



EPURATION DES EAUX USEES PAR ADSORPTION SUR LES MICRO-PARTICULES DE LA PLANTE *Carpobrotus edulis*

M. CHIBAN¹, A. SOUDANI¹, H. EDDAOUDI¹, F. SINAN^{1*} et M. PERSIN^{2*}

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

Des adsorbants préparés à partir des biomatériaux inertes solides (BMIS) issus de certaines plantes du sud marocain ont montré une bonne capacité à retenir des anions nitrates et orthophosphates ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) ainsi que des cations métalliques (cadmium, chrome, cuivre, plomb, zinc) classés comme polluants majeurs d'eaux résiduaires et de rejets industriels. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à tester l'épuration d'eaux usées réelles par adsorption sur les broyats de la plante *Carpobrotus edulis* en réacteur batch. Deux types d'eaux usées réelles de la région d'Agadir (Maroc) ont été étudiées; les eaux usées domestiques du grand Agadir (EUM) dont la charge polluante est riche en ions nitrates et orthophosphates (OPh) et les eaux usées de la zone industrielle et urbaine (EUA), dont la charge polluante est riche en ions métalliques et orthophosphates.

Matériels & méthodes

Les prélèvements des eaux usées ont été effectués au niveau du collecteur principal de la station d'épuration du grand d'Agadir, et les prélèvements des rejets d'Anza ont été effectués au collecteur principal des eaux usées de certaines industries (Huileries, Cimenterie...) et domestiques. Les eaux usées ont été analysées après décantation et filtration sur papier filtre, de porosité 0.45 μm .

L'étude en réacteur batch consiste à préparer un volume de 40 ml d'une solution polluante de concentration C_i à laquelle on ajoute 1g du broyat de la plante desséchée. Les Erlenmeyers 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 t/min pendant 15 min. Après centrifugation, on filtre les solutions obtenues sur papier à 0.45 μm de porosité avant de les analyser.

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

$$\% \text{ adsorption} = (C_0 - C_f) / C_0 * 100$$

$$\text{Quantité adsorbée (mg/g)} = (C_0 - C_f) * V / m$$

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

C_0 : Concentration initiale (mg/l),

C_e : Concentration d'équilibre en (mg/l),

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

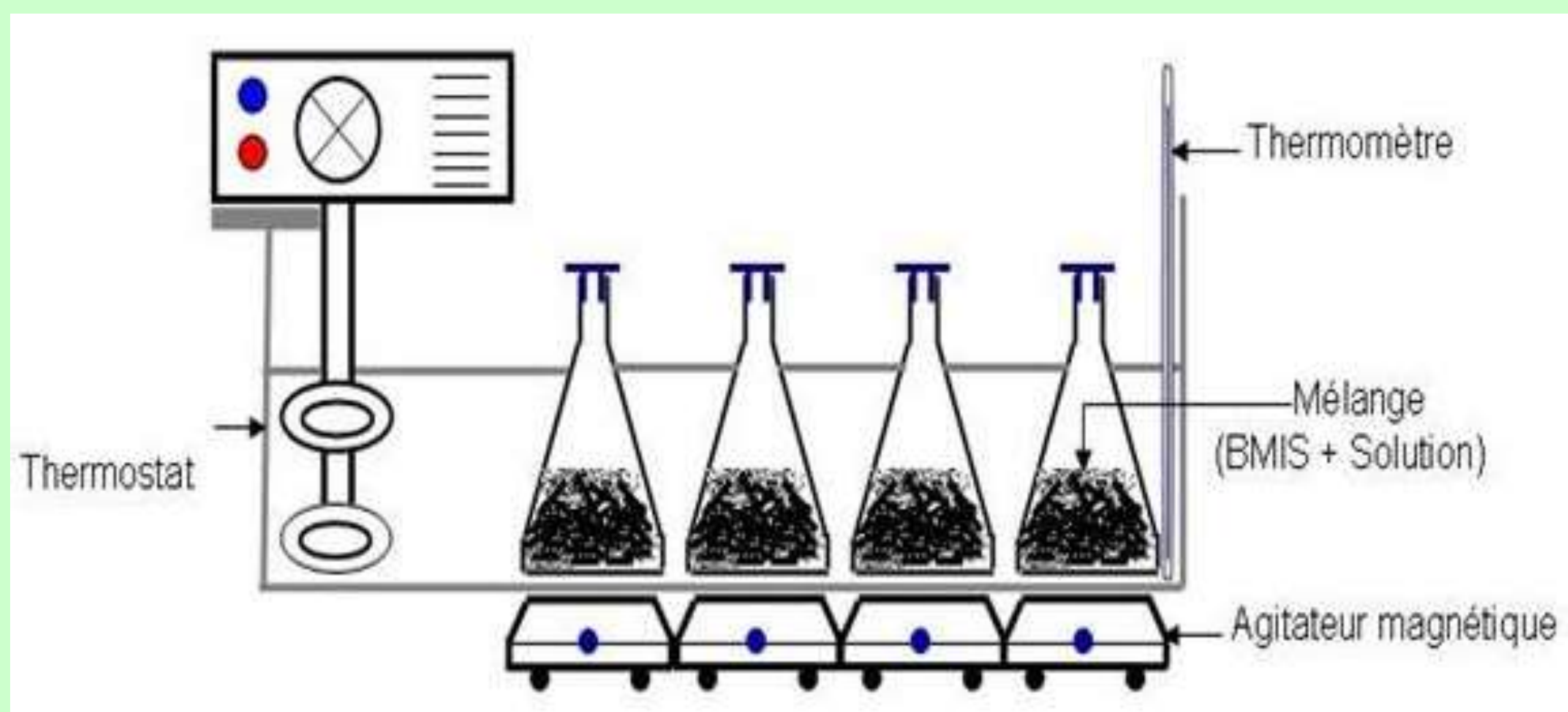


Fig. 1: Montage expérimental utilisé pour l'étude de l'adsorption des ions métalliques et minéraux en réacteur batch.

Caractérisation des broyats de la plante *C. edulis*

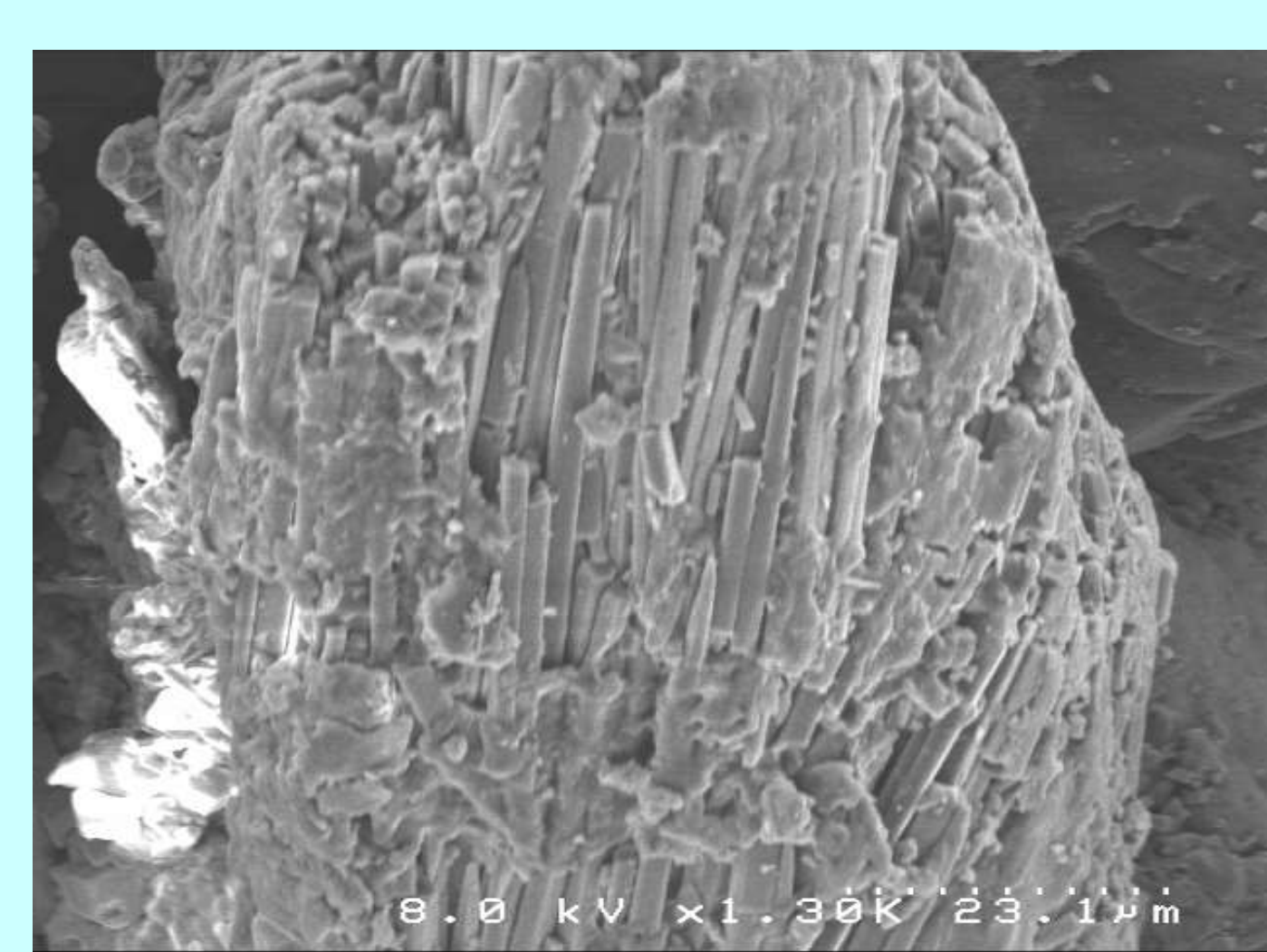
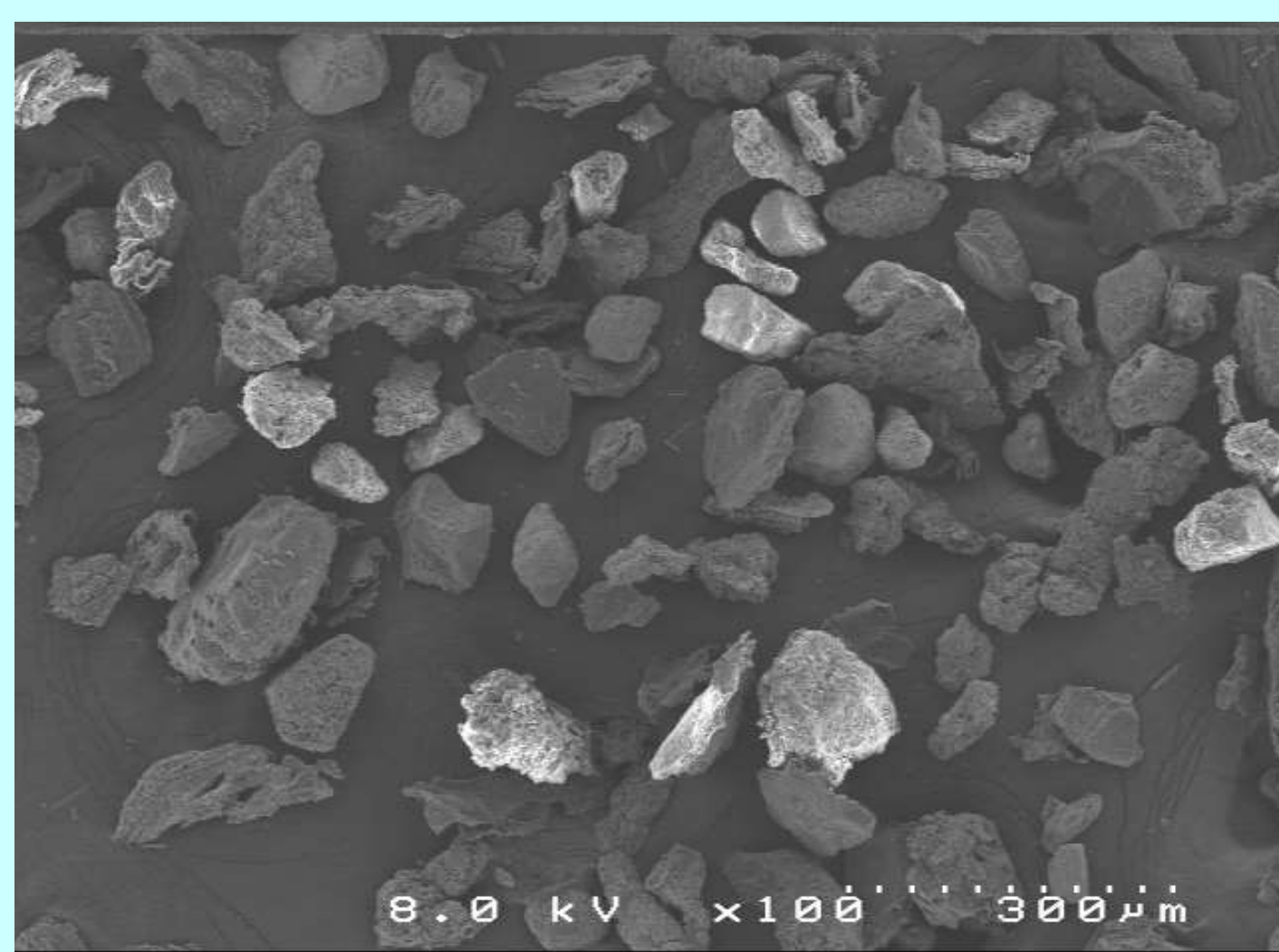


Fig. 2 : MEB du broyat de la plante *C. edulis* tamisée à 500 μm .

- Présence des grains et des fibres organiques dans la structure
- Texture variée et très poreuse

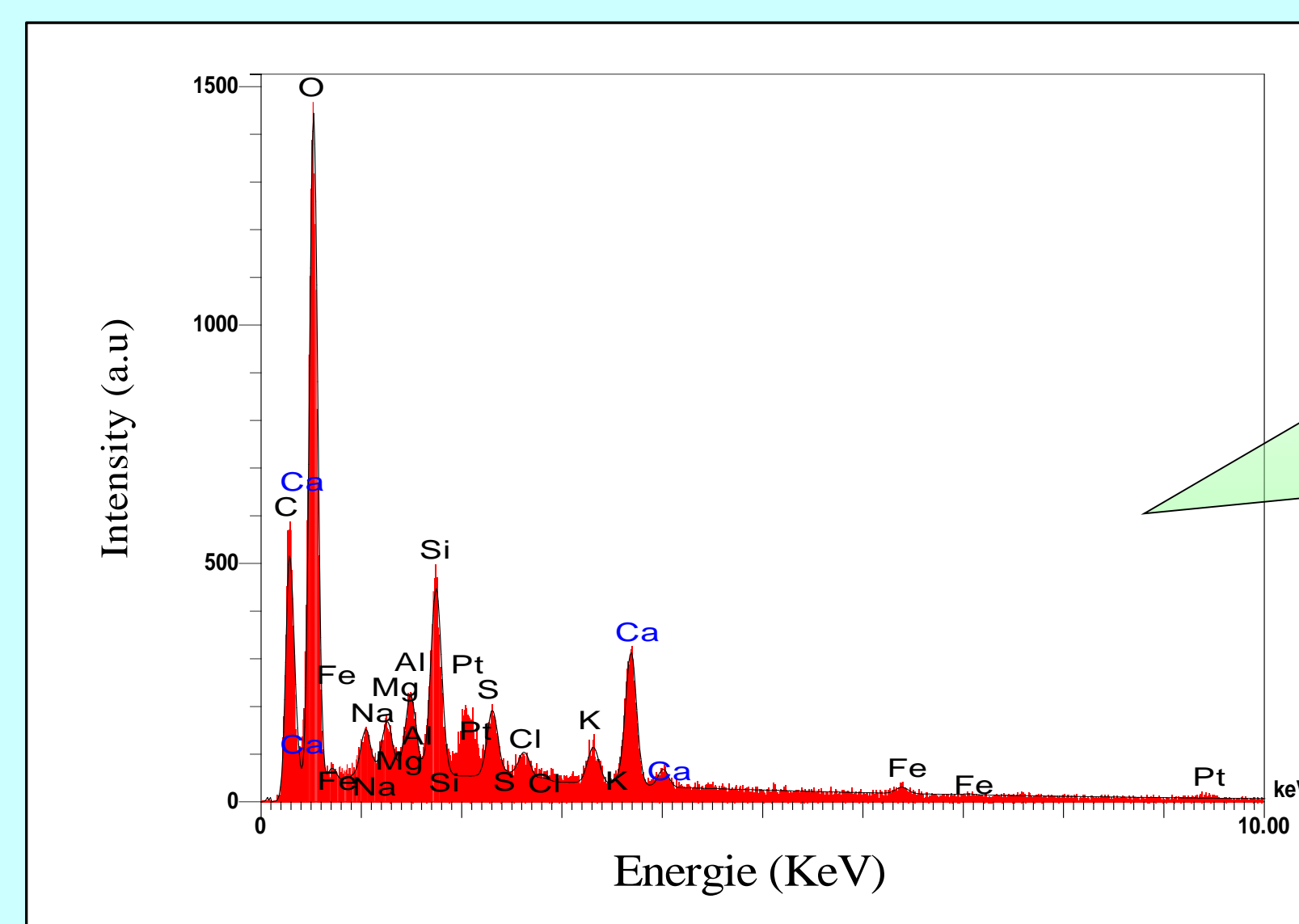


Fig. 3 : Spectres d'analyses par émission X de *C. edulis*

Présence de l'oxygène, carbone, calcium et silice dans les broyats de la plante *C. edulis* en quantités différentes.

Épuration des eaux usées réelles par les broyats de la plante *C. edulis*

1. Charge polluante des eaux usées

Tab. 1 : Composition des eaux usées réelles étudiées

| | Cd | Cu | Pb | Zn | NO ₃ | OPh | DCO | MES | pH | T(°C) |
|------------|-------|------|------|-------|-----------------|-------|--------|--------|----------------|-------|
| EUA (mg/l) | 0.068 | 2.13 | 6.09 | 17.35 | 2.97 | 81.85 | 1575.3 | 1034.3 | 2.23 | 24.3 |
| EUM (mg/l) | 0.00 | 0.75 | 0.40 | 1.13 | 123.5 | 98.5 | 1274 | 1023 | 7.69 | 24 |
| Norme | 0.005 | 1 | 0.05 | 5 | 50 | 0.05 | 30 | 25 | 6.5 < pH < 9.5 | < 25 |

EUA: Eaux usées de la zone industrielle et urbain d'Agadir.
EUM: Eaux usées brutes de la station du grand Agadir M'Zar.

2. Adsorption des ions nitrates et orthophosphates

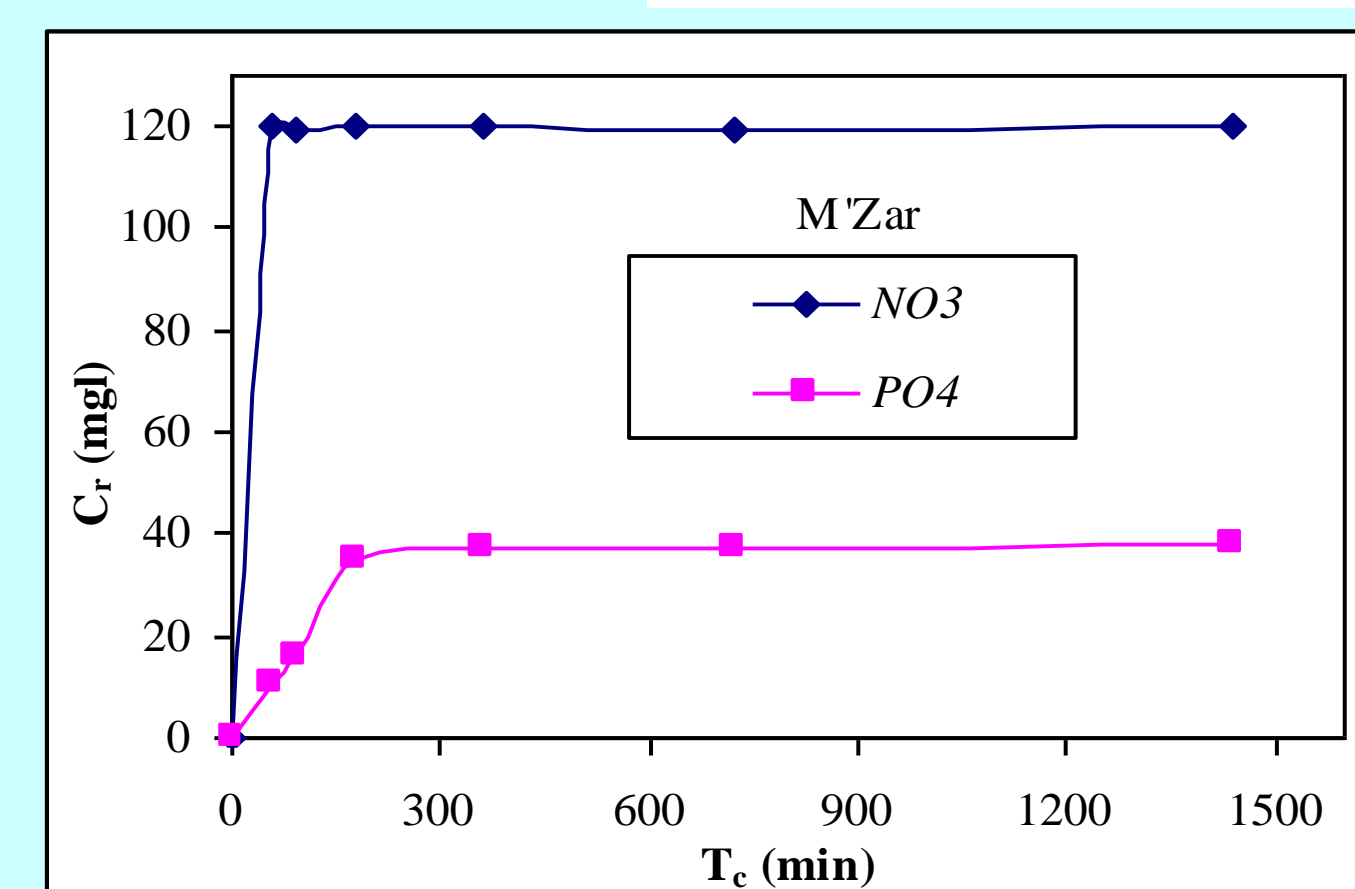


Fig. 4 : Évolution de la concentration retenue C_r de NO_3^- et PO_4^{3-} à partir de EUM en fonction du temps de contact : ($C_0(NO_3^-) = 123.5 \text{ mg/l}$, $C_0(PO_4^{3-}) = 98.5 \text{ mg/l}$, $T = 25^\circ C$)

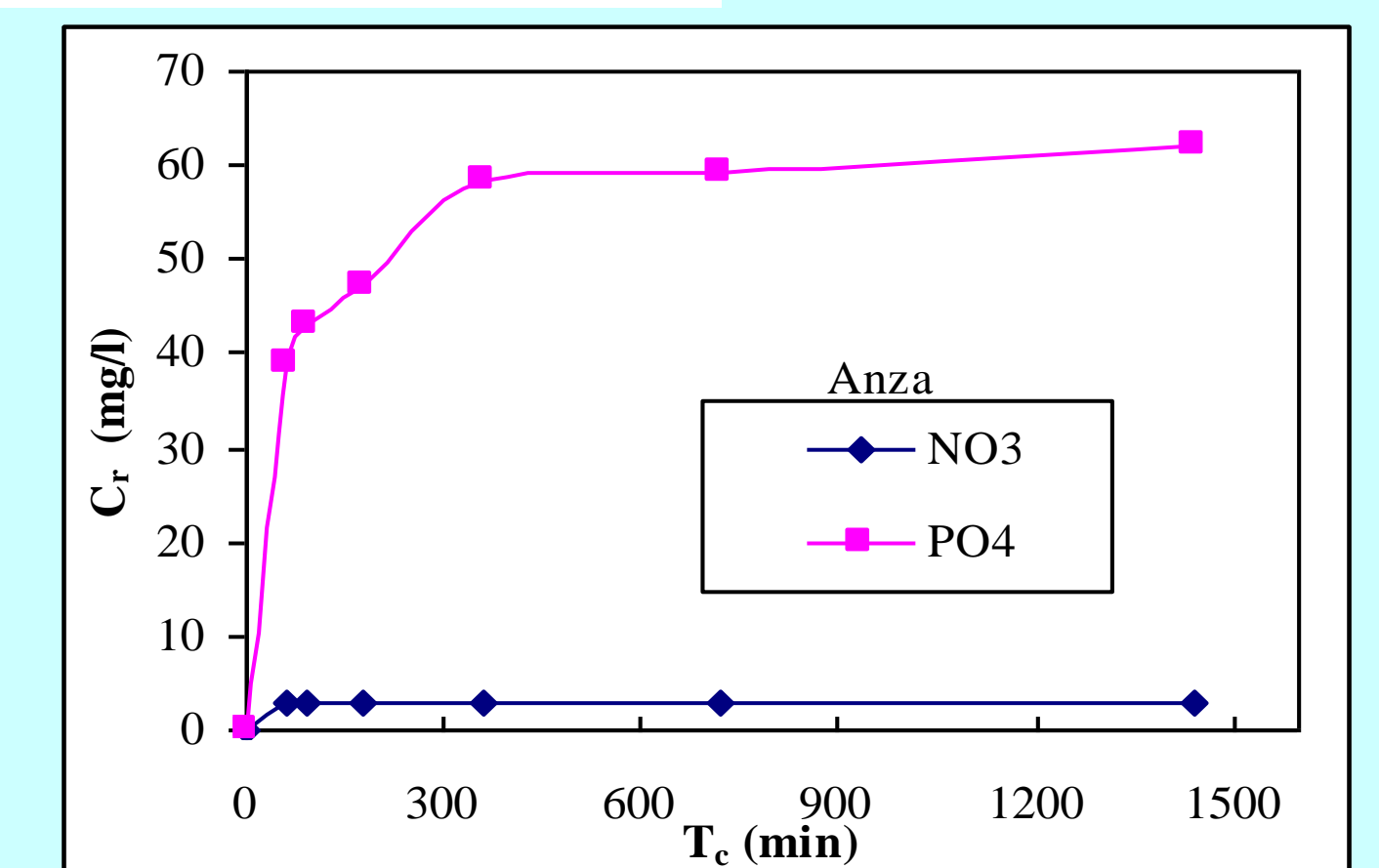


Fig. 5 : Évolution de la concentration retenue C_r de NO_3^- et PO_4^{3-} à partir de EUA en fonction du temps de contact : ($C_0(NO_3^-) = 2.97 \text{ mg/l}$, $C_0(PO_4^{3-}) = 81.85 \text{ mg/l}$, $T = 25^\circ C$)

- ~ 90% d'adsorption des ions nitrates au bout de 15 minutes de contact.
- 40~75% de rétention des ions orthophosphates au bout de 2 à 3 h de contact.

3. Adsorption des ions métalliques

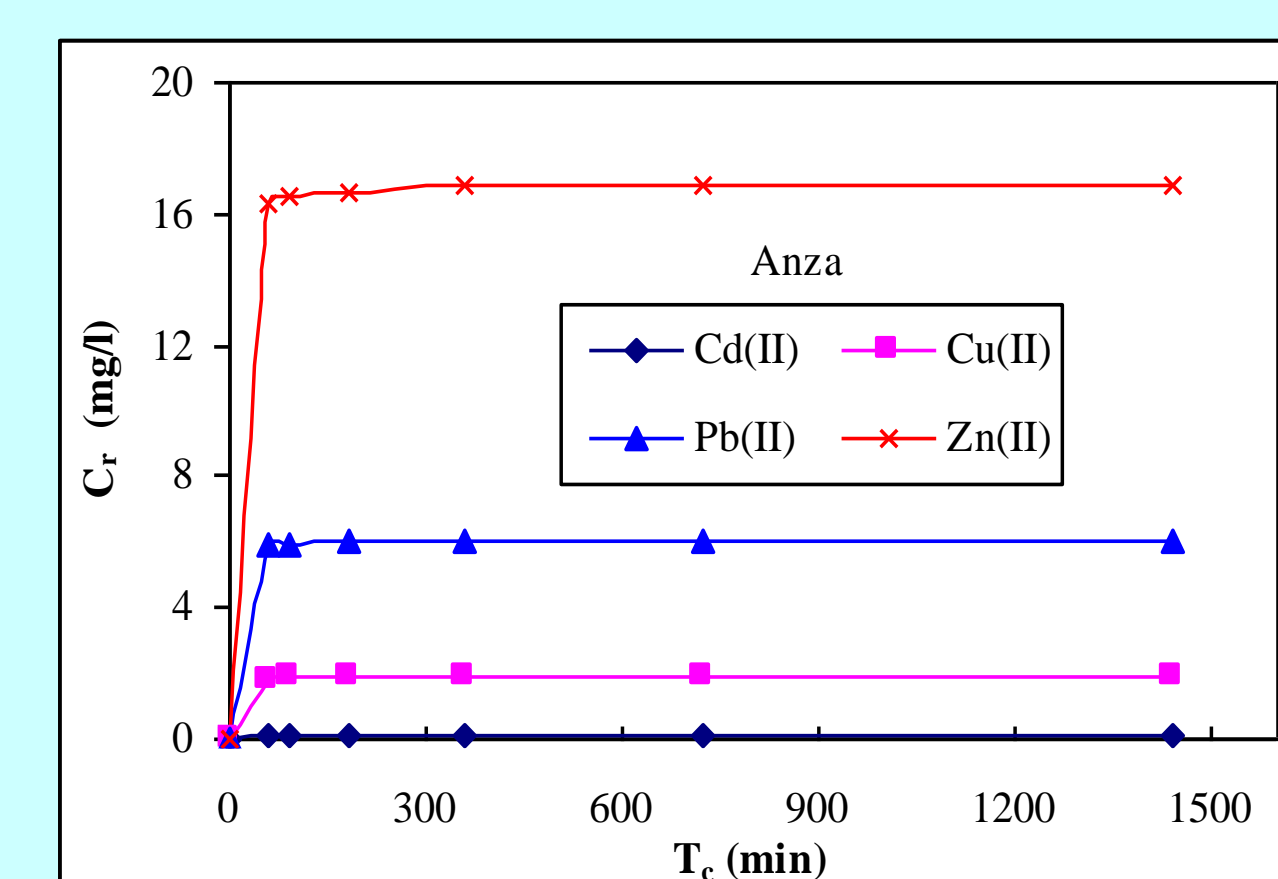


Fig. 4 : Évolution de la concentration retenue C_r des ions $Cd(II)$, $Cu(II)$, $Pb(II)$ et $Zn(II)$ à partir de EUA en fonction du temps de contact : ($m/V = 25 \text{ mg/l}$, $T = 25^\circ C$, $pH = 2.23$)

L'élimination des ions $Cd(II)$, $Cu(II)$, $Pb(II)$ et $Zn(II)$ par *C. edulis* est quasiment totale après un temps du contact de 30 min.

4. Demande Chimique en Oxygène

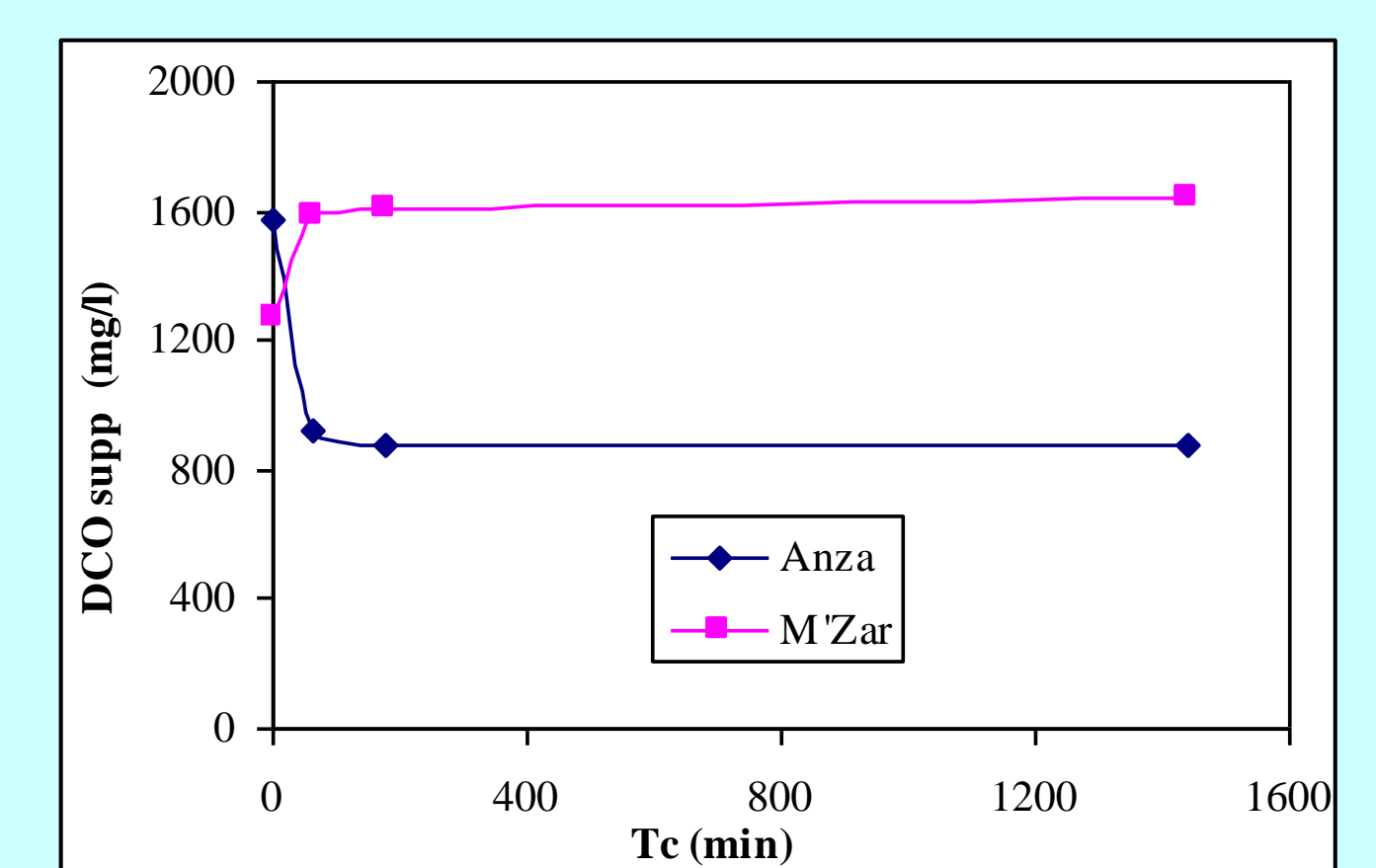


Fig. 5 : Évolution de la demande chimique en oxygène (DCO) en solution en fonction du temps de contact. ($m/V = 25 \text{ mg/l}$, $T = 25^\circ C$, $pH(EUA) = 2.23$, $pH(EUM) = 7.69$)

L'évolution de la DCO en solution dépend de pH du milieu

Tab.2 : Quantités retenues (mg/g) en ions NO_3^- , OPh, Cd^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} et Zn^{2+} par 1 g du broyat de plante, après 12h de contact.

| | Cd | Cu | Pb | Zn | NO ₃ | OPh |
|------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-------|
| EUA (mg/l) | 0.003 | 0.077 | 0.243 | 0.676 | 0.120 | 2.500 |
| EUM (mg/l) | - | - | - | - | 4.794 | 1.530 |

5. Volumes susceptibles d'être épurés par gramme de BMIS

Tab.3 : Volumes d'eaux usées (EUM) susceptibles d'être épurés par gramme de BMIS et norme d'eau potable.

| Ions | Temps (mn) pour atteindre 80% de Q_{max} | Norme (mg/l) | Volume (l) susceptible d'être épuré par 1g |
|--------|--|--------------|--|
| Cd(II) | 15 | 1 | 9333 |
| Cu(II) | 15 | 0.05 | 60 |
| Pb(II) | 15 | 5 | 438 |
| Zn(II) | 30 | 10 | 35 |

Conclusion

- La quantité d'ions retenue par ces broyats de la plante dépend de la concentration ionique initiale, du temps de contact, du pH et de la nature d'eau usée.
- Les interactions matière végétale inerte-ions font intervenir en particulier de la la nature de l'ion (taille, charge, ...) puisque la quantité adsorbée diffère d'un type d'ion à l'autre.
- Le procédé de dépollution par les broyats de la plante desséchée est valable pour différentes types d'eaux usées.
- Les volumes d'eaux usées pouvant être épurés par 1 gramme du broyat de la plante desséchée sont importants.