

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE TRAITEMENT DES EAUX PAR L'ALGUE *CHLORELLA PYRENOIDOSA*

Souad ZIGHMI^{1,2,*}, Segni LADJEL³, Mohamed Bilal GOUDJIL³, Salah Eddine
BENCHEIKH³ et Sofiane SAGGAI¹

¹Univ Ouargla, Fac. Applied Sciences, Lab. Engineering Laboratory of Water and Environment in Saharan
Milieu , Ouargla 30000, Algeria

²Univ Ouargla, Fac. Applied Sciences, Department of Process Engineering, Ouargla 30000, Algeria

³Univ Ouargla, Fac. Applied Sciences, Lab. Process Engineering, Ouargla 30000, Algeria

*Correspondence

Souad ZIGHMI, Department of Process Engineering, Faculty of Applied Sciences, University of Ouargla,
30000, Algeria, E-mail: zighmi.so@univ-ouargla.dz

Résumé

Les algues, des microorganismes photosynthétiques très largement utilisées dans divers applications, dont l'une est le traitement des eaux. Ce travail consiste à étudier l'absorption de certains éléments par l'algue *Chlorella pyrenoidosa* en présence des métaux lourds Cd, Pb et Cr, dans le but de l'exploiter pour le traitement des eaux.

Les résultats permettent de savoir comment comporter l'algue *chlorella pyrenoidosa* envers les substances toxiques qui peuvent être trouvés dans leurs environnements. Et donc la capacité à être utilisé dans le domaine de traitement des eaux. Les résultats obtenus nous montrent que l'algue étudiée peuvent être cultivée dans les milieux contenant l'un de ces métaux toxique avec une réduction de croissance, ainsi que la présence de ces métaux à un effet négatif sur l'absorption de phosphate et de sulfate.

Mots clés: Absorption, Algues, *Chlorella pyrenoidosa*, Croissance, Traitement des eaux.

Introduction

L'industrialisation a entraîné une augmentation de la pollution des écosystèmes par des polluants métalliques qui peuvent entrer dans la chaîne alimentaire [01], les sols exploités pour la production de cultures vivrières souffre d'une diminution de la productivité dans les zones polluées par métaux

toxiques [02] et par conséquent, l'accumulation de métaux toxiques comme Hg, Cd, Cr et Zn par l'homme cause la croissance et le développement de plusieurs anomalies [01].

Les technologies conventionnelles appliquées pour éliminer les métaux lourds en particulier à de faibles concentrations sont inefficaces et / ou coûteux [01]. A cet effet, le développement d'autres méthodes plus efficaces est devenu une nécessité.

Toutefois, le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie humaine. Cependant, l'épuration des eaux usées est effectuée non seulement pour protéger la santé de la population et éviter les maladies contagieuses, mais aussi pour protéger l'environnement. A l'heure actuelle, ce dernier but devient de plus en plus important et les techniques de traitement et les stations d'épuration évoluent constamment. Les traitements usuels ont été complétés par des traitements qui visent à éliminer le plus possible de substances nocives pour les écosystèmes [03].

La croissance alarmante de la pollution des eaux par des matières diverses, organique ou non : pesticides, détergents, métaux lourds et d'autres substances toxiques, représente un réel danger pour la flore et la faune aquatique et cause de sérieux problèmes à l'humanité [04].

L'analyse de la qualité de l'eau est au premier plan de nombreuses interventions dans les domaines de l'évaluation des risques environnementaux ou sanitaires. Ces préoccupations se traduisent par une augmentation des besoins analytiques et des normes de plus en plus strictes notamment envers les rejets industriels et urbains dans les milieux aquatiques [05].

Les algues sont capables de prendre des métaux lourds toxiques contenant dans l'environnement [06] [07]. Elles sont utilisées pour le traitement des eaux usées, cependant, certaines algues sont capables d'absorber les ions de métaux lourds tels que le zinc et le cadmium des eaux polluées [08], en effet, les algues tels que *Chlorella*, *Scenedesmus* et *Spirulina* sont les plus largement utilisées pour l'élimination des éléments nutritifs [01].

Une des propriétés les plus importantes de la *Chlorella* est sa force détoxifiante. Il est scientifiquement prouvé que son paroi cellulaire possède la remarquable capacité de se lier aux toxines et les éliminer du corps. De plus la *Chlorella* purifie l'organisme des métaux lourds et des éléments radioactifs. Grâce à cette propriété elle avait été utilisée après la Deuxième guerre mondiale au Japon pour rétablissement de la pollution radioactive [09].

Le but ultime de cette étude est de montrer l'importance des algues dans le domaine de traitement des eaux; Cependant, nous avons choisi l'algue *Chlorella pyrenoidosa*, dans l'objectif principale est de fournir une solution à double avantages et qui répond à la fois aux deux défis majeurs : la protection de l'environnement par la dépollution et l'exploitation de la biomasse d'algue produite tant que biocarburant, ce qui contribue à la sécurité énergétique. Dans cet article, on présente l'étude de l'effet de milieu de culture enrichie par les métaux lourds sur la croissance d'algue *Chlorella pyrenoidosa* et sur l'absorption de quelques éléments de milieu de culture par cette algue.

Matériels et Méthodes

Mode de culture

Des cultures de *Chlorella Pyrenoidosa* en continu ont été réalisées dans quatre systèmes de culture notés de T1 à T4, le milieu de culture utilisé est celui de Bold 1967 modifié à 8.9 de pH, le premier est choisi comme référence, alors que les autres systèmes (T2, T3 et T4) sont enrichie par le Cd, Pb et Cr respectivement à une concentration de 0.6 µg /L.

Les cultures en sont exposées à une lumière artificielle assurée par quatre lampes néon et sous une température de 25 ± 2 °C. L'aération et l'agitation sont assurées par une arrivée d'air continue.

Analyse

La concentration en cellules d'une suspension est déterminée en mesurant l'absorbance à 680 nm de cette dernière en utilisant un spectrophotomètre UV

Les prélèvements des échantillons sont effectués les matins dans des flacons stérilisés de 100 ml, puis sont passés par une étape de centrifugation afin de filtrer le milieu de culture pour les divers analyses, notons que les échantillons sont stocker après l'ajout de 0.5 ml de l'acide nitrique

Résultats et discussions

Croissance d'algue *Chlorella pyrenoidosa*

La figure 1, présente l'évolution de biomasse d'algue *Chlorella pyrenoidosa* cultivée dans les différents systèmes d'étude, dont le référence est celui T1:

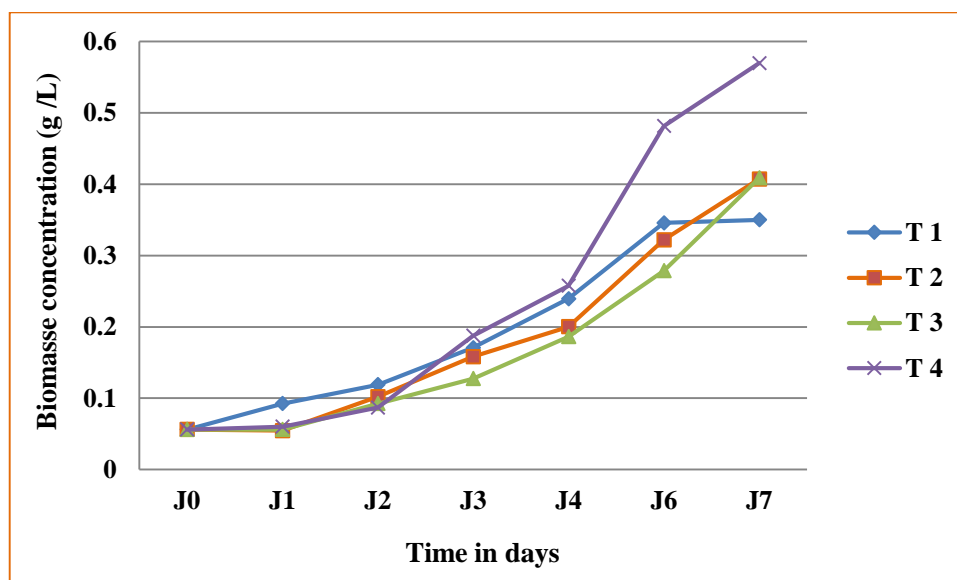


Figure 1 : évolution de biomasse des systèmes de cultures

L'analyse des résultats de la figure 1 nous indique que l'allure des graphes est la même pour tous les systèmes des cultures, avec un faible écart entre tous les systèmes de système T1 jusqu'au système T4.

Il est très remarquable que, toutes cultures des systèmes passent par une phase d'adaptation au cours des deux premiers jours, puis la croissance des algues augmente (phase exponentielle). Cependant, la croissance atteint leur valeur maximale durant le 6^{ème} jour pour tous les systèmes, la plus grande valeur est enregistrée pour le système T4, elle est de l'ordre de : 0.569 g/L. Tandis que la valeur la plus faible est enregistrée pour le système T3, elle est de l'ordre de 0.2786 g/l. D'un autre côté, on remarque que le système T1 entre dans la phase stationnaire, à partir de 6^{ème} jours, alors que les croissances dans les systèmes : T2 et T3 restent à augmenter, durant le 7^{ème} jour, pour le système 4 entre dans la phase stationnaire à partir de jours 7.

L'analyse de ces résultats, nous montre que la croissance de l'algue *Chlorella pyrenoidosa* est influencée par les différents paramètres dépendants de milieu de culture (présence des métaux lourds).

En ce qui concerne l'étude de l'effet de présence des métaux lourds, on a réalisé des tests en présence de trois métaux Cd, Pb et Cr. Selon les graphes de la figure 1. On remarque que la présence de ces métaux engendre un allongement de la phase de latence de la croissance de l'algue étudiée. Cependant, on observe que, globalement pour les trois métaux les rendements sont inférieurs à celui de test 1 qui est choisi comme référence, pour les six premiers jours de l'expérience et inversement pendant le 7^{ème} jours on remarque que les milieux enrichis donnent des rendements plus élevés en biomasse.

En ce qui concerne le milieu enrichi par le plomb, permet la croissance des souches cultivées 0.4088 g/L moins que celui enrichi avec le chrome 0.5698 g/L, Notons que pour le plomb (figure 1) on remarque qu'il provoque une diminution remarquable de la croissance de la microalgue *Chlorella pyrenoidosa* pendant les six premiers jours de l'expérience, ce qui conforme aux résultats de Sindy Gagneux-Moreaux [10] qui a montré que, la toxicité du plomb pour les microalgues se traduit comme pour d'autres métaux par une réduction de la croissance et de la biomasse maximale.

Pour le cadmium, leur présence dans le milieu de culture engendre une difficulté de la croissance des souches, ce qui conforme aux résultats obtenus par Brand *et al* [11]; Morelli et Scarano [12], qui ont montré que la présence de cadmium engendre la réduction du taux de croissance des populations algales, chose qui est remarquée dans notre cas pendant les deux premiers jours de culture. Tandis que, le rendement supérieur à celui de référence obtenu entre le 4^{ème} et le 7^{ème} jours de la culture peut être dû à l'augmentation de la photosynthèse ce qui conforme aux résultats de Thompson et Couture [13].

Phosphate

Les concentrations en phosphates restés dans les milieux de culture pour les systèmes étudiés sont présentées à la figure 2 suivante :

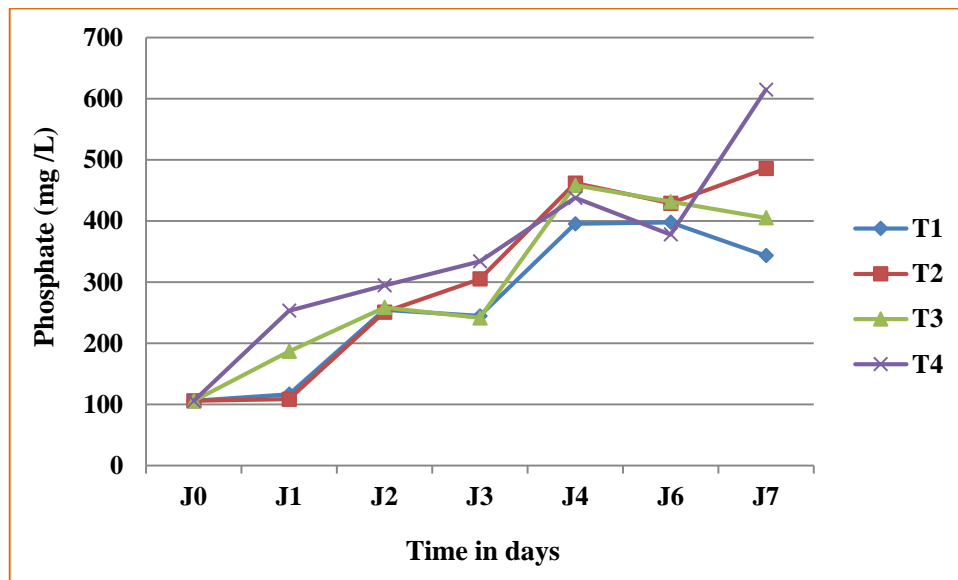


Figure 2 : Variation de la concentration des phosphates dans le milieu de culture

De l'analyse des résultats de la figure 2, on remarque que les quantités de phosphates enregistrées aux jours d'expérience pour le systèmes de référence sont plus faibles que celles des autres systèmes enrichies par les métaux lourds, on constate que la présence des métaux lourds Cd, Pb et Cr à un effet négatif sur la croissance de l'algue *Chlorella pyrenoidosa*, Cependant, ces métaux engendre une diminution remarquable de la consommation de phosphate par l'algue étudiée. Ainsi, qu'on observe que le Cr est le plus toxique pour l'algue *Chlorella pyrenoidosa* que le Cd et le Pb, ce dernier est le moins toxique.

Sulfates

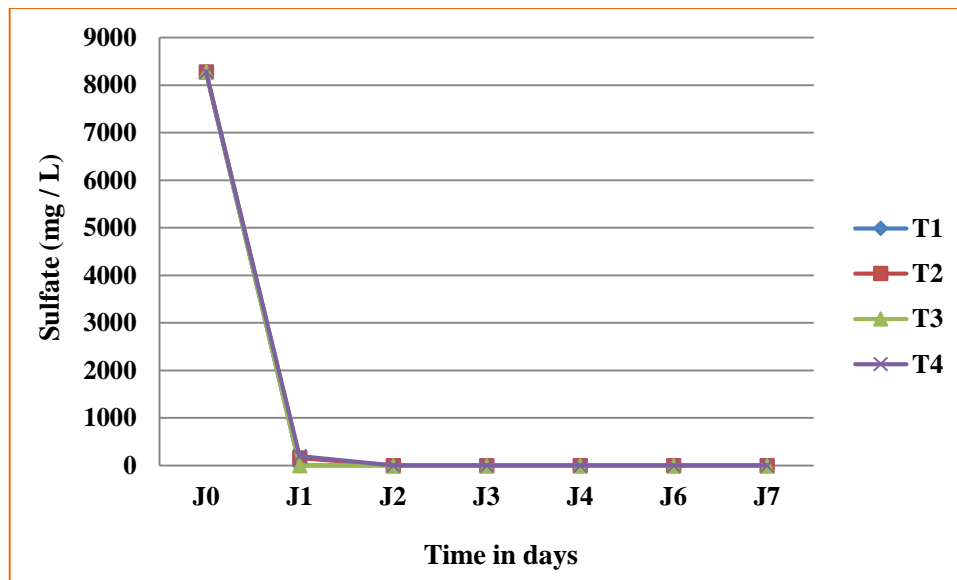


Figure 3 : Variations de la concentration des sulfates dans le milieu de culture

L'analyse de la figure 2, nous montre qu'il y a une symétrie de l'allure des courbes pour tous les systèmes de culture, au début d'expérience (jour 0) la concentration en sulfates est 8280 mg/L ce qui présente un pourcentage de 100%, dès le premier jour d'expérience les souches d'algue (*Chlorella*) cultivés aux systèmes T1 et T3 ont consommés la totalité (100%) de sulfate de milieu de culture. Tandis que les souches des autres systèmes T2 et T4 ont consommés : 98.06% et 97.58% respectivement, puis en remarque la consommation totale de sulfate dès le deuxième jour. De ces résultats, on conclut que les souches de *Chlorella* croître dans les milieux riche par le sulfate, ainsi que cette consommation dépend des autres conditions de culture tel que la présence des métaux lourds, pratiquement une diminution de la consommation de sulfates est obtenu dans le cas de système 4 dont le milieu de culture est enrichie par Cr.

Conclusion

D'après cette étude, nous avons montré que l'utilisation de l'algue *Chlorella pyrenoidosa* permet d'absorber progressivement les éléments existants dans l'eau en présence des métaux toxique, cette croissance est variable d'un milieu à un autre selon le métal présent dans ce milieu, notons que ces métaux sont nocifs pour la santé humaine et l'environnement, on peut considérons donc que le traitement de l'eau par les algues est une méthode moderne et facile, et le moins cher dans ce domaine, pour ça il peut être appliqué comme une alternative pour la plupart des machines et des produits chimiques.

References

- [01] Seema Dwivedi, Bioremediation of Heavy Metal by Algae: Current and Future Perspective, *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*, Volume III, Issue III, July 2012, ISSN 0976-7614
- [02] Gosavi, K., Sammut, J., Gifford, S. and Jankowski, J., 2004. Macroalgal bio-monitors of trace metal contamination in acid sulfate soil aquaculture ponds. *Sci. Total Environ.*, 324: 25-39.
- [03] Solne MOULIN, David ROZEN-RECHELS, Milena STANKOVIC, *Traitement des eaux uses*, 2012-2013, p09
- [04] BELAHMADI Mohamed Seddik Oussama, Etude de la biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'*ibn Ziad*, 16/01/2011, p 10
- [05] José Carlos DIAZ ROSADO, Étude et développement de la spectroscopie d'émission optique sur plasma induit par laser pour la réalisation d'analyses de terrain : application à l'analyse en ligne de métaux dans les liquides, 2012 – 2013 ,p 13
- [06] Megharaj M, Avudainayagam S, Naidu R, 2003 Toxicity of hexavalent chromium and its reduction by bacteria isolated from soil contaminated with tannery waste. *Curr Microbiol* 47:51-54.
- [07] Shamsuddoha A S M, Bulbul, A & IMAMUL HUQ S M. 2006. Accumulation of arsenic in green algae and its subsequent transfer to the soil–plant system, *Bangladesh J. Micro-biol.*, 22 (2): 148–151.
- [08] <http://www.fao.org/docrep/007/y5600f/y5600f07.htm>, Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture, consulter le : 16/05/2016
- [09] <http://www.traitementdeseaux.fr/>, le traitement des eaux, consulter le : 05/02/2016
- [10] Sindy Gagneux-Moreaux, " Les métaux (Cd, Cu, Pb et Zn) dans la production des microalgues sur différents milieux de culture : biodisponibilité, bioaccumulation et impact physiologique", Thèse de doctorat, école doctorale chimie-biologie, 2006, PP. 27, 28, 29 et 31.
- [11] Brand L. E., Sunda W. G., Guillard R. R. L., 1986. Reduction of marine phytoplankton reproduction rates by copper and cadmium. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 96, 225-250.
- [12] Morelli E., Scarano G., 2001. Synthesis and stability of phytochelatins induced by cadmium and lead in the marine diatom *Phaeodactylum tricorutum*. *Marine Environmental Research*, 52, 383-395.

[13] Thompson P.-A., Couture P., 1991. Short- and long-term changes in growth and biochemical composition of *Selenastrum capricornutum* populations exposed to cadmium. *Aquatic Toxicology*, 21, 135-144.