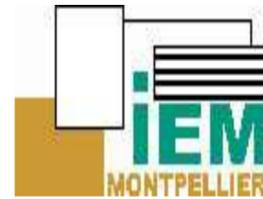




# ADSORPTION DES IONS MENIRAUX SUR LE BROYAT DE LA PLANTE DESSECHÉE *Carpobrotus edulis*. (faible et moyenne concentrations)

Mohamed CHIBAN<sup>1</sup>, Amina SOUDANI<sup>1</sup>, Hassan KABLI<sup>1</sup>, Fouad SINAN<sup>1</sup>, Michel PERSIN<sup>2</sup>



1: Équipe de Matériaux, Photocatalyse et Environnement, Faculté des Sciences, BP.8106 Cité Dakhla, Agadir, Maroc

2: Institut Européen des Membranes, UMR 5635 CNRS, 1919 Route de Mende 34293 Montpellier Cedex 5 France

## Introduction

Le problème de la contamination des eaux usées par des polluants tels que les orthophosphates, les nitrates, les métaux lourds ou par d'autres micropolluants organiques devient de plus en plus important. La toxicité de ces polluants engendre des dégâts écologiques considérables rendant nécessaire le recours à des procédés d'élimination susceptibles de débarrasser (ou au moins ramener à des concentrations acceptables) ces eaux des éléments toxiques avant tout rejet. L'adsorption est une alternative prometteuse, efficace et très sélective.

Le procédé d'élimination développé dans cette étude est simple et pourrait être utilisé sans grand frais pour épurer des eaux usées ou contaminées (oueds, nappes phréatiques contaminées). Ce procédé consiste à utiliser des biomatériaux inertes solides (abondants et inexploités), issus de broyat de plantes desséchées des zones semi-arides du Maroc, comme substrat d'adsorption d'ions solubles en milieux aqueux.

Ce travail a pour objectif l'étude de l'influence des divers paramètres physico-chimiques tels que la concentration initiale, la granulométrie, la température et le pH, sur l'adsorption des ions nitrates et orthophosphates par le broyat de la plante *C. edulis*.

## Matériels & méthodes

Le support d'adsorption utilisé dans ce travail est constitué principalement de la matière végétale séchée et broyée issue de la plante méditerranéenne *Carpobrotus edulis*.

Les solutions ont été préparées à partir des sels  $KNO_3$  et  $NaH_2PO_4$  (Produit Fluka), dissous dans l'eau bidistillée. Les concentrations initiales choisies dans cette étude sont de 30 à 300 mg/l. Le pH naturel du milieu était de l'ordre de pH=5 dans le cas des solutions de  $H_2PO_4^-$  et 5.76 dans le cas des solutions de  $NO_3^-$ . L'acide chlorhydrique HCl concentré (37%) pour analyse, ainsi que l'hydroxyde de sodium (1N) (Prolabo) ont été utilisés pour ajuster le pH initial de la solution.

En système statique, l'étude de l'adsorption ionique consiste à préparer un volume de 40 ml d'une solution de concentration  $C_i$  à laquelle on ajoute 1g du broyat de la plante desséchée. Le broyat est constitué de grains très fins de diamètre inférieur à 0.5 mm. Les flacons en verre contenant les solutions-broyats sont maintenus dans un bain à une température constante par un thermostat à circulation externe. L'ensemble est agité à l'aide d'un agitateur magnétique aux différents temps de contact. Après un temps  $t$  d'agitation la phase liquide est séparée du résidu (broyat) par centrifugation à 5000 tours./min pendant 15 minutes. Après centrifugation, on filtre les solutions obtenues sur papier à 0.45  $\mu m$  de porosité. Les ions orthophosphates ont été dosés à l'aide de l'appareil Spectrophotomètre de type CECIL/CE 1021 selon la méthode AFNOR (T90-023) et les ions nitrates sont réduits quantitativement en nitrites par passage sur une colonne de limaille de cadmium amalgamée au mercure. Le dosage des ions nitrites ont été effectué selon la méthode spectrophotomètre norme (AFNOR T-90-013).

Le taux et la quantité d'adsorption sont calculés par les équations suivantes :

$$Q_{ads} = (C_0 - C_e) \times V/m \quad (mg/g)$$

$Q_{ads}$  : Quantité adsorbée du polluant par gramme de membrane filtre (mg/g).

$X$  (%) : Taux de rétention du polluant (%).

$C_0 - C_e$  : Concentration retenue du polluant ( $C_e$ ) (mg/l),  $C_0$  : Concentration initiale (mg/l),  $C_e$  : Concentration d'équilibre en (mg/l)

$V/m$  : Rapport volume / masse du broyat (l/g).

$$X(\%) = [(C_0 - C_e)/C_0] \times 100$$

### 1. Détermination du rapport masse/Volume

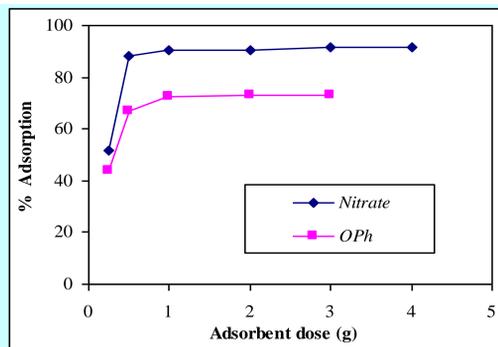


Fig.1 : Variation du pourcentage d'adsorption des ions nitrates et OPh en fonction de la masse de *C. edulis* ( $C_i = 100$  mg/l,  $T_c = 24$  h et  $T = 25^\circ C$ ).

Rapport masse du broyat / volume de la solution = 25 g/l

### 2. Effet du temps de contact et de la concentration initiale

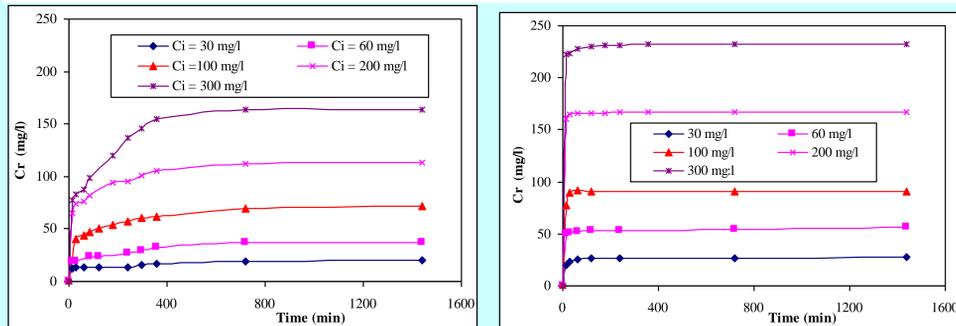


Fig. 2 : Évolution de la concentration retenue en ions nitrate et OPh par *C. edulis* en fonction du temps. ( $m/v = 25$  g/l,  $T = 25^\circ C$ , pH naturel).

- ☞ Temps d'équilibre : 30min pour les ions nitrate et 3h pour les ions OPh.
- ☞ La rétention des ions nitrates et orthophosphates augmente avec la concentration initiale.
- ☞ Cr dépend de la nature de l'ion étudié, ce qui montre la spécificité des interactions matière végétale - ion.

### 3. Influence de la granulométrie

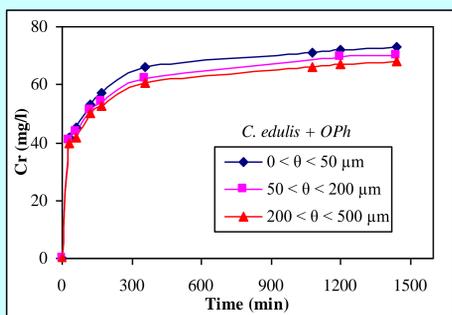


Fig. 3 : Effet de la granulométrie ( $\theta$ ) de *C. edulis* sur l'adsorption des ions  $H_2PO_4^-$  :  $m/v = 25$  g/l,  $T_c = 24$  h,  $T = 25^\circ C$  et  $C_0 = 100$  mg/l.

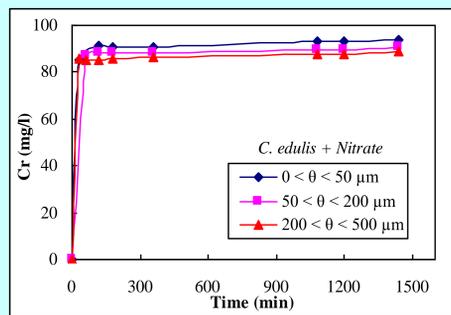


Fig. 4 : Effet de la granulométrie ( $\theta$ ) de *C. edulis* sur l'adsorption des ions  $NO_3^-$  :  $m/v = 25$  g/l,  $T_c = 24$  h,  $T = 25^\circ C$  et  $C_0 = 100$  mg/l.

Cr augmente légèrement avec la diminution de la taille des particules

Facteur de 10 en passant de  $250 < \theta < 500 \mu m$  à  $0 < \theta < 50 \mu m$

N'entraîne qu'une légère modification de l'adsorption de l'ordre de 10%

### 3. Effet du pH de la solution

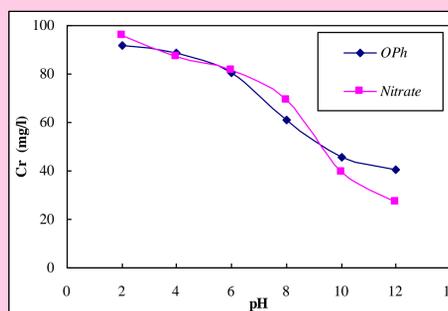


Fig. 5 : Variation de la concentration retenue en  $H_2PO_4^-$  et  $NO_3^-$  en fonction du pH sur *C. edulis* ( $C_i = 100$  mg/l,  $R = 25$  g/l,  $T_c = 24$  h,  $T = 25^\circ C$ ).

L'augmentation du pH de la solution entraîne une inhibition de rétention.

Sites d'adsorption à caractère acide.

### 4. Effet de la température

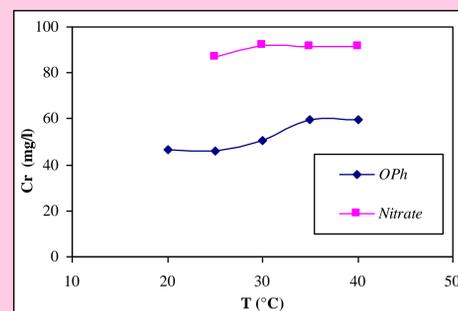


Fig. 6 : Variation de la concentration retenue en  $H_2PO_4^-$  et  $NO_3^-$  en fonction de la température sur *C. edulis*. ( $C_i = 100$  mg/l,  $R = 25$  g/l et à pH naturel).

Augmentation de l'agitation thermique des molécules au voisinage de la surface.

N'entraîne pas des interactions anions - matière végétale.

### 4- Isothermes d'adsorption : Mécanisme de rétention

Le tracé des trois types d'isothermes (Langmuir, Temkin et Freundlich) a été effectué pour ces anions. Pour les trois types d'isothermes les coefficients de corrélations varient entre 0.87 et 0.99, avec cependant un meilleur ajustement au modèle de Langmuir, ce qui entraîne une adsorption sur des sites indépendantes de même nature.

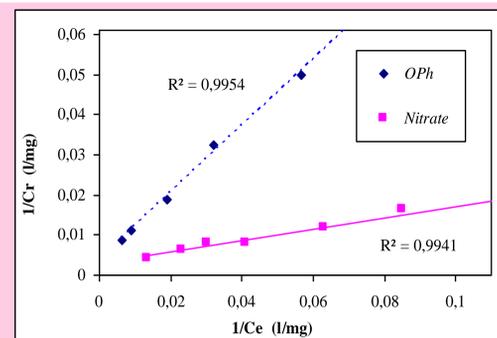


Fig. 7. Isotherme de Langmuir pour l'adsorption des ions  $H_2PO_4^-$  et  $NO_3^-$  sur le broyat de la plante *C. edulis*

Tab. 1 : Paramètres et coefficients de corrélation des isothermes de Langmuir, Freundlich et Temkin relatifs à l'adsorption des ions  $NO_3^-$  et  $H_2PO_4^-$  sur *C. edulis* : ( $T_c = 24$  h,  $m/v = 25$  g/l,  $T = 25^\circ C$ ).

	Langmuir		Freundlich		Temkin				
	$Q_{max}$	$K$	$R^2$	$1/n$	$K_f$	$R^2$			
$H_2PO_4^-$	9.523	0.005	0.995	0.789	0.059	0.971	49.812	> 0	0.947
$NO_3^-$	12.90	0.022	0.994	0.994	0.203	0.983	102.84	> 0	0.873

## Conclusion

- La quantité adsorbée en ions nitrate et orthophosphates par *C. edulis* augmente avec le temps de contact et la concentration initiale.
- La quantité retenue des ions nitrates et OPh augmente avec la température de la solution et diminue avec pH du milieu.
- L'influence de la granulométrie sur l'adsorption est pratiquement négligeable.
- Les interactions matière végétale inerte - ions font intervenir en particulier la nature de l'ion (taille, charge, ...).
- Bonne corrélation des isothermes de Langmuir, Freundlich et Temkin.