

Conception et réalisation d'un digesteur type batch chauffé par un capteur solaire à double vitrage

k. Hadri¹, M. Khelafi¹, A. Tahri¹, H. Bouabdessalem²

Résumé:

Dans ce travail nous avons étudié la digestion anaérobie de la boue de la STEP de la ville D'Adrar et cela par l'utilisation d'un digesteur d'une capacité de 16 litre chauffé par énergie solaire en utilisant un capteur solaire à double vitrage.

L'étude consiste à suivre l'évolution de la température à l'intérieur du digesteur en plus des paramètres de la digestion anaérobie à savoir la DCO et le volume du biogaz produit.

Les résultats obtenus ont montrés que le capteur à double vitrage améliore nettement l'apport énergétique au digesteur en minimisant largement les pertes dues au capteur durant la phase nocturne. Le biogaz inflammable est obtenu à partir du 7^{me} jour de la digestion anaérobie de la boue. Une diminution considérable de la DCO a été constatée durant la période de la digestion.

Mots clés : digestion anaérobie, la boue, capteur solaire à double vitrage, biogaz

I. INTRODUCTION :

Selon le mode d'alimentation, les digesteurs sont classés en deux types : digesteur batch (semi-continu) et digesteur continu. Le digesteur batch ou discontinu a l'avantage d'être d'une construction simple. Le mode opératoire consiste à remplir le digesteur avec les substances organiques et laisser digérer, le temps de rétention étant fonction de la température et d'autres facteurs.

Après avoir vérifié le transfère de chaleur du capteur solaire (couvercle) du digesteur au substrat; nous avons constaté que le capteur à simple vitrage du digesteur a présenté des pertes de chaleur durant la période nocturne qui a été minimisé par l'utilisation d'un capteur à double vitrage servant comme isolant.

Dans ce travail nous avons modifié le capteur à simple vitrage (couvercle) du digesteur solaire par un capteur solaire à double vitrage et nous avons étudié également la dégradation (méthanisation) du substrat (boue de la STEP de la ville d'ADRAR) en vue de la production du biogaz et un sous produit servant comme fertilisant aux terres agricoles pauvre en matière organique.

II. Matériel et méthodes :

Le digesteur est composé de deux parties essentielles, un capteur solaire à double vitrage qui sert en même temps comme couvercle et un bac pour la digestion du substrat, voir schémas si dessous. Le métal utilisé pour la construction du capteur et du bac est de l'acier galvanisé, le bac de digestion est composé de deux parois séparée l'une de l'autre par un isolant à savoir la laine de verre et le polyester. Le volume de digesteur est de 14 litres.

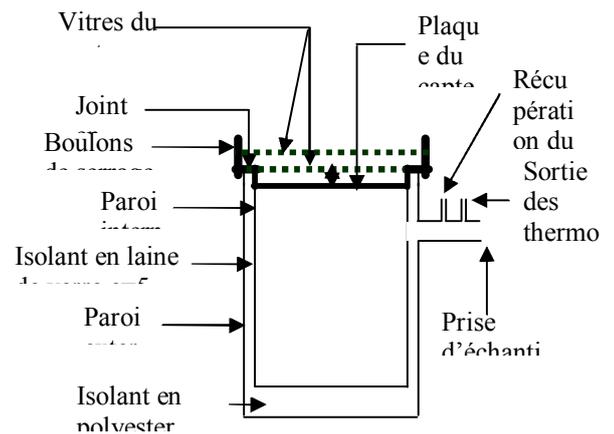


Figure n°1. Schéma descriptif du digesteur cylindrique solaire à double vitrage de type Batch.

III.2. Conditions opératoires :

L'étude expérimentale consiste à faire remplir le digesteur par la boue de la station d'épuration de la ville d'ADRAR avec un taux de dilution de 20% et de mesurer les températures au niveau du capteur ainsi qu'à l'intérieur du digesteur. Ces mesures sont assurées par des thermocouples de type J et sont enregistrées par une acquisition de données de type Hydra Fluke. La figure suivante montre le digesteur durant son fonctionnement.

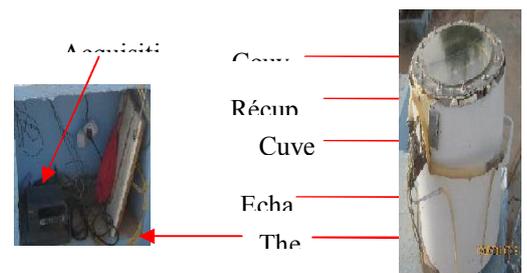


Figure n°2. Photo du digesteur

IV. Résultats et discussions :

Durant l'expérimentation réalisée pendant la période vernale nous avons obtenue les résultats de la variation des températures à différents niveaux à l'intérieur du digesteur. Ces résultats sont représentés par la figure 3.

Sur cette figure on remarque que la température au milieu du digesteur varie entre 27.5°C et 45 °C au début de l'expérimentation, après quelques jours la plage de variation de la température est devenue dans la gamme 32.5 - 52°C. Ce qui explique que les pertes de température durant la nuit sont très minimales ; cela est visible sur la figure n° 3 qui présente la variation des différentes températures à l'intérieur du digesteur.

DEMER et autre ont prouvé que la production du biogaz a deux optimums, un dans la gamme thermophile (55°C) et l'autre dans la gamme mésophile (35°C) [1] cette dernière est proche de la température moyenne enregistrée à l'intérieur de notre digesteur. Il est à noter que l'effet de la température et particulièrement important en phase d'hydrolyse. Par exemple la vitesse d'hydrolyse de la cellulose en phase thermophile et six fois supérieur à celle en phase mésophile [2].

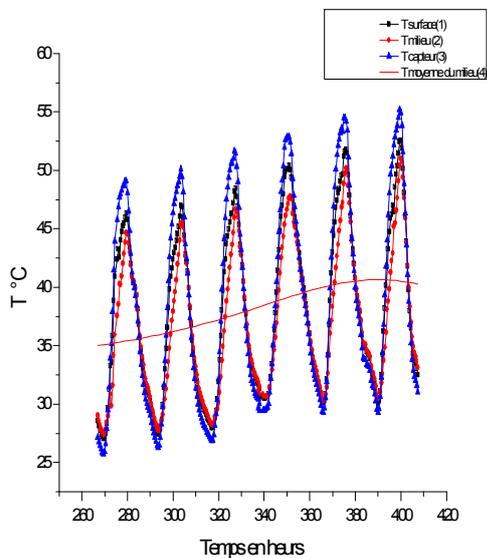


Figure 3. Evolution de la température à l'intérieur du digesteur

Au cours de la digestion anaérobie de la boue nous avons enregistré l'évolution de la DCO, figure 4, et le volume du biogaz produit, figure 5.

La courbe de la figure 4 présente une augmentation rapide de la DCO à partir de la 4^{ème} journée de la digestion (phase d'hydrolyse et acidogénèse), elle atteint une valeur maximale de 10500 mg/l, à la 7^{ème} journée, la valeur de la DCO commence à diminuer jusqu'à une valeur minimale de 3500 mg/l, cette diminution est accompagnée d'une augmentation de volume du biogaz (figure 5) ce qui montre que la phase méthanogénèse est atteinte. A partir du 13^{ème} jour, la DCO augmente de nouveau ce qui peut être expliqué par le non homogénéité du substrat utilisé.

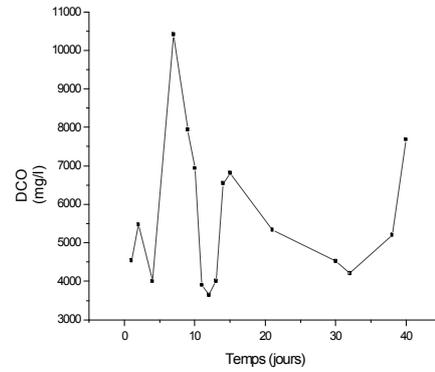


Figure 4 : Variation de la DCO du substrat en fonction du temps

La figure 5 représente la variation du volume de biogaz produit durant la digestion anaérobie de la boue de la STEP D'Adrar, sur cette figure on observe que le volume du biogaz augmente progressivement pour atteindre une valeur maximale de 4500 ml au 30^{ème} jour. Le biogaz produit devient inflammable (pourcentage en Méthane supérieur à 45% [3]) à partir de la 7^{ème} journée de digestion, ce jour coïncide avec la diminution de la DCO du substrat qui se dégrade pour se transformer en biogaz.

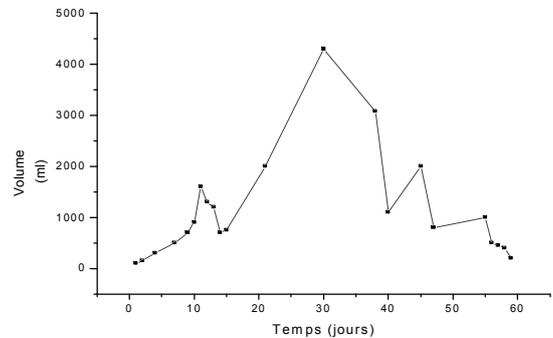


Figure 5 : Variation du volume de biogaz produit en fonction du temps

V. Conclusion :

Les résultats souhaités par ce travail étaient d'atteindre un intervalle de température à l'intérieur du digesteur correspondant à la gamme mésophile. Nous avons obtenue par ce digesteur cylindrique solaire à double vitrage durant la période vernale un intervalle de température appartenant à la gamme mésophile.

Le problème de pertes de température durant la nuit, influant négativement sur le processus de méthanisation, a été surmonté par l'utilisation du capteur solaire à double vitrage.

Le capteur à double vitrage a nettement amélioré l'apport énergétique et la conservation de l'intervalle de température dans la gamme mésophile en minimisant largement les pertes due au capteur durant la phase nocturne.

L'obtention du biogaz inflammable a été constaté à partir du 7^{ème} jour de la digestion, avec une augmentation journalière du volume.

Une dégradation importante de la matière organique est constatée à partir du 7^{ème} jour jusqu'au 12^{ème} jour, ce qui est confirmé par la diminution de la DCO durant la même période.

Références bibliographiques :

- [1]. **Demeyer A, Jacob F, Jay M, Menguy G, Perrier J.** La conversion bioénergétique du rayonnement solaire et les biotechnologies. Edition technique et documentation, Paris ; 1981.309 pp.
- [2]. **Elmashad HM, Zeeman G, Lettinga G.** Thermophilic Anaerobic digestion of cow manure. Effect of temperature on hydrolysis. In: Proceedings of the 9th World Congress Anaerobic Digestion. Belgium:IWA Anterpen; 2-6 Septembre 2001.
- [3]. **C. Couturier, L. Galtier.** Etat des connaissances sur le devenir des germes pathogènes et des micropolluants au cours de la méthanisation des déchets et sous produits organiques, Solagro, 1998.
- [4]. **S. Harpeet, K. Watra.** Solar Energie, 1996 Vol.56, n° 03, pp 261-266.
- [5]. **J. P. Holmon.** Heat Transfer, 8^{ème} éditions Mc Graw-Hill Newyork, 1997.
- [6]. **J. A. Duffie, W. A. Beckman** (Solar Engineering of Thermal Processes , 2^{ème} édition ; Newyork, 1991.