EFFET DE LA BIOACCUMULATION SUR LA QUALITE DES EAUX D'IRRIGATION DE LA REGION DE OUARGLA

DJAGHOUBI A.[1], HADJ SAID S.[1], DADDI BOUHOUN M.[2]

[1]*Univ.Oaurgla, Lab. Les réservoirs souterrains pétroliers, gaziers et aquifères.B.P 511 Ouargla 30 000, Algérie.*
[2]*Univ.Oaurgla, Lab. Protection des écosystèmes des zones arides et semi arides.B.P 511 Ouargla 30 000, Algérie*
dja_af@live.fr

Résumé : La qualité des eaux d'irrigation par leur composition peut avoir une influence sur la salinité du sol et sur les cultures. Le problème de la qualité des eaux à Ouargla s'impose car les réserves d'eau existantes sont dans l'ensemble de mauvaise qualité. L'intégration de ces eaux avec les micro-algues est apparue comme une solution dans une optique de durabilité environnementale qui s'impose pour répondre aux normes environnementales en constante évolution. Dans cette recherche, le travail mené a pour objectif de présenter la possibilité d'utilisation des micro-algues, soit la Spiruline, dans l'amélioration de la qualité des eaux d'irrigation à Ouargla. L'étude de l'effet de la bioaccumulation chez l'algue Spiruline sur la qualité des eaux d'irrigation a permis de montrer la faisabilité de l'utilisation de cette espèce pour la bioaccumulation et la réduction minérale. Cette étude pourrait proposer une démarche intégrée dans la mise en place d'un procédé de traitement et d'amélioration de la qualité des eaux à Ouargla par la culture des micro-algues.

Mots clés : Bioaccumulation , eaux , qualité , Spiruline , Ouargla

تأثير التراكم الأحيائي على نوعية مياه الري في منطقة ورقلة

ملخص: نوعية مياه الري من حيث التركيب يمكن أن يكون لها تأثير على ملوحة التربة والمحاصيل. نوعية المياه في ورقلة هي مشكل أساسي مطروح لأن احتياطيات المياه الموجودة عموما هي ذات نوعية رديئة. وقد برز دمج هذه المياه مع الطحالب كحل بهدف تحقيق الاستدامة البيئية وهو ما يلزم لتلبية المعايير البيئية المتغيرة باستمرار. في هذا البحث، يهدف العمل المضطلع به إلى عرض إمكانية استخدام الطحالب الدقيقة، سبيرولينا، في معالجة المياه في ورقلة. إن دراسة تأثير التراكم الأحيائي في الطحالب سبيرولينا على نوعية مياه الري أظهرت صلاحية استخدامها في التراكم الأحيائي وفي تخفيض المعادن. هذه الدراسة تقترح نهجا متكاملا لانشاء عملية معالجة وتحسين نوعية المياه في الصحراء من خلال زرع الطحالب الدقيقة.

كلمات دالة : التراكم الأحيائي, مياه, نوعية, سبيرولينا, ورقلة.

1. INTRODUCTION

Les terres arides et semi arides représentent un tiers de la surface du globe. Dans ces zones, la salinité des sols et des eaux d'irrigation est l'un des facteurs limitatifs de la productivité végétale et du rendement agricole [1]. Cette salinité résulte de la forte évaporation de l'eau à partir du sol et d'une irrégulière et insuffisante pluviométrie. Ce facteur provient aussi de l'irrigation le plus souvent mal contrôlée [2, 3]. Le problème de la salinité commence à prendre de l'ampleur dans les périmètres irrigués, en particulier ceux des régions arides et présahariennes [4, 5]. L'utilisation de divers types d'eau pour l'irrigation et la capacité de prédire les problèmes qui peuvent survenir au cours de leur utilisation, a invoqué la nécessité de créer un système de classification de la qualité de l'eau qui devrait être complètement différent des systèmes utilisés à des fins industrielles, sanitaires et autres. Deux facteurs opposés doivent être pris en compte pour classifier les eaux d'irrigation ; la concentration de sels, estimée conventionnellement par la conductivité électrique (CE), et le risque de sodium, tel que reflété dans le rapport d'adsorption de sodium (SAR) [6].

L'agriculture, de façon générale, est une grande consommatrice d'eau. Il nous a donc paru intéressant de faire le point sur la qualité des eaux utilisées pour l'irrigation. Les eaux souterraines de la zone d'étude qui sont largement utilisées pour l'irrigation, caractérisées par

une minéralisation totale excessive, certains des réservoirs sont fortement salées à excessivement salées [7, 8, 9]. Une eau de mauvaise qualité peut causer de graves dommages à long terme au sol et ruiner les récoltes. Il est possible de gérer de l'eau de mauvaise qualité avec des traitements chimiques et biologiques. L'utilisation des molécules comme un adsorbant pour accumuler les minéraux des eaux est entreprise depuis une soixantaine d'années [10, 11, 12, 13]. Bien que la bioaccumulation par la biomasse microalgale a attiré l'attention des chercheurs comme l'indiquent les centaines de publications [14, 15, 16]. Ces biomatériaux peu coûteux, appelés biosorbants, exigent que le substrat présente une absorption et une sélectivité élevées des minéraux, ainsi que des propriétés mécaniques appropriées [17, 18, 19].

La principale raison de mener cette recherche était de montrer la sélectivité de la bioaccumulation chez la microalgue *Spiruline*. Tandis que le principal objectif est de réduire la minéralisation totale des eaux d'irrigation.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1 Zone d'étude

La cuvette de Ouargla est située dans le Sud-est algérien. Le paysage du sol de cette dépression est dominé principalement par le caractère salin [4] et engorgé d'eau provenant des eaux d'irrigation excédentaires et usées [20]. La zone d'étude est choisie à cause de la surexploitation des eaux d'irrigation qui sont chargées et peuvent avoir une influence sur la salinité du sol et sur les cultures.

2.2 Approche méthodologique

Notre approche méthodologique vise à vérifier l'effet de la bioaccumulation algale sur la qualité des eaux d'irrigation testées des nappes de Sénonien et du Miopliocène. L'efficacité de la spiruline sur la réduction minérale par l'évolution de la conductivité électrique a été criblée, et l'évolution du SAR pourrait être estimée.

2.2.1 Prélèvement des eaux souterraines

Les échantillons d'eau ont été prélevés à partir des forages situés au sein de l'exploitation de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de Ouargla. L'un d'un forage de la nappe du Sénonien, situé après le secteur A, au nord-est du secteur B1, et l'autre d'un forage de la nappe Miopliocène situé au nord-est du secteur A1 [21]. Ces eaux prélevées étaient échantillonnées dans des bouteilles en plastique.

2.2.2 Milieu et conditions de culture

Des micro-algues, Spiruline, provenant de l'exploitation de l'université de Ouargla (ex ITAS) ont été utilisées dans cette étude. Afin d'obtenir les quantités nécessaires pour l'inoculation, la spiruline a été cultivée dans un bioréacteur (volume de travail 8 L) à 30 ° C avec un milieu liquide préconisé [22] sous illumination et barbotage d'air pendant 3 semaines.

L'expérimentation exposée en triplicat pendant cinq jours dans des bouteilles en plastique sont ensemencées avec un volume 1/10 (v/v%) de l'inoculum, et installées dans un agitateur-incubateur.

2.2.3 Évaluation de la qualité des eaux

Pour évaluer la qualité des eaux en vue d'un usage agricole, la bioaccumulation des minéraux a été estimée par l'évolution de la conductivité électrique (CE) et du taux d'adsorption de sodium SAR. Le SAR est utilisé pour prédire le potentiel d'accumulation du sodium dans le sol qui confère une instabilité aux agrégats du sol et dont la perturbation est suivie par la dispersion des particules d'argile entraînant le colmatage des pores du sol. Ce

taux représente le taux de sodium adsorbable par rapport aux cations de calcium et de magnésium selon l'équation suivante [23] :

$$SAR = Na^{+} / \sqrt{(Ca^{++} + Mg^{++})/2}$$

Le sodium est dosé par photométrie d'émission de flamme, tandis que le calcium et le magnésium sont dosés par la méthode titrimétrique à l'EDTA [24].

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Évaluation de la conductivité électrique

Il est nécessaire d'exprimer la concentration totale des sels dissous dans les eaux d'irrigation en termes de conductivité électrique de l'eau à des fins de diagnostic et de classification.

Les microalgues utilisent les minéraux des eaux comme des nutriments et leurs assimilation, similaire à d'autres 222polluants, se produit en deux phases : une phase initiale rapide (absorption passive), à la surface de la biomasse, suivie par un processus beaucoup plus lent (absorption actif) [25]. La tendance à la diminution de la conductivité électrique au cours d'expérimentation témoigne d'une augmentation du taux de la bioaccumulation des minéraux par l'algue en fonction du temps de traitement comme indiqué sur Figure 1 avec un taux de réduction maximal de la conductivité de 19,84% et 14,34% pour les eaux de Sénonien et de Miopliocène respectivement dans un temps de contact de 5 jours.

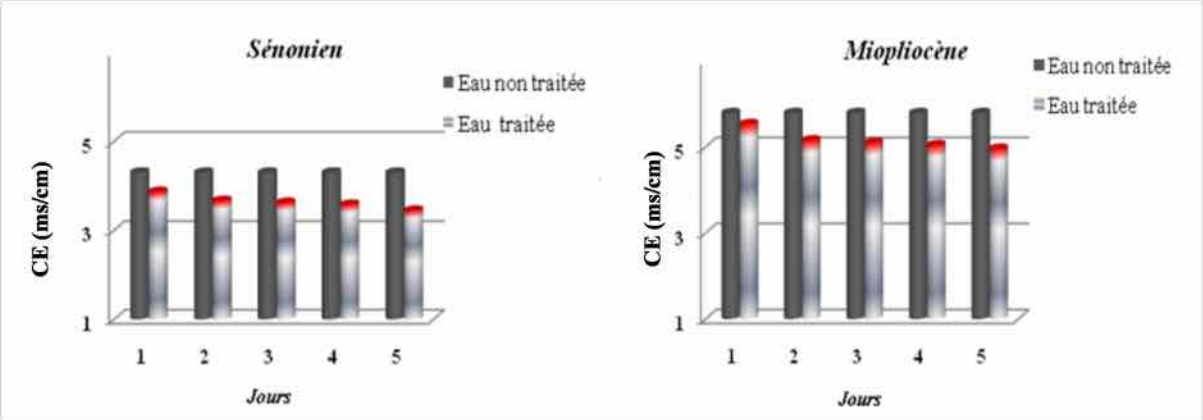

Figure 1. Conductivité électrique des eaux étudiées en fonction du temps de traitement

De façon générale, la bioaccumulation augmente lorsque le temps de contact augmente. Toutefois, on a enregistré une valeur de CE pour les eaux de Sénonien traitées de l'ordre de 3,87±0,05 et de 3,45±0,02 $ms.cm^{-1}$ avec un temps de contact de 1 jour et de 5 jours respectivement. Cependant, pour les eaux de Miopliocène, la valeur de la CE a été de l'ordre de 5,53±0,19 et de 4,96±0,02 $ms.cm^{-1}$ avec un temps de contact de 1 jour et de 5 jours respectivement.

3.2 Évaluation de SAR

La bioaccumulation minérale sur les deux milieux étudiés ne suit pas le même profil. De plus, comme indiqué sur Figure 2, les résultats du SAR qui reflètent le taux d'absorption des minéraux Ca^{++}, Mg^{++} Na^{+} sont nettement différents entre les deux types.

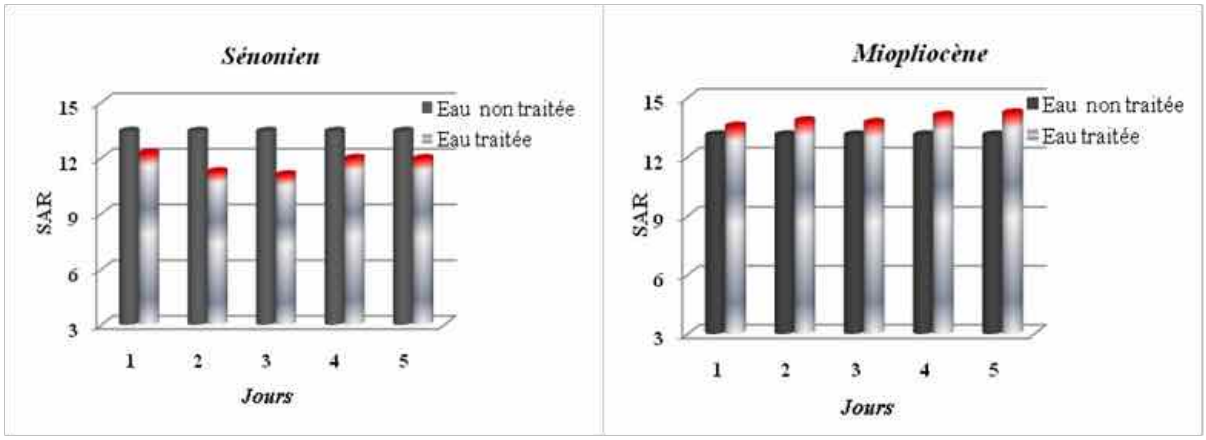

Figure 2. SAR des eaux étudiées en fonction de temps de traitement

Le processus de la bioaccumulation par l'algue *Spiruline* n'est pas soumis à la même vitesse ; la diminution du SAR en fonction du temps de traitement dans les eaux du Sénonien témoigne d'une vitesse d'absorption cationique relativement identique. Tandis que l'augmentation du SAR au cours du temps dans les eaux du Miopliocène est liée étroitement à la bioaccumulation lente du sodium par rapport à la bioaccumulation rapide du calcium et du magnésium. Toutefois, l'absorption de certains minéraux tels que le sodium a diminué avec l'augmentation des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} [26]; c'est le cas des eaux du Miopliocène si on les compare aux eaux du Sénonien moins chargées. Bien que les résultats de SAR après traitement varient considérablement, toutes les valeurs se situent dans des limites acceptables pour l'eau destinée à l'irrigation d'après la classification de Richard (1954) [22].

Néanmoins, le SAR n'intervient pas dans l'expression du taux de la réduction minérale mais il pourrait exprimer la sélectivité de la bioaccumulation cationique chez les microalgues et la compétition entre les minéraux.

4. CONCLUSION

La qualité de l'eau d'irrigation doit être évaluée pour éviter ou, au moins, minimiser les impacts sur l'agriculture. Chaque situation est unique et il n'existe pas une solution globale simple. Dans notre cas, l'utilisation de l'algue *Spiruline* paraît appropriée pour réduire le taux de la minéralisation totale. Toutefois, les eaux d'irrigation ne suivent pas le même profil de réduction minérale qui est liée à la spéciation de processus de la bioaccumulation soit en équilibre ou bien en sélectivité. Cette spéciation pourrait expliquer l'augmentation du SAR dans les eaux du Miopliocène. Dans des recherches futures, il nous a donc paru intéressant de faire le point sur la physicochimie du milieu testé et sur l'interaction des minéraux entre eux.

REFERENCES

[1] Dubost D., 1992.- Aridité, agriculture et développement: cas des oasis algériennes. Sécheresse, 3: 85-96.

[2] Daddi Bouhoun M., Brinis L., Saker M.L, Ould El Hadj M.D, Côte M., Rabier J., 2008.- Impact du drainage sur la dégradation des sols et des palmeraies : cas de l'oasis de Ouargla (Sud Est Algérien). Bulletin du GFHN, 54 : 193-194.

[3] Khadraoui A., 2007.- Eau et impact environnemental dans le Sahara Algérien. Ed. O.N.M., Ouargla, 299 p.

[4] Hamdi-Aïssa B., Valles V., Aventurier A., Ribolzi O., 2004.- Soils and Brine Geochemistry and Mineralogy of Hyperarid Desert Playa, Ouargla Basin, Algerian Sahara. Arid Land Research and Management, 18: 103-126.

[5] Saker M.L., DaddiBouhoun M., 2007.- Ressources naturelles sahariennes, gestion et impact sur le développement. Annales de la faculté des sciences et science de l'ingénieur, 1., 2: 58-62.
[6] Tanji K.K., 1990.- Agricultural Salinity Assessment and Management, Manuals and Reports on Engineering Practice. American Society of Civil Engineers (Eds), 619p.
[7] Achour S., 1990.- La qualité des eaux du Sahara septentrional en Algérie- Etude de l'excès en fluor, Tribune de l'eau. Bulletin Cebedeau, 42., 542 : 53-57.
[8] Nezli I. E., Achour S., Hamdi-Aïssa B., 2009.- Approche hydrogeochimique à l'étude de la fluoration des eaux de la nappe du complexe terminal de la basse vallée de l'Oued M'ya (Ouargla). Courrier du Savoir, 9: 57-62.
[9] Benaissa A., Bissati S., 2017.- Evaluation de la qualite des eaux des forages albien et miopliocene de la zone de Hassi Ben Abdellah- wilaya de ouargla. Revue des bioressources, 7., 1: 107-112.
[10] Giles C.H., Mac Evan T.H., Nakhwa S.N., Smith D., 1960.- Studies in adsorption. Part XI: A system of classification of solution adsorption isotherms, and its use in diagnosis of adsorption mechanisms and in measurement of specific surface areas of solids. Journal of the Chemical Society, 10: 3973-3993.
[11] Kovanda F., Kovacsova E., Kolousek D., 1999.- Removal of anions from solution by calcinedhydrotalcite and regeneration of used sorbent in repeated calcination-rehydration-anion exchange. Collect Czech Chem. Commun, 64 : 1517-1528.
[12] Forano C., 2004.- Environmental Remediation Involving Layered Double Hydroxides, In: F. Wypych, K.G. Satynarayana (Eds.), Clay Surfaces. Fundamentals and Applications. Elsevier, New York, p438-439.
[13] Luo X., Lei X., Cai N., Xie X., Xue Y., Yu F., 2016.- Removal of Heavy Metal Ions from Water by Magnetic Cellulose-Based Beads with Embedded Chemically Modified Magnetite Nanoparticles and Activated Carbon. ACS Sustainable Chem Eng, 4., 7: 3960-3969.
[14] Volesky B., 1990.- Biosorption of Heavy Metals. CRC Press (Eds),Canada, 408 p.
[15] Schiewer S., Volesky B.,2000. Biosorption by marine algae, In: Valdes JJ (Eds), Remediation. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, p139–69.
[16] Davis T.A, Volesky B, Mucci., 2003.- A review of the biochemistry of heavy metal biosorptionby brown algae.Water Research, 37: 4311–4330.
[17] Fourest E., Roux JC., 1992.- Heavy metal biosorption by fungal mycelial by products: mechanisms and influence of pH. Appl Microbiol Biotechnol, 37: 399-403.
[18] Danesi E.D.G., Rangel-Yagui C.O., Carvalho J.C.M,. Sato S., 2004.- Effect of reducing the light intensity on the growth and production of chlorophyll by *Spirulina platensis*. Biomass and Bioenergy, 26., 4: 329-335.
[19] Al-Homaidan A.A., Alabdullatif J.A., Al-Hazzani A.A., Al-Ghanayem A.A., Alabbad A.F., 2015.- Adsorptive removal of cadmium ions by *Spirulina platensis* dry biomass . Saudi Journal of Biological Sciences, 22 :795–800.
[20] Idder T., 2007.- Le problème des excédents hydriques à Ouargla : situation actuelle et perspectives d'amélioration. Sécheresse,18: 161-167.
[21] UKMO., 2013.- Rapport d'activité sur l'exploitation agricole de l'université de Ouargla. Publication de l'université de Ouargla, 26p.
[22] Djaghoubi A., Daddi Bouhoun M., Hadj Said S., Seggai A., Sobti S., Hamdi Aissa B., 2015.- Growth and Nitrogen Removal as Protein Content from Tertiary Municipal Wastewater in Ouargla. Procedia Energy, 74: 1402-1409.
[23] Richards L.A., 1954.- Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Richards L.A (Eds), Agriculture Handbook; 60, Washington D.C, 159p.

[24] Gavrilescu M., 2004.- Removal of heavy metals from the environment by biosorption. Eng Life Sci, 4: 219–232.
[25] Rodier J., Legube B., Merlet N., 2009.- L'Analyse de l'Eau. Dunod 9ème édition. Paris, 1579p.
[26] Nagase H., Inthron.D, Isaji, Y. Oda A., Hirata K,. Miyamoto K., 1997.- Selective cadmium removal from hard water using NaOH-treated cells of the cyanobacterium *Tolypothrix tenuis*. Journal of Fermentation and Bioengineering, 84: 151-154.