
Traitement des déchets grassex par co-digestion avec les boues pour la production de biogaz dans les stations d'épuration de l'Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS)

Fatou Kiné Toure¹, Modou Dieng^{2*}, Mamadou Faye³ ; Malick Diedhiou¹ ; Mbagnick Thiam¹ ; Falilou Mbacké Sambe³

⁽¹⁾Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS). BP 13428 Dakar (Sénégal).

⁽²⁾Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Ecole Supérieure Polytechnique. Laboratoire d'Analyses et Essais (LAE). BP 5005 Dakar-Fann (Sénégal). E-mail : modouabsadieng@gmail.com

⁽³⁾Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Ecole Supérieure Polytechnique. Laboratoire d'Electrochimie et des procédés membranaires (LEPM). BP 5005 Dakar-Fann (Sénégal).

Reçu le 21 mai 2023, accepté le 14 juin 2023, publié en ligne le 30 juin 2023

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v6i2.2>

RESUME

Description du Sujet. Les résidus grassex figurent, à l'heure actuelle, parmi les problèmes les plus importants posés par les déchets ménagers. L'insolubilité des graisses en milieu aqueux provoque dès leur rejet à l'égout, l'encrassement des ouvrages d'assainissement et le colmatage des canalisations. Ces déchets riches en lipides étant considérés comme une importante source d'énergie potentielle renouvelable, une co-digestion avec les boues primaires (BP) et les boues biologiques d'aération prolongée (BB) apparaît comme une solution intéressante.

Objectif. L'objectif de cette étude est de produire du biogaz à partir d'un traitement biologique anaérobie des graisses provenant du dégraissage par co-digestion avec les boues de station pour une couverture des besoins énergétiques en général dans les stations d'épuration.

Méthodes. La méthodologie adoptée a essentiellement reposé sur la caractérisation des boues primaires, biologiques d'aération prolongée et des déchets grassex, la détermination du potentiel méthanogène des boues et des boues co-digérées avec les déchets grassex et l'évaluation de la qualité agronomique des digestats ainsi que le rendement épuratoire du traitement expérimental.

Résultats. A l'issue des essais au laboratoire, l'adéquation des résidus grassex en tant que co-substrat à la digestion anaérobie des boues est confirmée. Plus la quantité de graisse ajoutée augmente plus la production de biogaz est élevée. Le meilleur rendement est obtenu à 45 % de graisse avec les boues biologiques d'aération prolongée (17,15 m³/t MB) et à 30 % de graisse (11,88 m³/t MB) avec les boues primaires. L'évaluation de la performance épuratoire du dispositif donne un abattement de la matière grasse allant de 50 à 75 %, de la DBO5 de 46,15 % à 73,77 % et de la DCO de 50,01 à 61,75 % dans les digestats avec les BP et de 34,68 % à 75,89 % pour la DBO5 et de 15,94 à 62,21 % dans ceux des BB.

Conclusion. L'analyse de la qualité agronomique de ces résidus de digestion montre qu'ils peuvent être valorisés comme fertilisant en agriculture.

Mots-clés : Boues primaires, déchets grassex, biogaz, potentiel méthanogène, Office National de l'Assainissement du Sénégal.

ABSTRACT

Description of the subject. Greasy residues are currently one of the biggest problems posed by household waste. The fact that grease is insoluble in aqueous media means that as soon as it is discharged into the sewage system, it clogs up sewage works and pipes. As this lipid-rich waste is considered to be an important source of potential renewable energy, co-digestion with primary sludge (BP) and prolonged aeration biological sludge (BB) appears to be an interesting solution.

Objective. This study aims to produce biogas from the anaerobic biological treatment of grease by degreasing by co-digestion with plant sludge to cover the general energy needs of wastewater treatment plants.

Methods. The methodology adopted was essentially based on characterizing primary sludge, biological sludge from prolonged aeration and fatty waste, determining the methanogenic potential of sludge and sludge co-digested

with fatty waste, and assessing the agronomic quality of the digestat as well as the purification yield of the experimental treatment.

Results. Laboratory tests have confirmed the suitability of fatty residues as a co-substrate for anaerobic sludge digestion. The higher the amount of fat added, the higher the biogas production. The best performance is obtained at 45 % fat content with extended aeration biological sludge (17.15 m³/t MB) and at 30 % fat content (11.88 m³/t MB) with primary sludge. Assessment of the system's purification performance shows a reduction in fat content of between 50 and 75 %, BOD₅ of between 46.15 % and 73.77 %, and COD of between 50.01 and 61.75% in the digestat with BP, and between 34.68 % and 75.89 % for BOD₅ and between 15.94 and 62.21 % in those with BB.

Conclusion. Analysis of the agronomic quality of these digestion residues shows that they can be used as agricultural fertilizer.

Keywords: Primary sludge, greasy waste, biogas, methanogenic potential, National Sanitation Office of Senegal.

1. INTRODUCTION

Au Sénégal, l'augmentation de rejets d'effluents dans les milieux récepteurs a eu des effets indésirables sur l'environnement. Le rejet des effluents des industries et domestiques cause de sérieux dégâts environnementaux et constitue ainsi un problème majeur dans les pays en développement (Bourouis, 2015). Les effluents sont souvent évacués en volumes importants dans les réseaux collectifs d'assainissement, sans traitement préalable, ce qui constitue des menaces sérieuses de pollution et de détérioration de la santé des populations (Deblj, 2019). Le pré-traitement des eaux usées domestiques dans les stations d'épuration génère différents sous-produits dont les déchets gras. Le principal débouché actuel connu dans les stations d'épuration de l'Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS) est leur épandage dans les lits de séchage et puis leur mise en décharge, ce qui est néfaste pour l'Homme et son environnement. Ces résidus sont considérés comme non ultimes en raison de leur traitabilité, de leur faible siccité et de leur taux élevé en matière organique (Canler, 2001). Cependant, les graisses de flottation sont intéressantes pour la méthanisation car leur potentiel méthanogène est de l'ordre de 600 Nm³CH₄ par tonne de matière organique (Le Graie, 2007).

Dans un contexte de réchauffement climatique et de tension sur les ressources fossiles, les énergies renouvelables semblent être une bonne alternative pour satisfaire les besoins énergétiques de la planète. Au cours des dernières années, les stratégies de déploiement des énergies renouvelables en Afrique ont pris de plus en plus d'ampleur (Berahab, 2019). Au Sénégal, plusieurs défis liés au financement et aux politiques publiques entravent encore l'accroissement des investissements.

Le procédé de méthanisation se trouve aujourd'hui à la croisée de plusieurs enjeux : la production d'énergie, la gestion des déchets, l'environnement et l'agriculture. Ce dernier est basé sur un processus naturel de dégradation biologique de la matière organique par un consortium de microorganismes en milieu anaérobie. Pour tendre vers la station auto-suffisante en énergie, il faut donc réduire la consommation d'énergie et en augmenter la production. Par conséquent, il faut identifier les potentiels postes d'économie d'énergie au sein de la station (Choo-Kun, 2015).

L'objectif général de cette étude est de produire du biogaz à partir d'un traitement biologique anaérobie des graisses provenant du dégraissage par co-digestion avec les boues de station en vue de couvrir des besoins énergétiques dans

les stations d'épuration des Niayes et de SHS. De façon spécifique, il s'agira d'abord de caractériser la matière grasse issue des stations d'épuration afin d'évaluer la faisabilité technique d'un traitement biologique par co-digestion. Ensuite, il sera question d'évaluer la co-digestion des boues obtenues avec les déchets riches en matières grasses, procédé permettant une récupération d'énergie maximale de la biomasse organique. Les graisses de station d'épuration souvent présentées comme des déchets mis à la décharge peuvent ainsi contribuer à la valorisation optimale du potentiel énergétique des effluents par traitement anaérobie, grâce à leur fort pouvoir fermentescible et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel biologique

Les boues et les graisses utilisées lors des expérimentations sont recueillies au niveau des stations d'épuration des Niayes et de la Sénégalaise de l'Habitat Social (SHS) entre Décembre 2021 et Mars 2022.

Les boues primaires ont été obtenues à la suite d'une décantation des eaux usées prélevées après l'étape du prétraitement. Les boues biologiques sont collectées au niveau de l'extracteur relié au clarificateur et les graisses dans la fosse à graisse.

2.2. Méthodes

Préparation de l'inoculum

L'objectif de cette phase est d'activer la biomasse apportée par l'inoculum et d'assurer la croissance et la multiplication de cette biomasse nécessaire au processus de la digestion anaérobie. Ainsi, la boue biologique a été pré-incubée pour une durée de 5 à 7 jours.

Mise en digestion

Une charge de 600 g a été préparée et introduite dans chaque digesteur. L'inoculum occupait les 2/3 soit 400g et les substrats (boues et graisse) le 1/3 soit 200 g (Diédhiou, 2014). La répartition se fait suivant les ratios présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1. Répartition des substrats

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|----|----|----|----|-----------------------|-----|----|----|----|----|
| Boues Primaires (%) | 100 | 90 | 80 | 75 | 70 | Boues Biologiques (%) | 100 | 85 | 75 | 65 | 55 |
| Ajout de graisse (%) | 0 | 10 | 20 | 25 | 30 | Ajout de graisse (%) | 0 | 15 | 25 | 35 | 45 |

La proportion de graisse ajoutée est plus élevée dans les essais avec les boues biologiques parce que ces dernières sont moins chargées en matière organique que les boues primaires. En effet, les boues biologiques sont davantage minéralisées du fait des réactions de dégradation aérobie qui se sont déroulées dans les bassins d'aération (Berger, 2015).

Dispositif expérimental et conditions opératoires

Le principe consiste à charger les fermenteurs de substrats expérimentaux avec 600 g et à suivre la production cumulée de gaz dans les conditions d'incubation préétablies. Une fois le substrat introduit, la température des réacteurs a été portée à 37 °C à l'aide du bain-marie. Le choix d'adopter le régime mésophile s'explique par une activité bactérienne optimale à cette température. L'essai de biodigestion se fait en système « batch » pendant 21 jours et sur chaque échantillon de substrat deux essais sont réalisés. Le soutirage des digestats a été effectué le 21^e jour. La valeur BMP (Biochemical Methane Potential)

correspond à la quantité de gaz cumulée produite après 21 jours d'incubation.



Figure 1. Dispositif expérimental du test de BMP

Pendant le test de potentiel méthanogène, le volume de biogaz produit journalièrement est mesuré. Une lecture visuelle de la production en gaz pour chaque biodigester est ainsi faite au moyen des graduations de l'éprouvette. Le biogaz produit crée une pression supplémentaire et le gradient de pression engendre un déplacement du gaz produit dans le réacteur vers l'éprouvette de recueil. Le volume d'eau déplacé correspond au volume de gaz produit (Diedhiou, 2014) (figure 2).

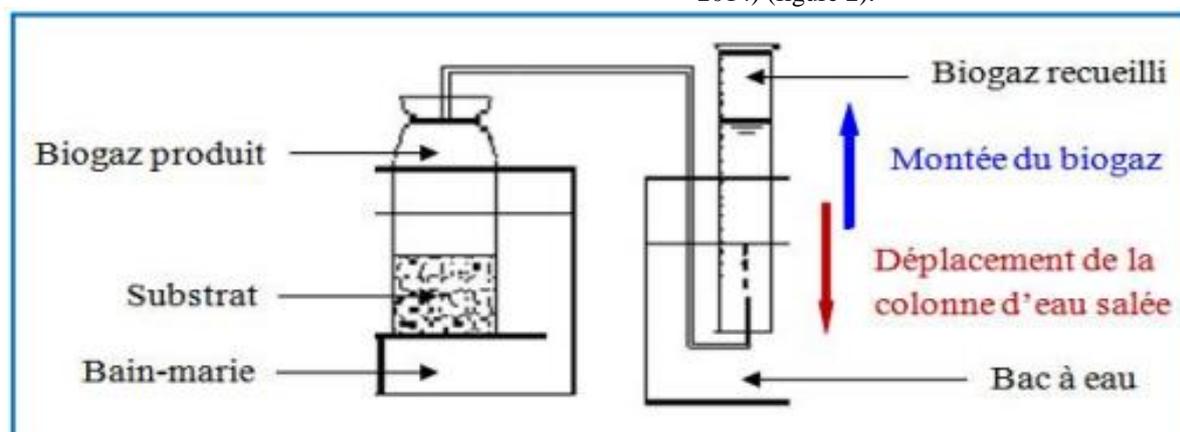


Figure 2. Mouvement des flux d'eau et de gaz dans l'éprouvette au cours de la fermentation

Caractérisation des substrats

Les paramètres physico-chimiques suivis à l'entrée et à la sortie des digesteurs sont les suivants : le pH à l'aide d'un pH-mètre, la teneur en Matières Volatiles Sèches (MVS), la Demande Biologique en Oxygène (DBO_5) (NS 05-075 Août 1986), la Demande Chimique en Oxygène (DCO) (NS 05-066 Juillet 2001), l'azote ammoniacal (NH_4^+) (NS 05-063 juin 2001) et la matière grasse (MG). Les paramètres supplémentaires mesurés sur l'effluent sont les Acides Gras Volatils (AGV), le titre alcalimétrique complet (TAC), l'azote total (NT), le phosphore total (PT) (NS 05-065 Juillet 2001) et le potassium (K^+).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Caractéristiques physiques des substrats

Les valeurs de pH des boues étudiées (Tableau 2) se sont avérées neutres et acides pour la graisse avec un pourcentage important de matières volatiles sèches d'une moyenne de 67,20 % à 80,87 %. Ces résultats sont conformes à ceux de Pony (2009) et de le Graie (2007).

Tableau 2. Paramètres physiques des substrats

| Caractéristiques | Boues primaires | Boues biologiques | Graisse |
|-----------------------|-----------------|-------------------|---------|
| pH | 7,74 | 7,81 | 6,61 |
| MS % | 3,35 | 2,84 | 15,94 |
| MVS (%MS) | 70,54 | 67,20 | 80,87 |
| Matière Grasse (% MS) | 8,08 | 7,42 | 98,83 |

À l'entrée des stations d'épuration, les lipides sont essentiellement d'origine animale ou végétale et sont principalement composés de triglycérides. Ainsi, il a été constaté que la teneur en matière grasse est nettement supérieure dans les graisses, soit 98 % de la masse. Les résultats obtenus reflètent une conformité avec les travaux de Canler (2001). Selon une étude menée par Bridoux *et al.* (1994), la présence de matière grasse dans les boues biologiques d'aération prolongée, malgré le traitement subi, peut s'expliquer par le fait que les dégraisseurs retiennent plutôt les acides gras libres que les glycérides, alors qu'au niveau du clarificateur, ce sont les glycérides qui sont plutôt éliminés par adsorption sur les boues décantées.

3.2. Estimation de la production de biogaz

La figure 3 illustre l'évolution de la production de biogaz en fonction de la matière volatile sèche.

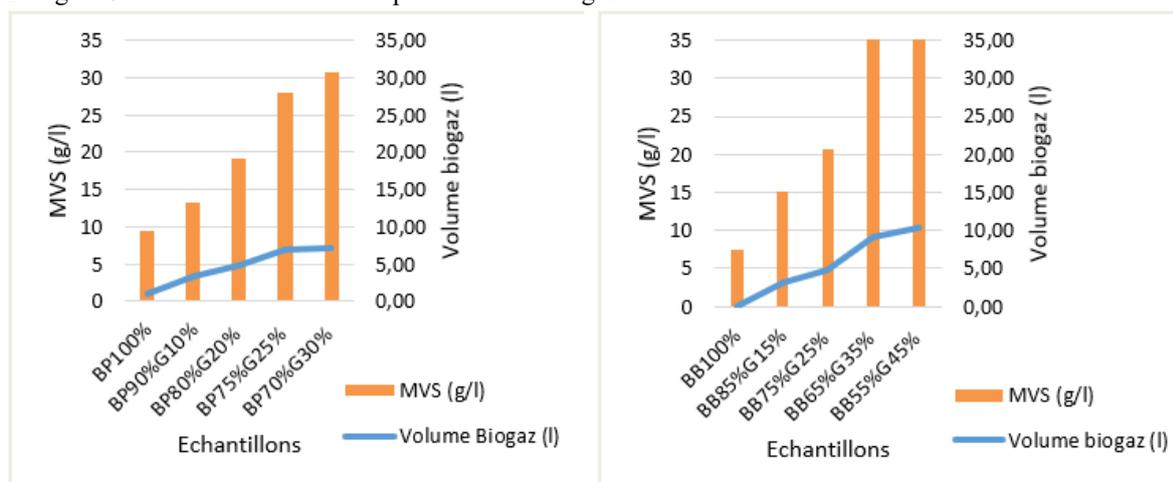


Figure 3. Production de Biogaz en fonction de la matière volatile sèche

La production de biogaz est proportionnelle à la quantité de matière volatile. En effet, les matières volatiles correspondent à la proportion de matière assimilable par la biomasse microbienne.

3.3. Production journalière de biogaz

Le volume de biogaz augmente jusqu'à ce qu'il atteigne une valeur maximale puis il diminue vers la fin de l'expérience. Cette diminution de la pente, accompagnée d'une réduction du volume de biogaz produit, peut être expliquée par la diminution progressive de la concentration en substrat biodégradable. Sur la figure 4 qui illustre la mono-digestion des BP et des BB et la co-digestion BP/G et BB/G, on peut distinguer quatre phases :

- D'abord, une première phase de latence qui correspond au temps nécessaire aux bactéries de mettre en place tous les systèmes enzymatiques nécessaires à la dégradation de la matière organique ;
- Ensuite, une phase exponentielle durant laquelle la production de biogaz est maximale ;
- Puis une troisième phase de ralentissement durant laquelle la production de biogaz commence à baisser ;
- Enfin, une phase stationnaire durant laquelle la production de biogaz est nulle.

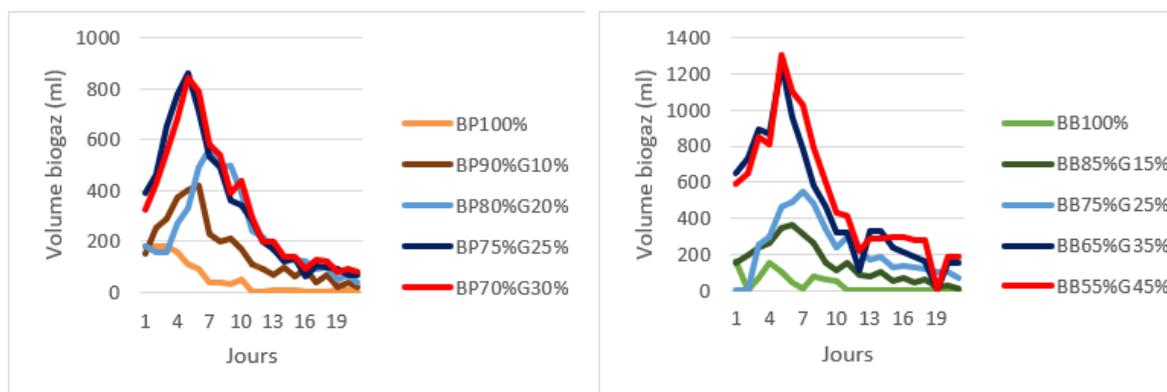


Figure 4. Evolution de la production journalière de biogaz

3.4. Production expérimentale de biogaz cumulée

Le volume de biogaz produit tout au long de l'expérience a permis de confirmer que l'ajout de graisse favorise nettement la digestion et accélère le développement des bactéries méthanogènes.

Tableau 3. Potentiel méthanogène des substrats

| Substrats | Potentiel méthanogène (m ³ /t _{MB}) | Substrats | Potentiel méthanogène (m ³ /t _{MB}) |
|------------------------------------|--|------------------------------------|--|
| BP _{100%} | 1,85 | BB _{100%} | 0,93 |
| BP _{90%} G _{10%} | 5,67 | BB _{85%} G _{15%} | 5,15 |
| BP _{80%} G _{20%} | 8,13 | BB _{75%} G _{25%} | 7,95 |
| BP _{75%} G _{25%} | 11,61 | BB _{65%} G _{35%} | 15,05 |
| BP _{70%} G _{30%} | 11,88 | BB _{55%} G _{45%} | 17,15 |

Légende : BP : Boues Primaires, BB : Boues Biologiques

Ces résultats montrent que le volume de biogaz produit lors de la mono-digestion est nettement inférieur à celui de la co-digestion anaérobie. Ainsi, la quantité de graisse ajoutée est proportionnelle à la production de biogaz. Une augmentation significative de la production de méthane est observée dès l'introduction de 10 % de graisses. Cependant, selon les travaux de Camacho *et al.* (2012), à partir de 40 %, une diminution de la production de méthane apparaît et semble se corrélér à la présence de billes de graisses dans le réacteur.

3.5. Evaluation de la dégradation de la matière organique et des paramètres de dépollution

Mono-digestion boues primaires et Co-digestion boues primaires/graisse

Le pourcentage de MVS (%MS) de la mono-digestion des boues primaires était de 57,96 à l'entrée et de 52,65 à la sortie, soit un taux de dégradation de 24,03 %. Concernant la co-digestion des boues primaires/graisse, les valeurs moyennes des MVS sont comprises entre 60,36 et 63,46 % à l'entrée et entre 45,08 et 58,26 % à la sortie avec un taux de dégradation qui peut aller jusqu'à 68,56 %. Les résultats des analyses montrent une diminution des matières volatiles sèches dans tous les digesteurs et ainsi une augmentation du taux de dégradation ; cette diminution est due à la consommation de la matière organique par les bactéries.

Les valeurs moyennes de la matière grasse sont comprises entre 14,70 et 20,97 % MS à l'entrée et entre 4,51 et 7,89 % MS à la sortie des réacteurs à co-digestion. Il a été remarqué que la matière grasse est quasi dégradée si l'on compare aux réacteurs à digestion seule qui, en sortie, enregistrent une quantité de matière grasse de 7,56 ± 0,65. Cela peut s'expliquer par la forte biodégradabilité des déchets gras et donc une consommation facile pour les micro-organismes. Une diminution considérable de la pollution carbonée par la digestion des matières polluantes par les bactéries anaérobies avec un abattement moyen de la DBO₅ a été constatée, allant de 46,15 à 73,77 % et de la DCO, de 50,01 à 61,75 %.

Mono-digestion boues biologiques et Co-digestion boues biologiques/graisse

Le taux de dégradation des MVS varie moyennement de 12,36 % à 31,80 %. Les réacteurs à co-digestion ont enregistré un abattement plus élevé. Les valeurs moyennes de la matière grasse sont comprises entre 5,40 et 33,43 % pour l'influent et entre 3,17 et 16,42 % pour l'effluent. Cette diminution justifie une dégradation importante des lipides lors de l'hydrolyse par les bactéries. Les valeurs enregistrées dans les effluents de 10,05

$\pm 0,21$ (%MS) et de $16,42 \pm 0,12$ (%MS) respectivement dans les réacteurs $BB_{65\%}G_{35\%}$ et $BB_{55\%}G_{45\%}$ restent élevées. Cela s'explique par un temps de séjour insuffisant pour dégrader toute la matière organique. En effet, la production de biogaz de ces réacteurs reste élevée les deux derniers jours avec 150 et 205 ml respectivement comparée aux autres réacteurs où la diminution de l'activité bactérienne se ressent avec une production allant de 70 à 0 ml.

Le taux de dégradation moyen de la DCO varie de 15,94 % à 62,21 % et celui de la DBO_5 de 34,68 % à 75,89 % suivant les charges. Le taux de réduction de la DCO des réacteurs $BB_{85\%}G_{15\%}$ et $BB_{75\%}G_{25\%}$ est plus important que ceux à $BB_{65\%}G_{35\%}$ ($22,40 \pm 2,62$) et $BB_{55\%}G_{45\%}$ ($15,94 \pm 1,07$). Cela peut s'expliquer par un temps de séjour insuffisant.

La DBO_5 étant la partie biodégradable de la DCO totale, le taux d'abattement enregistré reste élevé. Cela peut s'expliquer par le fait que les boues et les graisses sont facilement biodégradables.

3.6. Paramètres de stabilité des digesteurs

Variation du pH

Le pH est l'un des indicateurs utilisés pour surveiller la stabilité des réacteurs anaérobies, et il a une influence significative sur les micro-organismes acidogènes et méthanogènes. La figure 5 présente la variation du pH à l'entrée et à la sortie des substrats dans chaque digesteur en fonction des variations.

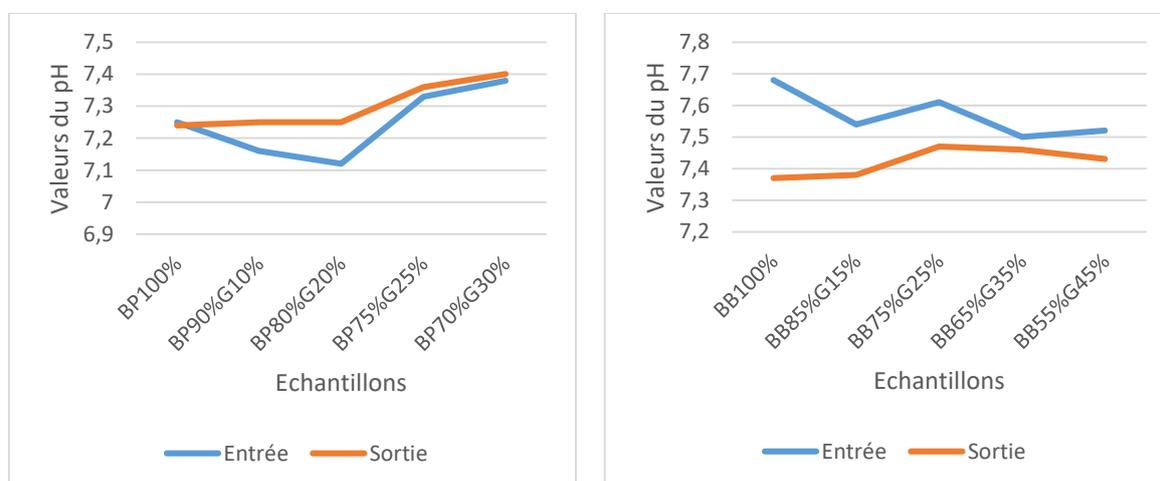


Figure 5. Variations du pH

Les valeurs de pH n'ont pas varié de manière significative avec la variation des quantités de substrats. Cela signifie que ce paramètre était toujours stable au cours du processus de la digestion et de co-digestion. Cependant, la mono-digestion des boues biologiques et des boues primaires a enregistré une légère baisse du pH dans le digestat. Cela pourrait s'expliquer par l'arrêt précoce de la production de biogaz dès le 11^{ème} jour. En effet, le soutirage a été effectué au 21^{ème} jour, ce temps de séjour de 10 jours supplémentaires où la production de biogaz est nulle à cause de l'épuisement du substrat, l'adaptation des micro-organismes ou leur dégradation aurait conduit à une production d'acides gras volatils ($138 \pm 76,37$ pour BP seules contre $90 \pm 8,49$ mg/l de CH_3COOH dans le digesteur $BP_{90\%}G_{10\%}$ et $318 \pm 30,93$ pour les BB seules contre $114 \pm 25,46$ mg/l de CH_3COOH dans le digesteur $BB_{85\%}G_{15\%}$). Dans les mélanges BB/G, le pH tend également à la baisse. Cela se justifierait par une quantité de déchets gras plus élevée qui se traduit par une présence importante d'acides gras.

Variation de l'azote ammoniacal

Ce phénomène peut survenir notamment lorsqu'on utilise certains influents ou sous-produits riches en azote. La figure 6 illustre l'évolution du NH_4^+ dans chaque digesteur en fonction des charges ajoutées.

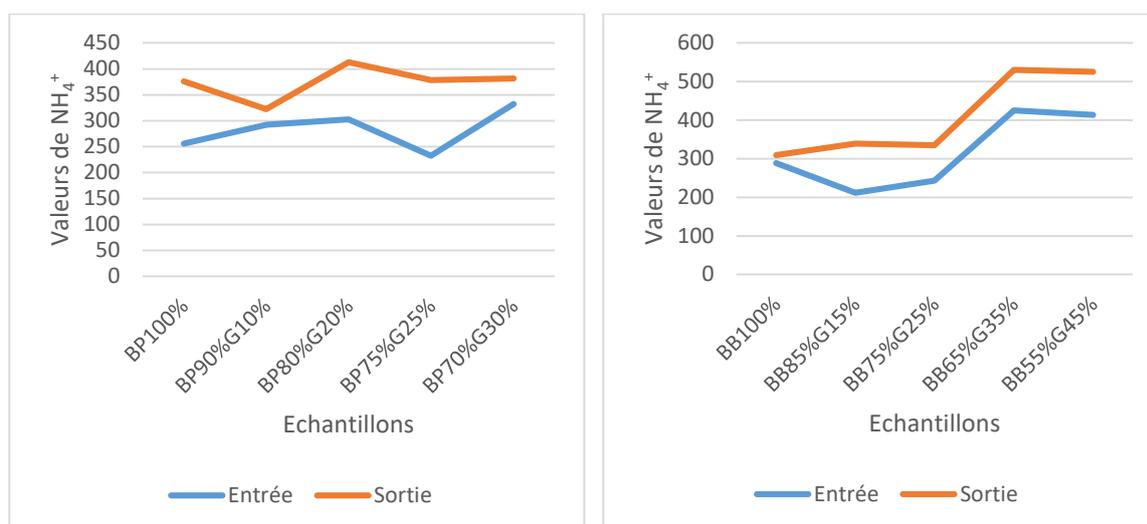


Figure 6. Evolution de l'azote ammoniacal

Lors de la digestion anaérobie, l'azote contenu dans les acides aminés subit une minéralisation passant d'une forme organique complexe à une forme simple et minérale (Bareha, 2018). Un excès d'azote ammoniacal inhibe alors partiellement ou totalement le processus de digestion. Un tel phénomène justifie cette augmentation de l'azote ammoniacal dans le digestat.

Rapport AGV/TAC

Le rapport AGV/TAC (figure 7) est un paramètre largement utilisé pour surveiller la stabilité des processus de digestion anaérobie, car il permet d'indiquer si les acides sont en équilibre avec l'alcalinité. Le rapport optimal d'acides gras volatils et de l'alcalinité devrait être inférieur à 0,25 selon le Graie (2007).

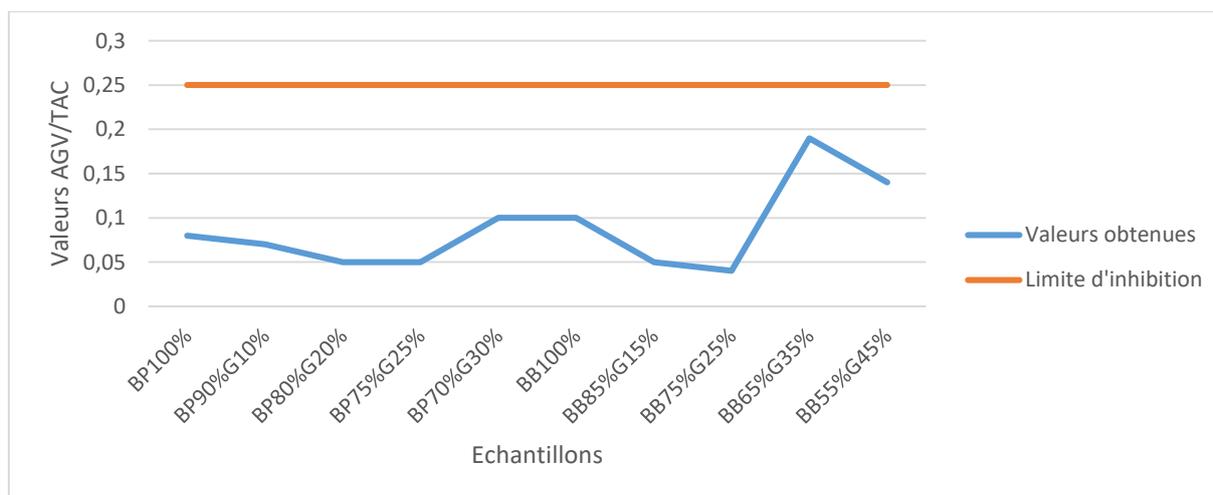


Figure 7. Evolution du rapport AGV/TAC dans les digesteurs par rapport au seuil d'inhibition

La figure 7 montre que le rapport AGV/TAC reste inférieur au seuil d'inhibition soit 0,25. Ce rapport indique le bon fonctionnement des réacteurs, sans risque d'acidification.

3.7. Valeur agronomique

Les éléments fertilisants majeurs (N, P, K) présents dans les boues confèrent à ces dernières une valeur agronomique qui fait qu'elles peuvent être utilisées comme amendement du sol. La réaction de méthanisation entraîne un changement de forme des éléments fertilisants (azote, phosphore et potasse). Lors de la méthanisation, une partie de l'azote

organique est transformée en azote minéral (ammonium NH_4^+ et ammoniac NH_3). Ce changement peut rendre l'azote plus facilement et rapidement disponible pour les plantes quand elles en ont besoin (ADEME, 2010).

De manière identique à l'azote, le phosphore organique se minéralise par partie lors de la destruction de la matière organique fermentescible. Les bactéries assimilent du substrat en relarguant du phosphore. Ainsi, concernant le NH_4^+ , les concentrations moyennes dans les digestats variaient de 309,43 mg/l à 530 mg/l. Pour le NT, les concentrations moyennes variant de 570,6 mg/l à

3139,3 mg/l et de 159,99 à 677 mg/l pour le PT ont été enregistrées. La digestion ne modifie pas les teneurs en potassium. Toutefois, des concentrations très faibles de potassium dans le digestat variant de 0 à 1,23 mg/l ont été obtenues. dans les deux expérimentations. Les boues sont pauvres en potasse. En effet, cet élément se retrouve sous forme dissoute et donc est plus concentré dans la phase liquide après séparation de phase et donc peu retenu dans les boues (Berger, 2015).

4. CONCLUSION

Cette étude a permis de mettre au point une méthode de traitement des graisses obtenues dans les stations d'épuration. Les déchets graisseux sont composés en majorité de matières organiques biodégradables principalement de triglycérides et d'acides gras libres. Ce sont des substrats riches en azote et leur méthanisation seule pourrait rencontrer des problèmes d'inhibition par l'accumulation des produits azotés et des AGV. L'association de substrats riches en matière organique pourrait être une alternative pour contourner ce risque d'inhibition. Ainsi, la co-digestion anaérobie a permis de diluer les éléments toxiques et d'équilibrer efficacement le carbone et l'azote de la matière organique.

La caractérisation des graisses a montré que ces substrats sont très riches en matière volatile sèche qui correspond à la proportion de matière assimilable par la biomasse microbienne pour produire du biogaz. Concernant la matière grasse qui est le constituant majeur de la graisse et qui la rend hydrophobe, elle a enregistré une dégradation importante voire quasi-total à 10 et 20 % de graisse ajoutée avec le phénomène d'hydrolyse de la digestion anaérobie sur un temps de séjour de 21 jours.

La co-digestion des graisses avec les boues primaires et les boues biologiques d'aération prolongée a permis d'augmenter la production de biogaz obtenue avec la méthanisation de ces boues seules. Il a été constaté que plus la quantité de graisse ajoutée augmente, plus la production de biogaz est élevée. Ce type de co-digestion permet d'ouvrir des marchés de la méthanisation pour les boues biologiques dont la dégradation par digestion anaérobie est très faible.

Sur le plan agronomique les digestats présentent des concentrations moyennes intéressantes en NH_4^+ , en PT mais faibles en K^+ dont l'effet sur le rendement des cultures agricoles mériterait d'être évalué. En définitive, pour améliorer le traitement des graisses et optimiser la production de biogaz, il conviendrait d'innover la conception de la technologie de l'unité pilote, d'étudier les effets d'un prétraitement des déchets graisseux par un prétraitement thermique et d'augmenter le temps de séjour (25 à 30 jours) pour permettre une meilleure dégradation de la matière

grasse en digestion mésophile à plus de 25 % de graisse ajoutée.

Références

- ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), 2010. *La méthanisation, comment se transforme la matière organique en énergie ?* Direction régionale de Bourgogne.
- Bourouis A., Ahou S. & Belhadj. O., 2015. Comparaison des caractéristiques physico-chimiques des effluents d'une huilerie moderne au cours de leur co-digestion en présence de rumen et de la bouse de vache. *Afrique Science*, Vol. 11, N°4, 1. <http://www.afriqscience.info/document.php?id=4937>. ISSN 1813-548X
- Bareha Y., 2018. *Modélisation des processus de transformation de l'azote en digestion anaérobie : application à l'optimisation de la valorisation des digestats*. Université Rennes 1. NNT : REN1B067ff. Fftel-02115249, 289 p.
- Berahab R., 2019. Energies Renouvelables en Afrique : Enjeux, Défis et Opportunités/Renewable Energy in Africa : Issues, Challenges and Opportunities. *Policy Paper*, 36 p.
- Berger S.S., 2015. *Etat de l'art des digestats et de leurs procédés de post-traitement*. Toulouse, 76 p.
- Bridoux G., Dhulster P. & Manem J., 1994. Analyse des graisses dans les stations d'épuration. *Techniques sciences méthodes*, 5, 257-262.
- Camacho P., Huyard A., Garel C., Martin S., Blanc F. & Gerard R., 2012. *Optimisation de digestion anaérobie par co-digestion de boues d'aération prolongée et de déchets organiques issus des industries agroalimentaires : une étude des cas : l'Eau, l'Industrie, les Nuisances*, 5 p.
- Canler J. P., 2001. *Performances des systèmes de traitement biologique aérobie des graisses. Graisses issues des dégraisseurs de stations d'épuration traitant des effluents à dominante domestique*. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche FNDAE n° 24. Document technique, 64 p.
- Choo-Kun M., Conteau D., Martin S., Camacho P. & Gourdon R., 2015. Comparison of the Anaerobic Digestion of Biosorption i.e. Sludge, Conventional Primary Sludge and Conventional Mixed Sludge. *14th World Congress on Anaerobic Digestion AD-14, Vina del Mar, Chile*, fhal-01947431f.
- Deblij S., Bahlaouan B., Boutaleb N. & El Antri S., 2019. Diagnostic de la Gestion des Effluents Liquides Hospitaliers de la Région de Casablanca-Settat. *European Scientific Journal*, 15(6), 19 p: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. Doi: 10.19044/esj.2019.v15n6p171 .
- Diédhiou M., 2014. *Valorisation des boues de vidanges pour la production de biogaz (énergie verte) : étude expérimentale d'une co-digestion anaérobie appliquée aux mélanges boues-déchets d'abattoir et boues-déchets de marché*. Mémoire de Master en Sciences de l'Environnement, (ISE-FST– UCAD), 62 p.

Le Graie, 2007. *Guide de la réception de la valorisation des sous-produits de l'assainissement*. Groupe de Recherche Rhône-Alpes, 54 P.

Pony A., 2009. *Estimation de performances épuratoires : Caractérisation de boues de station d'épuration*. Ecole Nationale Supérieure de Paris, Mémoire de Master 2 (Sciences de l'Univers, Environnement, Ecologie), 49 p.