

Evaluation du Potentiel Energétique de Biogaz des Déjections Animales de la Région Administrative de Kankan (République de Guinée)

Amadou SIDIBE¹, Ansoumane SAKOUVOGUI² et Mamby KEITA³

¹Département de Physique, Faculté des Sciences Naturelles de l'Université Julius Nyeréré de Kankan, Guinée.

²Département Energétique, Institut Supérieur de Technologie de Mamou, Guinée.

³Département de Physique, Faculté de Sciences, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Guinée.



Résumé - Depuis toujours, l'homme a organisé son espace de vie à proximité des élevages d'animaux. Néanmoins, la croissance démographique et la salubrité due aux déjections de ces animaux ont motivées les travaux de valorisation des déchets animaux. La présente étude s'inscrit dans cette logique, qui consiste à faire l'évaluation du potentiel énergétique de biogaz des déjections animales de la région de Kankan. Les résultats obtenus portent sur : les quantités de déjections journalières moyennes de déjections : bouses de vaches (4,45 kg) et fientes de poules (0,015 kg). Les effectifs du cheptel animal sont : bovins (1572132) ; Ovins (452373) ; caprins (385551) et volailles (321644). Le plus grand effectif de bétail est enregistré dans la préfecture de Siguiri (372411), suivi respectivement des préfectures de Kérouané, Mandiana, Kouroussa et Kankan. Les potentiels du biogaz de bouses de vaches par préfecture sont les suivants : Siguiri (180419,732 m³/j), Kérouané (167063,059 m³/j), Mandiana (158159,094 m³/j), Kouroussa (142498,795 m³/j) et Kankan (113500,716 m³/j). Pour les volailles on a : Siguiri (605,207 m³/j), Kérouané (577,065 m³/j), Mandiana (124,067 m³/j), Kouroussa (4,805 m³/j) et Kankan (635,467 m³/j). De même, le plus grand potentiel énergétique est enregistré à Siguiri soit (829094,218 kWh/j), suivi respectivement de Kérouané (767791,764 m³/j), Mandiana (724 936,880 kWh/j), Kouroussa (652666,488 kWh/j), et Kankan (522743,719kWh/j). Le Potentiel total journalier énergétique de biogaz de la région est 3497233,069 kWh/j, avec une production annuelle de 12590039,048 MWh. Les résultats obtenus au cours de ce travail sont une première estimation du potentiel énergétique de biogaz des déjections animales de la région de Kankan.

Mots clés - Potentiel, biogaz, énergétique, déjections, animales, Kankan.

Abstract - Man has always organized his living space near animal farms. Nevertheless, the population growth and the healthiness due to the droppings of these animals have motivated work on the recovery of animal waste. This study is part of this logic, which consists in evaluating the energy potential of biogas in animal waste from the Kankan region. The results obtained relate to: the quantities of average daily droppings of droppings: cow dung (4.45 kg) and chicken droppings (0.015 kg). The numbers of animal livestock are: cattle (1572132) ; sheep (452373) ; goats (385551) and poultry (321644). The largest number of livestock is recorded in the prefecture of Siguiri (372411), followed respectively by the prefectures of Kérouané, Mandiana, Kouroussa and Kankan. The cow dung biogas potentials by prefecture are as follows: Siguiri (180419.732 m³/d), Kérouané (167,063.059 m³/d), Mandiana (158159.094 m³/d), Kouroussa (142498.795 m³/d) and Kankan (113,500.716 m³/d). For poultry, we have: Siguiri (605.207 m³/d), Kérouané (577.065 m³/d), Mandiana (124.067 m³/d), Kouroussa (4.805 m³/d) and Kankan (635.467 m³/d). Similarly, the greatest energy potential is recorded in Siguiri (829,094.218 kWh/d), followed respectively by Kérouané (767791.764 m³/d), Mandiana (724936.880 kWh/d), Kouroussa (652666.488 kWh/d) and Kankan (522743.719 kWh/d). The total daily energy potential of biogas in the region is 3497233.069 kWh/d, with an annual production of 12590039.048 MWh. The results obtained during this work are a first estimate of the biogas energy potential of animal waste in the Kankan region.

Keywords - Potential, biogas, energy, manure, animal, Kankan.

I. INTRODUCTION

Le biogaz est un gaz inflammable produit par digestion anaérobie de déchets animaux, végétaux, humains, industriels et municipaux. Il est principalement composé de méthane (50 - 70%), de dioxyde de carbone (20 - 40%) et de traces d'autres gaz comme l'Azote, l'Hydrogène, l'Ammoniac, le Sulfure d'hydrogène et la vapeur d'eau [1]. La valeur calorifique du biogaz est proportionnelle à sa teneur en méthane. Dans les conditions normales de température et de pression, avec un pourcentage de méthane compris entre 50 et 70% dans le biogaz, son pouvoir calorifique varie entre 485 et 679 kWh/m³ [2]. L'évaluation et la valorisation de cette forme d'énergie issue des déchets animaux présentent plusieurs avantages, tels que : l'élimination des gaz à effet de serre, la réduction des odeurs, l'obtention d'engrais organique, la production de chaleur et d'électricité [3].

Le potentiel en biogaz des différents déchets organiques est généralement fonction de leur type, leur origine et de leurs caractéristiques physicochimiques telles que : la Masse volumique, l'Humidité, le pH, la Matière Sèches, la Matière Volatile, le Carbone Volatil, l'Azote Total, etc. Pour certains auteurs, les proportions en biogaz dans la Matière Organique des déchets de chaque type de cheptel est le suivant : la bouse de vache (0,948 m³/kgMV), le lisier de porcs (0,841 m³/kgMV) et la fiente de poule (0,957 m³/kgMV) [4, 5].

En général, l'Afrique est confrontée au problème de la faible consommation d'énergie, en particulier dans les zones rurales. Seule l'Afrique du Sud consomme 45% de l'électricité totale produite en Afrique, l'Afrique du Nord consomme 30% et l'Afrique subsaharienne consomme 24% de l'électricité totale produite en Afrique [6].

La république de Guinée est un pays à forte tradition pastorale disposant d'immenses potentialités naturelles grâce à la diversité de ses conditions agro-écologiques. L'élevage demeure la deuxième activité du secteur rural après l'agriculture. Il concerne 283000 éleveurs recensés en 2000 et leurs familles dont les effectifs possédés en 2016 sont estimés à 6759000 bovins, 2380000 Ovins, 2 851000 Caprins et équins, 130000 porcins et 30000000 de volailles [7]. Le cheptel est presque exclusivement composé de races locales : bovins N'dama (99,9%) des bovins, ovins et caprins Djallonkés (99,7%) caractérisées par leur rusticité, leur capacité de s'adapter à leur milieu et à valoriser les pâturages naturels et surtout leur résistance au trypanosome. D'autres espèces comme les lapins et les aulacodes existent également mais à des effectifs très réduits. A part des porcins qui sont rencontrés essentiellement en guinée forestière et basse Guinée, les autres espèces sont réparties sur toutes les régions naturelles.

Les déchets engendrés produits par cette activité sont entre autres : tissus, organes, membres, carcasses insalubres, litières, sang, liquides et produits sanguins, contenus de panses, eaux résiduaires des industries agro-alimentaires, les cadavres d'animaux, etc. Ces déchets peuvent être classés selon leur nature: solide, liquide, ou gazeux. Les déjections animales sur quoi porte cette étude sont des résidus ou excréments rejetés par les animaux après une digestion. La gestion des déchets est l'ensemble des opérations relatives à la production, à la collecte, au transport, au traitement, à la valorisation et à l'élimination des déchets solides y compris le contrôle de ces opérations. Cette gestion prend en compte les considérations d'ordre environnemental, sanitaire, technique et social (attitudes des populations) [8].

C'est dans cette optique que, s'inscrit la présente étude. Elle contribue à la valorisation énergétique des déjections animales de la Région Administrative de Kankan. Avec pour objectifs spécifiques : d'évaluer le cheptel animal de la Région, d'estimer le potentiel du biogaz des déjections animales et déterminer le potentiel énergétique.

II. MATERIEL ET METHODE

2.1 Présentation de la zone d'étude

La région administrative de Kankan est située à 781 km de la capitale Conakry. Elle occupe tout le nord-est et le centre du territoire guinéen, soit près de 30 % du territoire national de la République de Guinée. C'est la plus grande région administrative de Guinée, avec une superficie de 72145 km². Elle comprend cinq préfectures : Kankan, Kérouané, Kouroussa, Mandiana et Siguiri, déconcentrée en cinq Communes Urbaines et 53 Communes Rurales. Le chef-lieu de la région, Kankan, est à environ 690km de la capitale Conakry. La figure 1 montre la carte administrative de la région de Kankan [9].

Le climat de type sub-soudanien, est caractérisé par l'alternance de deux (2) saisons : une saison sèche allant de novembre à avril et qui enregistre des températures très élevées et constantes (en moyenne 30°C) avec des extrêmes qui vont de 28°C à

Kérouané à 41°C à l'ombre à Siguiri, une saison pluvieuse qui va de mai à octobre avec une pluviométrie variant entre 1100 et 1800 mm d'eau par an [1].

La population de la région de Kankan est estimée à 2097257 habitants en 2016, soit 18,7 % de la population nationale, ce qui en fait également la région la plus peuplée de la Guinée, devant la région spéciale de Conakry, la densité moyenne est de 28 habitants au km². La préfecture de Siguiri, la plus peuplée de la région et de Guinée enregistre 724631 habitants soit 34,55% de la population régionale [10].



Figure 1 : Carte administrative de la région de Kankan [24]

2.2 Méthode

2.2.1 Déjections de chaque type de cheptel

La quantité journalière de déjections d'une population animale donnée, est calculée par la relation 1 [11].

$$Q_j = P_{mj} \times N_a \quad (1)$$

Où :

Q_j - Quantité journalière de substrat du cheptel en (kg/j)

P_{mj} - Production moyenne journalière de substrat d'un animal (kg/tête/jour)

N_a - Effectif d'animaux du cheptel.

Dans le cas de l'élevage de poulets de grande population, la production journalière de fiente est évaluée en fonction de 1000 individus. Elle est calculée par la relation 2 [11].

$$Q_{jf} = P_{1000} \times N_{1000} \quad (2)$$

Où :

Q_{jf} - Quantité journalière de fientes en (kg/j) ;

P_{1000} - Production journalière de fientes de 1000 poulets en (kg/1000 têtes) ;

N_{1000} - Nombre de milliers de têtes.

2.2.2 Productivité en biogaz et de méthane par déjection

La productivité en biogaz et de méthane repose sur les valeurs des taux de matière sèche (MS), de matière organique (MO) et des productions spécifiques de biogaz et de méthane pour les différentes catégories de déjections animales [12].

2.2.3 Quantité de matière organique

La quantité journalière de matière organique produite par une population animale est déterminée par la relation 3.

$$MO = N_a \times Q_j \times \%MO \quad (3)$$

Où :

MO - Matière organique disponible par jour (m^3/j) ou (kg/j) ;

N_a - Nombre d'animaux selon les catégories ;

Q_j - Quantité de déjection produite par jour en (m^3/j) ;

$\%MO$ - Pourcentage de matière organique par matière sèche.

2.2.4 Productivités en biogaz et en méthane par matière organique

Les productivités journalières en biogaz et méthane par MO sont déterminées par les relations 4 et 5.

$$P_{biog} = MO \times (\%biog/MO) \quad (4)$$

$$P_{CH_4} = P_{biog} \times \%CH_4 \quad (5)$$

Où :

P_{biog} - Production journalière de biogaz en litre par jour (m^3/j) ;

$\%biogz/MO$ - Teneur moyenne de biogaz par matière organique (m^3/kg MO) ;

P_{CH_4} - Production journalière de méthane (m^3/j) ;

$\%CH_4$ - Teneur de méthane contenu dans le biogaz.

2.2.5 Potentiels énergétiques

Les potentiels énergétiques des déjections sont fonction du taux de méthane dans le biogaz, de son Pouvoir Calorifique Inférieur et du rendement moyen d'une turbine à gaz ou d'un moteur à biogaz, qui est de 30%. Le PCI du méthane est de 9,94 kWh/Nm³ soit 35784 kJ/Nm³. Aussi, 1m³ de biogaz à 50% de méthane équivaut en moyenne à 4,58 kWh d'électricité soit 16488 kJ [12].

Le potentiel énergétique journalier de déjection est déterminé par la relation (2.6):

$$P_{Energ} = P_{CH_4} \times PCI_{CH_4} \quad (2.6)$$

Où :

P_{Energ} - Production énergétique journalière du biogaz (kJ/j) ;

PCI_{CH_4} - Pouvoir Calorifique Inférieur du méthane (kJ/m³).

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Résultats

Les résultats obtenus au cours de cette étude sont présentés sous la forme de tableaux et de diagrammes pour leur analyse et interprétation.

3.1.1 Cheptel animal et potentiels de biogaz des déjections animales

Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés au cheptel bovins et la volaille (poules pondeuse) pour l'évaluation des potentiels du biogaz et énergétique des déjections.

a. Bétail

Les Potentiels du biogaz des déjections bovines de la région de Kankan sont donnés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Potentiel du biogaz des déjections bovines de la région de Kankan

N°	Préfecture	Effectifs Bovins	Bouse (kg/j)	MS (kg/j)	MO (kg/j)/MS	Biogaz (m ³ /j)
1	Kankan	234 281	1 042 550,45	229 361,10	119 726,49	113 500,716
2	Kouroussa	294 137	1 308 909,65	287 960,12	150 315,18	142 498,795
3	Mandiana	326 462	1 452 755,90	319 606,30	166 834,49	158 159,094
4	Siguiiri	372 411	1 657 228,95	364 590,37	190 316,17	180 419,732
5	Kérouané	344 841	1 534 542,45	337 599,34	176 226,85	167 063,059
TOTAL		1 572 132	6 995 987,40	1 539 117,23	803 419,18	761 641,400

b. Volaille

Les Potentiels du biogaz des fientes de poules de la région de Kankan sont donnés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Potentiels du biogaz des fientes de poules

N°	Préfecture	Volaille	Fiente (kg/j)	MS (kg/j)	MO (kg/j)	Biogaz (m ³ /j)
1	Kankan	105 000	1 575,000	1 071,000	664,02	635,467
2	Kouroussa	794	11,910	8,099	5,02	4,805
3	Mandiana	20 500	307,500	209,100	129,64	124,067
4	Siguiiri	100 000	1 500,000	1 020,000	632,40	605,207
5	Kérouané	95 350	1 430,250	972,570	602,99	577,065
TOTAL		321 644	4 824,660	3 280,77	2 034,08	1 946,610

3.2. Potentiels énergétiques des déjections animales

Les résultats issus de l'évaluation des potentiels du biogaz et énergétiques journaliers, des déjections bovines et poules pondeuses de la région de Kankan sont donnés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Potentiels du biogaz et énergétiques journaliers des déjections bovines et poules pondeuses de la région

N°	Préfecture	BOVINS		POULES		TOTAL	
		Biogaz (m ³ /j)	Energ (kWh/j)	Biogaz (m ³ /j)	Energ (kWh/j)	Biogaz (m ³ /j)	Energ (kWh/j)
1	Kankan	113 500,716	519 833,279	635,467	2 910,440	114 136,183	522 743,719
2	Kouroussa	142 498,795	652 644,479	4,805	22,008	142 503,600	652 666,488
3	Mandiana	158 159,094	724 368,651	124,067	568,229	158 283,162	724 936,880
4	Siguiiri	180 419,732	826 322,371	605,207	2 771,847	181 024,938	829 094,218
5	Kérouané	167 063,059	765 148,808	577,065	2 642,956	167 640,123	767 791,764
TOTAL		761 641,395	3 488 317,589	1 946,611	8 915,480	763 588,006	3 497 233,069

3.2 Discussion

3.2.1 Productions journalières moyennes des déjections animales

Les quantités de déjections journalières moyennes de bouses de vaches et de fientes de poules de la région sont respectivement : bouses de vaches (4,45 kg) et fientes de poules (0,015 kg). Les résultats obtenus sont très proches de ceux de la littérature soit (4,50 kg/j de bouse et 0,011kg/j de fiente) [11]. Les différences de productions de déjections sont fonction du mode d'élevage et l'état de santé des animaux.

3.2.2 Cheptel animal de la région

Les effectifs du cheptel animal par préfecture de la région de Kankan sont représentés par les diagrammes des figures3 et 2.

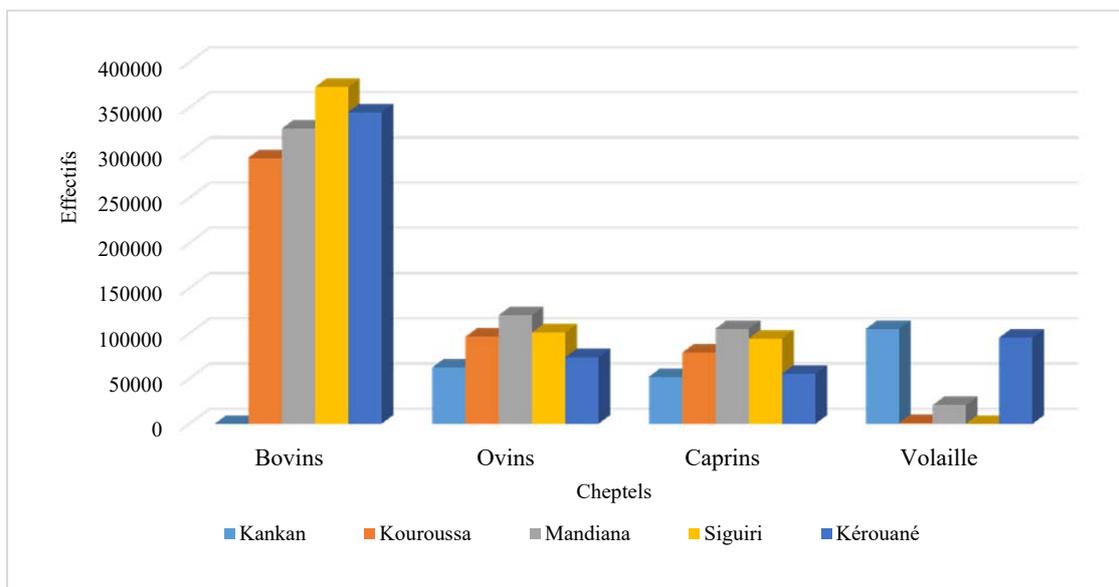


Figure 2 : Effectifs du cheptel de la région par espèces et par espèce

Le diagramme de la figure 2 montre que, les bovins sont les plus élevés dans la région de Kankan soit un effectif de (1572132), suivi respectivement des Ovins (452373), caprins (385551) et volailles (321644). Le plus grand effectif de bétail est enregistré dans la préfecture de Siguiri (372 411), suivi respectivement des préfectures de Kérouané, Mandiana, Kouroussa et Kankan.

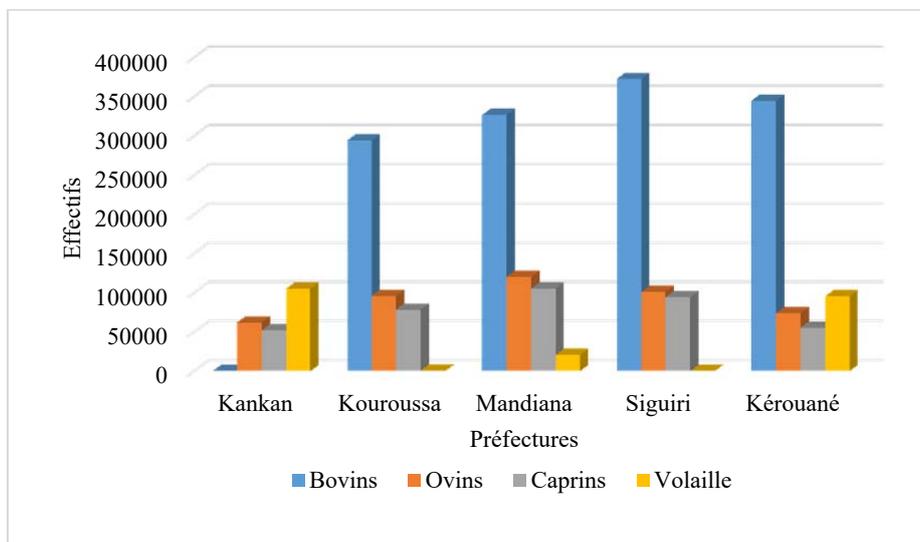


Figure 3 : Effectifs du cheptel par préfecture

Le diagramme de la figure 3 montre les répartitions des différents cheptels par préfecture. Dans la préfecture de Kankan, les volailles (poules pondeuses) sont les plus élevés soit (105000), suivis respectivement des ovins, caprins et bovins. Les préfectures de Kouroussa, Mandiana Siguiri et Kérouané élèvent plus de bovins que les autres espèces. Par exemple, à Siguiri on a : Bovins (372411), Ovins (100745), Caprins (94406) et Volaille (100000).

3.2.3 Potentiels du biogaz des déjections animales

Les potentiels de biogaz des déjections par espèce de cheptel et par préfecture de la région de Kankan sont représentés par les diagrammes des figures 4, 5 et 6.

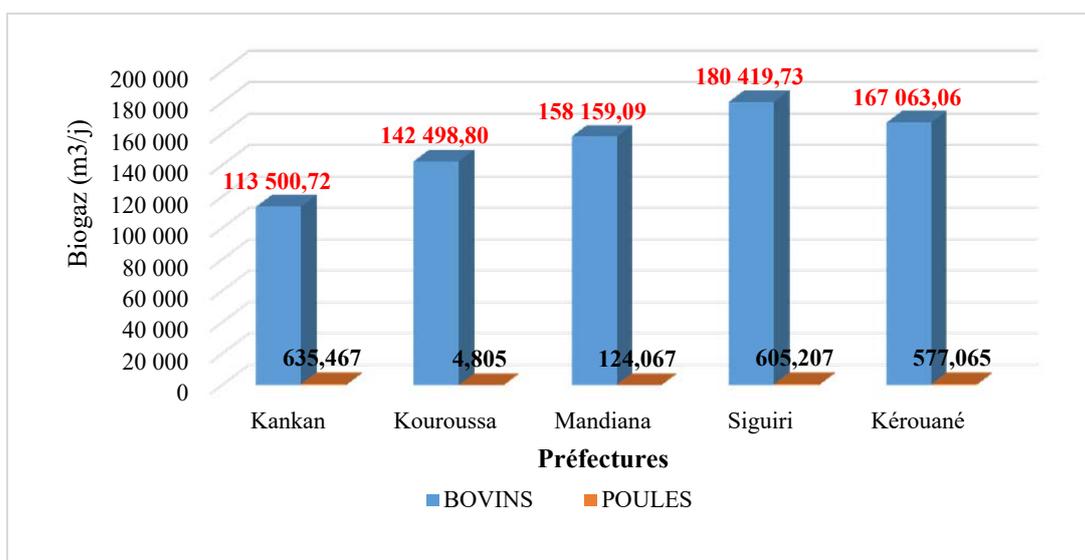


Figure 4 : Potentiels du biogaz par préfecture et par espèce

Les diagrammes de la figure 4 montrent les potentiels de biogaz des bovins et des volailles par préfecture de la région. Les quantités de déjections de bouses de vaches étant les plus élevées dans la région, entraîne une grande production de biogaz par rapport aux volailles.

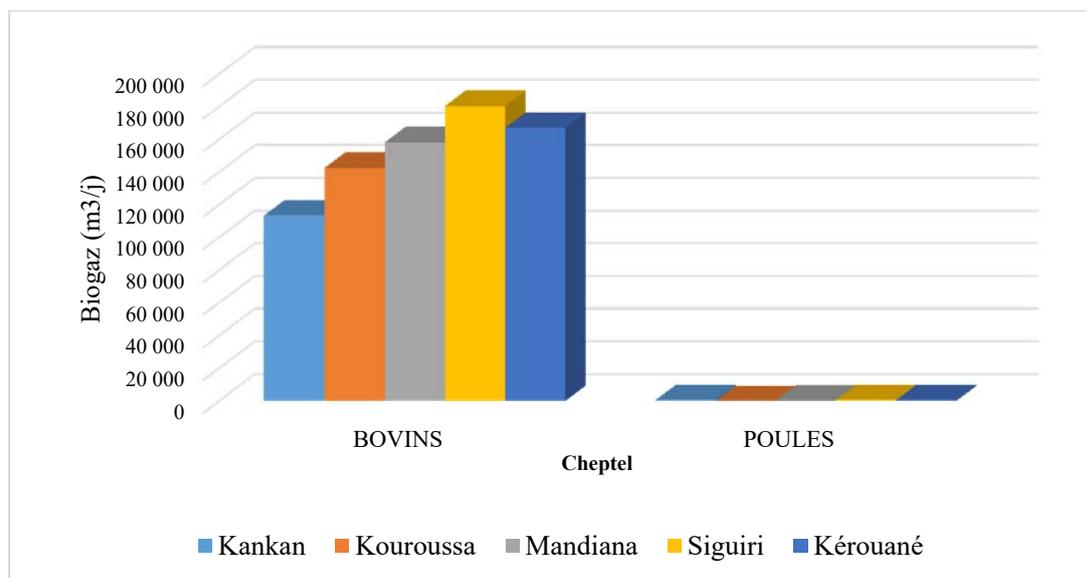


Figure 5 : Potentiel du biogaz par espèce et par préfecture

Les diagrammes de la figure 5 montrent les répartitions de potentiel du biogaz des bovins et les volailles des différentes préfectures. Les potentiels du biogaz de bouses de vaches par préfecture sont les suivants : Siguiri (180419,732 m³/j), Kérouané (167063,059 m³/j), Mandiana (158 159,094 m³/j), Kouroussa (142498,795 m³/j) et Kankan (113500,716 m³/j). Pour les volailles on a : Siguiri (605,207 m³/j), Kérouané (577,065 m³/j), Mandiana (124,067 m³/j), Kouroussa (4,805 m³/j) et Kankan (635,467 m³/j).

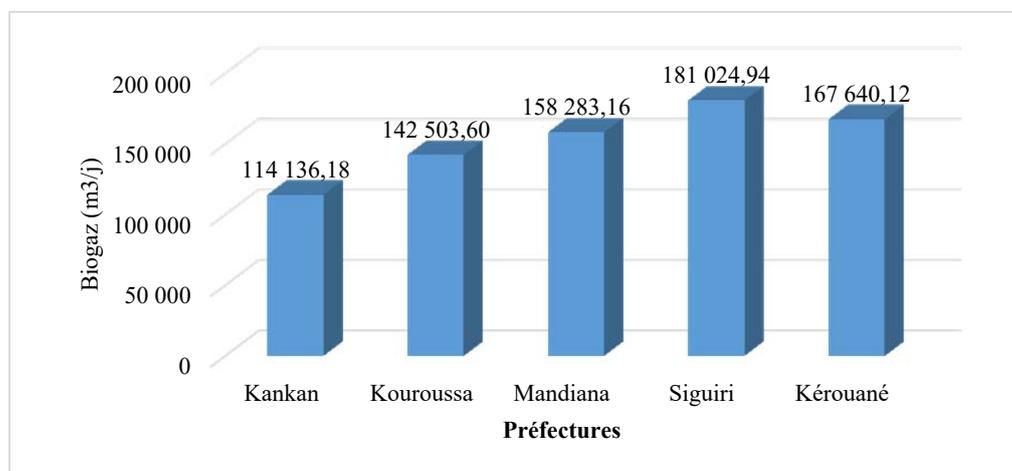


Figure 6 : Potentiel total du biogaz par préfecture

Les diagrammes de la figure 6 montrent les répartitions des potentiels de biogaz des déjections de bovins et de volailles de la région par préfecture. Le plus grand potentiel est enregistré à Siguiri soit (181024,938 m³/j), suivi respectivement de Kérouané (167640,123 m³/j), Mandiana (158283,162 m³/j), Kouroussa (142503,600 m³/j), et Kankan (114136,183 m³/j). Le Potentiel total journalier du biogaz de la région est donc : 763 588,006m³/j.

3.2.4 Potentiels énergétiques des déjections animales

Les potentiels énergétiques de biogaz des déjections par espèce de cheptel et par préfecture de la région de Kankan sont représentés par les diagrammes des figures 7, 8 et 9.

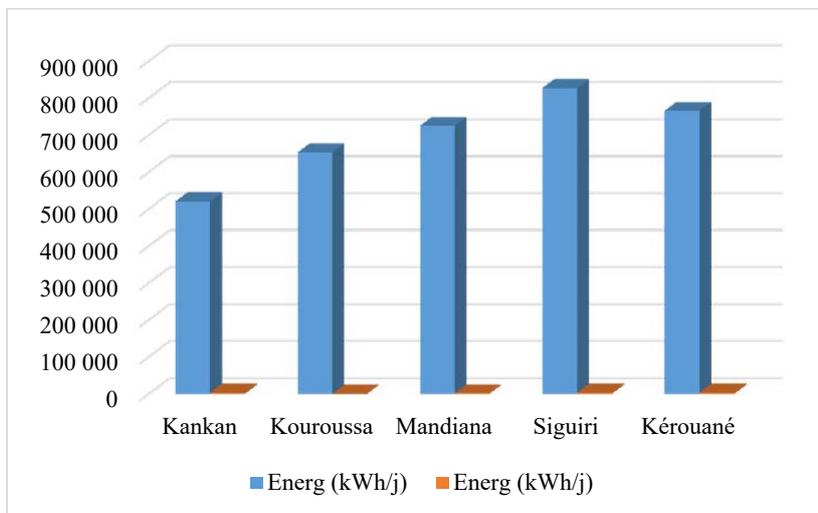


Figure 7 : Potentiels énergétiques par préfecture et par espèce

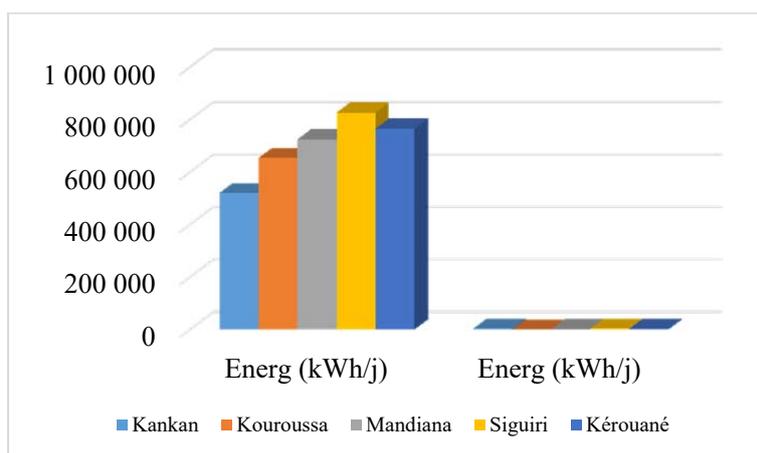


Figure 8 : Potentiels énergétique par préfecture et par espèce

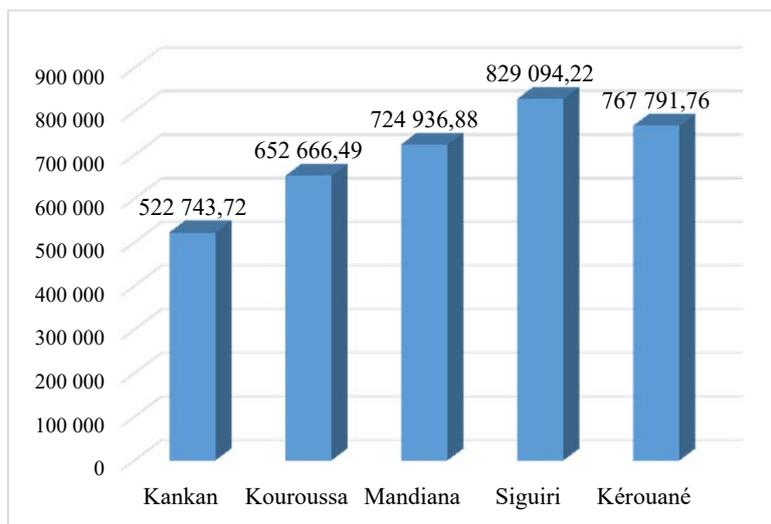


Figure 9 : Potentiels énergétique total par préfecture

Les diagrammes de la figure 9 montrent les répartitions des potentiels énergétiques des déjections de bovins et de volailles de la région par préfecture. De même, le plus grand potentiel est enregistré à Siguiri soit (829094,218 kWh/j), suivi respectivement de Kérouané (767 791,764 kWh/j), Mandiana (724936,880 kWh/j), Kouroussa (652666,488 kWh/j), et Kankan (522743,719kWh/j). Le Potentiel total journalier du biogaz de la région est donc 3497233,069 kWh/j, avec une production annuelle de 12590039,048 MWh. Cette énergie pourrait couvrir une partie des besoins énergétiques (éclairage, chaleur et cuissons) des différentes localités de fermes de la région.

IV. CONCLUSION

La présente étude a consisté à faire des essais d'évaluation du potentiel énergétique des déjections animales dans la Région Administrative de Kankan. Les résultats issus de ces travaux sont les suivants : Les quantités de déjections journalières moyennes de bouses de vaches et de fientes ; les effectifs du cheptel animal par préfecture de la région de Kankan ; les potentiels de biogaz des déjections et les potentiels énergétiques. Les résultats obtenus au cours de ce travail sont une première estimation du potentiel énergétique de biogaz des déjections animales dans la région de Kankan. Cette recherche sera poursuivie pour une évaluation expérimentale de biogaz et la détermination de sa composition.

REFERENCES

- [1] Faya Oulare, Fodé Cisse, Ansoumane Sakouvogui, Zézé Zoumanigui, Mamby, Realization and Experimentation of a Digester from a Fut at Julius Nyerere University af Kankan, Guinea, International Journal of Academic and Applied Research (IJAAR) ISSN: 2643-9603, Vol. 4 Issue 12, 2020, pp: 1-6.
- [2] Ansoumane SAKOUVOGUI, Mamadou Foula BARRY, Younoussa Moussa BALDE, Cellou KANTE and Mamby KEITA, Sizing, Construction and Experimentation of a Chinese Type Digester in Mamou Prefecture (Republic of Guinea), International Journal of Engineering Science and Computing, ISSN 2321-3361, Volume 8 Issue No.9, 2018, pp. 18926-18933.
- [3] Ibrahima Barry, Ansoumane Sakouvogui, Mamby Keita, Renjie Dong, Sara Bailo Diallo Evaluation of the Potential of Biogas and Methane a Party of the Cow Dung, International Journal of Academic Multidisciplinary Research ISSN: 2643-9670, Vol. 5 Issue 1, January - 2021, Pages: 151-154.
- [4] Bodjui O. A., Loissi K., et Moussa B. (2017). Evaluation of the Biogas Production Potential by Anaerobic Digestion of Fermentable Agricultural Residues in Côte d'Ivoire. International Journal of Waste Resources, 7(4).
- [5] Lacour J. (2011). Evaluation of the recovery potential by anaerobic digestion of organic waste deposits of agricultural and similar origin in Haiti. Waste Science and Technology, 60, 31-41

- [6] Cyimana M., Qichun H., Ke P. (2013). Dissemination and Problems of African Biogas. *Technology Energy and Power Engineering*. 5, 506-512.
- [7] Ansoumane SAKOUVOGUI, Younoussa Moussa BALDE, Mamadou Foula BARRY, Cellou KANTE, et Mamby KEITA, Évaluation du potentiel en biogaz de la bouse de vache, de la fiente de poule et en codigestion à Mamou, République de Guinée, *Afrique SCIENCES*, 14(5) 4(5), 2018, pp. 147-157.
- [8] Rapport, Programme Conjoint des Nations Unies pour la région administrative de Kankan, avril 2017. 44p.
- [9] Faya Oulare, Ansoumane Sakouvogui, Sékou Fatoumata Conde, Mamby Keita, Study of the construction and testing of a storage collector-type solar water heater at Julius Nyerere University in Kankan, Guinea, *International Journal of Advanced Engineering and Technology* ISSN: 2456-7655, Volume 5, Issue 1, 2021; Page No. 16-21.
- [10] Zézé Zoumanigui, Réalisation et expérimentation d'un prototype de digesteur de petit volume à l'Université Julius Nyerere de Kankan, *Mémoire de Master Physico-chimie des Matériaux*, UJNK, 60p, 2015.
- [11] Ansoumane SAKOUVOGUI, Mamadou Foula BARRY, Mamby KEITA, Saa Poindo TONGUINO, Biogas potential assessment of animal waste in Macenta prefecture (Republic of Guinea), *IJARIE-ISSN(O)- Vol-4 Issue-5 2018*, 2395-4396.
- [12] Ansoumane Sakouvogui, Madeleine Kamano, Mamby Keita, Assessment of the energy potential of pig dung by the production of biogas in the urban municipality from N'Zérékoré in Guinea. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, Volume 2; Issue 4; July-August 2021; Page No. 374-376.