



HAL
open science

Influence du CO₂ sur un consortium de microalgues-bactéries en termes de biomasse et de traitement des eaux usées

Julie Farinacci, Julien Laurent

► To cite this version:

Julie Farinacci, Julien Laurent. Influence du CO₂ sur un consortium de microalgues-bactéries en termes de biomasse et de traitement des eaux usées. 9èmes journées doctorales en hydrologie urbaine, Strasbourg, France, mai 2021, May 2021, Strasbourg, France. pp.23-25. hal-03799538

HAL Id: hal-03799538

<https://hal.science/hal-03799538>

Submitted on 5 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Influence du CO₂ sur un consortium de microalgues-bactéries en termes de biomasse et de traitement des eaux usées

Julie Farinacci¹, Julien Laurent¹

1. ICube, UMR 7357, ENGEES, CNRS, Université de Strasbourg, 2 rue Boussingault, 67000 Strasbourg, France

Introduction

Au sein des filières conventionnelles de traitement des eaux usées, la présence de phosphore et d'azote dans les effluents nécessite soit l'ajout de réactifs, soit l'augmentation de la taille des bioréacteurs et de la dépense énergétique associée (notamment pour l'aération indispensable à la nitrification). Un procédé combinant des algues et des bactéries permet (a) de minimiser cette dépense énergétique, (b) une récupération accrue des nutriments au sein de la biomasse produite, (c) la production potentielle de biocarburants de 3^{ème} génération. Par photosynthèse, les microalgues convertissent le CO₂ et les nutriments présents en biomasse et en O₂. En parallèle, les bactéries utilisent l'O₂ produit par les algues pour dégrader des composés organiques et oxyder l'azote ammoniacal, tout en libérant les nitrates et le CO₂ nécessaires aux algues. Ce processus est appelé la respiration photosynthétique. L'avantage supplémentaire en combinant microalgues et bactéries est que la récupération de biomasse algale est facilitée par un phénomène de biofloculation. A l'échelle industrielle, ce consortium d'algues et de bactéries peut être mis en œuvre au sein d'un chenal à haut rendement algal (CHRA). La biomasse algale a un rapport C/N plus élevé (généralement 15/1) que les eaux usées (généralement 7/1) (Park and Craggs, 2010) : il y a donc une limitation par le carbone réduisant l'assimilation de l'azote par la biomasse algale (Craggs et al., 2014), ce qui est mis en évidence par des valeurs élevées de pH pendant le jour. Ainsi, Une injection de CO₂ améliorerait les performances de la biomasse algale tout en limitant la perte des nutriments par volatilisation d'ammoniac ou précipitation des phosphates à des valeurs élevées de pH. Concernant la production de biocarburants, l'injection de CO₂, semble avoir un impact sur la composition de la biomasse en termes de teneur en lipides (Posadas et al., 2015). L'objectif de cette étude est d'observer l'effet d'un apport en CO₂ sur une culture de microalgues-bactéries, en termes d'efficacité du traitement des eaux et de production et composition de la biomasse.

Matériel et Méthodes

Les essais sont menés dans deux réacteurs en verre (15L) mélangés en continu. Le réacteur R1 comporte une simple enveloppe. R2 est muni d'une double enveloppe qui impacte l'apport lumineux. Le but est de vérifier la reproductibilité des tendances observées avec/sans apport de CO₂ sur les deux réacteurs. L'inoculum consiste en un mélange d'algues et boues activées (Pham et al., 2019) prélevées respectivement sur la paroi du décanteur secondaire et le bassin d'aération d'une station de traitement des eaux usées (Rosheim, 67560). L'éclairage est assuré par des LED placées autour de chaque réacteur. Un cycle jour/nuit de 12h est géré par une prise programmable. Le pH, la température et l'oxygène dissous sont mesurés en continu. Le CO₂ est injecté à un débit fixe par un diffuseur poreux au fond du réacteur. Quand le pH dépasse 7.5 (Craggs et al., 2014), le CO₂ est injecté jusqu'à ce que la valeur revienne sous la consigne. Les deux cultures ont été démarrées en même temps. L'injection de CO₂ a été mise en place à J+89 dans R1, et J+129 dans R2. Les réacteurs sont exploités en mode séquentiel avec une durée de cycle de 48h. A la fin de chaque cycle, une partie de la culture en suspension est vidangée pour maintenir une concentration en biomasse de 1 g/L. Après 30 minutes de décantation, 7,5L de surnageant (eau traitée) est remplacé par de l'eau usée synthétique fraîchement préparée (DCO = 318 mg/L, NTK = 38 mgN/L, P-PO₄ = 7 mgP/L).

La productivité de la biomasse est évaluée par mesure des MES et MVS. Le surnageant est analysé pour mesurer les paramètres suivants : DCO, formes de l'azote (NTK, ions NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) et du phosphore (PO_4^-), alcalinité. La composition de la biomasse est évaluée par mesure des lipides (Mishra et al., 2014), glucides (DuBois et al., 1956) et protéines (dosage du NTK).

Résultats et Discussion

R1 a fonctionné deux mois avec injection de CO_2 , et R2 a opéré un mois avec du CO_2 . Dans les deux réacteurs, l'activité photosynthétique des microalgues a été mise en évidence par des valeurs élevées d' O_2 jusqu'à 12 mg/L durant la journée, et des valeurs proches de 0 mg/L pendant la nuit. Le CO_2 a permis une maîtrise du pH. Avant l'injection de CO_2 , le pH a varié entre 7.2 et 8.3 dans R1, et entre 7.2 et 9 dans R2. Par la suite, le paramètre a été maintenu entre 7.2 et 7.9 dans R1, et entre 7.3 et 7.7 dans R2.

En termes de traitement des eaux, l'abattement moyen du NTK est passé de $86.5 \pm 12.3\%$ à $90.5 \pm 2.6\%$ dans R1, et de $90.8 \pm 2.8\%$ à $88.2 \pm 1.8\%$ dans R2. En moyenne, l'élimination des ions PO_4^{3-} est passée de $56.4 \pm 13.4\%$ à $67.4 \pm 22.7\%$ dans R1, et de $78.9 \pm 15.6\%$ à $76.1 \pm 17\%$ dans R2. L'abattement de l'azote global est passé de $69.9 \pm 17.8\%$ à $58.1 \pm 20.4\%$ dans R1, et de $46 \pm 23.7\%$ à $67.4 \pm 14.3\%$ dans R2. Ainsi, l'ajout de CO_2 n'a pas eu d'impact significatif sur l'efficacité d'épuration du système. Les performances ont été maintenues sur le long terme.

Les abattements élevés sur l'azote global suggèrent (a) une dénitrification lorsque la teneur en O_2 décroît la nuit (b) une assimilation de l'azote par la biomasse et/ou une volatilisation de l'azote ammoniacal. Cette dernière est cependant très certainement limitée après la mise en place de la régulation du pH par ajout de CO_2 . La production de biomasse est restée stable sur le long terme avec des valeurs de MES supérieures à 1 g/L dans les deux réacteurs. Les cultures ont cependant des productivités différentes, probablement du fait de l'accès à la lumière différencié. Après tracé des droites de tendance, la pente s'élève à 156 pour R1 et 246 pour R2. Dans les deux cas, l'ajout de CO_2 n'a pas semblé influencer la productivité. Ainsi, dans les conditions opératoires testées, le carbone ne constitue pas un nutriment limitant pour la biomasse.

Conclusion

Les résultats préliminaires n'ont montré aucune évolution significative des paramètres suite à l'ajout de CO_2 sur l'un ou l'autre des réacteurs. La distinction entre les deux cultures est le résultat d'un comportement de base différent dû à la géométrie légèrement différente des réacteurs. L'analyse de la composition de la biomasse (azote, protéines, glucides et lipides) ainsi que l'analyse détaillée des chroniques de pH et O_2 permettront d'évaluer le degré d'assimilation des nutriments par la biomasse et l'éventuelle modification de l'accumulation de lipides.

Références

- Craggs, R., Park, J., Heubeck, S., Sutherland, D., 2014. High rate algal pond systems for low-energy wastewater treatment, nutrient recovery and energy production. *N. Z. J. Bot.* 52, 60–73. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2013.861855>
- DuBois, Michel., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, Fred., 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Anal. Chem.* 28, 350–356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>
- Mishra, S.K., Suh, W.I., Farooq, W., Moon, M., Shrivastav, A., Park, M.S., Yang, J.-W., 2014. Rapid quantification of microalgal lipids in aqueous medium by a simple colorimetric method. *Bioresour. Technol.* 155, 330–333. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.12.077>
- Park, J.B.K., Craggs, R.J., 2010. Wastewater treatment and algal production in high rate algal ponds with carbon dioxide addition. *Water Sci. Technol.* 61, 633–639. <https://doi.org/10.2166/wst.2010.951>
- Pham, L.A., Laurent, J., Bois, P., Wanko, A., 2019. Finding optimal algal/bacterial inoculation ratio to improve algal biomass growth with wastewater as nutrient source. *Water SA* 45. <https://doi.org/10.17159/wsa/2019.v45.i4.7543>

Posadas, E., Morales, M. del M., Gomez, C., Acién, F.G., Muñoz, R., 2015. Influence of pH and CO₂ source on the performance of microalgae-based secondary domestic wastewater treatment in outdoors pilot raceways. *Chem. Eng. J.* 265, 239–248. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.12.059>