

Fermentation méthanique des déchets de bovins: étude du temps de rétention hydraulique, de la température et de la concentration en substrat

Zoubida Zennaki-Bensouda*, A. Zaid**, Hchouma Lamini**, M. Aubineau*** & M. Boulif*.

Key words: Methane fermentation - Cattle manure - Hydraulic retention time - Temperature - Methane yield.

Résumé

Ce travail a été entrepris pour améliorer le rendement en méthane obtenu par la fermentation méthanique des déchets de bovins. L'optimisation du temps de rétention hydraulique et de la concentration en matière organique du substrat a été déterminée à 37°C et 55°C. L'étude du processus de fermentation des déchets de bovins et du potentiel de production en méthane montrent que la fermentation méthanique de ces déchets peut être conduite à de courts temps moyens de rétention hydraulique sans détruire la stabilité du processus fermentaire: 8 jours à 37°C et 5 jours à 55°C pour une concentration en matière sèche de 43 g/l. Les rendements en biogaz sont améliorés; ils sont respectivement de 0.46 m³/(m³.j) et 0.68 m³/(m³.j) pour une proportion en méthane de 56% et 51% aux températures de 37°C et de 55°C. Les concentrations en matière sèche qui donnent les meilleures vitesses de production de méthane en batch varient entre 7 et 9 %. Les modèles de Chen et Hashimoto (7) et de Monod (19), appliqués à l'étude cinétique du processus décrivent de manière satisfaisante, à la fois la cinétique de disparition du substrat et la production de méthane.

Summary

This study has been undertaken in order to improve yield of methane production by anaerobic fermentation of cattle manure. Optimization of hydraulic retention time and organic concentration substrate were evaluated at 37°C and 55°C. The study of cattle manure fermentation process as well as that of methane production yield showed that methanogenic fermentation of these organic wastes may be conducted at low hydraulic retention time without stressing the fermentary process: 8 days at 37°C and 5 days at 55°C for a dry matter concentration of 43 g/l. The biogas yield increased, reaching 0.46 m³/(m³.d) at 37°C and 0.68 m³/(m³.d) at 55°C with a methane content of 56% and 51% respectively. The best biogas yields occurred for dry matter concentrations between 7 and 9%. Kinetic models of Chen and Hashimoto (7) and of Monod (19) described well substrate depletion and methane production.

1. Introduction

Les populations rurales, 12,7 millions d'habitants (10), utilisent en abondance pour leurs besoins domestiques du bois, des pailles ou autres déchets végétaux à coté de carburants d'origine fossile. L'augmentation du prix du pétrole, la déforestation causée par l'utilisation abusive du bois de feu, ainsi que les problèmes posés par la pollution, ont amené l'Etat à encourager le développement de sources d'énergie alternatives pour satisfaire, en partie ou en totalité la demande en énergie. L'une de ces alternatives est la production de biogaz par la fermentation méthanique des déchets de bovins, procédé peu coûteux et non polluant. Ce procédé qui a été largement utilisé à travers le monde (11, 13) donne des performances limitées par l'influence de nombreux paramètres physico-chimiques de la fermentation méthanique et la mise en pratique de cette technologie.

Notre étude est une contribution à l'amélioration des

performances de cette technologie par l'optimisation des trois paramètres suivant: le temps de rétention hydraulique, la température et la concentration en substrat .

2. Matériel et méthodes

Une série d'expériences en mode "batch" et en régime continu sont réalisées à 37°C et 55°C. Le substrat est constitué par de la bouse de vache prélevée quotidiennement de l'étable de la ferme d'application de l'ENA de Meknès. En mode "batch", les essais sont menés dans des réacteurs de 500 ml pour des concentrations en matière organique (MO) de 40 g/l, 50 g/l, et 80 g/l à 37°C et 40 g/l et 80 g/l à 55°C. En régime continu les expérimentations se font dans des digesteurs de 70 litres; la teneur en matière sèche est maintenue à la valeur constante de 4,30 % MS en déchets de bovins. Les temps de rétention hydraulique

* Ecole Nationale d'Agriculture, B.P. 5/40, Meknès, Maroc.

** Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, Meknès, Maroc.

*** Institut National Agronomique, Paris-Grignon; département de Machinisme agricole. France.

Reçu le 19.07.95, accepté pour publication le 16.04.96.

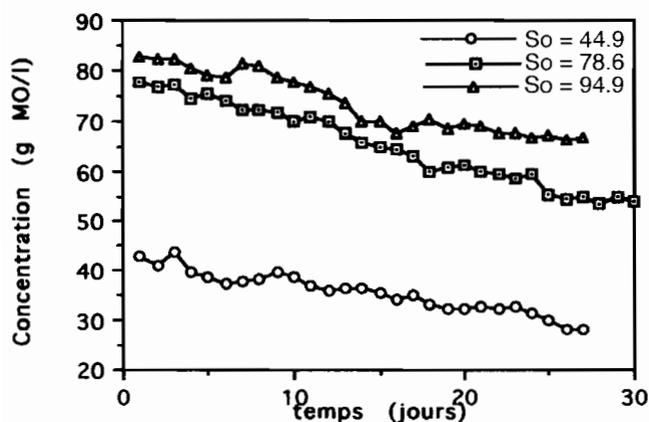


Figure 1. Evolution de la teneur en matière organique au cours de la fermentation en batch des déchets de bovins à 37°C.

que expérimentés sont de 15, 12, 10, 8 et 7 jours en mésophilie et de 10, 8, 7, 5 et 4 jours en thermophilie, correspondant à des taux de charge en matière organique respectifs de 2,41, 3,01, 3,61, 4,25, et 5,16 kg de MO/(m³.j) à 37°C. et de 3,61, 4,62, 5,16, 7,23 et 9,04 kg MO/(m³.j) à 55°C. Le suivi et les analyses expérimentales sont effectués selon les méthodes standards (3, 22).

Pour déterminer les performances de la fermentation méthanique des déchets de bovins, les paramètres étudiés sont: la dégradation de la matière organique, la teneur en acides gras volatils (AGV) et la production en méthane.

Les modèles cinétiques utilisés sont ceux de Chen et Hashimoto (7) et de Monod (19), appliqués aux déchets de bovins.

3. Résultats et discussions

3.1. Fermentation en "batch"

En vue d'optimiser la dégradation des déchets de bovins et la production de méthane, une série d'essais de fermentation en "batch" a été menée pour tester l'influence de la concentration initiale en matière orga-

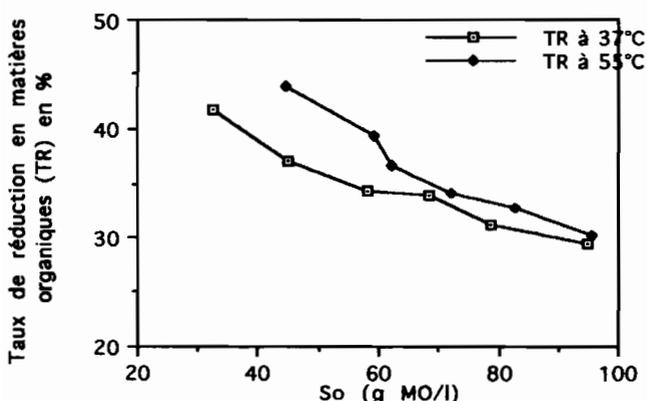


Figure 3. Variation du taux de réduction en matières organiques à 37°C et à 55°C au cours de la fermentation en batch des déchets de bovins.

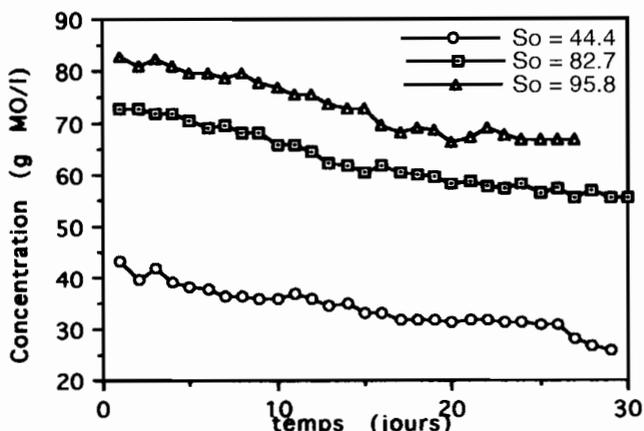


Figure 2. Evolution de la teneur en matière organique au cours de la fermentation en batch des déchets de bovins à 55°C.

nique So sur les performances de la fermentation méthanique à 37°C et 55°C. Un essai de modélisation a pu être envisagé à partir des résultats obtenus.

3.1.1. Disparition du substrat.

Les figures 1 et 2 nous donnent l'évolution de la disparition du substrat pour So égale à 44,9; 78,6 et 94,9 g MO/l à 37°C et pour So égale à 44,4; 82,7 et 95,8 MO/l à 55°C. Ces courbes montrent que la diminution progressive de la matière organique suit une fonction linéaire par rapport au temps qui ne dépend pas a priori de la concentration initiale So. Les taux de réduction TR (Fig. 3) sont supérieurs en thermophilie; cependant, à partir d'une valeur de So égale à 80 g MO/l, ces taux ne montrent pas de différence significative entre les deux températures étudiées.

3.1.2. Rendement en méthane.

Pour toutes les concentrations étudiées, les courbes d'évolution de la production en méthane passent par un maximum (Tableau 1).

Tableau 1. Evolution de la productivité maximale en CH₄ en fonction de la concentration initiale au cours de la fermentation "batch" des déchets bovins à 37°C et 55°C.

Température (°C)	Concentration initiale (MO/l)	Durée de Fermentation (jours)	Rendement maximum en CH ₄ (m ³ /m ³ /j)
37	32,39	9	0,43
	44,92	13	0,60
	58,14	13	0,69
	68,38	15	0,76
	78,57	16	0,90
55	94,87	22	0,67
	44,44	9	0,82
	59,34	10	0,89
	62,17	13	0,91
	71,99	14	0,94
	82,68	12	1,18
95,76	11	0,89	

L'évolution se fait en trois phases, une première phase croissante suivie d'une phase stationnaire

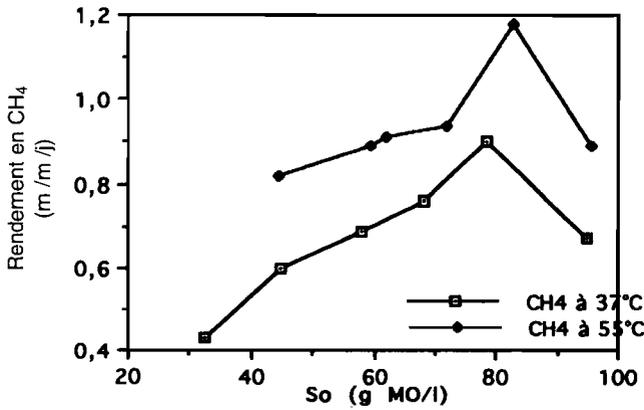


Figure 4. Variation du rendement en CH₄ en fonction de la concentration initiale (So) au cours de la fermentation en batch des déchets de bovins à 37°C et à 55°C.

courte (période maximale de production) et d'une troisième phase décroissante. La figure 4 représente l'évolution de la vitesse de production maximale en méthane en fonction de So à 37°C et 55°C. On note ainsi que le rendement en méthane est une fonction croissante de So; cependant à partir d'une valeur comprise entre 70 et 90 g MO/l la production en méthane chute.

3.1.3. Discussion.

Selon ces résultats nous remarquons que le rendement en méthane est une fonction croissante de la température et de la concentration en substrat jusqu'à une certaine limite qui se situe aux environs de 80 g MO/l au-delà de laquelle l'influence de la température et de l'augmentation en MO est inhibitrice. Ceci confirme que l'inhibition vient de la phase d'hydrolyse; en effet, d'une part, les microbes hydrolytiques ne présentent un optimum qu'au-dessus de 60°C (1, 17) et d'autre part, l'activité microbienne est ralentie par l'excès du substrat (17).

3.1.4. Modèle cinétique.

Du fait de la complexité du substrat étudié et des processus biochimiques, l'essai de modélisation ne

tiendra compte que d'une seule étape selon la réaction globale suivante: (2)

Matière organique complexe + microorganismes + eau → microorganismes + méthane + gaz carbonique. L'étude des résultats nous montre que le modèle de Monod (19) peut être appliqué de façon satisfaisante pour expliquer le taux de disparition du substrat et la production de méthane.

Modèle de production du méthane. Il est déterminé à partir de l'équation:

$$\mu = \mu_{pmax} \cdot S / (K_p + S) \quad \text{avec}$$

μ_{pmax} = taux spécifique maximum de production en méthane (j⁻¹),

K_p = constante de saturation en produit (g/l),

S = concentration en substrat (g MO/l)

Sur les figures 5 et 6 se trouve l'évolution des taux spécifiques de production de méthane μ_p calculés à partir de l'équation précédente et celui des μ_p obtenus expérimentalement. L'étude de ces courbes montre que le modèle de Monod décrit bien la cinétique de la production du méthane. On remarque que la vitesse de production de CH₄ croît avec So et avec la température; dans ce dernier cas l'accroissement est de 38%

Modèle de disparition du substrat. Le taux spécifique de disparition du substrat est défini par la relation:

$$\mu_s = - 1/S \cdot dS/dt \quad \text{avec}$$

S : concentration en substrat en g/l,

dS/dt : vitesse de disparition du substrat.

μ_s est calculé à partir du bilan matière

$$\mu_s = a \mu_x + b \mu_p + m \quad \text{où} \quad \mu_x = \mu_{xmax} \cdot S / (K_s + S)$$

$$\mu_p = \mu_{pmax} \cdot S / (K_p + S)$$

μ_x : taux spécifique de croissance de la biomasse,

μ_p : taux spécifique de production de méthane,

m : coefficient de maintenance

a et b représentent respectivement les rendements spécifiques en biomasse et en méthane.

Les courbes des figures 7 et 8, représentent l'évolution de μ_s calculés et μ_s expérimentaux s'ajustent bien au modèle de Monod. Elles nous permettent

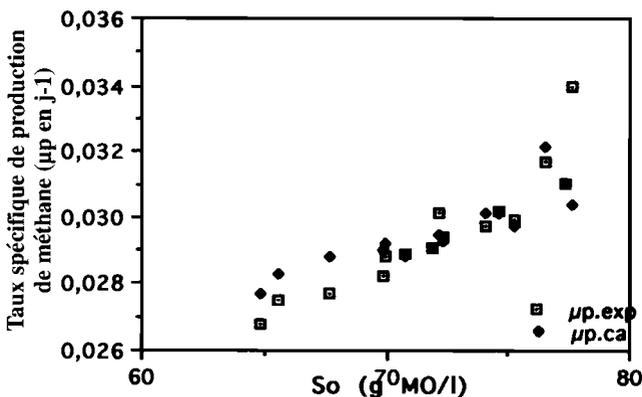


Figure 5. Evolution de μ_p expérimental et μ_p calculé au cours de la fermentation en batch des déchets de bovins à 37°C.

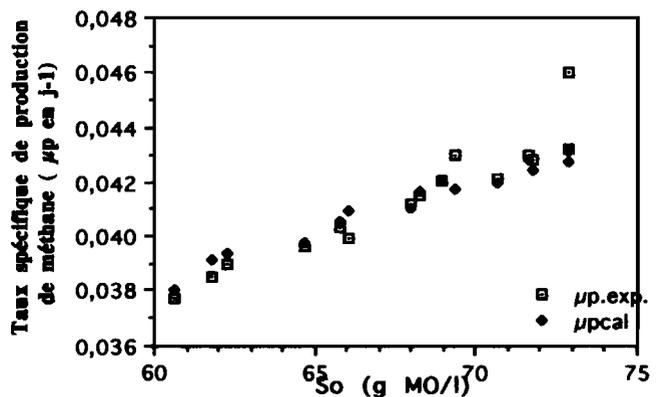


Figure 6. Evolution de μ_p expérimental et μ_p calculé au cours de la fermentation en batch des déchets de bovins à 55°C.

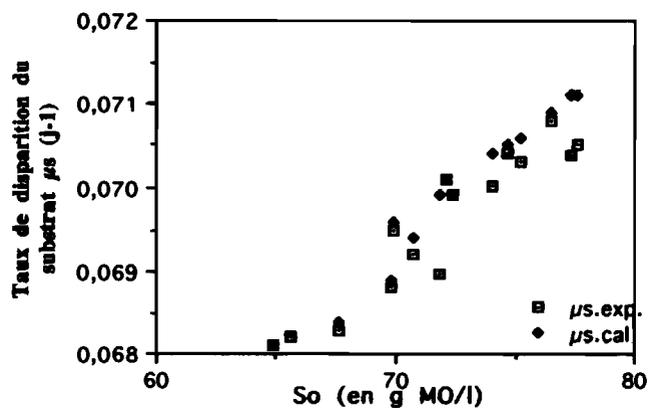


Figure 7. Evolution de μ_p calculé et expérimental au cours de la fermentation en batch des déchets de bovins à 37°C.

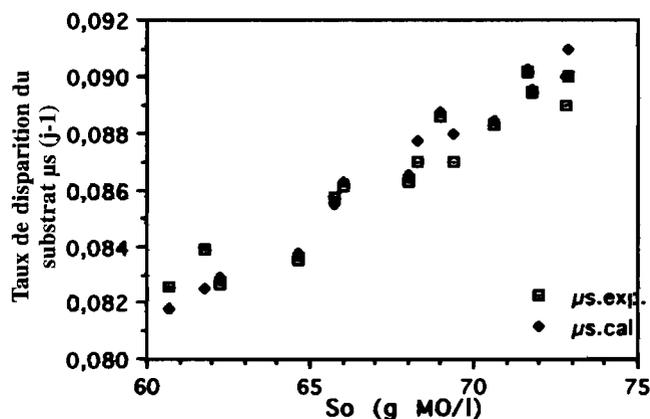


Figure 8. Evolution de μ_p calculé et expérimental au cours de la fermentation en batch des déchets de bovins à 55°C.

d'établir un modèle de disparition du substrat en mésophilie et en thermophilie.

à 37°C $\mu_s = 0,42 \mu_x + 0,95 \mu_p + 0,38$
avec $R^2=0,95$

à 55°C $\mu_s = 0,579 \mu_x + 1,735 \mu_p$
avec $R^2=0,97$

Ces modèles peuvent nous donner les prévisions des concentrations en substrat par rapport aux croissances microbiennes et à la production de méthane pour des concentrations inférieures à 9%.

Une simulation en continu nous permettra d'établir un modèle adapté à la fermentation méthanique de notre substrat.

3.2. Fermentation en continu

Les conditions expérimentales notées en 2. répondant aux résultats de l'étude en "batch", nous avons étudié dans un premier temps la biodégradabilité du substrat à partir du taux d'élimination des matières organiques et de l'évolution des acides gras volatils (AGV), facteurs clés de la fermentation méthanique, puis la production de méthane.

3.2.1. Biodégradation de la matière organique.

Les taux de réduction de la matière organique et de la demande chimique en oxygène (DCO) sont représentés sur les figures 9 et 10 pour les temps de rétention hydraulique étudiés, aussi bien en mésophilie qu'en thermophilie. Les données suivent les équations suivantes:

à 37°C $TR_{DCO} = - 5,62 + 3,86 TRH$ avec $R^2 = 0,98$
 $TR_{MO} = - 2,86 + 3,36 TRH$ " $R^2 = 0,97$

à 55°C $TR_{DCO} = 9,08 + 4,10 TRH$ avec $R^2 = 0,96$
 $TR_{MO} = 12,41 + 3,52 TRH$ " $R^2 = 0,99$

On en déduit que la cinétique de disparition de la matière organique et de la DCO est du 1er ordre avec un rendement maximum en DCO de 51% pour un TRH égal à 15 jours à 37°C. Pour la matière organique ce rendement est de 52%. Ces valeurs varient dans le même sens que le TRH. Par rapport aux prévisions théoriques qui sont de 90 à 95% (20), ce rendement est bas. Il est également faible comparé aux résultats obtenus par Bories (5) pour des effluents de distillerie ou par Roy (24) pour des effluents lipidiques. Il est du même ordre que ceux qui ont été obtenus sur des substrats identiques au nôtre (12, 21). Il peut s'expliquer, d'une part, par une phase d'hydro-

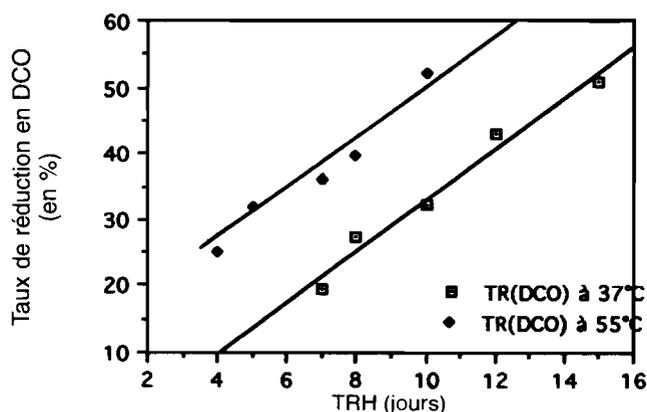


Figure 9 Variation du taux de réduction en demande chimique en oxygène (DCO) en fonction du TRH à 37°C et 55°C.

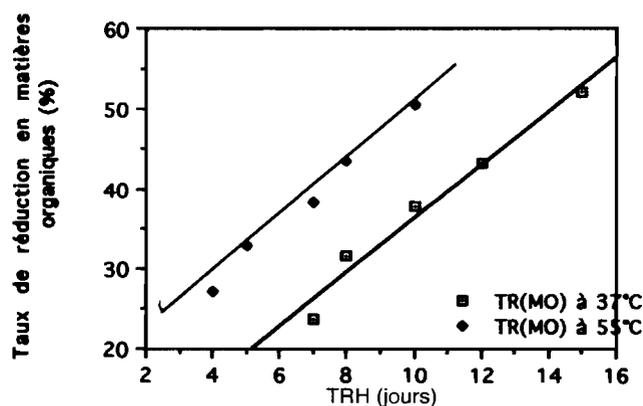


Figure 10. Variation du taux de réduction en matières organiques (MO) en fonction de TRH à 37°C et à 55°C.

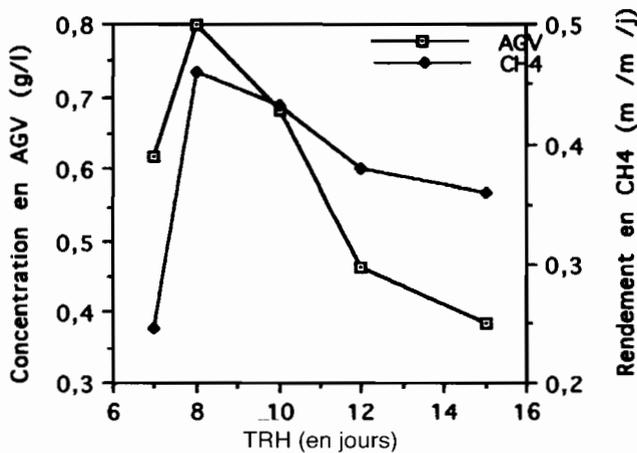


Figure 11. Evolution de la teneur en AGV et du rendement en CH4 en fonction du TRH à 37°C.

lyse limitante due à l'existence de matières ligno-cellulosiques, et d'autre part, par un lessivage de la flore microbienne pour les TRH faibles.

3.2.2. Méthane et sa relation avec la teneur en AGV.

La productivité en méthane est une fonction croissante du taux de chargement (fig. 11 et 12) pour des valeurs de TRH supérieures à 8 jours à 37°C et à 5 jours à 55°C. Elle suit la même évolution que celle des acides gras volatils. On note que le pH qui varie entre 6,70 et 7,70 et que la teneur en AGV qui reste inférieure à 1,46 mg. ac. acét./l, valeur reconnue comme étant inhibitrice de la méthanogenèse, sont situés dans les phases optimales de fonctionnement rapportées par la littérature. (1,4,15,16,25). Les plus forts rendements en méthane ne correspondent pas aux meilleurs taux de réduction de la DCO cités plus haut mais aux plus faibles valeurs en AGV (385 mg.ac.acét./l) et à un pH neutre (7,66); ils sont de 0,46 m³/(m³.j) pour un TRH de 8 jours à 37°C. et de 0,68m³/(m³.j) pour un TRH de 5 jours à 55°C.

3.2.3. Discussion.

L'étude de la biodégradabilité du substrat et de la production en méthane en relation avec le TRH montre que le processus fermentaire n'est pas affecté pour des TRH supérieurs à 8 jours en mésophilie et à 5 jours en thermophilie; ceci s'est caractérisé, comme nous l'avons vu plus haut, par un pH situé dans la zone de la neutralité et des teneurs en AGV faibles. Nous confirmons ainsi les résultats obtenus par la bibliographie: en effet nous avons obtenu pour le substrat étudié une bonne stabilité de la fermentation méthanique à de courts TRH bien que la faisabilité du processus recommande des TRH élevés et une forte concentration en substrat (9, 14, 18, 21). Des différences sont notées cependant dans les valeurs obtenues pour la biodégradabilité et le rendement en méthane: résultats du même ordre que ceux de Mlaouhi (18) et Ouhbal (21) mais inférieurs à ceux obtenus par Hashimoto et Huska (14), et par Robbins et al. (22) cités précédemment. Ces diffé-

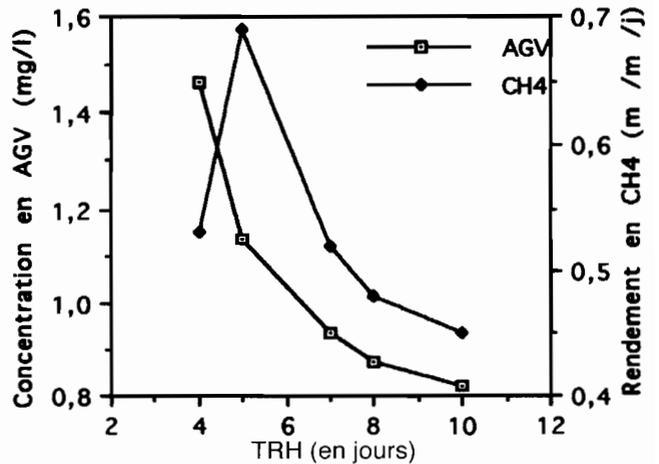


Figure 12. Evolution de la teneur en AGV et du rendement en méthane en fonction du TRH à 55°C.

rences sont dues à la nature du substrat et particulièrement l'origine des déchets de bovins utilisés et le mode d'alimentation des animaux.

3.2.4. Modélisation de la cinétique de la fermentation des déchets de bovins.

L'application du modèle de Contois proposé par Chen et Hashimoto (8) aux déchets de bovins nous permet d'écrire la relation entre le rendement en méthane et la vitesse de production maximale en fonction du temps de rétention hydraulique.

$$B = B_0 (1 - K / [TRH / (TRH_m - 1 + K)])$$

$$\mu_{max} = B_0 \mu_{so} / TRH [1 - K / (TRH_m - 1 + K)]$$

où

B = volume en litre de CH₄

B₀ = volume en litre de CH₄ produit par gramme de DCO ajoutée pour un TRH infini

K = constante cinétique

TRH_m = temps de rétention limite

μ_{max}: vitesse de production maximum

La construction des courbes $B = f(1/TRH)$ et de $TRH = f[B/(B_0 - B)]$ nous permet de déterminer B₀, μ_{max} et K et ainsi de prévoir quelle sera la productivité en méthane pour un taux de chargement donné.

Les courbes des figures 13 et 14 qui représentent respectivement les fonctions B et TRH définies plus haut montrent que les résultats obtenus s'ajustent bien au modèle de Contois. A partir du tableau 2 reprenant les valeurs obtenues pour B₀, μ_{max} et K par Chen et Hashimoto (8) à 35°C. et nos valeurs, nous pouvons affirmer que si B₀ a une valeur voisine de celle obtenue par ces auteurs, la vitesse de production μ_{max} est cependant plus faible. D'autre part, la valeur obtenue pour K, caractérisée par la présence d'inhibitions dans le système, et pouvant atteindre des valeurs allant jusqu'à 20 selon la sévérité de cette inhibition, confirme qu'il existe une inhibition faible due à l'existence de complexes ligno-cellulosiques sans que le processus fermentaire soit affecté. La valeur de K est corrélée par la faiblesse de la valeur de μ_{max}, qui dénote d'une vitesse lente caractéristique de notre

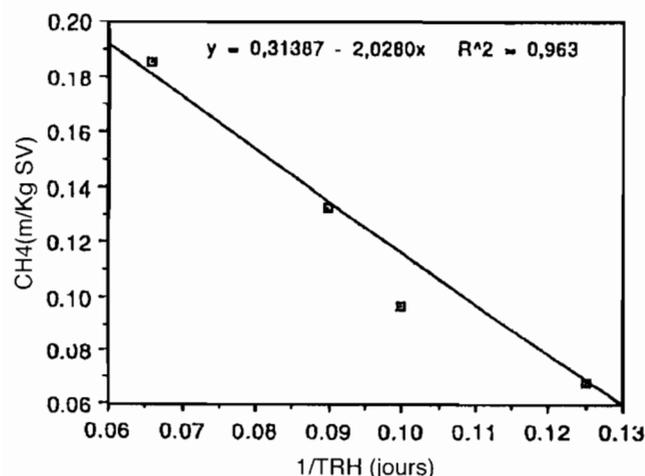


Figure 13. Courbe de variation de CH₄ en fonction de 1/TRH.

substrat constitué par des déchets de bovins, qui ne peut s'expliquer que par la limitation et la prépondérance de la phase d'hydrolyse.

Tableau 2. Comparaison des valeurs de Bo, μ_{max} et K moyen obtenus dans notre étude à celles rapportées dans la littérature.

Paramètres	Nos résultats	Résultats obtenus par Chen
Bo (l/g SV)	0,314	0,320
μ_{max} (j ⁻¹)	0,132	0,326
K moyen	0,703	0,900

4. Conclusion

Les résultats obtenus au cours de cette expérimentation montrent que la fermentation méthanique des déchets de bovins en continu donne des résultats appréciables pour de courts temps de rétention hydraulique, 0,68 m³ CH₄/m³.j pour un TRH de 5 jours à 55°C et 0,46 m³/(m³.j.) pour un TRH de 8 jours à

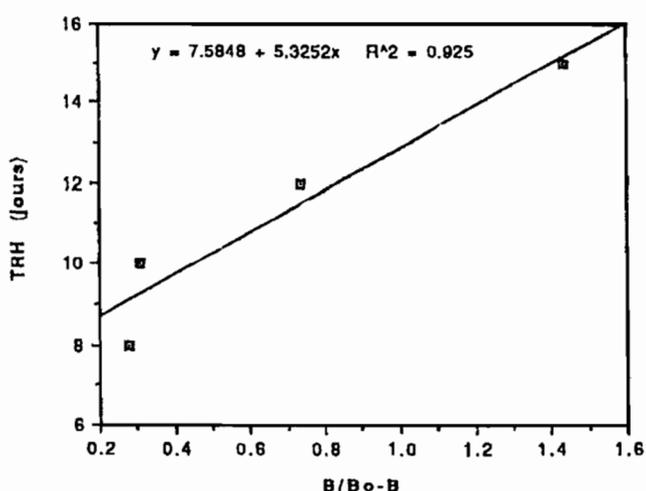


Figure 14. Courbe TRH = f (B/Bo-B)

37°C sans que le processus fermentaire ne soit affecté. Les pourcentages en CH₄ sont de l'ordre de 52% dans ces conditions. L'application du modèle de Contois nous permettra de concevoir le bioréacteur pilote correspondant et de prédire quelle sera la production de méthane lors de la fermentation méthanique des déchets de bovins dans les conditions expérimentales du présent travail. La stabilité des digesteurs méthaniques pourra, dans la pratique, encourager l'utilisation des déchets de bovins dans le monde rural en tant qu'alternative fiable et rentable pour la production d'énergie.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la Faculté des sciences de Meknès pour l'aide apportée à la réalisation des analyses chimiques et le département de Génie Chimique de l'Ecole Polytechnique de Montréal (Québec) pour le soutien constant manifesté au cours de cette étude.

Références bibliographiques

- Albagnac G. & Verrier D., 1983, Méthanisation des effluents d'industries agro-alimentaires. *Biomasse actualités*, **2**, 17, 21
- Andrews J.F., 1975, Dynamic Model of the anaerobic digestion process. *Water and Sewage Works*, March 1975, 62-65 and April 1975, 74-77.
- APHA, 1985, Standards methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, D. C., USA.
- Asinari C.M. di San Marzano, Binot R., Bol, T., Fripiat J.L., Hutschemackers J., Melchior J.L., Perezl., Naveau H.P. & Nyns J., 1981, Volatile fatty acids, an important state parameter for the control of the reliability and the productivities of methane anaerobic digestion. *Biomass*, **1** (1), 47, 59.
- Bories A., 1980, Fermentation méthanique avec séparation de phase acétogénique et méthanogénique appliquée au traitement des effluents à forte charge polluante (distilleries). *Ann. Techn. Agric.*, **29**, (3), 509, 528.
- Bories A., Raynal J. & Bazil F., 1987, Anaerobic digestion of highstrength distillery waste (cane molasses stillage) in fixed-film. *Biological Wastes*, **23**, 251, 267
- Chen Y.R., & Hashimoto A.G., 1978, Kinetics of methane fermentation. *Biotechnology and Bioengineering Symp.*, **8**, 269, 282.
- Chen Y.R. & A.G. Hashimoto A.G., 1980, Substrate utilization kinetic model for biological treatment processes. *Biotechnology and Bioengineering*, **22**, 2081-2095.
- Cobb S.A. & Hill D. T., 1990, Volatil Fatty acid interference with alkalinity measurements in anaerobic fermenters. *International Summer Congress. Amer. Society of Agri. Engineers. Columbus. Ohio.*
- Direction de la Statistique, 1995, *Annuaire Statistique du Maroc*. 1995. p. 13.

11. Dubourguier H.C., Albagnac G. & Verrier D., 1985, Methane production processes by fermentation of biomass. G.E. Beghi (ed.), Synthetic Fuels, 299-333.
12. Fall C., Mayer R.C. & Chavarie C., 1993, Potential of biogas production from dry cow manure. Groupe Biopro. Ecole Polytechnique de Montreal. Québec. p. 813-816.
13. Hashimoto A.G., Chen Y.G. & Vaul V.A., 1981 Anaerobic fermentation of beef cattle, sections 2-0, document of Solar E.G. 77-01-4042, serie/TR-98372-1.
14. Hashimoto A.G. & Huska R.L., 1982, Methane from cattle waste: Effects of temperature, hydraulic time, and substrate concentration on kinetic parameter (K). Biotech. Bioeng., **24**: 2039,2052.
15. Henson J.M., Bordeaux F.M., Rivard C.J. & Smith P.H., 1986, Quantitative influences of butyrate or propionate on thermophilic production of methane from biomass. Appl Environ. Microbiol. **51**: 288,292.
16. Henze M. & Harremoës. P., 1983, Anaerobic treatment of waste water in fixed film reactors. A literature review. Water science and technology, 8-9-15. 90 pages.
17. Marique PH., Gilles A., Edeline F. & Joassin L., 1989. Thermophilic semisólido anaerobic digestion of municipal refuse. Biotechn. Bioeng., **33**, 536,541.
18. Mlaouhi A., 1993, Optimisation du fonctionnement de fermenteurs méthaniques pour effluents d'élevage bovins. Thèse de doctorat de l'Ecole Centrale de Paris. France. 204 pages.
19. Monod J., 1942, Recherches sur la croissance des cultures bactériennes. Hermann et Cie. Paris.
20. Norman J., 1983, Anaerobic fermentation, Fast Program. Commission of the European Communities. Versailles workshop, 17-36.
21. Ouhbal M., 1989, Etude de certains paramètres influençant la fermentation méthanique de la bouse de vache. Thèse de 3ème cycle. Faculté des sciences de Rabat. 105 pages.
22. Robbins K.R., Arnold M.T. & Lacher S.L., Methane production from cattle waste and delignited straw. Appl. Environ. Microbiol., **38**, 175,177
23. Rodier J., 1984, L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires eaux de mer. 7ème édition. Dunod. Paris.
24. Roy F., 1985, Fermentation méthanique des déchets glucidiques solides et des lipides. Expérimentation en fermenteurs pilotes. Thèse de Docteur-ingénieur, Université de Lille, France. 84 pages.
25. Zoetemeyer R.J., Van den Heuvel J.C. & Cohen A., 1982, pH influence on acetogenic dissimilation of glucose in anaerobic digester. WaterResearch. **16**, 303,311

Zoubida-Zennaki-Bensouda. Marocaine, Maître de conférence, Ecole Nationale d'Agriculture. B.P. 5/40. Meknès, Maroc.

A. Zaid, Marocain, Professeur dpt. biochimie, Université Moulay Ismail. Faculté des Sciences. Meknès, Maroc.

Hchouma Lamini, Marocaine, assistante Faculté des Sciences, Meknès, Maroc.

M. Aubneau, Français, Professeur émérite. Institut National Agronomique, Paris-Grignon: département de Machinisme agricole France

M. Boulif, Marocain. Professeur, dpt. phytopathologie, Ecole Nationale d'Agriculture Meknès, Maroc

B.E.D.I.M.

Algunas personas conocen ya a BEDIM (Oficina para el intercambio y distribución de información sobre la minicría) y su acción por el desarrollo controlado de la minicría (cría de roedores salvajes africanos y sudamericanos, ranas, caracoles gigantes, lombrices de tierra, termitas, mariposas...). No obstante, si tienes interés, somos un grupo informal de científicos, formado originalmente en el Instituto de Medicina Tropical de Amberes en Bélgica, que ha adquirido desde el año 1996, el estatus de una asociación internacional de carácter científico y pedagógico consagrada a la minicría.

B.E.D.I.M. edita actualmente un Boletín Semestral de Información indentificado bajo el ISSN 0779-3642. Nuestra secretaría esta situada en Gembloux, Bélgica.

La Asociación esta abierta a todas aquellas personas que estén interesados directa o indirectamente, profesionalmente o por simple curiosidad científica, a tiempo parcial o completo, en el desarrollo de la cría de pequeñas especies salvajes no convencionales.

Existen varias categorías de socios, con diferentes niveles de cotización y también se preveen reducciones importantes para socios que trabajen o sean originarios de países en vías de desarrollo. También se contempla la aceptación de instituciones.

Para cualquier información suplementaria, pueden dirigirse a:

Secretaría de BEDIM
 Unidad de Zoología General y Aplicada
 Facultad Universitaria de Ciencia Agronómicas
 Passage des Déportés, 2
 B-5030 Gembloux (Bélgica)
 Fax: intern. +32-81-62 23 12
 E-mail: zoologie@fsagx.ac.be