



UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO



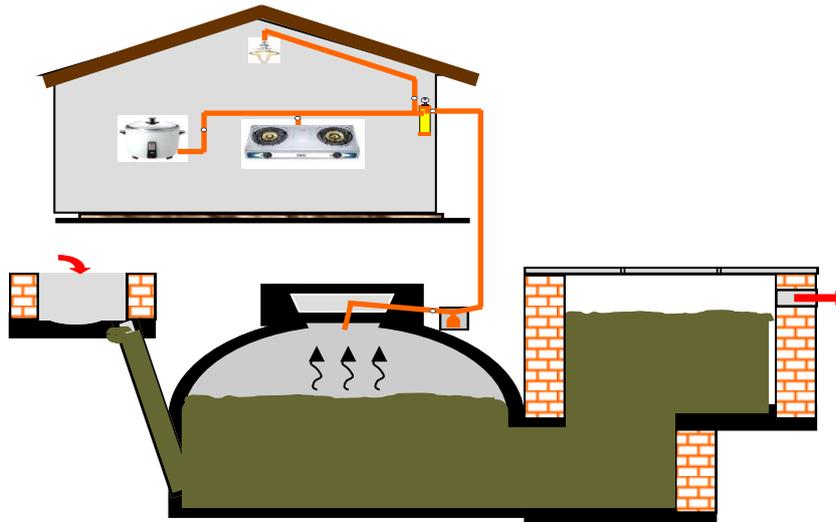
-----  
INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR D'ANTSIRABE –  
VAKINANKARATRA  
-----

Mention : ENVIRONNEMENT

Parcours : GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Licence Professionnelle

## « ANALYSE DE LA PERCEPTION DES HABITANTS PERIURBAINS D'ANTSIRABE SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES COMME LE BIOGAZ »



Par Mademoiselle Nathalie RAZANAMPAMONJY

Soutenu le : 13 avril 2018

Membre de Jury

Président : Docteur Fidèle RAHARIMALALA

Examineur : Docteur Rodolphe RASOLOARIVONY

Encadreur professionnel : Monsieur Jaona ANDRIANATOANDRO R.

Encadreur pédagogique : Docteur Aro Vonjy RAMAROSANDRATANA

## **DEDICACES**

- **DE L'ÉTERNEL**

« Tu es le guide dans ma vie et mon sauveur, sans Toi, je ne suis rien mais avec Toi, le Christ me donne la force »

- **A MES PARENTS**

Pour vos aides financières, vos encouragements, vos assurances, qui m'ont tant motivé à progresser chaque jour.

- **A MES FRERES ET SOEURS**

Pour vos aides précieuses et inoubliables.

## REMERCIEMENTS

*Je voudrais d'adresser mes remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire, particulièrement à:*

*Monsieur Eddie Franck RAJAONARISON, Directeur de l'université IES-AV Antsirabe (Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra), pour les formations que nous avons reçues auprès de l'IES-AV.*

*Monsieur Guy Alain RASITEFANOELINA, Directeur de l'association FAFAFI/SPAM d'Antsirabe, qui a accepté de me superviser durant ce travail.*

*Madame Fidèle RAHARIMALALA, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences, nos profonds respects pour avoir accepté de présider cette soutenance.*

*Monsieur Rodolphe RASOLOARIVONY, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences, nos vifs remerciements sur l'honneur que vous nous avez fait en acceptant d'examiner ce travail.*

*Monsieur Aro Vonjy RAMAROSANDRATANA, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences, qui nous a encadré, nos sincères remerciements pour votre disponibilité, vos appuis et vos instructions durant la réalisation de ce travail.*

*Monsieur Jaona R. ANDRIANATOANDRO, Techniciens du projet biogaz à la FAFAFI/SPAM d'Antsirabe, notre encadreur professionnel. Ce travail n'aurait pu être achevé sans votre patience et vos conseils.*

*Tous les enseignants de l'IES-AV et à toute l'équipe de personnels de la FAFAFI/SPAM, grand merci pour les meilleures reconnaissances et recommandations que vous avez données durant nos formations.*

# TABLES DES MATIERES

<b>DEDICACES</b> .....	<b>i</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>ii</b>
<b>TABLES DES MATIERES</b> .....	<b>iv</b>
<b>ACRONYMES</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTE DE CARTE</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>vi</b>
<b>GLOSSAIRE</b> .....	<b>vii</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>I. MATERIELS ET METHODE</b> .....	<b>3</b>
I.1 Milieu d'étude .....	3
I.2 Matériels.....	4
I.3 Méthodes.....	5
<b>II. RESULTATS</b> .....	<b>7</b>
II.1 Profil des informateurs .....	7
II.2 Sources d'énergies utilisées.....	7
II.3 Perceptions du biogaz par les habitants.....	7
II.4 Profil des ménages utilisant le biogaz .....	10
II.5 Volume de consommation de gaz obtenu par les 13 ménages .....	11
II.6 Production de biogaz.....	12
II.7 Dépense d'énergie par foyer.....	13
II.8 Estimation du coût du kWh.....	15
<b>III. DISCUSSION ET SUGGESTION</b> .....	<b>16</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>19</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>20</b>
<b>ANNEXE</b> .....	<b>21</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>22</b>

## **ACRONYMES**

ATEE : Association Technique Energie Environnement.

DREF : Direction Régionale de l'Environnement et des Forêts.

FAFAFI/SPAM : Fanentanana Fambolena Fiompiana/ Sinodam-Parintany Avaratr'i Mania.

FAO : Food and Agriculture Organisation.

GES : Gaz à effet de serre.

NREAP: National Renewable Energy Action Plans.

## LISTE DE CARTE

Carte 1 : Localisation de la commune d'Antsirabe .....	4
--	---

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Biodigesteur de 10M3 installé par FAFAFI/SPAM à Antsirabe avec le récipient destiné à recevoir les fientes de zébus (flèche). .....	5
Figure 2 : Enquête chez un éleveur à Amboronomy, zone suburbaine d'Antsirabe .....	6
Figure 3 : Utilisation de différentes sources d'énergie par les ménages des zones suburbains d'Antsirabe (n = 120). .....	7
Figure 4 : Distribution des ménages utilisant du biogaz en fonction du nombre de personnes (n = 13). .....	12
Figure 5 : Evolution de la production nette de gaz par semaine chez un ménage d'un Fokontany suburbaine d'Antsirabe. ....	12
Figure 6 : Volume net de gaz produit en fonction du nombre de seaux de fientes de zébus versés par jour dans le biodigesteur (n=13). .....	13
Figure 7 : (A) Lampes économique 75 Watt, (B) Réchaud à 2 feux avec une flamme bleue, (C) Rice cooker de 3 litres (flèche) sur un réchaud à 2 feux. ....	14

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Perceptions et significations du mot « biogaz » selon les habitants des zones suburbains d'Antsirabe (n = 120). .....	8
Tableau 2 : Avantages de l'utilisation du biogaz selon les habitants des zones suburbains d'Antsirabe, après une brève description du procédé et de ses applications (n = 155). .....	9
Tableau 3 : Inconvénients de l'utilisation du biogaz selon les habitants des zones suburbains d'Antsirabe, après une brève description du procédé et de ses applications (n = 121). .....	10
Tableau 4 : Répartition des utilisateurs de biogaz dans les Fokontany des zones suburbains d'Antsirabe. ....	11
Tableau 5 : Estimation des besoins énergétiques d'un ménage utilisant du biogaz en zones suburbains d'Antsirabe. ....	15
Tableau 6 : Coût mensuel des dépenses pour la maintenance et le fonctionnement d'un biodigesteur de 10M3. ....	16

## GLOSSAIRE

**Biogaz** : Le biogaz est un gaz inflammable, utilisé comme combustible pour le réchaud de la cuisine, rice-cooker et la lampe, etc. Il est obtenu à partir de la fermentation anaérobie des excréments animaux, humains, ainsi que des quelques végétaux dans l'eau.

**Développement durable** : C'est la notion qui définit le besoin de transition et de changement dont a besoin notre planète et ses habitants pour vivre dans un monde plus équitable, en bonne santé et en respectant l'environnement.

**Effet de serre** : c'est un processus naturel résultant de l'influence de l'atmosphère sur les différents flux thermiques contribuant aux températures au sol d'une planète.

**Foyer** : Le foyer désigne une unité sociologique vivant dans un logement. Il désigne tout aussi bien une famille qu'une personne seule dans une maison, un appartement, etc.

**Ménage** : est un ensemble de personnes partageant le même logement et participant à son économie.

**Méthane** : gaz combustible incolore et inodore de la série de paraffine.

**Méthanisation** : La méthanisation est un procédé biologique permettant de valoriser des matières organiques en produisant du biogaz qui est une source d'énergie renouvelable.

**Recyclage** : C'est la réintroduction directe d'un déchet dans le cycle de production dont il est issu, en remplacement total ou partiel d'une matière vierge (verre, papier, etc).

## INTRODUCTION

La production et la valorisation de biogaz à partir de substrats d'origine agricole, urbaine et industriel sont au cœur des enjeux du développement durable en permettant, la production d'énergie renouvelable, la diminution des gaz à effets de serre et le recyclage des déchets.

La récupération de biogaz et sa combustion vise un double objectif : l'un sur l'écologie car le méthane est un GES (Gaz à effet de serre) dont le potentiel de réchauffement est 24 fois supérieur à celui du gaz carbonique ; l'autre sur l'économie, car la valorisation énergétique du biogaz par combustion se substitue à l'usage d'énergies fossiles en produisant de l'électricité ou de la chaleur (http1). Ce procédé appelé méthanisation apparaît comme une solution intéressante pour la protection de notre environnement.

Plusieurs efforts ont été déployés par différents pays dans le développement d'énergies renouvelables. En Chine, 6,8 millions de digesteurs ont été construits en 1997 et près de 11 million en 2005 (http2) et en France, environ 200 installations de méthanisation étaient opérationnelles en 2011. Selon le plan d'action européen NREAP sur les énergies renouvelables (National Renewable Energy Action Plans, 2010) il est attendu qu'en 2020, 27% de l'électricité soient renouvelables et que dans les transports, 10% de la consommation soient issus d'énergies renouvelables. En parallèle, les gaz à effet de serre doivent être réduits de 3% par an.

Pour un pays moins avancé comme Madagascar, la principale source d'énergie des ménages est le charbon de bois ou le bois de chauffe. En effet, il est estimé que 88% des ménages à Madagascar utilisent du charbon de bois avec un taux de consommation de 21,7 millions de m<sup>3</sup> par an (Direction Régionale de l'Environnement et des Forêts Vakinankaratra, communication personnelle). Cependant, ce système conduit à la destruction des forêts naturelles et de l'environnement car aucune politique sylvicole sérieuse ne vient compenser le prélèvement de bois. L'économie est basée essentiellement sur l'agriculture et l'élevage qui est du type familial à petite échelle. Néanmoins, il est assez diversifié selon les régions mais les types les plus courants sont l'élevage bovin, porcine et avicole (Andrianaivoarimasy, 1999). Ces animaux produisent des déchets qu'il est nécessaire de valoriser sous forme d'engrais et de biogaz. En 2002, l'Etat malgache

avait encouragé l'utilisation de différentes sources d'énergies renouvelables par les foyers dont le biogaz en substitution des énergies fossiles.

Plusieurs organismes et associations s'y sont investis, comme l'association FAFAFI/SPAM d'Antsirabe (Fanentanana Fambolena Fiompiana/Sinodam-parintany Avaratr'i Mania). Le développement de la filière biogaz a commencé vers l'année 2012 en remplacement des combustibles traditionnels. L'objectif est la vulgarisation du biogaz dans le milieu paysan du Vakinankaratra et de l'Amoron'i Mania pour réduire la pression sur les forêts de la région. En effet, pour la Commune Urbaine d'Antsirabe, seulement 11 370Ha de forêt approvisionnent en bois les 186 663 habitants (Direction Régionale de l'Environnement et des Forêts Vakinankaratra, communication personnelle). De plus, 67% de la population utilisent le charbon de bois comme source d'énergie domestique. La défaillance chronique de la compagnie d'électricité nationale et les coûts encore inaccessibles des kits solaires constituent des arguments en faveur du biogaz, si ce dernier est perçu favorablement par la population.

L'objectif de notre étude est d'analyser la perception des habitants concernant le développement des énergies renouvelables et en particulier le biogaz. Elle permet d'évaluer les taux de pénétration de ce type d'énergie au niveau de la population. Nous posons comme hypothèse que la méconnaissance des principes de production de biogaz constitue les raisons de la réticence des habitants et par conséquent du faible nombre d'utilisateurs enregistrés actuellement.

Ce travail a été effectué dans la Commune périurbaine d'Antsirabe à cause de l'extension rapide de la ville et de sa position d'interface entre la Commune Urbaine et les Communes Rurales environnantes. Les objectifs spécifiques de ce travail sont de : (i) identifier et évaluer la contribution des différentes sources d'énergie utilisées par les habitants, (ii) analyser la perception du biogaz par les habitants.

Ce travail se divise en 3 parties : la première partie relate la méthodologie de recherche, la deuxième partie est réservée aux résultats obtenus et la troisième partie concerne la discussion et les suggestions pour la suite de ce travail.

## **I. MATERIELS ET METHODE**

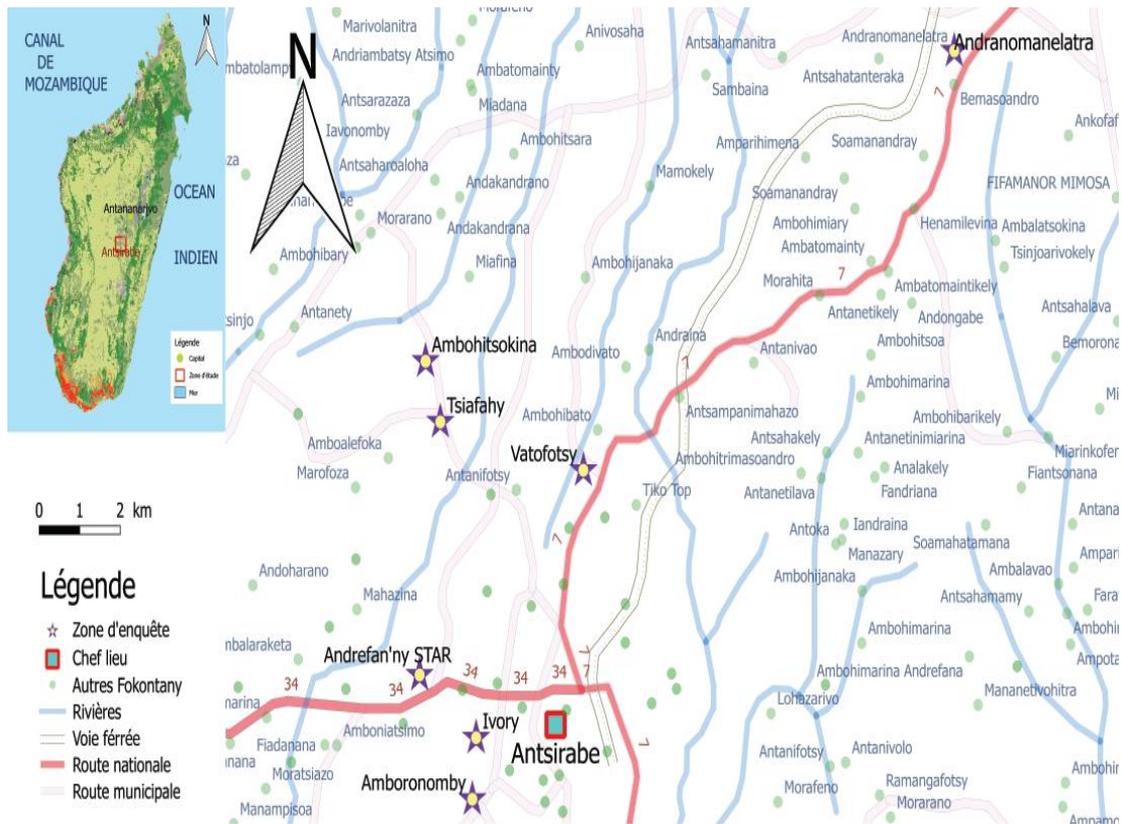
Notre travail a pour objectif d'évaluer les différentes sources d'énergie utilisées par les habitants de la Commune suburbaine d'Antsirabe. Pour cela, nous avons effectué des enquêtes auprès de ménages répartis dans les Fokontany de la Commune. Ensuite, nous avons ciblé particulièrement les ménages utilisant du biogaz en décrivant en détail les dépenses et les coûts de l'énergie produite. Nous avons porté une attention particulière aux raisons citées par les habitants concernant les avantages et les inconvénients du biogaz afin de pouvoir améliorer dans l'avenir les services offerts par les associations et opérateurs de la filière.

### **I.1 Milieu d'étude**

Antsirabe est une ville des hautes terres de Madagascar, chef-lieu de la région Vakinankaratra. C'est la deuxième plus grande ville de Madagascar avec une population urbaine estimée à 307 102 habitants en 2017. Elle est située à 1500m d'altitude et possède un climat frais (Carte 1). Antsirabe est aussi le centre industriel du pays hébergeant les principales industries alimentaires du pays.

L'étude a été réalisée en collaboration avec l'association FAFAFI/SPAM (Fanentanana Fambolena Fiompiana/Sinodam-parintany Avaratry Mania). La FAFAFI est une organisation chrétienne de l'Eglise Luthérienne Malgache qui œuvre pour l'amélioration des conditions de vie de la population rurale. Elle a été créée en 1985, et implantée dans le Fokontany d'Antsenakely (Centre-ville d'Antsirabe). Elle est active dans le développement de l'agriculture, de l'élevage et de la préservation de l'environnement, ainsi que dans l'implantation de micro-infrastructures. En 2012, la FAFAFI/SPAM a commencé à développer la filière biogaz.

Carte 1 : Localisation de la commune d'Antsirabe



## I.2 Matériels

La matière première pour la production de biogaz s'appelle biomasse. Le terme biomasse réunit toutes les substances organiques d'origine végétale et animale. Dans notre étude les substrats utilisés pour déterminer la production de gaz sont les fientes des zébus (Figure 1).



Figure 1: Biodigester de 10M3 installé par FAFAFI/SPAM à Antsirabe avec le récipient destiné à recevoir les fientes de zébus (flèche).

### I.3 Méthodes

- Considérations éthiques

Avant de commencer les travaux, une lettre d'introduction délivrée par la mention Environnement de l'IES-AV a été présentée au directeur de l'association FAFAFI /SPAM d'Antsirabe pour obtenir son autorisation. Il a insisté sur la nécessité de respecter l'organisation, la confidentialité des dossiers et l'identité professionnelle de l'association pendant et après la durée des travaux.

Ensuite, une visite a été effectuée chez les chefs de Fokontany ciblés pour leur expliquer les objectifs des travaux d'enquête auprès des habitants. Cette entrevue a permis d'obtenir la monographie des Fokontany particulièrement les données concernant la démographie et les activités professionnelles des habitants.

- Enquêtes

Les enquêtes ont été effectuées d'octobre à décembre 2017 dans 7 Fokontany de la Commune Suburbaine d'Antsirabe. Il s'agit des Fokontany d'Ambohitsokina, Amboronomby, Andranomanelatra, Andrefan'ny star Vatofotsy, Ivory FOFAMA et

Tsiafahy (Carte 1). Un total de 120 ménages a été visité avec une moyenne de 25 visites par Fokontany.



Figure 2 : Enquête chez un éleveur à Amboronomby, zone suburbaine d’Antsirabe

La plupart des informateurs ont été interviewés chez eux. Les enquêtes ont été conduites de manière structurée avec un questionnaire établi en avance et les questions ont été posées dans l’ordre durant l’entretien. Les informations recueillies concernent le profil des ménages, les sources d’énergie utilisée et leurs perceptions du biogaz (Annexe 1).

- Suivi de la production de biogaz

Pour des raisons pratiques, la production de biogaz a été suivie chez un foyer qui a opté pour ce type d’énergie. La production est enregistrée tous les samedis matin pendant trois mois entre les mois d’octobre et décembre 2017.

- Traitement et analyse des données

Les données collectées après enquête ont été saisies dans une feuille de calcul Excel<sup>®</sup> et ordonnées en fonction de l’informateur et des Fokontany. Les calculs de pourcentage et de moyenne ainsi que tous les graphiques ont été effectués avec le même logiciel Excel<sup>®</sup>.

## II. RESULTATS

Notre étude concerne l'évaluation des sources d'énergie utilisées par les ménages de la commune suburbaine d'Antsirabe. Plus particulièrement, une enquête a été menée au niveau des ménages utilisant du biogaz en vue de comprendre les conditions requises pour une utilisation plus large de ce type d'énergie renouvelable.

### II.1 Profil des informateurs

Les enquêtes ont été conduites auprès de 120 ménages localisés dans 7 Fokontany de la commune suburbaine d'Antsirabe. Les informateurs exercent différentes activités mais la plupart sont des agriculteurs. La majorité des personnes interviewées sont des hommes avec 56,7% contre 43,3% de femmes. L'âge moyen des informateurs est de 41 ans.

### II.2 Sources d'énergies utilisées

L'analyse de nos résultats montre que le charbon de bois constitue la principale source d'énergie utilisée par les ménages (68 %), suivie par du bois de chauffe avec 15%, alors que 11% seulement des ménages utilisent du biogaz (Figure 3).

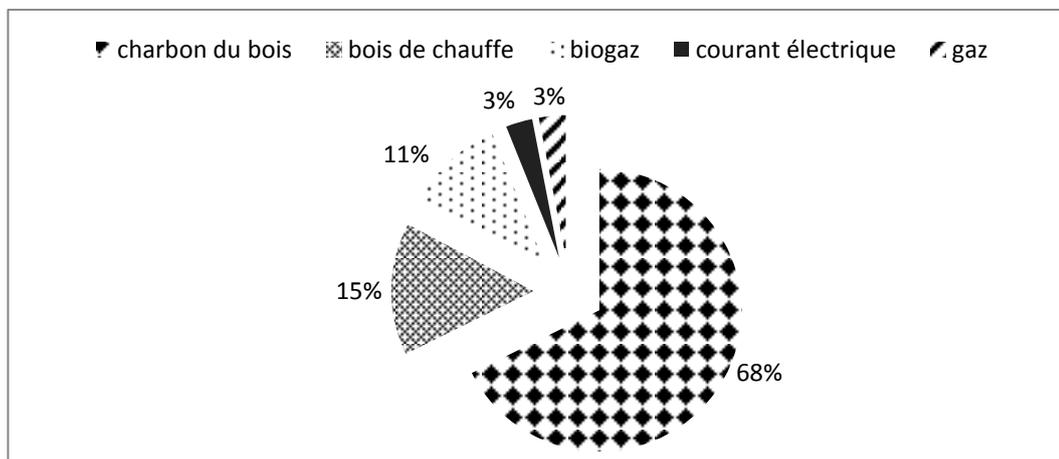


Figure 3 : Utilisation de différentes sources d'énergie par les ménages des zones suburbaines d'Antsirabe (n = 120).

### II.3 Perceptions du biogaz par les habitants

❖ *Significations du mot « biogaz »*

Plus de 64 % des personnes interrogées ignorent ce qu'est le biogaz, alors que 15% savent que c'est une source d'énergie renouvelable. Plus intéressant, environ 6% des informateurs l'associent à l'agriculture et 3% au compost (Tableau 1).

Tableau 1 : Perceptions et significations du mot « biogaz » selon les habitants des zones suburbains d'Antsirabe (n = 120).

Perceptions	Effectif	Pourcentage
Sans avis	77	64,2
Energie renouvelable	18	15
Liée à l'agriculture	7	5,8
Alcool/Pétrole	4	3,3
Compost	4	3,3
Nourriture	4	3,3
Insecticide	2	1,6
Médicament	1	0,8
Oxygène	1	0,8
Purification de gaz	1	0,8
Vapeur d'eau	1	0,8

❖ *Accessibilité au biogaz*

Après une brève explication par nos soins du procédé de production du biogaz et de ses diverses applications (avec des photos numérisées), 85% des personnes estiment que son utilisation est plutôt facile comparée aux autres sources d'énergies.

❖ *Avantages et inconvénients du biogaz*

Huit raisons ont été avancées par les informateurs comme étant les principaux avantages du biogaz parmi lesquelles sa relative facilité d'utilisation est la plus citée (Tableau 2). La

rapidité de la cuisson est aussi un \*des arguments les plus cités (23,2%) alors que l'absence de fumée notamment avec les modes de cuisson au charbon ou au bois constituent 11 % des citations.

Tableau 2 : Avantages de l'utilisation du biogaz selon les habitants des zones suburbains d'Antsirabe, après une brève description du procédé et de ses applications (n = 155).

Avantages du biogaz	Citations	Pourcentage (%)
Facile à utiliser	41	26,5
Sans avis	40	25,8
Cuisson rapide	36	23,2
Cuisson sans charbon ni bois	9	5,8
Cuisson sans fumée	8	5,2
Ne noircit pas la marmite	7	4,5
Source d'engrais biologique	5	3,2
Permet de réduire la déforestation	5	3,2
Economie d'énergie	4	2,6

Huit raisons ont été également citées par les informateurs comme inconvénients de l'utilisation du biogaz parmi lesquelles les coûts élevés de la production (30,5%). Curieusement, 12,4 % des avis lient la production de biogaz à un procédé qui épuise le stock d'engrais donc peu intéressant (Tableau 3).

Tableau 3 : Inconvénients de l'utilisation du biogaz selon les habitants des zones suburbaines d'Antsirabe, après une brève description du procédé et de ses applications (n = 121).

Inconvénients	Citations	Pourcentage
Sans avis	49	40,5
Coûts élevés des installations	37	30,5
Epuisement du stock d'engrais	15	12,4
Mode de cuisson inhabituel	7	5,8
Pas de problème	5	4,1
Faible fiabilité du procédé de production	3	2,4
Intoxications via la nourriture cuite au biogaz	2	1,7
Faible niveau de l'énergie produite	2	1,7
Emanation de gaz toxiques	1	0,8

#### **II.4 Profil des ménages utilisant le biogaz**

##### *❖ Taux de pénétration*

Treize ménages ont été enregistrés comme utilisateurs de biogaz dans les 7 fokontany suburbaines d'Antsirabe ciblés par l'étude. Le nombre de ménages utilisant le biogaz est faible variant de 1 à 5. Ce qui correspond à des taux d'utilisation entre 0,04 (Mahafaly) et 2,3% (Fokontany Andranomanelatra) en fonction du nombre de ménages par Fokontany. Le taux d'utilisation pour l'ensemble des Fokontany ciblés est de 0,2%. (Tableau 4).

Tableau 4 : Répartition des utilisateurs de biogaz dans les Fokontany des zones suburbains d'Antsirabe.

Fokontany	Installation de Biogaz	Nombre de ménages	Pourcentage
Andranomanelatra	5	220	2,27
Ambohitsokina	2	236	0,85
Ivory (Fofama)	2	208	0,96
Andrefan'ny Star	1	1554	0,06
Amboronomby	1	510	0,20
Vatofotsy	1	2347	0,04
Tsiafahy	1	409	0,24
Total	13	5484	0,24

Source : Etude personnelle et liste enregistrée dans la commune Antsirabe

## **II.5 Volume de consommation de gaz obtenu par les 13 ménages**

### *❖ Profil des utilisateurs*

Toutes les installations de bio digesteurs ont été effectuées dans le cadre du projet FAFIFI/SPAM (Fanentanana Fambolena sy Fiompiana/Synodam-Parintany Avaratr'i Mania). Les unités installées ont une capacité de 10 m<sup>3</sup> et sont toutes alimentées par de la fiente de zébus. Les ménages sont composés de 2 à 7 personnes avec une moyenne de 4,6 personnes par toit. C'est la classe des ménages composée de 5 personnes qui est la plus représentée (Figure 4).

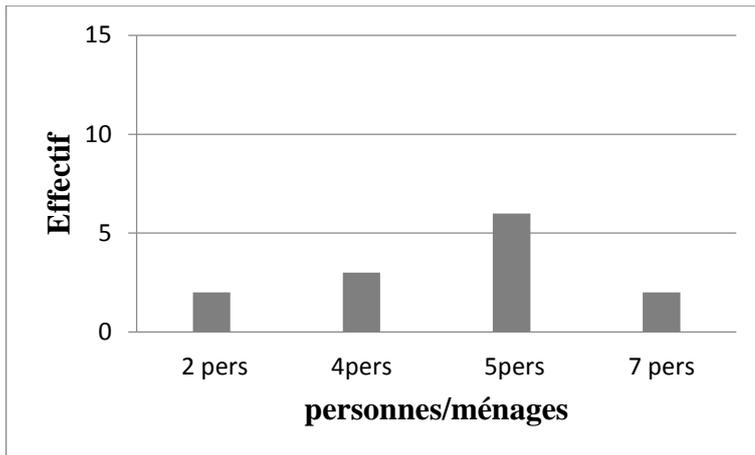


Figure 4 : Distribution des ménages utilisant du biogaz en fonction du nombre de personnes (n = 13).

## II.6 Production de biogaz

### ❖ *Production nette de gaz par ménage*

Un suivi de la production nette de gaz a été effectué chez un ménage situé à Amboronomby, pendant 3 mois (Figure 5). Les résultats montrent que le volume de gaz produit augmente légèrement entre les mois d'octobre et décembre.

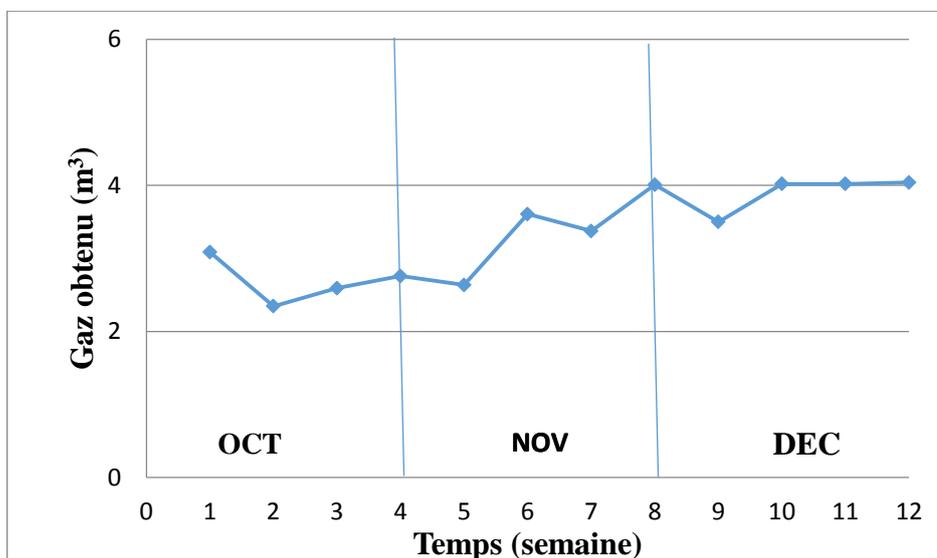


Figure 5 : Evolution de la production nette de gaz par semaine chez un ménage d'un Fokontany suburbaine d'Antsirabe.

❖ *Relation entre le volume de biomasse apporté et la production de biogaz*

Le volume net de gaz obtenu augmente proportionnellement ( $y = 1,4x$ ) avec la quantité de fientes de zébus versée quotidiennement dans le biodigesteur (Figure 6). Parmi les 13 ménages suivis, l'approvisionnement quotidien avec 6 seaux de fientes de zébus est la plus fréquente permettant d'obtenir  $8 \text{ m}^3$  de gaz.

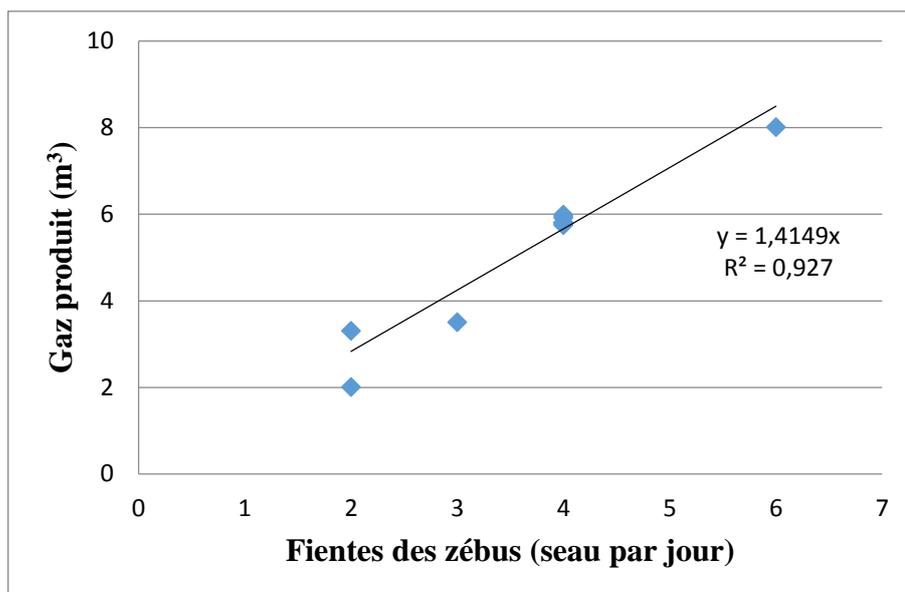


Figure 6 : Volume net de gaz produit en fonction du nombre de seaux de fientes de zébus versés par jour dans le biodigesteur (n=13).

## **II.7 Dépense d'énergie par foyer**

❖ Equipements utilisés

En général, les ménages utilisent des équipements spécialement conçus pour le biogaz comme un « réchaud à deux feux », 2 à 4 « lampes économiques » et un « rice cooker ». C'est le nombre de lampes qui varient d'un foyer à un autre, bien que la majorité (8 ménages) utilise 3 lampes.



Figure 7 : (A) Lampes économique 75 Watt, (B) Réchaud à 2 feux avec une flamme bleue, (C) Rice cooker de 3 litres (flèche) sur un réchaud à 2 feux.

#### ❖ Besoins énergétiques quotidiens

La quantité d'énergie dépensée par foyer par jour est fonction de la puissance des appareils ménagers et de la durée d'utilisation des appareils pendant la journée. Elle est estimée à 14,85 kWh par jour en tenant compte des habitudes des 13 ménages suivis dans le cadre de cette étude (Tableau 5).

Tableau 5 : Estimation des besoins énergétiques d'un ménage utilisant du biogaz en zones suburbains d'Antsirabe.

Equipement	Puissance (kW)	Durée d'utilisation <sup>1</sup> (h /j)	Energie (kWh/j)
Réchaud	1,4	2,3	3,22
Rice cooker	0,8	0,9	0,72
3 Lampes <sup>2</sup>	0,05 x 3	3,4	0,51
TOTAL			4,45

<sup>1</sup> Durée moyenne d'utilisation des appareils par les 13 ménages

<sup>2</sup> Chaque foyer utilise en moyenne 3 lampes

#### ❖ Production brute de biogaz

C'est la somme de volume net de gaz obtenu (3m<sup>3</sup> ou 34,8kWh en moyenne) avec la dépense d'énergie journalière (4,45kWh). Une table de conversion fournie par le site atee.fr de l'Association Technique Energie Environnement (ATEE) donne l'équivalent de 1m<sup>3</sup> de gaz correspondant à 10,54kWh. La production brute d'énergie par foyer est alors estimée à 39,2 kWh par jour.

## II.8 Estimation du coût du kWh

#### ❖ Coût d'installation

Le coût d'installation de biogaz est très élevé compte-tenu des dépenses dans la fabrication du biodigesteur et l'achat des équipements. Ce coût est estimé à 5.400.000Ar. Ensuite, l'achat indispensable de deux zébus pour l'approvisionnement en fientes du biodigesteur ramène le coût à 7.200.000Ar.

#### ❖ Coût de fonctionnement

Le coût de fonctionnement mensuel peut être estimé à partir des dépenses pour faire fonctionner le système (Tableau 6). Ce coût est estimé à 54.948Ariary.

Tableau 6 : Coût mensuel des dépenses pour la maintenance et le fonctionnement d'un biodigester de 10M3.

Investissement	Quantité	Unité	Coût unitaire (Ar)	Coût /mois (Ar)
Intrants	90	Seaux	50	4.500
Alimentation des zébus	60	Sacs	800	48.000
Eau	1440	Litres	1,7	2.448
Total				54.948

❖ Coût du kWh

Le prix estimé du kWh avec le système biogaz correspond alors à l'énergie produite par mois c'est-à-dire la production brute d'énergie par mois (39,2 kWh x 30j = 1488 kWh) rapportée aux dépenses mensuelles pour l'entretien du système. Pour les ménages que nous avons visités 1kWh leur revient à 47 Ariary.

### III. DISCUSSION ET SUGGESTION

Le charbon de bois reste la principale source d'énergie utilisée par les habitants des Fokontany suburbains d'Antsirabe alors que l'utilisation d'autres sources d'énergie renouvelable est encore marginale

Le charbon de bois reste la principale source d'énergie utilisée par les habitants des Fokontany suburbains d'Antsirabe alors que l'utilisation d'autres sources d'énergie renouvelable est encore marginale. En effet, ce sont les sources d'énergie les plus accessibles pour les ménages. En plus ce sont des sources d'énergie faciles d'emploi et pouvant être achetées en détail. Un million de m<sup>3</sup> de bois par an est consommée dans la ville d'Antsirabe dont 0,8 millions de m<sup>3</sup> pour le bois d'énergie (DREF Vakinankaratra, communication personnelle). Quant aux sources d'énergie renouvelable comme les panneaux solaires par exemples, elles sont les plus fréquentes dans le centre- ville qu'en périphérie. Ceci pourrait être dû au fait que cette zone périurbaine est déjà approvisionnée par la compagnie nationale d'électricité mais aussi à cause des coûts élevés des panneaux.

Dans le District de Fianarantsoa, les énergies éolienne et solaire sont les principales sources d'énergie renouvelable utilisées. En effet, 41 communes rurales sont équipées de panneaux solaires et 22 communes ont reçu des éoliennes ont adopté par la FAFAFI/ Spaf (http3).

Le coût d'installation du biogaz constitue le principal obstacle à l'adoption de cette énergie par les habitants de la Commune périurbaine d'Antsirabe.

Le coût d'installation est la cause majeure de l'insuffisance d'implantations du biogaz suivi par le faible niveau d'informations de la population sur cette technologie car 64% des habitants d'Antsirabe ignorent ce qu'est le biogaz. Actuellement, treize biodigesteurs ont été installés dans toute la zone suburbaine d'Antsirabe soit un taux d'adoption de 11% compte-tenu des 120 ménages visités. Cependant, il faut revoir ce taux à la baisse car les 13 ménages fonctionnant au biogaz ont été indiqués par FAFAFI et nous durant notre enquête, n'avons pas trouvé d'autres ménages utilisant du biogaz. Pour bien faire, il faut rapporter les 13 utilisateurs au nombre de foyers dans toute la zone périurbaine (48066 ménages), ce qui donne un taux de pénétration plus proche de la réalité (0,02%). Dans d'autres pays comme le Vietnam, l'investissement initial est aussi élevé pour les ménages mais l'Etat a subventionné en partie et 25000 installations de biodigesteur ont été effectuées en 2007 (http7).

Le prix de kWh de biogaz est accessible à la population

La quantité gaz obtenue par jour est estimée à  $3,3\text{m}^3$ . Cette quantité est comparable aux résultats rapportés par Rajona 2011 qui est de  $1,5\text{m}^3$  de gaz.

Le Prix d'un kWh de biogaz est de 37Ar, ce qui est comparable au kWh de charbon qui est de 49 Ar mais trois fois moins cher que le kWh vendu par la compagnie nationale d'électricité qui est égale de 141Ar pour ceux qui utilisent moins de 25 kWh par mois (http5).

Vu les obstacles auxquels fait face l'installation du biogaz dans les foyers à Madagascar, des mesures doivent être prises afin d'augmenter le taux d'adoption de cette source d'énergie par la population. Premièrement, il faut une volonté politique de la part de l'Etat qui doit inclure dans sa politique énergétique nationale le développement des

énergies renouvelables. Ce qui est le cas de la Chine en 2005, elle a annoncé un vaste plan de construction de biogaz en milieu rural dans le but d'augmenter la production de 11 à 20 millions d'installations. Ensuite, la nécessité de sensibiliser et d'informer la population par tous les moyens. Il est nécessaire de communiquer aux populations sur la faisabilité des installations pour qu'ils puissent se préparer pour un investissement important. Enfin, il faut aussi entrevoir la possibilité de subventionner l'installation de cette énergie renouvelable ou faciliter l'accès au crédit au niveau des banques. Compte tenu des possibilités financières de la population, il est impossible de payer cash le premier investissement correspondant à l'installation. Les prêts au microcrédit sont des solutions envisageables car ils permettraient au foyer d'effectuer un remboursement échelonné en fonction des économies générées.

## CONCLUSION

L'utilisation des énergies renouvelables comme le biogaz est encore rare et inhabituel à Madagascar. Notre étude intitulé « Analyse de la perception des habitants périurbains d'Antsirabe sur les énergies renouvelables comme le biogaz » est une tentative pour comprendre les raisons qui limitent l'installation de biogaz et d'apporter des suggestions pour améliorer le taux d'adoption par la population.

Nos résultats ont montré que le charbon de bois constitue la principale source d'énergie utilisée par les ménages d'Antsirabe. La méconnaissance de la technologie du biogaz et le coût d'installation élevé sont les premiers obstacles à sa mise en place. Malgré cela, l'utilisation de biogaz a de nombreux avantages car le prix estimé du kWh est seulement de 47 Ar, ce qui est très accessible. Si une partie de la population des zones rurales se convertissent dans la production de biogaz, il est probable que la déforestation soit diminuée et qu'une part des devises utilisée dans l'achat de carburant fossile puisse être réinvestie dans des projets de développement.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Le biogaz : qu'est-ce que le biogaz ; comment le fabriquer, comment l'utiliser ? Rome (IT) : FAO, 1984 ; 31p. (Série FAO: Apprentissage agricole 31)
2. Rajona 2011. Le biogaz : Energie et possibilité de substitution aux bois de chauffe et charbon de bois. Master en Facultés des Sciences, Université de Mahajanga, p 24.
3. Rarivosoa A., 2005. Essais de production de biogaz par codigestion anaérobie du lisier de porc et de la fiente de volaille en culture discontinue. Mémoire de DEA en Biochimie, Antananarivo : Université d'Antananarivo, 68p.
4. Rasolofoarimanana R., 1987. Le biogaz à Madagascar. [Mémoire d'ingénieur en agriculture, EESSA]. Antananarivo : Université d'Antananarivo, 191 f.
5. Ravoavison N. et Peter Hofs, Banjara hills consult, mars 2008. Etude de bureau : Les possibilités de l'utilisation de biogaz à Madagascar (La grande île), Naval, p4.

### WEBOGRAPHIE

- [http1://www.biogaz \\_ énergie \\_ renouvelable.info](http://www.biogaz_energie_renouvelable.info)
- [http2://www.energie\\_renouvelable.com /Le biogaz en chine, 2006.](http://www.energie_renouvelable.com/Le_biogaz_en_chine,_2006)
- [http3://www.energie\\_renouvelable.org](http://www.energie_renouvelable.org)
- [http4://www.Fellah\\_trade.com/Fr/Filière\\_developpement\\_durable / biogaz](http://www.Fellah_trade.com/Fr/Filiere_developpement_durable/_biogaz)
- [http5://www.l'expressmada.com/blog/actualites/la\\_jirama\\_paie\\_3\\_000\\_ariary\\_1kWh\\_ d'énergie\)](http://www.l'expressmada.com/blog/actualites/la_jirama_paie_3_000_ariary_1kWh_d'energie)
- [http6://www.reseau\\_environnement.com](http://www.reseau_environnement.com)
- [http7://www.sortirdunucleaire.org/ le biogaz\\_ domestique\\_ accès\\_ à\\_ l'énergie](http://www.sortirdunucleaire.org/le_biogaz_domestique_accès_à_l'énergie)

## ANNEXE

### *Annexe 1 : Fiche questionnaire*

Commune suburbaine d'Antsirabe

Identification :

Numéro d'identification :

Date :

#### I)- Ireo fanontaniana napetraka tamin'ireo olona nanontaniana rehetra.

- 1) Iza no anaranao, firy taona enao, inona ny asa ataonao?
- 2) Inona no angovo ampiasainareo?
- 3) Firy gony isambolana ny “charbon” laninareo?
- 4) Mahafatatra “biogaz” ve enao?
- 5) Inona no fahafataranareo ny atao hoe “biogaz”?
- 6) Inona no fantatrareo momba ny tombotsoa sy ny lafy ratsy ny “biogaz”?
- 7) Ahoana ny fahitanareo ny fampiasana “biogaz” amin'ny ankapobeny?

#### II- Fanontaniana ho an'ireo olona mampiasa « biogaz » manokana.

- 1) Inona no asa ataonao?
- 2) Firy ny isanareo ao an-trano?
- 3) Manao ahoana ny fahitanao ny fampiasana “biogaz”?
- 4) Inona no tombotsoa sy lafy ratsy ny “biogaz”?
- 5) Firy ny fatrana tain'omby arotsakareo ao anaty “biodigesteur” isan'andro?
- 6) Inona avy no angovo ampiasanareo ao an-trano?

Licence en Gestion de l'environnement de l'IES-AV (Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra)

**Titre** : Analyse de la perception des habitants périurbains d'Antsirabe sur les énergies renouvelables comme le biogaz

**Auteur** : Nathalie RAZANAMPAMONJY

## **RESUME**

L'analyse de la perception des habitants concernant le développement des énergies renouvelables, en particulier le biogaz, permet d'améliorer le taux de pénétration de ce type d'énergie au niveau de la population. Pour cela, nous avons effectué des enquêtes auprès de ménages répartis dans 7 Fokontany de zones suburbaines d'Antsirabe.

Les résultats montrent que le charbon de bois reste la source d'énergie la plus accessible pour les ménages. Les faibles connaissances de la population constituent un des freins à sa mise en place car 64 % des personnes interrogées ignorent ce qu'est le biogaz. Le coût d'installation du biodigester est aussi élevé et constitue un facteur de blocage à sa vulgarisation. Treize ménages ont été enregistrés comme utilisateurs de biogaz dans les Fokontany visités. La production brute d'énergie par foyer est estimée à 39,2 kWh par jour et le prix d'un kWh de biogaz revient à 47 Ariary. Ce coût énergétique relativement faible doit stimuler son adoption lorsque conjugué à une volonté politique et des stratégies d'information et de sensibilisation appropriées.

**Mots clés** : Antsirabe, biogaz, énergies renouvelables, taux de pénétration

**Encadreur** : Aro Vonjy RAMAROSANDRATANA