



Traitement des Effluents Hospitaliers des Cliniques Universitaires de Kinshasa par le Réacteur pilote à lit de boues anaérobie à flux ascendant (UASB) avec comme adjuvant l'huile des graines de *Curcubita pepo*

Treatment of hospital effluents from Kinshasa University Hospital by the Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) pilot reactor with Curcubita pepo seed oil as an adjuvant

Credo Lialia Mesongolo¹, Dieudonné Eyul'anki Musibono¹, Thierry Tabou Tangou¹, Crispin Kyela Mulaji², Jean Sungula Kayembe², Luis Okieng Lubieno¹, Max Vangu Seke³, Athanase Ndamba Kusonika¹, Emmanuel Makaly Biey¹

Auteur correspondant

Credo Lialia Mesongolo

Courriel: credo.mesongolo@unikin.ac.cd

Tél: (+243812174792)

Laboratoire d'Ecotoxicologie, sécurité chimique et biotechnologie, Université de Kinshasa

Summary

Context and objective. Hospital effluent management is a real challenge in sub-Saharan Africa. The objective of the present study was to evaluate the treatment of hospital effluents using the Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) pilot reactor. *Methods.* The main material of the study was the hospital effluents from the Kinshasa University Hospital. Pumpkin seed oil (*Curcubita pepo*) was used as an adjuvant reagent. Hospital effluents were characterized before their run through the UASB pilot reactor. *Results.* A significant reduction of various parameters of the pollutant load was obtained after 7-month treatment of Hospital effluents in the UASB pilot reactor with the following yields: 98.4 % for Chemical Oxygen Demand (COD), 98.1 % for Biological Oxygen Demand (BOD), 97.5 % for Total Suspended Solids (TSS), 98.5 % for turbidity and 95.8 % for ammonium. Nitrites dropped significantly to 89.1 % and nitrates to 84.6 %. Total phosphorus gave a yield of 90.3 %, total nitrogen of 82 %. Fecal coliforms and streptococci had yields of 92 % and 86.3 %, respectively. *Conclusion.* The data presented here show the effectiveness of the UASB pilot reactor in treating hospital effluents from the Kinshasa University Hospital. They could constitute a basis for future large scale studies of hospital effluent treatment using the UASB reactor.

Keywords: Hospital effluents, UASB reactor, *Curcubita pepo* seed oil, Adjuvant

<https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v17i2.13>

Received: July 4th, 2023

Resumé

Contexte et objectif. La gestion des effluents hospitaliers est un véritable défi pour la protection de l'environnement et de la santé dans les pays d'Afrique subSaharienne. L'objectif de la présente étude était d'évaluer le traitement des effluents hospitaliers à l'aide du réacteur pilote à lit de boues anaérobie à flux ascendant (UASB). *Méthodes.* Le matériel principal de l'étude était constitué des effluents hospitaliers des Cliniques Universitaires de Kinshasa (CUK). L'huile des graines de courge (*Curcubita pepo*) a constitué un réactif adjuvant pour le réacteur. Les effluents hospitaliers ont été caractérisés avant leur traitement par le réacteur pilote UASB. *Résultats.* Une réduction significative des paramètres de la charge polluante a été obtenue au bout de 7 mois de traitement des effluents hospitaliers par le réacteur pilote UASB avec des rendements suivants : 98,4 %, pour la demande chimique en oxygène (DCO), 98,1 % pour la demande biologique en oxygène (DBO₅), 97,5 % pour les matières en suspension (MES), 98,5 % pour la turbidité et 95,8 % pour l'ammonium. Les nitrites ont chuté à 89,1 % et les nitrates à 84,6 %. Le phosphore total a donné un rendement de 90,3 %, l'azote total de 82 %. Les coliformes et streptocoques fécaux ont produit respectivement, un rendement de 92 % et de 86,3 %. *Conclusion.* Les résultats obtenus soulignent l'efficacité du réacteur pilote UASB dans le traitement des effluents hospitaliers des CUK. Ces résultats pourraient servir de base pour une étude à grande échelle sur le traitement des effluents hospitaliers en utilisant le réacteur UASB.

Mots-clés : Effluents hospitaliers, Réacteur UASB, huile des graines de *Curcubita pepo*, Adjuvant

<https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v17i2.13>

Reçu le 4 juillet 2023

Accepté le 11 janvier 2024



Accepted: January 11th, 2024

1. Laboratoire d'Ecotoxicologie, sécurité chimique et biotechnologie environnementale, Mention Sciences et Gestion de l'Environnement, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, B.P 190, Kin XI, Kinshasa, République Démocratique du Congo
2. Mention chimie et Industrie, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, B.P 190, Kin XI, Kinshasa, République Démocratique du Congo
3. Mention physique et Technologies, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, B.P 190, Kin XI, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Introduction

Le traitement des eaux usées est un préalable par lequel une eau usée doit forcément passer avant d'être restituée à la nature. Il constitue autant un impératif qu'un défi majeur pour bien des pays en développement (PED). La planète Terre contient beaucoup d'eau. Pour plus de 70 % de la totalité de l'eau contenue sur terre, seule une petite partie est convenable pour la consommation humaine ou l'usage agricole (approximativement 0,5 % de toute l'eau dans le monde) (1). La croissance démographique mondiale, le développement industriel et les avancées de la technologie médicale sont parmi les facteurs qui contribuent à la production des effluents hospitaliers. La gestion de ces effluents hospitaliers est devenue une priorité internationale, car leur mauvaise gestion dans les structures sanitaires peut exposer le personnel soignant, les patients et la communauté à divers risques de contamination par des maladies infectieuses telles que le choléra, la typhoïde, les hépatites et les dysenteries. De plus, les effluents hospitaliers peuvent contribuer à la pollution de l'environnement (2). Les effluents hospitaliers sont des sources de pollution importantes pour l'environnement et la santé humaine. Ils contiennent des substances spécifiques telles que des médicaments, des produits chimiques, des antiseptiques, des détergents, etc. qui peuvent avoir des effets néfastes sur le milieu récepteur. Dans les pays en développement, ces effluents sont souvent rejetés sans traitement préalable, ce

qui aggrave les problèmes d'assainissement et de qualité de l'eau. Pour faire face à cette situation, il est nécessaire de développer des technologies de traitement adaptées et efficaces. Ce travail s'inscrit dans ce cadre et vise à étudier le traitement des effluents hospitaliers des Cliniques Universitaires de Kinshasa (CUK) par un procédé biologique anaérobie. Il a permis de mettre en place un réacteur pilote à lit de boues à flux ascendant (UASB) avec comme adjuvant l'huile de *Curcubita pepo*. Ce procédé permet de dégrader la matière organique présente dans les effluents hospitaliers. L'influence de l'huile de *C. pepo* sur le fonctionnement du réacteur et la stabilité du procédé a été analysée. Le succès du traitement dans le réacteur UASB est principalement dû à la formation de granulés anaérobies dans le lit de boues (3), où les communautés microbiennes jouent un rôle très important dans l'abattement de la charge polluante. La présente étude a donc évalué les performances du réacteur en termes d'abattement de la charge polluante et de la qualité du liquide traité par le réacteur pilote UASB (à huile des graines de courge).

Méthodes

Nature, cadre et période de l'étude

Il s'agissait d'une étude quasi-expérimentale qui a été réalisée, dans le Laboratoire d'Ecotoxicologie, Sécurité Chimique et Biotechnologie Environnementale de la Faculté



des Sciences, à Kinshasa, entre Février et décembre 2023.

Materiel

Les effluents hospitaliers des CUK ont constitué le matériel principal de l'étude. Ont également fait partie du matériel: La multisonde (P. SELECTA) qui a servi pour effectuer les analyses in situ des paramètres des effluents hospitaliers, le réacteur pilote UASB monté au laboratoire pour traiter les effluents hospitaliers ainsi que l'huile des graines de courge de la citrouille (*C. pepo*) qui a servi d'adjuvant au réacteur UASB.

Echantillonnage des effluents hospitaliers

Les échantillons d'effluents hospitaliers ont été prélevés dans des récipients en plastique d'une capacité de 10L à partir des égouts principaux d'évacuation des eaux usées des CUK. Ces récipients ont été ensuite placés dans des glacières pour garder les effluents dans les mêmes conditions isothermiques et pour être transportés vers le laboratoire Laboratoire d'Ecotoxicologie, Sécurité Chimique et Biotechnologie Environnementale à la Faculté des Sciences laboratoire pour le traitement par le réacteur pilote UASB.

Détermination des paramètres des effluents hospitaliers

Parmi les paramètres retenus sur base des objectifs de la présente étude pour caractériser les effluents hospitaliers, la température, le pH, la conductivité, l'oxygène dissous et la turbidité ont été analysés in situ. Les autres paramètres ont été analysés au laboratoire et ont inclus les matières en suspensions (MES), le phosphore, l'ammonium, le nitrite, le fer, les nitrates, la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène (DBO₅), les coliformes et streptocoques fécaux. Toutes ces mesures peuvent être réparties en 2 catégories: les analyses physico-chimiques et les analyses bactériologiques. Elles ont été effectuées à 3 reprises durant l'étude, à savoir i) avant le traitement par le réacteur pilote UASB (R₀), ii) après 3 mois de traitement (R₁₋₃) et iii) après 7 mois de traitement (R₁₋₇).

- *Analyses physico-chimiques des effluents hospitaliers*

La mesure du pH a été effectuée à l'aide d'un pH-mètre numérique pH-2005 (P. SELECTA,

Espagne). La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre digital CD-2005 (P. SELECTA, Espagne). Un turbidimètre de marque TurbiDirect (Lovibond, Allemagne) basé sur la méthode néphélométrique a permis de déterminer la turbidité. La détermination des matières en suspension (MES) a été effectuée par la méthode de filtration et pesage. La Demande Chimique en Oxygène (DCO) a été faite par la méthode dite à reflux fermé ou « *digestion au réacteur* ». La méthode manométrique a été utilisée pour mesurer la demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO₅) à l'aide d'un oxymètre de marque OxiDirect (Lovibond, Allemagne). La méthode de minéralisation au persulfate a été utilisée pour mesurer l'azote total. Les ions nitrates ont été quantifiés par la méthode acide chromotrope en utilisant un photomètre multiparamètre MD/600 (Lovibond, Allemagne). La méthode indophénol a été utilisée pour déterminer l'azote ammoniacal. La méthode Ammonium-molybdate a été utilisée pour déterminer les ortho phosphates. Les différentes mesures des paramètres évoquées ci-dessous ont été effectuées en se basant sur les recommandations des fabricants des instruments et réactifs utilisés.

- *Analyses Bactériologiques des effluents hospitaliers*

Les analyses bactériologiques ont visé à évaluer les performances épuratoires de la station d'épuration du point de vue sanitaire, c'est-à-dire sa capacité à éliminer les germes pathogènes. Les micro-organismes utilisés comme bio-indicateurs de la pollution fécale ont été les coliformes fécaux (CF) et les streptocoques fécaux (SF), incluant *Escherichia coli* (*E. coli*) et *Enterococcus* sp., respectivement (14). Les streptocoques fécaux (SF) ont été identifiés à l'aide du milieu Slanetz Bartley Agar (SBA) à 44°C pendant 48 h et les coliformes fécaux dans le milieu Tryptone Bile X glucuronide Agar (TBX) à 44°C pendant 24 h. La méthode analytique de la filtration par membrane a été utilisée (4).

Montage et fonctionnement du réacteur pilote UASB pour traiter les effluents hospitaliers

Un dispositif pilote a été monté au Laboratoire de Biotechnologie environnementale et Ecotoxicologie, de la Mention des Sciences et Gestion de l'Environnement, à la Faculté des Sciences et Technologies de l'Université de

e5537



Kinshasa, en s'inspirant du concept du réacteur UASB développé par Lettinga *et al.* aux Pays-Bas (5).

La partie principale du système ou le réacteur est un cylindre en verre d'une capacité de 370 ml (Fig. 1, composante No. 2) qui par sa partie inférieure reçoit les effluents non-traités provenant d'un réservoir d'une capacité de 15 L placé en amont et ouvert par un robinet (Fig. 1, composante No. 1). Dans sa partie supérieure, le cylindre du réacteur présente 3 sorties, à savoir 2 sorties latérales, l'une pour la recirculation des eaux vers l'entrée inférieure du réacteur et l'autre pour l'évacuation des eaux épurées vers un bassin de 20 L en aval (Fig. 1, composante No. 4), et une 3^{ème} sortie en haut servant à collecter le biogaz dans une bouteille en verre de 100ml (Fig. 1, composante No. 3).

Le dimensionnement du réacteur pilote UASB a été basé sur le temps de séjour hydraulique de 11 heures avec débit d'écoulement de 0.52 ml par minute dans la tuyauterie et sur la vitesse d'ascension de l'effluent qui était diffusé de bas vers le haut dans le cylindre. Au cours de cette diffusion, l'effluent a traversé 3 zones de bas vers le haut : i) le lit de boues (biomasse) contenant des granules densément suspendues qui filtre l'effluent pendant son ascension, ii) la zone de digestion dans laquelle les bactéries anaérobiques présentes dans les boues dégradent les matières organiques contenues dans l'effluent, ce qui produit le biogaz comme le méthane et la biomasse, iii) la zone de séparation ou décantation ou séparateur Gaz/Solide/Liquide (GSL) placée au sommet du réacteur pilote et qui permet de séparer les biogaz des liquides traités et de la biomasse solide qui se dépose dans les boues du réacteur.

Nature et rôle de l'huile des graines de *C. pepo* dans le réacteur UASB

- *Composition des huiles de *C. pepo**

Les graines proviennent de la citrouille qui est un fruit issu d'une plante herbacée, annuelle à longue tige très vigoureuse et rampante. Le fruit est une grosse baie volumineuse avec une chair épaisse de couleur jaune orangé (6), renfermant de nombreuses graines dans une pulpe spongieuse. Ses graines sont aplaties, de forme ovale, blanchâtre (7). Les huiles extraites des graines de *C. pepo* sont riches en acides gras, principalement l'acide linoléique et l'acide

oléique. Les acides gras saturés palmitique et stéarique s'y trouvent à des niveaux inférieurs (8) alors que les non-triacylglycérides (alcools gras, phytostérols et composés phénoliques) occupent une proportion d'environ 2 % (9). Les huiles de *C. pepo* contiennent aussi des oligo-éléments (Phosphore, calcium, magnésium, fer et sélénium) (10), des quantités élevées de vitamine E (α -tocophérols, γ -tocophérol, le δ -tocophérol) (8,10) et des caroténoïdes.

- *Extraction des huiles de *C. pepo**

Les graines retirées de la citrouille sont séchées jusqu'à 5-7% d'humidité, puis broyées et immergées dans une saumure. Le broyat subit ensuite une torréfaction qui permet de libérer les arômes typiques et de dénaturer les protéines pour faciliter la libération des huiles (11). Le pressage de ces huiles se fait à des températures supérieures à 120°C avant le refroidissement puis le conditionnement dans des bouteilles sombres (11).

- *Rôle de l'huile de *C. pepo**

L'huile des graines de la citrouille (*C. pepo*) a été utilisée comme adjuvant au cours du processus de traitement des effluents hospitaliers dans le réacteur UASB. Les huiles extraites de *C. pepo* participent à la formation des granules par les microorganismes et servent des substrats et d'éléments nutritifs contribuant à la croissance des microorganismes anaérobiques pour la dégradation complète des matières organiques des effluents. Durant les 7 mois de la durée du traitement de effluents par le réacteur UASB dans la présente étude, 1 ml d'huile de *C. pepo* a été ajouté par jour, ce qui donne un volume de 30 ml d'huile ajoutée mensuellement dans le réacteur, soit 210 ml d'huile pendant toute l'expérience.

Analyses des données

Les données obtenues sont réparties en paramètres physico-chimiques et bactériologiques, elles ont été saisies à l'aide des logiciels R et SPSS.

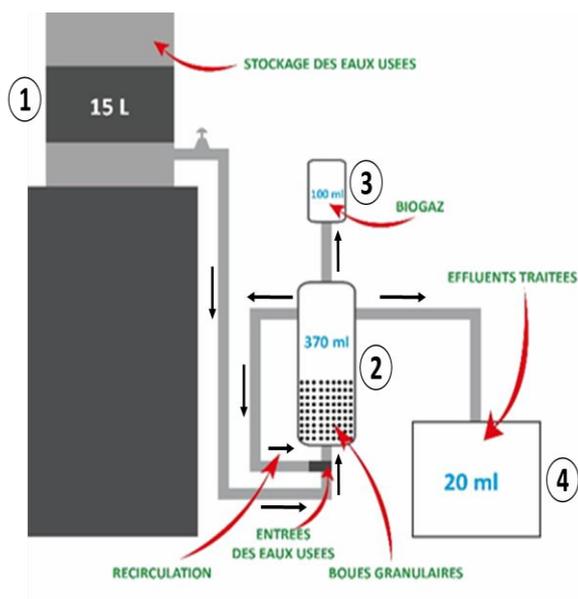


Figure 1 : Réacteur pilote UASB adapté pour la présente étude. Il est composé d'un réservoir de 15 L pour le stockage des eaux usées (composante No.1) connecté par un tuyau à la partie inférieure du cylindre en verre de 370 ml du réacteur où a lieu le traitement des effluents (composante No.2). Les biogaz et les liquides produits par le traitement sont évacués respectivement vers le collecteur des gaz de 100 ml (composante No.3) et vers le récipient de 20 ml en aval du réacteur (composante No.4).

Résultats

Les résultats obtenus sur la caractérisation des effluents des CUK avant traitement ont donné les valeurs altérées des paramètres, non conformes aux normes relatives (Tableau 1). Après un traitement des effluents hospitaliers dans le réacteur UASB sur une période de 7 mois, les paramètres mesurés au bout de 3 mois et puis de 7 mois de traitement ont produit des valeurs s'approchant des normes relatives. Il est important de noter que les résidus médicamenteux et les dérivés hormonaux qui n'ont pas fait l'objet de cette première phase du travail seront abordés dans une étude ultérieure.

Au regard des résultats obtenus après 7 mois de traitement des effluents hospitaliers, le pH, la température, l'oxygène dissous, la conductivité électrique ont présenté respectivement, des valeurs de 6.97 ± 0.09 , $28.70 \pm 0.27^\circ\text{C}$, $7.18 \pm 0.02 \text{ mg/l}$, $1600.66 \pm 0.44 \mu\text{s/cm}$, valeurs qui se sont avérées conformes aux normes relatives (Tableau 1). Les valeurs des paramètres de turbidité, des concentrations en ammonium (NH_4^+), en nitrites (NO_2^-) et en nitrates (NO_3^-)

étaient respectivement, de 15.67 ± 0.44 NTU, 2.33 ± 0.00 mg/l, 7.17 ± 0.09 mg/l, 10.23 ± 0.09 mg/l après 7 mois de traitement des effluents au réacteur pilote UASB, valeurs qui restent conformes aux normes de rejet (Tableau 1).

Quant aux valeurs mesurées après 7 mois de traitement pour les paramètres Phosphore total, demande biochimique en oxygène (DBO_5), demande chimique en oxygène (DCO), Fer et azote total, elles étaient respectivement de 2.63 ± 0.04 mg/l, 23.17 ± 0.04 mg/l, 36.07 ± 0.04 mg/l, 0.11 ± 0.01 mg/l, 20.33 ± 0.44 mg/l. Toutes ces valeurs étaient donc conformes aux normes de rejet.



Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques et bactériologiques des effluents hospitaliers des Cliniques Universitaires de Kinshasa (CUK) avant, au 3^{ème} et au 7^{ème} mois de traitement par le réacteur pilote UASB

Paramètres	R ₀	R ₁₋₃	R ₁₋₇	Normes (OMS 2006, UE 2011)	Rendement R ₁ (%)
Ph	6.22±0.01	6.42± 0.02	6.97± 0.09	7	-
Température (°C)	25.53±0.16	24.67± 0.09	28.70± 0.27	≤30°C	-
Oxygène (mg/l)	1.46±0.01	5.00± 0.01	7.18± 0.02	≥5mg/l	-
Conductivité (µS/cm)	2.72±0.02	1619.67± 1.78	1600.66± 0.44	1500µS/cm	-
Matières en suspension (mg/l)	912.00±1.33	378.00± 1.33	22.67± 0.89	35mg/l	97.5
Turbidité (NTU)	1032.33±0.89	681.67± 1.11	15.67± 0.44	50NTU	98.5
Ammonium (mg/l)	55.60±0.07	18.80± 0.13	2.33± 0.00	2mg/l	95.8
Nitrites (mg/l)	65.23±0.16	25.17± 0.09	7.17± 0.09	50mg/l	89.1
Nitrates (mg/l)	66.53±0.11	29.83± 0.09	10.23± 0.09	50mg/l	84.6
Phosphore total (mg/l)	27.23±0.16	14.17± 0.09	2.63± 0.04	2mg/l	90.3
Demande Biologique en Oxygène (mg/l)	1882.67±1.11	1011.00± 1.00	23.17± 0.04	30mg/l	98.1
Demande Chimique en Oxygène (mg/l)	2262.00±1.33	1032.33± 0.44	36.07± 0.04	90mg/l	98.4
Fer (mg/l)	0.26±0.00	0.16± 0.00	0.11± 0.01	10mg/l	-
Azote total (mg/l)	113.07±0.09	55.17± 0.04	20.33± 0.44	50mg/l	82
Coliformes fécaux (UFC/100ml)	380.00±0.01	120± 0.02	30.00± 0.09	1000UFC/100ml	92
Streptocoques fécaux (UFC/100ml)	402.00±0.16	131.00± 0.09	55.00± 0.27	1000UFC/100ml	86.3

R₀ : Paramètres avant traitement ; R₁₋₃ : Paramètres au 3^{ème} mois de traitement ; R₁₋₇ : Paramètres au 7^{ème} mois de traitement



Discussion

Une étude a été menée pour tester la capacité d'un réacteur UASB monté à la Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa, d'épurer les eaux usées évacuées des CUK.

L'huile extraite des graines de *C. pepo* a été utilisée comme adjuvant dans le réacteur. La composition de cette huile en tocophérols n'est pas idéale du point de vue nutritionnel, car elle contient peu d' α -tocophérol, le seul homologue ayant une activité vitaminique E. La variation de la composition en acides gras et en phytochimiques de l'huile dépend fortement du génotype, de l'année et de l'interaction entre ces facteurs, ce qui implique une variabilité importante entre les lots d'huile (12).

Des concentrations élevées des MES ont été relevées dans la présente étude. Hocaoglu *et al.* ont trouvé des résultats similaires, ce qui selon Machkor *et al.* peut se justifier par le contenu très riche en particules colloïdales, en matières organiques et en minéraux des effluents hospitaliers (13-14).

Concernant la DBO₅ et la DCO, leurs valeurs élevées dans les effluents hospitaliers pré-traitement ont représenté respectivement, 62 et 25 fois les normes relatives, ce qui traduit une présence importante des matières organiques dans les effluents des CUK. Ces résultats sont en phase avec les données rapportées par El-Ogri *et al.* dans leur étude sur les effluents d'un hôpital de Marrakech (15). Quant à l'indice de biodégradabilité de 0.8 observé, il a suggéré que les effluents des CUK étaient facilement biodégradables. Ces données corroborent celles des études menées en Côte d'Ivoire sur les effluents des hôpitaux (16).

Les MES, la turbidité, l'ammonium (NH₄⁺), les nitrites (NO₂⁻), les nitrates (NO₃⁻), le phosphore total (P. total), la DBO₅ et la DCO ont fortement diminué dans les effluents après le passage dans le réacteur, ce qui indique que le traitement par le réacteur a permis la réduction de la charge organique et nutritive de l'eau. La légère réduction du fer après le passage dans le réacteur suggère que le traitement a éliminé une partie du fer dissous ou particulaire dans l'eau. La diminution importante de l'azote total montre que le traitement a éliminé une grande partie de l'azote sous ses différentes formes dans l'eau.

Selon une étude de (Jin BZ communication personnelle), un bioréacteur anaérobie bidimensionnel a été utilisé pour mesurer simultanément les caractéristiques des bulles et la production de biogaz pour différentes vitesses de liquide et concentrations de DCO. Les résultats ont montré qu'en choisissant judicieusement les conditions opératoires telles que la vitesse de liquide et la concentration de substrat, il était possible d'optimiser la production de biogaz en augmentant l'efficacité des transferts convectif et diffusionnel. Ces résultats sont conformes à nos résultats, notamment dans l'abatement de la DCO.

Cependant, la présente étude a observé des valeurs de pH relativement acides de 6,22 avant le traitement des effluents. Une valeur de pH plus faible de 6,42 a été rapportée par une étude en Inde (17). L'une des raisons évoquées par Al-Najar *et al.* pour expliquer cette acidité accrue dans les effluents de certains hôpitaux est l'utilisation accentuée des désinfectants et des solutions acides dans les Départements de Chirurgie pour besoin de nettoyage (18).

La présente étude a présenté quelques limites. La température de l'eau a augmenté fortement après 7 mois de traitement, ce qui pourrait être dû à un changement saisonnier ou à une exposition au soleil. Il faudrait contrôler ce paramètre pour éviter des effets indésirables sur le processus de granulation ou sur la composition de l'huile. En dépit de ces limites, l'ajout de l'huile des graines de *C. pepo* dans le réacteur constitue une approche novatrice pour la compréhension des conditions de formation des granules au cours du traitement des effluents hospitaliers par le réacteur UASB. Il a démontré que le traitement réduit la charge organique et nutritive de l'eau, ainsi que la teneur en sels dissous et en substances acides. Le traitement améliore également la teneur en oxygène dissous et la stabilité oxydative de l'huile de *C. pepo*.

Conclusion

Le traitement des effluents hospitaliers est un enjeu majeur pour la protection de l'environnement et la santé publique. Un réacteur pilote UASB a été mis en place pour traiter les effluents hospitaliers des CUK. Ce procédé utilise des bactéries anaérobies pour dégrader la matière organique. L'ajout d'huile des graines de *C. pepo* comme adjuvant permet d'améliorer le rendement du réacteur. Les résultats obtenus

e5541



montrent que le réacteur pilote UASB est efficace pour réduire la charge polluante des effluents hospitaliers et valoriser l'énergie potentielle. Cette étude contribue ainsi à la préservation des ressources en eau et à la lutte contre le changement climatique et devrait servir de base pour des études futures à grande échelle.

Conflit d'intérêt

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

Contribution des auteurs

Tous les auteurs ont contribué équitablement à la réalisation et la rédaction du manuscrit.

Références

1. Abdul Gaffar Shiek, VS Raghu Kumar Machavolu, Murali Mohan Seepana & Seshagiri Rao Ambati., 2021. Design of control strategies for nutrient removal in a biological wastewater treatment process **78** :27-36.
2. Ndié J, Yongsi H. Blaise Nguendo, 2016, « Étude de la Gestion des déchets hospitaliers dans les structures sanitaires de référence de la région du Nord-Cameroun », In : European Scientific Journal, April 2016 édition Vol. 12, N°11 ISSN : 1857-7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431, p. 364-380.
3. Sharma, Mittal., et Somvanshi, 2012. « Anaerobic treatment of wastewater of industrial belt of Baddi (solan) using Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASBR) » 3 (3). Waterleau, Schmidt J.E., Ahring B.K. 1996. Granular sludge formation in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactors. *Biotechnol. Bioeng* **36**:109-114.
4. Lettinga G, Van Velsen AFM, Hobma SW, Klapwijk A. Use of the Upflow Sludge Blanket (USB) reactor concept for biological wastewater treatment. *Biotechnol Bioeng* 1980 ; **22**: 699-734.
5. Hassan MAM. Studies on Egyptian Sesame Seeds (*Sesamum indicum L.*) and Its Products 1- Physicochemical Analysis and Phenolic Acids of Roasted Egyptian Sesame seeds (*Sesamum indicum L.*). *World Journal of Dairy & Food Sciences* 2012; **7** (2):195-201. Disponible sur <http://www.idosi.org> et consulté le 18 Mai 2016.
6. Andjelkovic M., Van Camp J., Trawka A. et Verhé R. Phenolic compounds and some quality parameters of pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* 2010; **112**: 208-217.
7. Nzikou J.M, Matos L, Bouanga-Kalou G, Ndangui C.B, Pambou-Tobi N.P.G, Kimbonguila A, et al. Chemical composition on the seeds and oil grown in Congo-Brazzaville. *Advance Journal of Food Science and Technology* 2009; **20**: 6-11.
8. Fruhwirth G.O. et Hermetter A. Seeds and oil of the styrian Oil pumpkin: components and biological activities. *European Journal of Lipid Science and Technology* 2007, **109**:1128-1140.
9. Darrudi R, Nazeri V, Soltani F, Shokrpour M, Ercolano MR. Evaluation of combining ability in Cucurbita pepo L. and Cucurbita moschata Duchesne accessions for fruit and seed quantitative traits. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants* 2018; **115**: 70–77.
10. Okandza Y, Ossoko JP, Enzonga JY. M.G. Dzondo MG, Mvoula MT, Yesly A, Toubate B. Laboratoire de Contrôles et Qualité des Aliments. Université Marien NGOUABI de Brazzaville Congo Laboratoire biochimie alimentaire ENSA –Alger-ALGERIE, Laboratoire de recherche Faculté des sciences et de pharmacie de Tours-France, 2020 ; **125**, p40-55. ; Consulté le 26 Avril 2021.
11. Centre d'expertise en analyse environnemental du Québec, lignes directives concernant l'application des contrôles de la qualité en microbiologie, DR-12-SCA-02, Ministère de l'environnement du Québec, Edition courante.
12. Roszkowska B., Czaplicki S., Tańska M. Optimization of Pumpkin Oil Recovery by Using Aqueous Enzymatic Extraction and Comparison of the Quality of the Obtained Oil with the Quality of Cold-Pressed Oil. *Food Technology and Biotechnology* 2016; **54** (4):413-420.
13. Hocaoglu SM, Celebi MD, Basturk I, & Partal R. Treatment-based hospital wastewater characterization and fractionation of pollutants. *Journal of Water Process Engineering* 2021 ; **43**, 102205.



<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102205>

14. Machkor M, Boudouch O, El Machrafi I, Flouchi R & Fikri-Benbrahim K. Evaluation of physicochemical and bacteriological parameters of effluents in taza hospital-morocco- application of principal component analysis (PCA), 2020 ; **8**.
15. El-Ogri F, Ouazzani N, Mandi L, & Boraâm F. A survey of wastewaters generated by a hospital in Marrakech City and their characterization. *Desalination and Water Treatment* 2016, **16**.
16. Sadia SP, Gnamba CQM, Kambiré O, Konan KM, Berté M, Koffi KS, Kouadio KE, Kimou KJ, Pohan LAG, Ouattara L. Principal component analysis of physico-chemical parameters of wastewater from the University Hospital Center of Treichville in Côte d'Ivoire, *J. Mater. Environ. Sci.* 2023 ; **14** : 826-837.
17. Periasamy D, Sundaram A. A novel approach for pathogen reduction in wastewater treatment. *J. Environ. Health Sci. Eng.* 2013; **11**:1–9. doi: 10.1186/2052-336x-11-12
18. Al-Najar H, Ghourab A, Eid R, Farhouda H. Medical Wastewater Characterization in the Gaza Strip: Al-Shifa Medical Complex as a Case Study. *Health Scope* 2018 ; 10.5812/jhealthscope.14513.

Voici comment citer cet article : Mesongolo CL, Musibono DE, Tangou TT, Mulaji CK, Kayembe JS, Lubieno LO, Seke MV, *et al.* Traitement des Effluents Hospitaliers des Cliniques Universitaires de Kinshasa par le Réacteur pilote à lit de boues anaérobies à flux ascendant (UASB) avec comme adjuvant l'huile des graines de *Circubita pepo*. *Ann Afr Med* 2024; **17** (2): e5535-e5543. <https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v17i2.13>