



HAL
open science

Optimisation de la séparation des phases solide et liquide de digestats de boues de station d'épuration par ajout d'un coagulant/floculant biosourcé en vue de valorisations ciblées

Soline Lèbre, Ghislain David, Claire Negrell, Audrey Battimelli, Hélène Carrère, Emilie Ruiz, Laurent Vachoud, Christelle Wisniewski

► To cite this version:

Soline Lèbre, Ghislain David, Claire Negrell, Audrey Battimelli, Hélène Carrère, et al.. Optimisation de la séparation des phases solide et liquide de digestats de boues de station d'épuration par ajout d'un coagulant/floculant biosourcé en vue de valorisations ciblées. XVIIIe congrès de la Société Française de Génie des Procédés, SFGP 2022, Nov 2022, Toulouse, France. hal-04124352

HAL Id: hal-04124352

<https://hal.science/hal-04124352v1>

Submitted on 9 Jun 2023

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.

Optimisation de la séparation des phases solide et liquide de digestats de boues de station d'épuration par ajout d'un coagulant-floculant biosourcé en vue de valorisations ciblées

Soline LÈBRE¹, Ghislain DAVID², Claire NEGRELL², Audrey BATTIMELLI¹, Hélène CARRÈRE¹, Emilie RUIZ³, Laurent VACHOUD³, Christelle WISNIEWSKI³

¹INRAE, Université de Montpellier, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Narbonne, France

²Institut Charles Gerhardt, Montpellier, UMR CNRS 5253, Equipe Chimie et Matériaux MacroMoléculaires, Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, Montpellier, France

³Qualisud, Université de Montpellier, Avignon Université, CIRAD, Institut Agro, IRD, Université de La Réunion, Montpellier, France

Introduction

En station de traitement d'eaux usées (STEU), la digestion anaérobie des boues résiduaire conduit à la production de digestats riches en matières fertilisantes. Ces digestats subissent des post-traitements afin de faciliter leur transport, stockage et épandage, et notamment une séparation de phase mécanique permettant d'obtenir une phase solide et une phase liquide, dont une valorisation ciblée peut être recherchée. Les digestats liquides peuvent subir divers traitements visant à isoler l'azote et/ou le phosphore, tels qu'un stripping, une précipitation... Cependant, ces post-traitements nécessitent préalablement une optimisation de la séparation liquide/solide afin que la phase liquide soit quasi-totalement exempte de solides. Bien que très souvent accompagnée d'un ajout de coagulants-floculants, l'élimination des matières en suspension (par décantation ou filtration) des phases liquides reste imparfaite. Ainsi, développer des coagulants-floculants spécifiquement adaptés aux propriétés et caractéristiques physico-chimiques des digestats est essentiel à l'optimisation de la séparation. Les biopolymères, tels que le chitosane, peuvent s'avérer prometteurs de par l'utilisation de produits naturels peu onéreux et possédant une innocuité environnementale. Leur fonctionnalisation permet d'augmenter la spécificité des interactions avec les solides ciblés. Les applications du chitosane sont limitées à des conditions acides en raison de sa faible solubilité dans l'eau ; la quaternisation, ou ajout d'une fonction ammonium quaternaire, est une des diverses méthodes pouvant améliorer cette solubilité, tout en assurant biodégradabilité, biocompatibilité et faible toxicité (David et al., 2016). L'objectif de ce projet est d'étudier et d'optimiser l'efficacité d'un chitosane quaternaire sur la décantabilité et filtrabilité de digestats liquides.

Matériel et méthodes

Le chitosane quaternaire (CHF) est synthétisé à partir de chitosane de masse molaire moyenne fixe (environ 150 kg/mol) modifié par le chlorure de glycidyltriméthylammonium (GTMAC) afin de générer des charges positives sur toute la gamme de pH et d'obtenir une bonne solubilité. Le protocole de synthèse (Loubaki et al., 1991), simple et peu onéreux, a permis d'obtenir des CHF de différents degrés de fonctionnalisation (DQ). L'efficacité de l'ajout de CHF (DQ faible, intermédiaire et élevé) a été évaluée sur un digestat issu du méthaniseur d'une STEU de 470 000 EH. Une dose faible et une dose moyenne ont été testées, et leur efficacité a été comparée à celle d'un polyacrylamide cationique commercial (PC) à dose préconisée par le fournisseur. Avant et après ajout du coagulant-floculant (sous conditions de température, temps et mélange définies) ont été analysés : la répartition granulométrique, le comportement rhéologique, l'aptitude à la décantation (estimée par le ratio $V_{\text{surageant}}/V_{\text{total}}$ après 2 h de décantation) et l'aptitude à la filtration (estimée par la résistance spécifique à la filtration SRF sous 1 bar). Les agrégats des gâteaux de filtration ont été observés par microtomographie et microscopie.

Résultats et discussion

Les ratios $V_{\text{surageant}}/V_{\text{total}}$ obtenus (Figure 1) indiquent que les ajouts améliorent fortement la décantabilité. En ce qui concerne l'aptitude à la filtration, l'ajout de PC et CHF diminue d'un facteur 10 la SRF du digestat brut (Figure 2). Dans chaque cas, les performances sont meilleures si on augmente le DQ et la dose de CHF.

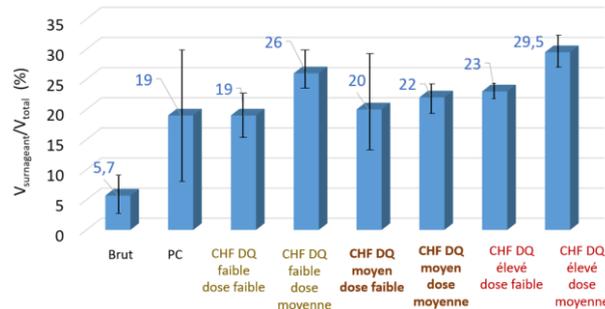


Figure 1 : Performances de décantation

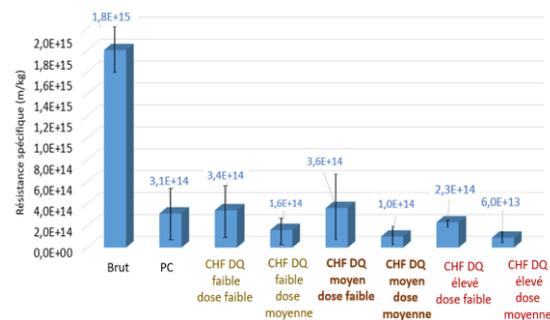


Figure 2 : Résistances spécifiques à la filtration

L'étude du comportement rhéologique a montré que le digestat, avec ou sans coagulant-floculant, a un comportement rhéofluidifiant (Figure 3). L'ajout de PC conduit à des viscosités plus élevées que celles mesurées sur le digestat brut, alors que l'ajout de CHF fait considérablement diminuer les viscosités, notamment pour la dose moyenne, et ce indépendamment du DQ. Les analyses granulométriques (non montrées ici) ont montré que l'ajout de CHF, indépendamment du DQ et de la concentration, conduit à une uniformisation en taille des matières en suspension autour de 40-70 μm alors que l'ajout de PC aboutit à une agglomération autour de 100-800 μm . Les images de microtomographie permettent une visualisation des gâteaux secs obtenus après filtration (Figure 4) et corroborent les distributions granulométriques.

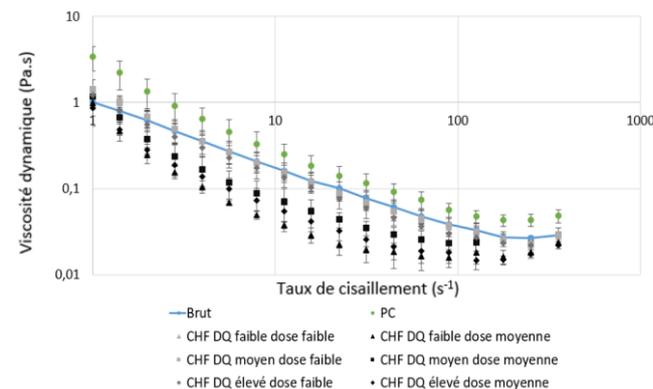
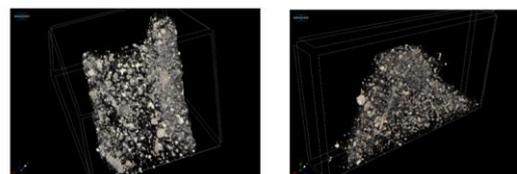


Figure 3 : Comportement à l'écoulement

Les images de microtomographie permettent une visualisation des gâteaux secs obtenus après filtration (Figure 4) et corroborent les distributions granulométriques.



Gâteau de filtration du digestat brut

Gâteau de filtration du digestat après coagulation-floculation avec CHF DQ élevé dose moyenne

Figure 4 : Images par microtomographie

Conclusions et perspectives

Les résultats obtenus dans ce projet ont montré que l'ajout de CHF uniformise la taille des solides en suspension du digestat et améliore leur décantabilité et leur filtrabilité. L'efficacité est meilleure en augmentant le DQ et la dose. Si le floculant commercial s'avère performant, il n'aboutit cependant pas aux meilleures décantabilité et filtrabilité du digestat. Des analyses complémentaires (suivi de la déstabilisation par Turbiscan) permettront de mieux appréhender les mécanismes d'action des produits testés. Une ACV réalisera enfin un bilan environnemental et permettra d'orienter le choix de la dose et de la fonctionnalisation à adopter.

Remerciements : Agence de l'eau RMC Convention N° 2019 0754

Références bibliographiques

- David, G. ; Negrell C. ; Vachoud, L. ; Ruiz, E. ; Delalonde, M. ; Wisniewski, C. An environmental application of functionalized chitosan : enhancement of the solid and liquid fractions of digestate from anaerobic digestion, *Pure Appl. Chem.*, 2016, vol. 88, n°12, p. 1155-1166
- Loubaki, E. ; Ourevitch, M. ; Sicsic, S. Chemical modification of chitosan by glycidyl trimethylammonium chloride. Characterization of modified chitosan by 13C- and 1H-NMR spectroscopy, *Eur. Polym. J.*, 1991, vol. 27, n°3, p.311-317