

Traitement et analyses des eaux usées par un système à base de *Phragmites australis* (Roseau)

Fatima Zohra BOUZIT^{#1}, Abderrafik NEMAMCHA^{#2}, Noureddine MAZA^{#3}, Hayet MOUMENI^{#4}

[#] Laboratoire d'Analyses Industrielles et Génie des Matériaux, Université 8 Mai 1945- Guelma, Algérie.

¹fatimazohra86@yahoo.fr,

²arnemamcha_dz@yahoo.fr,

⁴hmoumeni@yahoo.fr

Résumé— Le présent travail porte sur l'étude de la capacité épuratoire du *Phragmites Australis* à traiter une eau usée prise dans un oued proche d'une zone industrielle où les rejets peuvent contenir des substances nuisibles à l'environnement. Le dispositif expérimental conçu est constitué de 3 bacs de 100 litres chacun, remplis sur une épaisseur de 10 cm de gravier surmontée d'une couche de sol de 40 cm d'épaisseur. Dans ces bacs, sont plantées de jeunes tiges de roseaux avec une densité maximale. Le suivi des performances épuratoires du système à roseaux en fonction du temps de séjours a été effectué par analyse chimique (DCO, MES) et par la technique ICP (*Inductively Coupled Plasma*). Les résultats des analyses montrent que le mécanisme utilisé assure une élimination de la charge organique (MES : 95,45 %, DCO : 90,90 %) et fournit des eaux épurées, claires et limpides. Le fer subit également un abattement dans sa concentration jusqu'à 91,22 % à la sortie du système pour un temps de séjour très court (6 jours). L'ensemble des résultats obtenus confirment la capacité du dispositif utilisé dans le traitement des rejets industriels et l'épuration des eaux usées.

Mots clés — Traitement des eaux, filtres à macrophytes, *Phragmites australis*, analyses physico-chimique.

I. INTRODUCTION

Le traitement des eaux par les macrophytes et en particulier le *Phragmites Australis* (roseau) et un procédé qui a bénéficié d'une attention particulière. Il prend de l'ampleur de jour en jour du fait qu'il est moins coûteux à construire et à exploiter [1]. Les stations qui utilisent les macrophytes sont très efficaces dans l'élimination de la pollution carbonée et peuvent atteindre un rendement de l'ordre de 95 % pour les principaux paramètres polluants [2]. Les macrophytes peuvent retenir aussi, par assimilation, de 40 à 55 % des métaux [3]. Le *Phragmites Australis* est une herbe géante très productive qui s'adapte facilement aux différentes conditions du milieu [4], il affectionne particulièrement les milieux humides et sa présence marquée laisse croire qu'il est une plante opportune dans l'épuration des eaux usées ayant libre cours dans l'environnement [5]. L'objectif visé dans ce travail est la conception et l'étude des capacités épuratoires d'un système d'épuration des eaux superficielles en utilisant des macrophytes (*Phragmites australis*).

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Le dispositif expérimental proposé, est constitué de trois bacs identiques de forme cylindrique d'une capacité de 100

litres. Chaque bac comprend deux couches superposées de milieux granulaires et est doté d'un robinet de vidange en sa partie inférieure. La couche inférieure est constituée de gravier sur laquelle est placée une seconde couche en sable. De jeunes tiges de *Phragmites Australis* sont plantées dans le sol avec une densité maximale afin d'optimiser l'opération d'épuration. L'alimentation est réalisée par des eaux usées prises dans un oued situé à proximité d'une zone industrielle.



Fig. 1 : Le dispositif expérimental utilisé

Le sol et le végétal utilisés dans les expériences réalisées au cours de cette étude ont été pris dans la bordure d'un oued où le végétal est présent de manière abondante. Le choix s'est porté sur ce sol car il jouit d'une capacité de rétention de l'eau et des matières dissoutes dans ses espaces intercellulaires [6].

Au cours des expériences les trois bacs sont remplis jusqu'à saturation par l'eau à traiter. Ensuite une quantité d'eau usée, d'une hauteur de 30 cm, est versée dans le 1^{er} bac où elle doit rester le tiers du temps de séjour voulu. La quantité obtenue est transférée dans le deuxième bac pour y rester le deuxième tiers de temps de séjour et ensuite elle est transférée dans le troisième bac pour y rester pendant le dernier tiers de ce temps. Les échantillons d'eau prélevés à l'entrée du 1^{er} bac et à la sortie du 3^{ème} bac ont fait l'objet de la mesure des matières en suspension (MES), de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la concentration du Fe.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

1- La détermination des **MES** consiste à séparer les phases solide et liquide par filtration sur un filtre de porosité égale à 0,45 μm . Le filtre est ensuite séché dans une étuve à une température de 105 °C jusqu'à l'obtention d'un poids constant

et refroidi au dessiccateur [3,6]. Le taux des MES a été calculé selon l'équation suivante:

$$MES (mg/l) = \frac{M_1 - M_2}{V} \times 100$$

V : volume d'eau utilisée (ml), M_0 : masse du filtre avant utilisation (mg), M_1 : masse du filtre après utilisation (mg).

L'évolution, en fonction du temps de séjour, de la concentration des MES dans l'eau usée d'alimentation (entrée) et le filtrat de lit planté de *Phragmites australis* (sortie) est présentée à la figure 2-a. Pour le filtrat, les MES sont nettement inférieures à celles de l'eau usée d'alimentation. Les concentrations des MES du filtrat augmentent avec le temps de séjour jusqu'à 9 jours puis elles diminuent. Les résultats des rendements épuratoires des MES en fonction du temps de séjour sont représentés sur la figure 2-b. On observe que l'abattement des MES atteint une valeur maximale de l'ordre de 95,45 % lorsque le temps de séjour est de 12 jours. La diminution de la concentration des MES dans le filtrat est due à la filtration physique qui retient les matières grossières en surface et les plus fines à l'intérieur des pores par interception et fixation sur les grains ou par interactions chimiques de type Van Der Waals. L'augmentation des MES dans les filtrats pour des temps de séjour de 6 et 9 jours est probablement lié au lessivage de l'argile résiduelle provenant du sable de filtration [8].

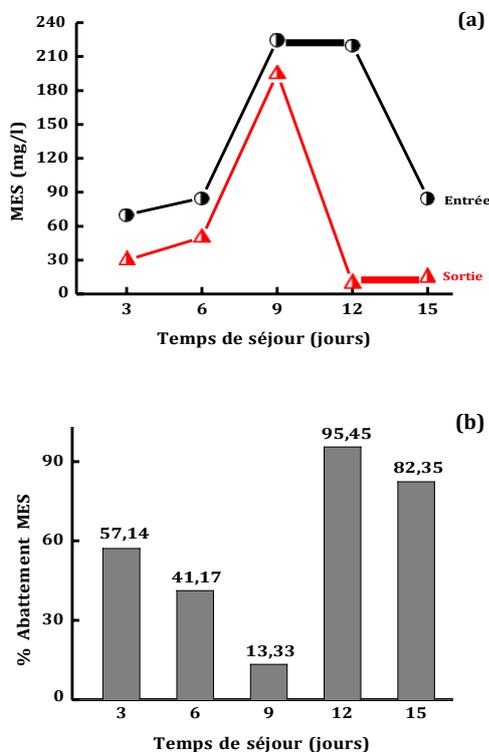


Fig. 2 (a) Variation des MES en fonction du temps de séjour ; pourcentage d'abattement en MES

2- La DCO est estimée par oxydation par un excès de dichromate de potassium à chaud en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de mercure. La figure 3-a

représente la variation, en fonction du temps de séjour, la DCO dans l'eau usée d'alimentation (entrée) et le filtrat de lit planté de *Phragmites australis* (sortie). Il est clair que le lit planté donne des filtrats dont la concentration de la DCO est inférieure à celle de l'eau usée. Dans les filtrats, la concentration de la DCO augmente avec l'augmentation du temps de séjour jusqu'à 6 jours puis diminue progressivement pour des temps de séjour supérieurs. Les résultats des rendements épuratoires du système utilisé en fonction du temps de séjour sont représentés sur la figure 3 (b). La valeur maximale d'abattement en DCO est de l'ordre de 90,90 % correspondant à un temps de séjour de 15 jours. Ce résultat est probablement dû, d'une part, à la rétention physique de la matière organique de l'eau usée dans les filtres et l'oxydation de celle-ci par la flore microbienne et d'autre part, à la présence des plantes qui créent des conditions physico-chimiques favorables à l'oxydation de la DCO par la flore microbienne. Ces plantes apportent de l'oxygène dans le massif filtrant via les racines et les rhizomes. Par ailleurs, les plantes favorisent le développement de la biomasse microbienne au sein même des dépôts organiques en surface grâce à l'ombrage qu'elles procurent et à l'hygrométrie qu'elles maintiennent [7]. Les concentrations élevées de la DCO dans les filtrats pour des temps de séjour de 3 et 6 jours pourraient être liées à l'importante concentration en DCO de l'eau usée d'alimentation dans ces périodes et le temps de séjour qui est assez court ce qui a empêché l'obtention d'un meilleur rendement.

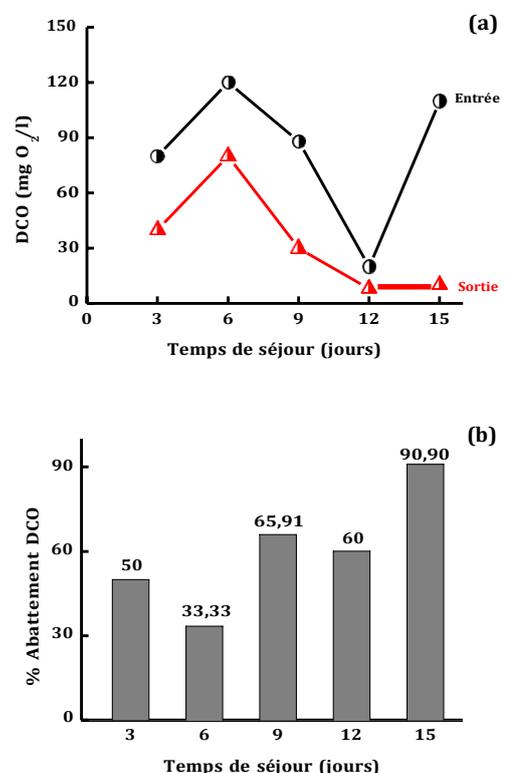


Fig. 3 (a) Evolution de la DCO en fonction du temps de séjour ; pourcentage d'abattement en DCO

3- **Le taux de Fer** : La figure 4-a montre l'évolution en fonction du temps de séjour de la concentration en Fe dans l'eau usée d'alimentation (entrée) et le filtrat de lit planté de *Phragmites australis* (sortie). Pour le filtrat, les concentrations en Fe varient et demeurent inférieures à celles de l'eau usée d'alimentation sauf pour un temps de séjour égale à 9 jours. Les résultats des rendements épuratoires d'abattement du Fe en fonction du temps de séjour sont représentés sur la figure 4-b. Le rendement épuratoire d'abattement en Fe atteint une valeur maximale de l'ordre de 91,22 % lorsque le temps de séjour est de 6 jours. La diminution du taux de fer est due à sa rétention dans le système à *Phragmites australis* par immobilisation au niveau du substrat via des mécanismes tels que l'adsorption au niveau des sites d'échange, fixation à la matière organique, incorporation dans la structure du sol et par précipitation sous forme de composés insolubles [3] et aussi par le passage du fer assimilable dans le végétal. Le taux de fer élevé dans le filtrat pour un temps de séjour de 9 jours peut être expliqué par un fort cumul de cet élément dans le substrat (sol) par les mécanismes d'adsorption au niveau des sites d'échange. En effet les teneurs en éléments métalliques des sols et des sédiments sont liées à la taille des particules et aux concentrations en argile et en matière organique contenues dans ces matériaux. Les argiles et les matières organiques sont capables de piéger et de concentrer les métaux lourds par des mécanismes d'adsorption et de complexation [3].

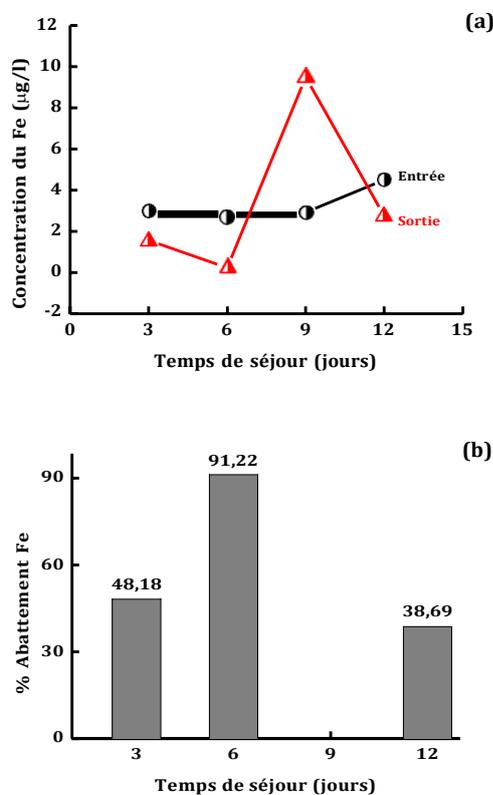


Figure 4 : (a) Variation de la concentration du Fe en fonction du temps de séjour ; pourcentage d'abattement du Fe

IV. CONCLUSIONS

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence la capacité d'un système à base de *Phragmites Australis* à épurer une eau usée prise dans un oued situé à proximité d'une zone industrielle.

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenus montrent que :

- Le *Phragmites Australis* a fourni une bonne élimination des MES (95,45 %) pour un temps de séjour de 12 jours.
- Par ailleurs le système assure un bon abattement de la charge organique exprimée en DCO évaluée à 90,90 % pour un temps de séjour de 15 jours.
- Le fer subit également un abattement dans sa concentration (91,22 %) à la sortie du système pour un temps de séjour très court évalué à 6 jours.

La qualité des eaux du filtrat du lit planté de *Phragmites australis* est conforme aux valeurs guides des normes internationales de la qualité des eaux douces superficielles utilisées ou destinées à être utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine [8] pour un temps de séjour ≥ 9 jours pour la DCO et pour un temps de séjour ≥ 12 jours pour les MES.

Les résultats obtenus permettent de confirmer la performance globale du système à *Phragmites Australis* à traiter les rejets des eaux usées et notamment ceux provenant des zones industrielles.

REFERENCES

- [1] M. Abissy et L. Mandi, "Utilisation des plantes aquatiques enracinées pour le traitement des eaux usées urbaines : cas de roseau", *Revue des sciences de l'eau, Rev. Sci. EAU*, vol. 12, pp. 285-315, 1999.
- [2] L. Souiki, H. Djebar, R. Rouabhi, D. Fadel et M. R. Djebar, "Biological Purification of Wastewater in Batch Culture: Process Technology Phragmifilter", *American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences, IDOSI Publications*, vol. 2, pp. 30-3, 2010.
- [3] S. Tiglyene, L. Mandi et A. E. Jaouad, "Enlèvement du chrome par infiltration verticale sur lits de *Phragmites australis* (Cav.) Steudel", *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 18, pp. 177-198, 2005.
- [4] L. M. Bensmina, H. Mancet et M. Debabeche, "Analyse du Pouvoir Epuratoire D'un Filtre Implants de *Phragmites Australis* Pour le Traitement des Eaux Usées Sous Climat Sem - Aride - Region de Biskra", *Journal International Environmental Conflicts Management*, vol.1, pp.10-15, 2010.
- [5] I. Royer, Bulletin-AQSSS, Association Québécoise De Spécialistes En Sciences Du Sol, Volume XVI, Numéro 1, Dépôt Légal Bibliothèque nationale du Québec, Février 2006.
- [6] S. Tiglyene, A. E. Jaouad et L. Mandi, "Mobilité et spéciation du chrome dans un système à *Phragmites australis* de traitement des eaux usées de tannerie", *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 21, pp.1-16, 2008.
- [7] J. M. P. Ouattara, L. Coulibaly, P. N. Manizan et G. Gourene, "Traitement des Eaux Résiduaires Urbaines par un Marais Artificiel à Drainage Vertical Planté Avec *Panicum Maximum* sous Climat Tropical", *European Journal of Scientific Research*, vol. 23, pp. 25-40, 2008.
- [8] J. Bontoux, "Introduction à l'étude des eaux douces (eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson)", CEBEDOC, Belgique, 1993.