

Effet de l'ensemencement sur la digestion anaérobie des déchets ménagers de la ville d'Adrar

Mohammed Djaâfri*, Mostefa Khelifi, Slimane Kalloum,
Ahmed Tahri, Kamel Kaidi et Abdelkader Touzi

Unité de Recherche en Energie Renouvelable en Milieu Saharien /Adrar
B.P. 478, Route de Reggane, Adrar, Algérie

(reçu le 12 Mai 2009 – accepté le 21 Juin 2009)

Résumé - De plus en plus dans nos cités, la gestion des ordures ménagères et des déchets industriels pose des problèmes à multiples portées: environnementales, hygiéniques,... Le recours à la digestion anaérobie comme outil de traitement des déchets présente de nombreux avantages: il permet de produire une énergie renouvelable, le biogaz; évite les émissions de carbone dans l'atmosphère et la pollution de l'environnement en tant que tel; et enfin contribue au développement de l'agriculture (production d'engrais). Le présent travail consiste en l'étude de l'effet de l'ensemencement sur la digestion anaérobie des déchets ménagers de la ville d'Adrar à l'échelle du laboratoire en vue de produire du biogaz. Les résultats obtenus montrent clairement que l'effet de l'ensemencement sur la digestion anaérobie des déchets ménagers est très important pour la production de biogaz et la diminution de la charge organique du substrat.

Abstract - More and more in our cities the management of the household wastes and industrial by products pose problems and concerns with multiple scopes: environmental, Hygienic,. The use of anaerobic digestion as a tool for processing waste has many advantages: it makes it possible to produce a renewable energy, biogas; avoid the carbon emissions in the atmosphere and the pollution of the environment and improve agricultural soil through fertilizer production. This work consists to study the influence of seeding on the anaerobic digestion of a domestic waste in Adrar city at the laboratory scale in order to produce biogas. The results obtained show clearly that the effect of seeding on the anaerobic digestion of domestic waste was very significant for the production of biogas and the substrate organic mater reduction.

Mots clés: Déchets ménagers - Digestion anaérobie - Ensemencement - Charge organique
- Biogaz - Adrar.

1. INTRODUCTION

Les déchets riches en matières organiques, proviennent essentiellement des décharges publiques, des industries agro-alimentaires et des effluents résiduels urbains. Ces déchets constituent une nuisance environnementale certaine à prendre en charge pour la sauvegarde durable de notre environnement. Naturelle et spontanée, la méthanisation est un processus biologique de dégradation de la matière organique par une flore microbienne qui se déclenche en conditions anaérobies.

Différents consortiums de micro-organismes transforment les substrats organiques complexes en molécules simples (monomères: acides, alcools...), puis en biogaz, gaz majoritairement composé de méthane (CH₄), de dioxyde de carbone (CO₂) et de sulfure d'hydrogène (H₂S).

* djaafrimoh@yahoo.fr

Pour optimiser la cinétique de dégradation de la matière organique, la méthanisation est conduite sans apport d'air dans des enceintes confinées appelées 'digesteurs', où les paramètres de la digestion sont bien maîtrisés.

Les paramètres sont de deux types: ceux qui vérifient que les conditions de fonctionnement requises sont bien respectées (comme la température, la DCO, ...) et ceux qui permettent de contrôler l'état biologique du milieu (le pH, la DBO₅, la concentration en acides gras volatils, la teneur en H₂, ...).

Le présent travail consiste en l'étude de l'effet l'ensemencement sur la digestion anaérobie des déchets ménagers de la ville d'Adrar à l'échelle de laboratoire et cela par le suivi de l'évolution du pH, de la DCO et du volume de biogaz produit.

2. MATERIEL ET METHODE

Les déchets ménagers étudiés sont constitués des déchets de cuisine, tels que les épluchures d'oignon, de pomme de terre, de carotte, de betterave, de salade et artichauts (Fig. 1). Ces déchets sont découpés en petits morceaux afin d'assurer une homogénéisation de l'échantillon, puis ils sont introduits dans deux digesteurs, d'une capacité de un litre chacun avec un taux de dilution de 16 g de matière sèche par litre [1, 2] (Fig. 2).

L'un est pris comme témoin sans ensemencement et l'autre est ensemencé par 5 ml de substrat provenant d'un autre digesteur contenant des déchets d'abattoir.

Les deux digesteurs sont fermés hermétiquement pour assurer l'anaérobiose totale, puis ils sont plongés dans un bain marie réglé à 35 °C ± 2 °C [3-5].

La demande chimique en oxygène (DCO) est déterminée selon la méthode décrite par J. Rodier, (1984) [6]; le volume selon T. Chaslerie, (2002) [7] et la matière sèche selon F. Charnay, (2005) [8]. Le pH a été mesuré au moyen d'un pH mètre de type Hanna.



Fig. 1: Echantillon étudié après homogénéisation

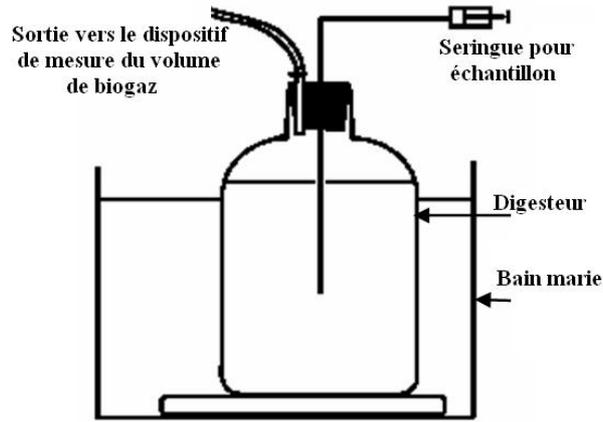


Fig. 2: Le digesteur

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Nous avons suivi successivement l'évolution du pH, du volume de Biogaz produit et de la DCO en fonction du temps. Les résultats obtenus sont représentés dans les figures suivantes.

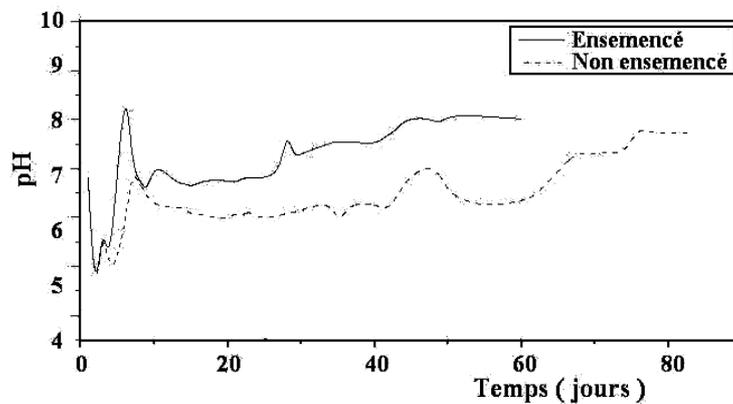


Fig. 3: Evolution du pH en fonction du temps pour les échantillons ensemencés et non ensemencés

A travers la figure 3, on remarque qu'il y'a une diminution du pH de la valeur 6,8 à la valeur 5 pour les deux digesteurs. Nous avons ajusté par la suite le pH avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH) 2N pendant les neuf premiers jours de telle sorte à maintenir sa valeur au voisinage de 7. Cette valeur est adéquate pour le développement des bactéries méthanogènes, [9].

Pour la première expérience 'ensemencé', au-delà des 9 premiers jours, le pH commence à augmenter sans ajustement, puis il se stabilise aux alentours de 8 jusqu'à la fin de la digestion.

Pour la deuxième expérience ‘nonensemencé’, le pH se stabilise aux environs de 6,5 pendant 50 jours (phase acidogène). Dès le 60^{ème} jour, le pH augmente à nouveau pour atteindre la valeur de 7,7 à la fin de l’expérience (phase méthanogène).

Ces mêmes constatations ont été rapportées dans de nombreux travaux [8, 10, 11].

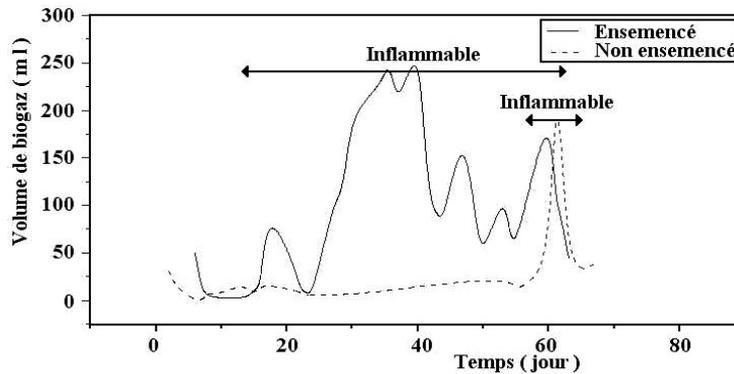


Fig. 4: Evolution du volume de biogaz en fonction du temps pour les échantillons ensemencés et non ensemencés

D’après la figure 4, nous avons constaté que la phase méthanogène se déclenche dès le 17^{ème} jour. Elle évolue considérablement, au 40^{ème} jour où elle atteint la valeur maximale de 250 ml.

La production se maintient jusqu’au 63^{ème} jour dans l’intervalle [50 à 150 ml/jour]. Par contre, dans le cas (non ensemencé), le déclenchement de cette phase n’est possible qu’à partir du 55^{ème} jour. Elle atteint un maximum égal à 200 ml au 60^{ème} jour. A partir du 63^{ème} jour, nous avons constaté une chute brusque de la production de biogaz jusqu’à ce qu’elle devienne nulle.

Cela nous a permis de confirmer que l’ensemencement du substrat favorisait nettement la digestion et accélérât le développement des bactéries méthanogènes et par conséquent, le déclenchement de la phase méthanogène. Durant cette période de 80 jours, nous avons produit 3,5 l de biogaz pour le cas ensemencé et seulement 0,5 l dans le cas non ensemencé.

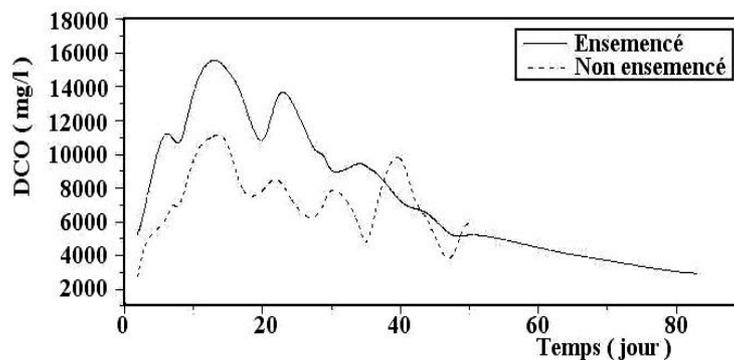


Fig. 5: Variation du DCO en fonction du temps pour les échantillons ensemencés et non ensemencés

La valeur de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) pour les deux expériences augmente au début de la digestion puis diminue après la méthanisation, mais le fait remarquable est que:

- D'une part, les valeurs de la DCO pour le cas ensemencé sont supérieures à celle du substrat non ensemencé ce qui peut être expliqué par l'activité bactérienne qui est supérieure au niveau du substrat ensemencé par rapport au milieu non ensemencé.
- D'autre part, le substrat ensemencé est dégradé complètement quoique, en ce qui concerne le milieu non ensemencé on remarque le début d'une autre phase d'hydrolyse après la fin de la première phase de méthanisation.

4. CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus, on peut conclure que l'effet de l'ensemencement sur la digestion anaérobie des déchets ménagers est très important pour obtenir des résultats optimaux.

La phase méthanogène pour l'échantillon ensemencé est déclenchée dès le 17^{ème} jour. Par contre, pour l'échantillon non ensemencé, elle n'a été possible qu'à partir du 55^{ème} jour.

La quantité du biogaz produite durant la digestion est de 3,5 litres et 0,5 litre pour l'échantillon ensemencé et non ensemencé respectivement.

La dégradation de la matière organique est nettement supérieure pour l'échantillon ensemencé par rapport à celui non ensemencé.

REFERENCES

- [1] S. Kalloum, '*La Digestion Anaérobie des Boues des Stations d'Épuration: une Opportunité Énergétique et Environnementale*', Mémoire de Magister, Ecole Nationale Supérieure des Enseignements Techniques, Oran, 2006.
- [2] A.S. Sambo, B. Garba and B.G. Danshehu, '*Effect of Some Operating Parameters on Biogas Production Rate*', World Renewable Energy Congress, N°3, Reading, U.K. (09/1994) - Renewable Energy, Vol. 6, N°3, pp. 343 - 344, 1995.
- [3] T. Mandal and N.K. Mandal, '*Comparative Study of Biogas Production from Different Waste Materials*', Energy Conversion and Management, Vol. 38, N°7, pp. 679 – 683, 1997.
- [4] L. Angélique, '*Biométhanisation*', Rapport, Université de Liège, 2001.
- [5] M. Henze and P Harremoes, '*Anaerobic Treatment of Wastewater in Fixed Film Reactors - a Literature Review*', Water Science and Technology, Vol. 15, pp. 91 – 101, 1983.
- [6] J. Rodier, '*L'Analyse de l'Eau: Eaux Naturelles, Eaux Résiduaire et Eau de Mer*', 8^{ème} Edition, 1984.
- [7] T. Chaslerie, '*Techniques de Bioconversion: la Biométhanisation*', Rapport, IUT, 2002.
- [8] F. Charnay, '*Compostage des Déchets Urbains dans les Pays en Développement : Elaboration d'une Démarche Méthodologique pour une Production Pérenne de Compost*', Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 2005.
- [9] L. Neves, R. Oliveira and M.M. Alves, '*Influence of Inoculum Activity on the Bio-Methanization of a Kitchen Waste under Different Waste/Inoculum Ratios*', Process Biochemistry, Vol. 39, N°12, pp. 2019 - 2024, 2004.

- [10] M. Moletta, '*Caractérisation de la Diversité Microbienne Aéroportée des Biogaz*', Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, Ecole Doctorale, 2005.
- [11] F. Raposo, C.J. Banks, I. Siegert, S. Heaven and R. Borja, '*Influence of Inoculum to Substrate Ratio on the Biochemical Methane Potential of Maize in Batch Tests*', *Process Biochemistry*, Vol. 41, N°6, pp. 1444 – 1450, 2006.