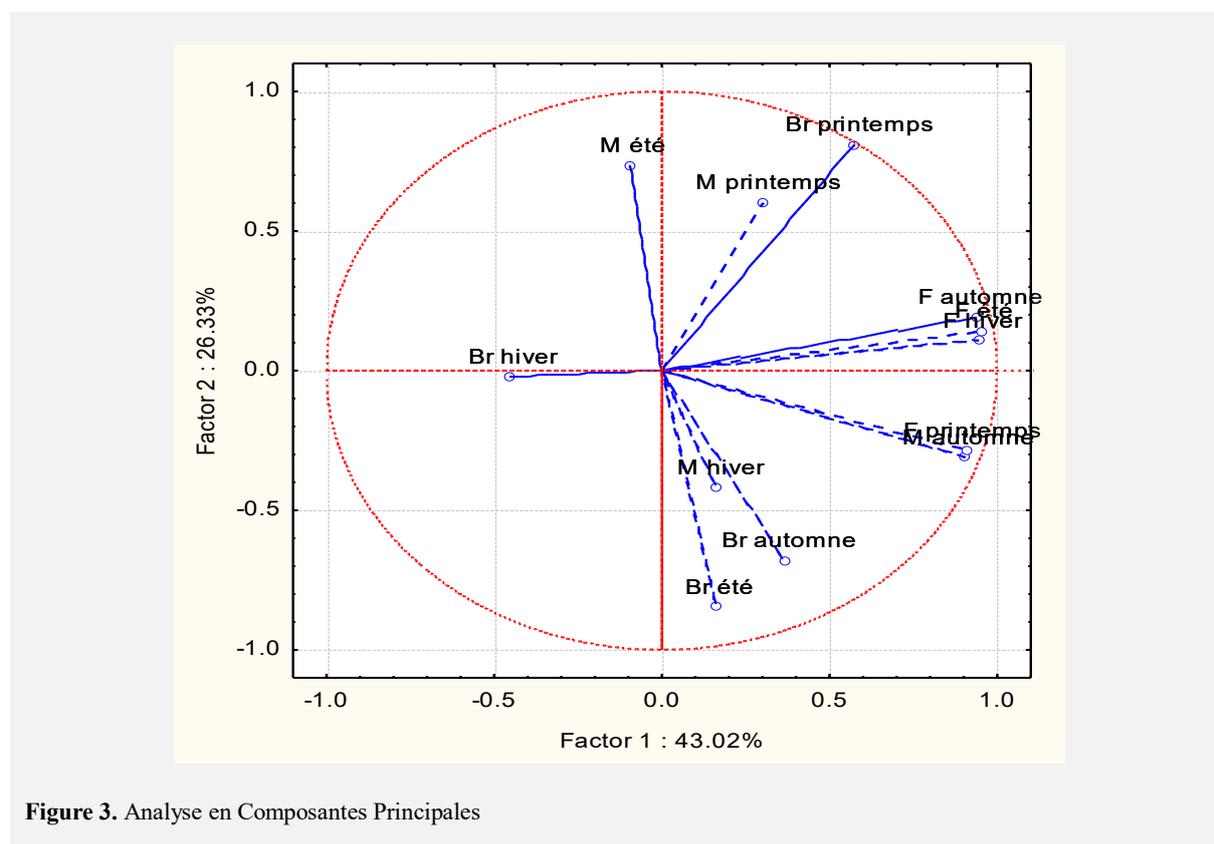


Figure 3. Analyse en Composantes Principales

4. Conclusion

D'après ce travail, nous pouvons conclure que le foie est l'organe qui accumule davantage le Hg et que le barrage Lahjar est épargné d'une contamination métallique. Sachant que les degrés de ce métal toxique au niveau du mulot porc, sont largement inférieurs à ceux obtenus chez la même espèce en provenance d'autres retenues d'eau douce. Cette étude offre des informations concernant les degrés du Hg au niveau de la chair, du foie et des branchies du mulot porc de barrage Lahjar. De plus, ce travail fournit une base de données qui pourra être utilisée comme référence pour des études postérieures.

5. Références

- Agusa T, Kunito T, Sundaryanto A, Monirith I, Kan-atireklap S., Iwata H, Ismail A, Sanguansin J., Muchtar M, Seangtana T and Tanabe S (2007)** Exposure assessment for trace elements from consumption of marine fish in Southeast Asia. *Environ. Pollut.*, 145: 766-777.
- Al-yousuf M.H, El-shahawi M.S and Al -ghai S S.M (2000)** Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *Sci. Total. Environ.*, 256: 87-94.
- Cinier C, Petit-ramel M, Faure R, Garin D and Bouvet Y (1999)** Kinetics of cadmium accumulation and elimination in Carp *Cyprinus carpio* tissues. *Comp. Biochem. Physiol.*, 122: 345-352.
- De boeck G, Ngo T.T.H, Van Campenhout K and Blust R (2003)** Differential metallothionein induction patterns in three freshwater fish during sublethal copper exposure. *Aquat. Toxicol.*, 65, 4: 413-424.
- Durrieu G, Maury-brachet R, Girardin M, Rochard E and Boudou A (2005)** Contamination by Heavy Metals (Cd, Zn, Cu, and Hg) of Eight Fish Species in the Gironde Estuary (France). *Estuaries* 28, 4, 581–591.
- Hamza-chaffai a, Romeo M and Elabed A (1996)** Heavy metals in different fishes from the middle eastern coast of Tunisia. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 56:766-773.
- Hamilton S.J and Mehrle P.M (1986)** Evaluation of metallothionein measurement as a biological indicator of stress for cadmium in brook trout. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 116: 551-560.
- Hamza-chaffai A, Cosson R.P, Amiard-triquet C and Elabed A (1995)** Physico-chemical forms of storage of metals (Cd, Cu and Zn) and metallothionein-like proteins in gills and liver of marine fish from Tunisian coast: ecotoxicological consequences. *Comp. Biochem. Physiol.*, 2: 329-341.
- Hogstrand C and Haux C (1991)** Binding and detoxification of heavy metals in lower vertebrates with reference to metallothionein. *Comp. Biochem. Physiol. C Toxicol. Pharmacol.*, 100: 137-141.
- Kljakovic Gaspic Z, Zvonaric T, Vrgoc N, Odzak N and Baric A (2002)** Cadmium and lead in selected tissues of two commercially important fish species from the Adriatic Sea. *Water Res.*, 36: 5023-5028.
- Marcovecchio J.E and Moreno V.J (1993)** Cadmium, Zinc and total mercury levels in the tissues of several fish species from La Plata River estuary, Argentina. *Environ. Monit. Assess.*, 25 : 119-130.
- Mason A.Z and Jenkins K.D (1995)** Metal detoxification in aquatic organisms. Metal Speciation and Bioavailability in Aquatic Systems. *In: IU PAC series on analytic and physical chemistry of environmental systems, Vol. 3* (Tessier A. & Turner D.R., eds), pp. 479-607. Chichester, England: John Wiley and Sons.
- Mili S, Ennouri R, Dhib A, Laouar H, Missaoui H and Aleya L (2016)** Characterization of fish assemblages and population structure of freshwater fish in two Tunisian reservoirs: implications for fishery management. *Envi Monit and Assess* 188 : 1-11.
- Mzoughi N, Ennouri R and Chouba L (2016)** Organochlorines pesticides in *Cyprinus carpio* from Sidi Salem Dam, north-western Tunisia. *African Journal of Aquatic Science* 41, 4:463-471.
- Olson P.E, Larsson A and Haux C (1996)** Influence of seasonal changes in water temperature on cadmium inducibility of hepatic and renal metallothionein in rainbow trout. *Mar. Environ. Res.*, 42: 41-44.
- Petrivalsky M, Machala M, Nezveda K, Piacka V, Svobodova Z and Drabek P (1997)** Glutathione-dependent detoxifying enzymes in rainbow trout liver: search for specific biochemical markers of chemical stress. *Environ Toxicol Chem* 16:1417–1421.
- Plaskett D and Potter J.C (1979)** Heavy metal concentrations in the muscle tissue of 12 species of teleost from Cockburn Sound, Western Australia. *Austr. J. Freshw. Res.*, 30: 607- 616.
- Roesijadi G (1996)** Metallothionein and its role in toxic metal regulation. *Comp. Biochem. Physiol.*, 2: 117-123.
- Scudiero R, Temussi P.A. and PARISI E (2005)** Fish and mammalian metallothioneins: a comparative study. *Gene*, 345:21-26.
- Subotić S, Spasić S, Višnjić-Jeftić Z, Hegediš A, Krpo-Ćetković J, Mićković b, Skorić S, Lenhardt M (2013)** Heavy metal and trace element bioaccumulation in target tissues of four edible fish species from the Danube River (Serbia). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 98, 196–202
- Usero J, Izquierdo C, Morillo J and Gracia I (2003)** Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environ. Int.*, 29: 949-956.
- Vallee B.L (1995)** The function of metallothionein. *Neurochem. Int.*, 27 (1): 23-33.
- Yilmaz F, Özdemir N, Demirak A and Leventtuna A (2007)** Heavy metal levels in two fish species *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*. *Food Chem.*, 100: 830-835.