

Système de chauffage pour poussins à biogaz issu des fientes de poules : étude de cas d'une ferme avicole à Yaokokoroko (Côte d'Ivoire)

Adjoumani Rodrigue Kouakou^{1,*}, Marc Cyril Kouadio², Oseni Daouda³, Ahissan Donatien Ehouman¹, Benjamin Yao⁴

¹Laboratoire de Thermodynamique et de Physico-Chimie du Milieu (LTPCM), UFR Sciences Fondamentales Appliquées, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

²Institut de Recherche sur les Energies Nouvelles, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Physique Fondamentale et Appliquée (LPFA), Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

⁴Centre d'Excellence Africain Pour la Valorisation des Déchets en Produits À Haute Valeur Ajoutée (CEA-VALOPRO), Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB), BP 1093, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Reçu : 25 Avril 2025 / Reçu sous sa forme révisée : 12 Juin 2025 / Accepté : 26 Juin 2025

Résumé :

Les fermes avicoles situées dans l'Est de la Côte d'Ivoire produisent une quantité importante de fientes, qui restent souvent non valorisées. Parallèlement, la filière avicole fait face à un défi énergétique majeur pour le chauffage des poussins. Actuellement, certains fermiers en milieu rural recourent au charbon de bois, une pratique nocive pour l'environnement. Ce travail vise à proposer une alternative durable au chauffage traditionnel en aviculture. Il s'agit d'un système de chauffage pour poussins, alimenté par du biogaz issu de la méthanisation des fientes de poules. Le biogaz épuré est comprimé à l'aide d'un compresseur à air, puis acheminé vers des radiants infrarouges installés dans la chambre de chauffage. Ces radiants permettent de chauffer les poussins grâce au rayonnement infrarouge. Des capteurs de température et d'humidité relative surveillent les conditions thermiques et hygrométriques de la chambre. Lors de l'expérimentation d'octobre 2022, la production journalière de biogaz était de 6,83 m³, avec une teneur maximale en H₂S de 4 ppm, bien en dessous du seuil de toxicité de 10 ppm. Cette concentration a été mesurée à l'aide de capteurs électrochimiques, et H₂S a été éliminé par adsorption sur charbon actif, une méthode efficace et couramment utilisée pour purifier le biogaz. Ce système a permis d'assurer le chauffage de 25 000 poussins, répartis en 6 chambres de chauffage de 84 m² chacune. L'énergie thermique issue du biogaz a ainsi été utilisée de manière efficace pour maintenir une température stable, essentielle à la croissance des poussins

*Auteur correspondant:

Adresse e-mail : adjoumanro@gmail.com (A.R. Kouakou)

<https://doi.org/10.70974/mat09125072>

Cette œuvre est sous licence Creative Commons Attribution 4.0. International.



en phase de démarrage.

Mots-clés : Digestion anaérobie ; Fientes de poules ; Biogaz ; Système de chauffage des poussins.

Abstract :

Poultry farms in eastern Côte d'Ivoire produce a significant amounts of poultry litter, which is often underutilized. At the same time, the poultry sector faces a major energy challenge in brooding chicks. Currently, some rural farmers rely on charcoal, a practice that is harmful to the environment. This study aims to propose a sustainable alternative to traditional heating in poultry farming. It involves a heating system for chicks powered by biogas produced from the anaerobic digestion of chicken droppings. The purified biogas is compressed using an air compressor and then channeled to infrared radiant heaters installed in the brooding chambers. These heaters warm the chicks through infrared radiation. Temperature and relative humidity sensors monitor the thermal and hygrometric conditions of the room. During the October 2022 experiment, daily biogas production reached 6.83 m³, with a maximum H₂S concentration of 4 ppm, well below the toxicity threshold of 10 ppm. This concentration was measured using electrochemical sensors, and H₂S was removed via adsorption on activated carbon, an effective and commonly used method for biogas purification. This system successfully provided heating for 25,000 chicks, housed in six 84 m² brooding chambers. The thermal energy from the biogas was efficiently used to maintain a stable temperature, which is crucial for chick growth during the early brooding stage.

Keywords: Anaerobic digestion; Poultry litter; Biogas; Chick heating system.

1 Introduction

En Côte d'Ivoire, l'aviiculture connaît une croissance rapide, particulièrement dans les régions de l'Est du pays. Pour rappel, la production de volailles de 18 000 tonnes en 2011 est passée à environ 40 000 tonnes en 2017, avec un objectif national d'atteindre l'autosuffisance en volailles de chair et en œufs à l'horizon 2020, soit une production estimée à 60 000 tonnes [1]. Selon un recensement réalisé en 2011, le pays comptait environ 2 000 aviculteurs, dont deux tiers spécialisés en poulets de chair et un tiers en poules pondeuses [1]. Par ailleurs, le cheptel national est passé de

33 millions de têtes en 2006 à 42 millions en 2016, réparties comme suit : 70% dans des élevages familiaux, 20% dans des élevages semi-industriels de poulets de chair et 10% en élevages de poules pondeuses semi-industriels [1]. Cette expansion s'accompagne toutefois de défis environnementaux majeurs. En effet, la production avicole génère d'importantes quantités de fientes de poules, qui restent insuffisamment valorisées. Leur accumulation sans traitement approprié entraîne une pollution des sols et des eaux, tout en favorisant l'émission de gaz à effet de serre,

notamment le méthane (CH_4), un gaz au fort potentiel de réchauffement climatique [1]. Parallèlement, la filière avicole en Côte d'Ivoire fait face à des défis énergétiques majeurs, en particulier pour le chauffage des poussins. Cette phase, appelée étape poussinière, est importante pour la survie et le développement des jeunes volailles, car elles nécessitent des apports conséquents de chaleur pour maintenir un confort thermique optimal [2, 3]. Cependant, les méthodes traditionnelles de chauffage actuellement utilisées par les fermiers en milieu rural sont peu durables. Le charbon de bois, largement employé, est non seulement coûteux, mais constitue également l'une des principales causes de la déforestation et de la dégradation des sols, impactant négativement les écosystèmes locaux [4]. À cela s'ajoute le recours au gaz butane, qui, bien que moins nuisible pour l'environnement, est une ressource coûteuse, souvent indisponible dans les zones rurales, et dépendante des importations, ce qui la rend peu fiable [5]. Face à ces enjeux, la valorisation énergétique des déjections avicoles apparaît comme une solution innovante et prometteuse. Ce concept repose sur l'idée de transformer un problème environnemental majeur en une opportunité économique et énergétique. Parmi les différentes technologies de valorisation, la digestion anaérobie s'impose comme l'une des plus efficaces et des plus durables. Le processus de dégradation anaérobie des déchets organiques, notamment les fientes de poules, constitue une technologie éprouvée permettant de transformer ces résidus en biogaz, une source d'énergie propre et renouvelable. Ce procédé, largement documenté et mis en œuvre, repose sur l'action de micro-organismes qui décomposent la matière

organique en absence d'oxygène, générant principalement du méthane (CH_4), un gaz à effet de serre, et du dioxyde de carbone (CO_2) [6-8]. Le biogaz produit peut être valorisé pour la production d'électricité, de chaleur ou de carburant, réduisant ainsi la dépendance aux énergies fossiles. À ce jour, de nombreuses études ont démontré l'efficacité de cette technologie dans divers contextes géographiques, en mettant en avant ses avantages économiques, environnementaux et sociaux. Cependant, elles soulignent également l'importance d'optimiser certains paramètres du processus, tels que le rapport carbone/azote (C/N), la température de digestion, ou encore la gestion des impuretés, afin d'améliorer la productivité en biogaz [6-8]. Contrairement aux énergies fossiles, dont les réserves s'amenuisent rapidement et qui contribuent à l'aggravation des changements climatiques, le biogaz constitue une alternative écologique et économique [9-11]. Ce dernier présente l'avantage de réduire la dépendance énergétique, tout en limitant les émissions de gaz à effet de serre et en favorisant une gestion durable des déchets agricoles [12, 13]. Dans ce contexte, le projet FONSTI-CRDI N°3, officiellement lancé le 16 septembre 2021, constitue une initiative innovante et ambitieuse visant à concevoir et mettre en œuvre un système de chauffage pour poussins alimenté au biogaz, issu directement de la valorisation des fientes de poules. Le projet est déployé sur le site de l'exploitation avicole FONDATION BRIN, située à Yaokoroko, dans la région du Gontougo, sous-préfecture de Tabagne (Côte d'Ivoire). Cette zone, caractérisée par une intense activité avicole générant environ 4 tonnes de fientes de poules par jour, constitue un terrain idéal pour tester et valider le

prototype en conditions réelles d'exploitation. Le principal objectif du projet est de concevoir et de mettre en œuvre un prototype de système de chauffage pour poussins fonctionnant au biogaz et pouvant être adapté aux besoins des exploitations avicoles rurales. Les objectifs spécifiques du projet incluent l'installation d'un digesteur anaérobie afin de traiter les fientes de poules de manière efficace, en les transformant en biogaz exploitable. Il vise également à concevoir et mettre en place un système de chauffage innovant pour les poussins, alimenté exclusivement par le biogaz produit à partir des fientes de poules.

2 Matériel et méthodes

2.1 Prototype de digesteur anaérobie réalisé

Le prototype de digesteur anaérobie réalisé a une capacité de 20 m³ et fonctionne en alimentation continue, en utilisant les fientes de poules comme matière première. Il est alimenté quotidiennement par 250 kg de fientes de volaille, diluées dans 500 litres d'eau, conformément au rapport optimal 1:2 (matière sèche/eau). Il est constitué de quatre compartiments principaux, comprenant des cuves fermées et non fermées (figure 1). La première cuve, appelée cuve d'entrée, est destinée à recevoir la matière première, à savoir les fientes de poules. Ces dernières sont mélangées à de l'eau dans le bassin d'alimentation afin d'obtenir un mélange homogène. Ce mélange est ensuite transféré dans la chambre principale du biodigesteur, où il subit une décomposition complète pour produire du biogaz. Le

digesteur de la FONDATION BRIN est équipé de deux bassins d'alimentation :

- Un bassin d'alimentation manuelle, permettant une gestion directe des matières premières ;
- Un bassin d'alimentation automatique, équipé de deux moteurs dédiés au mélange et à la propulsion des matières dans le système.

Ce dispositif assure une alimentation efficace et optimisée pour le fonctionnement continu du digesteur.

2.2 Procédé de chauffage au biogaz et surveillance des paramètres climatiques

Le charbon actif utilisé pour la purification du biogaz est produit à partir des branches d'anacardier (anacarde), une ressource végétale riche en carbone. Ces branches sont d'abord soumises à une carbonisation à haute température (600 °C) en atmosphère limitée en oxygène, afin de favoriser la formation de carbone presque pur. La matière carbonisée subit ensuite une activation physique par injection de vapeur d'eau à une température de 600 °C, ce qui développe une structure microporeuse et augmente considérablement la surface spécifique du charbon, essentielle pour ses capacités d'adsorption.

Le charbon actif ainsi obtenu est intégré dans des filtres à charbon, installés sur le circuit de purification du biogaz, en amont de son utilisation dans le système de chauffage des poussins (figure 1(6)). Cette étape permet notamment d'éliminer le sulfure d'hydrogène (H₂S), un gaz corrosif et toxique, assurant ainsi la sécurité du système et la durabilité des équipements. Par ailleurs, le dioxyde de carbone (CO₂) contenu dans le biogaz est partiellement

éliminé par lavage à l'eau, tandis que la déshydratation est assurée grâce à un gel de silice, afin de prévenir toute condensation et garantir une efficacité thermique optimale du système.

Une fois épuré, le biogaz est stocké (Fig. 2) puis acheminé vers des radiants (Fig. 3a), où il est utilisé comme source d'énergie pour produire la chaleur nécessaire au chauffage des poussins. Chaque chambre de chauffage est équipée de quatre radiants, assurant une diffusion homogène de la chaleur, ainsi que de quatre afficheurs numériques intégrant

des sondes de mesure de la température et de l'humidité relative (Fig. 3b). Ces dispositifs ont été conçus et calibrés par l'équipe de recherche afin de garantir un suivi rigoureux des conditions micro-climatiques dans les chambres. Le système comprend un total de quatre chambres de chauffage, chacune pouvant accueillir jusqu'à 6 000 poussins. Les relevés de température et d'humidité relative sont effectués deux fois par jour pendant une période de deux semaines.



Fig. 1. Vue d'ensemble du prototype du biodigesteur réalisé.

1 : Digesteur ; 2 : Bassin d'alimentation manuelle ; 3 : Bassin d'alimentation automatique ; 4 : Outlet ; 5 : Bassin du digestat de méthanisation (fraction liquide et solide) ; 6 : Système de filtration et d'épuration du biogaz ; 7 : Afficheurs de températures et surveillance du biogaz (digesteur et du digestat) ; 8 : Commande des moteurs du mélangeur et propulseur.



Fig. 2. Dispositif de stockage du biogaz.

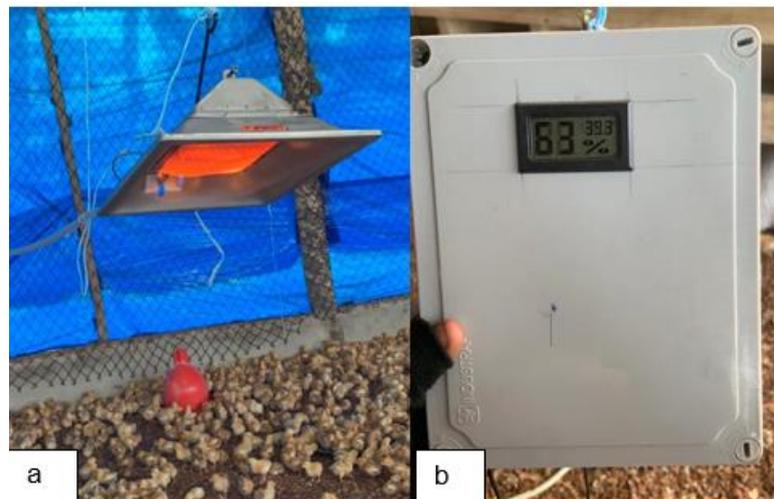


Fig. 3. Dispositif de chauffage : (a) Panneaux chauffants infrarouges modifiés (radian) ; (b) Moniteur de température et d'humidité relative.

3 Résultats et discussion

3.1 Analyse de la production de biogaz

La figure 4 illustre l'évolution journalière de la production de biogaz du méthaniseur au cours du mois d'octobre 2022. La production a suivi une tendance oscillante, caractérisée par des fluctuations significatives au fil des jours. En moyenne, la production journalière a été estimée à $6,83 \text{ m}^3$, reflétant un fonctionnement globalement stable du méthaniseur. La production minimale enregistrée sur une

journée s'élève à 5 m^3 , tandis que le pic de production a atteint $8,9 \text{ m}^3$ en une seule journée. Sur une période de suivi de 30 jours, la production cumulée de biogaz s'est établie à $204,95 \text{ m}^3$, démontrant la capacité du méthaniseur à fournir une quantité d'énergie suffisante pour assurer le chauffage des poussins dans la ferme avicole.

L'analyse de cette production révèle l'importance des conditions internes du digesteur dans l'efficacité du processus de méthanisation. En particulier, la température interne joue un rôle crucial en influençant l'activité des micro-organismes

responsables de la digestion anaérobie [8]. Une augmentation progressive de la température a été observée, notamment durant la période du 23^e au 29^e jour de production. Cette période a coïncidé avec une hausse significative de la production journalière moyenne, qui a atteint 8,27 m³ par jour. Cela confirme que des températures optimales favorisent non seulement le métabolisme des micro-organismes méthanogènes, mais aussi la conversion efficace des déchets organiques en biogaz [9].

Outre la température, d'autres facteurs environnementaux tels que le pH, ont un impact notable sur la production de biogaz. Le pH est un paramètre essentiel pour maintenir un environnement favorable à la survie et à l'activité des bactéries impliquées dans le processus. Des variations de pH, qu'elles soient trop élevées ou trop basses, peuvent perturber l'équilibre biologique du système et affecter négativement le rendement en biogaz. Une régulation rigoureuse du pH est donc nécessaire pour assurer une production stable et continue [8, 9]. La performance globale du digesteur anaérobie peut également être attribuée à l'homogénéité du mélange initial, obtenue grâce au prétraitement des matières premières dans les bassins d'alimentation. Ce processus garantit une dégradation uniforme des déchets et une libération progressive du biogaz au fil du temps. Ainsi, le biogaz produit, permet non seulement de réduire les coûts énergétiques de la ferme, mais contribue également à la valorisation des déchets organiques, tout en atténuant les impacts environnementaux liés aux énergies fossiles.

3.2 Épuration du biogaz pour le chauffage des poussins

La figure 5 présente les variations de la concentration en sulfure d'hydrogène (H₂S) dans le biogaz avant et après filtration, tout au long de l'étude. Le biogaz brut, tel qu'il est produit par le méthaniseur, contient initialement des concentrations élevées de H₂S, oscillant entre 45 ppm et 65 ppm, avec une moyenne estimée à 54 ppm. Cette teneur élevée en H₂S est une caractéristique commune du biogaz brut, car le sulfure d'hydrogène résulte de la dégradation des composés soufrés présents dans les déchets organiques, en l'occurrence les fientes de poules [6, 7]. Toutefois, cette concentration pose plusieurs problèmes techniques et sanitaires.

D'une part, H₂S est un gaz toxique, même à faible concentration, ce qui pourrait avoir un impact négatif sur la santé des poussins exposés à ce gaz via les systèmes de chauffage. D'autre part, sa présence dans le biogaz est également un facteur de risque pour les infrastructures. En effet, H₂S est connu pour provoquer une corrosion accélérée des équipements de stockage et de distribution, augmentant les coûts d'entretien et réduisant la durabilité des installations. Ces enjeux rendent indispensable l'épuration du biogaz avant son utilisation.

Le système d'épuration mis en place repose sur l'utilisation de charbon actif, un matériau largement reconnu pour ses capacités d'adsorption des gaz [6, 7]. En passant à travers ce filtre, la concentration en H₂S a été considérablement réduite, atteignant une moyenne de 2,57 ppm. Cette baisse spectaculaire témoigne de l'efficacité du charbon actif dans l'élimination du sulfure d'hydrogène. La concentration

maximale mesurée après filtration, soit 4 ppm, reste bien en dessous de la limite critique de 10 ppm qui est la valeur recommandée pour un usage sécuritaire dans le chauffage des poussins [1, 4].

Le biogaz ainsi purifié présente plusieurs avantages. Sur le plan sanitaire, il garantit que les poussins ne seront pas exposés à des niveaux toxiques de H_2S , ce qui est crucial pour leur croissance et leur bien-être. Sur le plan technique, l'élimination de la majeure partie du H_2S protège les équipements contre la corrosion, réduisant ainsi les coûts d'entretien et prolongeant la durée de vie des infrastructures de stockage et de distribution du gaz [6, 7].

En outre, ce procédé d'épuration contribue à améliorer la viabilité environnementale de l'utilisation du biogaz. En transformant un gaz brut potentiellement nocif en une

source d'énergie propre et sécurisée, il renforce l'intérêt du biogaz comme alternative durable aux combustibles fossiles. Ce système, adapté aux besoins de l'exploitation avicole, démontre la faisabilité technique et écologique d'une solution énergétique basée sur les déchets organiques, tout en répondant aux besoins spécifiques des fermes avicoles. Par conséquent, l'épuration du biogaz ne se limite pas à une simple amélioration de la qualité du gaz, mais constitue une étape essentielle dans l'intégration de cette énergie renouvelable dans un cadre agricole, alliant efficacité énergétique, protection de l'environnement et préservation des équipements. Ce procédé incarne une innovation durable qui pourrait être adoptée à grande échelle pour des applications similaires.

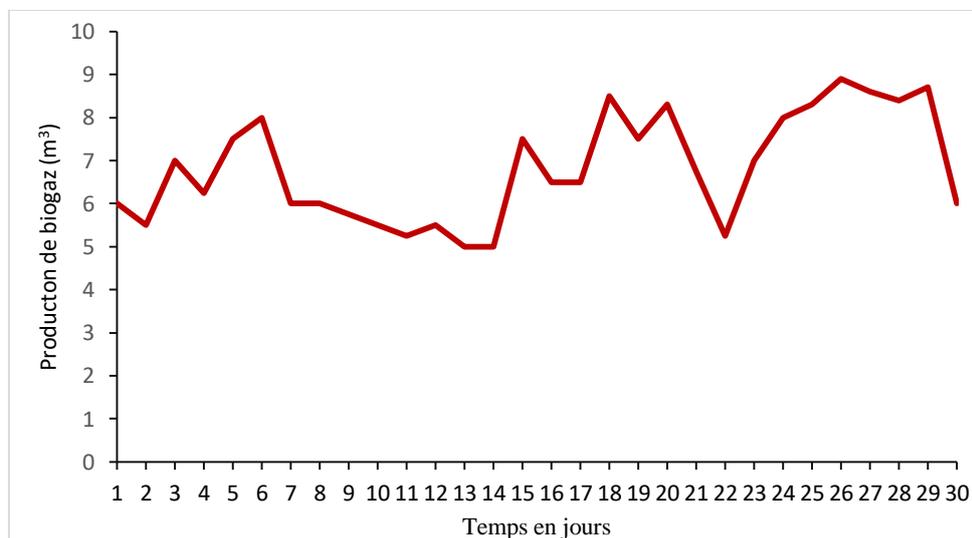


Fig. 4. Évolution journalière de la production de biogaz pendant le mois d'octobre 2022.

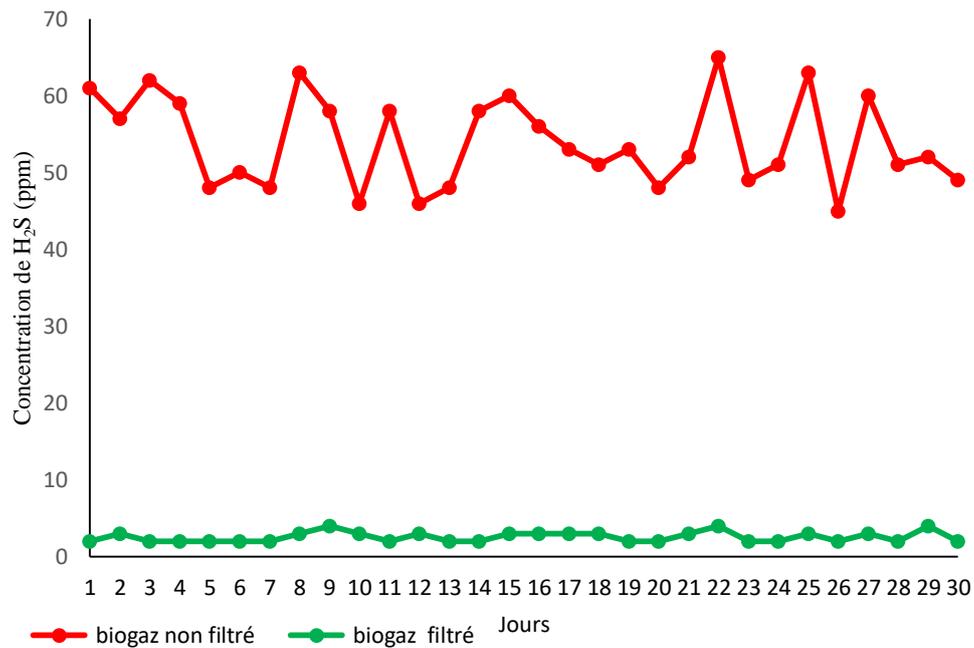


Fig. 5 : Variation de la concentration en H₂S du biogaz filtré et du biogaz non filtré.

3.3 Suivi de la température et l'humidité relative pendant la période de chauffage

3.3.1 Température

La figure 6 présente l'évolution de la température dans les chambres de chauffage pendant une période de 30 jours, couvrant le chauffage de vingt-cinq mille poussins, répartis en 6 chambres de chauffage de 84 m² chacune. Les températures mesurées au sein des chambres ont varié entre 36,5 °C et 32 °C, suivant une dynamique influencée par divers facteurs. Ces variations résultent principalement de l'ajustement du nombre de radiants en activité dans chaque chambre, de l'intensité du rayonnement infrarouge dégagé (qui dépend de la pression de sortie du biogaz délivré par le compresseur) et des conditions climatiques extérieures au bâtiment, notamment les précipitations, l'ensoleillement et les fluctuations de température ambiante. Il

convient de noter que la température initiale des chambres, avant le démarrage du chauffage, était de 25 °C, en raison des conditions climatiques propres au mois d'octobre, marqué par la saison des pluies dans la région.

Pendant les deux premières semaines de chauffage (jours 1 à 14), la température dans les chambres a oscillé entre 36,5 °C et 35 °C, des valeurs relativement élevées nécessaires pour répondre aux besoins des poussins nouveau-nés. Ces températures sont atteintes grâce à l'activation des quatre radiants disponibles dans chaque chambre, assurant une forte intensité de rayonnement thermique. Cette configuration est essentielle, car durant la première semaine de vie, les poussins ont besoin d'un apport thermique important pour compenser l'absence de chaleur maternelle, une condition indispensable à leur confort thermique et à leur croissance optimale [14].

Au cours des deux dernières semaines de chauffage, une diminution progressive de la

température a été observée, avec des valeurs comprises entre 33 °C et 32 °C. Cette baisse s'explique par la réduction du nombre de radiants en activité, qui passe de quatre à deux par chambre. Cette décision est intentionnelle, car les besoins thermiques des poussins diminuent au fur et à mesure qu'ils grandissent. En effet, à mesure que leur plumage se développe, les poussins deviennent plus résistants aux variations de température et nécessitent moins de chaleur externe pour maintenir leur homéothermie [14]. Cependant, il est important de noter que le chauffage n'a été maintenu que pendant deux semaines, malgré une période d'étude de 30 jours. Cette durée relativement courte s'explique par des conditions climatiques extérieures favorables, qui ont permis aux poussins de se passer d'un chauffage supplémentaire au-delà de cette période. La température ambiante extérieure, associée à une bonne gestion des radiants, a donc contribué à

créer un environnement propice à leur bien-être sans nécessiter de consommation énergétique excessive.

La figure 7 illustre un radiant en activité alimenté au biogaz, utilisé dans une chambre contenant 6 000 poussins. Le radiant, grâce à l'énergie fournie par le biogaz, dégage une chaleur suffisante pour assurer le confort thermique des poussins. Cette observation souligne l'efficacité calorifique du biogaz produit, démontrant qu'il s'agit d'une source d'énergie adaptée aux besoins thermiques de la filière avicole. La gestion précise de la température, grâce à un ajustement des radiants et à une surveillance rigoureuse, a permis d'optimiser le chauffage des poussins tout en réduisant les coûts énergétiques. Ce procédé illustre la viabilité d'une solution énergétique durable basée sur l'utilisation du biogaz, tout en répondant aux exigences spécifiques de la production avicole.

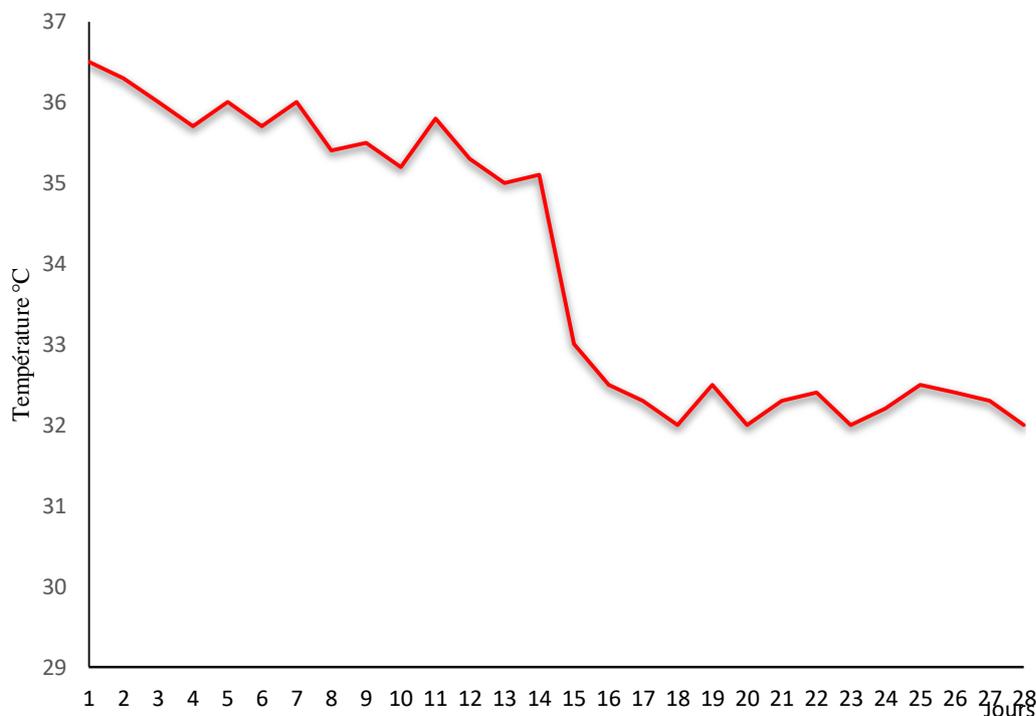


Fig. 6. Variation de la température dans la chambre pendant la période de chauffage (octobre 2022).



Fig. 7. Chauffage de 6 000 poussins dans une chambre à l'aide de radiant au biogaz.

3.3.2 Humidité relative

L'humidité relative, mesurée à l'aide des sondes installées dans les chambres de chauffage, a fluctué entre 55% et 67% au cours de la période de chauffage, ce qui correspond à une plage favorable au confort thermique des poussins [15-17]. Cette humidité provient principalement de deux sources : la vapeur d'eau contenue dans le biogaz et celle générée par la respiration des poussins. Le biogaz, issu de la digestion anaérobie des fientes de poules, contient naturellement une grande quantité de vapeur d'eau, souvent proche de la saturation [15-17]. Par ailleurs, la respiration des poussins génère également de la chaleur et de l'humidité, contribuant à créer un microclimat chaud et humide favorable à leur développement durant les premiers jours de vie. Ce phénomène est particulièrement important dans les systèmes de chauffage au biogaz, où la gestion de l'humidité est importante pour assurer le confort thermique des poussins tout en protégeant les équipements. L'humidité contenue dans le biogaz,

combinée à celle produite par les animaux, contribue indirectement à la stabilité thermique de l'environnement d'élevage, optimisant ainsi les performances zootechniques [15-17]. La plage idéale d'humidité relative pour les volailles se situe entre 55% et 65%, selon les recommandations des guides d'élevage [15]. Les résultats obtenus montrent que l'humidité relative dans les chambres de chauffage était globalement conforme à cette plage optimale, ce qui indique des conditions favorables au développement et au bien-être des poussins.

Au cours de la période de chauffage, deux grandes phases d'évolution de l'humidité relative ont été observées.

- **Phase 1** : Jours 1 à 14 (Deux premières semaines de chauffage)

Durant cette phase initiale, l'humidité relative dans les chambres de chauffage était relativement faible, oscillant entre 55% et 59%. Cette faible humidité s'explique par plusieurs facteurs. Tout d'abord, les poussins étant très jeunes, leur respiration produit moins de vapeur d'eau.

De plus, l'intensité thermique élevée générée par les quatre radiants en activité dans chaque chambre favorise une évaporation rapide, ce qui contribue à maintenir l'humidité à des niveaux plus bas.

Les niveaux d'humidité mesurés durant cette phase sont en accord avec les recommandations des guides d'élevage pour poussins, qui préconisent une plage d'humidité relative comprise entre 55% et 60% pendant les deux premières semaines de vie [5, 16, 17]. Cette plage est importante pour éviter des conditions trop humides qui pourraient favoriser le développement de pathogènes, ou trop sèches qui pourraient entraîner une déshydratation des poussins. Les conditions obtenues dans cette phase ont donc permis de créer un environnement propice à la croissance des poussins, tout en maintenant un équilibre entre confort thermique et hygiène.

- **Phase 2** : Jours 14 à 28 (Deux dernières semaines de chauffage)

Dans la seconde phase, l'humidité relative a progressivement augmenté, atteignant des valeurs comprises entre 64% et 67%. Cette hausse est attribuable à plusieurs facteurs. D'une part, les poussins étant plus nombreux et plus âgés, leur respiration produit davantage de vapeur d'eau. D'autre part, la réduction du nombre de radiants en activité, passant de quatre à deux dans chaque chambre, a entraîné une diminution de la température ambiante, ce qui réduit le taux d'évaporation de l'eau.

Bien que les niveaux d'humidité observés durant cette phase soient légèrement supérieurs à la plage optimale recommandée pour les poussins, ils n'ont pas atteint des niveaux critiques susceptibles de nuire à leur développement.

Au contraire, cette légère augmentation correspond à un besoin naturel des poussins plus âgés, qui sont mieux équipés physiologiquement pour tolérer une humidité plus élevée. La gestion de l'humidité relative pendant la période de chauffage a permis de maintenir des conditions environnementales adaptées aux besoins des poussins. La conformité générale des niveaux d'humidité avec les plages recommandées par les guides d'élevage démontre l'efficacité du système de chauffage au biogaz et la capacité à offrir un environnement stable et favorable à la croissance des poussins. Cette régulation de l'humidité, combinée à une température optimale, a contribué à garantir le bien-être et la santé des volailles tout au long de leur développement.

4 Conclusion

La présente étude démontre le potentiel énergétique et écologique des fientes de poules pour la production de biogaz en aviculture. Le prototype de biodigester mis en œuvre a produit en moyenne 6,83 m³/jour, suffisant pour chauffer 22 000 poussins sur 30 jours, prouvant la faisabilité technique du système.

Le biogaz épuré, avec un taux de H₂S de 4 ppm, assure la sécurité sanitaire des poussins et la protection des équipements. Les conditions de température (32–36,5 °C) et d'humidité (55–67%) dans les chambres de chauffage sont conformes aux besoins des volailles, favorisant leur développement.

Le système de chauffage au biogaz développé dans cette étude constitue une alternative efficace et durable au gaz butane et au charbon de bois. L'adoption

de cette technologie pourrait catalyser la transition de la filière avicole ivoirienne vers un modèle d'économie circulaire, alliant performance économique, autonomie énergétique et responsabilité environnementale.

Remerciements

Les auteurs remercient le Fonds pour la Science, la Technologie et l'Innovation (FONSTI) de Côte d'Ivoire et le Centre de Recherche pour le Développement International du Canada (CRDI) pour le financement de ce travail de recherche.

Références

- [1] PASANAO, Les pratiques de production et de distribution de la « fiente de poulet » en Côte d'Ivoire. Dans le cadre du projet « Innovations paysannes et résilience au changement climatique dans les cacaoyères de Côte d'Ivoire ». Programme d'Appui à la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle en Afrique de l'Ouest (2017). https://www.nitidae.org/files/5054ddd1/les_pratiques_de_production_et_de_distribution_de_la_fiente_de_poulet.pdf
- [2] Y.A. Attia, M.T. Rahman, M.J. Hossain, S. Basiouni, A.F. Khafaga, A.A. Shehata, H.M. Hafez, *Poultry production and sustainability in developing countries under the COVID-19 crisis: Lessons learned*, *Animals* 12(5) (2022) 644. doi: 10.3390/ani12050644
- [3] K.R. Adjoumani, E.A. Donatien, K.A.T. Sylvie, T.A. Marie-Emmanuelle, K.M. Cyril, A.K. Eric, K.G. Remis, *Dimensioning of an Anaerobic Digester for the Treatment of Chicken Manure and for the Production of Biogas: The Case Study of a Chicken Farm in Yaokokoroko (Côte d'Ivoire)*, *Green and Sustainable Chemistry* 12(4) (2022) 91-103. <https://doi.org/10.4236/gsc.2022.124008>
- [4] R. Kumar, A. Kumar, P. Saikia, *Deforestation and forests degradation impacts on the environment In Environmental Degradation: Challenges and Strategies for Mitigation* Cham, Springer International Publishing (2022) 19-46.
- [5] G. Volpi, *Renewable energy for developing countries: challenges and opportunities*, *Switching to Renewable Power* (2012) 83-96. <https://doi.org/10.4324/9781849772822>
- [6] E.A. Donatien, T.H. Rokia, O. Daouda, S. Souleymane, K.G. Rémis, K.A. Rodrigue, Y. Benjamin, *Study of aluminum corrosion in contact with biogas before and after purification on different carbons*, *Applied Chemical Engineering* 7(3) (2024) 1-12. doi: 10.59429/ace.v7i3.5524
- [7] A.R. Kouakou, M.C. Kouadio, V. Kouakou, G.R. Konan, A.D. Ehouman, A.S. Diarrassouba, *Mitigating Corrosion in Activated Carbon Purified Biogas: A Case Study of Copper and Aluminum Metals*, *Oriental Journal of Chemistry* 40(3) (2024) 666-672. <http://dx.doi.org/10.13005/ojc/400305>
- [8] A.R. Kouakou, A.D. Ehouman, G.R. Konan, B. Yao, *Improvement of Industrial Wastewater Treatment through an Integrated Approach of Methanization and Air Flotation: Case Study of an Experimental UASB Reactor in a Food Industry in Abidjan, Côte d'Ivoire*, *J. Mater. Environ. Sci.* 15(7) (2024) 955-970.

- [9] S.K. Ankathi, U.S. Chaudhari, R.M. Handler, D.R. Shonnard, *Sustainability of Biogas Production from Anaerobic Digestion of Food Waste and Animal Manure*, Applied Microbiology, 4(1) (2024) 418-438.
<https://doi.org/10.3390/applmicrobiol4010029>
- [10] A. Meyer-Aurich, A. Schattauer, H.J. Hellebrand, H. Klaus, M. Plöchl, W. Berg, *Impact of uncertainties on greenhouse gas mitigation potential of biogas production from agricultural resources*, Renewable Energy 37(1) (2012) 277-284.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.06.030>
- [11] P. Kaparaju, J. Rintala, *Mitigation of greenhouse gas emissions by adopting anaerobic digestion technology on dairy, sow and pig farms in Finland*, Renewable Energy 36(1) (2011) 31-41.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.05.016>
- [12] X. Yan, Y. Ying, K. Li, Q. Zhang, K.A. Wang, *Review of mitigation technologies and management strategies for greenhouse gas and air pollutant emissions in livestock production*, Journal of Environmental Management 352 (2024) 120028.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120028>
- [13] K. Chachei, *Greenhouse gas emissions in the Indian agriculture sector and mitigation by best management practices and smart farming technologies—a review*, Environmental Science and Pollution Research 31(32) (2024) 44489-44510.
<https://doi.org/10.1007/s11356-024-33975-7>
- [14] Y.A. Adav, M.K. Yadav, S. Samir, *Phase change materials for comfort management of poultry farms—A review*, Materials Today: Proceedings 56 (2022) 2568-2575.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.152>
- [15] M.M. Mashaly, G.L. Hendricks 3rd, M.A. Kalama, A.E. Gehad, A.O. Abbas, P.H. Patterson, *Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens*, Poultry science 83(6) (2004) 889-894.
<https://doi.org/10.1093/ps/83.6.889>
- [16] Ferme-Gîte, Guide pratique pour une incubation réussie des œufs. Ferme Gîte Le Cœur des Petits Chênes (2025).
<https://www.ferme-gite.fr/ferme/guide-eclosion-canetons-poussins-couveuse>
- [17] SciDev.net, Recycler la fiente de poules pour réchauffer les poussinières (2023).
<https://www.scidev.net/afrique-subsaharienne/supported-content/recycler-la-fiente-de-poules-pour-rechauffer-les-poussinieres>