



HAL
open science

Combiner un réacteur thermophile microaéré (TAR) à un digesteur mésophile anaérobie (MAD) améliore la dégradation de composés pharmaceutiques

Irene Gonzalez Salgado, Laetitia Cavaille, Simon Dubos, Evrard Mengelle, Chanta Kim, Mansour Bounouba, Sébastien Pommier, Etienne Paul, Yolaine Bessière

► To cite this version:

Irene Gonzalez Salgado, Laetitia Cavaille, Simon Dubos, Evrard Mengelle, Chanta Kim, et al.. Combiner un réacteur thermophile microaéré (TAR) à un digesteur mésophile anaérobie (MAD) améliore la dégradation de composés pharmaceutiques. Congrès SFGP, Société Française en Génie des Procédés, Oct 2019, Nantes (France), France. hal-04931556

HAL Id: hal-04931556

<https://hal.science/hal-04931556v1>

Submitted on 5 Feb 2025

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.

Combiner un réacteur thermophile microaéré (TAR) à un digesteur mésophile anaérobie (MAD) améliore la dégradation de composés pharmaceutiques

Irene GONZALEZ-SALGADO¹, Laetitia CAVAILLE², Simon DUBOS¹, Evrard MENGELLE¹, Chanta KIM¹, Mansour BOUNOUBA, Sébastien POMMIER¹, Etienne PAUL¹ et Yolaine BESSIERE¹.

¹ LISBP, Université de Toulouse, CNRS, INRA, INSA, Toulouse, France

² Univ Toulouse, INPT, UPS, Lab Génie Chim, 4 Allée Emile Monso, F-31432 Toulouse, France

etienne.paul@insa-toulouse.fr

INTRODUCTION

Au cours des vingt dernières années, diverses études ont quantifié les concentrations et les occurrences de composés pharmaceutiques dans les usines de traitement des eaux usées. Cependant, même si une fraction de ces composés est adsorbée sur les boues, leur comportement au cours de la digestion anaérobie a été relativement peu étudié. Dans ce travail, la dégradation de neuf composés (caféine CAF, ofloxacin OFL, sulfaméthoxazole SMX, propranolol PRO, carbamazépine CBZ, oxazépam OXA, diclofénac DIC, ibuprofène IBP et 2 hydroxy-ibuprofène 2OH-IBP) a été évaluée. Une digestion anaérobie mésophile classique (MAD) a été comparée à un système couplant le procédé conventionnel à un réacteur thermophile aérobie (MAD-TAR) susceptible d'amener une action enzymatique ciblée sur les molécules réfractaires.

MATERIEL ET METHODES

La biodégradation des neuf molécules a été évaluée dans un dispositif expérimental composé d'un digesteur anaérobie mésophile (MAD à 35°C) couplé à un digesteur aérobie thermophile (TAR à 65°C). L'alimentation a été réalisée avec une boue primaire et les durées d'alimentation, de soutirage et de recirculation ont été ajustées pour maintenir un âge de boues global d'environ 20 jours dont 1 jour dans le TAR. Deux campagnes ont été réalisées, à la même période, deux années consécutives : une en conditions anaérobies mésophiles strictes et une avec le procédé hybride MAD-TAR. La quantification des micropolluants a été réalisée par UHPLC-MS-MS précédée d'une extraction QuEChERS modifiée dans les boues primaires et le digestat issus des procédés MAD et MAD-TAR (13 prélèvements pour chaque campagne).

RESULTATS ET CONCLUSIONS

Bien que l'alimentation ait présenté des fluctuations, comme attendu lorsque l'on travaille avec un affluent réel, les concentrations en MVS et DCOt après digestion sont restées constantes avec un écart type inférieur à 4%. Avec des conditions de fonctionnement comparables, le système hybride MAD-TAR a permis d'éliminer davantage de matières organiques solides (environ 76% en MVS) par rapport au système mésophile (environ 47%) confirmant les résultats obtenus en laboratoire il y a quelques années (Dumas et al., 2010). Les conditions opérationnelles et les principaux résultats sont rapportés dans le Tableau 1.

La comparaison des rendements d'élimination dans les procédés MAD et MAD-TAR est présentée Fig. 1. Les taux d'élimination les plus élevés ont été obtenus pour CAF et SMX (> 89%) sans différences significatives entre les deux procédés. Même si un taux d'élimination négatif a été observé pour IBP et CBZ dans les deux procédés. L'élimination des autres composés cibles a été significativement améliorée par le processus MAD-TAR. Une élimination moyenne allant de 54% (OFL) à 75% (OXA) a été observée dans le MAD-TAR, contre seulement 9% et 49% dans le MAD. De plus, bien que PRO n'ait pas du tout été éliminé pendant le processus MAD, un taux de 69% d'abattement a été atteint dans MAD-TAR. Le DIC et le 2OH-IBP présentent une élimination faible dans le MAD-TAR (6 à 10%) alors qu'ils étaient accumulés dans le MAD.

Des efficacités d'élimination similaires ont été rapportées dans la littérature pour CAF et SMX (Narumiya et al. 2013; Carballa et al. 2007) et pour OFL (Narumiya et al. 2013), une élimination négative de CBZ a également été observée par Narumiya et al. 2013.

En conclusion, même si des différences non significatives ont été trouvées pour CAF et SMX qui ont été bien éliminées par les deux processus, le processus hybride MAD-TAR améliore de manière significative l'efficacité d'élimination de OXA, PRO et OFL et légèrement celles de DIC et 2OH-IBP parallèlement à l'amélioration de la dégradation globale des matières organiques. Cependant, les mécanismes impliqués dans le devenir de IBP et CBZ nécessitent des investigations supplémentaires.

Remerciements : ce travail a été financé par l'Agence de l'Eau du Bassin Adour Garonne et l'Agence Française pour la Biodiversité au travers du projet SMS « séparer les micropolluants à la source et les traiter pour maîtriser les risques sanitaires et préserver les milieux ».

MOTS-CLES DU THEME « LA TRANSITION ENVIRONNEMENTALE »

Traitement de l'eau et des effluents liquides, Traitement des polluants émergents.

MOTS-CLES LIBRES

Digestion anaérobie, composés pharmaceutiques, biodégradation.

FIGURES ET TABLEAUX

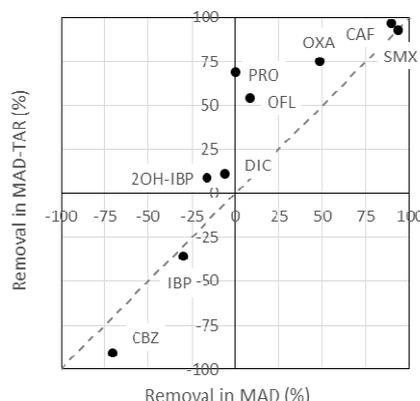


Fig. 1 Comparaison de l'abattement des molécules pharmaceutiques dans le procédé innovant (MAD-TAR) vs conventionnel (MAD)

Tableau 1. Performance de méthanisation

	MAD	MAD-TAR
Charge orga. (kgCOD/m ³ /jour)	1,2	0,9
Charge orga. (kgVSS/m ³ /jour)	0,8	0,6
Temps de séjour (jours)	19,6	22,4
MES (g/L)	11,7±0,5	4,9±0,6
MVS (g/L)	8,3±0,4	3,4±0,4
DCO _i (g/L)	14,1±1,4	5,7±0,8
DCO _s (g/L)	0,37±0,06	0,36±0,08
Rendement élimination DCO (%)	46,7	72,9
Rendement élimination MVS (%)	47,0	75,7

RÉFÉRENCES

[1] Dumas C., Perez S., Paul E., & Lefebvre X. 2010. 'Combined thermophilic aerobic process and conventional anaerobic digestion: Effect on sludge biodegradation and methane production'. *Bioresource Technology*, 101(8), 2629–2636.

[2] Carballa M., Omil F., Ternes T., and Lema J. 2007. 'Fate of Pharmaceutical and Personal Care Products (PPCPs) during Anaerobic Digestion of Sewage Sludge'. *Water Research* 41 (10): 2139–50.

[3] Narumiya, Masanori, Norihide Nakada, Naoyuki Yamashita, and Hiroaki Tanaka. 2013. 'Phase Distribution and Removal of Pharmaceuticals and Personal Care Products during Anaerobic Sludge Digestion'. *Journal of Hazardous Materials* 260: 305–12.