

# Impact de l'hydrodynamique sur le traitement des polluants particulaires par marais flottants

Laboratoire : DSEE UMR GEPEA

Début : septembre 2019

Financement : Alloc Mines (2018)

Cofinancement : Université de Nantes

Encadrement :

Caroline Gentric, Professeur, IUT Saint-Nazaire [caroline.gentric@univ-nantes.fr](mailto:caroline.gentric@univ-nantes.fr)

Karine Borne, Maître assistant, IMT Atlantique [karine.borne@imt-atlantique.fr](mailto:karine.borne@imt-atlantique.fr) et Félicie Theron Maître assistant, IMT Atlantique [felicie.theron@imt-atlantique.fr](mailto:felicie.theron@imt-atlantique.fr)

Mots clés en français : Marais flottants, Pollution particulaire, Hydrodynamique, DTS, Vélocimétrie Doppler, Performances épuratoires

Mots clés en anglais :

## Contexte

De nombreux secteurs d'activités reposent sur l'utilisation du lagunage pour le traitement de leurs effluents, notamment le secteur agroalimentaire et l'assainissement collectif (environ 3000 lagunages en France). L'augmentation des volumes de production ainsi que l'expansion urbaine rendent ces systèmes sous-dimensionnés, ne permettant pas de garantir un traitement optimal. Une solution innovante serait d'installer des Marais Flottants (MF) sur les lagunes existantes comme traitement tertiaire complémentaire.

Cette écotechnologie, inspirée de la nature, peut facilement s'intégrer aux lagunes existantes sans besoin de génie civil ou terrassement. Un MF est composé d'un matelas flottant planté de macrophytes. Les racines des plantes poussent dans le matelas puis atteignent la colonne d'eau dans laquelle elles se développent et agissent comme filtre physique et biologique pour les polluants dissous et particulaires. Les MF ont récemment montré leur efficacité pour le traitement des nutriments, métaux et matières en suspension. Cependant la plupart des études présentes dans la littérature reposent sur une évaluation des performances épuratoires en fonction, entre autres, du type de plante et du temps de contact théorique entre les polluants et le MF. Ces approches sont bien souvent basées sur une étude type « boîte noire », alimentée par des analyses de qualité de l'eau entrante et sortante. Aucune considération n'est donnée aux phénomènes se déroulant à l'intérieur ou à proximité du système racinaire. Cependant la capacité des racines et de leur biofilm à agir comme un filtre physique efficace pour le piégeage des particules est fortement impacté par le profil d'écoulement à proximité du système racinaire. Les phénomènes de court-circuit sous/autour du système racinaire, et donc le temps de contact réel de l'effluent avec les racines, impactent la performance de traitement du MF. Aucune étude n'a cependant à ce jour étudié l'influence de l'hydrodynamique sur le MF (et inversement) en lien avec ses performances épuratoires.

## Objectifs

Le présent projet a pour objectif de développer une méthodologie expérimentale et numérique permettant d'améliorer les connaissances concernant l'influence de l'hydrodynamique à proximité et dans le réseau racinaire d'un MF sur la performance de traitement des particules en suspension. Ceci permettra d'appréhender les mécanismes de piégeage/relargage/resuspension des particules afin d'identifier les conditions optimales de sa mise en œuvre.

Il s'agira d'une part de caractériser globalement l'hydrodynamique d'une lagune pilote (~7 m<sup>2</sup>) pour différents débits d'alimentation et différents designs de MF (e.g. différentes tailles et ratios longueur racinaire/hauteur de colonne d'eau) par des mesures de distribution de temps de séjours (DTS). Ceci permettra de mettre en évidence l'influence de la vitesse moyenne de l'écoulement en amont du MF et de l'occupation de la colonne d'eau par le réseau racinaire sur la fraction de l'écoulement circulant à travers le réseau racinaire, ainsi que d'éventuels zones mortes ou court-circuits. Ceci renseignera sur le temps de contact moyen réel de l'effluent à traiter avec le système racinaire et donc sur le potentiel de traitement pour différentes configurations de MF.

Dans un second temps, des mesures de vitesse seront réalisées dans un banc hydraulique par vélocimétrie Doppler, à proximité ainsi qu'en différents endroits à l'intérieur du réseau racinaire, afin de déterminer les gradients de vitesse locaux. Ceci fournira une cartographie des zones « actives » (mouvantes) et « mortes » (stagnantes) d'un MF et donc des voies d'amélioration pour un design optimal. Diverses configurations, e.g. différents débits, MF en série, espacés ou non, de différentes longueurs, seront étudiées. Ces données seront complétées par des mesures de turbidité en aval des MF afin d'évaluer dans quelle mesure le piégeage et éventuellement relargage des polluants particuliers est affecté par les caractéristiques de l'écoulement à travers le réseau racinaire.

Les résultats expérimentaux seront complétés par des simulations de l'écoulement et de l'efficacité d'épuration. La mécanique des fluides numérique, une fois validée sur un certain nombre de configurations expérimentales à l'échelle pilote, permettra par « expérimentation numérique » d'explorer d'autres designs de MF et de prédire les performances à l'échelle de la lagune.

Les résultats obtenus permettront de dégager des recommandations concernant le design et la mise en place de MF pour garantir un contact maximal entre l'effluent à traiter et le réseau racinaire afin de maximiser la performance de traitement (e.g. débit moyen, hauteur de la colonne d'eau sous les racines, longueur des MF, distance entre MF en cas de disposition en série, ... etc).

## **Compétences requises**

Des connaissances en matière d'hydrodynamique et si possible de traitement de l'eau sont nécessaires pour mener à bien ce sujet. Un très fort attrait pour les méthodes expérimentales est également indispensable. Des connaissances en mécanique des fluides numériques ainsi qu'une première expérience en termes de mise en œuvre de mesures expérimentales de vitesse seraient appréciées.

Le candidat devra faire preuve d'autonomie et présenter un esprit d'initiative marqué. Le(a) candidat(e) justifiera des connaissances théoriques et/ou pratiques lui permettant de mettre en œuvre les expériences laboratoire relatives au projet :

- développer et rédiger des protocoles expérimentaux,
- rendre-compte des résultats et des observations, tenir un cahier de laboratoire,
- analyser et interpréter les résultats,
- mettre en forme les résultats expérimentaux et rédiger des rapports et publications scientifiques,
- présenter ses résultats en réunion d'équipe.

Une bonne maîtrise de la langue française et anglaise est indispensable