



K A F O U D A L



**Revue des Sciences Sociales
de l'Université Peleforo Gon
Coulibaly de Korhogo**

EDITORIAL

La Science de tout temps a toujours été, d'abord l'apanage des initiés. Elle devient accessible à la communauté soit de manière didactique soit à travers les solutions et/ou résultat qu'elle met à la disposition de cette communauté. Cette caractéristique, qui est valable pour les périodes de l'histoire, permet à présent de faire un parallèle entre un lieu de rituel Senoufo dénommé le Kafoudal et une revue scientifique. Conçu pour accueillir des évènements exceptionnels lors du rite initiatique du poro, elle peut abriter, à la demande d'un tiers et à titre exceptionnel, des cérémonies de non-initiés. Passé cette dérogation, cette place redevient sacrée et privée. Un symbole pour une revue scientifique qui à l'origine est une initiative privée mais qui sert de plateforme de publicisation et de publication à toutes les personnes intéressées. Quoi de mieux pour désigner une revue dont la vocation est de contribuer à assurer une meilleure visibilité des résultats des recherches universitaires. Ces résultats issus des publications et des réflexions des universitaires, restent un défi majeur et permettent d'établir un lien avec le Kafoudal. Ainsi, cette revue se positionne comme une lucarne pour aider à la prise de décision des acteurs politiques dans l'exécution des programmes de gouvernance et de développement aux niveaux étatique et local. Elle vise avant tout à servir de lieu d'expression pour tous ceux qui conduisent des recherches pour nourrir la science. La revue Kafoudal est pluridisciplinaire et publie, à ce titre, des recherches originales de Géographie, de Sociologie, d'Anthropologie, d'Histoire, d'Économie, de Droit, de Science Politique. Elle accepte, également, des comptes rendus de lecture.



Jérôme ALOKO-N'GUESSAN

Directeur de Recherches CAMES

« KAFOUDAL » LA REVUE DES SCIENCES SOCIALES DE L'UNIVERSITE
PELEFOROGON COULIBALY

CONSEIL SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL

- Alphonse Yapi-Diahou, Professeur titulaire de Géographie (Université Paris 8)
Cel : 0033668032480 ; Email : yapi_diahou@yahoo.fr
- Jérôme Aloko-N'guessan, Directeur de Recherches à l'Université Félix Houphouët-Boigny, email : poitoucharente@gmail.com
- Koffie-Bikpo Céline Yolande, Professeur titulaire de Géographie (Université Félix Houphouët-Boigny), email : bikpoceline@yahoo.fr
- Brou Emile Koffi, Professeur Titulaire de Géographie (Université Alassane Ouattara, UFR CMS)
- Da Dapola Evariste Constant, Professeur titulaire de Géographie à l'Université Ouaga 1 Professeur Joseph Ki-Zerbo (Burkina Faso), 06 BP : 9800 Ouagadougou 06, E- mail : evaristeda@gmail.com
- Maïga Alkassoum, Professeur Titulaire de Sociologie, Université Ouaga I Professeur Joseph Ki Zerbo (Burkina Faso)
- Diomandé Dramane, Professeur titulaire d'Hydrobiologie, Université Peleforo Gon Coulibaly)
- Dedy Seri Faustin, Maitre de Recherche de Sociologie, Université Félix Houphouët-Boigny
- Edinam Kola, Professeur Titulaire de Géographie, Université de Lomé (Togo), email : edikola@yahoo.fr
- Anoh Kouassi Paul, professeur titulaire de Géographie, Université Félix Houphouët-Boigny, email : anohpaul@yahoo.fr
- Maurice Boniface Mengho, Géographe ruraliste, Professeur titulaire, (Université de Brazzaville (République du Congo), BP 13 097 Brazzaville, email : maumautina@gmail.com
- Koné Issiaka, Professeur Titulaire de Socio-Anthropologie des Organisations (Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa), BP 150 Daloa, email : koneissiaka1@gmail.com
- Dossou Guedegbe Odile, Professeur Titulaire des Universités (CAMES)Doyen de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales (FASHS)Université d'Abomey-Calavi (Bénin)
- Machikou Nadine, Professeure titulaire de Science Politique, Université Yaoundé 2 (Cameroun)
- Assi Kaudjhis Joseph, Professeur Titulaire de Géographie (Université Alassane Ouattara)
- Yoro Blé Marcel, Professeur Titulaire d'Anthropologie et de Sociologie, Université Félix Houphouët-Boigny
- N'Goran François, Directeur de Recherche de Sociologie, Université Alassane Ouattara
- Gbodje Sékré Alphonse, Professeur titulaire d'histoire, Université Peleforo Gon Coulibaly, email : sekrealphonse@yahoo.fr, Cel : 47649099

COMITÉ ÉDITORIAL

Directeur de Publication

Prof Brou Emile Koffi (Université Alassane Ouattara, UFR CMS) Cel. : (225) 05 92 89 93 ; email : koffi_brou@yahoo.fr

Rédacteur en Chef

Konan Kouamé Hyacinthe

Rédacteurs en Chef Adjoints

Guehi Zagocky Euloge

Kra Kouadio Joseph

Correspondance : revuekafoudal@gmail.com

konanhyacinth@gmail.com

<https://www.univ-pcg.edu.ci>

Comité de lecture international

- Aboubakar Kissira, Maitre de conférences de Géographie, université de Parakou (Benin)
- ALLA Della André, Maître de conférences de Géographie, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody (Côte d'Ivoire)
- Akou Loba Franck Valérie, Maitre de Conférences, Université Felix Houphouët-Boigny, (Côte d'Ivoire)
- Koffi Yao Jean Julius, Maitre de Conférences, Université Alassane Ouattara, (Côte d'Ivoire)
- Nassa Dadié Axel Désiré, Maitre de Conférences, Géographie, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody (Côte d'Ivoire)
- Diakité Moussa, Maitre de Conférences, Géographie, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- Mazou Hilaire, Maitre de Conférences de Sociologie, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- Yassi Assi Gilbert, Maitre de Conférences de Géographie, École Normale Supérieure, (Côte d'Ivoire)
- Gnabro Ouakoubo Gaston, Maitre de Conférences, Histoire, Université Peleforo Gon Coulibaly Korhogo (Côte d'Ivoire)
- Dayoro Zoguehi Kevin, Maitre de Conférences de Sociologie, Université Felix Houphouët- Boigny, (Côte d'Ivoire) Université Felix Houphouët- Boigny, (Côte d'Ivoire)
- Kouassi Siméon, Maitre de Conférences d'Archéologie, Université Felix Houphouët- Boigny, (Côte d'Ivoire)
- Moundza Patrice, Maitre de Conférences, Géographie, Université Marien N'Gouabi (Congo)
- Kouamé Atta, Maitre de Conférences, Anthropologie Biologique, Université Felix Houphouët- Boigny, (Côte d'Ivoire)
- Djané Kabran Aristide, Maitre-assistant, Socio Anthropologie Université Peleforo Gon Coulibaly Korhogo (Côte d'Ivoire)
- Kessé Blé Adolphe, Maitre-assistant, Science Politique, Université Peleforo Gon Coulibaly Korhogo (Côte d'Ivoire)
- Koffi Yeboué Stéphane Koissy, Maitre-assistant, Géographie, Université Peleforo Gon Coulibaly Korhogo (Côte d'Ivoire)

1. Note aux contributeurs

La Revue des Sciences Sociales de l'Université Peleforo Gon Coulibaly « Kafoudal » est fondée en 2018. Kafoudal est un espace de diffusion de travaux originaux des Sciences Sociales. Elle publie des articles originaux, rédigés en français, non publiés auparavant et non soumis pour publication dans une autre revue. Les normes qui suivent sont conformes à celles adoptées par le Comité Technique Spécialisé (CTS) de Lettres et sciences humaines/CAMES. Les contributeurs doivent s'y conformer.

1.1. Les manuscrits

Un projet de texte soumis à évaluation, doit comporter un titre (Book Antiqua, taille 12, Lettres capitales, Gras), la signature (Prénom(s) et NOM (s) de l'auteur ou des auteurs, l'institution d'attache), l'adresse électronique de (des) auteur(s), le résumé en français (250 mots), les mots-clés (cinq), le résumé en anglais (du même volume), les keywords (même nombre que les mots-clés). Le résumé doit synthétiser la problématique, la méthodologie et les principaux résultats. Le manuscrit doit respecter la structuration habituelle du texte scientifique : Introduction (Problématique ; Hypothèse compris) ; Approche (Méthodologie) ; Résultats ; Analyse des Résultats ; Discussion ; Conclusion ; Références bibliographiques (s'il s'agit d'une recherche expérimentale ou empirique). Les notes infrapaginales, numérotées en chiffres arabes et continu, sont rédigées en taille 10 (Book antiqua). Réduire au maximum le nombre de notes infrapaginales. Écrire les noms scientifiques et les mots empruntés à d'autres langues que celle de l'article en italique (*Adansonia digitata*). Le volume du projet d'article (texte à rédiger dans le logiciel Word, Book antiqua, taille 12, interligne 1.5) doit être de 30 000 à 40 000 caractères (espaces compris). Les titres des sections du texte doivent être numérotés de la façon suivante : 1. Premier niveau, premier titre (Book antiqua 12 gras) 1.1. Deuxième niveau (Book antiqua 12 gras italique) 1.2.1. Troisième niveau (Book antiqua 12 italique sans le gras)

1.2. Les illustrations

Les tableaux, les cartes, les figures, les graphiques, les schémas et les photos doivent être numérotés (numérotation continue) en chiffres arabes selon l'ordre de leur apparition dans le texte. Ils doivent comporter un titre concis, placé au-dessus de l'élément d'illustration (centré). La source (centrée) est indiquée au-dessous de l'élément d'illustration (Taille 10). Ces éléments d'illustration doivent être : i. annoncés, ii. Insérés, iii. Commentés dans le corps du texte.

La présentation des illustrations : figures, cartes, graphiques, etc. doit respecter le miroir de la revue. Ces documents doivent porter la mention de la source, de l'année et de l'échelle (pour les cartes).

2. Notes et références

2.1. Les passages cités sont présentés entre guillemets. Lorsque la phrase citant et la citation dépasse trois lignes, il faut aller à la ligne, pour présenter la citation (interligne 1) en retrait, en diminuant la taille de police d'un point.

2.2. Les références de citation sont intégrées au texte citant, selon les cas, ainsi qu'il suit : - Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'auteur, année de publication, pages citées (B. A. SY. 2008, p. 18) ; - Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'Auteur (année de publication, pages citées). Exemples: - En effet, le but poursuivi par M. Ascher (1998, p. 223), est «d'élargir l'histoire des mathématiques de telle sorte qu'elle acquière une perspective multiculturelle et globale (...)» - Pour dire plus amplement ce qu'est cette capacité de la société civile, qui dans son déploiement effectif, atteste qu'elle peut porter le développement et l'histoire, S. B. Diagne (1991, p. 2) écrit : Qu'on ne s'y trompe pas : de toute manière, les populations ont toujours su opposer à la philosophie de l'encadrement et à son volontarisme leurs propres stratégies de contournements. Celles-là, par exemple, sont lisibles dans le dynamisme, ou à tout le moins, dans la créativité dont sait preuve ce que l'on désigne sous le nom de secteur informel et à qui il faudra donner l'appellation positive d'économie populaire. - Le philosophe ivoirien a raison, dans une certaine mesure, de lire, dans ce choc déstabilisateur, le processus du sous-développement. Ainsi qu'il le dit : Le processus du sous-développement résultant de ce choc est vécu concrètement par les populations concernées comme une crise globale : crise socio-économique (exploitation brutale, chômage permanent, exode accéléré et douloureux), mais aussi crise socioculturelle et de civilisation traduisant une impréparation socio-historique et une inadaptation des cultures et des comportements humains aux formes de vie imposées par les technologies étrangères. (S. Diakité, 1985, p. 105).

2.3. Les sources historiques, les références d'informations orales et les notes explicatives sont numérotées en continue et présentées en bas de page.

2.4. Les divers éléments d'une référence bibliographique sont présentés comme suit : Nom et Prénom (s) de l'auteur, Année de publication, Titre, Lieu de publication, Éditeur, pages (p.) pour les articles et les chapitres d'ouvrage. Le titre d'un article est présenté entre guillemets, celui d'un ouvrage, d'un mémoire ou d'une thèse, d'un rapport, d'une revue ou d'un journal est présenté en italique. Dans la zone Éditeur, on indique la Maison d'édition (pour un ouvrage), le Nom et le numéro/volume de la revue (pour un article). Au cas où un ouvrage est une traduction et/ou une réédition, il faut préciser après le titre le nom du traducteur et/ou l'édition (ex : 2^{de} éd.).

2.5. Les références bibliographiques sont présentées par ordre alphabétique des noms d'auteur. Par exemple : Références bibliographiques AMIN Samir, 1996, Les défis de la mondialisation, Paris, L'Harmattan.

AUDARD Cathérine, 2009, Qu'est-ce que le libéralisme ? Éthique, politique, société, Paris, Gallimard. BERGER Gaston, 1967, L'homme moderne et son éducation, Paris, PUF. DIAGNE Souleymane Bachir, 2003, « Islam et philosophie. Leçons d'une rencontre », Diogène, 202, p. 145-151. DIAKITE Sidiki, 1985, Violence technologique et développement. La question africaine du développement, Paris, L'Harmattan. Pour les travaux en ligne ajouter l'adresse électronique (URL).

3. Nota bene

3.1. Le non-respect des normes éditoriales entraîne le rejet d'un projet d'article.

3.2. Tous les prénoms des auteurs doivent être entièrement écrits dans la bibliographie.

3.3. Pagination des articles et chapitres d'ouvrage, écrire p.2-45, par exemple et non pp.2-45.

3.4. En cas de co-publication, citer tous les co-auteurs.

3.5. Éviter de faire des retraits au moment de débiter les paragraphes, observer plutôt un espace.

3.6. Plan : Introduction (Problématique, Hypothèse), Méthodologie (Approche), Résultats, Analyse des résultats, Discussion, Conclusion, Références

Bibliographiques Résumé : dans le résumé, l'auteur fera apparaître le contexte, l'objectif, faire une esquisse de la méthode et des résultats obtenus. Traduire le résumé en Anglais (y compris le titre de l'article) Introduction : doit comporter un bon croquis de localisation du secteur de l'étude pour les contributeurs géographes. Outils et méthodes : (Méthodologie/Approche), l'auteur expose uniquement ce qui est outils et méthodes Résultats : l'auteur expose ses résultats, qui sont issus de la méthodologie annoncée dans Outils et méthodes (pas les résultats d'autres chercheurs). L'Analyse des résultats traduit l'explication de la relation entre les différentes variables objet de l'article ; le point "R" présente le résultat issu de l'élaboration (traitement) de l'information sur les variables. Discussion : la discussion est placée avant la conclusion ; la conclusion devra alors être courte. Dans cette discussion, confronter les résultats de votre étude avec ceux des travaux antérieurs, pour dégager différences et similitudes, dans le sens d'une validation scientifique de vos résultats. La discussion est le lieu où le contributeur dit ce qu'il pense des résultats obtenus, il discute les résultats ; c'est une partie importante qui peut occuper jusqu'à plus deux pages. Le plan classique est également accepté. Enfin, les auteurs sont entièrement responsables du contenu de leurs contributions. La Revue Kafoudal reçoit en continu les contributions et paraît deux fois dans l'année : juin et décembre. Le nombre d'instructions pour accepter une contribution est de 1 (une) au moins. Un article accepté pour publication dans Kafoudal exige de ses auteurs une contribution financière de 40 000f, représentant les frais d'instruction et de publication.

« Les opinions exprimées dans les différents articles sont celles de leurs auteurs
et nullement de Kafoudal ».

La revue des Sciences Sociales « Kafoudal »
Secrétariat : Unité de Formation et de Recherche des Sciences Sociales
Université Peleforo Gon Coulibaly, Korhogo, 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire
ISSN : 2663-7596 Cel : +225 07 255 083 E-mail : revuekafoudal@gmail.com



SOMMAIRE

Socio-anthropologie

Ichaka CAMARA et Ibrahima DAMA : CONDITIONS DE VIE DES DEPLACES ET DES REFUGIES A KAYES ET A SERO-DIAMANOU **1-25**

Bidosessi Auguste Land GNAHOUI, Dossou Yélindo P. HOUESSO et Joseph KPONOU : LES VALEURS DES SOCIETES TRADITIONNELLES AFRICAINES COMME SOCLE DES VALEURS PROFESSIONNELLES DANS LA MISE EN CEUVRE DE L'EDUCATION INCLUSIVE..... **26-45**

Amadou SENOU : ORIGINE ET MIGRATION DES COMMUNAUTES DAFING DU MALI ET DU BURKINA FASO **46-61**

Géographie

Mèdémagnimessè Midimahu Félixiano Claude DOHOU^{1*}, Arcadius AKOSSOU² et Gildas AKUESSON³ : INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES AU CENTRE DU BENIN : ETAT DES LIEUX ET MODE DE GESTION **62-84**

Kouassi Séverin KOUAKOU et Koffi Jean Marius Boris KOUAME : COLLÈGE DE PROXIMITÉ DANS LA RÉGION DE KORHOGO EN CÔTE D'IVOIRE : ENTRE VOLONTÉ DE RÉDUCTION DES MOBILITÉS ET ISOLEMENT TERRITORIAL..... **85-106**

Koffi René DONGO, N'Guessan Jean Claude YAO, Kouadio Joseph KRA, Amissa Augustin ADIMA, et Eboua Narcisse WANDAN : PROCEDES DE PRODUCTION DE BIOGAZ A PARTIR DE DECHETS MENAGERS : UNE ALTERNATIVE DANS LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE DANS LE DISTRICT DE YAMOOUSSOUKRO **107-125**

Kouakou Attien Jean-Michel KONAN : CONTRIBUTION DE L'ACTIVITÉ MARAÎCHÈRE À L'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE VIES DES PRODUCTEURS DE LA VILLE DE DALOA (CÔTE D'IVOIRE)..... **126-140**

Soualiho ALADJI : DEBARCADERE MODERNE DE SASSANDRA : DYNAMIQUE SPATIALE ET SOCIO-ECONOMIQUE DES ACTIVITES DE PECHE **141-158**

Dotchan BAMBA, Kouakou Hermann Michel KANGA et Yao Jean Julius KOFFI: ESQUISSE D'UNE ETHNOCLIMATOLOGIE CHEZ LES SENOUFOS DE LA REGION DE LA BAGOUE (NORD DE LA COTE D'IVOIRE) **159-180**

Histoire

Anzoumanan SYLLA et Yaya BAKAYOKO : CONTINUITE ET RUPTURE DES RELATIONS ENTRE LE SONGHAY ET LE MAROC SOUS ASKIA MOHAMMED 1ER (1493-1528) **181-201**

**PROCEDES DE PRODUCTION DE BIOGAZ A PARTIR DE DECHETS
MENAGERS : UNE ALTERNATIVE DANS LA GESTION DE
L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE DANS LE DISTRICT DE
YAMOOUSSOUKRO**

Koffi René DONGO

Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny de Yamoussoukro

E-mail : koffi.dongo@inphb.ci / dongooother@yahoo.fr N'Guessan Jean

Claude YAO

Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny de Yamoussoukro

E-mail : jean-claude.yao@inphb.ci

Kouadio Joseph KRA

Université Péléforo Gon Coulibaly de Korhogo

E-mail : krajoseph@yahoo.fr / krajosef1976@gmail.com

Amissa Augustin ADIMA

Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny de Yamoussoukro

E-mail : amissa.adima@inphb.ci

Eboua Narcisse WANDAN

Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny de Yamoussoukro

E-mail : eboua.wandan@inphb.ci

Résumé

La crise d'énergie est la conséquence inavouée de l'indisponibilité des ressources non renouvelables qui engendre parfois des pénuries saisonnières des produits et dérivés de leurs exploitations. Le pétrole et le gaz naturel ne restent pas en marge. En Côte d'Ivoire, la pénurie du gaz butane est monnaie courante. Face à ce problème, ce travail se propose de trouver une solution alternative pour enrayer cette situation en substituant le gaz butane par le biogaz. Notre cadre d'étude est le district de Yamoussoukro. L'objectif général de ce travail est de produire du biogaz à partir des déchets des restaurants pour résoudre le problème de pénurie. La méthodologie utilisée a consisté à adopter les trois étapes suivantes : 1- collecter et caractériser les déchets des restaurants de l'INP-HB ; 2- mettre en place un dispositif simple de transformation et 3- mesurer la proportion de gaz obtenu en fonction des types d'eaux afin de faciliter sa vulgarisation. Les données recueillies suite à l'expérimentation mise en place, montrent que les rendements de dégradation de la

matière organique varient en fonction du type d'eau utilisée. Ils sont de 30,15 % pour l'eau de Lac et de 70 % pour la station d'épuration (Step). La quantité de biogaz produite par le substrat contenu dans l'eau de la station d'épuration pendant trois (3) jours, est 75 mL et celle du substrat contenu dans l'eau de Lac est 0 mL, soit les rendements respectifs de 70% et 0%.

Mots clés : Déchets ménagers, butane, biogaz, digestion, dégradation, district Yamoussoukro

Abstract

The energy crisis is the unacknowledged consequence of the unavailability of non-renewable resources which sometimes causes seasonal shortages of products and derivatives from their operations. Oil and natural gas are not left on the sidelines.

In Ivory Coast, the shortage of butane gas is commonplace. Faced with this problem, this work aims to find an alternative solution to stop this situation by replacing butane gas with biogas. Our study setting is the Yamoussoukro district. The general objective of this work is to produce biogas from restaurant waste to solve the shortage problem.

The methodology used consisted of adopting the following three steps: 1- collect and characterize waste from INP-HB restaurants; 2- set up a simple transformation device and 3- measure the proportion of gas obtained according to the types of water in order to facilitate its popularization. The data collected following the experiment set up show that the degradation yields of organic matter vary depending on the type of water used. They are 30.15% for lake water and 70% for the wastewater treatment plant (Step). The quantity of biogas produced by the substrate contained in the water of the treatment plant for three (3) days is 75 mL and that of the substrate contained in the lake water is 0 mL, i.e. the respective yields of 70 % and 0%.

Keywords: Household waste, butane, biogas, digestion, degradation, Yamoussoukro district

Introduction

Le gaz naturel est l'une des sources d'énergies les plus utilisées au monde. En effet, il permet d'alimenter les industries, de produire de l'énergie et de couvrir les besoins des ménages (G. Amand, 2008, p. 13). Toutefois, en Côte d'Ivoire nous notons la difficulté des populations en zone rurale à se procurer du gaz. Ainsi, l'importance que représente le gaz de nos jours dans la société actuelle, nous emmène à réfléchir sur un moyen pour résoudre ce problème de pénurie périodique. Le biogaz devra être une alternative à cette pénurie inopinée. Par ailleurs, la transformation des déchets ménagers en biogaz permettrait d'assainir et de débarrasser de l'environnement immédiat et du cadre de vie, des déchets insalubres et incommodes. Les déchets sont donc un gisement à valoriser. Les emplois dans la chaîne de

recyclage et de valorisation des déchets constituent une source importante de revenus pour les travailleurs en général analphabètes et très pauvres. En Chine, on dénombre plus de 10 millions de travailleurs dans le recyclage des ordures (UNEP, 2018 cité par PNUD, 2013, p. 110). Or, en Côte d'Ivoire, 90% des déchets organiques produits sont enfouis sans valorisation (PNUD, op.cit., 2013, p. 112). Selon des études, le principal mode d'évacuation de ces déchets ménagers en Côte d'Ivoire est inadéquat pour 64,8% des ménages. Il concerne 42,8% en milieu urbain et 94% en zone rurale (Institut National de la Statistique, 2022, p. 55). Ces statistiques montrent que le cadre de vie en milieu rural est négativement impacté par les ordures ménagères. Les collectivités territoriales (communes, régions décentralisées, districts autonomes) en charge de l'amélioration de l'environnement et du cadre de vie des populations n'arrivent pas à apporter des réponses concrètes. Par conséquent, les déchets ménagers continuent d'être une source majeure de dégradation de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural. Dans un contexte où il n'existe pratiquement pas de système de ramassage efficace des ordures ménagères en milieu rural, la transformation de ces ordures en biogaz apparaît comme une opportunité pour améliorer l'environnement et le cadre de vie des ruraux. C'est ainsi que le choix s'est porté sur le District autonome de Yamoussoukro. La Loi no 2014-454 du 5 Août 2014 portant statut du District autonome de Yamoussoukro dispose en son article 22 que ce District doit se pencher sur les questions d'environnement et de cadre de vie des populations. Par ailleurs, presque toutes les communes du pays ont perdu la bataille du ramassage et du traitement des ordures ménagères. Le peu d'empressement des autorités administratives à prendre en compte le cadre de vie et la sécurité environnementales des populations a évidemment des répercussions sur le mieux-être de l'homme et l'acquisition de ressources vitales. Tout ceci justifie le thème de notre étude : « **Procédés de production de biogaz à partir de déchets ménagers : une alternative dans la gestion de l'environnement et du cadre de vie dans le District autonome de Yamoussoukro** ». Dans le cadre des travaux de recherches, nous entreprendrons une série d'étapes. D'abord, nous collecterons des déchets ménagers issus des restaurants des étudiants que nous caractériserons.

Ensuite, nous passerons à la phase de transformation. Enfin, nous effectuerons une étude comparative des résultats obtenus en fonction des matières premières utilisées. L'objectif général est de produire du biogaz à partir des déchets des restaurants pour résoudre le problème de pénurie saisonnière. Les objectifs spécifiques en découlent, sont : - collecter et caractériser les déchets des restaurants de l'INP-HB ;

- mettre en place un dispositif simple de transformation et moins coûteux ;
- mesurer la proportion de gaz obtenu pour sa vulgarisation.

L'atteinte de l'objectif général consiste à infirmer ou confirmer de l'hypothèse générale suivante : « la pénurie de gaz pourrait être endiguées par la substitution du gaz domestique (butane) par un autre type de gaz (biogaz) ».

Les hypothèses secondaires sont :

- les déchets domestiques des restaurants ont des caractéristiques spécifiques ;
- le biogaz peut être produit à partir des déchets domestiques de restaurants à travers un dispositif expérimental efficient ;
- le biogaz produit de façon optimale peut efficacement remplacer le gaz butane.

1. Méthodologie

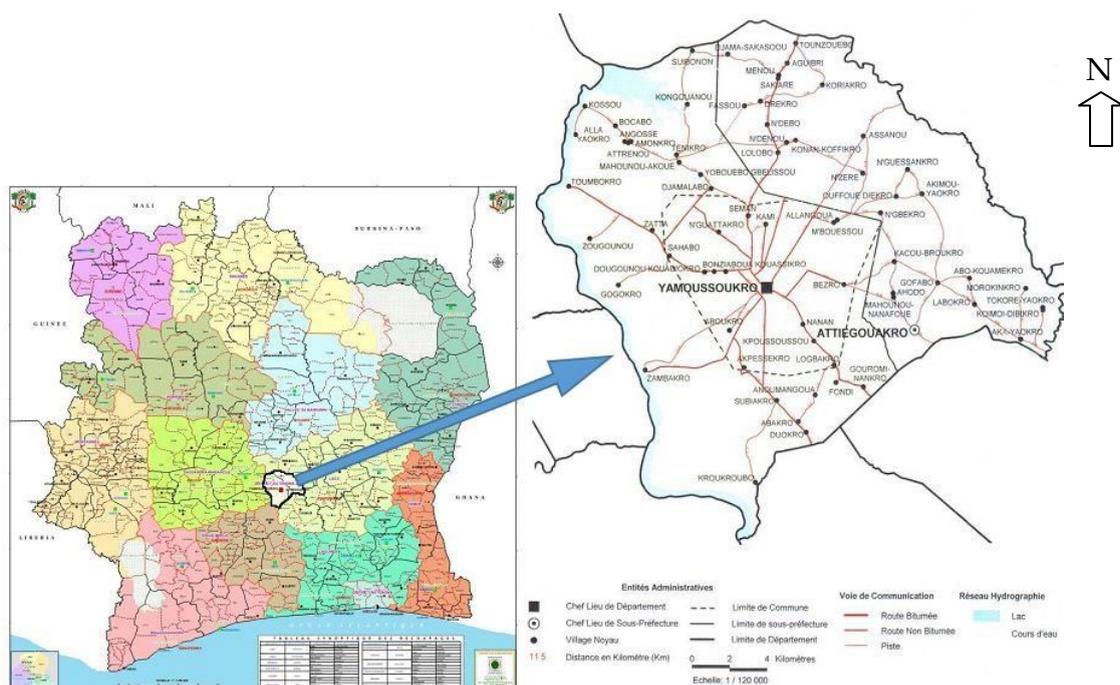
Le milieu de l'étude concerne le District autonome de Yamoussoukro dans sa délimitation administrative.

2.1. Situation géographique de la ville et du District autonome de Yamoussoukro

En mars 1983, sous la loi n°83-242 du 22 mars 1983, Yamoussoukro est devenue la capitale politique et administrative de la Côte d'Ivoire. La ville de Yamoussoukro est située à 230 km d'Abidjan, la capitale économique du pays. Sa population est passée de 155 008 habitants en 2014 à 279 977 en 2021 (INS, 2022 p. 35). Elle est au Centre du pays, entre 6°15 et 7°35 de latitude Nord, et 4°40 et 5°40 de longitude Ouest. Elle est le chef-lieu de la région du Bélier (<http://www.abidjan.net/gouv/images/CI ADMINISTRATIVE large.org>). Elle est limitée au Nord par le département de Tiébissou et Bouaké, au sud par celui de Toumodi, à l'Est le Département de Dimbokro et à l'Ouest par ceux de Daloa et Bouaflé (F. J. D. YEO, 2017, p. 18). Le District autonome de Yamoussoukro regroupe les communes et les sous-préfectures de Yamoussoukro et d'Attiegouakro. Il est limité au nord et à l'est par le District des

Lacs ; au sud par le District du Gôh-Djiboua et à l'ouest par celui du Sassandra-Marahoué. La population du District est estimée à 355 573 habitants, soit une densité d'environ 167 habitants au kilomètre carré, selon les résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (INS, 2014, p. 18). Les principaux habitants du département de Yamoussoukro sont les Baoulé, auxquels, il faut adjoindre une diversité de populations étrangères estimée à 52 562 habitants et représentant 17,56 % de la population totale du département (F-F. K. KOUASSI, 2018, p. 7), (http://www.yamoussoukro.district.ci/presentation_du_district). Du fait des différentes crises et des migrations, cette population est passée à 422 072 habitants en 2021 dont 294 646 urbains et 127 426 ruraux (Institut National de la Statistique, 2022, p. 61) soit 198 habitants au kilomètre carré. La population rurale représente donc 30,19% de la population totale du district.

Figure 1 : Carte de la localisation administrative du district autonome de Yamoussoukro



Source : http://www.abidjan.net/gouv/images/CI_ADMINISTRATIVE_large.org

La ville de Yamoussoukro abrite une dizaine de lacs artificiels autour desquels se concentrent des activités socio-économiques. Ces activités sont principalement l'agriculture péri-urbaine (maraîchers, horticultures et pêches artisanales) et des garages automobiles et motos de type traditionnel. Elle est majoritairement jeune car

56,46 % de cette population a moins de 20 ans. La population autochtone est composée des Baoulés, plus particulièrement des Akouè et des Nanafouè (17,56 % de la population totale) au Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH effectué par l'INS, 2014, p. 30). Elle un taux de croissance de 3%, la ville est caractérisée par un climat de type tropical humide à quatre (04) saisons (K. F. F. KOUASSI, 2018, p. 11).

2.2. Lieux de prélèvement des déchets de restaurants et Caractérisation

Les déchets utilisés pour la production du biogaz ont été prélevés dans trois restaurants sur des sites différents les uns des autres. Les trois restaurants sont situés respectivement sur les sites de l'INP-HB Sud, Centre et Nord (Carte 2).

Figure 2 : Ville de Yamoussoukro présentant les différents lieux de prélèvements



Source : Auteur, 2023

2.3. Matériel végétal et appareillage utilisés

2.3.1. Matériel organique

Comme matériel végétal, nous avons utilisé des résidus de légumes, de poissons ainsi que des restes de nourriture. Nous avons aussi utilisé de l'eau de lac et de l'eau de la station d'épuration. Ces choix se justifient par le fait que ces matières sont disponibles.

Les déchets collectés se caractérisent par leurs compositions. Il existe une diversité d'éléments contenus dans les rejets recueillis. Ils sont composés de restes de nourriture (riz, foutou, sauces aubergines, tomate, etc.), des arrêtes de poisson, des os, (Photo 1.3), des épluchures de manioc, d'igname, de banane (Photo 1.1), d'aubergine, de gombo, des brindilles et débris de feuilles (Photo 1.2).

Planche 1 : Déchets organiques

<i>Photo 1.1: Déchets organiques</i> (INP-HB Sud)	<i>Photo 1.2: Déchets organiques</i> (INP-HB Centre)	<i>Photo 1.3: Déchets organiques</i> (INP-HB Nord)
		

Source : Enquêtes de terrain, 2023

2.3.2. Appareillage

Un appareillage diversifié avec le rôle de chaque équipement a permis de réaliser l'expérimentation et les travaux de recherche. Ce sont :

- Un turbidimètre TL 31 CIFEC qui nous a permis de déterminer la turbidité des eaux ;
- Les solutions étalon qui nous ont permis de d'talonner les appareils ;
- Un pH-mètre WTW 521 équipé d'une électrode combinée d'un thermomètre intégré ;
- Un agitateur magnétique, qui a permis l'homogénéisation des solutions ;
- Un équipement de filtration sous vide qui nous a permis de faire la filtration dans la détermination de MES ;
- Des filtres en microfibres de verre Wattman GF/C (Æ 47mm) qui nous a servi de filtrer ;
- Des fioles jaugées ou éprouvettes graduées qui nous ont permis de mesurer avec précision les solutions ;
- Des digesteurs GENTEC gradués de 1000 ml pour la production de biogaz au laboratoire ;

- Des tuyaux de gaz pour permettre la circulation du biogaz ;
- Un multimètre permettant à la fois de mesurer le pH, l'humidité et l'intensité lumineuse d'un sol, du substrat ou du digestat ;
- Une étuve pour la détermination du taux de matière sèche ;
- Un four à moufle qui a permis de calciner à 550 °C pendant 5 heures les déchets.

2.4. Echantillonnage

La collecte des échantillons de déchets, s'est déroulée au sein de l'INPHB, plus précisément aux restaurants de l'INPHB-Sud, Centre et Nord. Les eaux utilisées dans le système d'expérimentation proviennent, soit du lac situé entre l'INPHB-Centre et l'INPHB-Sud, soit de la station d'épuration de l'INPHB-Sud et aussi de l'eau de robinet (SODECI). Le prélèvement des eaux a été réalisé à l'aide d'un seau, d'une pelle, des gants, des bouteilles, des cache-nez et des sacs.

2.5 Mesure de la turbidité

Pour la détermination de la turbidité, l'appareil a été mis sous tension puis étalonné, le tube de mesure a été rempli d'échantillon, essuyé, introduit dans la chambre de lecture et fermé. Le résultat a été lu directement sur l'écran après avoir appuyé la touche « read ».

2.6. Mesure électrométrique du pH

Le pH mètre a été mis sous tension puis étalonné. Le vase de mesure, le barreau magnétique, l'électrode ont été rincés avec de l'eau distillée puis avec l'échantillon. Ensuite, le vase de mesure a été rempli d'échantillon et dans ce dernier, l'électrode a été immergé. L'échantillon étant sous agitation, la valeur a été lue après stabilisation.

2.7. Mesure de la Matière Solide en Suspension (M.E.S)

La masse à vide M_0 du papier Wattman a été prise, ensuite, il a été placé sur la rampe de filtration du dispositif « bushner ». Dans une éprouvette graduée, 100 mL d'échantillon a été prélevé après agitation, et transvidé sur le papier Wattman. La filtration a été observée pendant 20 minutes et le papier a été récupéré puis placé à l'étuve à 105°C pendant 1h 30 minute. Enfin, Il a été pesé de nouveau après séchage et sa masse a été noté M_1 .

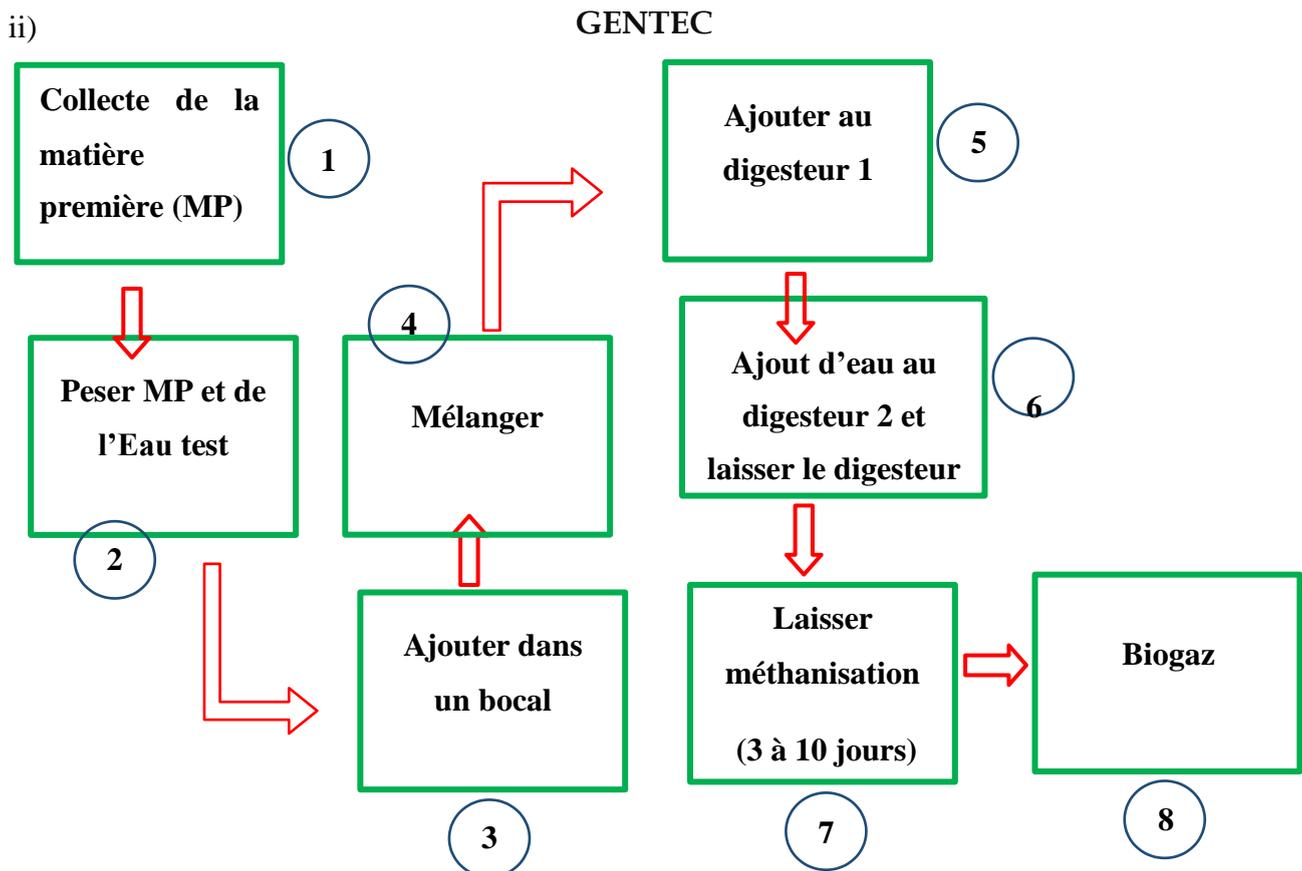
Le rapport entre la différence des masses et le volume filtré donne la concentration de matières en suspension dans l'échantillon. On applique la formule suivante :

$$C_{mes} = \frac{M_1 - M_0}{V} \quad (1)$$

- | | |
|---|---|
| a | <ul style="list-style-type: none"> • C_{mes} : concentration des MES en mg/l ; • M_0 : masse de la membrane avant filtration ; • M_1 : masse de la membrane après filtration ; • V : volume d'échantillon filtré. |
| v | |
| e | |
| c | |

2.8. Production de biogaz

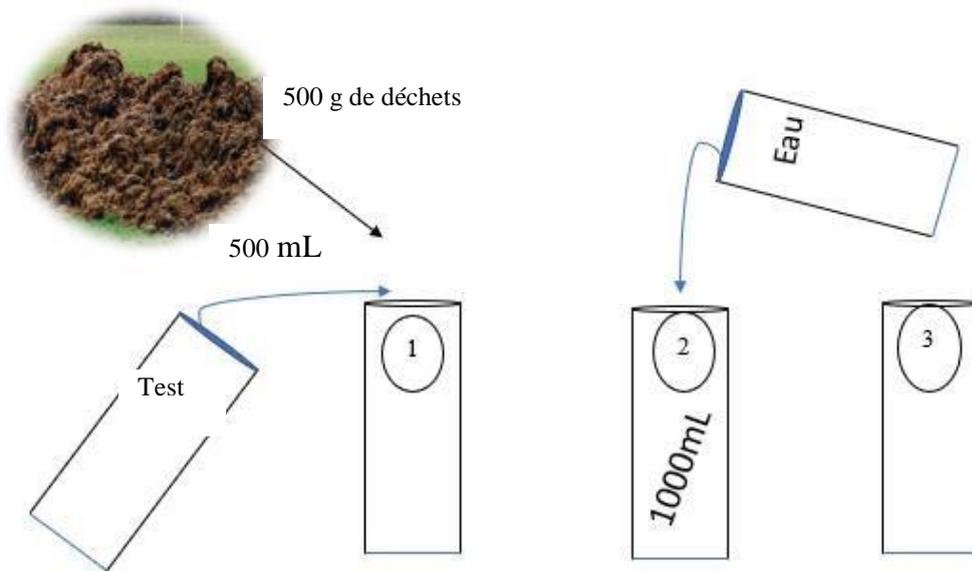
Figure 3 : Procédé de production de biogaz au laboratoire à travers les digesteurs



Source : Auteurs, 2023

La chaîne de production du biogaz est représentée comme suit (Schéma 1). Elle se réalise en huit (08) étapes. Le procédé de production de biogaz débute depuis la collecte des déchets, la pesée, le mélange de ceux-ci avec l'eau dans le digesteur pour produire le biogaz.

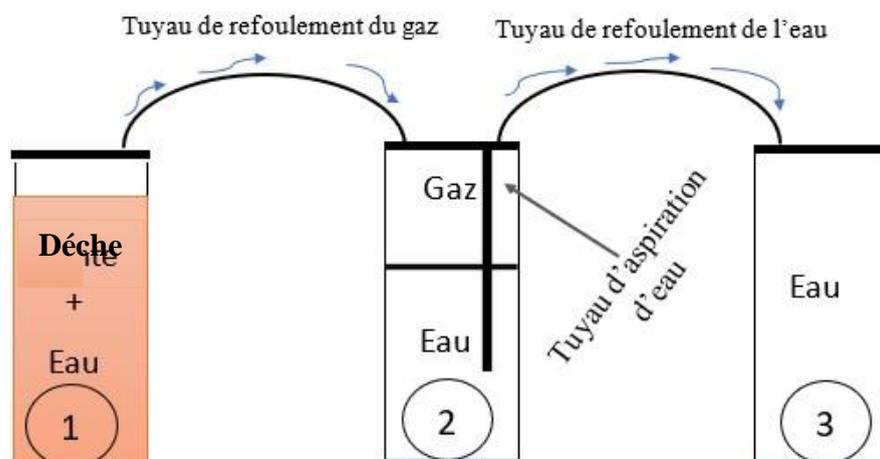
Figure 4 : Schéma d'alimentation des digesteurs



Source : Auteurs, 2023

Cinq cent grammes (500g) de déchets, pesés à l'aide d'une balance numérique ont été mis dans les digesteurs 1, puis dans chaque digesteur est ajouté 500 ml d'eau mesuré à l'aide d'une éprouvette graduée de 1000 ml et l'ensemble a été mélangé à l'aide d'un bâton pour le rendre homogène. Dans les digesteurs 2, 1000 ml d'eau de robinet (SODECI) a été ajoutée et les digesteurs 3 sont restés vides. Tous les digesteurs ont été fermés et les résultats ont été observés, notés du premier au cinquième jour de l'opération. Les eaux (test) utilisées sont : l'eau du lac de l'INP-HB et l'eau de la station d'épuration de l'INP-HB Sud.

Figure 5 : Montage des digesteurs des différents substrats



Source : Auteurs, 2023

Le tube 1 est le digesteur contenant les déchets et l'eau. Il est relié au tube 2, à moitié vide contenant de l'eau, à l'aide d'un tuyau de refolement du gaz pour recueillir le biogaz produit. Le tube 2 est ensuite relié au tube 3 qui recueillera l'eau du tube 2, à l'aide d'un tuyau de refolement (Schéma 3).

L'observation initiale du mélange Eau de Lac-Substrat présente un dépôt liquide, de couleur peu clair par rapport à celle de l'Eau Step-substrat qui a une couleur plus sombre.

Planche 2 : Montage des digesteurs des différents substrats

ii) a) LAC



b) STEP



Source : Auteurs, 2023

2.9. Détermination de la Matière Sèche (MS)

La matière sèche (MS) est ce que l'on obtient lorsqu'on retire l'eau d'un produit. Pour déterminer la matière sèche, une masse de 100g de déchets, soit (M_1) a été pesée à l'aide d'une balance numérique et versée dans une casserole de masse connue soit (M_0) préalablement nettoyée et séchée. Ensuite, l'ensemble est placé dans une étuve à 105 °C pendant 12 heures jusqu'à l'obtention d'un poids constant. La casserole est pesée après refroidissement dans un dessiccateur. Le pourcentage de matière sèche est le ratio entre le poids de la matière sèche et la masse de la matière non-sèche (hydratée). Le pourcentage de matière sèche s'obtient selon la relation suivante :

$$\%MS = ((M_1 - M_0) / (M_2 - M_0)) \times 100 \quad (2)$$

Avec :

- M_0 : masse de la casserole ;
- M_1 : masse de l'échantillon avant dessiccation ;
- M_2 : masse de l'échantillon après dessiccation.

2.10 Détermination de la teneur en matière organique (M.O)

Après dessiccation, l'échantillon préalablement séché, est soumis à une incinération à 550°C pendant 5h dans un four à moufle. Pour déterminer la teneur en matière organique (MO), une masse de **20,25g** d'échantillon préalablement séché, soit (M_3), a été pesée et introduite dans une seconde casserole préalablement nettoyée et séchée ayant une masse (M), l'ensemble est placé dans un four à moufle pour une calcination à 550 °C pendant 5 heures. Après refroidissement la casserole contenant la matière minérale est pesée encore une fois. La masse de la matière organique est obtenue par différence entre la masse de matière sèche et la masse de matière minérale.

Le calcul de pourcentage de la matière organique MO s'obtient selon la relation :

$$\%MO = \frac{(M + M_3) - (M + M_4)}{M_3} * 100 \quad (3)$$

Avec :

- M : masse de la casserole ;
- M₃ : masse de l'échantillon après dessiccation ;
- M₄ : masse de l'échantillon après calcination.

3. Résultats

Tableau 1 : Résultats d'analyse des eaux

	Paramètres	pH	Turbidités (NTU)	M E S (mg/L)
Eaux	Lac	6,82	3,9	8
	Step	5,2	11,28	72

Source : Auteurs, 2023

NB : **Step** : Station d'épuration des eaux (traitement)

Les différents paramètres mesurés avant et après la digestion des déchets par les microorganismes, sont consignés dans le **Tableau 1**.

Tableau 2 : Résultats des paramètres avant et après digestion

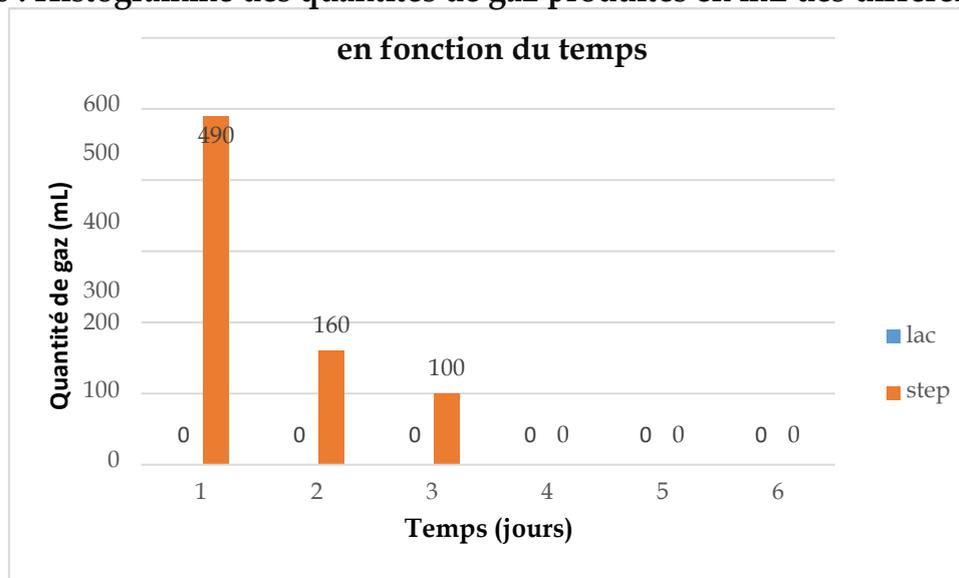
Paramètres	Digestion	Substrats	
		Lac	Step
pH	Avant	7	6,5
	Après	7,8	7,4
Humidité (g/m ³ air)	Avant	8	10
	Après	5,9	7
Taux de Matière sèche (%)	Avant	20,25	20,25
	Après	10,45	6,5
Taux de Matière Organique (MO) (%)	Avant	73,19	73,19
	Après	51,12	23,23
Rendements de conversion de MO (%)		30,15	70

Source : Auteurs, 2023

NB : **Step** : Station d'épuration des eaux (traitement), **MO** : Matière Organique

Les taux d'humidité et les pH sont sensiblement les mêmes quelle que soit la nature de l'eau utilisée avant et après l'expérimentation. Le pH varie de 6,5 à 7,8. Le taux d'humidité du substrat varie de 8% en début d'expérience à 5,9% après l'expérimentation pour l'eau de Lac. En ce qui concerne l'eau de Step, ce taux varie de 10 à 7, respectivement en début et à la fin de l'expérience. Toutefois, les rendements de dégradation de la matière organique (MO) sont de 30,15 % pour l'eau de Lac et de 70 % pour la station d'épuration (Step).

Figure 6 : Histogramme des quantités de gaz produites en mL des différentes eaux



Source : Auteurs, 2023

Les résultats de production de biogaz du substrat contenant de l'eau de lac et du substrat contenant de l'eau de station d'épuration sont présentés dans l'histogramme de la **Figure 1**. La quantité totale de biogaz produite par le substrat contenant de l'eau de la station d'épuration en trois (3) jours est 75 mL et celle du substrat contenant de l'eau de lac est 0 mL, soit les rendements respectifs de 70% et 0%.

4. Discussion

4.1. Taux de matière sèche et de matière organique

À partir des résultats du **Tableau 2**, il apparaît clairement que les déchets utilisés (substrat contenant de l'eau de lac et substrat contenant de l'eau de la station d'épuration), sont constitués principalement de matière organique (plus de 46,91 %). Ce qui rend notre substrat utilisé plus approprié, pour la digestion anaérobie. En effet, la caractérisation des substrats avant et après la digestion, nous a permis de noter que les valeurs de pH (7 à 7,8 avant et 6,5 à 7 après) se situent dans la plage des valeurs recommandées (6,8 à 7,5) pour la méthanisation. *L'optimum se situant autour du pH de neutralité* (J. Lacour, 2012, p. 58) et du taux d'humidité (10 à 8 g/m³ air avant pour les eaux de Step et Lac, et 7 à 5,9 g/m³ air après pour les mêmes eaux). Cela corrobore les résultats issus de nos travaux. De même, le taux de matière sèche obtenu est 20,25% avant et de 10,45% à 6,5% après la digestion. Et le taux de matière organique quant à lui, était dans l'intervalle de 73,19% avant et 51,12 à 23,23% après digestion des substrats. Ce qui supposerait que l'eau de Lac est moins riche en microorganismes de digestion que l'eau Step, ou n'en contient pas. Les taux de matière sèche et organique sont en accord avec les valeurs rencontrées dans la littérature, 34 à 26% matière sèche et 70 à 80% matière organique (A. Tahri, 2012, p. 375). On peut donc conclure qu'après la durée de digestion, il y a eu la dégradation de la matière organique avec un taux de dégradabilité respectif de 30,15% et 68,26% ; ce qui confirme le grand intérêt de notre substrat contenant l'eau de la station d'épuration par rapport à l'eau de Lac utilisée pour le procédé de digestion anaérobie.

4.2. Digesteur GENTEC

D'après les résultats obtenus suite au montage (Photo 2), on constate qu'il n'y pas eu de production suffisante de biogaz dans le digesteur contenant le substrat plus de l'eau de lac. Cela s'explique par le fait que l'eau de lac n'a pas les caractéristiques d'une eau contenant les microorganismes nécessaires pour la digestion des déchets. Hors, sans digestion, il ne peut avoir production de biogaz. Concernant le digesteur contenant le substrat et l'eau de station d'épuration (Step), on observe le premier jour

une production importante de biogaz en proportions variables vers les valeurs maximales. Cela s'explique par la transformation des acides gras volatils en méthane et en gaz carbonique. Au deuxième jour, la quantité de gaz produite est inférieure à la quantité de gaz produite le premier jour. Il est justifié par le fait qu'il y a eu réduction de la matière organique. Au troisième jour, il n'y a une très faible production de gaz. Mais à partir du quatrième jour, la quantité de gaz produite reste inchangée. Cela est dû à l'épuisement des acides gras volatils dans le milieu et donc l'épuisement du substrat d'une manière générale (I. Faour et al, 2009, p. 21).

Conclusion

En définitive, l'objectif de ce travail qui était de produire du biogaz à partir de déchets ménagers et agricoles a été atteint. En effet, la production de biogaz est basée sur la méthanisation des matières riches en matière organique dans un digesteur. Après des tests effectués au laboratoire, l'eau de la station d'épuration a donné un meilleur résultat avec une chute d'eau de 750 ml, soit un rendement de production de 75% contrairement à l'eau de lac qui n'a quasiment rien donné, soit un rendement de 0%. Le taux de matière organique avant la digestion était de 73,19%. Enfin, il est passé après la digestion du substrat par l'eau de la station d'épuration à 23,23%, et celui de l'eau de lac est à 51,12%. Tout cela s'expliquerait par la présence de microorganismes méthanogènes dans l'eau de la station d'épuration, et qui ne se trouveraient pas dans l'eau de lac. Cette méthode de production maîtrisée pourrait faire l'objet de vulgarisation en milieu rural dans les ménages, sur les fermes de production agro-pastorale et même en zones urbaine dans les ménages à faibles revenus. Dans un contexte de lutte contre le changement climatique, les collectivités territoriales en partenariat avec l'Agence de Développement des Energies Renouvelables en Côte d'Ivoire (ADERCI) et le secteur privé peuvent faire de la vulgarisation du biogaz une source de création d'emplois verts et de sécurité environnementale.

Références bibliographiques

- AMAND G., BONNOUVRIER A., CHEVALIER D., DEZAT E., NICOLAS C. et PONCHANT P., 2008, *Les consommations d'énergie dans les bâtiments avicoles. Quelques repères sur les consommations d'énergie et propositions de pistes d'amélioration*, Éd. ITAVI, 1ère Edition, ISBN : 2-902112-15-7, 28p.
- DONGO Koffi René (2019), *Inter-relations entre eau, vie urbaine et santé dans la ville de Yamoussoukro (Côte d'ivoire)*, 7 p.
- FAOUR Imene, LABIAD Leila, YOUNSI Khalida, OULED Haddar, 2009, *Le rôle des microorganismes dans la production du biogaz*, Mémoire de Fin d'Etudes. Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire. Université de JIJEL, 47p.
- Institut National de la Statistique, 2014, *Recensement Général de la population et de l'Habitat (RGPH)*, Côte d'Ivoire, Abidjan, INS, 53 p.
- Institut National de la Statistique, 2022, *Recensement Général de la population et de l'Habitat (RGPH) 2021 : Résultats globaux définitifs*, Côte d'Ivoire, Abidjan, INS, 68 p.
- KOUASSI Kouassi Franck Frédéric, 2018, *Gestion des déchets ménagers de la ville de Yamoussoukro*, Rapport, Côte d'Ivoire - 44 p.
- LACOUR Joaneson, 2012, *Valorisation de Résidus Agricoles et Autres Déchets Organiques par Digestion Anaérobie en Haïti*, Thèse INSA de Lyon, Ecole doctorale de Chimie de Lyon, Spécialités Chimie, Procédés, Environnement, 217p.
- Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), 2013, *Rapport National sur le Développement Humain (RNDH) 2013, Emplois, Changements structurels et Développement Humain en Côte d'Ivoire*, Abidjan, PNUD, 168 p.
- TAHRI A., DJAAFRI M., KHELAFI M., KALLOUM S. et SALEM F., 2012, *Amélioration du Rendement de la Production de Biogaz par Co-Digestion des Déchets Organiques (Déchets d'Abattoir et de Volaille)*, *Revue des Energies Renouvelables*, SIENR'12, Ghardaïa, p. 375 - 380.
- YEO Franck Josué Doyomon, 2017, *ANALYSE TECHNIQUE ET SOCIO-ECONOMIQUE D'UNE EXPLOITATION AGRICOLE : Cas de la ferme*

cacaoyère de M. KIMOU Pokou Augustin à LOGBAKRO, Diplôme d'Agronomie Générale
- INP-HB, ESA (Ecole Supérieure d'Agronomie) - Côte d'Ivoire - 69 p.

Webographie

http://www.abidjan.net/gouv/images/CI_ADMINISTRATIVE_large.org, Consulté
le 10/12/2022 à 11h33.

http://www.yamoussoukro.district.ci/presentation_du_district Consulté le
12/04/2023 à 20h00.