Résultats préliminaires d'une étude visant à éliminer des micropolluants organiques par un bioréacteur à biomasse immobilisée.

Mukhlis ESHAMUDDIN[1,2], Claire JOANNIS-CASSAN[1], Sandra BEAUFORT[1], Mathieu LE GARREC[1], Guillaume NOURRIT[2], Claire ALBASI[1]

Affiliation 1 : Laboratoire de Génie Chimique, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UPS, 31400 Toulouse, FR

Affiliation 2 : Département Recherche et Innovation, NEREUS SAS, 34230 Le Pouget, FR

Contexte de l'étude

La présence de divers micropolluants organiques (MPs) à l'exutoire d'une station d'épuration des eaux usées (STEU) reste une problématique préoccupante par les effets accumulatifs et toxiques qu'ils sont susceptibles d'engendrer. En effet, bien que ces MPs ne soient présents qu'à faible concentration (< 1 µg/L), le rejet de ces molécules dans l'environnement a été associé à de multiples risques conséquents pour la santé humaine et l'écosystème aquatique (Aemig et al., 2021). Bien que les traitements secondaires utilisés en STEUs soient aptes à éliminer les polluants majeurs carbonés et azotés, les conditions opératoires appliquées ne permettent pas toujours l'élimination des MPs, ce qui conduit à la mise en œuvre de procédés tertiaires pour parvenir à leur élimination. Parmi ces derniers, les procédés biologiques en particulier le Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) présente plusieurs avantages non seulement économiques et environnementaux, mais également au niveau des processus eux-mêmes : en effet, le biofilm développé sur des supports plastiques fluidisés présente une meilleure résistance aux variations des caractéristiques de l'influent (e.g., charge organique, pH, température, composés toxiques) (di Biase et al., 2019) et assure en grande proportion la biodégradation de certains MPs (Abtahi et al., 2018).

Actuellement, différents travaux investiguant la diversité des populations microbiennes dans des processus biologiques similaires ont été menés afin d'étudier le lien et l'impact de celles-ci sur la dégradation des MPs (Guo et al., 2019; Cao et al., 2022). Malgré l'intérêt croissant porté à ces mécanismes réactionnels, qui se traduit par le développement rapide des recherches portant sur leur élucidation et la caractérisation des conditions de dégradation optimale des MPs, cette dernière reste aujourd'hui très complexe.

Dans cette étude, en regard de conditions opératoires différentes, l'évaluation de profils des populations microbiennes a été réalisée par le séquençage d'ADN à haut débit. Le but était de comparer les populations microbiennes des deux types de biomasse (attachée et en suspension) présentes dans le procédé hybride (MBBR + filtration membranaire) avec celles de la boue activée provenant d'une STEU. L'influence du temps de séjour hydraulique (TSH) sur les performances épuratoires et sur les populations microbiennes a été évalué.

Matériels et Méthodes

Un système hybride couplant un MBBR avec un système de filtration membranaire a été opéré à l'échelle laboratoire. Le système a été alimenté par de l'eau usée domestique préfiltrée (7 nm) de la STEU de Labège (Labège, France). Le MBBR aérobie a été ensemencé avec de la boue activée provenant de la même STEU et des supports poreux en forme de selle (Christian Stöhr GmBH, Marktrodach, Allemagne) ont été utilisés comme supports de biofilms. Le débit d'effluent traité variait de 1,5 à 2 L/h selon le TSH fixé. Les différentes analyses des paramètres de pollution classique ont été réalisées durant toute la période de fonctionnement du pilote afin d'évaluer sa performance. L'extraction d'ADN

a été réalisée en suivant le protocole fourni par le DNeasy® PowerSoil® Pro Kit Solution (Qiagen, Allemagne). Le séquençage d'ADN a été effectué par la Plateforme Génomique (GeT-PlaGe) - INRA Transfert (Castanet-Tolosan, France).

Résultats préliminaires

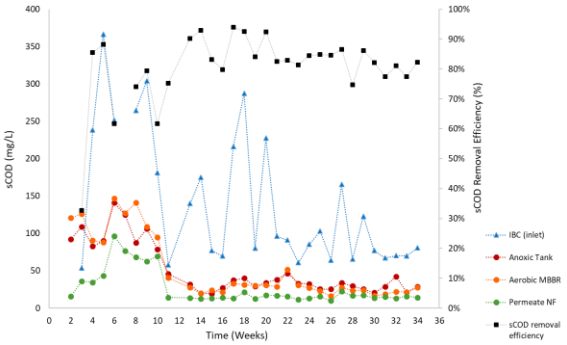

Figure 1 : Concentrations de DCOs dans chaque compartiment du système

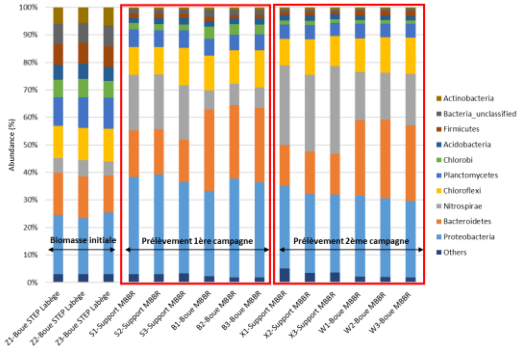

Figure 2 : Les profils de populations microbiennes dans la boue activée, la biomasse en suspension et le biofilm immobilisé

La performance du système hybride a été évaluée par le suivi des paramètres : demande chimique en oxygène soluble (DCOs), matière en suspension (MES), composés azotés, masse de la biomasse (fixée et suspension) et concentrations en MPs. Le système hybride a montré une bonne élimination de la DCOs avec un taux d'abattement de 84,43 ± 4,04% (*figure 1*). De plus, l'élimination des ions ammonium, NH_4^+ et nitrite, NO_2^- étaient quasiment totales. La dégradation des MPs observée sur un seul échantillonnage révèle des résultats conformes à la littérature (Blair et al., 2015).

Concernant l'aspect microbiologique, les premières interprétations en terme de l'analyse de diversité montrent que les populations microbiennes au niveau du phylum sur le biofilm attaché sont différentes de celles de la biomasse en suspension. De plus, il est constaté que le système hybride a une influence sur les populations microbiennes puisque celles observées dans le système sont bien distinctes de celles de la boue activée utilisée lors de l'ensemencement (*figure 2*), sans que le TSH n'ait une influence marquée. Des investigations plus poussées sont attendues quant à l'influence des MPs.

Références bibliographiques

Abtahi, S.M., Petermann, M., Juppeau Flambard, A., Beaufort, S., Terrisse, F., Trotouin, T., Joannis Cassan, C., Albasi, C., 2018. Micropollutants removal in tertiary moving bed biofilm reactors (MBBRs): Contribution of the biofilm and suspended biomass. Science of The Total Environment 643, 1464–1480. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.303

Aemig, Q., Hélias, A., Patureau, D., 2021. Impact assessment of a large panel of organic and inorganic micropollutants released by wastewater treatment plants at the scale of France. Water Research 188, 116524. https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116524

Blair, B., Nikolaus, A., Hedman, C., Klaper, R., Grundl, T., 2015. Evaluating the degradation, sorption, and negative mass balances of pharmaceuticals and personal care products during wastewater treatment 7.

Cao, L., Li, Y., Li, P., Zhang, Xueting, Ni, L., Qi, L., Wen, H., Zhang, Xinbo, Zhang, Y., 2022. Application of moving bed biofilm reactor - nanofiltration - membrane bioreactor with loose nanofiltration hollow fiber membranes for synthetic roxithromycin-containing wastewater treatment: Long-term performance, membrane fouling and microbial community. Bioresource Technology 12.

di Biase, A., Kowalski, M.S., Devlin, T.R., Oleszkiewicz, J.A., 2019. Moving bed biofilm reactor technology in municipal wastewater treatment: A review. Journal of Environmental Management 247, 849–866. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.053

Guo, X., Li, B., Zhao, R., Zhang, J., Lin, L., Zhang, G., Li, R., Liu, J., Li, P., Li, Y., Li, X., 2019. Performance and bacterial community of moving bed biofilm reactors with various biocarriers treating primary wastewater effluent with a low organic strength and low C/N ratio. Bioresource Technology 287, 121424. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121424