

Avantages des biodigesteurs sur le bois de chauffe dans les élevages laitiers à Kaolack (Sénégal)

F. T. DIOP¹, K. DIENG¹, A. WANE², A. SOW¹, M. KALANDI, G. J. SAWADOGO¹

¹Ecole Inter-Etats des sciences et médecine Vétérinaires (EISMV) BP 5077 Dakar Sénégal

E-mail : diopthiuba@yahoo.fr

²CIRAD basé à l'ILRI, ILRI Campus, Mara House Building, Old Naivasha Road, PO BOX 30709, Nairobi, Kenya

Soumis le : 06 / 10 / 2014

Accepté le : 17 / 09 / 2015

RESUME

Le déficit énergétique constitue une contrainte à l'épanouissement des ménages ruraux notamment, au niveau de l'énergie de cuisson. Les femmes utilisent le bois de chauffe pour les besoins énergétiques de la cuisson mais aussi, pour la pasteurisation du lait. Cette étude met en évidence les avantages de l'utilisation des biodigesteurs sur le bois de chauffe dans les élevages laitiers à Kaolack (Sénégal). Cent seize ménages ont été enquêtés dont 58 détenteurs de biodigesteurs. Les résultats montrent que les ménages possédant un biodigesteur avaient plus de temps pour se consacrer à des activités rémunératrices ou pour le bien être de la famille avec un tiers (32,75 %) qui mettent moins de 2 h par jour pour la recherche du bois et 2 h pour la cuisson d'un repas contre (67,25 %) de ménages sans biodigesteurs qui y consacraient 2 à 6 h par jour et plus de 3 h pour la cuisson d'un repas. Plus du quart (25,86 %) des ménages avec biodigesteurs utilisaient le biogaz comme source d'éclairage. De même, 36,20 % préparent les repas et pasteurisent le lait avec le biogaz. Il est également constaté une réduction de la fréquence des pathologies respiratoires et oculaires mais aussi des dépenses pour l'achat de combustible et de compost.

Mots-clés : Biogaz ; bois ; élevages laitiers ; économie des ménages ; Kaolack ; Sénégal

ABSTRACT

BIODIGESTER BENEFITS ON WOOD HEATING IN DAIRY FARMING OF KAOLACK (SENEGAL)

The energy deficit is a major constraint to the development of rural house holds including at cooking energy. Women use firewood for cooking energy needs but also for the pasteurization of milk. This study highlights the benefits of using biogas digesters on firewood in dairy farms in Kaolack (Senegal). One Hundred sixteen households were surveyed of which 58 possessed biodigester. The results show that households with a biodigester had much more time devoted to income-generating activities or for the welfare of the family. One third (32.75 %) of biodigester owners take less than 2 hours per day for wood search and 2 hours for cooking a meal against (67.25 %) of house holds without biodigester who spent 2 to 6 hours per day and put more than 3 hours to cook meal. More than a quarter (25.86 %) of households with biodigester used biogas as a lighting. Similarly, 36.20 % Cook food and pasteurize milk with biogas. The used of biogas expenses for the purchase of fuel as well as the compost for filed fertilization. It seem that biogas utilization reduce the incidence of respiratory and eye diseases.

Keywords : Biogas ; wood ; dairy farms ; household economy ; Kaolack ; Senegal

INTRODUCTION

Plus de la moitié de la population mondiale utilise des combustibles de biomasse solide (bois) pour les besoins énergétiques domestiques, comme la cuisine et l'éclairage. Dans les pays d'Afrique subsaharienne, plus de 70 % de l'ensemble de la population dépendent du bois comme combustible (Dohoo *et al.*, 2013).

Le déficit énergétique en milieu rural, notamment au niveau de l'énergie de cuisson et de l'éclairage domestique, constitue une contrainte à l'épanouissement des ménages. Jusqu'à 90 % des ménages ruraux dans les pays en développement comptent sur les biocombustibles solides pour la production d'énergie domestique (Bruce *et al.*, 2002). Les femmes utilisent le bois de chauffe pour les différents besoins énergétiques. Avec la déforestation, les femmes rurales ont de plus en plus des difficultés pour assurer les besoins journaliers en combustible. La combustion du bois de chauffe peut avoir des effets nocifs sur la santé de la mère et des enfants, le développement économique et l'écologie locale (Dincer, 1999). Ainsi, pour résoudre les difficultés d'accès au bois de chauffe par les ménages ruraux et réduire les effets néfastes sur l'environnement, un programme a été initié depuis 2009 portant sur une source d'énergie innovante : le biogaz. Cette opération a déjà installé 72 biodigesteurs dans la région de Kaolack. Cette région a été choisie car l'élevage y est très présent, comme d'ailleurs dans l'ensemble du pays, car il faut disposer quotidiennement de déjections animales pour faire fonctionner les biodigesteurs. Le secteur de l'élevage constitue la seconde activité agricole après l'agriculture. En 2010, ce sous secteur a représenté 23,6 % du PIB du secteur primaire et a contribué pour 4,1 % du PIB du Sénégal (ANSD, 2011). L'élevage constitue la principale source de revenus dans les zones à vocation pastorale. La demande en énergie de cuisson est d'autant plus importante pour les élevages qui produisent du lait et pour les éleveurs qui souhaitent le commercialiser car alors il faut normalement procéder à la pasteurisation.

Le biodigesteur est une innovation technologique qui produit un gaz combustible, appelé biogaz. Cette production de biogaz se fait à partir d'un processus de fermentation anaérobie des déjections animales et plus particulièrement avec les bouses de vaches dans une cuve

souterraine (Amigun et Blotnitz, 2007). Le biogaz est un mélange gazeux, constitué essentiellement par le méthane (CH₄) et le gaz carbonique (CO₂), qui permet aux ménages ruraux d'assurer les tâches de cuisson (Saidi et Abada, 2007). Il contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) dégagés par le fumier des animaux déposés par terre (Massé *et al.*, 2011).

L'objectif général de cette étude est de quantifier les avantages de l'utilisation des biodigesteurs dans les élevages laitiers de Kaolack par rapport à l'utilisation du bois et de manière spécifique :

- Caractériser les ménages enquêtés ;
- Ressortir les avantages de l'utilisation des biodigesteurs.

MATERIEL ET METHODES

ZONE D'ETUDE

L'étude a été réalisée dans la partie centrale du Sénégal (Figure 1), dans la région administrative de Kaolack située entre 14°30' et 16°30' de longitude ouest et 13°30' et 14°30' de latitude nord. Cette région s'étend sur 4 927 km² avec une population de 918 355 habitants (ANSD, 2014). Elle se situe ainsi entre la zone sahélienne sud et la zone soudanienne nord.

Le climat de la région se caractérise par des températures moyennes élevées d'avril à juillet (15-18°C à 35-40°C), une saison sèche de novembre à juin/juillet (8 à 9 mois) et une courte saison des pluies (juin/ juillet à octobre). Les précipitations se situent en moyenne entre 800 et 900 mm par an. Située au cœur du bassin arachidier, la capitale du Saloum constitue une région carrefour et frontalière avec la Gambie. Elle regorge dans le Sud-Est de la région des terres propices à la production de cultures vivrières et surtout de l'arachide.

L'élevage est pratiqué selon un mode extensif avec des fermes semi intensives dans la zone périurbaine de Kaolack. Les embouches bovine, ovine et l'aviculture se développent peu à peu autour des centres urbains. L'effectif du cheptel de la région de Kaolack est estimé à 125 280 bovins et 1 532 710 petits ruminants .

C'est fort de toutes ces potentialités et des fortes ambitions du Programme National du Biogaz domestique (PNB) d'installer 8 000 biodigesteurs que la région de Kaolack a été choisie.

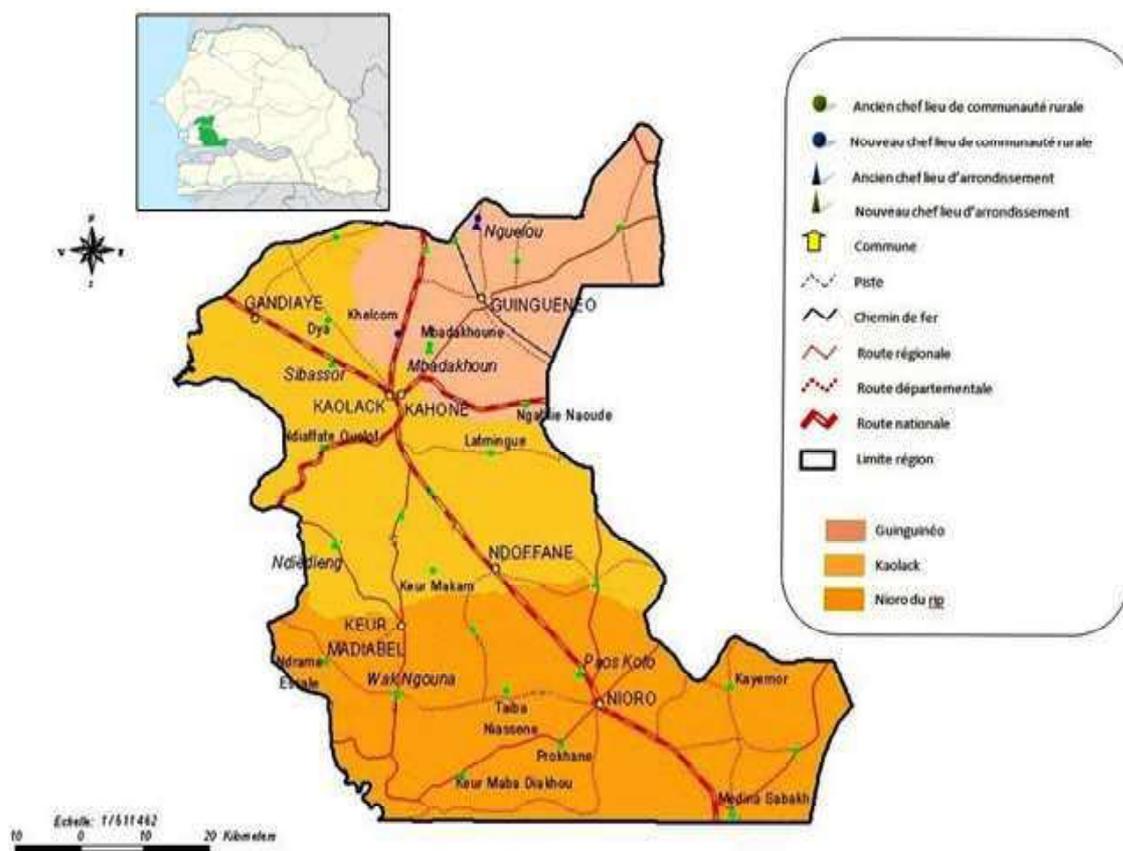


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur la carte du Sénégal
Localization of the study area on the map of Sénégal

ECHANTILLON

Cinquante-huit ménages détenteurs de biodigesteurs de la région de Kaolack ont été enquêtés pour l'analyse des facteurs d'adoption et de son utilisation. Cet échantillon représentait 80,55 % des ménages détenteurs de biodigesteurs. Autant de ménages ne bénéficiant pas de biodigesteurs ont aussi été enquêtés dans le but d'avoir des éléments de comparaison avec les premiers. La méthode d'appariement a été utilisée pour évaluer les effets de l'utilisation du biodigesteur et du bois dans des exploitations des mêmes zones. Les exploitations sont réparties dans 39 villages appartenant aux 3 départements de la région de Kaolack (21 à Kaolack, 2 à Guinguinéo et 16 à Nioro). Les enquêtes dans le département de Guinguinéo se sont limitées à 2 villages puisque les biodigesteurs installés n'existent que dans ces zones.

METHODOLOGIE

Des enquêtes ont été réalisées auprès des ménages utilisateurs de biogaz et/ou d'autres sources d'énergie comme le bois, le charbon, le gaz butane, le fumier des bovins pour la cuisson. Une approche par appariement a été utilisée pour mener les enquêtes auprès des ménages ruraux petits producteurs de lait utilisateurs et d'autres non utilisateurs de biodigesteurs. Cette méthode consiste à mener une étude comparative entre les ménages ayant installé un biodigesteur et ceux qui n'en ont pas. Le même nombre de ménages est choisi dans les mêmes villages. Les caractéristiques observables et qui sont censées agir sur l'accès au biodigesteur, telles que l'âge, le sexe, le niveau de scolarisation, la taille des ménages, le nombre de bovins, la superficie des cultures, permettent de faire la comparaison entre les individus. Par la suite, des observations directes

ont été également faites au niveau des exploitations détentrices de biodigesteurs pour observer les modes d'utilisation de cet outil.

Des personnes ressources comme les agents du programme National du Biogaz Domestique, des services techniques de l'élevage, des eaux et forêts ont également été rencontrées en vue de recueillir leurs avis et expériences par rapport aux biodigesteurs.

La collecte des données a été réalisée avec un questionnaire et un guide d'entretien.

Le questionnaire a été conçu pour recueillir des informations sur la structure de l'exploitation, le volet environnemental, les charges de l'exploitation, les produits de l'exploitation.

Quant au guide d'entretien, il a permis de réaliser les interviews et prend en compte l'identification, le type de combustible utilisé, les dépenses énergétiques liées à la cuisson, le temps total nécessaire à la collecte du bois, les types de pathologies rencontrées avec l'utilisation d'un combustible autre que le biogaz.

Les entretiens se sont déroulés aux mois de mai et juillet 2014.

TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

Les données récoltées ont été saisies et traitées avec le logiciel Sphinx Plus et le logiciel SPSS 20. Des paramètres de statistiques descriptives ont été calculés afin de caractériser les ménages visités et des tests d'égalité de moyennes réalisés pour comparer les dépenses moyennes en combustibles et en engrais entre les deux catégories de ménages.

RESULTATS

CARACTERISTIQUES DES MENAGES ENQUETES

Plus de la moitié des ménages enquêtés (55,20 %) sont constitués par une population variant de 10 à 20 personnes (Tableau 1). La moyenne des individus par exploitation est de 17,59 avec un écart-type de 9,66. Le reste de la population est répartie dans les autres ménages avec 14,70 % contenant moins de 10 personnes, 20,70 % des ménages avec 20 à 30 personnes avec une prédominance d'hommes (79 %) contre 21 % de femmes.

Les populations enquêtées sont pour la plupart (47,4 %) vieillissantes avec un âge de 50 ans et plus. Une bonne partie de la population (45,7 %) a un âge qui varie entre 35 et 50 ans et une infime partie (6,9 %) constitue la population active avec un âge de 20 à 35 ans (Tableau 2). Les populations ont pour la plupart des activités d'élevage combinées à l'agriculture (77 %). Ensuite ces deux activités peuvent être combinées à la maçonnerie, au commerce, à la couture, etc.

CARACTERISTIQUES DES BIODIGESTEURS VISITES

Les biodigesteurs visités étaient de différentes capacités comme notées dans le (Tableau 3). Seuls 19 biodigesteurs fonctionnent normalement à plein temps, 2 de manière saisonnière et 37 ne fonctionnent plus.

Tableau 1 : Taille du ménage de l'exploitation
size of the exploitation household

| Taille du ménage de l'exploitation | Nombre | Fréquence |
|------------------------------------|--------|-----------|
| Moins de 10 | 17 | 14,70 % |
| 10 - 20 | 64 | 55,20 % |
| -20 - 30 | 24 | 20,70 % |
| - 30 - 40 | 7 | 6,00 % |
| -40 - 50 | 1 | 0,90 % |
| - 50 - 60 | 1 | 0,90 % |
| 60 et plus | 2 | 1,70 % |
| TOTAL OBS. | 116 | 100 % |

Tableau 2 : Répartition des chefs d'exploitations en fonction de l'âge et du sexe*Distribution of farm managers according to age and sex*

| Sexe/Âge | 20-35 | 35-50 | 50 et plus | TOTAL | Fréq. |
|-----------|--------|---------|------------|-------|---------|
| Hommes | 4 | 37 | 51 | 92 | 79,30 % |
| Femmes | 4 | 16 | 4 | 24 | 20,70 % |
| TOTAL | 8 | 53 | 55 | 116 | 100 % |
| Fréquence | 6,90 % | 45,70 % | 47,40 % | 100 % | |

CAUSES DE NON FONCTIONNALITE DES BIODIGESTEURS

Plusieurs raisons font qu'il y a ce fort taux de biodigesteurs qui ne fonctionnaient pas et les plus fréquentes sont retracées à la (Figure 2).

Le biodigesteur fonctionnel fournissait aux ménages de l'énergie pour la cuisson et pour l'éclairage. Plus du quart (25,86 %) des ménages avec biodigesteurs utilisait le biogaz comme source d'éclairage. De même, (36, 20 %) préparent les repas et pasteurisent le lait.

AVANTAGES DE L'UTILISATION DU BIOGAZ

Près d'un tiers des ménages avec biodigesteurs (32,8 %) mettait moins de 2 h par jour pour la recherche du bois et 2 h pour la cuisson d'un repas contre 67,25 % de ménages sans biodigesteurs qui y consacraient 2 à 6 h par jour et mettent plus de 3h pour la cuisson d'un repas (Figures 3 et 4).

La fréquence des pathologies respiratoires et oculaires était beaucoup plus basse au niveau

des exploitations utilisatrices de biodigesteurs respectivement 34 cas et 31 cas contre 57 et 51 au niveau des exploitations sans biodigesteurs (Figure 5).

Les ménages sans biodigesteurs dépensaient mensuellement en moyenne 3150 FCFA pour l'achat de bois et de charbon contre 1350 FCFA pour les ménages utilisateurs du biodigesteur. Ce résultat est confirmé par le test d'égalité des moyennes (avec H_0 : La différence entre les deux moyennes est nulle et H_1 : la différence est différente de 0) avec un bon seuil de significativité ($p = 0,018$).

L'utilisation du compost issu des biodigesteurs permettait de réduire l'utilisation de l'engrais chimique, 23105 F CFA contre 58845 F CFA par hectare pour les détenteurs et non détenteurs de biodigesteurs respectivement. Les tests statistiques montrent qu'il n'y a pas de différence significative sur l'achat d'engrais chimique entre les utilisateurs du compost issu du biodigesteur et les non utilisateurs de ce compost ($p = 0,47$).

Tableau 3 : Répartition des biodigesteurs en fonction de la capacité*Distribution of biodigesters according to the capacity*

| Capacité (m3) | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | Total |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| Nombre de biodigesteurs | 2 | 16 | 20 | 18 | 1 | 1 | 58 |
| fréquence (%) | 3,45 | 27,59 | 34,49 | 31,03 | 1,72 | 1,72 | 100 |

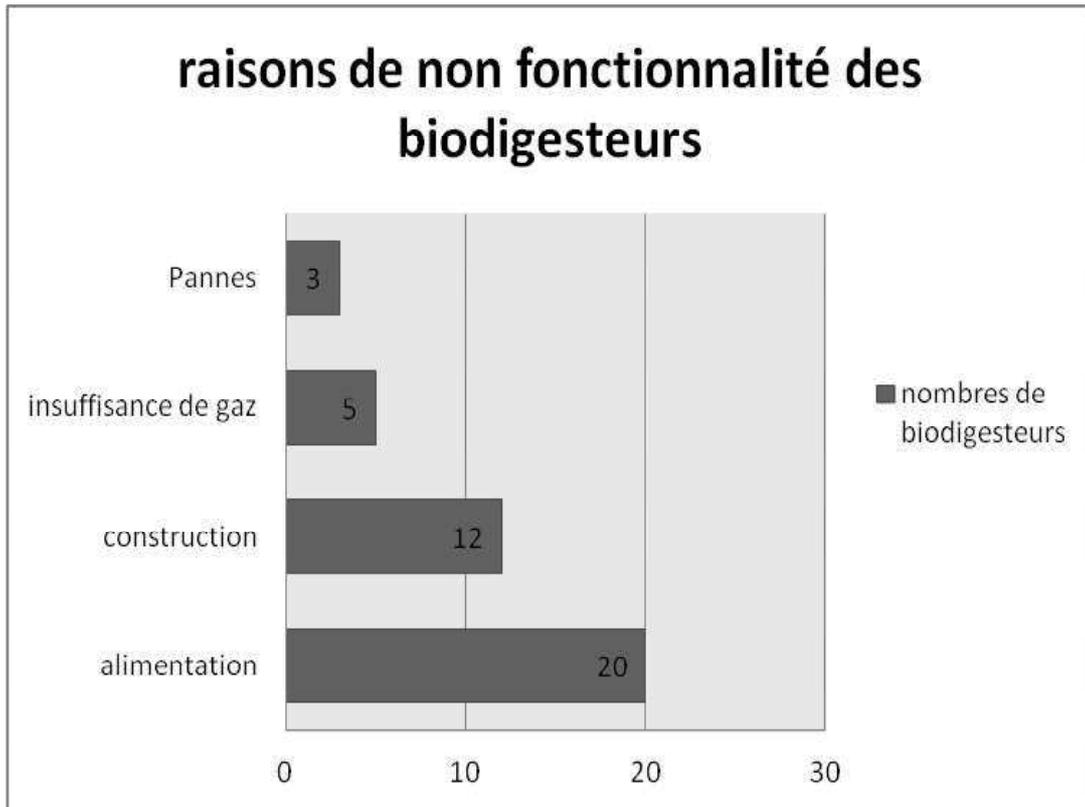


Figure 2 : Causes de non fonctionnalité des biodigesteurs dans la région de Kaolack
Causes of non functionality of biogasifiers in Kaolack region

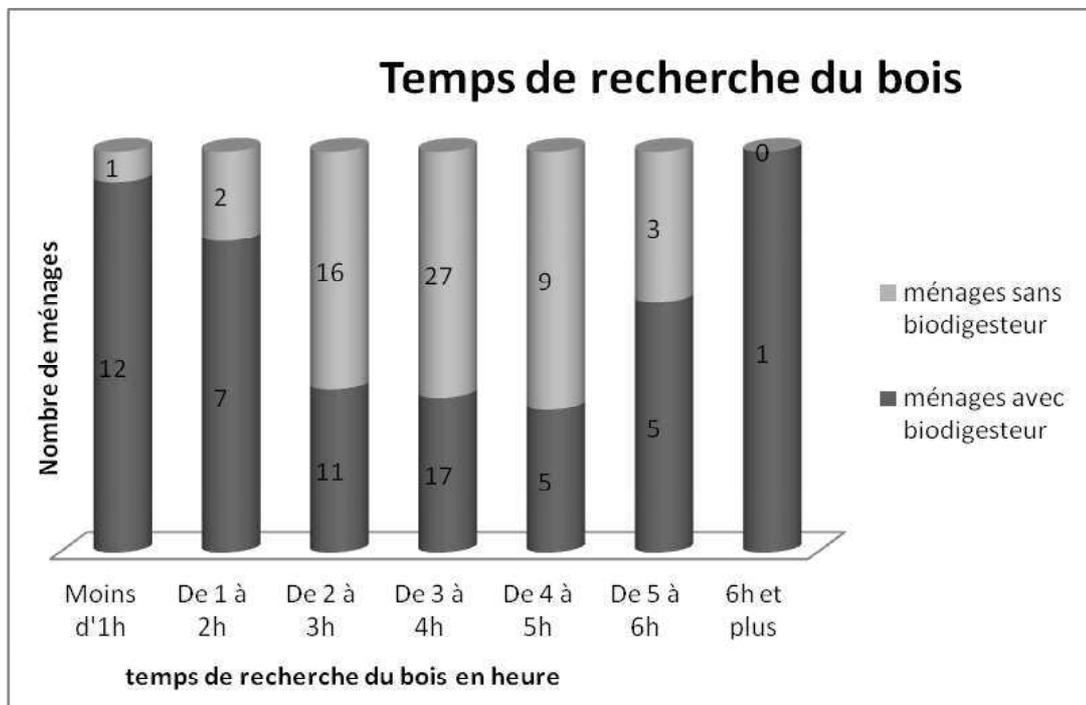


Figure 3 : Temps destiné à la recherche de bois des ménages enquêtés de la Région de Kaolack.

Time for research wood of households surveyed in Kaolack Region.

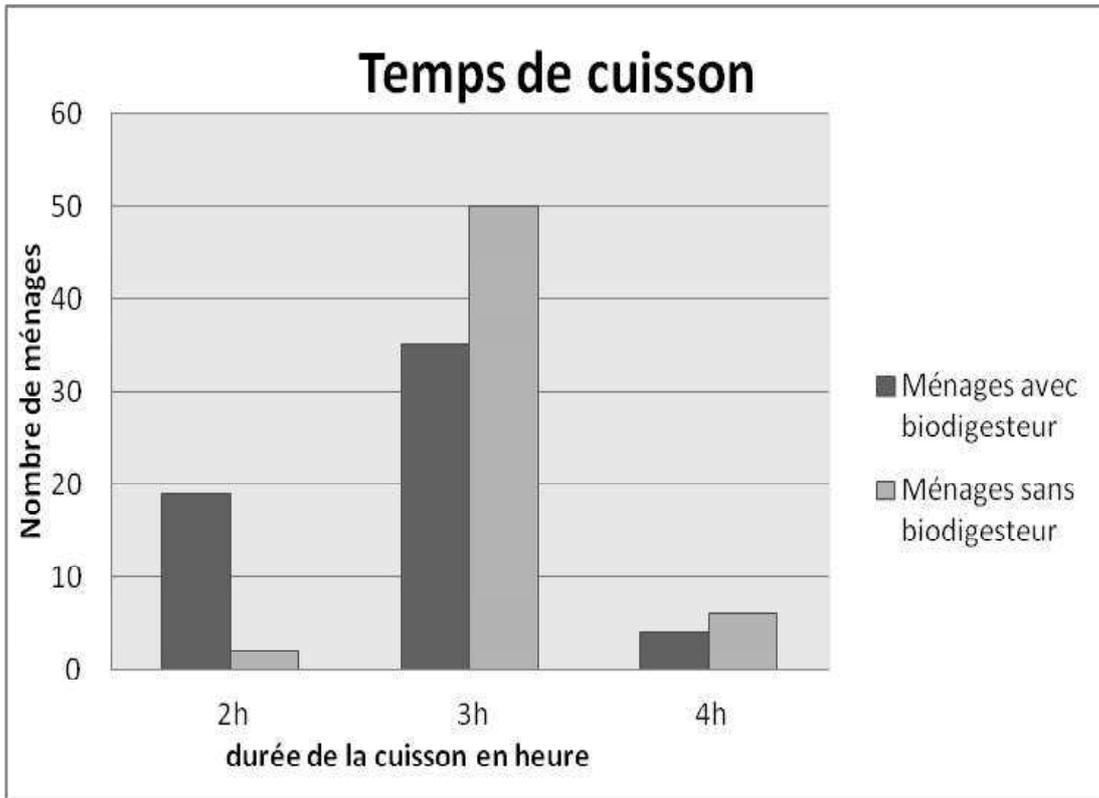


Figure 4 : Temps destiné à la cuisson des ménages enquêtés de la Région de Kaolack
Time for cooking of households surveyed in the region of Kaolack

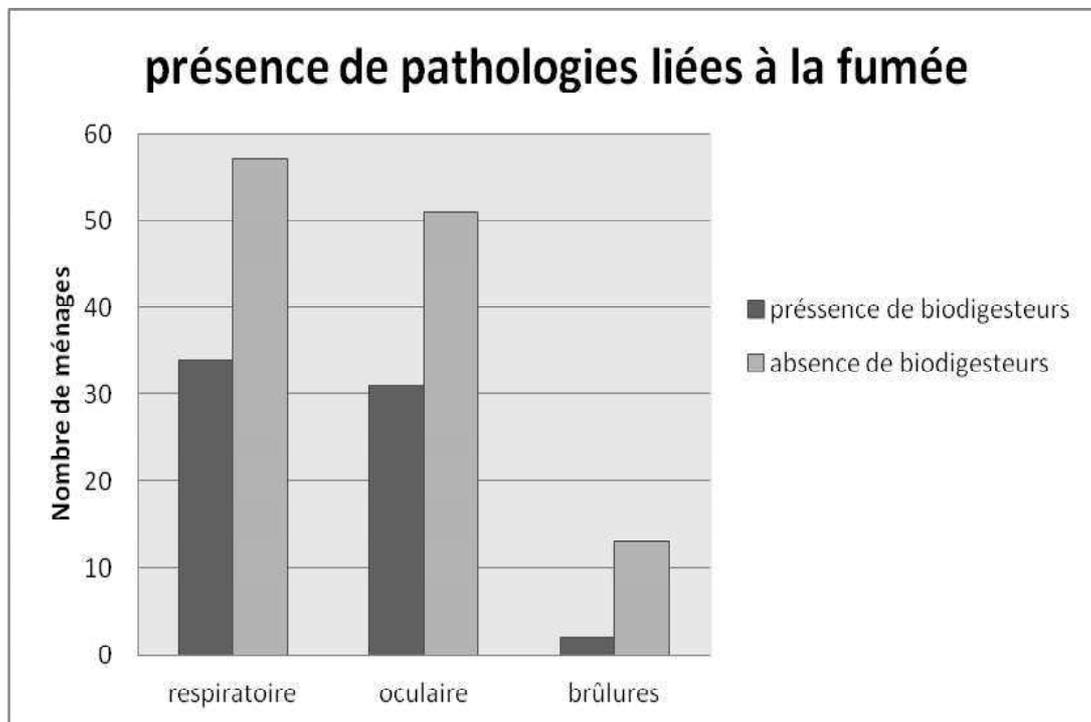


Figure 5 : Fréquence des pathologies des ménages enquêtés de la Région de Kaolack.
Households surveyed pathologies frequency of the Region of Kaolack.

DISCUSSION

Environ 36,20 % des ménages qui ont mis en place des unités de production de biogaz ont enregistré un certain succès. Les ménages qui ont rencontrés des difficultés sont essentiellement ceux pour qui, le fumier disponible est insuffisant pour le fonctionnement du biodigesteur ou ceux pour qui les unités de biogaz ont été mal construites. Souvent, il s'agit de paysans qui ne nourrissaient le bétail à l'étable que le matin et le soir, les animaux étant conduits au pâturage le reste de la journée. De même, les producteurs dont les animaux étaient en transhumance, pendant la période des enquêtes avaient des difficultés pour bien faire fonctionner leurs biodigesteurs. Les ménages qui possédaient seulement un ou deux bovins ont également des problèmes pour réunir la quantité de fumier nécessaire au bon fonctionnement du biodigesteur, surtout lorsque la taille du ménage est assez importante. L'alimentation régulière du digesteur est également une tâche difficile pour certains ménages qui laissaient ce travail aux femmes puisqu'elles sont les premières à bénéficier des résultats du biodigesteur. Ce serait plus facile si toute la famille était impliquée dans la gestion quotidienne de l'installation.

De façon générale, le biodigesteur est particulièrement apprécié dans les ménages fortement peuplés où le bois de chauffage constitue un problème majeur (Rao *et al.*, 2010). Il permet d'économiser le bois de chauffage et l'argent dépensé pour l'énergie. Les agropasteurs qui constituent la majorité de l'échantillon et qui ont adopté une approche intégrée de cultures et d'animaux dans leurs fermes connaissent plus de succès parce qu'ils utilisent le compost pour fertiliser leurs champs. Ceci augmente de manière significative la production car ce digestat peut servir comme un amendement agricole à cause de ses qualités fertilisantes vu sa teneur en Azote, Phosphore, Potassium, Calcium, etc. (Saidi et

Abada, 2007). Ils économisent de l'argent qui aurait été par ailleurs utilisé pour acheter de l'engrais et du temps utilisé pour préparer le compost, car le purin n'a besoin d'aucun traitement avant utilisation.

Il a été démontré en Chine que la mise en œuvre des biodigesteurs peut provoquer une réduction de 40 % de l'utilisation du bois comme énergie de cuisson dans les familles de deux zones rurales de Chine (Peidong *et al.*, 2009). Cette réduction de la consommation du bois est due à l'utilisation du biogaz. Ce résultat est semblable à la réduction de 44 % de la consommation de bois obtenue dans les fermes laitières kenyanes avec biodigesteurs (Dohoo *et al.*, 2013). Cette présente étude permet aussi de constater des résultats similaires avec des réductions de 42,85 % des dépenses sur l'achat de bois et de charbon.

Avoir un biodigesteur dans un ménage est également associé à des gains significatifs de temps consacré à la collecte du bois de feu, à la cuisson (Akinbami *et al.*, 2001). Mais aussi à des réductions des pathologies surtout respiratoires, oculaires et des cas de brûlures comme en attestent les résultats d'une étude sur les opportunités et défis de la production de bioénergie dans les pays en développement (Surendra *et al.*, 2013). De même, une étude menée au Népal a fait ressortir que le biogaz peut avoir des avantages importants pour la santé (Farouque et Hameed, 2012). Sur 42 répondants d'une enquête menée en 2000 auprès d'utilisateurs de biogaz qui avaient des problèmes respiratoires dans le passé, il a été signalé que le problème s'est amélioré pour 34 d'entre eux (Acharya *et al.*, 2005).

Cependant, les détenteurs de biodigesteurs rencontrent des difficultés liées à l'entretien et à la maintenance de ceux-ci. Des pannes sont souvent notées et les utilisateurs ne disposent pas de technologie pour la réparation et le Programme National Biogaz n'est pas toujours disponible pour aider les bénéficiaires dans l'entretien et la réparation.

CONCLUSION

Cette étude fournit des preuves d'amélioration vers moins de dépendance vis-à-vis du bois comme combustible et une meilleure qualité des conditions de vie en milieu rural plus particulièrement pour les femmes qui se chargent de la recherche du bois et des tâches de cuisson. Les exploitations ayant des biodigesteurs signalent également des améliorations dans la production agricole grâce à l'utilisation d'engrais et la réduction de la quantité de fumée de bois à laquelle elles sont exposées.

En raison de l'importance croissante accordée à l'utilisation durable des ressources naturelles, les biodigesteurs devraient être considérés sous un angle beaucoup plus large, particulièrement le rôle potentiel qu'ils jouent dans le recyclage des éléments fertilisants et qui réduit la dépendance des engrais minéraux et facilite donc la pratique de l'agriculture biologique. Nos résultats mettent en évidence la diversité des avantages créés par cette technologie et fournissent une justification pour une enquête plus approfondie sur les impacts réels de l'utilisation des biodigesteurs dans les exploitations laitières, mais aussi l'adaptation de cette technologie à des stérilisateurs, des réfrigérateurs pour faciliter la transformation et la conservation du lait à la ferme.

REFERENCES

- ANSD, 2011. Situation économique et sociale du Sénégal 2010. Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie, 359 p.
- ANSD, 2014. Recensement général de la population et de l'habitat, de l'agriculture et de l'élevage, 36 p.
- Acharya J., Bajgain M. S., Subedi M. P. S. 2005. Scaling up biogas in Nepal : what else is needed ? *Boil. Point* 50, 1 - 4.
- Akinbami, J. F., Ilori M. O., Oyebisi T. O., Akinwumi, Adeoti O. 2001. Biogas energy use in Nigeria : current status, future prospects and policy implications. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 5, 97 - 112.
- Amigun B., Blottnitz H., von. 2007. Investigation of scale economies for African biogas installations. *Energy Convers. Manag.* 48, 3090 - 3094.
- Bruce N., Perez-Padilla R., Albalak R. 2002. The health effects of indoor air pollution exposure in developing countries. *Geneva World Health Organ.* 11, 41 p.
- Dincer I. 1999. Environmental impacts of energy. *Energy Policy* 27, 845 - 854.
- Dohoo C., VanLeeuwen J., Read Guernsey J., Critchley K., Gibson M. 2013. Impact of biogas digesters on wood utilisation and self-reported back pain for women living on rural Kenyan smallholder dairy farms. *Glob. Public Health* 8, 221 - 235.
- Farouqe, N., Hameed S. 2012. Effective Use of Technology to Convert Waste into Renewable Energy Source. *Life Sci. J.* 9.
- Massé D. I., Talbot G., Gilbert Y. 2011. On farm biogas production : A method to reduce GHG emissions and develop more sustainable livestock operations. *Anim. Feed Sci. Technol.* 166 - 167, 436 - 445.
- Peidong Z., Yanli Y., jin S., Yonghong Z., Lisheng, W., Xinrong L. 2009. Opportunities and challenges for renewable energy policy in China. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 13, 439 - 449.
- Rao P. V., Baral S. S., Dey R., Mutnuri S. 2010. Biogas generation potential by anaerobic digestion for sustainable energy development in India. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 14, 2086 - 2094.
- Saidi A., Abada B. 2007. La biométhanisation : une solution pour un développement durable. *Rev. Energ. Renouvelables*, 31 - 35.
- Surendra K. C., Takara D., Jasinski J., Kumar Khanal S. 2013. Household anaerobic digester for bioenergy production in developing countries : opportunities and challenges. *Environ. Technol.* 34, 1671 - 1689.