

Boues de vidange des fosses septiques: Caractérisation et voies de valorisation- Cas du Burundi

Nsavyimana G.^{1*}, Bigumandondera P.¹, Baya D.T.¹, Ndikumana T.² & Vasel J. L.¹

(1) Université de Liège, Département des Sciences et Gestion de l'environnement (DSGE). Unité Assainissement et Environnement. 185 Avenue de Longwy, 6700Arlon, Belgique.

(2) Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Chimie, B.P.2700 Bujumbura- Burundi.

*Adresse de correspondance : gnsavyimana@student.ulg.ac.be ou gnsavyi@yahoo.fr

Résumé étendu de la communication orale pour colloque international sur la gestion des déchets dans les pays magrébins (qui a eu lieu au Maroc 3-4 octobre 2013).

Les fosses septiques (F.S) sont classées parmi les digesteurs anaérobies les plus utilisés au monde dans le domaine de traitement des eaux usées (McCarty, 2001; Coelho *et al.*, 2003; Wibisono *et al.*, 2003). Cependant, un des grands problèmes d'utilisation de ces dispositifs, est la gestion des boues de vidange (Strauss *et al.*, 1997; Strauss *et al.*, 2000; Koanda, 2006). Cette étude vise à: (i) caractériser les boues de vidange des FS et déterminer leur potentiel méthanogène; (ii) élaborer des modèles prédictifs de production cumulée maximale de biogaz à partir de quelques caractéristiques si les boues sont digérées; (iii) quantifier l'intérêt de leur co-digestion anaérobie avec des déchets solides organiques des marchés en vue de leur valorisation énergétique. Des paramètres indicateurs de pollution comme: DCO_{totale}, DCO_{soluble}, DCO_{particulaire}, DBO_{5 totale}, DBO_{5 soluble}, DBO_{5 particulaire}, DBO_{totale infinie}, MVS, MES, AGV, pH, SO₄²⁻, N-NH₄⁺, N_{total} et PO₄³⁻ ont par ailleurs été analysés sur des échantillons des boues de vidange de vingt et une fosses septiques. Pour une bonne interprétation des données, quelques ratios entre certains paramètres ont été déterminés. Il s'agit de: DCO_{totale}/DBO_{totale infinie}, DCO_{totale}/DBO_{5 totale}, DCO_{part.}/MES, DBO_{5 part.}/MES, MVS/MES, NH₄⁺/DCO_{totale}, NH₄⁺/N_{total}, NH₄⁺/DCO_{soluble}, DCO_{soluble}/SO₄²⁻, DCO_{part.}/DCO_{totale}, DCO_{soluble}/DCO_{totale}, DBO_{totale infinie}/MES, MVS/DCO_{soluble} et MVS/DBO_{totale infinie}. Au regard des tendances centrales (valeurs médianes) correspondant à ces rapports (adimensionnels) entre paramètres (et qui sont respectivement égaux à 2,06; 2,83; 1,29; 0,49; 0,76; 0,10; 0,73; 0,40; 358; 0,79; 0,20; 0,85; 2,23 et 0,93), une hypothèse de valorisation des boues de vidange par digestion anaérobie a été formulée et exécutée. Néanmoins, celles-ci produisent de faibles quantités de biogaz (2,09 m³ biogaz/m³ boues fraîches de FS après deux mois de digestion; dont la composition est de 71% CH₄ contre 29 % CO₂). Ces résultats ont toutefois servi de base à l'établissement des modèles prédictifs de production cumulée maximale de biogaz (cas de digestion des boues seules), (Equations 1 et 2). Ces modèles ont été élaborés à l'aide d'un logiciel de traitement statistique (statistica[®]), en appliquant un ajustement non linéaire de Gauss-Newton.

$$P_{30^{\circ}\text{C}} = 1.70945(\text{MVS}/\text{DBO}_{\text{totale infinie}})^{-3.01984} \quad (1)$$

$$P_{30^{\circ}\text{C}} = 3.71755(\text{MVS}/\text{DCO}_{\text{soluble}})^{-0.723119} \quad (2)$$

Où P est en m^3 , MVS, $\text{DBO}_{\text{totale infinie}}$ et $\text{DCO}_{\text{soluble}}$ en kg/m^3

Lorsque les boues des FS sont digérées à une température différente de celle reprise dans les Equations (1) et (2), la production cumulée maximale de biogaz à une température quelconque peut être calculée à partir de l'Equation (4). Celle-ci est inspirée de la relation de Rittman et McCarty (2001), (Equation 3) selon laquelle la température influence l'activité dans un réacteur biologique.

$$q_T = q_{T_{\text{exp}}} (\Theta)^{(T - T_{\text{exp}})} \quad (3)$$

$$P_T = P_{30^{\circ}\text{C}} (1.07)^{(T - 30^{\circ}\text{C})} \quad (4)$$

Où P_T désigne la production cumulée maximale de biogaz à température T; $P_{30^{\circ}\text{C}}$ traduit la production cumulée maximale de biogaz à 30°C ; $q_{T_{\text{exp}}}$ symbolise l'activité maximale à la température d'expérimentation T_{exp} ; q_T représente l'activité maximale calculée à la température T et Θ désigne le coefficient de température.

Une analyse des paramètres statistiques relatifs au modèle traduit par l'Equation (1) montre que la proportion de la variance expliquée du modèle vaut 0.97, avec un coefficient de détermination (R^2) de 0.98. Cela indique une forte corrélation entre la variable dépendante (qui n'est rien d'autre que la production cumulée maximale de biogaz) et la variable indépendante (à savoir le rapport $\text{MVS}/\text{DBO}_{\text{brute infinie}}$), ce qui explique la fiabilité du modèle. Quant au modèle traduit par l'Equation (2), la proportion de la variance expliquée équivaut à 0.96 tandis que le R^2 vaut 0.98, ce qui renseigne, comme pour le premier modèle, d'une forte corrélation entre la production cumulée maximale de biogaz et le rapport $\text{MVS}/\text{DCO}_{\text{soluble}}$.

Les valeurs des rapports $\text{MVS}/\text{DCO}_{\text{soluble}}$ (2,23) et $\text{MVS}/\text{DBO}_{\text{totale infinie}}$ (0,93) montrent en outre que ces boues contiennent plus de biomasse épuratrice que de substrat. Cette étude a montré que bien que les boues de vidange des fosses septiques (FS) soient presque stabilisées

du point de vue valorisation énergétique, elles contiennent beaucoup de biomasse épuratrice qui peuvent servir d'inoculum pour la dégradation d'autres déchets, notamment les déchets solides fermentescibles.

A cet effet, des essais dans des réacteurs pilotes (échelle de laboratoire) ont été exécutés pour évaluer l'intérêt de co-digestion anaérobie des boues de vidange des FS avec des déchets solides fermentescibles (déchets des marchés). L'étude a été menée en cinq scénarii différents, définis sur base d'un critère « Ratio: $MVS_{FS}/MOV_{déchets}$ ». En d'autre terme, ce critère n'est rien d'autre que le rapport biomasse-substrat.

Les ratios: $MVS_{FS}/MOV_{déchets}$ respectivement égaux à 0,3; 0,5; 1; 1,5 et 2 ont été évalués. Le rapport $MVS_{FS}/MOV_{déchets}$ égal à 0,3 est jugé optimal pour une bonne valorisation de ces déchets avec un taux de production maximal de biogaz égal à $12,14 \text{ m}^3 \text{ biogaz}/\text{m}^3 \text{ mélange frais de gadoues-déchets}$. La composition du biogaz produit est de 65,6% CH_4 de moyenne contre 34,4% de CO_2 de moyenne.

Cette étude démontre donc que ces déchets (boues de vidange et déchets solides fermentescibles) peuvent alors être considérés comme une ressource et non comme un problème .

Mots clés: Fosses septiques; Boues de vidange; Caractérisation; Biomasse épuratrice; Potentiel méthanogène; Co-digestion anaérobie; Déchets solides organiques; Valorisation énergétique.

Références bibliographiques

- Coelho, A. L. S. S., do Nascimento, M. B. H., Cavalcanti, P. F. F. and van Haandel, A. C. (2003).** The UASB reactor as an alternative for the septic tank for on-site sewage treatment. *Wat. Sci. Tech.* **48**(11-12): 221-226.
- Koanda, H. (2006).** Vers un assainissement urbain durable en Afrique Subsaharienne: Approche innovante de la planification de la gestion des boues de vidange. **Thèse de doctorat**, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 311 p.
- McCarty, P. L. (2001).** The development of anaerobic treatment and its future. *Wat. Sci. Tech.* **44**(8): 149-156.
- Rittman, B. E. and McCarty, P. L. (2001).** *Environmental Biotechnology. Principles and applications*. New York, 755 p., McGraw-Hill International Editions.
- Strauss, M., Heinss, U. and Montangero, A. (2000).** On-site sanitation: when the pits are full--planning for resource protection in faecal sludge management. *Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyg* **105**: 353-360.
- Strauss, M., Larmie, S. A. and Heinss, U. (1997).** Treatment of sludges from on - site sanitation - Low cost options. *Wat.Sci.Tech.* **35**(6): 129 - 136.

Wibisono, G., Mathew, K. and Goen, H. (2003). Low cost anaerobic system for Indonesia: single baffled septic tank. *Wat. Sci.Tech.* **48**(11-12): 193-198.