



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0). La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, le numéro de l'article et le DOI..

Valorisation énergétique des boues de vidange en Côte d'Ivoire : potentiel, contraintes et perspectives

N'guessan Franck Olivier KONAN¹

¹ Université Internationale Ibéro-Américaine – UNINI, Mexique.
ORCID : 0009-0002-0266-4866

Correspondance : N'guessan Franck Olivier KONAN, nguessan.konan@investigacion.uneatlantico.es

La gestion des boues de vidange constitue un défi majeur en Côte d'Ivoire, où l'assainissement autonome domine largement. Cependant, ces boues représentent une ressource énergétique potentielle à travers la production de biogaz ou de combustibles solides. Cet article analyse le potentiel de valorisation énergétique des boues en s'appuyant sur des données issues des stations de traitement de boues de vidange. Les résultats montrent une production croissante de boues, avec une capacité actuelle de traitement de 678 m³/jour et un potentiel projeté de plus de 1700 m³/jour. Malgré ce potentiel, la valorisation énergétique reste marginale. Les contraintes identifiées sont techniques, institutionnelles et économiques. L'étude met en évidence la nécessité d'intégrer ces ressources dans une logique d'économie circulaire.

Introduction

En Afrique subsaharienne, plus de 70 % des populations urbaines dépendent de systèmes d'assainissement autonome, notamment les fosses septiques et latrines (Strande *et al.*, 2014). En Côte d'Ivoire, cette proportion dépasse 80 % dans les zones urbaines, traduisant une forte dépendance aux dispositifs non collectifs. Cette situation, combinée à une urbanisation rapide et à une croissance démographique soutenue, entraîne une augmentation significative des volumes de boues de vidange produits.

Le taux d'accès à l'assainissement amélioré demeure relativement faible, estimé à environ 48 % en 2020, ce qui accentue la pression sur les systèmes autonomes. En conséquence, la production de boues de vidange connaît une croissance continue, posant des défis majeurs en termes de collecte, de transport et de traitement. Bien que des infrastructures telles que les stations de traitement de boues de vidange (STBV) aient été mises en place dans plusieurs villes ivoiriennes (Korhogo, Bouaké, San Pedro), le taux de traitement reste encore limité, avec une proportion importante de boues non traitées ou rejetées dans l'environnement.

Malgré l'augmentation des volumes de boues de vidange en Côte d'Ivoire, leur gestion reste insuffisante et largement orientée vers l'élimination plutôt que vers la valorisation. Cette situation engendre des impacts environnementaux et sanitaires significatifs, tout en traduisant une sous-exploitation d'une ressource potentiellement énergétique. En effet, les boues de vidange présentent une forte teneur en matière organique susceptible d'être valorisée par digestion anaérobie pour produire du biogaz. Toutefois, cette filière de valorisation énergétique demeure encore très peu développée dans le contexte ivoirien.

Face à ce constat, le présent article vise à analyser le contexte de production et de gestion des boues de vidange en Côte d'Ivoire, afin d'évaluer leur potentiel de valorisation énergétique. Plus spécifiquement, il s'agit d'identifier les opportunités offertes par la digestion anaérobie pour la production de biogaz, ainsi que les contraintes techniques, institutionnelles et économiques qui limitent son développement.

L'hypothèse principale de cette étude est que les boues de vidange produites en Côte d'Ivoire constituent une ressource énergétique significative, dont la valorisation

par digestion anaérobie pourrait contribuer à la fois à améliorer la gestion de l'assainissement et à produire une énergie renouvelable durable, à condition que des conditions techniques et organisationnelles appropriées soient mises en place. Ainsi, la valorisation énergétique des boues s'inscrit dans une logique d'économie circulaire, permettant de transformer un problème environnemental en opportunité de développement durable.

Méthodologie

Site d'étude

L'étude a été conduite en Côte d'Ivoire, avec un focus particulier sur les villes disposant d'infrastructures de traitement des boues de vidange (figure 1), notamment les stations de traitement de boues de vidange (STBV). Le cas principal analysé est celui de la ville de Korhogo, située dans le nord du pays, qui constitue un exemple représentatif des villes secondaires ivoiriennes en matière de gestion de l'assainissement autonome.

Korhogo connaît une croissance démographique soutenue et une urbanisation rapide, entraînant une augmentation significative de la production de boues de vidange. L'assainissement y est majoritairement assuré par des systèmes autonomes, notamment les fosses septiques et latrines. La STBV de Korhogo, mise en service dans le cadre des programmes nationaux d'assainissement, reçoit les boues issues des opérations de vidange mécanique réalisées par des opérateurs publics et privés. Le système de traitement repose principalement sur des procédés de décantation, de séchage et de stabilisation des boues. Toutefois, la valorisation énergétique n'y est pas encore pleinement développée, ce qui en fait un site pertinent pour analyser le potentiel de transformation des boues en ressource énergétique.

En complément, des données issues d'autres STBV (notamment Bouaké et San Pedro) et de rapports nationaux ont été mobilisées afin de renforcer la représentativité de l'analyse à l'échelle nationale. La carte de localisation suivante, décrit l'emplacement des différentes stations de boues de vidange.

Échantillonnage et collecte des données

Période et sources de données

L'étude repose sur une approche basée sur l'exploitation de données secondaires et de données opérationnelles issues de rapports techniques récents, couvrant la période 2020-2025. Les principales sources incluent :

- les rapports d'exploitation des STBV ;
- les données institutionnelles relatives à l'assainissement en Côte d'Ivoire ;
- les publications scientifiques portant sur les caractéristiques des boues de vidange en Afrique subsaharienne.

Cette approche est justifiée par la disponibilité de données fiables issues des infrastructures existantes et par la volonté d'analyser des conditions réelles d'exploitation.

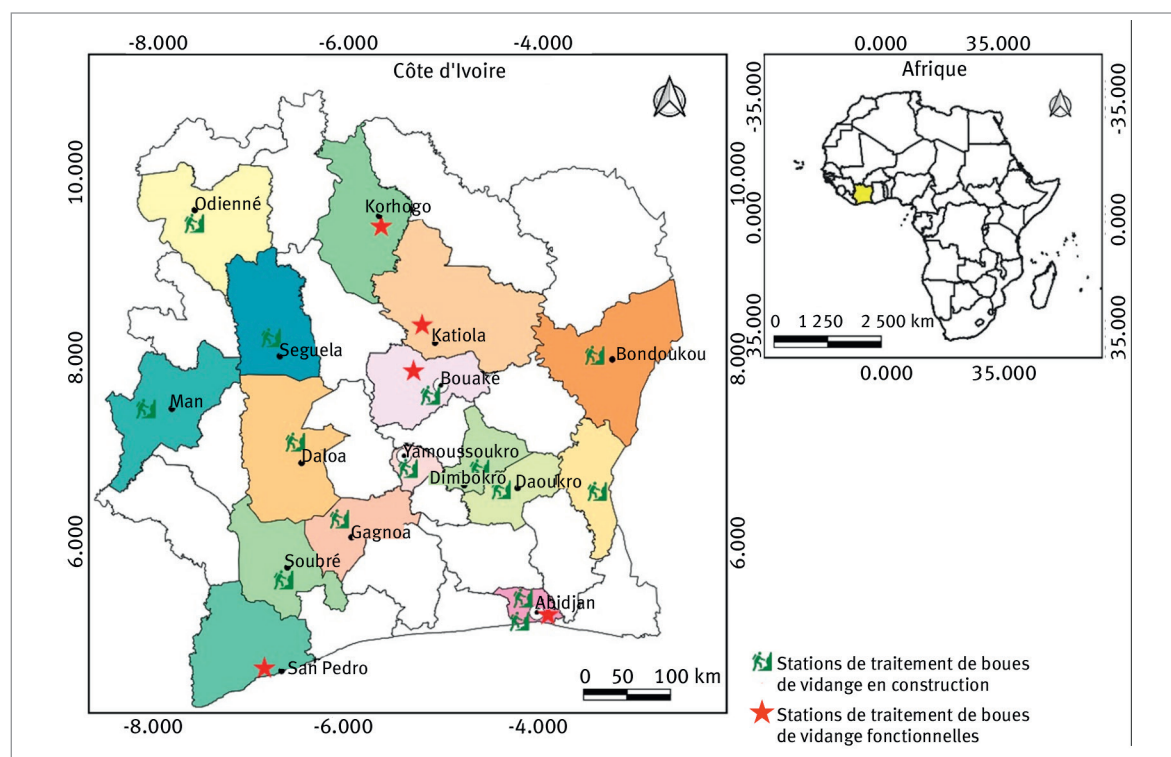
Stratégie d'échantillonnage

L'échantillonnage adopté est de type raisonné (non probabiliste), basé sur la sélection de sites et de données jugés représentatifs du contexte ivoirien. Le choix de la STBV de Korhogo repose sur plusieurs critères :

- disponibilité et accessibilité des données ;
- représentativité des villes secondaires ;
- existence d'un système structuré de collecte et de traitement des boues.

En complément, des données comparatives provenant d'autres stations ont été intégrées afin d'améliorer la robustesse des analyses.

Figure 1 – Localisation des villes concernées par le projet.



Paramètres étudiés

Les paramètres analysés dans le cadre de cette étude incluent :

- les volumes de boues collectés (m^3/jour ou m^3/an) ;
- les caractéristiques physico-chimiques des boues (teneur en matière sèche, matière organique, DCO¹, DBO₅²) issues de la littérature ;
- les flux de boues entrant dans les STBV ;
- les rendements de traitement ;
- les indicateurs de production potentielle de biogaz.

Les données relatives aux caractéristiques des boues n'ayant pas fait l'objet de mesures directes dans cette étude, elles ont été obtenues à partir de références scientifiques reconnues (Strande *et al.*, 2014 ; Tilley *et al.*, 2014).

Limites et incertitudes de l'échantillonnage

L'utilisation de données secondaires implique certaines incertitudes liées :

- à l'hétérogénéité des sources de données ;
- aux variations spatiales et temporelles des caractéristiques des boues ;
- à l'absence de mesures directes sur le terrain dans le cadre de cette étude.

Toutefois, ces limites sont atténuées par la triangulation des sources (rapports techniques et littérature scientifique), permettant d'assurer une cohérence globale des données utilisées.

Méthodes d'analyse

Estimation du potentiel énergétique

Le potentiel de production de biogaz a été estimé à partir des volumes de boues collectés et de leur teneur en matière organique, en s'appuyant sur des modèles issus de la littérature.

La production théorique de méthane a été estimée sur la base de coefficients standards de production, généralement compris entre 0,20 et 0,35 $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg}$ de matière organique dégradée (Angelidaki *et al.*, 2009).

La conversion énergétique du biogaz a ensuite été effectuée en utilisant le pouvoir calorifique inférieur (PCI) du méthane, égal à environ 9,94 kWh par m^3 à 0 °C et pression atmosphérique normale (International Energy Agency, 2021). Ce PCI du méthane permet de convertir les volumes de gaz estimés en énergie récupérable.

Approche analytique

L'analyse repose sur une combinaison de :

- analyse descriptive des flux de boues ;
- analyse comparative entre différentes stations ;
- modélisation simplifiée du potentiel énergétique.

Cette approche permet d'identifier les ordres de grandeur et les tendances sans recourir à des analyses expérimentales complexes.

Outils utilisés

Les traitements de données et les estimations ont été réalisés à l'aide d'outils standards tels que :

- tableurs (Excel) pour les calculs et agrégations ;
- méthodes de calcul issues de la littérature scientifique.

Résultats

Production de boues de vidange dans les stations de traitement de boues de vidange (STBV)

Les cinq STBV opérationnelles analysées (Bouaké, Korhogo, Katiola, San Pedro et Koumassi) ont une capacité nominale totale de traitement de boues de 678 m^3/jour (tableau 1).

Le tableau 2 présente une synthèse des volumes de boues entrants dans les différentes STBV en Côte d'Ivoire, répartis par ville et par année. Ces données permettent d'observer l'évolution de la collecte et du traitement des boues, ainsi que la capacité de fonctionnement des STBV dans les villes de Bouaké, Korhogo, Katiola, San Pedro et Koumassi Digue. Certaines années présentent des données manquantes en raison de l'absence de suivi ou de la récente mise en service de certaines infrastructures.

- Bouaké : 104 329 m^3 sur 365 jours, soit 8 694 m^3 par mois, correspondant à 81,6 % de la capacité nominale (350 m^3/j).
- Korhogo : 49 415 m^3 sur 313 jours, soit un volume moyen journalier de 158 m^3 , représentant 135 % de la capacité nominale (100 m^3/j), indiquant une surexploitation.
- San Pedro : 24 433 m^3 sur 365 jours, soit 67 m^3/j , correspondant à 67 % de la capacité nominale.
- Katiola : capacité nominale de 28 m^3/j (données partielles).
- Koumassi : unité pilote avec 100 m^3/j .

1. DCO : demande chimique en oxygène.

2. DBO₅ : demande biochimique en oxygène sur cinq jours.

Tableau 1 – Typologie des stations de traitement des boues de vidange en Côte d'Ivoire.

N°	Villes	Type de station de traitement de boues de vidange	Capacité (m^3/jour)
1	Bouaké	Sédimentation épaississement + lits de séchage non plantés + bassins de lagunage	350
2	Korhogo	Lits de séchage non plantés + bassins de lagunage	100
3	Katiola	Lits de séchage non plantés + bassins de lagunage	28
4	San Pedro	Lits plantés + bassins de lagunage	100
5	Koumassi Digue	Unité compacte pour déshydratation des boues	100
Volume total			678

Tableau 2 – Volume de boues entrant (m^3).

Année	Bouaké (m^3)	Korhogo (m^3)	Katiola (m^3)	San Pedro (m^3)	Koumassi Digue (m^3)
2017	–	9 140	–	–	–
2018	–	12 117	–	–	–
2019	–	18 409	–	–	–
2020	–	35 414	–	–	–
2021	–	36 403	–	–	–
2022	104 329	49 415	–	24 433	–
2023	–	–	890	–	–

Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des boues

Le tableau ③ présente les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des boues brutes.

Les boues présentent des concentrations variables en matière sèche (0,3-2 % de solides dissous), confirmant que les volumes de boues séchées exploitables sont faibles, allant de 31,2 à 62,4 tonnes/an pour une STBV de 100 m³/j.

Tableau ③ – Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des boues.

Paramètre	Bouaké	Korhogo	San Pedro	Katiola	Koumassi
pH	6,8	6,7	6,5	6,2	6,7
MES* (mg/L)	872	360	698	1 012	1 846
TDS** (ppm)	797	687	811	871	1 014
Azote total (mg/L)	6 150	6 150	4 710	4 286	1 475
Phosphore total (mg/L)	5 325	5 325	3 592	2 711	1 404
Coliformes totaux (cfu/g)	$1,3 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$1,31 \times 10^5$	$2,2 \times 10^3$	$3,8 \times 10^4$
Œufs d'helminthes (nombre/g)	0	10	23	16	60

* Matières en suspension ; ** Quantité de substances dissoutes.

Tableau ④ – Volume des boues séchées.

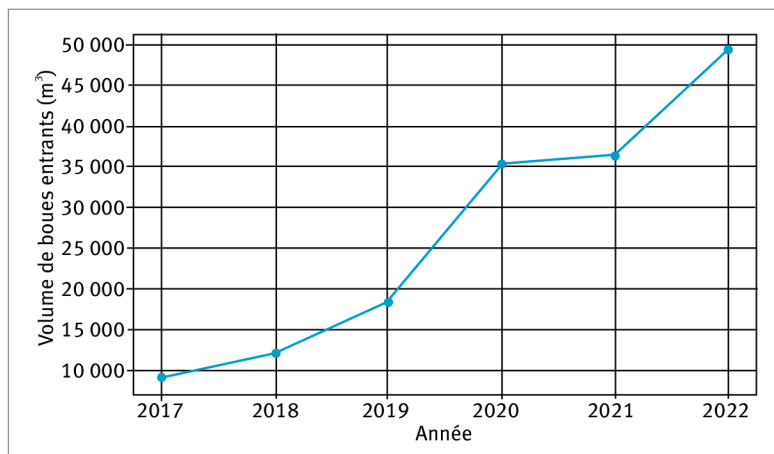
Station de traitement de boues de vidange	Capacité (m³/j)	Boues séchées estimées (tonnes/an)
Bouaké	350	109,2
Korhogo	100	31,2 – 62,4
Katiola	28	8,74 – 17,47
San Pedro	100	31,2 – 62,4
Koumassi	100	31,2 – 62,4

Volume total estimé : 211,2 – 313,9 tonnes/an pour les STBV en service.

Tableau ⑤ – Performance des stations de traitement de boues de vidange.

Paramètre	MES	DCO	DBO ₅	Azote total	Phosphore total
Abattement (%)	94	72,5	70	94,1	52,9

Figure ② – Évolution des volumes de boues entrants à la station de traitement de boues de vidange de Korhogo (2017-2022).



Quantité de boues séchées produites

Le tableau ④ résume les volumes estimés de boues séchées par STBV en service.

Performance du traitement

Les STBV montrent une performance variable pour le traitement de la fraction liquide des boues (tableau ⑤).

L'élimination de la matière en suspension est conforme aux normes ivoiriennes, tandis que les valeurs de DCO et de phosphore restent parfois supérieures aux seuils recommandés.

Potentiel énergétique des boues

En se basant sur la teneur en matière organique et la production annuelle de boues séchées, le potentiel théorique de production de biogaz est estimé à partir de coefficients standards de 0,20-0,35 m³ CH₄/kg de matière sèche (Angelidaki *et al.*, 2009). Pour Korhogo, avec 31,2-62,4 t/an de boues sèches :

- production de méthane : 6 240-21 840 m³ CH₄/an
- énergie récupérable : ≈ 62 000-217 000 kWh/an

Ces estimations démontrent le potentiel énergétique limité mais exploitable des boues issues des STBV secondaires.

Visualisation des données

Évolution des volumes de boues traitées (2017-2022, Korhogo)

La figure ② présente la courbe montrant l'évolution des volumes de boues entrants à la STBV de Korhogo entre 2017 et 2022. On observe une forte augmentation du volume traité, passant de 9 140 m³ en 2017 à 49 415 m³ en 2022, indiquant une pression croissante sur la capacité de la station, notamment avec une surutilisation en 2022.

Quantités de boues séchées estimées par station de traitement de boues de vidange en 2022

La figure ③ montre l'évolution de la production annuelle de boues et du stock final de boues séchées à la STBV de Korhogo entre 2017 et 2022.

Discussion

La production de boues de vidange en forte croissance : un enjeu majeur

Les résultats montrent que la production de boues de vidange en Côte d'Ivoire est en croissance continue, avec des STBV secondaires comme Korhogo fonctionnant au-delà de leur capacité nominale (135 %). Cette surcharge indique que la demande de traitement dépasse largement la capacité actuelle des infrastructures, ce qui confirme le déficit structurel du traitement des boues dans les villes secondaires.

Ces observations sont cohérentes avec les travaux de Strande *et al.* (2014), qui soulignent que les villes secondaires en Afrique subsaharienne font face à des défis similaires en matière de gestion de boues. La croissance rapide de la population urbaine et l'augmentation des ménages utilisant des fosses septiques accentuent cette pression, confirmant la nécessité d'un renforcement urgent des capacités de traitement et de planification stratégique à l'échelle nationale.

Les caractéristiques physico-chimiques des boues : un potentiel énergétique à exploiter

Les boues collectées présentent une teneur élevée en matière organique, avec des MES allant jusqu'à 1846 mg/L et une DCO initiale moyenne de 880 mg/L, indiquant un fort potentiel de production de biogaz. Ces résultats démontrent que, malgré la faible proportion de boues sèches (1-3 % de solides), la matière organique disponible pourrait être valorisée énergétiquement.

Cette conclusion est appuyée par Angelidaki *et al.* (2009), qui précisent que la digestion anaérobie de boues à haute teneur organique peut produire de 0,20 à 0,35 m³ de méthane par kg de matière organique. Ainsi, même les volumes limités de boues séchées peuvent contribuer à la production d'énergie renouvelable locale, ouvrant la voie à une valorisation énergétique intégrée dans les STBV.

Les performances des stations de traitement de boues de vidange : efficacité partielle et contrainte

L'analyse des données de traitement montre un abattement élevé de la MES (94 %) mais des performances variables pour la DCO (72,5 %) et le phosphore (52,9 %). Cette performance partielle souligne que les technologies actuelles sont efficaces pour réduire la charge en suspension mais insuffisantes pour exploiter pleinement le potentiel énergétique et réduire les polluants solubles.

Ce constat rejoint Fytili et Zabaniotou (2008), qui indiquent que la valorisation énergétique exige un contrôle rigoureux des paramètres physico-chimiques et un prétraitement adapté pour optimiser la production de biogaz. L'absence de ce prétraitement et de filières intégrées limite donc l'exploitation des boues comme source d'énergie.

Potentiel énergétique et valorisation par biogaz

Les estimations montrent que Korhogo pourrait produire entre 6 et 22 m³ de méthane par an à partir des boues séchées disponibles, soit 62-218 kWh/an. Bien que modeste à l'échelle nationale, ce potentiel est suffisant pour alimenter certains équipements de la STBV ou produire de l'électricité locale pour des usages secondaires, contribuant ainsi à la réduction de l'usage des combustibles fossiles.

La littérature confirme que la digestion anaérobie est une solution adaptée aux pays en développement, car elle combine réduction de volume, stabilisation sanitaire et production d'énergie renouvelable (Appels *et al.*, 2008). Ainsi, l'exploitation systématique des boues de vidange pourrait constituer un levier stratégique d'économie circulaire.

Analyse économique simplifiée

Sur le plan économique, le potentiel énergétique spécifique estimé (4 à 6 kWh/m³ de boues) présente un intérêt significatif dans un contexte de hausse des coûts de l'énergie en Afrique subsaharienne. En Côte d'Ivoire, le tarif moyen de l'électricité pour les usages industriels est généralement compris entre 70 et 100 FCFA/kWh selon les tranches de consommation et les conditions contractuelles (Compagnie ivoirienne d'électricité, 2023).

En considérant une valeur moyenne de 85 FCFA/kWh, la valorisation énergétique des boues de vidange se traduit par un potentiel économique compris entre :

- 4 kWh/m³ : ~340 FCFA/m³ de boues
- 6 kWh/m³ : ~510 FCFA/m³ de boues

À l'échelle d'une station de traitement comme celle de Korhogo, avec des volumes annuels de plusieurs dizaines de milliers de m³, le potentiel économique annuel peut ainsi atteindre plusieurs millions de FCFA, ce qui confirme la pertinence d'une valorisation énergétique intégrée dans les systèmes d'assainissement.

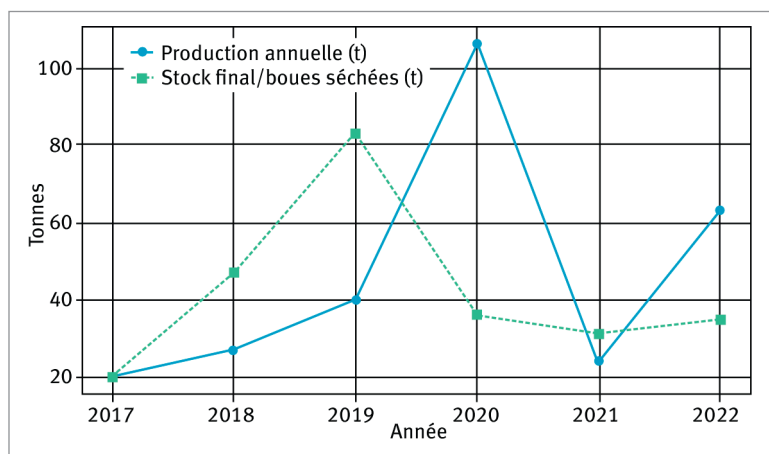
Ces résultats sont cohérents avec les études menées en Afrique de l'Ouest, qui montrent que la production de méthane à partir de boues peut réduire significativement les coûts d'exploitation des stations de traitement, notamment en compensant partiellement la consommation électrique liée au pompage et à l'aération (Kemau-suor *et al.*, 2018; Mensah *et al.*, 2021).

Toutefois, la rentabilité économique dépend fortement des coûts d'investissement initiaux (digesteurs, systèmes de capture et de stockage du méthane), ainsi que des coûts de maintenance et d'exploitation. Les études de rentabilité réalisées sur des unités similaires en Afrique indiquent des périodes de retour sur investissement variant généralement entre cinq et dix ans, selon la taille de l'installation et le taux de valorisation énergétique (Programme des Nations unies pour l'environnement, 2019).

Par ailleurs, dans plusieurs pays africains, le prix de rachat ou de substitution de l'électricité issue des énergies renouvelables reste un facteur déterminant de viabilité économique. À titre comparatif, les tarifs industriels moyens varient de 60 à 108 FCFA/kWh en Afrique de l'Ouest, ce qui place la Côte d'Ivoire dans une fourchette compétitive pour des projets de valorisation du méthane (World Bank, 2023).

Ainsi, la valorisation énergétique des boues de vidange ne constitue pas seulement une solution environnementale, mais également une opportunité économique viable, sous réserve de la mise en place de mécanismes de financement adaptés et d'une structuration du marché de l'énergie renouvelable.

Figure 5 – Évolution de la production et des boues séchées à Korhogo (2017-2022). La ligne bleue représente la production annuelle de boues. La ligne verte en pointillés montre le stock final ou les boues séchées disponibles en fin d'année.



Contraintes et limites de la valorisation énergétique

Malgré le potentiel identifié, plusieurs contraintes limitent actuellement la valorisation énergétique des boues :

1. Techniques : forte humidité des boues, absence de pré-traitement et manque d'infrastructures adaptées.
2. Institutionnelles : faible coordination entre acteurs, absence de filière énergétique dédiée.
3. Économiques : coûts élevés de la digestion anaérobie et de l'installation d'unités de valorisation.
4. Sanitaires : présence d'helminthes et coliformes, nécessitant des étapes de désinfection avant toute valorisation.

Pour lever ces freins, il sera essentiel de développer des filières énergétiques en mettant en place des unités de digestion anaérobie adaptées aux volumes réels des STBV afin de produire du biogaz. Parallèlement, le renforcement des infrastructures, notamment l'extension des STBV dans les villes secondaires, permettra d'éviter les surcharges. Un cadre institutionnel clair, incluant des normes pour la valorisation énergétique et des obligations pour les opérateurs, devra être instauré. Enfin, la formation des opérateurs et la sensibilisation des communautés sur la gestion énergétique et les risques sanitaires, ainsi que la poursuite des recherches sur le potentiel national, les analyses de cycle de vie et la viabilité économique des filières de biogaz, pourront compléter cette approche. ■

Conclusion et perspectives

Cette étude a permis d'analyser le contexte et le potentiel de valorisation énergétique des boues de vidange en Côte d'Ivoire. Les résultats révèlent une production croissante de boues, un potentiel énergétique sous-exploité (notamment *via* la digestion anaérobie), des limites techniques (traitement partiel de la fraction soluble) et un cadre institutionnel encore émergent. La valorisation énergétique reste freinée par des contraintes techniques, économiques et sanitaires.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier chaleureusement Dr Antoinette Song, de l'Université Ibero-Americana, pour ses conseils éclairés et son soutien tout au long de la réalisation de cette étude.

Les remerciements s'adressent également aux responsables et au personnel de la station de traitement de boues de vidange (STBV) de Korhogo, pour leur disponibilité, l'accès aux données opérationnelles et leur collaboration précieuse.

RÉFÉRENCES

- Angelidaki, I., Alves, M., Bolzonella, D., Borzacconi, L., Campos, L., Guwy, A., Kalyuzhnyi, S., Jenicek, P., & van Lier, J. B. (2009). Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays. *Water Science and Technology*, 59(5), 927-934. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.040>
- Appels, L., Baeyens, J., Degre, J., & Dewil, R. (2008). Principles and potential of anaerobic digestion of waste-activated sludge. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34(6), 75-781. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2008.06.002>
- Compagnie ivoirienne d'électricité. (2023). *Tarifs de l'électricité en Côte d'Ivoire*. CIE. <https://www.cie.ci/particuliers/tarifs-electricite>
- Strande, L., Ronteltap, M., & Brdjanovic, D. (2014). *Faecal sludge management: Systems approach for implementation and operation*. IWA Publishing. https://doi.org/10.26530/OAPEN_578132
- Fytli, D., & Zabaniotou, A. (2008). Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(1), 116-140. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2006.05.014>
- Kemauor, F., Kamp, A., Thomsen, S. T., & Bensah, E. C. (2018). A review of commercial biogas systems and lessons for Africa. *Energies*, 11(11), 2984. <https://doi.org/10.3390/en11112984>
- International Energy Agency. (2021). *Biogas and biomethane*. IEA. <https://www.iea.org/reports/biogas-and-biomethane>
- Mensah, J. H. R., Silva, A. T. Y. L., dos Santos, I. F. S., Ribeiro, N. de S., Gbedjinou, M. J., Nago, V. G., Tiago Filho, G. L., & Barros, R. M. (2021). Assessment of electricity generation from biogas in Benin. *Renewable Energy*, 163, 613-624. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.09.014>
- Programme des Nations unies pour l'environnement. (2019). *Waste-to-energy: Considerations for informed decision-making*. UNEP site officiel. <https://www.unep.org/ietc/resources/publication/waste-energy-considerations-informed-decision-making>
- Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P., & Zurbrugg, C. (2014). *Compendium of sanitation systems and technologies (2nd revised edition)*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). <https://www.susana.org/knowledge-hub/resources?id=454>
- World Bank. (2023). *Tracking SDG7: The energy progress report 2023*. https://trackingsdg7.esmap.org/data/files/download-documents/sdg7-report2023-full_report.pdf