



E-ISSN: 2278-4136
P-ISSN: 2349-8234
JPP 2017; 6(3): 546-551
Received: 20-03-2017
Accepted: 20-04-2017

Ould Abdellahi Lella
Laboratoire de Biochimie,
biotechnologie, environnement et Santé,
département de biologie, Faculté de
Sciences, université Ibn Tofail, Kenitra,
Morocco.

Sammama Amal
Laboratoire de Biochimie,
biotechnologie, environnement et Santé,
département de biologie, Faculté de
Sciences, université Ibn Tofail, Kenitra,
Morocco.

Saloua Kerrouri
Laboratoire de Biochimie,
biotechnologie, environnement et Santé,
département de biologie, Faculté de
Sciences, université Ibn Tofail, Kenitra,
Maroc.

Bouabid Bahia
Laboratoire de Biochimie,
biotechnologie, environnement et Santé,
département de biologie, Faculté de
Sciences, université Ibn Tofail, Kenitra,
Morocco.

Elyahyaoui Ouafae
Laboratoire de Biochimie,
biotechnologie, environnement et Santé,
département de biologie, Faculté de
Sciences, université Ibn Tofail, Kenitra,
Morocco.

Belfekih fatine
Laboratoire de Biochimie,
biotechnologie, environnement et Santé,
département de biologie, Faculté de
Sciences, université Ibn Tofail, Kenitra,
Morocco.

Berrani Assia
Laboratoire de Biochimie,
biotechnologie, environnement et Santé,
département de biologie, Faculté de
Sciences, université Ibn Tofail, Kenitra,
Morocco.

Lrhorfi L Aicha
Laboratoire de Biochimie,
biotechnologie, environnement et Santé,
département de biologie, Faculté de
Sciences, université Ibn Tofail, Kenitra,
Morocco.

Bengueddour Rachid
Laboratoire de Biochimie,
biotechnologie, environnement et Santé,
département de biologie, Faculté de
Sciences, université Ibn Tofail, Kenitra,
Morocco.

Correspondence
Ould Abdellahi Lella
Laboratoire de Biochimie,
biotechnologie, environnement et
Santé, département de biologie,
Faculté de Sciences, université Ibn
Tofail, Kenitra, Morocco.

Cadmium removal by the media prepared from two marine algae *Sargassum muticum* (yendo) Fensholt, 1955 and *Cystoseira tamariscifolia* (Hudson), in the bay of the star in Mauritania

Ould Abdellahi Lella, Sammama Amal, Saloua Kerrouri, Bouabid Bahia, Elyahyaoui Ouafae, Belfekih fatine, Berrani Assia, Lrhorfi L Aicha and Bengueddour Rachid

Abstract

The water pollution is a deterioration in its quality and nature that makes it dangerous and (or) disturb the aquatic ecosystem. The work of loading the port of Nouadhibou and discarded waste caused the major problems. National and international sectors (Associations, Ministers, Universities...) directed towards finding suitable solutions to minimize the dangers of this problem. In this work, we have prepared materials from shredded seaweed *Sargassum muticum* and *Cystoseira tamariscifolia*. Also metal solutions were prepared by simple dissolution of the Cadmium nitrate in distilled water. Masses of shredded seaweed have been in contact with Cadmium solutions to determine the maximum diffusion of algal metal bracket. The system is stirred, and the solutions are then filtered and analyzed by ICP (Inductively Coupled Plasma). We analyzed also the textural supports by electron microscopy, elemental analysis and by infrared spectroscopy before and after contacting with the metal. The results obtained during the kinetics of Cadmium adsorption of ambient conditions show that shredded seaweed *Sargassum muticum* and *Cystoseira tamariscifolia* have extremely high capacity for adsorbing the wrapping. This was also confirmed by the textural analysis by electron microscopy, elemental analysis and by infrared spectroscopy before and after the material contacting with the metal. So after these analyzes we conclude that the use of *Sargassum muticum* and *Cystoseira tamariscifolia* is an alternative to the protected bay canvas because of these algae that occurs naturally in the aquatic ecosystem of this region.

Keywords: *Sargassum muticum*, *Cystoseira tamariscifolia*, baie de l'étoile, cadmium, biosorption

Introduction

La Mauritanie est caractérisée par de nombreuses Baies, longeant l'ensemble de ses côtes de l'Ouest (Figure 1). Elles assurent donc la conservation de la biodiversité naturelle, la baie de l'étoile on est en cas. Néanmoins, les habitats benthiques de la Baie de l'Etoile abritent diverse peuplement biocénotique dont les espèces constituent des maillons du réseau trophique. Cependant, une eau polluée constitue un danger considérable pour la vie de la population utilisatrice des ressources en eau. Toutefois, les métaux lourds sont classés parmi les polluants toxiques et non biodégradables [Barbier *et al.* 2000]^[17]. Depuis l'antiquité jusqu'au nos jours, la médecine et la pharmacie ont utilisé les algues marines pour réduire le taux des métaux lourds [Kosovel *et al.* 1988^[21]; Matheickal *et al.* 1999^[23]; Sheng *et al.* 2004^[22]; Torresa *et al.* 2007^[20] et Murphy *et al.* 2008]^[24]. Ce phénomène est dû principalement à leurs biomatériaux (polysaccharides, protéines et lipides) riches en fonctions amines, alcools, sulfates, et groupements carboxyliques responsables de la fixation des métaux lourds [Ramelow *et al.* 1992^[25]; Holan *et al.* 1993^[19]; Smith *et al.* 2002]^[11]. En outre, les groupements fonctionnels impliqués participent à la fixation des métaux par plusieurs mécanismes tels que l'échange d'ions [Davis *et al.* 2003]^[1]. Il reste à noter que l'efficacité de cette technique de biosorption (Volesky *et al.*, 1990)^[18], dépend essentiellement du nombre de sites présents, du niveau de broyat, leur accessibilité et leur affinité vis-à-vis de la nature du métal à éliminer (Tsui *et al.*, 2006)^[2].

L'objectif de ce travail consiste en l'étude de la capacité de deux espèces d'algues, prélevées au niveau de la Baie de l'étoile (voir la figure 1): *Sargassum muticum* Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, 1955 et *Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss 1950, deux algues Phaeophyceae, Sargassaceae, à éliminer les ions Cd^{2+} à partir des solutions aqueuses synthétiques.

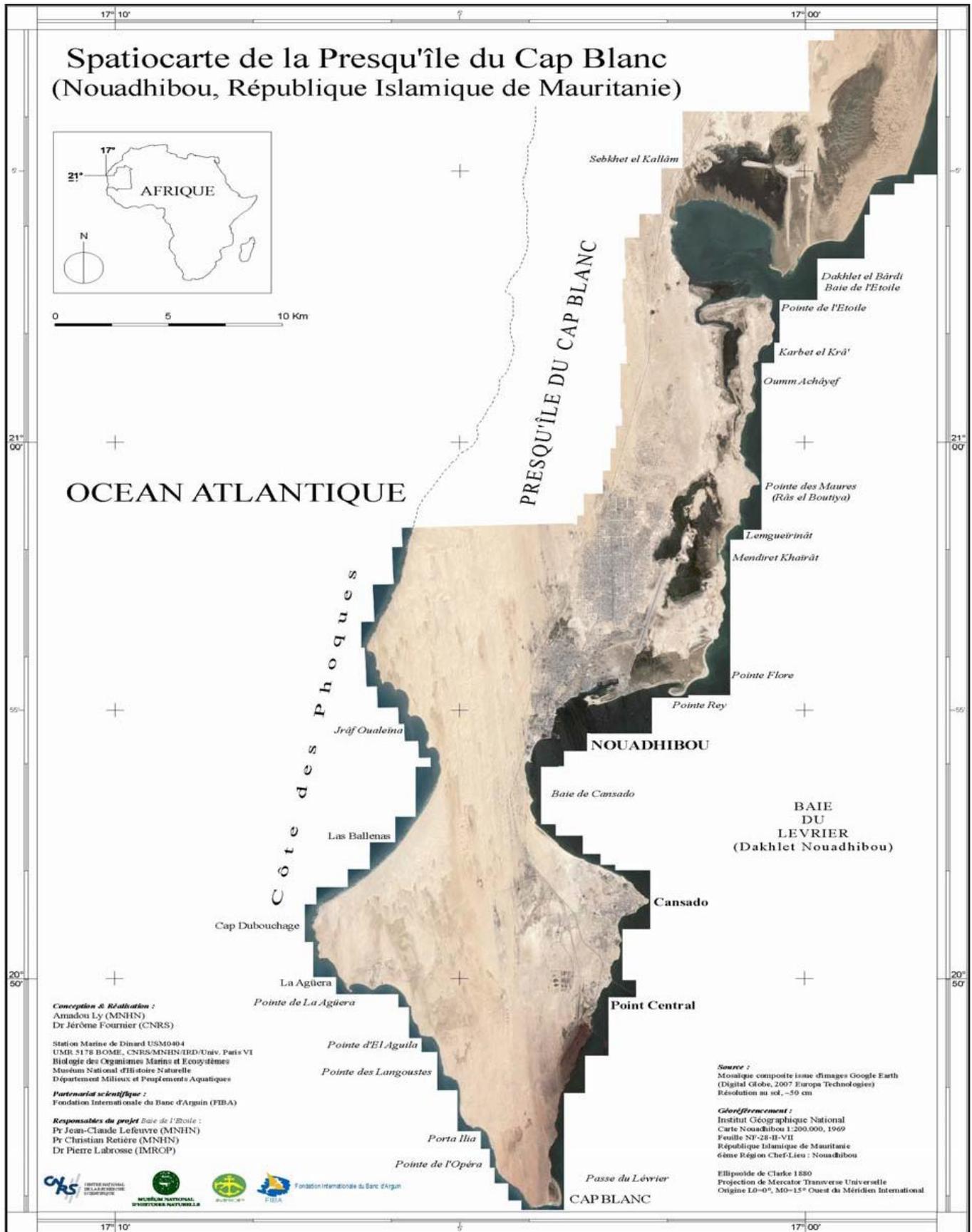


Fig1: Localisation de la zone d'étude (Baie de l'Etoile) (Amadou LY, 2009)

2. Matériel Et Méthodes

2.1 Préparation de la biomasse d'algues et les solutions métalliques

Les thalles de *Sargassum muticum* et *Cystoseira tamariscifolia* collectées de la Baie de l'étoile (Figure 1) sont rincées à l'eau de mer et séchées à l'air libre jusqu'à

déshydratation complète. Ces échantillons sont, ensuite, broyés, la poudre en issue servira pour notre étude. Les solutions métalliques ont été préparées par simple dissolution du nitrate de Cadmium dans l'eau distillée.



Fig 2: (a) *Sargassum muticum* et (b) *Cystoseira tamariscifolia*

2.2 Préparation des broyats par Inductively Coupled Plasma (ICP)

- Pour déterminer la charge maximale du support algal en métal, 1g d'algues a été mis en contact avec des solutions de Cadmium à différentes concentrations (50, 100, 150, et 200 ppm). Le système est maintenu sous agitation pendant 180 min, les solutions sont ensuite filtrées, et analysées par ICP (Inductively Coupled Plasma). Le pourcentage de biosorption est calculé selon la formule suivante :

$$P = (C_i - C_f) \times 100 / C_i$$

C_i : concentration initiale du métal dans la solution aqueuse

C_f : concentration du métal, à l'équilibre d'extraction, dans la solution surnageant.

- Pour déterminer la quantité minimale du support algal, nous avons placé dans un volume de 70 ml de solution Cadmium 100 ppm des masses croissantes des supports d'algues (0,5, 1, 1,5, et 2 g). Pour déterminer le temps d'équilibre entre la phase aqueuse et la matrice algale, nous avons effectué des prélèvements tous les 30 min (de 150 min jusqu'à 240 min). Le pH optimum a été maintenu stable entre 3 et 6.

2.3 Méthodes d'analyses de broyats

Dans le but de révéler la présence du métal au niveau des broyats de *S. muticum* et *C. tamariscifolia*, nous avons procédé, dans un premier, temps à l'analyse par microscope électronique à balayage Quanta 200. Dans un second, nous avons déterminé avec précision la composition chimique globale d'un échantillon en éléments majeurs (en %) et en éléments traces (jusqu'à $\mu\text{g/g}$) par Spectrométrie Fluorescence X. En fin, une analyse par Spectroscopie Infrarouge a été appropriée afin de révéler la présence des groupements fonctionnels caractéristiques susceptibles de fixer les espèces métalliques.

3. Resultats

3.1 Evolution de la biosorption du cadmium en fonction de la concentration, de la masse algale, du temps et du Ph.

Effet de la concentration métallique

La figure 3 montre l'évolution des rendements d'extraction de Cadmium en fonction de sa concentration initiale chez les deux espèces étudiées *S. muticum* et *C. tamariscifolia*. En effet, l'allure du nuage de point montre que l'adsorption diminue au fur et à mesure que la concentration de Cadmium augmente et ceci pour les deux espèces *S. muticum* et *C. tamariscifolia*, avec respectivement des coefficients de corrélation de -0,79 et -0,92. Le pourcentage de biosorption passe de 83,94 % à 54,435 % avec un taux de diminution de 7,9% pour *S. muticum* et de 74,26 % à 22,695 % avec un taux de diminution de 15,04% pour *C. tamariscifolia*. Tout en passant par une stabilité moyenne des pourcentages

d'adsorption chez les deux espèces entre les concentrations (100ppm et 150ppm). Ceci est probablement dû à la saturation des sites responsables de la rétention. La Comparaison des valeurs d'adsorption montre que *S. muticum* a une capacité de fixation très forte par rapport à *C. tamariscifolia*.

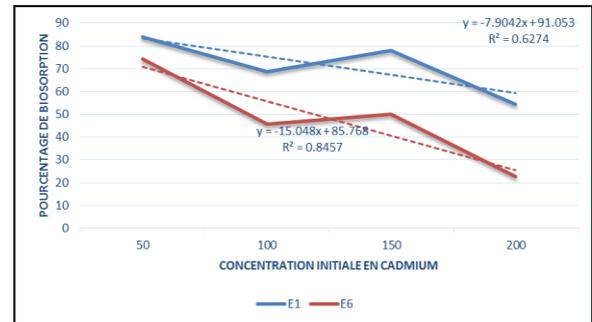


Fig 3: Saturation des *Sargassum muticum* (E1) et *Cystoseira tamariscifolia* (E6) par le Métal

- Mesure de la masse optimale des supports:**

La figure 4 représente l'évolution du pourcentage de biosorption en fonction de la masse des supports chez les deux espèces. Les résultats de cette analyse montrent une forte liaison positive entre ces deux variables, avec un coefficient de détermination de 78,12% pour *S. muticum* et un coefficient de détermination de 89,91% pour *C. tamariscifolia*. Par ailleurs, le meilleur rendement de rétention est obtenu en utilisant une masse supérieure ou égale à 1,5 g de broyat de l'algue. La capacité optimale de biosorption obtenue chez *S. muticum* est de 89,3 %, et 74,2% chez *C. tamariscifolia*.

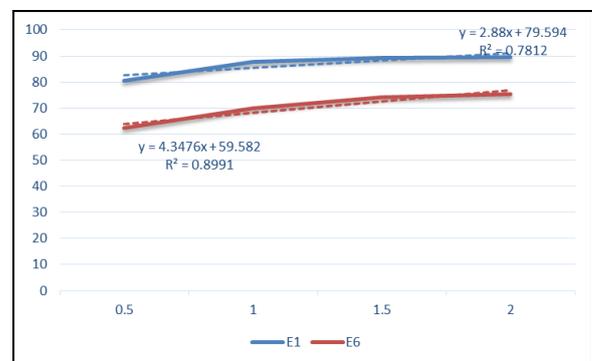


Fig 4: Effet de la masse des supports de *Sargassum muticum* (E1) et *Cystoseira tamariscifolia* (E6) sur le pourcentage de biosorption

- Détermination du temps d'équilibre entre la phase aqueuse et la matrice algale**

Le temps de contact est un paramètre important dans le processus de biosorption. La figure 5 illustre le pourcentage de biosorption de Cd^{2+} en fonction du temps. La projection des points moyens montre un nuage de points d'allure linéaire et que les deux variables évoluent en même sens positif avec des coefficients de détermination de (0,94 pour *S. muticum* et 0,84 pour *C. tamariscifolia*). Toutefois, la biosorption du métal augmente progressivement en fonction du temps. Cependant un palier correspondant à l'équilibre de biosorption est atteint au bout de 240 min pour les deux espèces, ce qui correspond à 90 % de la teneur du métal éliminé

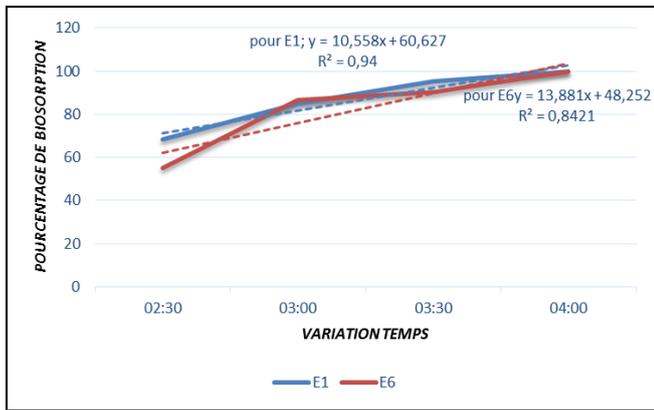


Fig 5: Cinétique de biosorption du métal par les supports de *Sargassum muticum* (E1) et *Cystoseira tamariscifolia* (E6)

• **Effet du PH de la solution sur l'adsorption de la Cadmium**

La figure 6 illustre l'effet du pH sur la biosorption des ions Cd^{2+} par les broyats de la *S. muticum* et *C. tamariscifolia* dans un intervalle allant de 3 à 6. Par ailleurs, la nature du nuage de points montre que la capacité de rétention croît dans le même sens que le pH. Cette liaison est presque totale ($r=+0,97$) dans le cas de *C. tamariscifolia* et forte ($r=+0,73$) pour *S. muticum*. En outre, la biosorption est maximale à un pH=4 pour *S. muticum* et presque constante chez *C. tamariscifolia*. Au-delà du pH 4, Les deux espèces présentent donc, le même comportement vis-à-vis de la variation du pH avec un pourcentage d'adsorption optimale qui peut atteindre 90%.

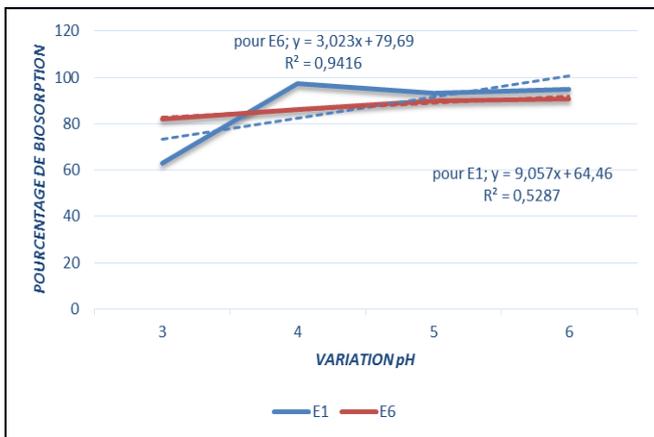


Fig 6: Effet du PH de la solution sur la biosorption du métal par *Sargassum muticum* (E1) et *Cystoseira tamariscifolia* (E6)

3.2 Analyse Microscope Électronique à Balayage (MEB)

Les figures 7 et 8 montrent que, pour les deux espèces, on obtient des structures poreuses qui paraissent distinctes, probablement à cause de la fixation du métal.

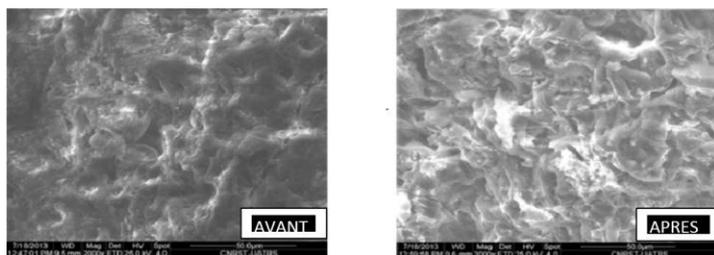


Fig 7: Images par MEB de *Sargassum muticum* avant et après mise en contact avec la solution du Cadmium

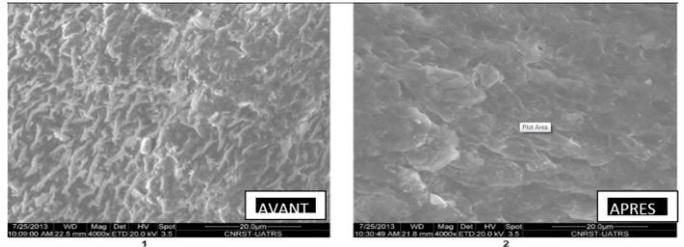


Fig 8: Images par MEB de *Cystoseira tamariscifolia* avant et après mise en contact avec la solution du Cadmium

3.3 Fluorescence X

Le tableau résume les différents éléments et composés métalliques du cadmium dans le broyat des deux espèces avant et après la mise en contact avec la solution de Cadmium par la technique du Fluorescence X.

Table 1: Résultats de Fluorescence X sur des extraits de *Sargassum muticum* et de *Cystoseira tamariscifolia* avant et après traitement.

Espèce		traitement	
		avant	après
<i>Sargassum muticum</i>	Composé métallique (cdO)	« «	0,327
	éléments métalliques (cadmium cd)	« «	0,286
<i>Cystoseira tamariscifolia</i>	Composé métallique (CdO)	« «	0,258
	éléments métalliques (cadmium cd)	« «	0,226

Les résultats de ce test montrent qu'une grande variation a été signalée avant et après le traitement sous la fluorescence X. Cette différence est plus marquée chez l'espèce *Sargassum muticum* où la concentration atteint les 0,327 ;

3.4 Analyse IRTF

La présence des groupements fonctionnels au niveau des broyats d'algues constitue un élément clé dans la biosorption des métaux lourds. Ainsi, l'examen des spectres Infrarouges de *S. muticum* et *C. tamariscifolia* (Figures. 9 et 10) met en évidence la présence d'une bande large entre 3000 et 3500 cm^{-1} . Cette zone correspond à l'absorbance des groupements carboxyles *et* alcools capables de fixer les métaux lourds.

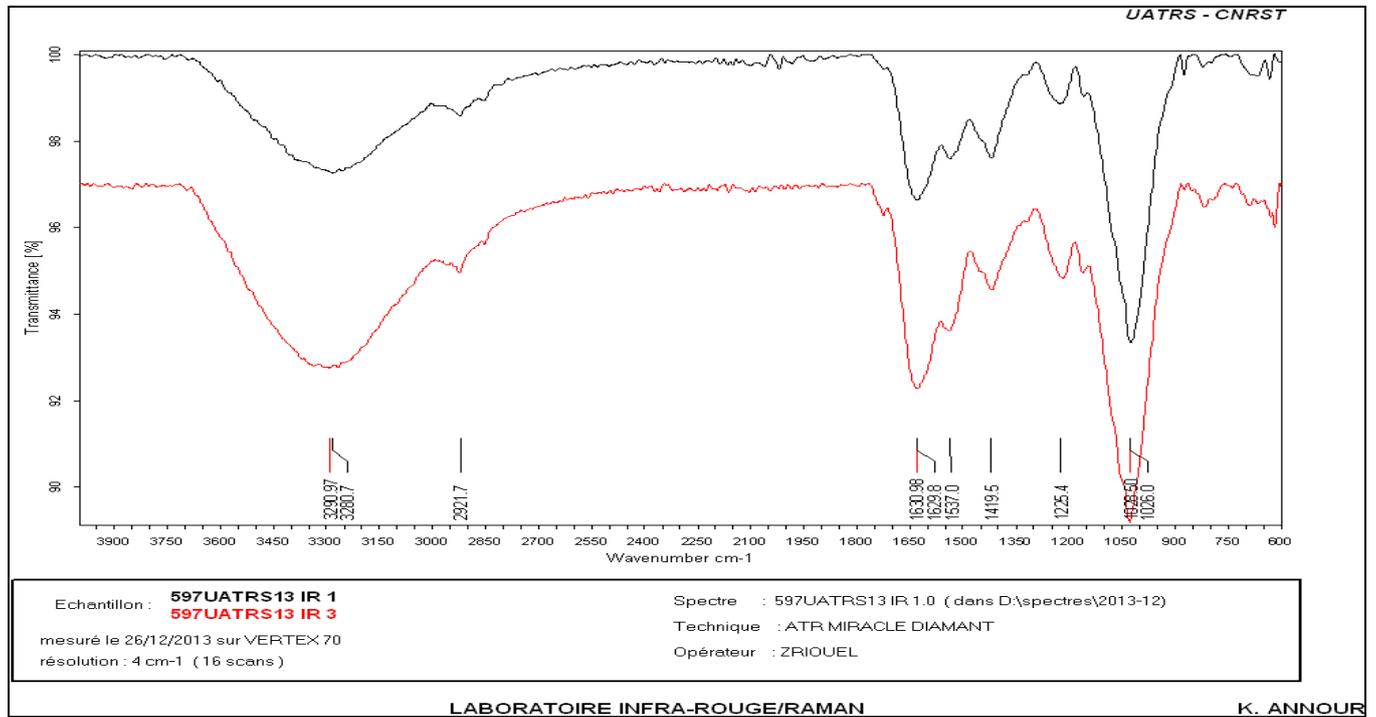


Fig 9: Spectre infrarouge du broyat de *Sargassum muticum* avant et après mise en contact avec la solution du Cadmium

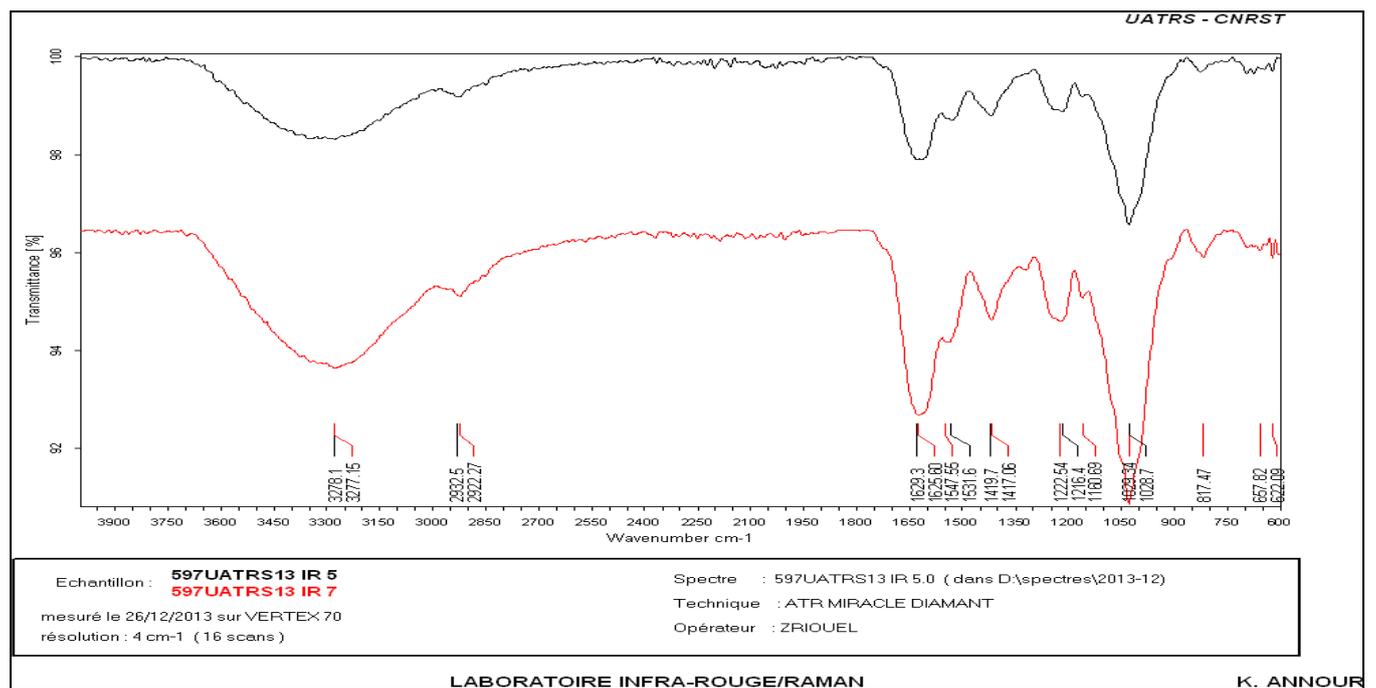


Fig 10: Spectre infrarouge du broyat de *Cystoseira tamariscifolia* avant et après mise en contact avec la solution du Cadmium

- Spectre infrarouge du broyat avant mise en contact avec la solution du Cadmium
- Spectre infrarouge du broyat après mise en contact avec la solution du Cadmium

4 Discussions

Le travail de recherche que nous avons mené consiste à étudier la possibilité d'éliminer les traces de Cadmium par des supports préparés à partir de deux algues marines: *Sargassum muticum* et *Cystoseira tamariscifolia*. Pour réaliser ceci, nous avons procédé à l'analyse des filtrats et des broyats de ces deux espèces par des techniques biochimiques, telles que l'ICP, la fluorescence X et l'IRTF. Les résultats de ce travail nous ont permis de tirer les conclusions suivantes:

- l'adsorption diminue au fur et à mesure que la

concentration de Cadmium augmente, ce phénomène peut s'agir d'une biosorption. Ceci pourrait être dû à la saturation des sites responsables de fixation du métal. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par El-Sikaily *et al.* (2007) [13].

- Le meilleur rendement de biosorption est obtenu par la masse la plus grande pour les deux espèces, car l'augmentation des masses de biosorbant implique l'augmentation de la surface de contact entre le matériau utilisé et la solution à traiter.
- Les sites actifs au niveau des broyats au cours du temps

se saturent, ce qui implique que la croissance du pourcentage de biosorption est stationnaire, Ces résultats sont confirmés à ceux signalés par Sari *et al.* (2008) ^[12] et El – Sikaily *et al.*, (2007) ^[13].

- Le pH optimal de fixation du métal pour les deux broyats d'algues est voisin de 5, donc le pH peut influencer l'ionisation de ces groupements chimiques présents au niveau des broyats. Ceci explique les différences de fixation selon le pH.
- Toutes les suggestions ont été prouvées par les techniques de l'Infrarouge (IR), microscopie électronique à balayage (MEB), et par la fluorescence
- Les résultats des analyses par IR sur les broyats en absence et en présence du métal dans les conditions optimales de Température, temps, PH, et concentration du broyat montrent que les bandes correspondantes aux groupements OH et NH₂ sont plus large en absence du métal, ce qui avance l'idée que la fixation du métal est probablement dû à ces groupements

5. Conclusion

Ce travail avait pour objectif, la valorisation de deux algues marines brunes de la côte Atlantique du Mauritanie: *Sargassum muticum* et *Cystoseira tamariscifolia*. Notre investigation comporte une application environnementale qui était axée par l'étude de biosorption de Cadmium sur des matériaux préparés à partir des algues marines. Les résultats obtenus au cours de ces analyses de l'adsorption de Cadmium avec les deux algues, montrent qu'on peut utiliser les supports bruts et activés de *Sargassum muticum* et *Cystoseira tamariscifolia* dans le traitement des eaux polluées. Il s'agit donc d'une nouvelle voie de valorisation de la biomasse algale en Mauritanie. Enfin, au terme de ce travail, on peut dire que ces substances naturelles ne sont pas vraiment exploitées et elles continueront, sans doute, à offrir d'autres applications environnementales plus intéressantes.

6. References

1. Davis TA, Volesky B, Mucci A. A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae. *Water Res.* 2003; 37:4311-4330.
2. Tsui MTK, Cheung KC, Tam NFY, Wong MH, A comparative study on metal sorption by brown seaweed. *Chemosphere.* 2006; 65:51-57.
3. Smith RW, Lacher C. Sorption of Hg (II) by *Potamogeton natans* dead biomass. *Miner. Eng.* 2002; 15:187-191.
4. Ho YS, McKay G. Sorption of dyes and copper ions onto adsorbents, *Process Biochem.* 2003; 38:1047-1061.
5. Malkoc E, Nuhoglu Y. The removal of chromium (VI) from synthetic wastewater by *Ulothrix zonata*, *Fresenius Environ. Bull.* 2003; 12:376-381.
6. Nuhoglu Y, Oguz E. Removal of copper (II) from aqueous solutions by adsorption on the cone biomass of *Thuja orientalis*, *Process Biochem.* 2003; 38:1627-1631.
7. Martin-Dupont F, Gloaguen V, Granet R, Guilloton M, Morvan H, Krauszi P *et al.* Heavy metal adsorption by crude coniferous barks: a modeling study, *J. Environ. Sci. Health A.* 2002; 37:1063-1073.
8. Prasad MNV, Freitas H. Removal of toxic metals from solution by leaf, stem and root phytomass of *Quercus ilex* L. (holly oak), *Environ. Pollut.* 2000; 110:277-283.
9. Holan ZR, Volesky B. Accumulation of cadmium, lead and nickel by fungal and wood adsorbents, *Appl. Biochem. Biotechnol.* 1995; 53:133-146.
10. Matheickal JT, Yu Q, Biosorption of lead from aqueous

- solutions by marine alga *Ecklonia radiata*, *Water Sci. Technol.* 1996; 34:1-7.
11. Smith RW, Lacher C. Sorption of Hg (II) by *Potamogeton natans* dead biomass. *Miner. Eng.* 2002; 15:187-191.
12. Sari A, Tuzen M. Biosorption of Pb (II) and Cd (II) from aqueous solution using green alga (*Ulva lactuca*) biomass. *Journal of Hazardous Materials.* 2008; 152:302-308.
13. El-Sikaily A, El Nemr A, Khaled A, Abdelwehab O. Removal of toxic chromium from wastewater using green alga *Ulva lactuca* and its activated carbon. *Journal of Hazardous Materials.* 2007; 148:216-228.
14. Chen JP, Hong LA, Wu SN, Wang LL. Elucidation of interactions between metal ions and Ca alginate-based ion-exchange resin by spectroscopic analysis and modeling simulation. *Langmuir.* 2002; 18:9413-9421.
15. Figueira MM, Volesky B, Mathieu HJ. Instrumental analysis study of iron species biosorption by *Sargassum* biomass. *Environ. Sci. Technol.* 1999; 33:1840-1846.
16. Viessman W, Hammer MJ, Perez EM, Chadik PA. *Water Supply and Pollution Control*, Edition Prentice Hall, 8th Edition, 2008; 864.
17. Barbier F, Duc G, Petit-Ramel M. Adsorption of lead and cadmium ions from aqueous solution to the montmorillonite: water interface, *Colloids Surf., A: Physicochem. Eng. Aspects.* 2000; 166:153-159.
18. Volesky B, in Volesky B. (Ed), *Biosorption and Biosorbents. Biosorption of Heavy Metals*, CRC Press, Boca Raton, 1990.
19. Holan ZR, Volesky B, Prasetyo I. Biosorption of cadmium by biomass of marine algae, *Biotechnol. Bioeng.* 1993; 41:819-825.
20. Torresa MR, Sousaa APA, Silva Filhoa EAT, Melo DF, Feitosab JPA, de Paulab RCM, Lima MGS. Extraction and physicochemical characterization of *Sargassum vulgare* alginate from Brazil, *Carbohydrate Research*, 2007; 342:2067-2074.
21. Kosovel V, Avanzini A, Scarcia V, Furlani A. Algae as possible sources of antitumoural agents. Preliminary evaluation of the in vitro cytostatic activity of crude extracts, *Pharmacological Research Communications*, 1988; 20:27-31.
22. Sheng PX, Peng Ting Y, Chen P, Hong L. Sorption of lead, copper, cadmium, zinc and nickel by marine algal biomass: Characterization of biosorptive capacity and investigation of mechanisms. *Journal of Colloid and Interface Science.* 2004; 275:131-141.
23. Matheickal JT, Yu Q. Biosorption of lead (II) and copper (II) from aqueous solutions by pre-treated biomass of Australian marine algae, *Bioresour. Technol.* 1999; 69:223-229.
24. Murphy V, Hughes H, McLoughlin P. Comparative study of chromium biosorption by red, green and brown seaweed biomass. *Chemosphere.* 2008; 70:1128-1134.
25. Ramelow GJ, Fralick D, Zhao Y. 1992: Factors affecting the uptake of aqueous metal ions by dried seaweed biomass, *Microbios* 72, 81-93.
26. Google earth, 2013: Map of nouadhibou mauritanie, Disponible sur le site: <https://www.google.com/maps/@21.0216536,-17.0011775,2182m/data=!3m1!1e3>. Consulté le 15/07/2013.