



Impact des métaux traces sur l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans La Baie d'Alger (Impact of metals traces on the ecosystem at *Posidonia oceanica* in the Bay of Algiers)

Y. Guendouzi¹; R. Ghalmi², M. Boudjellal³, M. El morhit⁴

1. Université Abdelhamid Ibn Badis. Département des sciences de la mer et des ressources halieutiques. BP 300 rue Hocine Hamadou, 27000, Mostaganem, Algérie.

2,3. École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ENSSMAL), BP 19, campus universitaire de Dely Brahim, Bois des Cars, Alger, Algérie.

4. University of Mohammed V - Scientific Institute, Department of Zoology and Animal Ecology, Ibn Battuta Avenue, BP 703. Agdal, Rabat - Morocco.

Received

*Corresponding Author. E-mail: morhit_med@yahoo.fr ; Tel: (+2120613568846)

Résumé

Cette étude est une contribution à l'évaluation de la qualité des eaux de la baie d'Alger en terme de pollution chimique. Les éléments traces métallique «ETM» (Mercure, Plomb et Zinc) ont été identifiés à l'aide de la spectrophotométrie d'absorption atomique sur des échantillons prélevés dans l'écosystème de la posidonie (sédiment, *Posidonia oceanica* et *Paracentrotus lividus*). Les échantillons proviennent de deux stations localisées à l'extrême Est et à l'Ouest de la Baie d'Alger (Alger plage et Rais Hamidou). Les résultats de la spectrophotométrie d'absorption atomique montrent que le site de Rais Hamidou est plus contaminé par les ETM que le site d'Alger plage. En outre, le Zinc est le métal trace le plus bioaccumulé des trois ETM étudiés, et le *P. lividus* est l'espèce la plus bioaccumulatrice des trois compartiments de l'écosystème étudié.

Mots clés : écosystème de posidonie, éléments traces métalliques, Baie d'Alger, indice de contamination, facteur biosédiment

Abstract

This study is a contribution to the assessment of water quality of the Algiers Bay in terms of chemical pollution. Metallic trace elements (Mercury, Lead and Zinc) were identified using the atomic absorption spectrophotometry on samples taken in the Posidonia ecosystem (sediment, *Posidonia oceanica* and *Paracentrotus lividus*). Samples come from two stations located in the extreme East and West of the Algiers Bay (Algiers beach and Rais Hamidou). Results of atomic absorption spectrophotometry showed that the site Rais Hamidou is most contaminated by the MTE website Algiers beach. In addition, the zinc is the most bioaccumulated in three MTE studied, and species (*P. lividus*) is the most bioaccumulatrice of the three compartments of the ecosystem studied.

Keywords : ecosystem of Posidonia, MTE, Bay of Algiers, contamination index, biosediment factor

1. Introduction

La présente étude porte sur l'évaluation de la contamination par les éléments en traces métalliques « ETM » : Mercure, Plomb et Zinc dans l'écosystème à posidonie du littoral algérois (la baie d'Alger).

Cette étude a porté sur les trois compartiments de l'écosystème à posidonie : (i) Sédiment considéré comme indicateur de pollution à mémoire, témoin du degré de pollution [1], (ii) Quant aux posidonies, magnoliophyte également utilisées pour refléter le degré de contamination des eaux, elles sont à l'équilibre (monitorage passif) et donc représentatives de l'état de contamination des masses d'eau sus-jacentes (pour les feuilles), voire de l'état de contamination des sédiments (rhizomes) [2]. Donc la magnoliophyte *Posidonia oceanica* L (DELILE)

1813, représente un véritable enregistreur biologique capable de mémoriser les teneurs en métaux traces sur plusieurs décennies [3]. (iii) l'Echinidé (oursin commun) le *Paracentrotus lividus* (LAMARCK) 1816 qui possède une grande capacité de concentration d'ETM dans ces gonades [4].

La baie d'Alger est située dans la partie centrale de la côte algérienne, elle est soumise aux perturbations anthropiques de différentes origines (domestique, urbaine et industrielle), deux oueds se jettent dans la baie d'Alger, l'oued El Hamiz et l'oued El Harrach. Ce dernier draine les eaux usées domestiques et industrielles surtout de la ville d'Alger qui ne sont traitées qu'à 8% et sont déversées directement dans la baie [5].

L'écosystème à posidonie est sérieusement menacé dans toute la baie d'Alger (herbiers dégradés) [6]. Cette importante régression est sous l'effet conjugué des pollutions marines et des aménagements côtiers avec leurs corollaires qui modifient le transit sédimentaire.

2. Matériels et méthodes

L'échantillonnage au niveau des matrices citées a été réalisé au printemps 2011 (figure 1).

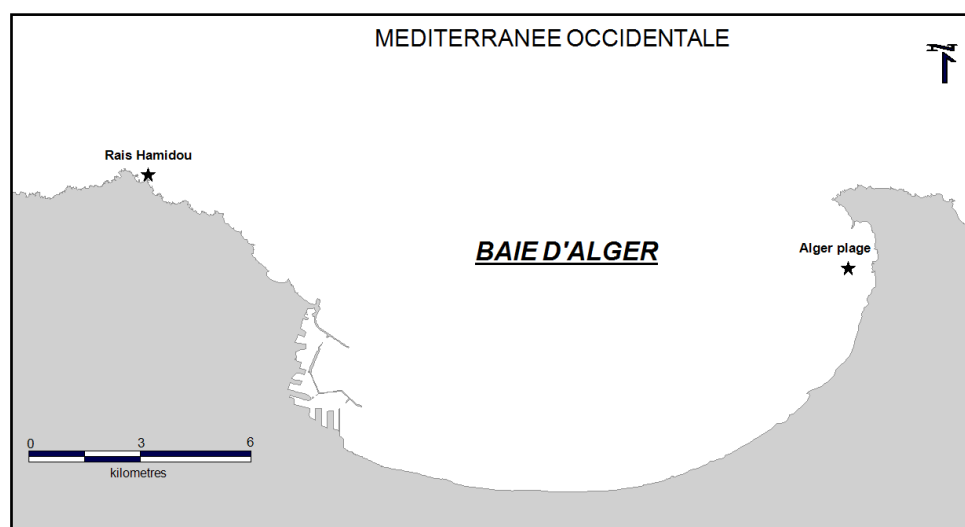


Figure 1 : Implantation des deux stations d'étude dans la baie d'Alger

Le choix des sites qui ont été réalisés par plongée autonome, est basé seulement sur l'existence de l'herbier à posidonie dans la baie. Trois prélèvements ont été effectués dans chaque station : (i) trois fractions de sédiment prélevées sur les 5 premiers centimètres environ de la couche superficielle, à proximité de l'endroit où les rhizomes ont été collectés [2], (ii) 15 rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* sont prélevées en prenant soin que les faisceaux prélevés soient distants d'un mètre environ les uns des autres [7], et (iii) 15 spécimens de *Paracentrotus lividus* de diamètre compris entre 5 et 6 cm ont été récoltés dans l'entourage de l'herbier à posidonie.

La méthode appliquée pour le traitement des échantillons est celle préconisée par UNEP/IAEA [8,9,10] s'effectue à partir d'une : Lyophilisation, Broyage, Homogénéisation et Digestion. Le traitement du sédiment est effectué sur la fraction totale selon les recommandations de l'UNEP/IAEA [11].

Ces opérations ont été réalisées au niveau de la station de recherche d'ENSSMAL, sise à sidi-Fredj. L'analyse des ETM a été effectuée au laboratoire de l'ONEDD « Office National de l'Environnement et du Développement Durable (Laboratoire Régional Centre – LRC Ben Aknoun) » par la spectrophotométrie d'absorption atomique de marque Perkin Elmer® type AAnalyst 700 et équipé d'un générateur d'hydrures, d'un four à graphite et un système par flamme avec injecteur automatique (AS 800 Perkin Elmer) et est piloté par le logiciel Winlab 32.

2.1. Indice de Contamination

Boust et al. [12] et Belamie et Phelippot [13] évaluent le degré de contamination d'un sédiment par comparaison des teneurs relevées aux valeurs de référence en calculant pour chaque site donné et par métal, un indice de contamination (IC) égal à :

$$IC = \frac{\text{Concentration observée}}{\text{Concentration de référence}}$$

L'interprétation et l'évaluation de la contamination métallique d'un sédiment sont tributaires d'une connaissance parfaite des teneurs de référence. Ces dernières sont difficiles à établir en raison de la grande Hétérogénéité géochimique et lithologique des sédiments [13]. En plus, les teneurs de référence doivent être établies à l'échelle régionale sur un site dépourvu de toute pollution anthropique [12].

Pour l'évaluation de la contamination métallique des sédiments étudiés, et en absence d'une zone dépourvue de toute pollution dans la région, nous avons considéré les valeurs de référence dans la littérature : ([14] données inédites) et [15]. L'interprétation des valeurs de l'Indice de contamination est donnée dans le tableau I.

Tableau I : L'interprétation des valeurs de l'indice de contamination [16]

IC	Observations
IC < 3	Zone de référence
3 < IC < 10	Zone polluée
IC > 10	Zone très polluée

2.2. Bioconcentration des ETM

Pour évaluer l'efficacité de la bioaccumulation des ETM par *Posidonia oceanica* et *Paracentrotus lividus*, le facteur biosédiment, défini comme le rapport entre la concentration de métal dans l'organisme et que dans les sédiments.

3. Résultats et discussions

Les résultats obtenus après analyse des ETM dans les trois matrices étudiées sont traités statistiquement et regroupées dans le tableau II.

Tableau II : Concentrations en ETM (exprimées en poids sec) dans les sédiments, rhizomes de *Posidonia oceanica* et gonades de *Paracentrotus lividus* des deux zones étudiées, chaque mesure subit 3 répliques

Matrice étudiée	Zone d'étude	Hg (µg/g)	Pb (µg/g)	Zn (µg/g)
sédiment (fraction total)	Alger plage	0,136 ± 0,030	21,38 ± 1,01	46,61 ± 0,71
	Rais Hamidou	0,177 ± 0,057	38,10 ± 7,56	70,76 ± 9,06
Rhizome (Posidonie)	Alger plage	0,101 ± 0,022	30,94 ± 7,89	81,22 ± 5,13
	Rais Hamidou	0,098 ± 0,006	31,79 ± 8,59	84,21 ± 2,71
Gonades (Oursin)	Alger plage	0,130 ± 0,002	31,64 ± 1,49	97,60 ± 6,35
	Rais Hamidou	0,213 ± 0,015	63,24 ± 12,56	148,98 ± 6,69

3.1. Sédiments

La concentration en Mercure du sédiment des deux zones d'études reste normale (Tab. III), malgré que certaines teneurs relevées sont légèrement plus élevées à celle observées dans la littérature : 0,098 µg de Hg/g de sédiment sec au Corne d'Or (baie de Bou Ismail, Algérie) in ([14]. Données inédites) ; 0,02 µg de Hg/g de sédiment sec au Canari (Corse, France) et 0,07 µg de Hg/g de sédiment sec au Porto-Torres (Sardaigne, Italie) in [3].

Toutes les concentrations de Plomb mesurées dans les sédiments des zones étudiées sont également en concordance avec celle trouvées par ([17]: 38 µg de Pb/g de sédiment sec à Rais Hamidou ; ([18] : 26,54 µg de Pb/g de sédiment sec dans la Baie d'Alger) et ([15] : 39,63 µg de Pb/g de sédiment sec à Alger plage).

Les sédiments de Rais-Hamidou peuvent être considérés comme pollués par le Pb (IC>3), contrairement les sédiments d'Alger plage présentent une concentration normale (Tab. III).

Pour ce qui concerne le Zinc, les valeurs les plus élevées observées dans les sédiments de Rais Hamidou (Tab. II), et qui sont supérieures au seuil critique de contamination du sédiment marin (50 µg de Zn/g de poids sec) d'après plusieurs auteurs [19] ; contrairement aux sédiments d'Alger plage qui sont considérés normale (Tab. III).

Pour l'indice de contamination de Zn, les observations effectuées pour le Pb sont sensiblement valables pour le Zn (Tab. III).

A partir de l'indice de contamination moyen (ICm), les sédiments de Rais Hamidou sont plus contaminés en ETM que ceux d'Alger plage (Tab. III) : peut-être la zone de Rais Hamidou subit directement des rejets par voie

effluents et éoliennes de la cimenterie Située dans cette zone ; la zone d'Alger plage reçoit des sources de contamination situées plus loin (Oued El Harrach et El Hamiz), ces contaminants métalliques sont probablement transportés vers cette zone par les courants côtiers.

Tableau III : Interprétation de l'Indice de Contamination (IC) et Indice de contamination moyen (ICm) en Mercure, Plomb et Zinc des sédiments des deux zones d'étude

ETM	IC et Observation	
	Alger plage	Rais Hamidou
Hg	1,39	1,81
	Zone de référence	Zone de référence
Pb	1,73	3,08
	Zone de référence	Zone polluée
Zn	2,12	3,22
	Zone de référence	Zone polluée
ICm	1,75	2,70

3.2. Rhizomes

Les rhizomes de Rais Hamidou sont plus contaminés par le Plomb et le Zinc que ceux d'Alger plage. Contrairement à le Mercure, où l'on a observé une faible teneur à Rais Hamidou.

Toutes les concentrations en Mercure mesurées dans les rhizomes des deux zones étudiées sont supérieures aux concentrations en Mercure des rhizomes observées au niveau de : Corne d'Or (baie de Bou-Ismaïl, Algérie) in (Tarmoul, 2010. *Données inédites*) ; Calvi (Corse, France) et Marseille (France) in [20] et [3].

D'après plusieurs auteurs [7], la teneur en Mercure dans les rhizomes des deux zones d'études est comprise entre 0,097 et 0,144 ($\mu\text{g/g}$), ce qui classerait nos deux herbiers dans l'état modéré en termes de teneur de Mercure dans l'herbier.

La contamination des rhizomes des deux zones étudiées par le Plomb est fortement élevée par rapport à la concentration de Plomb des rhizomes aux zones de Calvi (Corse, France) et Marseille (France) in [22] et [3].

Sur la base de travaux effectués par plusieurs auteurs [21], toutes les concentrations de Plomb mesurées dans les rhizomes des deux zones étudiées sont supérieures à 15 $\mu\text{g/g}$, donc la teneur de Pb est anormale dans les rhizomes étudiés.

Les concentrations de Zinc mesurées dans les rhizomes des deux zones étudiées, sont supérieures avec celle observées dans les rhizomes de la Corne d'Or et Front de mer de Bou-Ismaïl (baie de Bou-Ismaïl, Algérie) in ([14]. *Données inédites*). Les rhizomes peuvent être anthropisés par le Zinc à l'échelle régionale. Et si l'on compare nos résultats observés avec celles trouvées à Calvi (Corse, France), Ischia (Naples, Italie) et Marseille (France) par [22] on constate que cette forte contamination par le Zinc est inférieure à celle trouvée par [22].

3.3. Gonades de l'oursin commun

Les gonades des oursins communs de Rais-Hamidou sont plus contaminées par le Mercure, le Plomb et le Zinc que ceux d'Alger plage (Tab. II).

Toutes les concentrations en Mercure mesurées dans les gonades étudiés sont supérieures à celles trouvées par [14]. *Données inédites*) dans la Corne d'or (baie de Bou Ismaïl, Algérie) et [22] à Calvi (Corse, France).

Les oursins des deux zones étudiées sont contaminés par le Mercure. Ce qui explique la concordance des résultats obtenus avec ceux de : [22] in Ischia (Naples, Italie) et Marseille (France) et de [14] *données inédites*) dans la zone de Front de mer de la ville de Bou-Ismaïl (Algérie).

Les gonades sont fortement contaminées par le Plomb dans les zones qui ont fait l'objet de notre étude. Nos résultats sont supérieures à celles trouvées dans la littérature à l'échelle de la Méditerranée occidentale : Calvi (Corse, France), Ischia (Naples, Italie) et Marseille (France) selon [22,24]; Port de cap de l'eau et Port de Saidia (Maroc) selon [23].

Les concentrations en Zinc mesurées dans les gonades étudiées sont supérieures aux concentrations en Zinc des gonades de zone de Corne d'Or (baie de Bou Ismaïl, Algérie in [14]. *Données inédites*). Donc, les gonades sont contaminées par le zinc par rapport à la zone de référence.

Les gonades de Rais Hamidou sont fortement polluées par le zinc si on compare ces résultats avec d'autres études concernant : Front de mer de la ville de Bou Ismail (Algérie) in ([14]. Données inédites), port de cap de l'eau et Port de Saidia (Maroc) in [23], Marseille (France) et Ischia (Naples, Italie) in [22].

3.4. Bioconcentration des ETM

Pour évaluer l'efficacité de la bioaccumulation des ETM par *Posidonia oceanica* et *Paracentrotus lividus* (relation bioaccumulateur « posidonie ou oursin » et le milieu « sédiment ») le facteur biosédiment a été calculé pour les deux espèces dans les deux zones d'étude (fig. II et III) : (i) Le *Paracentrotus lividus* a le facteur de biosédiment le plus élevé en moyenne pour les trois métaux traces dans les deux zones étudiées, qui peut être expliqué par la bioamplification des ETM dans la chaîne trophique, (ii) Contrairement au Zn qui présente la moyenne la plus élevée, le Hg est le métal ayant la plus petite moyenne.

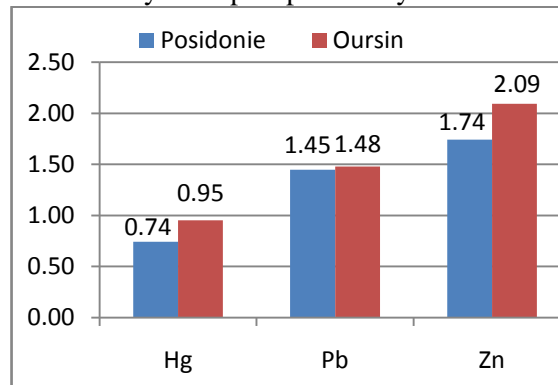


Figure II : Histogramme représentant le facteur de biosédiment de Hg, Pb et Zn chez la posidonie et l'oursin dans la zone d'Alger plage

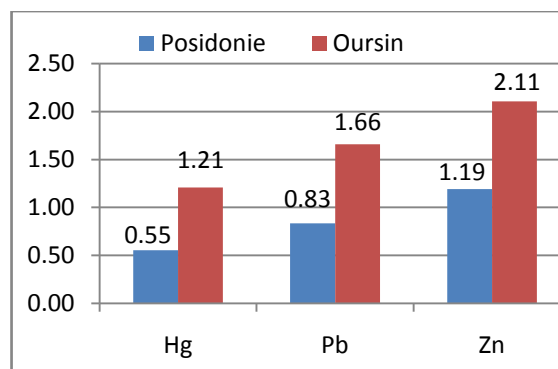


Figure III : Histogramme représentant le facteur de biosédiment de Hg, Pb et Zn chez la posidonie et l'oursin dans la zone de Rais Hamidou

Conclusion

Les résultats obtenus mettent en évidence l'importance de l'étude de la pollution chimique de l'écosystème à posidonie (sédiment, posidonie et oursin commun).

La contamination métallique de la posidonie et des oursins communs reflète celle du sédiment. En effet, la zone de Rais-Hamidou a été la plus contaminée par les ETM par rapport à celle d'Alger plage. Ceci a été confirmé par l'indice de contamination qui montre l'existence d'une pollution par le Plomb et le Zinc assez importante dans les sédiments de Rais Hamidou. La teneur en Plomb mesurée dans les rhizomes est alarmante comparée à d'autres études à l'échelle du bassin méditerranéen occidental. La forte contamination des oursins communs, espèce souvent consommée par nos citoyens, par le Mercure et le Plomb pose des problèmes assez sérieux pour la santé humaine.

En fin, nous pensons qu'il est nécessaire de réaliser une étude de la phénologie (le recouvrement, la densité des faisceaux annuels et la croissance des rhizomes) pour mieux évaluer l'impact de cette pollution. En plus, une étude lépidochronologique serait aussi fort importante pour le suivi temporel (utiliser *Posidonia oceanica* en tant que « traceur » de la contamination métallique passée : grand intérêt dans le cadre des programmes de

surveillance à long terme). Ainsi que l'élargissement de l'utilisation de cette espèce pour l'ensemble du bassin algérien (implantation d'un réseau de biosurveillance à l'échelle nationale).

La conservation des herbiers à posidonie par l'obligation d'une étude d'impact devrait accompagner toute demande de mise en place d'aménagements littoraux.

L'interdiction de la consommation des oursins après une validation de cette contamination métallique, pour la protection de la santé humaine, est aussi fort recommandée.

Remerciement

Nous tenons à remercier Melle LAMOUTI Souad ainsi que les deux clubs de plongés : RECIFS (Tamentfoust) et CRRH (Rais Hamidou) et toutes les personnes des laboratoires de l'ENSSMAL et de l'ONNED pour leur précieuse collaboration.

Références

1. Lesouef A., Belamie R., Montiel A. *J. Fr. Hydrol.* 10 (3) (1979) 165–172.
2. Kantin R., Pergent- Martini, C. *Ifremer publ.* (2007) 1–222.
3. Lafabrie, C. Thèse Doctorat écologie marine. Université de Cors, France. pp : 1–141, (2007).
4. Daby D. *Water, Air and soil pollution*, 174, (2006) 63–91.
5. Programme d'Aménagement Côtier Algérois (PAC). Protection des sites sensibles naturels marins du secteur Cap Djinet au Mont Chenoua Actions pilotes, plan d'action et recommandations, (2005).
6. Grimes, S. Plan de gestion de l'aire marine du Parc National d'El Kala (Wilaya d'El Tarf), pp : 135 + annexes, (2005).
7. Pergent G., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F. *Mésogée*, 54 (1995) 3-29.
8. UNEP/IAEA. (Draft) Reference Methods for Marine Pollution Studies, N°31, pp 1–13, UNEP (1985a).
9. UNEP/IAEA. (Draft) Reference Methods for Marine Pollution Studies, N°33, pp 1–13, UNEP (1985b).
10. UNEP/IAEA. (Draft) Reference Methods for Marine Pollution Studies, N°38, pp 1–10, UNEP (1986).
11. UNEP/IAEA. The performance study for Medpol: Determination of trace elements and methylmercury in estuarine sediment sample, (2001).
12. Boust D., Jouanneau, J.M., Latouche, C. *Bull. Inst.Géol. Bassin d'aquitain*, 30 (1981) 71–86.
13. Belamie R et Phelippot, S. Rap. 16, 1–8 (1982).
14. Tarmoul F. (2010). Mémoire d'ingénieur. ENSSMAL (ex. ISMAL). 78p+ annexes.
15. Soualili D., Dubois, P., Gosselin, P., Pernet, P., Guillou, M. *ICES Journal of Marine Science*, 65 (2008) 132–139.
16. Agence de Bassin Rhone-Mediterranee-Corse (ABRMC). *La pollution de la Saône : état de dégradation, influence des principaux apports, définition des priorités d'action*, (1984).
17. Aouameur D. Mémoire d'ingénieur d'état en halieutique. ISMAL. pp: 1–69 (1990).
18. Boudjellal B., Sellali, B., Benoud, D., Mallem, M.T. Workshop : Circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes des pays du Maghreb tenu à Rabat, Maroc, pp : 153–156, (1992).
19. Alzieu C., Abarnou, A., Bassoullet, A., Boutuer, B. Edition Ifremer. 223p, (1999).
20. Pergent G., Pergent-Martini, C. *Environmental Pollution*, 106 (1999) 3-37.
21. Pergent-Martini, C., Pergent, G., Fernandez, C., Ferrat L. *Publ., Ankara*, 1 (1999) 73-90.
22. Warnau M., Ledent, G., Temara, A., Bouquegneau, J.M., Jangoux, M., Dubois, P. *The Science of the Total Environment*, 171 (1995) 95–99.
23. Demnati, S., Chafi, A., Attarassi, B., Maamri, A., Haloui, B., Kharboua, M., Ramdani, M. *Actes Inst. Agron. Vet.*, 22 (2) (2002) 79–84.
24. Warnau M., Biondo R., Temara, A., Bouquegneau, J.M., Jangoux, M., Dubois, P. *Journal of Sea Research*, 39 (1998) 267–280.

(2015) ; <http://www.jmaterenvironsci.com>