

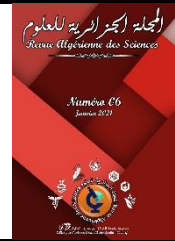


REVUE ALGERIENNE DES SCIENCES -A

Sciences de la Nature et de la Vie

Sciences techniques

ISSN : 2661-7064
<http://univ-eltarf.dz/fr/>



Bio-surveillance de la qualité des eaux des mares temporaires sur trois principales routes de la wilaya de Tiaret (Dahmouni, Sougueur, Mellakou) : Dosage des bioindicateurs végétaux

Chafaa Meriem^{1*}, Doukani Koula^{2,3}, Soudani Leila¹

¹ Laboratoire d'Agro-biotechnologie et de Nutrition en Zones Semi-arides, Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie, Université de Tiaret.

² Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie, Université de Tiaret.

³ Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale, Université Ibn Badis, Mostaganem.

Informations	Résumé
Mots clés : Mare temporaire, Métaux lourds, Végétaux aquatiques, Trafic routier, Bio-surveillance. *Correspondance : chafaa.meriem@yahoo.fr	Dans les écosystèmes aquatiques, les éléments traces métalliques peuvent s'accumuler dans les plantes à des concentrations supérieures à celles présentes dans l'eau. Ce travail vise à surveiller la qualité des eaux dans les mares temporaires sur les routes principales de la wilaya de Tiaret à l'aide des espèces semi-aquatiques : la renoncule d'eau (<i>Ranunculus fluitans</i>) et la spirogyre (<i>Spyrogyra link sp.</i>) comme des végétaux bioindicateurs de pollution. Les résultats obtenus montrent que les deux espèces récoltées ont accumulé différemment les métaux lourds (Cu, Pb et Zn) et même nous avons pu constater qu'il y a une forte contamination métallique dans ces trois mares temporaires, due principalement au trafic routier et leurs proximités aux terres agricoles. Il apparaît donc que les végétaux sentinelles bioindicateurs de la qualité des eaux peuvent constituer un dispositif complémentaire performant et économique pour surveiller en continu la contamination des eaux par les métaux lourds.

1. Introduction

Pollution, environnement, écologie, ces termes relativement récents de notre vocabulaire, font aujourd'hui grand bruit. Ils traduisent une réelle prise de conscience de notre société, toutes instances confondues, des risques et des dangers que le développement technologique fait courir au milieu naturel qui nous entoure, à notre cadre de vie, et, d'une façon plus générale, à notre planète terre. Depuis une cinquantaine d'années, les phénomènes de pollution ont pris une importance de plus en plus grande au plan environnemental sanitaire, économique et politique (Gérin, 2003).

Suite au développement des activités humaines, les sources potentielles de pollution des eaux ont augmenté au cours du siècle dernier (Danielpol et al., 2003). Les métaux lourds, en particulier le plomb, le zinc et le cuivre, constituent des sources importantes de pollution, et par conséquent, représentent des problèmes environnementaux majeurs. Ils peuvent migrer dans les eaux souterraines, s'accumuler dans la chaîne alimentaire et constituer une menace pour la santé humaine (Jourdan et al., 2005).

Parmi les principaux polluants issus des activités industrielles et agricoles, les métaux lourds (cuivre, plomb, chrome, cadmium, zinc, etc.) constituent en réalité un problème particulièrement préoccupant. Ces éléments non biodégradables, ont une écotoxicité très élevée et peuvent impliquer une variété de pathologies (lésions du système nerveux central, du foie, des reins, du cancer et des malformations embryonnaires) (Aschieri, 1999 ; Miquel, 2001).

Par conséquent, étudier la capacité de ces plantes résistantes à détoxifier, adsorber ou absorber les métaux lourds peut devenir un outil intéressant, non seulement pour estimer le risque de transfert potentiel de métaux lourds dans l'écosystème, ces plantes détoxifiantes peuvent être également utilisées comme un outil de réhabilitation des sites contaminés (Nouri et Haddioui, 2016).

De nos jours, la recherche se concentre sur les méthodes de surveillance biologique de l'impact des polluants rejetés par les sites d'enfouissement dans l'eau, le sol, l'atmosphère et les écosystèmes environnants. L'avantage d'utiliser des organismes vivants présente l'intérêt d'observer la vie sous ses différentes formes et permet de servir, dans les conditions de perturbation, de signal d'alarme afin de surveiller en permanence la qualité des milieux (Garrec, 2007).

Parmi les outils de surveillance, il existe principalement des indicateurs biologiques qui fournissent des informations sur la qualité globale de l'environnement, y compris l'indice biologique mondial normalisé (IBGN) ou l'indice diatomique (IBD) (Rouane-Hacene, 2013), et les végétaux bioindicateurs d'accumulation tels que les bryophytes et les algues (AH-peng, 2003; Ramade, 2007).

Par conséquent, le développement de la technologie des indicateurs biologiques a ouvert la voie à une méthode de surveillance écologique plus large qui intègre les impacts environnementaux à travers les organismes sentinelles (Ramade, 2007; Garrec et Van Haluwyn, 2002). En outre, l'analyse directe des polluants sur l'eau conduit parfois à des résultats incertains, de sorte que le coût est relativement élevé. Cependant, l'analyse de ces mêmes polluants au moyen de bioindicateurs d'accumulation peut fournir des informations plus pertinentes à un coût avantageux (Garrec, 2007).

L'objectif de travail contribue à la bio-surveillance de la qualité des eaux des mares temporaires sur trois principales routes de la wilaya de Tiaret, d'une part, et d'autre part, l'évaluation de la contamination métallique de ces eaux par des indicateurs biologiques : la renoncule flottante (*Ranunculus fluitans*) et la spirogyre (*Spirogyra link sp.*).

2. Matériels et méthodes

2.1. Choix des stations

Les placettes ont été choisies selon l'échantillonnage subjectif tout au long de trois routes principales (Dahmouni, Sougueur et Mellakou) (Fig.1), dont on a choisi les échantillons qui nous paraissaient les plus représentatifs et suffisamment homogènes d'après nos expériences.

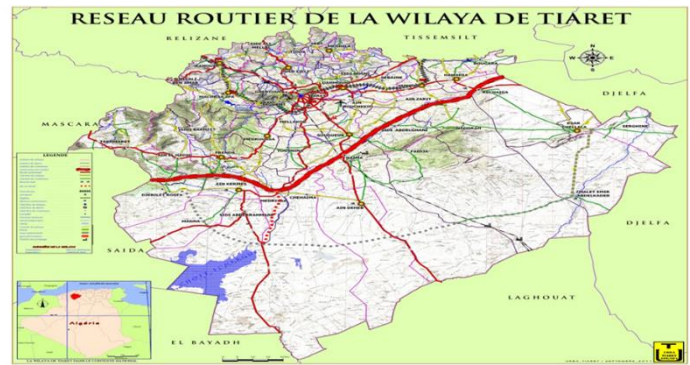


Fig. 1 : Réseau routier de la wilaya de Tiaret

Des informations générales sur ces mares ont été prises en considération, à savoir la distance de la mare par rapport à la route, une estimation de la longueur et la largeur de chacun de ces points d'eau et le nombre d'espèces présentes dans ces sites.

Donc chacune de ces mares présente des caractéristiques spécifiques, la longueur, la largeur, la distance par rapport à la route et la végétation.

- Mares de la route TIARET-DAHMOUNI (04 mares).
- Mares de la route TIARET-SOUGUEUR (04 mares).
- Mares de la route TIARET-MELLAKOU (04 mares).

2.2. Choix du matériel végétal

Dans cette étude expérimentale, deux plantes semi-aquatiques : la renoncule flottante (Fig.2), et la spirogyre (Fig.3), ont été prélevées au niveau de 12 placettes différentes sur les trois routes principales de la wilaya de Tiaret, à savoir 4 mares temporaires dans la route qui relie la ville de Tiaret à Dahmouni, 4 dans la route qui relie Tiaret à Sougueur et 4 dans la route qui relie la ville de Tiaret à Mellakou. Ces deux plantes sont utilisées pour surveiller la qualité des eaux, leur choix s'est porté sur la base de leurs capacités d'accumulation des métaux lourds et leur pouvoir à supporter la pollution de ces eaux temporaires.



Fig. 2 : *Ranunculus fluitans*



Fig. 3 : *Spyrogyra link sp.*

Les échantillons recueillis ont été placés dans des sacs en plastique, et à leur arrivée au laboratoire, ces espèces ont été rincées à l'eau distillée puis séchées et broyées suivant le protocole défini par CERTU (2004).

2.3. Choix des métaux lourds

Notre étude a porté en particulier sur le plomb, le zinc et le cuivre pour les raisons suivantes :

- Ses origines sont essentiellement anthropiques plus particulièrement le trafic routier.
- Ils représentent un réel danger pour la santé publique (leur forte toxicité).
- Leur capacité de bioaccumulation et de bioamplification.

Le dosage du plomb, zinc et cuivre était réalisé par spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme « Perkin Elmer, Instrument Analyst 300, Atomic Adsorption spectrometer, Lamp : cathodique HCl ».

2.4. Traitement statistique

Le traitement statistique des données a été effectué par logiciel Statistica version 8.0, au cours de ce traitement, une statistique descriptive a été faite pour estimer la variabilité des teneurs en cuivre, zinc et plomb dans les différents échantillons.

3. Résultats et discussion

3.1. Teneurs en éléments traces métalliques (Pb, Cu et Zn) dans les échantillons

• Mares de Dahmouni

Le tableau 01 récapitule les différentes concentrations des éléments absorbés par *Ranunculus fluitans* et *Spyrogyra link sp.* ainsi que la concentration des métaux lourds dans les eaux de ces marres.

Tableau 1: Statistique descriptive des concentrations du Pb, Zn, Cu dans les plantes aquatiques et dans l'eau des marres

	Moyenn e	Minimu m	Maximu m	Ecart type
RF (Pb)	2787.50	229.11	7800.22	3379.93
RF (Cu)	1405.01	170.20	4500.12	2070.85
RF (Zn)	6012.50	120.01	8750.18	4676.42
SP(Pb)	200.03	283.35	3220.33	998.14
SP(Zn)	1250.10	257.19	2279.69	1569.25
SP(Cu)	102.12	87.21	862.58	796.56
EM(Pb)	4203.04	103.14	8105.45	1896.33
EM(Zn)	8183.23	78.58	9583.96	2598.35
EM(Cu)	1842.08	22.12	1322.88	956.32

RF : Renoncule aquatique SP : Spirogyre EM : Eau de la mare

L'examen du tableau 01, nous permet de constater une forte concentration du zinc accumulée par la renoncule flottante avec une moyenne de 6012.50mg/l, suivie par une concentration moyennement élevée du plomb et qui est de l'ordre 2787.50mg/l.

L'accumulation du cuivre a enregistré une valeur de 1405.01mg/l. Toutes ces différentes valeurs ont dépassé largement les normes fixées par la FAO (2003) : 0.2mg/l pour le cuivre et 2mg/l pour le zinc.

Par contre les valeurs enregistrées dans la spirogyre sont de l'ordre de : 1250.10mg/l pour le zinc, alors que le plomb et le cuivre présentent respectivement les valeurs 200.03mg/l et 102.12mg/l.

La contamination de l'eau de la mare a enregistré des valeurs proportionnellement augmentées dont les moyennes sont de l'ordre de 4203.04mg/l, 8183.23mg/l et 1842.08mg/l pour le plomb, zinc et cuivre respectivement.

Nous avons distingué une variabilité des concentrations de trois éléments dans les deux plantes examinées, nous remarquons que les deux plantes ont accumulé le zinc plus que le plomb et le cuivre, ainsi pour l'eau de ces mares de la route de Dahmouni.

Les concentrations observées dans les deux plantes sont en corrélation avec celles observées dans les eaux des mares de la route de Dahmouni.

• Mares de Sougueur

Les résultats trouvés sont illustrés dans le tableau 02.

Tableau 2 : Statistique descriptive des concentrations du Pb, Zn, Cu dans les plantes aquatiques et dans l'eau

	Moyenn e	Minimu m	Maximu m	Ecart type
RF (Pb)	662.50	65.021	1650.23	904.96
RF (Cu)	349.85	38.89	550.08	407.82
RF (Zn)	762.50	120.45	920.42	256.17
SP(Pb)	1200.28	200.00	1520.01	985.15
SP(Zn)	1250.08	105.25	1750.09	802.58
SP(Cu)	1020.48	108.02	1985.58	1069.45
EM(Pb)	2413.25	401.07	3018.58	818.26
EM(Zn)	4041.75	240.08	4499.15	1545.47
EM(Cu)	1182.08	180.56	1986.85	708.13

RF : Renoncule aquatique SP : Spirogyre EM : Eau de la mare

Nous observons par l'analyse du tableau 02, une forte augmentation de la contamination métallique dans la spirogyre, surtout par le zinc qui a enregistré une valeur de 1250.08mg/l, alors que la renoncule flottante a accumulé une concentration de 762.50mg/l.

On constate une variation d'accumulation largement grande du zinc entre les deux espèces, alors que la concentration de cet élément dans l'eau des mares de Sougueur enregistre une valeur de 4041.75mg/l.

D'après le même tableau, nous observons une accumulation plus importante du Pb par la spirogyre et qui est de l'ordre de 1200.28mg/l, par contre la renoncule flottante a enregistré une moyenne de 662.50mg/l, alors que l'eau des mares enregistre une moyenne de 2413.25mg/l.

Donc, dans les mêmes mares et dans les mêmes conditions écologiques, les deux espèces ont accumulé des éléments différents à des concentrations largement variables.

Les valeurs en cuivre enregistrées dans la renoncule flottante, la spirogyre et dans l'eau sont en moyennes de 349.85mg/l, 1020.48mg/l et de 1182.08mg/l respectivement.

• Mares de Mellakou

Le tableau 03, représente les différentes moyennes d'accumulation des éléments traces métalliques dans les deux espèces et dans l'eau des mares de la route de Mellakou.

Les résultats ont montré qu'il y a une augmentation importante d'accumulation des différents éléments dans les deux espèces et dans l'eau de ces mares.

Tableau 03: Statistique descriptive des concentrations du Pb, Zn, Cu dans les plantes aquatiques et dans l'eau.

	Moyenn e	Minimu m	Maximu m	Ecart type
RF (Pb)	1383.33	105.25	1468.89	797.45
RF (Cu)	650.98	59.26	748.52	355.08
RF (Zn)	1547.09	300.05	1800.98	754.98
SP(Pb)	1850.45	255.02	2109.69	876.955
SP(Zn)	1426.26	201.089	1689.98	820.87
SP(Cu)	816.66	105.12	1450.89	498.89

EM(Pb)	2138.33	550.00	2821.58	1047.45
EM(Zn)	3146.77	300.23	3405.66	1754.98
EM(Cu)	1658.65	102.06	1858.92	954.08

RF : Renoncule aquatique SP : Spirogyre EM : Eau de la mare

On remarque une variabilité de la concentration du plomb dans tous les échantillons examinés ; l'eau des mares présente une concentration en (Pb) de 2138.33mg/l, la spirogyre enregistre une teneur élevée de l'ordre de 1850.45 mg/l par rapport à la renoncule flottante qui enregistre une valeur de 1383.33 mg/l.

Nous constatons également que les teneurs enregistrées en (Zn) présentes une forte variabilité comparativement aux teneurs enregistrées en (Cu). La spirogyre a enregistré une valeur très importante du zinc et qui est de l'ordre de 1426.26 mg/l, par contre la renoncule a enregistré une moyenne de 1547.09 mg/l alors que la valeur présente dans l'eau des mares était 3146.77 mg/l. Ainsi les valeurs enregistrées du cuivre dans les deux plantes ; la spirogyre et la renoncule flottante représentent respectivement 816.66mg/l et 650.98 mg/l accumulées directement des eaux de mare qui était de 1658.65 mg/l.

Cette étude pourrait nous indiquer une forte contamination de ces eaux stagnantes par ces métaux toxiques. Cette pollution est due à l'intensité du trafic automobile ainsi que les champs d'épandage à proximité de ces marres.

Cauchi *et al.* (1996), signalent que les métaux lourds généralement trouvés dans les eaux sont le plomb, le cuivre, le zinc, le cadmium et le fer. Ces micropolluants inorganiques sont issus des eaux domestiques ou des eaux industrielles, ainsi que le trafic routier émettent de fines particules métalliques dans l'atmosphère essentiellement dans les zones urbaines (Azimi *et al.*, 2005), qui se déposent sur les sols et cependant peuvent atteindre les mares temporaires par ruissellement au cours des événements pluvieux (Gomair *et al.*, 2001).

A cet effet, Lepp (1981) déclare que l'absorption des différents métaux lourds se fait par les poils racinaires. Juste (1970) a montré que le zinc (Zn) et le cuivre (Cu) sont facilement absorbés par les racines, ce qui explique leur taux élevé dans les deux plantes, alors que le plomb (Pb) pénètre difficilement même à des concentrations plus faibles.

De nombreux travaux ont mis en évidence les propriétés accumulatrices des plantes aquatiques pour les éléments traces métalliques : plomb, manganèse, cadmium, chrome et zinc (Burton, 1979 ; Say *et al.*, 1981), cuivre, cobalt, nickel et baryum (Wehr et Whitton, 1983). D'autres études ont montré la corrélation entre ces concentrations en éléments dans les eaux et les concentrations en métaux

mesurées dans ce type de plantes (Goncalves et al., 1994).

Des études ont mis en évidence que certains végétaux aquatiques accumulaient les éléments métalliques à de très fortes concentrations à proximité de sites miniers (Burtons et Peterson, 1979), cette propriété de bioaccumulation a suggéré l'utilisation des bryophytes aquatiques (AH-Peng, 2003) et les lentilles d'eau (Saint-Maxent, 2002) pour la surveillance des métaux traces dans l'eau, ces organismes permettent d'obtenir une évolution globale de la qualité environnementale du milieu. La spirogyre et la renoncule flottante résistent à la toxicité de certains polluants et les accumulent dans leurs tissus ce qui en font de bon bio-indicateurs.

Des études ont montré que la teneur des métaux lourds dans les algues vertes dépend de l'âge de celles-ci. En effet, Kaimoussi et al. (1994), ont noté que les teneurs des métaux (Al, Co, Fe, Mn, Ni et Zn) dans les thalles les plus âgés dépassent celles des thalles en croissance (cas de *Fucus vesiculosus*).

Barnett et Ashcroft (1985) ont enregistré une augmentation de la teneur de Fe, Mn, Ni, Zn et Pb dans les thalles principaux, par comparaison à ceux en développement. Ils suggèrent que cette différence d'accumulation des métaux est due au nombre de sites de fixation, étant donné qu'au fur et à mesure que le thalle se développe, le nombre de site augmente.

Une étude a révélé clairement que spirogyra était en mesure d'éliminer 40% de zinc au bout de 28 jours lorsqu'elle est utilisée dans l'assainissement de l'eau contaminée par ce dernier qui se traduit par une forte accumulation dans ses cellules (Rajful et al., 2011).

4. Conclusion

Les préoccupations liées à la santé et à l'environnement sont croissantes dans un pays comme l'Algérie. Le développement des programmes de bio-surveillance demeure nécessaire pour compléter les outils de veille sanitaire. Ces outils de bio-surveillance sont, en effet, devenus indispensables pour orienter la politique publique en matière de gestion des risques sur l'environnement.

Les algues et les plantes aquatiques peuvent constituer des réseaux d'espaces végétaux bio-indicatrices de la pollution de l'eau, dont l'utilisation se révèle être une méthode particulièrement simple, souple, économique et performante pour établir dans l'espace et dans le temps le degré de la pollution.

L'identification de la pollution au sein d'organismes sensibles permet également de détecter la

contamination de l'eau avant que celle-ci n'affecte sévèrement le biotope marin et la santé humaine.

Références :

- [1]. AH-peng, C. (2003). Mise au point d'un outil diagnostique basé sur l'utilisation de la mousse aquatique *Fontinalis antipyretica* en culture pour l'estimation de la qualité des cours d'eau. Thèse de doctorat, Université de Lille II, France. 187 p.
- [2]. Aschieri, A. (1999). Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport N° 2979, Assemblée Nationale. N° 261 du Sénat. 289p.
- [3]. Azimi, S., Rocher, V., Muller, M., Moilleron, R., Thevenot, D.R. (2005). Sources de distribution et variabilité des hydrocarbures et des métaux dans les dépôts atmosphériques dans la zone urbaine de Paris. *Science of the Total Environment*. 337 (1-3): 223-239.
- [4]. Barnett B.E., Ashcroft C.R. (1985). Heavy metals in *Fucus vesiculosus* in the Humber estuary. *Environ Pollut Ser.* 9 : 193-213.
- [5]. Burton, M.A.S., Peterson, P.J. (1979). Metal accumulation by aquatic bryophytes from polluted mine streams. *Environmental Pollution*. 19 (1): 39-46.
- [6]. Cauchi, H et al., (1996). La réutilisation des eaux usées après épuration. *Techniques, Sciences et Méthodes*. 2 (47) : 81-118.
- [7]. CERTU. 2004. Comparaison de méthodes d'analyse des Éléments Traces Métalliques ETM et des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques HAP sur les sols et les végétaux. *Environnement / Eau et sols*. N° 01 80 00695.103p.
- [8]. Danielopol, D., Griebler, C., Gunatilaka, A., Notenboom, J. (2003). Present state and future prospect for groundwater ecosystems. *Environmental Conservation*. 30 (2) : 0-27.
- [9]. FAO. (2003). L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. 73p.
- [10]. Garrec, J.P. (2007). bio-surveillance végétale de la pollution de l'air et de l'eau. Base documentaire. *Technique de l'ingénieur*. 62 p.
- [11]. Garrec, J.P., Van Haluwyn, C. (2002). Bio surveillance végétale de la qualité de l'air. Concepts, méthodes et applications. Ed. Tec & Doc, Paris, France. 118 p.
- [12]. Gérin, M. et al., (2003). *Environnement et santé publique, fondements et pratiques*. Ed. Tec & Doc, Québec, Canada. 1062 p.
- [13]. Goncalves, E., Soares, H., Boaventura, R., Machado, A., Dasilva, J. (1994). Seasonal variations of heavy metals in sediments and aquatic mosses from the Cavado river basin (Portugal). *The Science of the Total Environment*. 142 (3): 143-156.
- [14]. Jourdan, B., Piantone, P., Lerouge, C., Guyonnet, D. (2005). Atténuation des métaux à l'aval de sites de stockage de déchets. *Synthèse bibliographique*. 110 p.
- [15]. Juste, C. (1970). Actions toxiques des oligo-éléments. *Science Agro*. 21 (6) : 549-571.
- [16]. Kaimoussi, A., Mouzdahir A., Saih A. (2004). Variations saisonnières des teneurs en métaux (Cd, Cu, Fe, Mn et Zn) chez

- l'algue *Ulvalactuca* prélevée au niveau du littoral de la ville d'El Jadida (Maroc). *Plant biology and pathology*. 327 : 361-369.
- [17]. Lepp, N.W. (1981). Effect of heavy metal pollution on plant, effects of trace metal on plant function. Applied science publishers, London and New Jersey. 352p.
- [18]. Miquel, M.G. (2001). Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport N° 2979, Assemblée Nationale, N° 261 Sénat. 365p.
- [19]. Nouri, M., Haddioui, A. (2016). Les techniques de dépollution des sols contaminés par les métaux lourds: une revue (The remediation techniques of heavy metals contaminated soils. *Maghr. J. Pure & Appl. Sci.* 2 (2) : 47- 58.
- [20]. Rajfur, M., Klos, A., Waclawek, M. (2011). L'utilisation des algues dans l'évaluation de la grande pollution Turawa Lake (Pologne). *Environ. Sci. Santé*. 46 : 1401-1408.
- [21]. Ramade, F. (2007). Introduction à l'écotoxicologie. Fondements et applications. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, France. 618 p.