

ASSESSMENT OF MICROWAVE TREATMENT EFFECTS ON SANITATION AND BIOGAS POTENTIAL OF SLUDGES

PROROT AUDREY^{1*}, ANDREEA SOPCA², ARNAUD CORMOS DELIA³,
LEVEQUE PHILIPPE³, LEPRAT PATRICK¹

¹ *Groupement de Recherche Eau Sol et Environnement (GRESE), University of Limoges,
France*

² *Universit  "Vasile Alecsandri" du Bac u, Calea M r    ti 156, Bac u, 600115, Roumanie*

³ *XLIM CNRS, University of Limoges, France*

Abstract : The aim of this study is to assess the effectiveness of sludge pre-treatment by mean of microwave technology to improve biogas production and sanitize the treated sludge. For this purpose, the sludge was treated by microwave at different temperatures (65 , 80  and 95  C) and for different times (10 and 20 minutes), always in comparison with a conventional heat treatment (water bath). Whereas microbiological analysis showed that bacteria seem more sensitive to microwave treatment as conventional heating, the organic matter solubilization and the biogas potential of sludge seem more important after a conventional heat treatment.

Keywords: mud, microwave, cleaning, solubilization biogas.

1. INTRODUCTION

Si aujourd'hui différents types de d chets sont potentiellement valorisables sous la forme de biogaz grâce à des usines de méthanisation, ces dernières sont très coûteuses et donc réservées à des installations très importantes et encore trop rares en France. L'étape identifiée comme étant la plus limitante pour obtenir de bons rendements est la première phase du processus de méthanisation. Elle consiste en une hydrolyse de la matière organique complexe en molécules simples facilement assimilables par les microorganismes [1]. C'est dans ce contexte que cette étude a été initiée. L'objectif de ce travail collaboratif GRESE-XLIM-ODESSOL est de préjuger des capacités d'un prétraitement thermique par voie micro-onde à hydrolyser la matière organique particulaire contenue dans des boues d'épuration. Le but ultime est donc d'envisager ce type de prétraitement pour accroître les rendements d'une unité de méthanisation. Par ailleurs, même si le traitement par méthanisation permet de produire à la fois un amendement organique et un fertilisant de bonne valeur agronomique, le digestat issu de la méthanisation de boues urbaines est encore mal connu d'un point de vue microbiologique. Parallèlement à la caractérisation des effets des micro-ondes sur la solubilisation de la matière organique et le potentiel méthanogène des boues, l'objectif de cette étude est donc d'évaluer les capacités du pré-traitement micro-onde à hygi niser les boues en amont de la digestion anaérobie.

2. MONTAGE EXPÉRIMENTAL

2.1. Traitement des boues. Les boues ont été exposées à deux types des traitements thermiques : classique par chauffage au bain marie et micro ondes à l'aide du dispositif expérimental présenté sur la figure 1. Les boues ont

*Corresponding author, courriel prorot@ensil.unilim.fr

été traitées à trois températures ; 95° C, 80°C et 65°C pour des temps incluant la montée en température (T0), 10 minutes (T10) et 20 minutes (T20) lorsque la température désirée est atteinte.

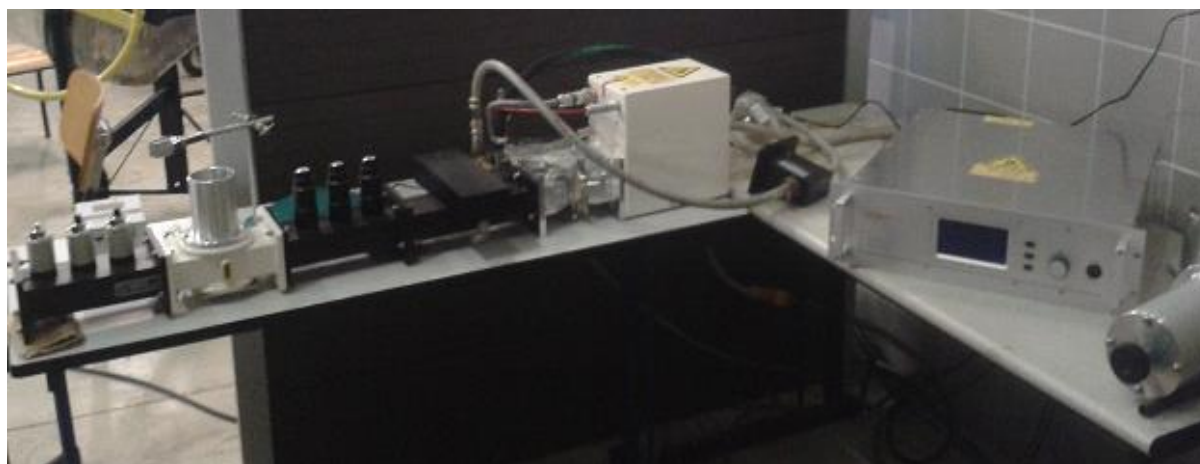


Fig.1. Le système d'exposition micro-ondes.

Le dispositif se compose d'un générateur d'ondes électromagnétiques à la fréquence de 2,45 GHz et de 2 KW, d'un guide d'ondes et d'un applicateur (cavité résonnante monomode), permettant d'accueillir l'échantillon à traiter. La température des échantillons a été caractérisée à l'aide d'une sonde de température à fibre optique Luxtron®. Pour chaque température, des tests ont été réalisés pour déterminer la puissance, les temps de montée en température, la durée des pulses et les intervalles entre chaque pulse. Les conditions d'exposition ont été adaptées en fonction de la température désirée.

2.2. Caractérisations biochimique et microbiologique des boues

Les effets du traitement sur les boues ont été évalués en terme de potentiel méthanogène bien sûr, mais également à partir de la solubilisation de la matière organique. La caractérisation microbiologique des boues a également été réalisée, avant et après traitement, afin d'évaluer les capacités hygiénisantes des micro-ondes.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Effets des micro-ondes sur l'hydrolyse de la matière organique des boues

D'un point de vue global, les meilleurs taux de solubilisation de matière organique ont été obtenus suite à un traitement thermique conventionnel. Surtout, il semblerait également que la nature de la matière organique solubilisée diffère en fonction des deux traitements. Le niveau de solubilisation des protéines d'origine intra et extracellulaire, pouvant être corrélé avec une éventuelle lyse cellulaire, est largement supérieure suite à un traitement micro-onde. Au contraire, la matière organique extracellulaire, telle que les acides humiques, semble mieux solubilisée suite au traitement thermique conventionnel. Ces résultats semblent donc indiquer des mécanismes de solubilisation différents, bien qu'il s'agisse de 2 traitements thermiques. Il est probable que le principe du chauffage et surtout le temps de montée en température soit mis en jeu.

3.2. Effets des micro-ondes sur le potentiel méthanogène des boues

La finalité de ce traitement d'hydrolyse étant un pré-traitement afin d'améliorer la digestion anaérobie, l'impact des micro-ondes sur le potentiel méthanogène des boues a donc été évalué. Les meilleurs taux de solubilisation de la matière organique étant mis en évidence après un traitement à 95°C (données non montrées), le potentiel méthanogène des boues a donc été déterminé suite à un traitement à cette même température, toujours en comparaison à un traitement thermique conventionnel.

La production de biogaz des boues issues des deux traitements à 95°C a été suivie pendant 48 jours. Les résultats sont présentés sur les figures 2 et 3.

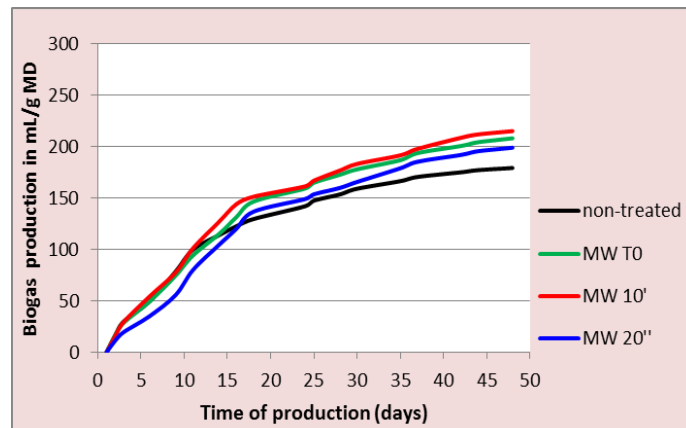


Fig.2 : Suivi de la production de biogaz après un traitement des boues par micro-ondes à 95°C.

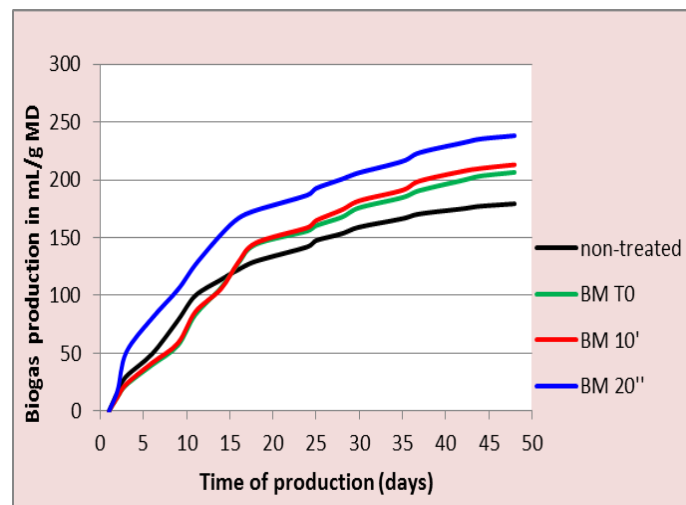


Fig.3 : Suivi de la production de biogaz après un traitement thermique conventionnel des boues à 95°C.

Comme on peut le constater sur la figure 2, la production de biogaz suite au traitement par micro-ondes est très semblable quel que soit le temps de traitement appliqué. Même si la production de biogaz est améliorée par comparaison avec le témoin, celle-ci reste négligeable. En revanche, suite au traitement thermique conventionnel (figure 3) la production de biogaz est améliorée après 20 minutes de traitement. Ces résultats semblent confirmer ceux obtenus en termes de solubilisation de la matière organique puisque l'amélioration de la production apportée par les micro-ondes (17%) reste inférieure à celle obtenue après traitement thermique conventionnel (25%).

3.3. Evaluation des capacités hygiénisantes des micro-ondes

Enfin, les capacités hygiénisantes des micro-ondes ont été évaluées, toujours en comparaison au traitement thermique conventionnel. Dans ce but, le suivi de la concentration de la flore aérobie totale et des bactéries indicatrices a été entrepris avant et après chaque traitement (tableau 1). On constate qu'à 65°C les meilleurs abattements pour les spores de BASR (1.9 Log), d'entérocoques (6.4Log) et de coliformes totaux (3.9 Log) et thermotolérants (3.5 Log) ont été obtenus suite au traitement par micro-ondes. Cette tendance se confirme à 80° avec des abattements suite au traitement par micro-ondes plus significatifs et même des abattements totaux des entérocoques et des coliformes thermotolérants. Enfin à 95°, on obtient un abattement total des entérocoques et des coliformes ainsi que des abattements plus significatifs des spores de BASR (2.1 Log) et des spores de clostridium (2.4Log).

Si les résultats sur le niveau de solubilisation de la matière organique et l'amélioration du potentiel méthanogène semblent plus avantageux dans le cas du traitement thermique conventionnel, les résultats en termes d'hygiénisation des boues semblent plus prometteurs suite au traitement micro-ondes. En effet, d'une manière générale, les taux d'abattement obtenus apparaissent plus importants dans le cas du traitement par micro-onde.

Tableau 1. Comparaison des effets d'un traitement thermique par micro-ondes et d'un traitement thermique conventionnel sur les micro-organismes indicateurs des boues exprimés en log d'abattement.

	Traitement	Spores de BASR	Spores de Clostridium	Entérocoques	Coliformes totaux	Coliformes thermo-tolérants
65°C	Bain-marie T0	0,69	0,56	1,05	1,32	2,03
	Micro-onde T0	0,77	0,60	1,61	0,32	2,20
	Bain-marie T10	0,89	0,81	1,21	1,65	3,20
	Micro-onde T10	1,86	0,86	6,43	2,26	3,20
	Bain-marie T20	1,85	1,00	1,99	2,32	3,20
	Micro-onde T20	1,92	1,05	6,43	3,90	3,52
80°C	Bain-marie T0	1,10	0,05	5,00*	4,00	2,70
	Micro-onde T0	1,71	0,32	5,00*	2,65	3,30*
	Bain-marie T10	1,27	0,12	5,00*	4,59	2,70
	Micro-onde T10	1,82	0,85	5,00*	4,00	3,30*
	Bain-marie T20	1,39	0,29	5,00*	5,00	3,30*
	Micro-onde T20	1,93	1,50	5,00*	4,35	3,30*
95°C	Bain-marie T0	0,09	0,34	5,19*	6,65*	5,65*
	Micro-onde T0	1,31	0,85	5,19*	6,65*	5,65*
	Bain-marie T10	0,28	2,26	5,19*	6,65*	5,65*
	Micro-onde T10	1,57	1,72	5,19*	6,65*	5,65*
	Bain-marie T20	0,76	2,32	5,19*	6,65*	5,65*
	Micro-onde T20	2,17	2,36	5,19*	6,65*	5,65*

4. CONCLUSIONS

Globalement, les résultats obtenus reflètent une moindre efficacité des micro-ondes à solubiliser la matière organique par rapport au bain marie. Par contre les micro-ondes solubilisent mieux les protéines avec des taux nettement supérieurs à ceux issus du bain marie. L'amélioration du potentiel méthanogène des boues par la technologie micro-ondes a également été évaluée par comparaison au chauffage classique à 95°C pendant 48 jours. Les résultats confirment ceux obtenus en termes de solubilisation puisque l'amélioration de la production apportée par les micro-ondes est inférieure à celle obtenue suite au traitement thermique conventionnel. Afin d'aller plus loin, il serait judicieux de mener des tests de production de biogaz sur les trois températures de traitement. Concernant les effets sur les micro-organismes, il serait bien d'ajouter à nos recherches des indicateurs parasitaires (*Helminthes*, *Giardia*) et viraux (*Entérovirus*) pour avoir un meilleur aperçu des capacités hygiénisantes du procédé. Enfin, une étude économique sur la consommation énergétique et le rendement généré serait indispensable avant la mise en pratique du procédé micro-ondes à une échelle industrielle.

RÉFÉRENCES

[1] Wei, Y., Van Houten, R.T., Borgen, A.R., Eikelboom, D.H. et Fan, Y. Minimization of excess sludge production for biological wastewater treatment. Water Research 37, 2003, p. 4453-4467