

# L'ÉPURATION DES EAUX USEES PAR DES MACROPHYTES

M. BENYAGOUB<sup>(1,3)</sup>, M. ADJIM<sup>(1,3)</sup> Poet F. BENSAOULA<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> Département d'Hydraulique, Faculté de Technologie, Université de Tlemcen, Algérie.

<sup>(2)</sup> Laboratoire 25 de l'université de Tlemcen: Promotion des Ressources Hydriques, Pédologiques et Minière.

<sup>(3)</sup> Laboratoire 60 de l'université de Tlemcen : valorisation des ressources en eau [VRE n°60]

E-mail : [meriem.meriem60@yahoo.fr](mailto:meriem.meriem60@yahoo.fr)

**Résumé**— Les ressources en eau sont de plus en plus exploitées dans le monde, souvent au-delà des capacités naturelles de recharge, et la qualité de cette ressource vitale est souvent compromise par les rejets d'eaux usées urbaines, agricoles et industrielles dans l'environnement. En effet, il y a un intérêt croissant pour la protection de cette ressource contre la pollution, notamment celle due aux déversements d'eaux usées domestiques. Pour palier à cette situation, les eaux usées doivent être épurées avant leur rejet en milieu naturel, soit par des procédés classiques ou alors par d'autres techniques alternatives telles que l'épuration par les plantes. Ce système alternatif utilisant les végétaux possède réellement de nombreuses avantages : il est simple, économique, efficace, fiable, adaptable au lieu, demandant peu d'entretiens et s'intègre bien au paysage local. Alors, ce travail révèle la simplicité et l'efficacité de ce procédé naturel d'épuration des eaux usées domestiques dans des milieux ruraux par rapport à la complexité et aux coûts importants des stations d'épuration classiques.

**Mots clés**— Eaux usées, épuration, macrophytes, filtres plantés de roseaux, Algérie.

## I. INTRODUCTION

De plus en plus, les besoins en eaux subissent un formidable accroissement à la surface du globe avec le développement économique et démographique des pays. La consommation accrue est accompagnée d'une inévitable augmentation des rejets ménagers, agricoles et industriels et donc de la pollution. Selon son origine, cette pollution des eaux résultante, superficielles et souterraines, peut être réduite de façon préventive ou curative et selon des procédés divers.

Si dans les zones urbaines à forte densité, les stations d'épuration classiques sont la seule solution financièrement acceptable pour remédier à cette pollution, il n'en est pas de même pour certaines zones rurales ou périurbaines où l'implantation d'autres systèmes d'épuration sera plus avantageuse [9].

Notre pays n'échappe pas à cette problématique, étant donné que des quantités importantes d'eaux usées domestiques continuent, à ce jour, à être déversées dans la nature sans aucun traitement préalable, ce qui génère des impacts négatifs sur l'environnement et la santé des personnes en contact avec ces eaux en raison des maladies

hydriques qu'elles peuvent causer. On ne connaît pas encore de situation dramatique, mais il existe néanmoins des symptômes de pollution des eaux qui méritent dès à présent qu'on se penche dessus.

N'est il pas donc le moment de promouvoir et conforter des solutions d'épuration différentes, plus écologiques, moins coûteuses et plus simples d'entretien ?

Dans ce sens, notre étude vise à montrer la simplicité et l'efficacité des procédés naturels utilisant des macrophytes<sup>(\*)</sup> comme une solution alternative pour le traitement des eaux usées des petites collectivités.

## II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES FILTRES A MACROPHYTES

Il s'agit d'infiltrer l'effluent d'eau usée, d'origine, généralement, domestique à travers des lits composés de terre ou d'un mélange de sables et de graviers et plantés de macrophytes [13]. Les roseaux (*Phragmites australis*), par leur résistance aux conditions rencontrées, et la rapide croissance du chevelu de leurs racines et rhizomes, sont les plantes les plus utilisés [5].

L'eau usée amenée sur le lit filtrant est traitée par la flore bactérienne du milieu granulaire dont le développement pérenne est favorisé par la présence des macrophytes [14]. Donc, ce sont les plantes, les microorganismes et le matériau filtrant, les trois composantes principales qui ont un rôle majeur dans ce procédé de traitement naturel [18]. Le rôle de chacune des composantes est souvent plus important dans un contexte synergique avec les autres composantes que prises individuellement [14].

En effet, le sol est essentiel pour supporter la croissance des plantes et fournit une partie de la nourriture nécessaire à la croissance de ces dernières [11]. Ainsi, les plantes jouent un rôle très important dans le maintien de la capacité hydraulique du sol. Leur activité mécanique permet de déplacer le sol et de briser les tapis colmatants [12]. De plus, la mort des racines favorise le développement de tunnels qui facilitent l'écoulement à plus long terme [11].

---

(\*) Macrophytes : Végétaux aquatiques photosynthétiques dont tout le cycle de vie, y compris la reproduction, se déroule dans l'eau.

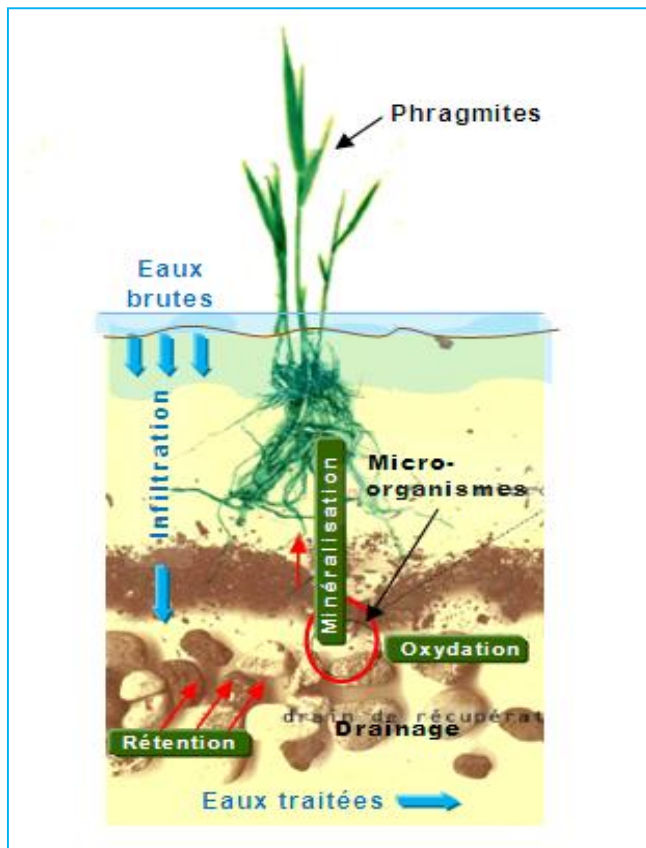


Fig 1. Principe de fonctionnement des filtres à macrophytes.

Ces plantes, par leur apport en oxygène, peuvent favoriser la croissance de certains microorganismes aérobies à la proximité de leurs rhizomes et racines [19]. D'autre part, les micro-organismes dégradent la matière organique et favorisent sa minéralisation pour rendre disponible ces minéraux pour la consommation des plantes [17].

Ainsi, les bactéries croissent sur le média filtrant et ce dernier permet d'augmenter la concentration en micro-organismes et d'améliorer le rendement du système par superficie unitaire [11].

Comme on peut le constater, les différentes composantes du procédé opèrent en symbiose et il n'est pas possible de différencier indépendamment le rôle de chacune.

### III. LES TYPES DE FILTRES PLANTES

Ces procédés épuratoires peuvent être subdivisés en deux branches principales selon le sens d'écoulement. Le premier groupe, comprend les filtres à écoulement vertical et le deuxième ceux à écoulement horizontal [12].

#### A. Les filtres à écoulement vertical

Les eaux usées acheminées à la surface de ces unités percolent de façon verticale à travers le média filtrant jusqu'au fond où une série de conduites récoltent les eaux traitées. Elles sont souvent alimentées de façon intermittente pour réduire le colmatage du filtre, grâce à la minéralisation de la matière organique accumulée pendant les phases de repos [6].

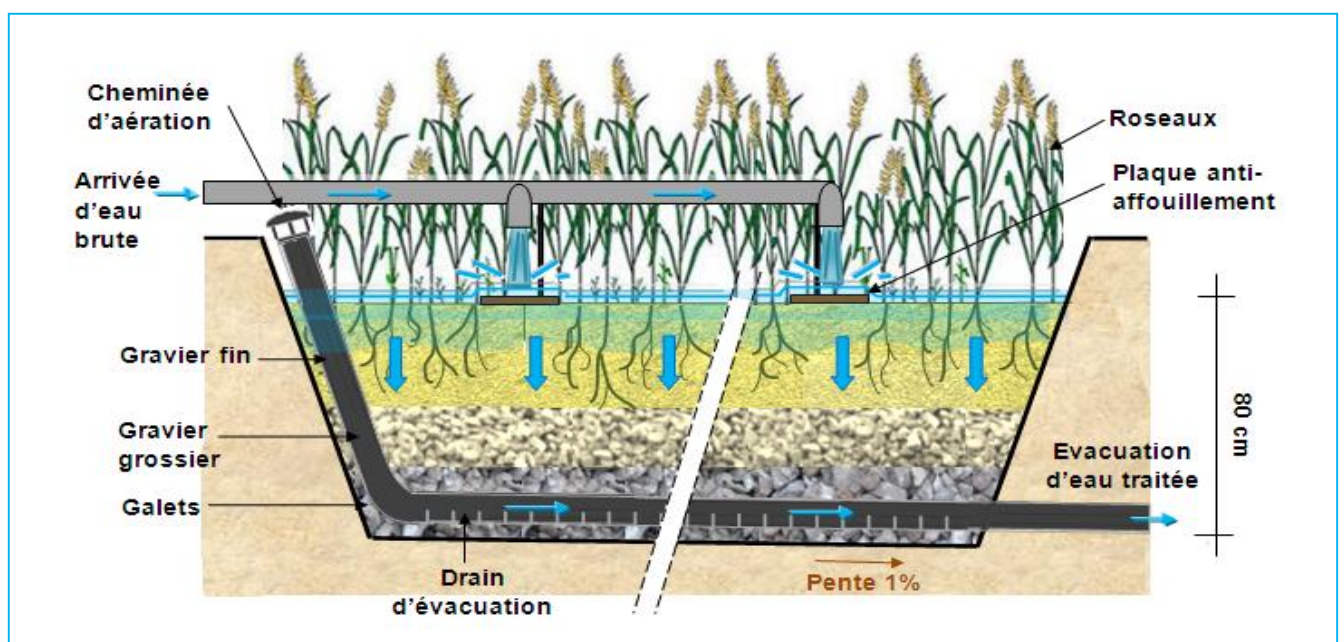


Fig 2. Coupe transversale d'un filtre à écoulement vertical.

C'est le type de filtres le plus utilisé en vue de ces avantages. En effet, il a le pouvoir d'être alimentés en eaux brutes (sans traitement primaire), ce qui évite à l'exploitant de gérer des boues primaires non stabilisées. De plus, c'est un dispositif susceptible d'atteindre un bon niveau de performances épuratoires, spécialement pour les matières organiques et particulaires et l'azote ammoniacal [1].

#### B. Les filtres à écoulement horizontal

Les eaux usées sont acheminées à une extrémité du lit planté et s'écoulent sous la surface ou très près de cette dernière de façon horizontale pour être captées à l'autre

extrémité du lit. Ces unités fonctionnent en conditions saturées et aérobies en partie supérieure.

L'oxygène est apporté par diffusion à travers la surface grâce aux végétaux, cependant, en partie inférieure, les conditions sont saturées et anoxiques [2].

Ces filtres sont surtout utilisés en traitement de finition, à la sortie des stations d'épuration classiques dans le but d'améliorer la qualité de l'effluent [8]. Ils peuvent être aussi utilisés en sortie de filtres plantés de roseaux à écoulement vertical, comme un troisième étage [15].

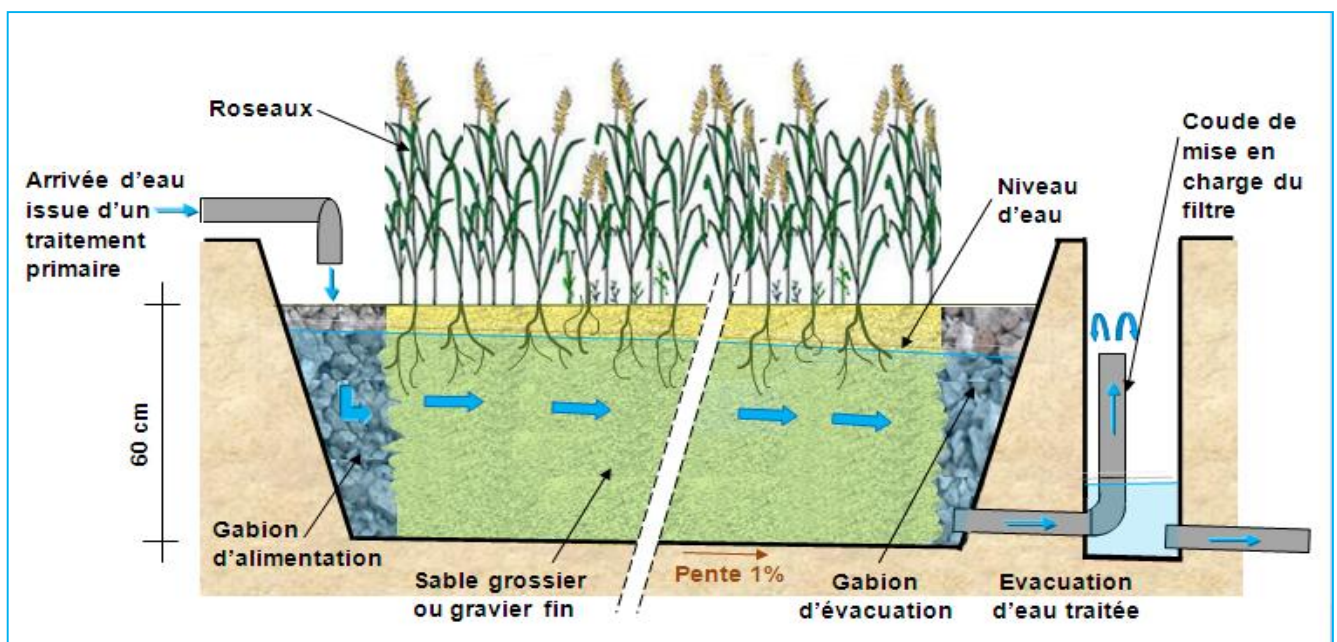


Fig 3. Coupe transversale schématique d'un filtre à écoulement horizontal.

#### IV. AVANTAGES ET PERFORMANCE

La conception de filtres plantés de roseaux offre une solution économique et durable pour l'épuration des eaux. En effet, un filtre à phragmites à lits verticaux, système le plus coûteux, revient, pour 1000 habitants, moitié moins cher qu'une station d'épuration classique. La simplicité du système permet également de diminuer notablement les interventions de maintenance [7]. Ainsi, le suivi analytique révèle de bons rendements épuratoires pour les paramètres DCO, DBO<sub>5</sub> et MES permettant de respecter les normes de rejet même dans le cas d'une augmentation progressive des charges appliquées [4], sachant que l'épuration s'effectue sans nuisances visuelle, sonore ou olfactive et sans problème de stockage des boues [7].

Cette technique écologique qui s'intègre parfaitement au paysage, ne requiert qu'une emprise de sol de 1,5 à 2 m<sup>2</sup>/équivalent habitants. Ainsi, les systèmes de filtres plantés les plus extensifs ne nécessitent que 10 m<sup>2</sup> d'installations par habitant [7], une surface de terrain relativement petite, comparativement à un système de lagunage [14] ou à une station d'épuration classique avec toutes ses dépendances et son périmètre de nuisance olfactive [7].

#### V. L'EPURATION PAR LES PLANTES EN ALGERIE

Dans les pays développés, l'utilisation des filtres plantés pour le traitement des eaux usées est en croissance. De nos jours, ils sont appliqués pour le traitement des eaux usées domestiques, industrielles, agricoles, pluviales et même dans le traitement des boues [14]. Par contre, en Algérie

l'expérience est encore jeune, elle a débuté en 2007 par la réalisation d'une station pilote de filtres plantés à écoulement horizontal au niveau de la Wilaya d'Ouargla (Temacine) [10]. Jusqu'à maintenant, cette station a donné des bons résultats épuratoires [2].

**Tableau 1.** Le rendement épuratoire de la station de traitement de TEMACINE après quelques mois de fonctionnement (d'après l'ONA).

	Désignation	Valeurs moyennes mensuelles
Rendements (%)	MES	97,12
	DBO5	81,7
	DCO	81,27
	N-NH4	/
	NTK	/
	N-NO2	69,22
	N-NO3	17,75
	PT	/
	T	19,25

On peut dire, alors, que les procédés sélectionnés dans le cadre de cette étude vont offrir, pour notre pays, les meilleures chances de succès en épuration des eaux usées des petites agglomérations. Ceci nécessite le renforcement du potentiel scientifique et technique existant par le dimensionnement, la construction, l'opération et le contrôle d'une série de ce type de station dans des locations différentes du pays sous des conditions divers pour l'accumulation d'une base solide de donnée expérimentales. Ça va aider à promouvoir une acceptation régulière pour cette technologie et convaincre les responsables qu'elle est une solution raisonnable pour le traitement des eaux usées domestiques dans un but de protection de l'écosystème et plus particulièrement les eaux superficielles et souterraines de la pollution.

## VI. CONCLUSION

L'épuration des eaux usées par les plantes est un procédé de traitement écologique, propre et non polluant qui repose sur des écosystèmes dans lesquels les végétaux prennent une place importante. Outre, Avec une telle technologie, la qualité des eaux épurées peut être ramenée au niveau des recommandations de l'OMS, minimisant ainsi les risques de pollution pour l'homme et pour tout son environnement. Au niveau de notre pays, cette technologie s'adapte bien aux contextes climatiques et socio-économiques, la chose qui nécessite de faire plus d'efforts pour la développer.

## REFERENCES

- [1] Agence de l'eau Adour Garonne (2001). Aide au choix des filières de traitement adaptées aux petites collectivités. p.27-54 (Les Etudes de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne).
- [2] Agence de l'eau Rhin Meuse (2007). Les procédés d'épuration des petites collectivités du bassin Rhin-Meuse – Eléments de comparaison techniques et économiques, Valeurs observées sur les stations du Morbihan suivies sur l'année 2008.
- [3] Bachi O. E., Benhadia H., Halis Y., Lahcini A. et Belhamra M. (2012). Treatment of domestic waste water by the use of plants in the arid zones (Algerian Northern Sahara). Sixteenth International Water Technology Conference, IWTC 16 2012, Istanbul, Turkey
- [4] Boutin C., Prost-Boucle S. et Boucher M. (2010). Étude des filtres plantés de roseaux dimensionnés pour des campings. Rapport final – Cemagref.
- [5] Brix H. (1987). Treatment of wastewater in the rhizosphere of wetland plants - the roots-zone method. Wat. Sci. Tech. 19, 107-118.
- [6] Burka U. et Lawrence P. C. (1990). A new community approach to waste treatment with higher waterplants. Pergamon Press, IAWPRC Conference "Advances in water Pollution Control", pp. 359-372 pages
- [7] Chaïb J. et Areh N. (2002). L'épuration des eaux usées par les plantes, Connaitre pour agir. Publication de l'Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie.
- [8] Cooper D. et Griffin P. (2004). Facteurs affectant la longévité des filtres à écoulement horizontal en traitement tertiaire d'effluents domestiques. Ingénieries N° spécial, p.49-56
- [9] Goldminc M. et Moncel C. (1998). Une station d'épuration écologique, ça existe. Vie et Santé 1: 58–61.
- [10] Hamza Cherif C-S-I (2011). Epuration des eaux usées par les macrophytes. Mémoire de Magister en Hydraulique. Université de Tlemcen (171pages).
- [11] Kickuth R. (1990). L'épuration des eaux usées par la rhizosphère (par culture de roseaux). Phragmittech Inc. 25 pages.
- [12] Lienard A., Molle P., Boutin C. et Dodane P.-H 2005. Traitement des eaux usées par marais artificiels : action des plantes et développement de la technique en France. TSM n° 11.
- [12] Poulet J. B. et al. (2003). Guide de recommandations pour les stations à lits plantés de macrophytes. Document interne, INSA de Strasbourg.
- [13] Poulet J.B., Terfous A., Dap S. et Ghenaïm A. (2004). Stations d'épuration à lits filtrants plantes de macrophytes. INSA Strasbourg – France.
- [14] Les consultants RSA (1993). Systèmes de traitement des eaux usées par marais artificiels, Étude de techniques de remplacement applicables à l'assainissement des eaux usées de petites agglomérations. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec.
- [15] Perez F. (2010). Mise à jour du guide de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse sur les procédés d'épuration des petites collectivités. Mémoire de Mastère en Management et Ingénierie des Services d'Eau, d'Assainissement et Déchets [M.I.S.E.A.D.]. Agence de l'Eau Rhin-Meuse / Metz / France (114 pages).
- [17] Stottmeister U., Wiener A., Kusch P., Kappelmeyer U., Kastner M., Bederski O., Muller R.A. & Moormann H. (2003). Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment. Biotechnology Advances 22, 93-117.
- [18] Wang R., Baldy V., Perissol C. et Korboulewsky N. (2012). Influence of plants on microbial activity in a vertical-down-flow wetland system treating waste activated sludge with high organic matter concentrations. Environmental Management 95, 158-164.
- [19] Wang R., Korboulewsky N., Prudent P., & Baldy V. et Bonin G. (2009). Can vertical-flow wetland systems treat high concentrated sludge from a food industry? A mesocosm experiment testing three plant species. Ecological Engineering 35, 230-237.