



HAL
open science

ECONOMIE CIRCULAIRE APPLIQUEE AUX EAUX USEES : PRODUIRE DES ALGINATES A PARTIR DE BOUES GRANULAIRES

Sidonie Durieux, Aurélie Simon, Néréa Chiramberro, A Bou-Sarkis, B Pagliaccia, S Dubos, M Bounouba, E Moya- Leclerc, E Neuhauser, Y. Bessiere, et al.

► To cite this version:

Sidonie Durieux, Aurélie Simon, Néréa Chiramberro, A Bou-Sarkis, B Pagliaccia, et al.. ECONOMIE CIRCULAIRE APPLIQUEE AUX EAUX USEES : PRODUIRE DES ALGINATES A PARTIR DE BOUES GRANULAIRES. 14ème congrès international du Groupement de Recherche Universitaire sur les Techniques de Traitement et d'Épuration des Eaux (GRUTTEE), Mar 2022, Toulouse, France. hal-04738672

HAL Id: hal-04738672

<https://hal.science/hal-04738672v1>

Submitted on 15 Oct 2024

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.

ECONOMIE CIRCULAIRE APPLIQUEE AUX EAUX USEES : PRODUIRE DES ALGINATES A PARTIR DE BOUES GRANULAIRES

S. Durieux¹, A. Simon, N. Chiramberro, A. Bou-Sarkis², B. Pagliaccia³, S. Dubos¹, M. Bounouba¹, E. Moya-Leclerc¹, E. Neuhauser², Y. Bessi re¹, E. Paul^{1*}

¹ Toulouse Biotechnology Institute (TBI), Université de Toulouse, INSA, INRAE, CNRS, France

² Laboratoire de Biotechnologies Agroalimentaire et Environnementale (LBAE), Université Paul Sabatier, Toulouse, France

³ Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA), University of Florence, Firenze (Italy)

* Corresponding author: paul@insa-toulouse.fr

Dans un avenir proche, les stations d'épurations ne pourront plus se contenter de traiter les eaux usées, mais devront aussi devenir de véritables usines de production de matériaux biosourcés à haute valeur ajoutée, afin de limiter la consommation de matières premières. En particulier, les granules produits dans les procédés à boues granulaires sont composés en partie d'EPS (polymères extracellulaires), dont une partie appelée ALE (exopolymères similaires aux alginates), capable de former des gels en présence de cations divalents. Ces ALE peuvent être extraits sélectivement en combinant une phase de solubilisation alcaline suivie d'une précipitation acide. La production de ces ALE doit être maximisée afin que leur production soit rentable. Dans ce cadre, des boues granulaires ont été étudiées dans un réacteur à l'échelle pilote à différentes charges organiques (de 4,5 à 10,1 kg DCO/m³/j) conduisant à une variation de l'âge de boue. Les boues granulaires sont restées stables pour toutes les charges et tous les âges de boue appliqués. Bien que la concentration en EPS soit rest e constante pour toutes les charges appliquées, il a été observé que la concentration en ALE diminuait lorsque la charge augmentait. La valeur du module de Young mesurée sur des gels formés à partir de ces ALE était de 16 kPa.

Mots-clés : Granule aérobie ; Valorisation ; Polymères extracellulaires (EPS)

Les boues granulaires aérobie peuvent être utilisées pour traiter des effluents industriels ou urbains variés. Le nombre de station utilisant des technologies à boues granulaires augmentent (Pronk et al., 2015). La structure des granules est maintenue grâce aux polymères extracellulaires (EPS) qui sont produits par les bactéries. Des polymères à la structure proche des alginates (ALE) se trouvent dans les EPS des boues granulaires. Leur valorisation semblent être une voie intéressante et rentable (van der Hoek et al., 2016). Il a été prouvé que ces ALE avaient de nombreuses propriétés commerciales, y compris leur capacité à former des gels (Lin et al., 2010; Seviour et al., 2009). L'âge de boue et la charge organique sont des paramètres clés pour les réacteurs de traitement biologique. Il a été observé que la stabilité et la cohésion des granules sont influencés par ces paramètres (de Kreuk et al., 2004). Cependant, il existe peu d'études liant ces paramètres à la production d'EPS et encore moins sur la concentration en ALE au sein des granules. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'analyser les effets de l'âge de boue et de la charge organique sur les propriétés mécaniques des EPS et des ALE. Des expériences en réacteur SBR ont été conduites sous différentes charges. Le SRT résultant de ces différentes charges a été calculé.

Les granules ont été cultivés dans une colonne a r e de 17 L   20  C. Pendant la formation des granules, le temps de cycle a été réduit de 6 à 3 h en même temps que le temps de sédimentation était réduit de 30 à 5 min. Une fois les granules obtenus, le temps de cycle a été maintenu à 3 h selon l'organisation suivante : 30 min d'alimentation anaérobie, 30 min d'anaérobie supplémentaire, 110 min d'aération, 5 min de sédimentation et 5 min de purge. Une alimentation par le bas, à un débit de 0,283 L/min permettait une diffusion en piston. Le rapport d'échange de volume (VER)  tait de 50%. Pendant la période anaérobie, le réacteur était mélangé doucement grâce à une hélice fixée au fond

du réacteur. Pendant la phase aérobie l'air était apporté à un débit de 10 L/min. Les ALE ont été extraits sous conditions alcalines, selon un protocole inspiré de Lin et al. 2010. Le module de Young des gels formés a été mesuré grâce à des tests de compression (de 4 à 20% de déformation) en utilisant un rhéomètre (MARS III).

Lors des étapes de granulation préliminaires à partir de boues activées conventionnelles, l'apparition de granules a été observée à partir du jour 27 lorsque l'OLR a été augmenté à 3 kg DCO/m³/j et le temps de sédimentation diminué à 10 min. Le rapport SVI₅/SVI₃₀ s'est maintenu à 1 et le SVI autour de 22 mL/g qui sont des valeurs standards pour les granules aérobies. Une consommation complète de DCO a été atteinte (>96%), de même que la consommation en azote (80-88%).

Après une période de 60 jours, la charge organique a été augmentée par palier, définissant des phases distinctes (I à III) dont les conditions opératoires sont décrites dans le Tableau 1. Entre les phases III et IV la charge n'a pas été augmentée mais la concentration en granules a été réduite de moitié, conduisant à un doublement de la charge spécifique.

Tableau 1 : Conditions opératoires appliquées au réacteur selon les différentes phases

Phase	Temps	Durée (jours)	OLR (kg/m ³ /d)	Temps de sédimentation (min)	Temps de cycle (min)	Concentration en DCO entrante (mg DCO/L)
I	62 - 76	14	4.5	5	180	1125
II	76 - 89	13	6.75	5	180	1688
III	89 - 97	8	10.125	5	180	2531
IV	97 - 110	13	10.125	5	180	2531

L'augmentation de la charge organique a entraîné une augmentation de la concentration en biomasse à l'intérieur du réacteur et en sortie (Figure 1). Une densification progressive du lit de boue granulaire a été observée. Cette densification est probablement le fait d'une augmentation du gradient de DCO (l'augmentation de la concentration en DCO dans le flux entrant conduit à une disponibilité accrue de la DCO à l'intérieur du granule). La stabilité des granules a été maintenue quelque soit la charge appliquée, et de manière plus surprenante, même après une augmentation soudaine de la charge spécifique qui a été imposée en début de phase IV. Bien qu'une charge importante soit connue pour accélérer la granulation (Lin et al., 2003), un OLR limite au-dessus duquel les granules deviennent instables est souvent décrit dans la littérature. Dans notre cas, cette limite n'a pas été atteinte.

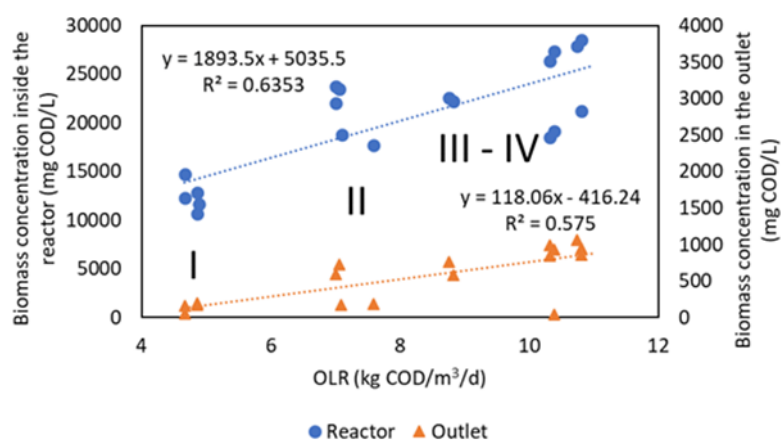


Figure 1 : Concentration en biomasse à l'intérieur du réacteur et en sortie en fonction de la charge appliquée

La Figure 2 représente l'évolution de l'âge de boue pour les charges organiques appliquées. L'âge de boue a diminué de 10 à 5 jours. Cette diminution n'a pas provoqué la déstabilisation de la structure

des granules. La quantité d'EPS extraite est restée constante quelque soit la charge (et l'âge de boue) appliqués. Cependant, le contenu de ces EPS en ALE (obtenus après précipitation acide) a diminué significativement avec la diminution de l'âge de boue. Ainsi, alors que la biomasse globale augmentait plus rapidement du fait de la diminution de l'âge de boue (augmentation de la charge), l'accumulation des ALE diminue. Ce résultat pourrait mettre en avant un découplage entre la croissance microbienne et la production d'ALE. Plus le taux de croissance spécifique est bas, plus la concentration en ALE est haute. La plus haute concentration en ALE a été de 0,2 kg ALE/m³ obtenue pour une charge de 6,75 kg DCO/m³/j (Figure 3).

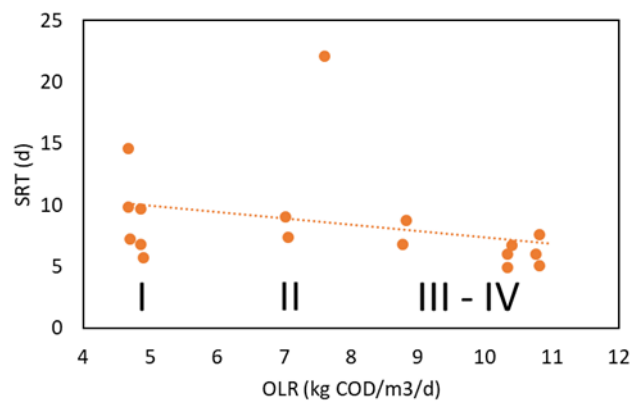


Figure 2 : Evolution de l'âge de boue en fonction de la charge appliquée au sein du réacteur

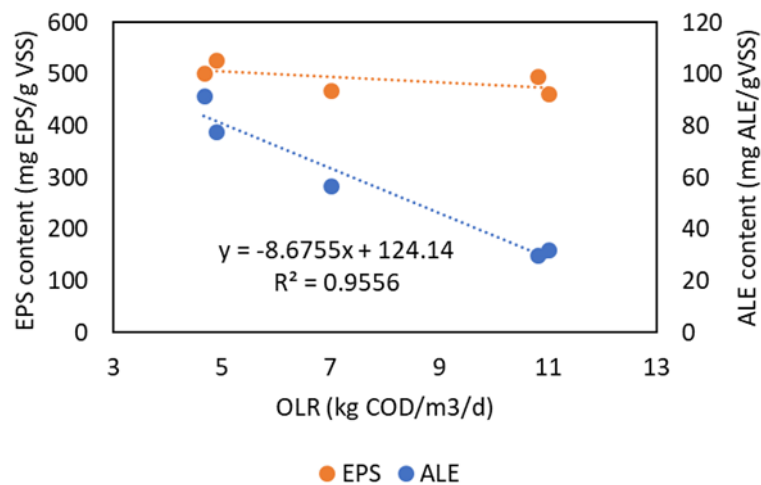


Figure 3 : Evolution de la concentration en EPS et en ALE en fonction de la charge appliquée

Le module de Young a été mesuré sur des solutions d'ALE à 8% (w/v), pour obtenir des informations quantitatives sur la capacité de gélification des polymères, autour de 16 kPa. A titre de comparaison, les gels d'alginate (2,5 % (w/v)) ont un module de Young de 45 kPa.

Les EPS et les concentrations en ALE sont aussi comparés entre les granules échantillonnés à l'intérieur du réacteur et la biomasse en sortie du réacteur. Les quantités extraites étaient similaires à l'intérieur et en sortie, en termes d'EPS et d'ALE. Ce résultat semble montrer une purge de biomasse venant du détachement des granules. La valorisation de la biomasse en sortie est ainsi possible.

de Kreuk, M.K., de Bruin, L.M.M., van Loosdrecht, M.C.M., 2004. Process intensification of municipal wastewater treatment by aerobic granular sludge systems, in: Verstraete, W. (Ed.), European Symposium on Environmental Biotechnology, Eseb 2004. A a Balkema Publishers, Leiden, pp. 103–106.

Lin, Y.M., de Kreuk, M.K., van Loosdrecht, M.C.M., Adin, A., 2010. Characterization of alginate-like exopolysaccharides isolated from aerobic granular sludge in pilot-plant. *Water Research* 44, 3355–3364. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.03.019>

Lin, Y.-M., Liu, Y., Tay, J.-H., 2003. Development and characteristics of phosphorus-accumulating microbial granules in sequencing batch reactors. *Appl Microbiol Biotechnol* 62, 430–435. <https://doi.org/10.1007/s00253-003-1359-7>

Pronk, M., de Kreuk, M.K., de Bruin, B., Kamminga, P., Kleerebezem, R., van Loosdrecht, M.C.M., 2015. Full scale performance of the aerobic granular sludge process for sewage treatment. *Water Research* 84, 207–217. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.07.011>

Seviour, T., Pijuan, M., Nicholson, T., Keller, J., Yuan, Z., 2009. Gel-forming exopolysaccharides explain basic differences between structures of aerobic sludge granules and floccular sludges. *Water Research* 43, 4469–4478. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.07.018>

van der Hoek, J.P., de Fooij, H., Struiker, A., 2016. Wastewater as a resource: Strategies to recover resources from Amsterdam's wastewater. *Resources, Conservation and Recycling* 113, 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.05.012>