



**HAL**  
open science

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

Lèbre S., David G., Negrell C., Battimelli A., Hélène Carrère, Ruiz E., Vachoud L., Wisniewski C.

### ► To cite this version:

Lèbre S., David G., Negrell C., Battimelli A., Hélène Carrère, et al.. Optimisation de la séparation des phases solide et liquide de digestats de boues de stations d'épuration par ajout d'un coagulant-floculant biosourcé en vue de valorisations ciblées. 14eme congrès international du GRUTTEE, Mar 2022, Toulouse, France. hal-04124379

**HAL Id: hal-04124379**

**<https://hal.science/hal-04124379v1>**

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 stations d'épuration par ajout d'un coagulant-floculant biosourcé en vue de valorisations ciblées

*S. Lèbre<sup>a</sup>, G. David<sup>b</sup>, C. Negrell<sup>b</sup>, A. Battimelli<sup>a</sup>, H. Carrère<sup>a</sup>, E. Ruiz<sup>c</sup>, L. Vachoud<sup>c</sup>, C. Wisniewski<sup>c</sup>*

*<sup>a</sup>INRAE, Université de Montpellier, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement, Narbonne, France*

*<sup>b</sup>Institut Charles Gerhardt, Montpellier, UMR CNRS 5253, Equipe Chimie et Matériaux MacroMoléculaires, Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, Montpellier, France*

*<sup>c</sup>Qualisud, Université de Montpellier, Avignon Université, CIRAD, Institut Agro, IRD, Université de La Réunion, Montpellier, France*

*Auteur correspondant : [soline.lebre@inrae.fr](mailto:soline.lebre@inrae.fr)*

**Mots clés :** Digestat, chitosane fonctionnalisé, coagulation-floculation, filtration, décantation

## 1. Introduction

En station de traitement d'eaux usées (STEU), la digestion anaérobie des boues résiduaire conduit à la production de digestats riches en azote, phosphore, potassium et matières organiques. 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 liquide et une phase solide, dont une valorisation ciblée peut être recherchée. Ainsi, 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 fonctionnalisés 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. Le chitosane est le deuxième biopolymère le plus abondant dans le monde. Les applications du chitosane sont limitées à des utilisations en conditions acides en raison de sa faible solubilité dans l'eau ; la quaternisation est une des diverses méthodes pouvant améliorer cette solubilité, en assurant biodégradabilité, biocompatibilité et faible toxicité. L'objectif de ce projet est d'étudier et d'optimiser l'efficacité de chitosane quaternaire sur la décantabilité et filtrabilité de digestats liquides.

## 2. Matériel et méthodes

Le chitosane quaternaire (CHF) est synthétisé à partir de chitosane (CS) de masse molaire moyenne fixe ( $\approx 150$  kg/mol) modifié par le chlorure de glycidyltriméthylammonium (GTMAC) afin de générer des charges positives sur toute la gamme de pH et donc d'obtenir une bonne solubilité à tout pH. Le protocole de synthèse [1], simple et peu onéreux, a permis d'obtenir des CHF de différents degrés de fonctionnalisation (DQ). L'efficacité de l'ajout de CHF (DQ de 11, 45 et 80 %), pour deux doses de 10 et 25 mg/g MS, a été évaluée sur un digestat (teneur en matières sèches MS de 24 g/kg) issu du méthaniseur d'une STEU de 470 000 EH, et comparée à celle d'un polyacrylamide cationique commercial (PC) à dose préconisée (7 mg/g MS). 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). Chaque combinaison flocculant/dose est associée à une série de 2 chiffres correspondant respectivement à son DQ et dose.

### 3. Résultats et discussion

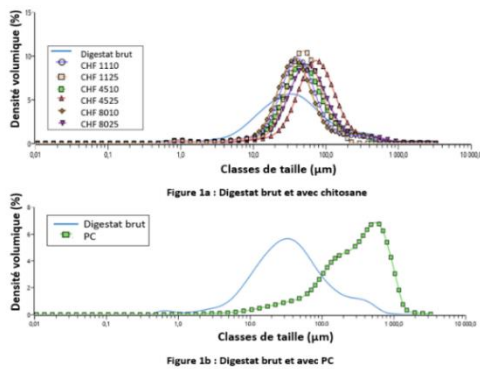


Figure 1 : Analyses granulométriques

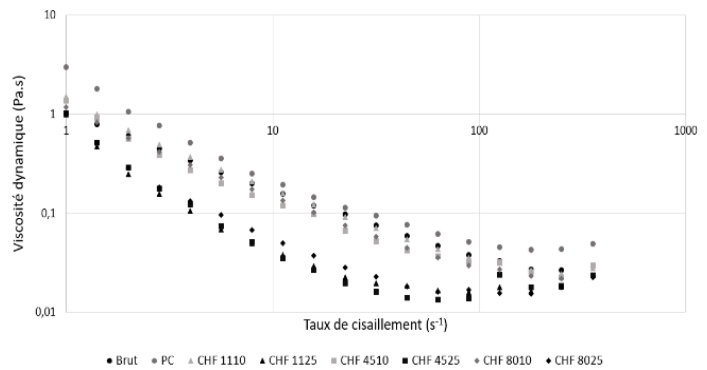


Figure 2 : Analyses rhéologiques

Les analyses granulométriques ont montré que l'ajout de CHF, indépendamment du DQ et de la concentration, aboutit à une uniformisation en taille des matières en suspension autour de 40-70 µm (Figure 1a). L'ajout de PC aboutit non pas à une uniformisation mais à une agglomération (Figure 1b). L'étude du comportement rhéologique a montré que le digestat, avec ou sans coagulant-flocculant, a un comportement rhéofluidifiant (Figure 2). L'ajout de PC aboutit 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 des doses de 25 mg/g MS, et ce indépendamment du DQ. Les ratios  $V_{\text{urnageant}}/V_{\text{total}}$  obtenus (Figure 3a) indiquent que les ajouts améliorent fortement la décantabilité. L'ajout de PC ou de chitosane fonctionnalisé, CHF 8025, donne les meilleures performances en décantation. Notons que, pour CHF, l'efficacité semble améliorée au fur et à mesure que DQ et dose de produit augmentent. En ce qui concerne l'aptitude à la filtration, l'ajout de PC et CHF diminue d'un facteur 10 à 100 la SRF du digestat brut (Figure 3b). On note une diminution de la SRF en augmentant la dose et le DQ du chitosane.

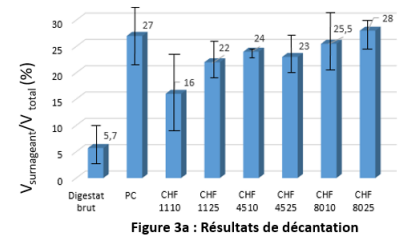


Figure 3a : Résultats de décantation

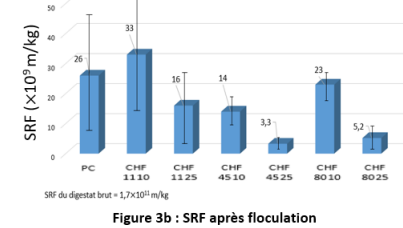


Figure 3b : SRF après floculation

Figure 3 : Bilan de décantation et SRF

### 4. Conclusions et perspectives

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

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

### Références :

[1] E. Loubaki, M. Ourevitch, et S. Sicsic, « Chemical modification of chitosan by glycidyl trimethylammonium chloride. characterization of modified chitosan by <sup>13</sup>C- and <sup>1</sup>H-NMR spectroscopy », *Eur. Polym. J.*, vol. 27, n° 3, p. 311-317, janv. 1991, doi: 10.1016/0014-3057(91)90111-Z.