



**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO**  
**ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES**  
**DEPARTEMENT DES EAUX ET FORETS**

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur au grade de MASTER II en  
Sciences Agronomiques option ESSA-Forêts

Promotion : HINA

Année : 2015

**Etude sur le principal déterminant de l'adhésion à un réseau électrique et sur les  
effets socio-économiques de l'implantation de la centrale thermoélectrique à  
combustion de biomasse.**

**Cas de la commune rurale d'Andaingo, région Alaotra Mangoro, Madagascar**

Présenté par : ANDRIAMIALIRANTO Landy Holy Harifera

Soutenu le

Devant le jury composé de

Président :

Rapporteur(s):

Examineurs:



**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO**  
**ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES**  
**DEPARTEMENT DES EAUX ET FORETS**

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur au grade de MASTER II en  
 Sciences Agronomiques option ESSA-Forêts

Promotion : HINA

Année : 2015



Présenté par : ANDRIAMIALIRANTO Landy Holy Harifera

Soutenu le

Devant le jury composé de

Président :

Rapporteur(s):

Examineurs:

## REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu tout puissant pour sa grâce et sa bienveillance sans qui rien n'aurait pu se réaliser.

Nous tenons à adresser nos plus vifs remerciements à :

, qui nous fait l'honneur de présider le jury.

, qui a l'amabilité d'examiner ce mémoire.

Monsieur Jean-François BELIERES, Docteur en Agroéconomie, Chercheur au FOFIFA et CIRAD, notre maître de stage, qui malgré ses lourdes tâches et obligations, a accepté de nous consacrer de son précieux temps pour la réalisation de ce travail et de nous faire part de ces nombreux conseils. Votre gentillesse et vos conseils ont été d'une grande importance.

Monsieur RANJATSON Patrick, Docteur en , enseignant-chercheur à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, mon encadreur académique, qui a bien voulu assuré les travaux d'encadrement et de nous soutenir au cours de l'élaboration de ce mémoire. Votre assistance a été très précieuse.

Monsieur Pierre MONTAGNE, Chercheur au CIRAD-Forêt Madagascar, Responsable du projet GESFORCOM pour son consentement et surtout sa compréhension sur les inconvénients survenus durant la réalisation de ce travail de mémoire.

Nous adressons notre profonde gratitude aux ménages enquêtés du chef-lieu de la commune rurale d'Andaingo et les exploitants forestiers pour leur accueil et d'avoir bien voulu nous communiquer sans réserve les informations essentiels pour notre étude.

Nous tenons à remercier également, le Maire et l'Adjoint maire de la commune Andaingo, pour leurs précieux appuis qu'ils ont fournis lors de notre travail sur terrain.

Ce mémoire n'a pas pu être réalisé sans l'aide et la participation de plusieurs personnes, à qui nous adressons nos reconnaissances, particulièrement à Monsieur Daniel ANDRIAMBOLANORO, Miarintsoa, Mihary, Malalatiana, Rivosoa, Faniry, Dimby, Hariniaina, Ony, à tous les personnels du FOFIFA DG et du département Eaux et Forêts de l'ESSA.

Enfin, un grand merci à notre famille, principalement à mes parents, à mon frère, à ma tante Naly et à mon oncle Naivo pour leur affection et leur compréhension.

Je remercie également mes ami(e)s pour leur soutien.

Merci à tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Landy

## PRESENTATION DU PARTENAIRE



Le CIRAD (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) est un centre de recherche agronomique spécialisé dans les productions tropicales et méditerranéennes.

Les activités du CIRAD relèvent des sciences du vivant et de la terre, des sciences sociales et des sciences de l'ingénieur appliquées à l'agriculture, la forêt et l'élevage, à l'alimentation, aux ressources naturelles et aux territoires ruraux.

L'organisme assure le pilotage général des actions développées, et appuie les équipes de terrain dans les domaines de la socio-économie, de la foresterie, du projet et des technologies d'énergie biomasse.

A travers le projet GESFORCOM « Gestion communale, gestion communautaire et développement local : vers une co-gestion décentralisée des ressources forestières », le CIRAD et ses partenaires étrangers et malgaches, ont pour objectif pour Madagascar, de réduire la pauvreté rurale à travers la valorisation durable de biomasse-énergie par l'implantation de deux centrales thermo-électriques à biomasse dans les deux communes de la région Alaotra Mangoro : Andaingo et Morarano Gara.

## RESUME

Cette étude s'inscrit dans l'évaluation des effets de la mise en place de la centrale thermoélectrique à combustion de biomasse dans la commune rurale d'Andaingo, Région d'Alaotra Mangoro. Trois grandes parties constituent les résultats pour répondre aux trois hypothèses émises, la première se rapporte sur le déterminant du choix d'adoption ou non à l'électricité ERD des ménages, la seconde se renseigne sur les effets de l'électrification et la dernière sur le développement de la filière d'approvisionnement nouvellement créée par la centrale. Aussi, des enquêtes par questionnaire et des entretiens ont été faites pour obtenir les résultats.

Premièrement, les résultats montrent que 84% des ménages électrifiés se sont raccordés au réseau car l'électricité ERD avec son faible coût du KWh est plus économique et plus efficace que les autres sources d'énergie et qu'elle leur permettra de développer leur activité. De plus, la majorité des ménages non électrifiés n'a pas adhéré au réseau puisqu'ils n'ont pas les moyens nécessaires pour couvrir les frais de raccordement et le paiement des factures. Il y a une relation entre les activités principales des chefs de ménages et ces raisons d'adhésion ou non ; mais aussi les revenus annuels des ménages déterminent le choix d'abonnement ou non.

Deuxièmement, l'électrification a conduit à plusieurs changements qui se traduisent par l'acquisition de nouveaux équipements électriques par les ménages en particulier ceux électrifiés. Ce sont les équipements audiovisuels qui ont été les plus achetés. Les ménages électrifiés s'orientent vers la combinaison de plusieurs sources d'énergies en utilisant principalement l'électricité ERD, alors que les ménages non abonnés utilisent des sources d'énergie traditionnelles. L'électrification participe à l'amélioration des activités génératrices des ménages dont les plus touchées sont les travailleurs indépendants commerce, service et les fonctionnaires-enseignant. L'éclairage constitue le service énergétique le plus important. Il améliore également les conditions de travail des élèves pendant la soirée. Son effet est également apprécié à travers l'élargissement du champ d'activités (vente de produits réfrigérés, coiffure, karaoké). Après la comparaison des dépenses énergétiques des ménages abonnés et non abonnés avant et après l'électrification, les résultats sur la situation de 2013 montrent une nette diminution des dépenses en énergie des ménages abonnés (baisse de 47% de la dépense moyenne). Et l'éclairage public constitue un moyen de lutter contre l'insécurité.

Et enfin, après la comparaison des différentes filières bois existantes, la nouvelle filière d'approvisionnement est la plus profitable pour les exploitants forestiers. Pourtant, cette filière n'est pas encore importante pour les acteurs.

Les hypothèses de recherche ont été vérifiées à partir de l'analyse des résultats. Des recommandations pour une durabilité du projet sont destinées aux différents acteurs concernés par l'électrification (centrale, fournisseurs et les ménages électrifiés).

Mots-clés : électrification, effets, filière bois, *Eucalyptus robusta*, Andaingo, Alaotra Mangoro, Madagascar.

## ABSTRACT

This study focuses on the effect of the introduction of thermoelectric plant of biomass combustion in the city of Andaingo (Region Alaotra Mangoro). The results was composed of three parts to respond three hypotheses put forward, about the determinant of choice to adopt or not the electricity ERD and the effects of electrification and the last about the development of the supply chain. Also, socioeconomic investigations (questionnaire, interviews) have been undertaken to get the results.

Firstly, we show that 84% of electrified households are connected to network ERD (with KWh cost cheaper) because electricity is more economical and more effective than the other energy sources and it is useful for economic activities. Moreover, most of the non-electrified households have not joined the network because they have not the purchasing power to cover the connection charges and to pay bills. The analysis shows a link between the head of household's main activity and the reasons of connection or not, then annual income define the subscription choice.

Secondly, electrification causes many changes in rural households especially electrified households, these changes correspond to buy new domestic electrical appliances particularly audio-visual devices. The electrified households present a plurality of energy sources but they mainly use the electricity ERD, whereas the non-electrified households use traditional energies. Electrification contributes to improve income generating activities; it mostly impact on commercial activities, service activities and official teacher. Lighting is the most important energy service. The lighting service improves conditions for education of children. Its effect is also appreciated by expanding the scope of activities (sale of refrigerated products, hairdressing, and karaoke). The comparison of the energy expenditure of the households before and after electrification shows a decrease in energy expenditure of the electrified households (47% decreases in average spending). Street lighting is a way to fight against insecurity.

Finally, after the comparison of various existing forest and wood sector, the supply chain is the most profitable for the forestry operator. Nevertheless, it isn't even important to the forestry operator.

The research hypotheses were tested using the analysis of results. The recommendations for project sustainability are intended to everyone concerned of electrification (manager of the thermoelectric plant, forestry operator, and electrified households).

Keywords: electrification, effects, forest and wood sector, *Eucalyptus robusta*, Andaingo, Alaotra Mangoro, Madagascar.

## FAMINTINANA

Ity asa fikarohana ity dia mahakasika ireo vokatra naterakin'ny fametrahana ny milina mpamokatra herinaratra mandeha amin'ny akora azo arehitra (hazo) tao amin'ny kaominina Andaingo, faritra Alaotra Mangoro. Mizara telo lehibe ny vokatry ny fikarohana izay mamaly ireo petrakevitra havoitra ary mahakasika ny anton-tsafidin'ireo tokantrano momban'ny fanjifana ny herinaratra avy amin'ny milina sy ny vokatra naterakin'ny fisian'ny herinaratra ary ny famoronana seha-pihariana amin'ny alalan'ny fitrandrahana ala entina hamatsiana ny toby herinaratra.

Voalohany, ny vokatry ny fikarohana dia maneho fa ny 84% ny tokantrano dia nisafidy ny hanjifa ny herinaratra vokarin'ny toby herinaratra noho ny sarany mora, io herinaratra io dia mandaitra kokoa raha ampitahaina amin'ireo loharanon'angovo hafa ary izy dia fitaovana iray hahafahana mampandroso ny asa. Fanampin'izay, ny antony ny tsy hanjifan'ny ankamaroan'ny tokantrano ny herinaratra dia ny tsy fahafahan'izy ireo manefa ny saram-pidirana sy ny fandoavana ny faktiora. Misy ihany koa ny fifandraisan'ny asa fototra sy ireo antony hanjifana na tsy ny herinaratra ; ary koa vola am-pelatananan'ny tokantrano ao anatin'ny taona iray dia mifandray amin'ny safidin'izy ireo mahakasika ny fanjifana ny herinaratra.

Manaraka izany, ny fisian'ny herinaratra dia nahatonga fiovana-javatra maro teo anivon'ny tokantrano tao an-toerana, indrindra fa ireo mpanjifa ny herinaratra. Voalohany amin'izany, ny fahazoana fitaovana vaovao mandeha amin'ny herinaratra ; indrindra ny fitaovana haino aman-jery. Ny tokantrano mpanjifa herinaratra dia mampiasa loharanon'angovo maromaro fa ny herinaratra no tena ampiasainy; ary ny tokantrano tsy mpanjifa kosa, dia mirona kokoa amin'ny fampiasana angovo nentim-paharazana. Ny fisian'ny herinaratra dia mampandroso ny asa, ka ny tena voakasika amin'izany dia ny asa fivarotana, ny asa fanampiana, ny fampianarana. Ny hazavana no tolotra ampiasaina be indrindra. Ity farany dia manampy tokoa amin'ny famerenan-deson'ny ankizy amin'ny alina. Ny herinaratra dia mampivelatra ny asa (varotra entana nampangatsiahana, taovolo, karaoke). Ny fampitahana ny fandania angovo ireo tokantrano teo aloha sy taorian'ny fampitaovana herinaratra dia maneho fa misy fihenana'ny fandania angovon'ny tokantrano mpanjifa (fihenana 47% fandania antoniny). Ny hazavana eny an-dalam-be dia fomba iray hahafahana miady amin'ny tsy fandriam-pahalemana.

Rehefa natao ny fampitahana ireo karazana seha-pihariana amin'ny alalan'ny fitrandrahana ala dia ny famatsiana ny tobin-herinaratra no hita fa manome tombony bebe kokoa ho an'ireo mpitrandraka. Kanefa, ity seha-pihariana vaovao ity dia mbola tsy mavesa-danja ho an'izy ireo.

Ireo petrakevitra dia voamarina rehefa avy nandalina ny vokatrin'ny fikarohana. Torohevitra maro mba hampaharitra ny tetik'asa fampitaovana herinaratra no naroso ho an'ireo rehetra voakasikin'ny fisian'ny herinaratra (ny mpitantana ny foiben'ny herinaratra, ireo fitrandrahana ala, ireo mpanjifa).

Teny fototra: fampitaovana herinaratra, vokatra, *Eucalyptus robusta*, Andaingo, Alaotra Mangoro, Madagascar.

## TABLE DES MATIERES

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Problématique et hypothèses .....</b>	<b>4</b>
1.1 <i>Cadre du projet et ses objectifs</i> .....	4
1.2 <i>Contexte</i> .....	4
1.3 <i>Problématique</i> .....	6
1.4 <i>Etat de connaissance :</i> .....	8
1.4.1 Les modèles sociaux explicatifs de l'adoption .....	8
1.4.2 Les facteurs influençant le raccordement ou non au réseau ERD.....	8
1.4.3 Impacts socio-économiques de l'électrification rurale.....	9
1.4.4 Filière bois « Eucalyptus robusta » .....	9
1.5 <i>Hypothèses</i> .....	10
<b>2 Méthodologie .....</b>	<b>12</b>
2.1 <i>Zone d'étude</i> .....	12
2.2 <i>Phase préparatoire</i> .....	13
2.3 <i>Méthode de collecte de données</i> .....	13
2.3.1 Consultation bibliographique .....	13
2.3.2 Enquête socio-économique.....	13
2.3.3 Observation directe .....	15
2.3.4 Approche filière .....	16
2.4 <i>Traitement et analyses de données</i> .....	16
2.4.1 Création d'une base de données.....	16
2.4.2 Traitement analytique.....	17
2.5 <i>Limite de l'étude</i> .....	20
<b>3 Résultats et interprétations .....</b>	<b>24</b>
3.1 <i>Electrification et population rurale</i> .....	24
3.1.1 Etats des lieux de l'électrification.....	24
3.1.2 Ménages abonnés et ménages non abonnés.....	25
3.1.3 Effets de l'électrification et comparaison des deux groupes de ménages .....	33
3.2 <i>Comparaison des différents modes de valorisation de l'espèce « Eucalyptus robusta »</i> .....	48

3.2.1	Généralité sur les différents types de filières bois .....	48
3.2.2	Catégories d'acteurs et organisation des filières bois .....	49
3.2.3	Circuits de commercialisation .....	51
3.2.4	Prix du marché.....	53
3.2.5	Comparaison de la rentabilité pour les acteurs des filières.....	54
<b>4</b>	<b>Discussions.....</b>	<b>57</b>
4.1	<i>Les qualités de l'ERD pour son adoption par les ménages ruraux.....</i>	<i>57</i>
4.2	<i>Facteurs influençant l'adoption ou non de l'électricité en réseau fournie par la centrale ...</i>	<i>58</i>
4.3	<i>Effets de l'électrification sur les conditions de vie des ménages.....</i>	<i>61</i>
4.4	<i>Comparaison des différentes filières bois « Eucalyptus robusta » et rentabilité pour les exploitants .....</i>	<i>64</i>
<b>5</b>	<b>Recommandations .....</b>	<b>68</b>
5.1	<i>Objectifs.....</i>	<i>68</i>
5.2	<i>Plan d'action pour les objectifs.....</i>	<i>70</i>
	<b>Conclusion.....</b>	<b>74</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>77</b>

## LISTE DES ACRONYMES

ADER	: Agence de Développement de l'Électrification Rurale
Ar	: Ariary
Bois COS	: Bois de Construction, d'Œuvre et de Service
BT	: Basse Tension
CdB	: Charbon de bois
CIRAD/DP	: Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement/ Dispositif de recherche
CR	: Commune Rurale
DSRP	: Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté
EPM	: Enquête Permanente auprès des Ménages
ERD	: Electrification Rurale Décentralisée
ESSA	: Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
FOFIFA	: Foibem-pirenena ho an'ny Fikarohana ampiharina ho Fampanandrosoana ny eny Ambanivohitra (ou CENRADERU : Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural)
Hj	: Homme-jour
INSTAT	: Institut National de la Statistique
JIRAMA	: Jiro sy Rano Malagasy
KWh	: Kilowattheure
MAEP	: Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche
MOF	: Main d'Œuvre Familiale
MOS	: Main d'Œuvre Saisonnière
OMD	: Objectifs du Millénaire pour le Développement
OP	: Organisation Paysanne
PFL	: Produits Forestiers Ligneux
PNDR	: Programme National pour le Développement Rural
RN	: Route Nationale
TIC	: Technologie d'Information et de Communication
WWF	: World Wildlife Fund

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition de la puissance installée et du nombre de groupes de l'ADER selon la source d'énergie (source : WWF, 2012) .....	6
Figure 2 : Zone d'étude (source : auteur) .....	12
Figure 3 : Evolution du nombre d'abonnés depuis la mise en place de la centrale et de la part des ménages qui règlent leur facture (Source : registre du gestionnaire BETC Nanala) .....	24
Figure 4 : Raison d'adoption de l'électricité .....	25
Figure 5: Répartition des activités principales des ménages selon les raisons d'adhésion.....	27
Figure 6 : Raison de non adhésion au réseau.....	28
Figure 7: Répartition des activités principales des ménages selon les raisons de non raccordement .....	30
Figure 8: Répartition des ménages selon des classes de revenus par personne pour chacun des groupes .....	31
Figure 9 : Changements perçus par les ménages électrifiés suite à l'électrification .....	34
Figure 10 : Nombre moyen par types d'équipements audiovisuels avant et après l'électrification.....	35
Figure 11 : Nombre moyen par types d'équipements électriques avant et après l'électrification .....	36
Figure 12 : Evolution cumulée du nombre d'équipements électriques selon l'année d'acquisition par les ménages d'Andaingo .....	37
Figure 13 : Fréquence d'utilisation de la télévision avant et après l'électrification.....	38
Figure 14 : Perception des chefs de ménage les effets de l'électrification sur le revenu .....	41
Figure 15 : Comparaison des dépenses énergétiques moyennes avant et après raccordement au réseau des ménages électrifiés selon leur activité principale.....	44
Figure 16 : Procédure de commande des produits des consommateurs aux producteurs.....	50
Figure 17 : Relation entre exploitants et mains d'œuvre.....	50
Figure 18 : Les différents circuits identifiés (de la production jusqu'aux consommateurs).....	52
Figure 19 : Courbe ombrothermique de la zone d'Andaingo selon Walter et Lieth .....	II
Figure 20 : Relation « Volume de bois énergie enstéré » prévu par le « volume réel » produit par le taillis (RANDRIANJAFY, 2012).....	XIII

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Echantillon des ménages enquêtés selon leur abonnement au réseau ERD .....	14
Tableau 2 : Cadre opératoire .....	22
Tableau 3 : Part des ménages abonnés selon l'activité principale des chefs de ménages .....	27
Tableau 4 : Part des ménages non abonné selon l'activité principale des chefs de ménages .....	29
Tableau 5 : Comparaison des deux groupes de ménages selon le revenu par personne et par an .....	31

Tableau 6 : Niveau scolaire des chefs de ménages abonnés et non abonnés .....	32
Tableau 7 : Appartenance du chef de ménage à des organisations .....	33
Tableau 8 : Répartition des ménages selon le mode d'éclairage .....	39
Tableau 9 : Part des ménages selon les types d'énergies adoptées pour les appareils électriques.....	40
Tableau 10 : Répartition des ménages électrifiés selon les services énergétiques utilisés pour les activités professionnelles impactées par l'ERD.....	42
Tableau 11 : Chiffres d'affaires mensuels des commerçants ruraux .....	43
Tableau 12 : Comparaison entre les ménages électrifiés et non électrifiés des moyennes de revenus et de dépenses énergétique en utilisant le test ANOVA.....	45
Tableau 13 : Dimensions des et proportion des ventes du bois d'œuvre .....	48
Tableau 14 : Prix du marché des produits forestiers ligneux (en Ar).....	53
Tableau 15 : Compte d'exploitation simplifiée de l'exploitant avec le prix de revient et les marges ou excédents pour chaque type de produit (exploitant 1).....	54
Tableau 16 : Compte d'exploitation des exploitants forestiers avec les prix de revient et les marges nettes .....	55

#### **LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1 : Milieu d'étude.....	I
Annexe 2 : Questionnaire.....	V
Annexe 3 : Standards techniques et normes des poteaux bois (source : JIRAMA).....	XII
Annexe 4 : Estimation de volume.....	XIII

## INTRODUCTION

La pauvreté est un phénomène multidimensionnel. Elle se manifeste sous différentes formes, de l'incapacité d'un individu ou d'un ménage à satisfaire ses besoins principaux car il n'a pas les revenus suffisants, mais également l'incapacité à accéder à des biens et services essentiels (PROSPER, 2001). Elle constitue un problème majeur dans la plupart des pays du monde, et en particulier pour les pays les moins avancés ; c'est pourquoi les gouvernants et décideurs politiques doivent trouver des solutions à son éradication. Les Etats membres des Nations Unies, dans le but d'engager le 21<sup>e</sup> siècle dans une bonne voie, se sont mis d'accord sur huit objectifs essentiels, « les objectifs du millénaire pour le développement » à atteindre d'ici 2015 ; ce projet des Nations Unies porte beaucoup d'efforts sur la mise en place de stratégies nationales auprès des pays les plus pauvres pour lutter contre la pauvreté.

Alors que, généralement, les analyses des secteurs de l'énergie n'intègrent pas directement ces objectifs, des rapports de recherche accordent une place importante aux services énergétiques dans les stratégies de réduction de la pauvreté. KAMDEM en 2008 a analysé la relation « énergie et OMD » au Cameroun à travers ces huit objectifs en prenant le cas de l'énergie électrique. Il a montré son rôle en tant que facteur clé pour combattre et réduire la pauvreté. L'inaccessibilité à l'électricité est un frein au développement des populations des pays pauvres, en limitant les opportunités.

Madagascar est également touché par ce phénomène. En 2010, le taux d'incidence de la pauvreté se situait à 77% pour l'ensemble du pays (INSTAT, 2011). Les résultats des enquêtes auprès des ménages montrent que la population la plus pauvre est rurale avec un taux d'incidence de la pauvreté de 82%, contre 54% en milieu urbain. En outre, seulement 4,8% des ménages ruraux malgaches ont accès à l'électricité (WWF, 2012). Face à cette situation, le gouvernement malgache a élaboré des stratégies et plans de lutte contre la pauvreté et pour un développement durable. L'une des priorités de ces stratégies nationales consiste à faciliter l'accès de la population à l'énergie, et notamment à l'électricité pour le monde rural.

En effet, le gouvernement malgache a institutionnalisé le Plan d'Action pour le Développement Rural<sup>1</sup> (PADR). Ce processus permet l'orientation des stratégies et des programmes de développement rural. Le Programme National pour le Développement Rural (PNDR) élaboré dans le cadre du processus PADR a été retenu comme plan d'action national et sert de référentiel à tous les programmes et projets de développement rural. La mission de ce programme est de participer à la mise en œuvre du Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté (DSRP). L'un des axes stratégiques de ce programme est la promotion de l'électrification rurale à travers la libéralisation du secteur énergétique<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Décret n°99-022 du 20 Janvier 1999 modifié par Décret 2003- 905 du 2 Septembre 2003 et par Décret 2006- 278 du 05 mai 2006

<sup>2</sup> Loi n°98-032 du 20 janvier 1999

permettant aux opérateurs privés de contribuer à l'électrification dans les zones rurales. Pour développer l'électrification rurale, une agence d'électrification (ADER) des zones qui sont en dehors du périmètre d'exploitation de la JIRAMA (société nationale d'électricité) a été créée en 2001. Elle assiste et attribue les subventions du Fonds National de l'Electricité aux projets privés d'électrification rurale (VONINIRINA, 2014). Ces projets sont le plus souvent basés sur une génération d'électricité en utilisant des énergies fossiles, mais certains utilisent des ressources naturelles renouvelables comme l'eau, les biomasses-bois, etc...

La production d'électricité à partir de biomasse pourrait constituer une option intéressante à Madagascar car c'est une ressource répandue dans le monde rural. Les forêts sont très menacées par les différentes pratiques anthropiques mais présentent de fortes potentialités d'où l'intérêt de recourir à ses biens et services tout en les préservant. Entre autre, avec l'appui de l'Union Européenne, le Dispositif de recherche et enseignement en partenariat « DP Forêts et Biodiversité » qui regroupe le CIRAD, l'ESSA et le FOFIFA, développe des recherches sur les forêts malgaches pour la conservation de la biodiversité et le développement des services éco systémiques. Des projets pilotes de gestion concertée de la biodiversité et de la biomasse énergie tels que GESFORCOM<sup>3</sup>, COGESFOR<sup>4</sup>, BIOENERGELEC<sup>5</sup>... sont mis en œuvre pour expérimenter, en situation réelle et avec la participation des acteurs locaux (communautés villageoises, collectivités locales, entreprises, etc.), des innovations techniques, institutionnelles et socio-économiques.

Ainsi GESFORCOM est un projet pilote qui, dans son programme d'activités, installe une centrale thermoélectrique à biomasse dans la commune rurale d'Andaingo ; il a pour objectif de réduire la pauvreté rurale en fournissant de l'électricité à la population de la commune à travers la valorisation durable de la biomasse bois-énergie de la zone. Cette centrale a été installée en 2012 avec un prototype de moteur à vapeur provenant du Brésil. Sa mise en service a donné lieu à de nombreux problèmes techniques et le moteur et l'installation ont dû subir de nombreuses adaptations. Cependant depuis le début du mois Décembre 2013 une partie d'Andaingo est électrifiée, même si la centrale a souvent fonctionné avec un groupe électrogène diesel pour suppléer la centrale à vapeur.

Cette étude s'inscrit dans la démarche de suivi et d'évaluation des impacts du projet GESFORCOM et se focalise sur deux aspects spécifiques : le comportement des ménages et la valorisation du bois par la nouvelle filière d'approvisionnement de la centrale. Tout d'abord, elle vise à étudier les changements de comportements de la population, induits par l'électrification de la commune rurale d'Andaingo et à analyser le niveau de satisfaction des ménages par rapport à leurs attentes. Ensuite, elle vise à comparer le prix d'achat du bois par la centrale aux prix dans les autres filières de valorisation du bois pour apprécier le niveau de rentabilité de cette nouvelle filière qui doit

---

<sup>3</sup> Gestion Forestière Communautaire et Communale à Madagascar, au Niger et au Mali

<sup>4</sup> Conservation et GESTion des écosystèmes FORestiers malgaches

<sup>5</sup> Biomasse Énergie pour l'ELECTrification

générer de nouveaux emplois et une meilleure valorisation locale des ressources ligneuses. Pour arriver à ces résultats, les moyens de recherche consistent à enquêter les ménages dans la Commune d'Andaingo pour connaître leurs caractéristiques et leurs comportements et plus particulièrement les changements qu'ils ont opérés suite à l'arrivée de l'électricité et les exploitants forestiers pour déterminer les prix et les marges de leurs activités.

Ce mémoire est structuré de la façon suivante : après la partie introductive, une première partie présente le contexte de l'étude en s'appuyant sur les faits déjà connus sur le sujet pour mieux comprendre l'étude. Elle intègre également la problématique et les hypothèses. La deuxième partie concerne les démarches méthodologiques avec les procédures d'analyses des données. Trois chapitres composent la troisième partie qui s'intéresse aux résultats de l'étude : le premier est consacré aux différentes raisons d'adoption de l'électricité par les ménages ruraux ; le second s'intéresse à l'utilisation de l'électricité par les ménages connectés ; le troisième présente les filières-bois dans la commune pour les comparer à la nouvelle filière d'approvisionnement créée par le projet. La quatrième partie est consacrée aux discussions des résultats et aux recommandations. Enfin, la conclusion constitue la dernière partie.

## **1 Problématique et hypothèses**

### **1.1 Cadre du projet et ses objectifs**

La première centrale thermo-électrique à biomasse de Madagascar est installée à Andaingo (région Alaotra Mangoro) depuis Septembre 2012 et a été réceptionnée par la commune rurale et le projet GESFORCOM le 5 décembre 2012. L'enjeu de cet équipement est la production d'une électricité à bas coût puisque dans le projet, le prix de vente au consommateur pour assurer un bon fonctionnement du système avait été évalué à 700 Ar / kWh (0,24 €), soit beaucoup moins que le prix moyen pour l'électricité à Madagascar (le prix habituel de l'électricité thermique varie entre 1 500 et 2 000 Ar/ kWh à Madagascar). Ce prix très concurrentiel renforce la capacité de l'ERD à stimuler le développement socio-économique dans la zone. L'autre enjeu de cette centrale est aussi la mise en place de filière d'approvisionnement en biomasse bois, déchets ou balle de riz, pour valoriser des ressources ligneuses et créer de la richesse pour les acteurs en amont. Cette double génération de richesse en amont et en aval de la centrale est propre à l'ERD biomasse et n'existe pas pour les autres systèmes à énergie conventionnelle (comme le diesel), mais aussi à énergie renouvelable comme les systèmes hydrauliques, éoliens ou solaires.

L'unité de production ou la centrale thermo-électrique (moteur à vapeur transformant l'énergie thermique en énergie mécanique) et une unité de sciage et de séchage ont été installées dans le même périmètre (MONTAGNE, 2012). Sa puissance est de 75 KWh dont 40 KWh pour l'unité de sciage et de séchage du bois et 30 KWh sont destinés aux consommateurs domestiques (y compris les artisans et commerçants) et aux services publics. L'approvisionnement de la centrale vise également à l'optimisation du cycle d'exploitation des plantations privées d'eucalyptus pour donner plus de valeur à ces plantations. Selon les prévisions de l'étude de faisabilité, ce projet d'électrification rurale doit donner accès à l'électricité à plus de 600 ménages, à 103 petites entreprises ou activités génératrices de revenus et à 11 infrastructures publiques (CIRAD, 2012).

Le matériel du réseau ERD, reliant l'unité de production aux deux quartiers du chef-lieu et assurant la distribution de l'électricité, a été fourni et installé par le gestionnaire BETC Nanala. Pour avoir accès au réseau électrique, les ménages doivent faire une demande avec un devis d'installation (achat des fils électriques qui partent du transformateur jusqu'à l'habitation, achat d'un compteur individuel fourni par l'ADER) auprès du gestionnaire. Tous les frais d'installation sont à la charge de l'intéressé.

### **1.2 Contexte**

Selon la Banque Mondiale (2014), Madagascar est l'un des pays les plus pauvres du monde avec un PIB/habitant qui s'élevait à l'équivalent de 420 USD en 2010, (soit 965 \$ PPA<sup>6</sup>) et où près de 80 pour cent de la population vit avec moins de 1,25 USD PPA par jour. Selon l'INSTAT (2011), en

---

<sup>6</sup> USD = Dollar des Etats Unis d'Amérique ; PPA = Parité de Pouvoir d'Achat

2010, 77% de la population malgache (soit environ 15,4 millions sur un total de 20,2 millions) vivait en dessous du seuil de pauvreté. La population malgache est principalement rurale ; en effet elle représente 80% de la population. De plus, les ratios de pauvreté entre le milieu urbain et le milieu rural présentent un écart de 28 points. La pauvreté touche plus la population rurale qu'urbaine ; ainsi, la stratégie pour lutter contre la pauvreté doit prendre en compte, en premier lieu, le monde rural.

Concernant la population rurale, 73% vivent essentiellement de l'activité agricole. Les pauvres du milieu rural sont en général de petits exploitants agricoles de type familial. Leur situation continue de se dégrader par rapport aux travailleurs indépendants ruraux (PRIMATURE, 2005). Une plus grande diversification des sources de revenu peut provoquer une croissance plus rapide des revenus. Dans les régions où le nombre de pauvres sans terre s'accroît rapidement, l'économie rurale non-agricole deviendra essentielle dans les stratégies de réduction de la pauvreté (CIRAD, 2009). La promotion des activités non agricoles nécessitant l'énergie électrique constitue une option pour le développement économique du pays.

La grande île est riche en potentialités hydrauliques et donc en production hydro-électrique, mais globalement, l'accès à l'énergie électrique reste faible à Madagascar. Selon l'INSTAT, l'enquête périodique auprès des ménages en 2010 a montré que seulement 12 % des ménages malgaches ont accès à l'électricité. Cette enquête a également montré une inégalité flagrante quant à l'accès à l'électricité entre milieu rural et milieu urbain. En effet, en milieu rural seuls 4,8 % des ménages ruraux ont accès à l'électricité alors qu'en milieu urbain, ce sont 39 % des ménages qui y ont accès (WWF, 2012).

La fourniture d'électricité à Madagascar est assurée par le réseau de la société d'Etat JIRAMA créée en 1975. La capacité à raccorder la population rurale s'avère très limitée, puisque l'extension du réseau JIRAMA se cantonne dans et autour des centres urbains et des villes moyennes du pays. Ainsi, moins de 4% des communes rurales de Madagascar ont accès à l'électricité (CIRAD, 2009).

Pour pallier à cette situation, l'Etat malgache a créé en 2001 une agence spécialisée dans ce domaine : l'ADER. Elle est chargée, par le Ministère en charge de l'Energie, de promouvoir et développer l'électrification en milieu rural. En 2012, l'ADER avait réalisé 140 projets d'électrification en partenariat avec JIRAMA et le secteur privé. Ces projets desservaient 183 villages ruraux et environ 216 000 habitants (WWF, 2012). En ce qui concerne l'électrification rurale, la production d'énergie électrique est assurée entièrement par 27 opérateurs privés.

La part des projets ADER dans l'électrification nationale reste très limitée, puisque en 2012, elle ne représentait que 0,9% de la puissance totale installée. La principale source d'énergie pour la production électrique est le diesel qui représente 68% des groupes mais 75% de la puissance installée (cf. figure 1). L'ADER développe aussi l'installation de centrales fonctionnant avec des énergies renouvelables. L'énergie hydro-électrique occupe une place importante (16% du nombre de groupes et

18% de la puissance installée). Les autres sources sont nettement moins importantes. Un nombre important de groupes fonctionnent à l'énergie solaire (8%) mais la puissance est très faible (0,3%). Les autres sources sont le vent (énergie éolienne) et la biomasse qui toutes les deux sont encore peu développées à Madagascar.

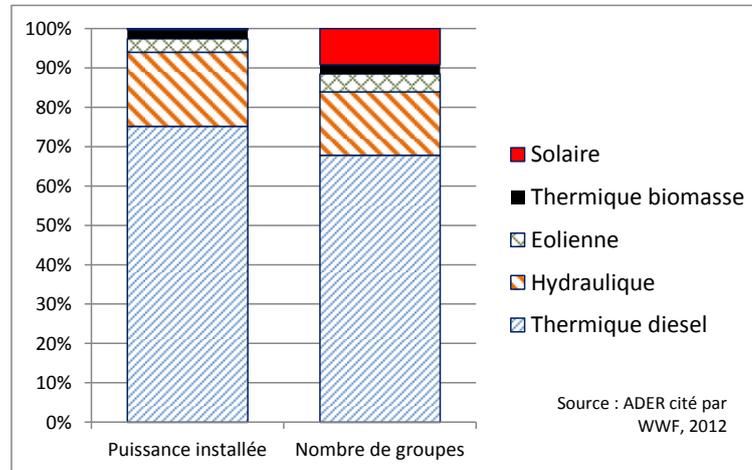


Figure 1 : Répartition de la puissance installée et du nombre de groupes de l'ADER selon la source d'énergie (source : WWF, 2012)

Parmi les énergies renouvelables utilisables pour produire de l'électricité, la biomasse est une option qui peut être très intéressante en milieu rural, car dans certaines zones elle est abondante soit sous forme de sous-produits agricoles, soit avec des plantations forestières (essentiellement eucalyptus) qui permettent de valoriser des terres qui ne sont pas aptes à l'agriculture. En raison de la disponibilité en biomasse et des technologies utilisables, l'électricité pourrait être produite à un coût moindre par rapport à une centrale classique fonctionnant avec du diesel. C'est avec cette approche, que l'ADER et le CIRAD ont élaboré un programme d'implantation d'une centrale thermo-électrique à biomasse avec le projet GESFORCOM dans la commune rurale d'Andaingo. Ce projet a pour objectif une réduction de la pauvreté à travers la valorisation durable de la biomasse-énergie par la production d'électricité à faible coût<sup>7</sup> et la création d'une filière d'approvisionnement en bois pour alimenter la centrale (MONTAGNE, 2012).

### 1.3 Problématique

Selon SOKONA en 1997, la pauvreté a des causes directes et multiples parmi lesquelles la faible consommation d'énergie. En effet, l'énergie joue un rôle important dans l'accomplissement de plusieurs activités indispensables ; d'où sans accès à l'énergie, la pauvreté ne sera jamais éradiquée particulièrement dans le monde rural. De toute évidence, l'accès limité aux sources d'énergie et leur faible disponibilité sont des facteurs aggravants de la pauvreté (INFORESOURCES, 2009).

<sup>7</sup> Coût KWh:700Ar (0,24€)

Le développement économique des zones rurales passe par une disponibilité en abondance d'énergie électrique, car l'iniquité devant l'accès à l'énergie est un des paramètres de la pauvreté et toute lutte contre la misère serait vaine sans progression de l'électrification rurale (MASSE, 2005).

Permettre aux ménages ruraux d'avoir accès à des services électriques à moindre coût et leur donner la possibilité de s'en servir de manière efficace et efficiente, peut contribuer à réduire la pauvreté. En effet, cette source est considérée comme l'une des clés du développement économique et social; sa disponibilité contribue à la réduction de la pauvreté, non seulement à travers la croissance économique, mais aussi par la satisfaction des besoins vitaux de santé et d'éducation (SIHAG et al, 2004).

Le type d'électrification du projet GESFORCOM faisant recours à des machines de cogénération utilisant comme matière première de la biomasse sous forme de bois (mais aussi sous forme de résidus de la transformation du bois) peut permettre aux ruraux l'accès à l'électricité à faible coût. Aux effets « classiques » de l'électrification rurale sur la lutte contre la pauvreté et l'amélioration des conditions de vie, s'ajoutent ceux attendus par la mise en place de la filière d'approvisionnement de la centrale avec la création de valeur ajoutée dont une partie est redistribuée vers les ménages impliqués dans la collecte, le transport et la manipulation de la biomasse et qui font partie, en général, des ménages les plus démunis. Par ailleurs, cette commune dispose d'importantes ressources en bois plantés avec plus de 2 500 Ha d'*Eucalyptus robusta* dont le tiers traités en taillis à courte rotation sur souche pouvant approvisionner la centrale (CIRAD, 2012).

Ce programme est expérimental à Madagascar aussi bien pour la mise au point des technologies utilisées que la mise en place de la filière d'approvisionnement et ses résultats doivent être utilisés pour mener de nouveaux projet d'électrification. Sa mise en œuvre permet d'évaluer les changements induits par l'électrification dans une perspective d'étude de la relation entre la lutte contre la pauvreté et la mise en place d'un dispositif de développement qui est la centrale thermo-électrique à combustion de biomasse. La viabilité et la durabilité d'une entreprise de production et de distribution de l'électricité dans une commune rurale est liée à l'adhésion d'un nombre minimum de ménages qui paient leur abonnement et leurs consommations. Cette étude se propose d'analyser les motivations des ménages pour s'abonner à une réseau électrique et les changements (leurs réactions) à la suite de l'installation de la centrale qui assure, en aval, la production d'ERD à faible coût et en amont, la création d'un nouvelle filière d'approvisionnement en biomasse bois. D'où, la question principale de ce mémoire : **Quels sont les motivations des ménages pour adhérer au réseau électrique et les effets de l'implantation de la centrale thermo-électrique à biomasse sur les comportements et les conditions de vie de la population de la commune rurale d'Andaingo ?**

#### **1.4 Etat de connaissance :**

Pour mieux construire nos hypothèses, il est nécessaire de voir les différents concepts d'adoption, les ouvrages sur les différents raisons d'adoption ou non de l'électricité. Mais aussi, ceux s'intéressant aux impacts de l'électrification et des filières bois.

##### **1.4.1 Les modèles sociaux explicatifs de l'adoption**

###### **1.4.1.1 Le modèle TAM**

Le modèle TAM proposé par DAVIS en 1989 et repris par VENKATESH en 2003 sous le nom de « *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)* » peut expliquer l'adoption des technologies qui stipule que cette adoption s'explique par l'utilité perçue par les consommateurs face aux produits et la perception qu'ont les individus que le produit est facile d'utilisation. Ce modèle est utilisé par de nombreux auteurs qui tentent d'expliquer les raisons pour lesquelles une technologie est adoptée (NIKLAS et STROHMEIER, 2011; LU et al. 2008) (DAUPHIN-PIERRE, 2011).

###### **1.4.1.2 La théorie de diffusion de Rogers Everett**

ROGERS en 1995 propose un modèle théorique pour l'étude de la diffusion sociale des innovations techniques dans la société et les organisations. L'adoption est déterminée par la perception que les utilisateurs potentiels ont des particularités des innovations et par les caractéristiques des utilisateurs eux-mêmes. Pour ROGERS, la décision d'adoption se résume en cinq attributs l'avantage, la compatibilité, la complexité, la possibilité de juger et la visibilité (ADANLE, 2009).

###### **1.4.1.3 La théorie d'acceptabilité sociale d'une innovation**

MALLEIN et TOUSSAINT en 1994 énoncent les conditions de l'acceptabilité sociale d'une innovation technologique. Pour eux, l'utilité précède l'usage. L'adoption d'une innovation nécessite qu'elle ait du sens et son utilisation est perçue positivement, qu'elle soit utile pour les activités quotidiennes et présente une valeur ajoutée économique réelle (MALLEIN et TOUSSAINT, 1994).

##### **1.4.2 Les facteurs influençant le raccordement ou non au réseau ERD**

Selon le rapport de l'UICN, les principales motivations des ménages pour se raccorder sont l'accès à une source continue d'électricité, le faible coût du kWh, l'éclairage, une meilleure éducation des enfants, un meilleur fonctionnement des appareils électriques, une amélioration des activités génératrices de revenu et de la sécurité. Par contre, les démotivations sont le coût élevé de la facture, la fréquence des coupures, les mauvaises prestations du service exploitant ERD, le non-respect des heures de fonctionnement.

Pour BELIERES et al (2010), concernant les ménages des communes rurales de Didy et Manerinerina, et BAHAZE-DAO et al (2014), sur les ménages ruraux au Togo, les raisons de non raccordement dans les localités où il existe déjà des réseaux sont nombreuses. Les coûts de branchement et le règlement

des factures constituent la raison principale de non raccordement. Il y a également le fait que les ménages sont des locataires ou que le point de branchement est trop éloigné.

#### **1.4.3 Impacts socio-économiques de l'électrification rurale**

Plusieurs questions se posent sur l'importance de l'électrification pour le développement rural. En fait, plusieurs études comme celles de LAZARE et al. (2013), DAKPUI (2009), UICN (2009), BAHAZE-DAO et al (2014) ont montré que l'électrification contribue à l'amélioration du niveau de vie des ménages électrifiés à travers le développement et l'amélioration des activités économiques productives (commerce, artisanats, activités de services) grâce à la disponibilité des services énergétiques électriques.

Selon LAZARE et al (2013), l'électrification participe à la modernisation du milieu rural, elle facilite la vie de la population rurale en améliorant le confort, la sécurité, le bien-être et l'éducation. Les effets de l'électrification se manifestent aussi par le développement des infrastructures et équipements socio-collectifs (structures sanitaires, établissements scolaires). Enfin, l'électrification assure une plus-value importante pour le développement des villages, tant en étendue qu'en qualité de l'habitat. Le rapport du projet BIOENERGELEC (BELIERES et al, 2010) énonce que les effets positifs suite au raccordement à un réseau électrique concerne principalement l'amélioration du confort et la modernisation du ménage à travers l'acquisition de nouveaux équipements électriques.

Ainsi, la fourniture d'électricité est un moteur de progrès économique et social car elle permet au-delà des besoins essentiels, de rehausser le niveau de vie des populations à travers l'éclairage, la réfrigération, la ventilation, les équipements audiovisuels et les équipements communautaires (BAHAZE-DAO et al, 2014).

#### **1.4.4 Filière bois « *Eucalyptus robusta* »**

Selon les auteurs ANDRE (2007), MONTAGNE (2012), le bois énergie du territoire de la commune rurale d'Andaingo est traditionnellement destiné à la production de charbon de bois, de bois de chauffe et de bois de service. Ces produits sont utilisés pour approvisionner les centres urbains comme la capitale en énergie domestiques. Par ailleurs, selon RASOALINORO (2008), l'économie de la filière bois malgache est supportée par le charbon de bois car c'est une activité rémunératrice à court terme aux yeux des ménages paysans puisque la production dépend de la commande. Avec le besoin en bois-énergie de la centrale, il y aurait un changement de destination des espaces boisés de la production de charbon vers la production de « kitay » (MONTAGNE, 2012).

Par rapport à ces résultats, notre problématique s'oriente d'une part, sur les déterminants du choix des ménages de se raccorder ou non au réseau ERD et d'une autre part, sur l'analyse les principaux effets (changement socio-économique) de l'électrification au niveau des ménages et de la mise en place de la nouvelle filière. Dans le cadre de ce mémoire, nous tenterons de comprendre, pourquoi les ménages du

chef-lieu ont adopté ou n'ont pas adopté la nouvelle forme d'énergie électrique, quels sont les changements induits par l'électrification et comment se présente la nouvelle filière créée par la centrale par rapport aux autres formes de valorisations du bois d'eucalyptus.

## **1.5 Hypothèses**

Ainsi, trois hypothèses ont été émises.

### **H1 : Le principal déterminant du choix des ménages pour adhérer ou non au réseau électrique est économique.**

L'introduction de l'électricité ERD est une forme d'innovation, même si elle existe ailleurs dans le monde, car c'est une nouvelle technologie pour la localité. Le modèle de ROGERS sur l'adoption et la diffusion des innovations stipule que certaines caractéristiques d'une innovation permettent d'expliquer son adoption dont les plus importants sont l'avantage comparatif et la compatibilité. Le modèle TAM stipule également que l'adoption d'une technologie dépend de son utilité pour les consommateurs et du fait que les individus la perçoivent comme facile à utiliser. Ces modèles induisent une notion de rationalité des individus ou des ménages adoptants ou non en relation avec la rationalité économique ou rationalité utilitaire correspondant à la notion d'utilité. La question de rationalité renvoie à la compréhension du comportement des individus face à une idée nouvelle. Ainsi, on va analyser si l'adoption ou non au réseau électrique est un choix raisonné sur l'utilité de l'électricité dans la vie quotidienne des ménages.

Cette première hypothèse sera abordée en évaluant l'influence des caractéristiques socioprofessionnelles (activités principales), sociales (appartenance à une OP, niveau de scolarisation) des chefs de ménages dans leur décision d'adopter l'électricité mais surtout d'estimer l'effet de la variable économique (revenu du ménage) sur l'adoption ou non de l'énergie électrique.

### **H2 : L'électrification contribue à l'amélioration des conditions de vie des ménages ruraux.**

L'électricité offre divers services pour le confort des ménages, mais aussi des opportunités pour le développement ou l'amélioration d'activités génératrices de revenus. Avec le branchement à un réseau électrique les ménages ruraux modifient leur mode de vie, mais aussi leurs activités. L'électricité rend plus facile l'éclairage et l'alimentation des appareils électriques et change les habitudes des ménages. Avec cette énergie moderne prête à être utilisée, les ménages ruraux peuvent acquérir de nouveaux biens et équipements électriques (équipements audiovisuels, informatique, télécommunication, électroménagers de cuisine...). La dynamique des équipements électriques traduit l'amélioration du niveau de confort des ménages que permet l'électrification. Celle-ci peut aussi avoir des impacts sur les activités et peut ainsi contribuer à l'augmentation des revenus des ménages. La différenciation entre les ménages électrifiés et ceux non électrifiés permet d'illustrer l'évolution des conditions de vie.

**H3 : L'implantation de la centrale permet de développer une filière d'approvisionnement de biomasse plus profitable aux exploitants forestiers.**

Il existe aujourd'hui plusieurs filières de valorisation des plantations forestières à travers la production de bois d'œuvre et de service, de bois de feu et de charbon de bois. Ces filières alimentent principalement les marchés urbains (et principalement Antananarivo) : ménages urbains et entreprises. L'alimentation de la centrale va générer une nouvelle filière, ou plus exactement un nouveau segment de filière, avec une augmentation de la demande locale en bois de feu. En raison de son implantation locale, de sa demande importante et régulière, la centrale de production d'électricité, sera un débouché intéressant pour la valorisation des plantations d'eucalyptus, et une filière rentable pour les acteurs économiques de cette filière.

## 2 Méthodologie

Pour répondre à ces hypothèses la méthodologie est basée sur des enquêtes socio-économiques qui visent, dans un premier temps à caractériser le groupe des ménages qui ont adhéré, du reste de la population et dans un deuxième temps, à déterminer les changements induits après l'électrification, et enfin, à comparer les prix de revient du m<sup>3</sup> du bois selon les différentes possibilités de valorisation et apprécier ainsi l'importance économique de la nouvelle filière. Pour arriver aux résultats des deux premières hypothèses, les méthodes adoptées sont la comparaison entre les deux groupes de ménages enquêtés (abonnés et non abonnés) et pour les abonnés la comparaison des situations avant et après le raccordement au nouveau réseau. Et pour la dernière hypothèse, la méthode repose sur la comparaison des différentes filières existantes et celle nouvellement créée à travers la rentabilité de chaque exploitation. Pour se faire, elle comporte plusieurs phases : la phase préparatoire, les enquêtes socio-économiques concrétisant les travaux de terrain complétées par les observations directes et les traitements et les analyses de données.

### 2.1 Zone d'étude

L'étude a été menée dans le chef-lieu de la commune rurale d'Andaingo (zone d'implantation de la centrale thermo électrique à combustion de biomasse) dans le district de Moramanga de la région Alaotra Mangoro.

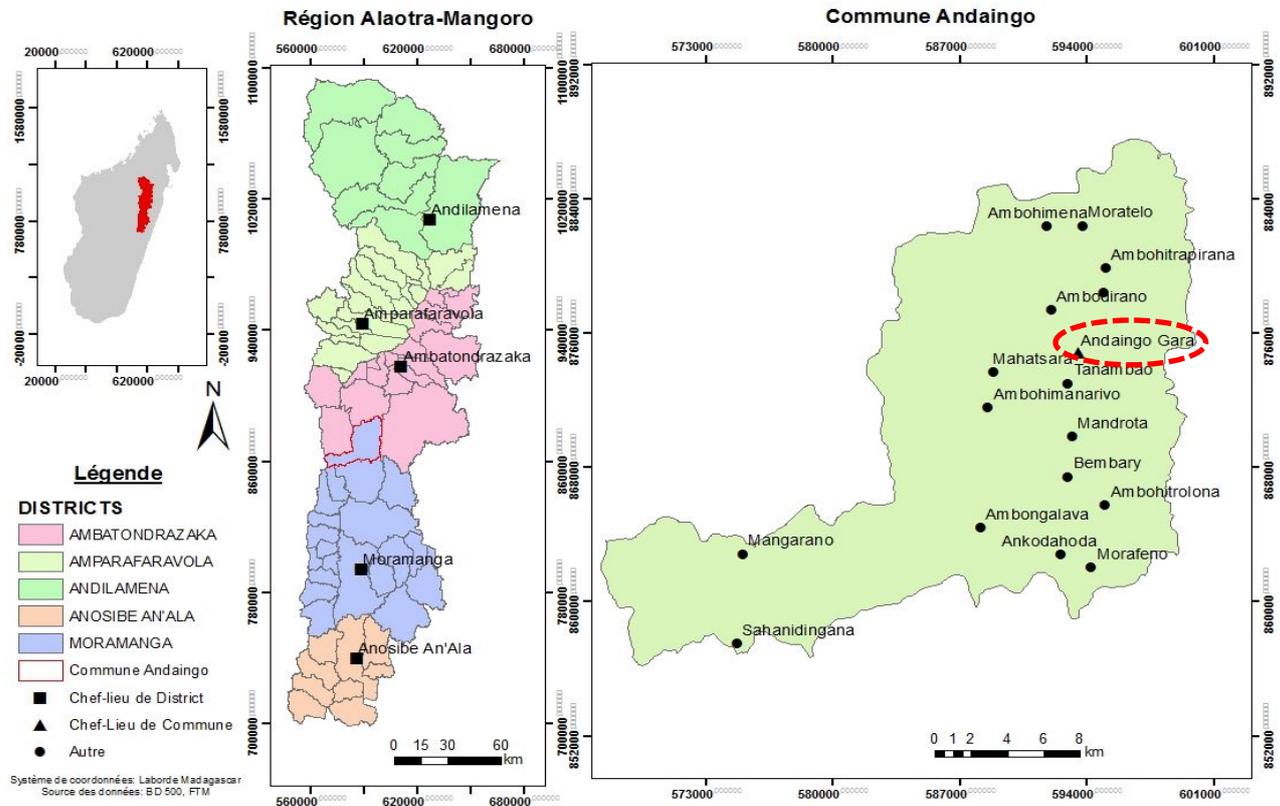


Figure 2 : Zone d'étude (source : auteur)

## **2.2 Phase préparatoire**

Cette phase intègre une recherche bibliographique avec la collecte d'informations. Ces renseignements sont utilisés comme des données de références et d'appui pour la suite du travail. Avant de faire les enquêtes sur terrain, une reconnaissance du milieu d'étude a été entreprise pour contribuer à l'imprégnation au sein de la communauté, pour présenter l'étude aux responsables et notables locaux et pour tirer au sort les personnes à enquêter (chefs de ménages abonnés ou non) dans la liste des abonnés au réseau électrique avec l'aide des employés de la centrale et dans la liste des chefs de ménage du village avec l'aide de l'adjoint au maire. Ce dernier, avec le Maire de la commune et des chefs fokontany ont facilité notre introduction auprès des ménages ruraux à enquêter. Le questionnaire a fait l'objet d'un test auprès de quelques ménages électrifiés au cours de ce premier séjour pour apprécier la pertinence des questions par rapport aux informations recherchées. Ainsi, certaines questions ont été abandonnées et des questions se rapportant aux énergies des ménages et de leurs perceptions sur l'électrification ont été introduites.

## **2.3 Méthode de collecte de données**

### **2.3.1 Consultation bibliographique**

Cette partie concerne les revues et documentations relatives au thème. Cette bibliographie permet de constituer et de synthétiser les études déjà faites sur les facteurs d'adoption d'une innovation ou technologie ainsi que des modèles conceptuels, sur les effets et impacts de l'électrification rurale dans le contexte mondial mais aussi national et dans la région d'implantation et sur la filière bois. Elle nous a permis d'orienter la problématique et recouper et compléter les informations relevées sur terrains puis les comparer avec les résultats des documents consultés.

### **2.3.2 Enquête socio-économique**

Des enquêtes socio-économiques ont été menées auprès d'un échantillon de ménages en utilisant un questionnaire constitué de questions fermées quantitatives ou qualitatives et de questions ouvertes. Des entretiens ont également été menés auprès de personnes ressources.

#### **2.3.2.1 Enquête par questionnaire**

L'enquête par questionnaire est l'une des méthodes les plus utilisées pour les enquêtes socio-économiques. Le questionnaire permet de préparer puis de poser des questions ordonnées fermées ou ouvertes auprès des ménages, le plus souvent un échantillon représentatif de la population totale. Ce type d'enquête vise à recueillir trois catégories de données : les faits, les jugements subjectifs et les cognitions (RAMAMONJISOA, 1996). Dans notre cas, il vise à collecter les informations relatives au raccordement au réseau électrique et aux changements induits par l'électrification.

❖ *Population parente*

La population parente est l'ensemble des ménages du chef-lieu de la commune d'Andaingo qui est le site du projet d'ERD. L'unité d'enquête est le ménage qui est défini comme « *l'ensemble de personnes habitant un même logement, unies par des liens familiaux ou non et partageant les repas principaux et reconnaissant l'autorité d'une seule personne : le chef de ménage* » (MAEP/UPDR<sup>8</sup> in RASOALINORO, 2011). Le choix du ménage comme unité d'enquête pour cette étude est justifié par le fait que ce sont les ménages qui sont les principaux clients<sup>9</sup> de la centrale et qu'ils constituent l'essentiel de la demande en électricité (WWF, 2012).

❖ *Echantillonnage*

Avec les moyens humains et matériels à disposition, et avec le peu de temps alloué pour le travail de terrain, il était impossible de faire une enquête exhaustive auprès de tous les ménages du chef-lieu de la commune. Le recours à un échantillonnage aléatoire de la population a été entrepris. En utilisant le registre des abonnés avec compteur de l'opérateur économique avec 82 abonnés et la liste exhaustive des ménages du village obtenue auprès des chefs de fokontany (Andaingo I et Andaingo II) comptant 760 ménages, nous avons constitué deux échantillons de ménages : les 82 ménages abonnés avec compteur au réseau et les ménages non abonnés. Cependant, il est apparu que quelques ménages étaient raccordés au réseau par l'intermédiaire d'un autre ménage et donc sans avoir de compteur et sans figurer dans le registre de l'opérateur. Ces 10 ménages payent au ménage abonné de manière forfaitaire (montant négocié par mois). Ces ménages ont été versés dans le groupe des abonnés qui au final totalise 92 ménages.

Une fois ces échantillons constitués, nous avons tiré au sort dans la liste des ménages de chaque groupe un échantillon de 44 ménages à enquêter. Il a été décidé de constituer un échantillon égal dans chacun des groupes, l'objectif étant de comparer les résultats entre les deux échantillons et non pas de représenter les ménages en fonction de leur poids dans la population. Les résultats peuvent être considérés comme représentatifs de chacun des deux groupes.

Le nombre de ménages et la taille de l'échantillon sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Echantillon des ménages enquêtés selon leur abonnement au réseau ERD

	<b>Nombre de ménages</b>	<b>Nombre de ménages de l'échantillon</b>	<b>Taux de sondage</b>

<sup>8</sup> Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche

<sup>9</sup> Il faut noter parmi les autres clients la Commune et une entreprise de sciage et de séchage de bois.

Abonnés avec compteur (82) et raccordés au réseau sans compteur (10)	92	44 (dont 40 avec compteur et 4 sans compteur)	48%
Non abonnés / non raccordés	668	44	7%

L'échantillon des abonnés représente 48% du nombre total des abonnés avec ou sans compteur et celui des ménages non abonnés est de 7%.

#### ❖ *Questionnaire*

Le questionnaire (cf. annexe 2) a été élaboré de manière à obtenir des informations sur les principales caractéristiques des ménages ruraux susceptibles d'expliquer les raisons pour l'adhésion et sur les différents changements intervenus. Ces caractéristiques sont l'identification du ménage et des membres qui le composent, l'appartenance à une organisation paysanne, le raccordement ou non au réseau ERD, les diverses sources d'énergies utilisées, les appareils électriques en possession et nouvellement acquis, les différentes activités menées et les sources de revenus, le revenu des ménages pour l'année 2013 et la perception du ménage par rapport à l'électricité. Ces questions s'adressent soit au chef de ménage soit à défaut à un autre membre du ménage (son/sa conjoint(e)) capable de répondre à la place du chef de ménage.

#### 2.3.2.2 *Entretiens ouverts*

En plus de ce questionnaire fermé, des entretiens ont été effectués avec des personnes « ressources » et notamment : le chef de cantonnement des Eaux et Forêts de Moramanga chargée de contrôler et de régulariser les activités d'exploitation forestière de la zone ; les autorités de la commune ; les chefs de fokontany ; l'opérateur économique responsable du fonctionnement de la centrale et les acteurs de la filière bois. Ces interviews ont été entreprises pour collecter des données relatives à la vie sociale et économique de la population et pour pouvoir interpréter et analyser les données provenant des questionnaires.

Elle a permis de collecter des informations clés sur l'exploitation du bois, de connaître les filières bois ligneux existantes dans la commune spécialement celles relatives aux plantations d'eucalyptus et les différentes opérations ainsi que les coûts de chaque filière depuis la production jusqu'à la commercialisation. Les données collectées ont été utilisées notamment pour la comparaison entre la nouvelle filière d'approvisionnement en biomasse créée par la centrale et les autres valorisations du bois.

#### 2.3.3 *Observation directe*

La base même du travail de terrain réside dans la constatation de visu de la réalité des ruraux dans le lieu d'enquête. Elle permet de recouper ou vérifier les propos des personnes ressources en observant et vérifiant le raccordement des gens au réseau, les différentes activités présentes sur le lieu ainsi que les

différentes sources d'énergies surtout celles utilisées pour l'éclairage, l'alimentation des biens durables électriques utilisés par chaque foyer. Les observations ont été faites par des visites dans les demeures des enquêtés pour prendre des rendez-vous ou en même temps que les enquêtes. Les observations et les vérifications ont été faites avec la participation active des personnes enquêtées. Elles peuvent également servir comme outil d'analyses pour la suite de l'ouvrage.

#### **2.3.4 Approche filière**

L'approche filière est une méthode d'analyse technique et économique des circuits commerciaux. Cette démarche réserve une place importante aux données de terrain. L'intérêt de l'approche filière consiste à décomposer les différentes étapes du circuit d'un produit, de l'acte de production jusqu'à l'acte de consommation. Elle vise à comprendre les stratégies des acteurs, les mécanismes de structuration des prix, d'identifier et de caractériser les contraintes au commerce d'un produit (DUTEURTRE, 2000). La filière peut également désigner l'ensemble des actes de production, transformation, distribution relatifs à un produit ou à un groupe de produits homogènes et concourant à la satisfaction d'un même besoin final issu de la consommation (LEDENT in DIARRA, 2003).

Cette étude concerne la filière bois : de la production de bois dans cette zone jusqu'à la vente au détail des produits finis (bois d'œuvre et de service, charbon de bois et bois de feu) (RAMAMONJISOA, 1997).

Cette approche permet de dégager le prix de revient pour chaque acteur économique de chaque produit de valorisation et d'apprécier la rentabilité de l'exploitation en approvisionnant la centrale par rapport aux autres exploitations forestières.

### **2.4 Traitement et analyses de données**

Les données obtenues ont été contrôlées et saisies sur informatique puis traitées et analysées. Les traitements effectués sont essentiellement des statistiques descriptives des données des deux groupes de ménages. Les résultats sont présentés dans des tableaux ou graphiques.

#### **2.4.1 Création d'une base de données**

Les données collectées (questionnaire) ont été saisies dans une base de données élaborée avec le logiciel Excel 2010. La base de données est constituée de plusieurs « feuilles » avec dans chaque feuille un tableau rectangulaire dans lequel chaque ligne représente un individu statistique (qui porte toujours le même identifiant) et chaque colonne est une variable (la première ligne contient le nom de la variable, et la première colonne contient l'identifiant de l'individu statistique). Les informations collectées avec questions ouvertes ont été transformées en questions fermées par la transcription en plusieurs modalités de réponses.

## **2.4.2 Traitement analytique**

L'objectif est de faire une analyse du facteur déterminant du choix des ménages à s'être raccordés au réseau, une analyse des effets de l'électrification et une analyse des différentes filières bois qui sont basées sur des comparaisons.

### **2.4.2.1 Traitement sur l'électrification des ménages : adhésion et effets de l'électrification**

#### **❖ Traitement descriptif**

Les données dépouillées et arrangées dans la base de données ont été analysées, pour la grande partie, avec des statistiques descriptives (moyenne, écart-type, pourcentage) et les résultats ont été présentés dans des tableaux et/ou par des graphiques ou courbe. La construction de graphiques et de tableaux s'est réalisée sous Excel 2010.

#### **Détermination des raisons d'adhésion ou non au réseau ERD :**

Pour déterminer les principales motivations des ménages à utiliser ou non l'électricité produite par la centrale d'Andaingo, les raisons ayant la même signification ont été transcrites en une seule réponse.

***Efficacité de l'énergie électrique :*** production d'une bonne intensité lumineuse pour l'éclairage, longue durée de fonctionnement des appareils électriques, énergie mobilisant un minimum d'effort par rapport à la manipulation des sources d'énergies électriques (groupe électrogène, panneau solaire).

#### **Classification statistique des ménages ruraux à partir des activités socioprofessionnelles :**

Pour explorer la relation entre adhésion et caractéristiques économiques, nous avons classés les ménages selon les activités principales du Chef de ménage et comparé les fréquences pour chacun des groupes (ménages abonnés et non abonnés) et les fréquences des motivations.

#### **Influence des caractéristiques sociodémographiques des chefs de ménage :**

Nous avons également analysé les caractéristiques sociodémographiques (niveau d'étude ou de formation, l'appartenance à une organisation paysanne) selon les groupes de avec les ménages abonnés et non abonnés pour explorer la tendance à adhérer au réseau électrique.

#### **Calcul du revenu annuel des ménages :**

Pour pouvoir comparer les revenus annuels par personne par an des ménages pour expliquer les raisons d'adoption ou non, il faut déterminer le revenu total annuel de chaque unité d'enquête en sommant les revenus agricoles, les revenus non agricoles et les autres revenus (retraite, loyer, transfert). Pour obtenir le revenu agricole net, les produits bruts des productions végétales et des productions végétales sont calculées :

$$PB = \text{production totale en une année} \times \text{prix de vente moyen de chaque produit}$$

A ces produits bruts sont soustraites les charges :

Charges de production végétale = intrants (engrais, pesticides, semences, etc.) + main d'œuvre + carburant, réparation et entretien du matériel + charges énergétiques + taxes foncières

Charges de production animale = achat animaux + produits vétérinaires + aliments + main d'œuvre

Ainsi, le revenu agricole net = Produit Brut Total – Charges Totales

Le revenu non agricole net est obtenu par la relation suivante :

$RNAN = [\text{chiffre d'affaire annuel} - \text{charge de production (achats, salaire des ouvriers, charge électrique, charge énergétique des autres sources)}] + [\text{salaires perçus}]$

Ainsi, le revenu net du ménage est :  $RN = RAN + RNAN + \text{autres revenus (locations, retraites, transferts, etc.)}$

Pour prendre en compte les différences entre la taille des ménages on a utilisé comme indicateur le revenu par personne.

Revenu par personne = Revenu annuel par ménage / taille du ménage (membres de la famille).

Les revenus par personne par an ont été regroupés en classes de 1000 Ar (revenu par personne par an x 0,001).

### **Evolution des équipements électriques**

Pour explorer les effets de l'électrification sur le mode de vie des ménages, nous avons analysé la dynamique des équipements des ménages en comparant le nombre moyen de chaque équipement électrique par ménage avant et après l'électrification. De plus, l'évolution des équipements des ménages à partir des dates d'acquisition permet d'analyser la dynamique d'équipement.

### **Calcul des dépenses énergétiques des ménages**

Le changement induit par l'électrification au sein des ménages peut être apprécié avec l'évolution des dépenses énergétique du ménage. Pour obtenir les dépenses énergétiques domestiques avant et après l'électrification, nous avons procédé ainsi :

Dépenses énergétiques domestiques avant = dépenses pour la production d'énergie électrique (gasoil ou essence ou rechargement batterie, piles électriques) + dépenses en d'autres sources d'énergies (pétrole, bougies, bois ou charbon de bois).

Dépenses énergétiques domestiques après = dépenses en électricité + dépenses pour d'autres sources d'énergie électrique + dépenses en d'autres sources d'énergies.

Dépense annuelle = Quantité consommée mensuelle x prix d'achat moyen x 12.

#### ❖ Test ANOVA

La comparaison des moyennes de revenu annuel des deux groupes de ménages (abonnés et non abonnés) mais également celles des dépenses énergétiques avant et après l'électrification ont été

testées pour évaluer si les différences sont significatives. De ce fait, nous avons fait le test ANOVA bivariée à partir du logiciel SPSS. Les hypothèses statistiques sont :

- $H_0$  : « Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes »
- $H_1$  : « Les moyennes sont significativement différentes »

Ce test va nous permettre d'appuyer la différence entre les revenus des ménages ruraux et de voir la diminution des dépenses énergétiques des ménages abonnés par rapport aux ménages non abonnés.

#### 2.4.2.2 Comparaison des différentes filières existantes

Pour chaque exploitant enquêté, nous avons établi un compte d'exploitation. Pour l'exploitant produisant plusieurs types de produits forestiers ligneux issus d'une seule plantation, les charges communes ont été réparties selon la part de chaque produit (bois de COS, CdB) dans le chiffre d'affaire final.

Pour pouvoir comparer les produits de chaque filière, nous avons converti les quantités en une seule unité de mesure : le  $m^3$  (volume commercialisé). Cette comparaison permet d'apprécier la filière la plus avantageuse pour l'exploitant forestier. Les formules de conversion des pièces de bois d'œuvre en  $m^3$  sont les suivantes (ANDRIAMIFIDY et al, 2014) :

❖ *Bois d'œuvre :*

Planche :  $\text{volume} = \text{côté1} * \text{côté2} * L * \text{nb} = 0,18 * 0,04 * 3 * \text{nombre}$

Chevron :  $\text{volume} = \text{côté1} * \text{côté2} * L * \text{nb} = 0,12 * 0,12 * 4 * \text{nombre}$

Madrier :  $\text{volume} = \text{côté1} * \text{côté2} * L * \text{nb} = 0,17 * 0,07 * 4 * \text{nombre}$

❖ **Bois de service** : (*volume commercial du poteau électrique*)

Le volume commercial est une détermination arbitraire du volume d'une grume obtenue en l'assimilant à un cylindre. Pour le cubage des bois abattus, la grume entière ou en partie peut être assimilée approximativement aux diverses formes géométriques (cylindre, paraboloïde, tronc de cône, le néloïde) (ANDRIAMBELO, 2009).

L'*Eucalyptus robusta* (régime de futaie) dans la revue Akon'ny Ala, Décembre 1993 présente un port élargi et un fût droit (Source : World Agroforestry Centre in fiche de présentation de LISAN). Pour ce calcul, nous prendrons la formule grossière du cubage des grumes (forme cylindrique) (ANDRIAMBELO, 2009).

- Poteaux électriques :  $\text{volume} = \frac{\pi * h * d^2}{4} * \text{nombre}$

d : diamètre à 1,30 m su sol

*h* : hauteur ou longueur de la grume

Pour le choix du diamètre on s'est référé aux standards et normes des poteaux bois à Madagascar appliqués par la JIRAMA car l'exploitant forestier enquêté ne donnait qu'une vague idée du diamètre ( $20 < d_{1,3m} < 25$  cm) des poteaux vendus pour une électrification dans les zones rurales. Nous supposons que les poteaux seront utilisés en BT pour les deux hauteurs dans la classe A (cf. : Annexe 3).

❖ *Bois d'énergie :*

Pour la conversion du sac de charbon de bois en  $m^3$ , la correspondance entre sacs de charbon et stère de bois est : 2 sacs moyens de charbon correspondent à environ un stère de bois selon ANDRE, en 2007 sur la disponibilité en bois de pins et d'eucalyptus dans la CR d'Andaingo.

Pour passer du volume commercial ( $m^3$ ) à volume commercial « enstéré », RANDRIANJAFY en 2010 a étudié l'enstérage réel de *Eucalyptus robusta* et il en résulte la relation :

[ $V_{com} \text{ (tonnes)} = 0,675 \times V_{com} \text{ (m}^3\text{)}$ ] est généralisable. Le coefficient 0,675 est la densité moyenne du bois d'eucalyptus des régions de Madagascar et peut être appliqué pour la transformation de  $V_{com}$  réel en  $m^3$  en  $V_{com}$  réel en tonnes (stère). Le stère est une mesure commerciale et non un volume précis.

Unité	$m^3$	Densité	Coefficient d'empilage
Valeur	1	0,675	0,675

(Source : RANDRIANJAFY et RAKOTOMALALA en 2012).

Ainsi, avec  $0,675 m^3$  (volume réel des bois), on obtient deux sacs de charbon.

La biomasse-bois utilisée pour l'alimentation de l'unité de production de la centrale est sous forme de rondins disposés en stères de  $1m^3$ .

L'analyse des filières bois se fera à partir des quelques cas identifiés. Les indicateurs de comparaison sont le prix de revient et la marge nette par quantité (excédent ou profit).

$$\text{Prix de revient} = \frac{\text{Charge Totale}}{\text{quantité (production)}}$$

$$\text{Marge nette par unité de produit} = \frac{(\text{Produit Brut Total des ventes} - \text{Charge Totale})}{\text{quantité (production)}}$$

## 2.5 Limite de l'étude

Les différentes méthodes de collecte adoptées et démarches d'analyse permettent d'apprécier les effets de l'électrification en milieu rural, car selon GHIGLIONE et al (1985), l'application d'un

questionnaire à un échantillon permet une inférence statistique<sup>10</sup>. Toutefois la méthodologie présente des limites. En effet, pour être correctement menées, les enquêtes requièrent des relations de confiance entre les enquêtés et l'enquêteur. Ces relations de confiance ont été assez difficiles à établir à Andaingo car au début, la population rurale était très réticente, voire méfiante, par rapport aux questionnements. Les ménages considéraient que le projet GESFORCOM avait déjà mené des enquêtes et qu'il était inutile qu'ils soient interrogés à nouveau. Par ailleurs, après quelques enquêtes, les gens ont été encore plus réticents pour recevoir l'intervenante dans leurs foyers sachant que l'étudiante faisait un inventaire des biens durables électriques du ménage et ils pensaient qu'elle pouvait être complice avec des bandits. Face à cette situation, il a été nécessaire de mettre en confiance la population sur les raisons exactes de notre visite en s'entretenant régulièrement auprès de l'adjoint au maire. Par ailleurs, le questionnaire fait appel à la mémoire des personnes interrogées notamment pour établir les revenus ou évaluer les dépenses énergétiques avant l'électrification. Les réponses obtenues sont ainsi quelques fois imprécises car la personne n'a plus un très bon souvenir. Enfin, certains enquêtés peuvent avoir des réticences à répondre correctement à certaines questions « personnelles » qui concernent par exemple les revenus ou les comportements. Ainsi, une des limites de ces enquêtes, concerne la précision des réponses en raison soit d'une manque de confiance soit d'un défaut de mémoire de la part des personnes interviewées.

Certains effets socio-économiques de l'électrification n'ont pas pu faire l'objet d'appréciation. Le non raccordement des infrastructures socio-collectifs et le manque de statistique a limité la disponibilité des données pour apprécier tous les changements induits par l'électrification en réseau : concernant la santé, l'éducation, le revenu communal.

Concernant l'enquête auprès des exploitants forestiers, peu d'enquêtes ont pu être réalisées, car très peu d'exploitants résident dans la commune d'Andaingo. Par ailleurs, les exploitants paysans, surtout charbonniers, ne souhaitaient pas être questionnés car ils n'avaient pas de permis.

Malgré ces limites, la méthodologie adoptée et les outils utilisés ont permis d'obtenir des informations de qualité, nécessaires pour faire les analyses initialement prévues.

---

<sup>10</sup> « L'inférence statistique consiste à induire les caractéristiques inconnues d'une population à partir d'un échantillon issu de cette population. Les caractéristiques de l'échantillon, une fois connues, reflètent avec une certaine marge d'erreur possible celles de la population ». (Source : <http://www.techno-science.net/>)

Tableau 2 : Cadre opératoire

Problématique	Hypothèses	Indicateurs	Methodologie
<p>Quels sont les motivations des ménages pour adhérer au réseau électrique et les effets de l'implantation de la centrale thermo-électrique à biomasse sur les comportements et les conditions de vie de la population de la commune rurale d'Andaingo ?</p>	<p>H1 : Le principal déterminant du choix des ménages pour adhérer ou non d'adhérer au réseau électrique est économique.</p>	<p>Adhésion ou non au réseau</p> <p>Raisons d'adhésion (facteur économique):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement des activités existantes</li> <li>• Diminution des dépenses énergétiques des ménages</li> </ul> <p>Raisons de non adhésion au réseau (facteur économique) :</p> <p>Incapacité des ménages à payer les coûts de raccordement et des factures mensuelles</p> <p>Facteur d'adhésion ou non : revenu du ménage, activité des chefs de ménage</p> <p>Revenus annuels des abonnés plus élevés que ceux des non abonnés</p> <p>Différence entre les caractéristiques sociales des chefs de ménage (scolarisation du CM, appartenance à une organisation paysanne)</p>	<p>Identification des deux groupes de ménages (abonnés ou non abonnés)</p> <p>Constitution des ménages à enquêter pour identifier les différentes raisons d'adhésion ou non</p> <p>Analyse des relations entre les raisons d'adhésion ou non avec les activités et les revenus des ménages</p> <p>Détermination du principal facteur d'adhésion ou non au réseau ERD</p>
	<p>H2 : L'électrification contribue à l'amélioration des conditions de vie des ménages ruraux.</p>	<p>Evolution du type et du nombre des équipements au sein des ménages</p> <p>Fréquence d'utilisation des postes téléviseurs</p> <p>Changement des types / sources d'énergie domestiques et productives (éclairage et fonctionnement des appareils)</p> <p>Augmentation du champ d'activités</p>	<p>Identification des principaux changements au sein des ménages électrifiés</p> <p>Comparaison de la situation actuelle par rapport à celle avant électrification</p> <p>Comparaison des deux groupes de ménages</p>

		<p>Diminution des dépenses énergétiques des ménages abonnés</p> <p>Allongement du temps de travail des enfants pour faire leurs devoirs à la maison (influence de l'électricité sur le travail scolaire)</p> <p>Augmentation du nombre de personnes circulant pendant la soirée</p>	<p>(abonnés ou non abonnés)</p> <p>Analyse des effets de l'électrification sur les activités économiques et mode de vie des ménages</p>
	<p>H3 : L'implantation de la centrale permet de développer une filière d'approvisionnement de biomasse plus profitable aux exploitants forestiers.</p>	<p>Nombre de modes de valorisation de bois existants</p> <p>Nombre d'exploitant forestier approvisionnant la centrale</p> <p>Rentabilité de la nouvelle filière</p>	<p>Identification des différentes filières existantes</p> <p>Effet de la nouvelle filière créée par l'implantation de la centrale sur le revenu de l'exploitant forestier (analyse de rentabilité des filières)</p>

### 3 Résultats et interprétations

#### 3.1 Electrification et population rurale

##### 3.1.1 Etats des lieux de l'électrification

###### 3.1.1.1 Taux d'électrification et raccordement

Le taux d'accès représente le ratio entre le nombre d'abonnés (ménages disposant d'un compteur venant de l'ADER) et le nombre total de ménages d'une localité. L'accès effectif, est le ratio entre le nombre de ménages disposant de l'électricité et le nombre total de ménages d'une localité (Maxime, 2008).

Seulement 10,79% des ménages du chef-lieu de la commune sont abonnés au réseau ERD alimenté par la centrale. Cependant 12,11% des ménages utilisent l'électricité car comme indiqué précédemment il y a 10 ménages qui ne sont pas abonnés mais disposent de l'électricité en étant branchés sur le compteur d'un autre ménage à qui ils payent un montant forfaitaire mensuel.

###### 3.1.1.2 Evolution du nombre des abonnés

L'évolution du nombre des ménages abonnés<sup>11</sup> au réseau est présentée dans la figure 3

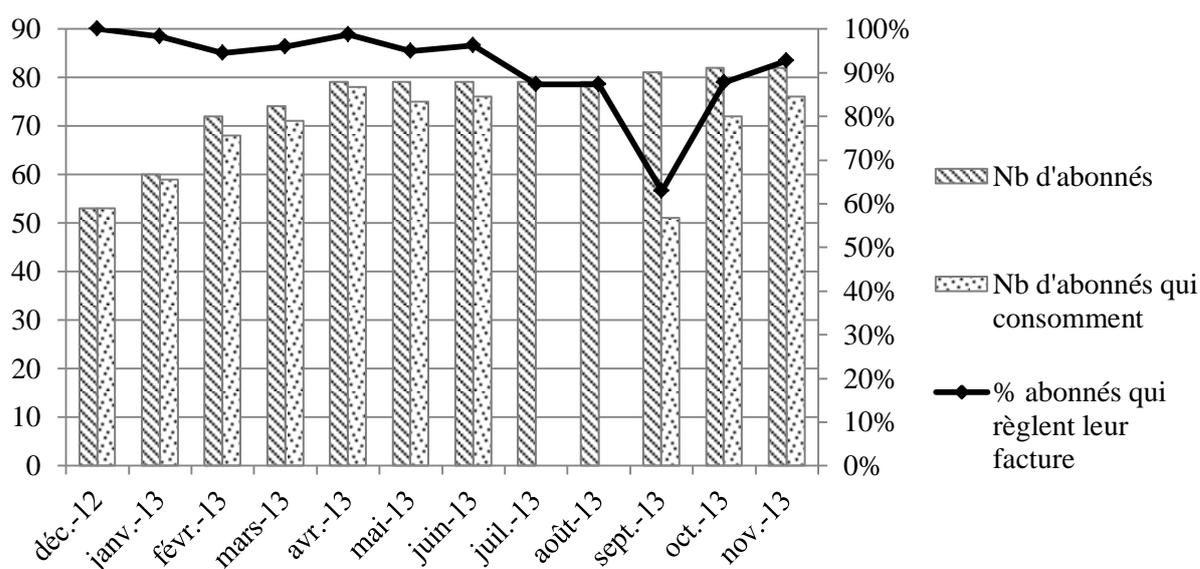


Figure 3 : Evolution du nombre d'abonnés depuis la mise en place de la centrale et de la part des ménages qui règlent leur facture (Source : registre du gestionnaire BETC Nanala)

Dès le premier mois de fonctionnement de la centrale, on enregistre plus d'une cinquantaine de ménages qui se sont abonnés au service électrique. Le nombre des abonnés est passé de 50 à 82 en une année (soit + 40%). Ce qui peut être considéré comme relativement faible par rapport au nombre total

<sup>11</sup> Pour cette partie, la catégorie « abonné » concerne tous les habitants de la commune disposant d'un contrat d'abonnement avec l'opérateur en charge de la gestion de la centrale électrique et qui figurent dans le registre avec un compteur répertorié

de ménages dans la localité et le taux d'électrification reste relativement faible. Mais il faut noter que durant cette période la centrale à vapeur a très mal fonctionné (problèmes techniques) et que l'opérateur a dû utiliser un groupe électrogène diesel pour alimenter le réseau avec de nombreuses suspensions et même un arrêt total pendant deux mois (en juillet et août 2013, la centrale n'a pas produit faute de carburant). Durant ces deux mois, 87% des abonnés ont tout de même payé la facture .

Ce sont ces dysfonctionnements qui ont provoqué au cours de l'année 2013 des contestations de la part des abonnés, certains refusant de payer les factures d'abonnement. D'après les chefs de ménages ou leur conjoint(e) enquêtés, en achetant le compteur individuel, celui-ci devrait être leur propriété et non en location. Au début du mois de septembre 2013, le prix du KWh est passé de 700 à 1 500 Ar. En septembre 2013, seulement 51 sur les 81 abonnés ont repris leur consommation après cette hausse du prix du KWh.

Toutefois, à la fin de l'année 2013, les ménages ont à nouveau payé leurs factures suite à une réunion entre les usagers et le gestionnaire de la centrale où celui-ci a expliqué les raisons de la hausse du prix du KWh et présenté les efforts entrepris pour résoudre les problèmes. Avec seulement 82 ménages officiellement reliés au réseau avec un compteur, le taux d'accès de la population à l'électricité reste faible par rapport aux objectifs finaux du projet de relier plus de 600 ménages de la localité.

Durant la première année de fonctionnement, les problèmes ont été nombreux et l'alimentation du réseau en électricité très chaotique, ce qui n'a pas « motivé » les demandes d'abonnement. De toutes les façons, l'opérateur ne dispose pas de nouveaux compteurs (qui doivent être fournis par l'ADER) et est dans l'incapacité de répondre aux demandes de nouveaux adhérents.

### **3.1.2 Ménages abonnés et ménages non abonnés**

#### **3.1.2.1 Raisons d'adhésion au réseau**

Les raisons données par les ménages pour expliquer leur adhésion au réseau ERD peuvent être classées en quatre modalités représentées comme suit :

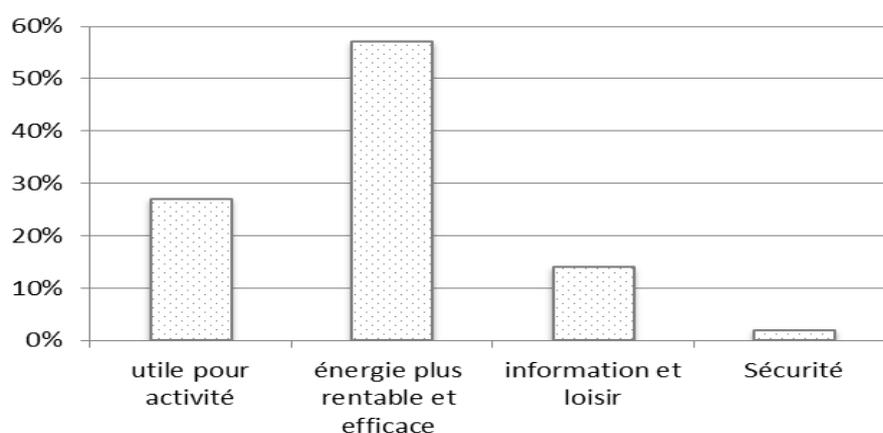


Figure 4 : Raison d'adoption de l'électricité

La majorité des ménages, plus de 50%, a adopté l'électricité car cette source d'énergie est, selon eux, plus économique et plus efficace par rapport aux autres sources. Ils choisissent ce type d'énergie, d'une part parce que les dépenses pour la consommation mensuelle d'électricité leur semblent plus avantageuses que s'ils doivent acheter de l'essence ou du gasoil pour alimenter un groupe électrogène et d'autre part que la connexion au réseau est plus efficace et plus efficiente pour l'éclairage et pour faire fonctionner les matériels et équipements électriques. Cette source d'énergie est considérée comme plus confortable puisqu'elle ne nécessite aucune manipulation et est silencieuse en comparaison aux bruits produits par les groupes électrogènes.

En outre, 27% des ménages choisissent d'utiliser l'électricité de l'ERD dans le but de développer leurs sources de revenus. L'électricité constitue une source d'énergie indispensable dans l'accomplissement de leurs activités. Ainsi, l'utilisation de l'électricité concerne beaucoup plus les personnes ayant une activité non agricole.

Quelques ménages (14%) ont déclaré qu'ils se sont raccordés au réseau de l'électrification rurale pour améliorer leur accès à l'information et se divertir. Ces personnes accordent une grande importance à l'électricité pour faire fonctionner convenablement leurs équipements électriques principalement les équipements audio-visuels (téléviseur, lecteur, antenne parabolique,...) pour leur confort, pour le loisir et pour être au courant des nouvelles du pays en même temps que les gens de la ville. Ces ménages s'attendent à une évolution du niveau de confort apporté par l'électricité.

Seulement 2% des ménages ont déclaré avoir adhéré au réseau pour améliorer leur niveau de sécurité (éclairage domestique et public pour lutter contre les actes de banditisme), alors que dans les enquêtes menées avant l'électrification dans les villages du projet BIOENERGELEC, l'amélioration de la sécurité était un argument souvent évoqués par les ménages, cette forte attente concernait l'éclairage public et la sécurité du village (BELIERES et al, 2010)<sup>12</sup>.

Ainsi, la raison principale qui motive les ménages pour demander leur raccordement au réseau électrique est avant tout économique car ils pensent que le réseau électrique est soit plus économique et plus efficace que les autres modes de production d'électricité (essentiellement groupe électrogène diesel ou essence) soit leur permettra de développer leurs activités. Les autres raisons liées au confort (loisir et informations) ou à la sécurité apparaissent minoritaires. Ce sont donc d'abord des raisons de développement économique de leur propre ménage qui ont motivé les personnes à adhérer à un réseau électrique dans cette zone rurale. Dans ce sens l'électrification apparaît donc bien comme un élément qui peut stimuler le développement de l'économie locale via le développement d'activités pour une partie des ménages de la localité concernée.

---

<sup>12</sup> « L'électrification bénéficie donc d'un avis très favorable. Les raisons évoquées sont nombreuses et très diverses. Parmi celles-ci, il faut mentionner les fortes attentes vis-à-vis de l'éclairage public et de la sécurité que celui-ci va apporter, ou même de la réduction de l'insécurité qu'il va entraîner » (BELIERES et al, 2010 ; page 31).

3.1.2.2 Relations entre activités professionnelles et raisons d'adhésion

En croisant les activités principales des ménages et les raisons pour accéder à l'électricité, on peut analyser les comportements selon l'appartenance socio-professionnelle.

Tableau 3 : Part des ménages abonnés selon l'activité principale des chefs de ménages

Activité principale du CM	Adhésion
Effectif	44
Inactif	0%
Agriculteur-éleveur	14%
Fonctionnaire	34%
Travailleur indépendant commerce	39%
Travailleur indépendant service	11%
Travailleur indépendant secteur artisanal	0%
Ouvrier agricole	0%
Ouvrier non agricole	2%

86% des chefs de ménages abonnés ont une activité principale dans le secteur tertiaire dont 39% dans le commerce, 36% des salariés lettrés (fonctionnaire et enseignant privé) et 11% dans les multiservices.

Les ménages qui adhèrent au réseau électrique ont, plus que les autres, des activités économiques dans le secteur tertiaire (restauration, commerce, multiservice).

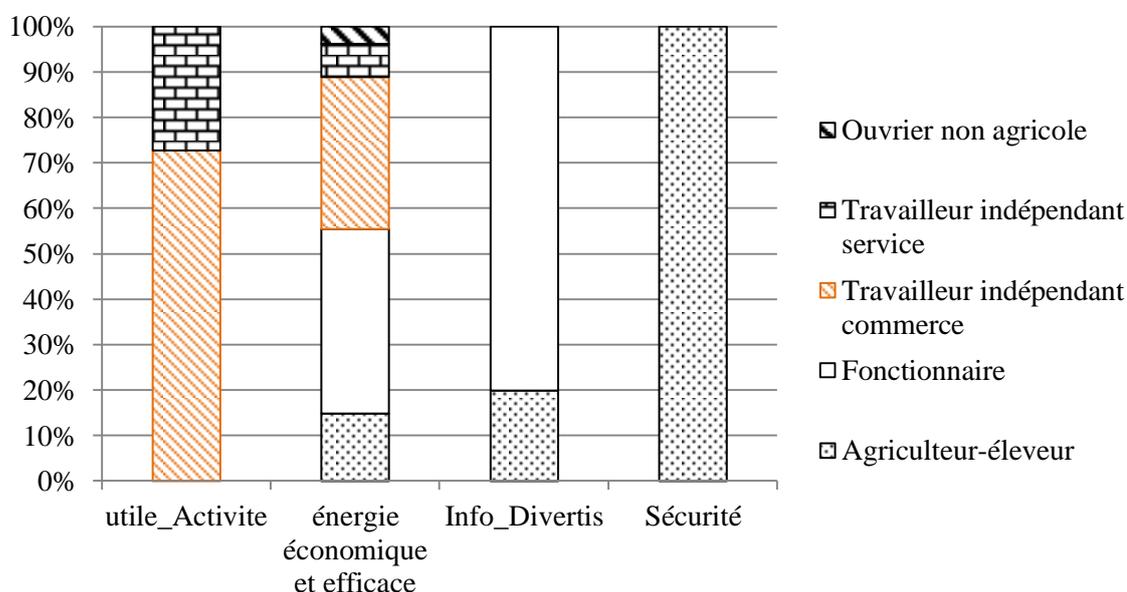


Figure 5: Répartition des activités principales des ménages selon les raisons d'adhésion

Pour les quatre modalités de réponses des ménages souhaitant se raccorder au réseau, on constate que : pour la première raison, les travailleurs indépendants du commerce et ceux de service qui trouvent que l'électricité serait utile à leurs activités, avec une majorité des travailleurs du commerce (73%) et une

minorité des travailleurs de multiservice (27%). Ce sont surtout les fonctionnaires (41%) et les commerçants (33%) qui estiment que l'énergie électrique ERD serait plus économique et plus efficace par rapport aux sources d'énergie qu'ils utilisent habituellement. Pour la troisième raison, les fonctionnaires et les agriculteurs considèrent la nouvelle énergie comme un moyen de se divertir avec une majorité des fonctionnaires (80%). La raison sur l'amélioration de la sécurité (liée au vol de bien, à la circulation pendant la nuit) à travers l'éclairage public et domestique n'est évoquée que par les agriculteurs-éleveurs. Le souci pour la sécurité n'est pas relié à l'activité des chefs de ménage.

Les commerçants et les travailleurs de multiservices veulent s'abonner au réseau du fait que l'électricité est utile et apporte des avantages économiques pour leur activité notamment en réduisant les dépenses énergétiques liées au fonctionnement de leur appareil de production. Les fonctionnaires qui désirent d'abord utiliser l'électricité pour se divertir après leur journée de travail considèrent que le faible coût du KWh serait très intéressant économiquement.

Pour les ménages qui ont choisi de se raccorder, la première raison d'abonnement peut être reliée aux deux activités principales des CM. Tout comme la deuxième raison puisque la majorité des travailleurs indépendants de service et les commerçants, ont déjà utilisé des sources d'énergie électriques qu'ils jugent difficile à utiliser et chère par rapport à l'ERD ; les fonctionnaires ont déjà une familiarité avec l'énergie pour se divertir expliquant ainsi leur choix de se raccorder pour s'informer et se distraire.

### 3.1.2.3 Raison de non adhésion au réseau

Les raisons de non adhésion des ménages sont représentées par cinq modalités de réponses.

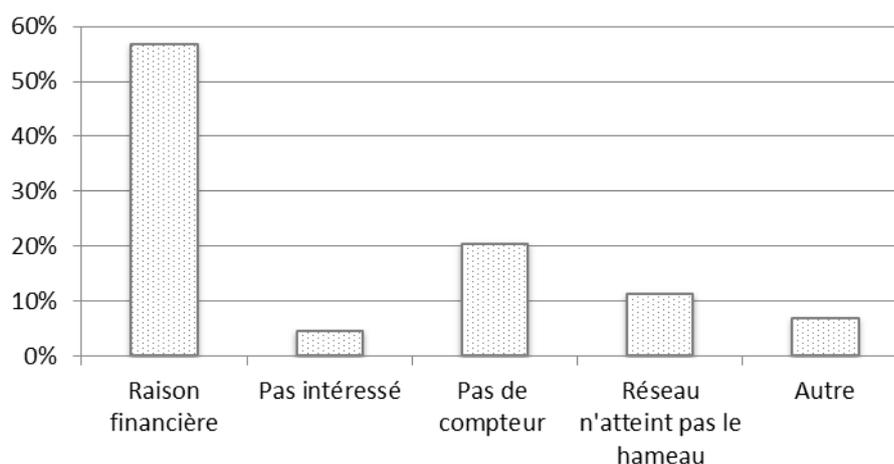


Figure 6 : Raison de non adhésion au réseau

Plus de la moitié des ménages (57%) évoque une insuffisance de pouvoir d'achat pour expliquer pourquoi ils ne se sont pas raccordés à l'ERD. Pour eux, l'installation de l'électricité dans les habitations demande un investissement important en raison des frais à payer pour l'achat du compteur, des câbles électriques mais aussi en raison des dépenses que génère l'électricité avec le paiement

mensuel des consommations en KWh en plus de l'abonnement. La hausse du prix du KWh, enregistrée depuis le démarrage de la centrale les renforcent dans leur choix.

On note cependant que parmi les ménages non raccordés au réseau, 20% évoquent le fait que la demande en compteur est supérieure à la capacité de l'opérateur. Selon ces ménages, ils souhaiteraient bénéficier des services fournis par l'électricité mais faute de matériels nécessaires pour l'installation électrique, ils ne peuvent pas être raccordés au réseau.

Il y a également 11% des ménages qui n'ont pas adhéré parce que leurs logements sont localisés dans des quartiers/hameaux qui ne sont pas encore atteints par le réseau malgré l'achat des poteaux électriques. Le réseau ERD est moins étendu que prévu initialement et ne dessert que les habitations le long de de la RN 44, de la centrale au centre-ville d'Andaingo.

Certains ménages (7%), ne se sont pas branchés au réseau car ils sont des locataires et ne veulent pas dépenser de l'argent pour installer l'électricité dans un logis où ils n'habiteront pas très longtemps. Selon eux, ce sont les propriétaires qui doivent faire ces installations.

Enfin, seulement 5% des ménages déclarent ne pas être intéressés par l'électricité. Ils pensent qu'elle est surtout utile aux activités des commerçants du village et qu'elle ne convient pas à leurs activités qui sont principalement dans le domaine de l'agriculture.

Ainsi, la principale raison de non raccordement au réseau électrique ERD évoquée par les ménages est économique (57% des enquêtés) en relation avec le coût d'installation dans les habitations et le règlement des factures mensuelles qui serait au-dessus de leur pouvoir d'achat. On note que la demande de raccordement existe puisque 20% des ménages ne peuvent se raccorder car l'opérateur ne dispose pas de compteurs et 9% parce que leur habitation est trop éloignée du réseau. Enfin seulement 5% des ménages ne sont tout simplement pas intéressés par cette nouvelle technologie.

#### 3.1.2.4 Relation entre activités professionnelles et raisons de non adhésion

L'analyse des comportements selon l'appartenance socio-professionnelle à partir du croisement entre les activités principales des chefs de ménage et les raisons de non raccordement au réseau se présente comme suit :

Tableau 4 : Part des ménages non abonné selon l'activité principale des chefs de ménages

<b>Activité principale du CM</b>	<b>Non adhésion</b>
Effectif	44
Inactif	2%
Agriculteur-éleveur	64%
Fonctionnaire	0%
Travailleur indépendant commerce	14%
Travailleur indépendant service	5%

Travailleur indépendant secteur artisanal	2%
Ouvrier agricole	7%
Ouvrier non agricole	7%

Les chefs de ménages non abonnés ont en majorité (64% des CM) une activité dans le secteur primaire (agriculteur et petit éleveur).

Ainsi, les ménages qui ne se sont pas raccordés pratiquent plus largement l'Agriculture.

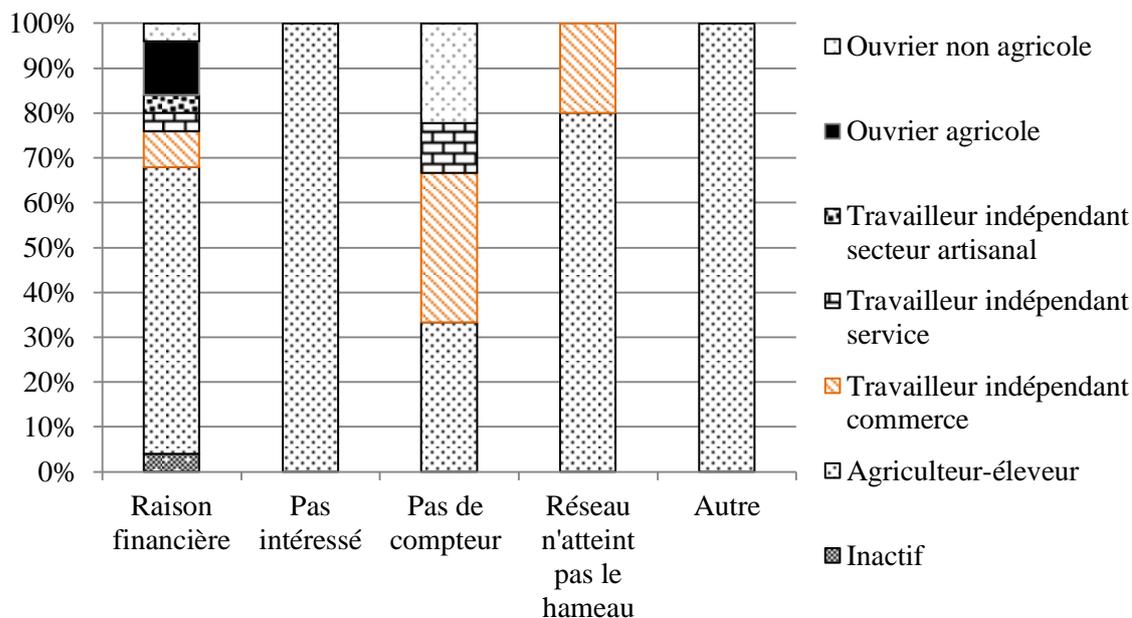


Figure 7: Répartition des activités principales des ménages selon les raisons de non raccordement

Concernant les ménages non électrifiés et les différentes raisons de non adhésion, les agriculteurs-éleveurs ne peuvent se raccorder parce qu'ils n'ont pas les moyens suffisants, et il en est de même pour les ouvriers agricoles et non agricoles (main d'œuvre saisonnière pendant la campagne de cultures, bateleurs) et les inactifs où 64% représentent les agriculteurs-éleveurs et 16% les ouvriers salariés journaliers. Certains agriculteurs ne s'intéressent pas à l'électricité car elle ne contribuerait pas à l'amélioration de leurs activités. En plus des frais liés au raccordement, l'électricité requiert le paiement mensuel des factures que ces catégories de personnes n'ont pas la possibilité de régler ; ils ont l'habitude d'acheter quotidiennement leur énergie (pétrole, bougies). La majorité des agriculteurs et commerçants souhaite se raccorder mais il n'y a pas de compteurs auprès de l'opérateur ou le réseau est trop éloigné de leur habitation. Pour les ménages qui ont donné ces deux raisons, l'activité principale n'est pas un facteur explicatif du choix de non raccordement ; il en est de même pour les ménages qui sont locataires de leur logement.

Les activités des chefs de ménages non abonnés (agriculteurs, main d'œuvre agricole ou non agricole) peuvent être reliées au fait qu'ils n'ont pas les moyens nécessaires pour se raccorder. En effet, ces activités ne génèrent qu'un faible revenu.

3.1.2.5 Relation entre revenu annuel des ménages et le choix d'abonnement ou non

Le revenu annuel moyen des ménages (calculé pour 2013) selon le groupe est un déterminant du choix des ménages à adhérer.

Tableau 5 : Comparaison des deux groupes de ménages selon le revenu par personne et par an

	Non abonné		Abonné	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Revenu par Personne et par an en 1 000 Ar	761	801	1 687	1 007

On note un écart important entre les revenus moyens par personne des deux échantillons puisque pour les ménages abonnés le revenu moyen est de l'ordre de 1,7 millions Ar/pers/an alors que pour les non abonnés le revenu moyen n'est que de 0,8 millions Ar/pers/an.

La mise en relation entre des classes de revenus et l'adhésion ou non des ménages au réseau permet de préciser l'analyse. Cette relation est présentée dans le graphique suivant.

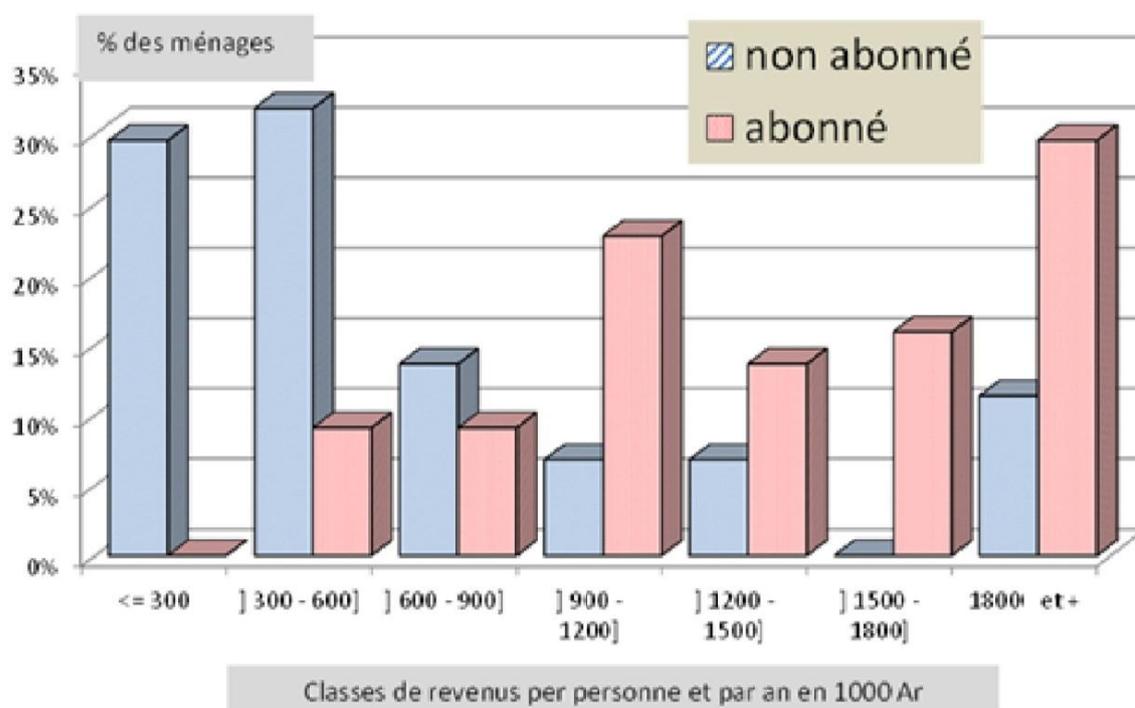


Figure 8: Répartition des ménages selon des classes de revenus par personne pour chacun des groupes

On remarque sur la figure 8 que l'écart entre les revenus des ménages abonnés et des ménages non abonnés est important et significatif. En effet, les deux histogrammes sont nettement différents avec pour les non abonnés une concentration des ménages dans les classes de bas revenus (75% des ménages ont des revenus par personne et par an inférieurs ou égal à 900 000 Ar/pers/an) alors que pour les abonnés, les classes les plus nombreuses commencent au-dessus de 900 000 Ar/pers/an et

regroupent 82% des ménages. A mesure qu'on s'éloigne vers les classes à revenus élevés, la probabilité d'adhérer au réseau ERD s'accroît.

C'est dans le groupe des non abonnés que la dispersion est la plus importante avec un coefficient de variation de 105% (alors que dans le groupe des abonnés le CV est de 60%). Cette dispersion est essentiellement le fait d'un petit groupe de ménages (11%) avec des revenus élevés, supérieurs à 1,8 million Ar/pers/an. Ce petit groupe correspond à des ménages qui souhaitent être raccordés au réseau mais ne le sont pas car trop éloignés ou en raison de l'insuffisance de compteurs.

Ainsi, le groupe des abonnés est constitué par des ménages qui ont des revenus nettement supérieurs aux ménages du groupe des non abonnés. Le choix de se raccorder ou non au réseau ERD est donc lié positivement aux revenus des ménages. Le taux d'adoption augmente avec les revenus ; ce sont les ménages les plus aisés qui ont la capacité de payer les coûts de raccordement et de régler les factures mensuelles et ce sont peut-être aussi eux qui ont le plus « soif » de nouvelle technologie aussi bien pour développer les activités productives que pour les loisirs.

3.1.2.6 Influence des caractéristiques sociodémographiques sur la décision d'adhésion

Cette partie a pour objectif de comparer les caractéristiques des deux groupes et analyser les différences, si elles existent, pour mieux comprendre quels sont les ménages qui adhèrent le plus rapidement à l'électrification.

❖ *Niveau d'étude des chefs de ménages et adhésion ou non au réseau*

Le niveau d'étude des chefs de ménage peut intervenir indirectement dans la décision d'adhésion ou non des ménages.

Tableau 6 : Niveau scolaire des chefs de ménages abonnés et non abonnés

	Effectif	Non scolarisé	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2è cycle	Etudes supérieures
Ménages électrifiés	44	2%	7%	32%	45%	14%
Ménages non électrifiés	44	14%	32%	30%	18%	7%

On constate une très nette différence entre les deux groupes en ce qui concerne le niveau de scolarisation des chefs de ménage.

Dans le groupe des électrifiés, les chefs de ménage ont un niveau d'éducation très nettement supérieur avec 59 % d'entre-deux qui ont atteint ou dépassé le 2<sup>ème</sup> cycle secondaire, 45% ont atteint le 2<sup>ème</sup> cycle et 14% ont fait des études supérieures alors que seulement 25% des ménages du groupe

des non électrifiés ont atteint ou dépassé le secondaire 2<sup>ème</sup> cycle. Ainsi, ce sont les ménages avec le meilleur niveau de formation académique qui adhèrent les premiers au réseau.

❖ *Appartenance du chef de ménage à une organisation paysanne et adhésion ou non au réseau*

L'appartenance ou non à des organisations professionnelles ou à différentes associations est un indicateur de l'insertion d'un ménages dans des réseaux sociaux et donc de son capital social (BELIERES JF et al., 2010).

Tableau 7 : Appartenance du chef de ménage à des organisations

	Nombre de ménages	Pas d'appartenance	Appartenance à au moins une OP	Nombre moyen d'OP par ménage
Ménages électrifiés	44	48%	52%	0,64
Ménages non électrifiés	44	77%	23%	0,23

Dans ce domaine encore, les différences sont importantes entre les deux groupes. Les ménages électrifiés appartiennent plus largement à des organisations paysannes (52%) que les ménages non électrifiés (23%). Parmi les ménages électrifiés, 30% adhèrent à des organisations d'épargne et de crédit (OTIV et/ou CECAM), contre 11% des ménages non électrifiés. Il n'y a presque aucun ménage qui déclare appartenir à une communauté locale de base de gestion forestière.

Ainsi, les ménages qui ont opté le plus rapidement pour l'abonnement au réseau électrique sont ceux qui sont les mieux insérés dans les réseaux sociaux et en particulier dans les systèmes de financement, ils peuvent donc bénéficier d'un crédit pour investir dans des activités productives ou commerciales consommatrices d'énergie électrique.

**3.1.3 Effets de l'électrification et comparaison des deux groupes de ménages**

**3.1.3.1 Changements perçus dans les ménages électrifiés**

Ces ménages ont été interrogés sur les changements qui se sont produits dans leurs foyers après s'être abonnés au réseau.

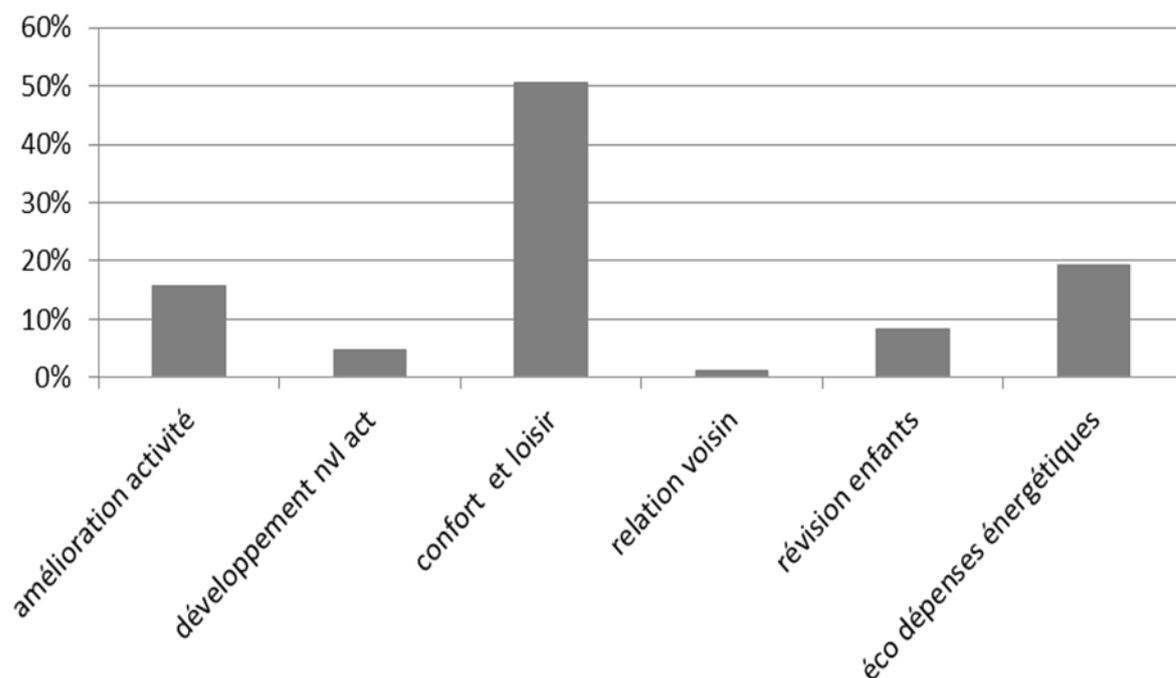


Figure 9 : Changements perçus par les ménages électrifiés suite à l'électrification

Pour la majorité des ménages, le plus grand changement apporté par le raccordement au réseau est une amélioration du confort et des loisirs qui s'est traduit par l'acquisition de nouveaux équipements et la possibilité d'utiliser ces appareils plus fréquemment.

Pour 19% des ménages, le changement le plus perceptible est que l'électrification leur a permis d'économiser sur les dépenses d'énergie. Pour 16% des ménages, l'électricité a amélioré leurs activités en permettant des économies sur les dépenses énergétiques mais surtout à travers la qualité de l'éclairage qui permet d'attirer de la clientèle pour les restaurateurs et épiciers. Une faible proportion seulement (5%) déclare que l'électrification leur a permis de développer de nouvelles activités comme la coiffure, la vente de glace, la vente de jus de fruits frais.

Enfin, 8% considèrent que l'électricité a favorisé les travaux scolaires des enfants pendant la soirée. L'éclairage des ampoules électriques est plus diffus dans l'ensemble de la maison que les lumières des bougies ou des lampes à pétrole et encourage les élèves à réviser le soir. Enfin, un ménage considère que l'électricité a favorisé un rapprochement avec ses voisins. En effet, les personnes n'ayant pas d'électricité vont dans les foyers électrifiés pour regarder ensemble les émissions télévisées (documentaire, films,...) ce qui favorise les relations entre voisins.

L'électrification a des effets sur la vie quotidienne des ménages électrifiés et plus particulièrement sur le confort et les loisirs : telle est la perception pour les ménages concernés. Ainsi, alors que la raison principale donnée par les ménages pour expliquer la décision d'adoption de l'électricité est d'ordre

économique, le premier effet ressenti concerne le confort avec des ménages qui acquièrent de nouveaux appareils électriques pour améliorer leur confort et pour se divertir.

### 3.1.3.2 *Dynamique d'équipements*

Suite au branchement, les ménages électrifiés, qui étaient déjà les mieux équipés, ont acquis des nouveaux équipements électriques comme le montre les deux graphiques ci-dessous.

#### ❖ *Equipements audiovisuels*

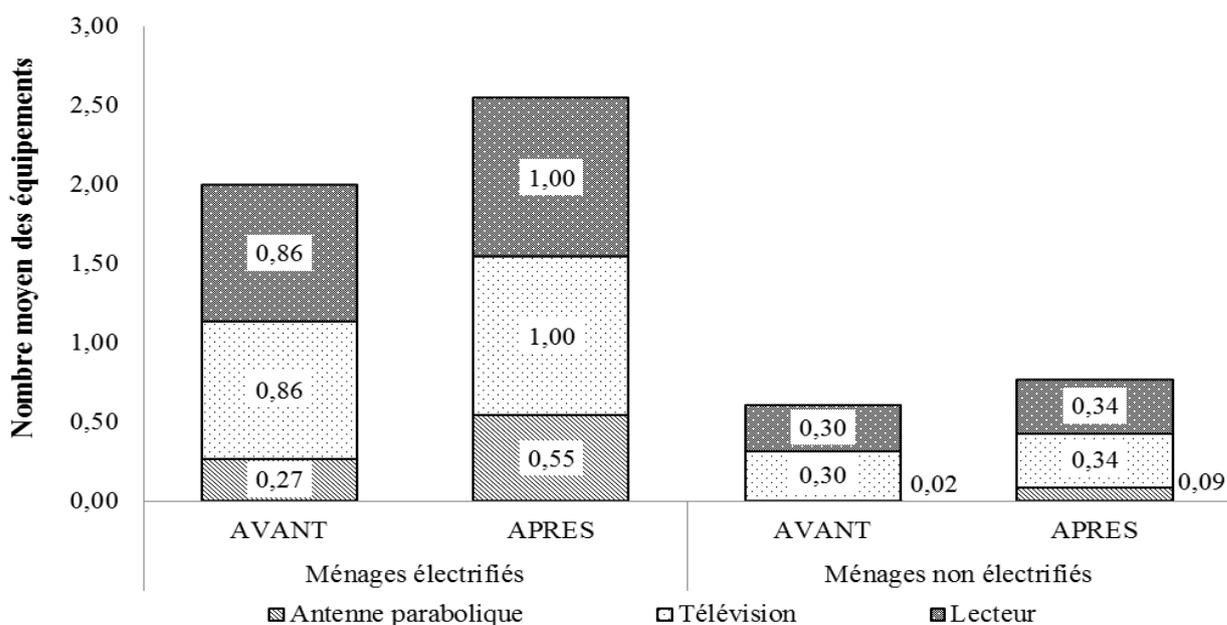


Figure 10 : Nombre moyen par types d'équipements audiovisuels avant et après l'électrification

Le premier graphique présente le nombre moyen d'équipements audiovisuels par ménage avant et après électrification et selon que le ménage est adhérent au réseau ou pas. On constate que les ménages qui ont adhéré au réseau étaient nettement mieux équipés en matériels audiovisuels que les autres ménages, avec en moyenne 2 équipements (0,86 télévision, 0,86 lecteur et 0,27 antenne parabolique) contre seulement 0,7 équipements pour les autres (0,30 télévision et 0,3 lecteur en moyenne par ménage). Et, ils ont acquis des équipements supplémentaires, suite à leur raccordement, puisqu'au moment des enquêtes, un ménage adhérent au réseau disposait en moyenne de 2,55 équipements audiovisuels. Après électrification, tous les ménages ont une télévision, un lecteur et un ménage sur deux a une antenne parabolique. Pour les ménages non raccordés, la situation n'a pratiquement pas évolué.

❖ *Autres appareils électriques*

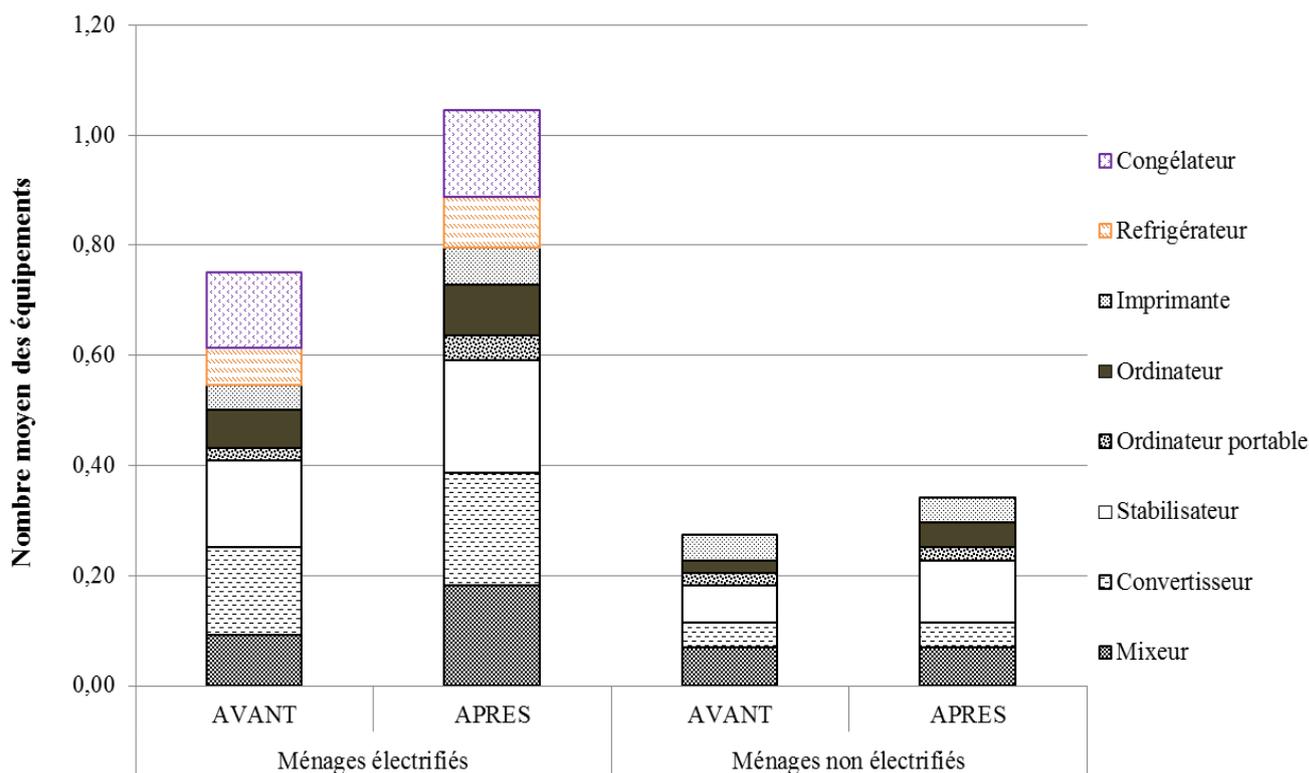


Figure 11 : Nombre moyen par types d'équipements électriques avant et après l'électrification

En ce qui concerne les autres équipements électriques, la situation est du même ordre, les ménages qui se sont raccordé au réseau étaient mieux équipés (en moyenne presque 0,8 équipement par ménage contre seulement un peu plus de 0,2 pour les autres ménages) et ont depuis augmenté le nombre de leurs matériels. Il y a une faible pénétration des équipements informatiques certainement en raison de l'absence de services informatiques (internet) malgré l'électrification au niveau des foyers. L'acquisition d'équipements de froid (réfrigérateur, congélateur) est propre aux ménages électrifiés avec seulement une différence de 0,02 pour les deux appareils et les ménages préfèrent utiliser les congélateurs que les réfrigérateurs et les moyennes sont respectivement de 0,16 et de 0,09 après l'électrification. Plusieurs types d'appareils sont nouvellement acquis par les ménages avec une moyenne plus élevée pour les ménages électrifiés. Concernant les autres appareils parmi les ménages non abonnés, quelques-uns ont nouvellement acquis des stabilisateurs. En effet, ces ménages avaient l'intention de se raccorder au réseau mais à cause des raisons de compteur et de la portée du réseau, ils ont préféré faire l'achat de cet appareil pouvant stabiliser le courant provenant des groupes électrogènes pour faire marcher leurs appareils nouvellement acquis également.

Il y a donc une évolution du nombre d'équipement dans le temps au sein d'un ménage. Les équipements les plus acquis à la suite de l'électrification sont les audio-visuels (antenne parabolique, poste téléviseur et lecteur CD) pour les deux groupes de ménages.

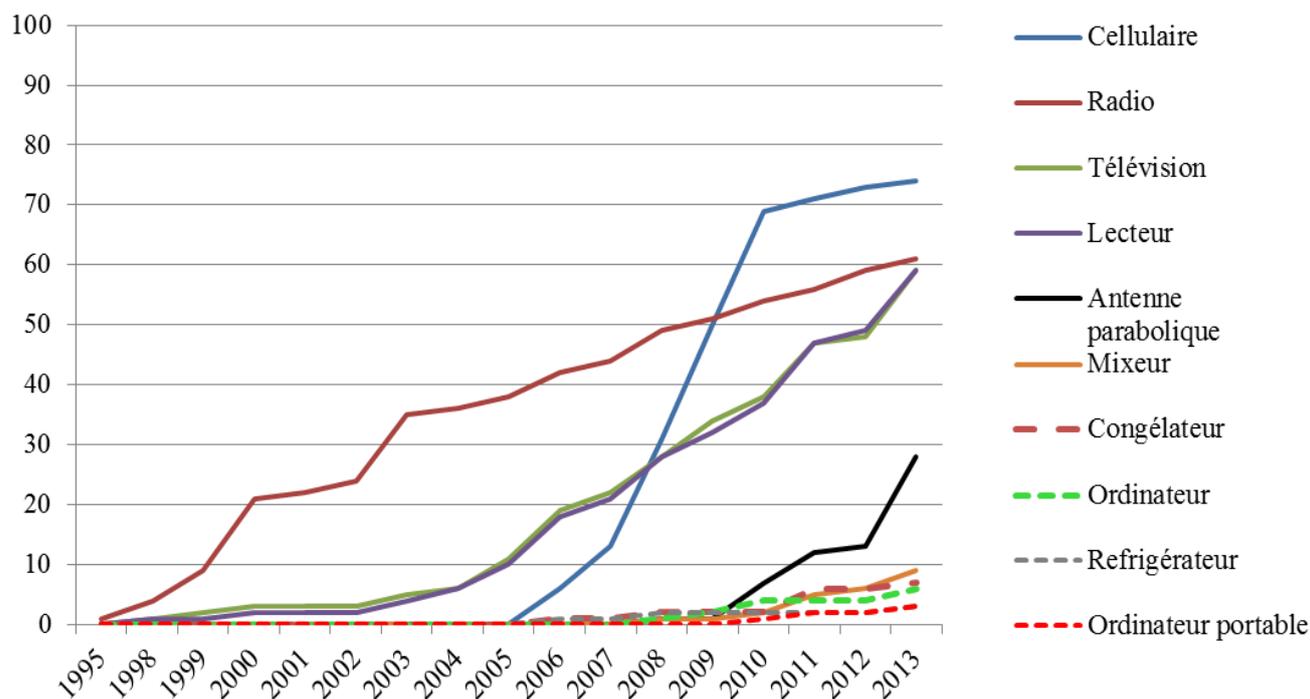


Figure 12 : Evolution cumulée du nombre d'équipements électriques selon l'année d'acquisition par les ménages d'Andaingo

L'évolution du niveau d'équipement des ménages d'Andaingo est perçue à partir de l'année d'acquisition des matériels inventoriés au moment de l'enquête en décembre 2013. Les téléphones portables et les appareils audiovisuels sont les appareils les plus utilisés par les ménages ruraux en 2013. Globalement le nombre d'appareils audiovisuels (télévisions, lecteurs, antennes paraboliques) augmentent progressivement dans le temps. Les courbes sur l'évolution des télévisions et lecteurs ont presque la même allure. L'année 2006 enregistre la première année d'acquisition de cellulaires mobiles par les ménages. Et c'est pendant cette année aussi que le nombre de ménages à avoir acheté de postes téléviseurs et des lecteurs a augmenté. En fait, en 2006 le chef-lieu de la CR d'Andaingo s'équipait d'un réseau public alimenté par un groupe électrogène diesel géré par la société VITASOA, sous-traitant de l'ADER avec une tarification forfaitaire et qui a cessé de fonctionner. Cette première électrification en réseau peut expliquer l'acquisition d'appareils électriques des ménages. On constate une brusque augmentation du nombre d'antennes paraboliques de 2012 à 2013. Le nouveau contexte d'électrification du village motive les ménages à acquérir des nouveaux appareils électriques. L'équipement le plus ancien est une radio en 1995 (soit près de vingt ans) et pendant près d'une décennie, la radio a constitué, à quelques exceptions près, le seul matériel électrique des ménages (peut être associé au lecteur de cassette qui a depuis régressé pour laisser la place au lecteur de DVD). L'achat de radio est de moins en moins important au cours du temps, néanmoins elle constitue le moyen d'information et de distraction le plus répandu parmi les ménages du village.

L'électrification ERD s'est accompagnée d'une augmentation du nombre de ménages équipés en appareils électriques. La majorité des ménages électrifiés sont équipés d'appareils audio-visuels surtout les postes téléviseurs et les lecteurs CD. L'électrification n'impacte pas vraiment l'achat de nouveau téléphone cellulaire par les ménages puisque cet appareil de communication était déjà utilisé par de nombreux foyers auparavant. L'achat des appareils informatiques ne concerne qu'une petite part de la population électrifiée.

A travers ces différentes interprétations, les effets de l'électrification se traduisent par l'acquisition d'appareils pour améliorer le confort et spécialement pour les divertissements des ménages avec les télévisions, les lecteurs CD et les antennes paraboliques.

L'électrification est une étape importante de transition de la population vers une société de consommation (pour les besoins domestiques et pour les activités).

### 3.1.3.3 Changement de comportement des ménages électrifiés

L'électrification a un impact sur les habitudes et les comportements des ménages notamment vis-à-vis de l'utilisation des appareils audiovisuels, et tout particulièrement la télévision.

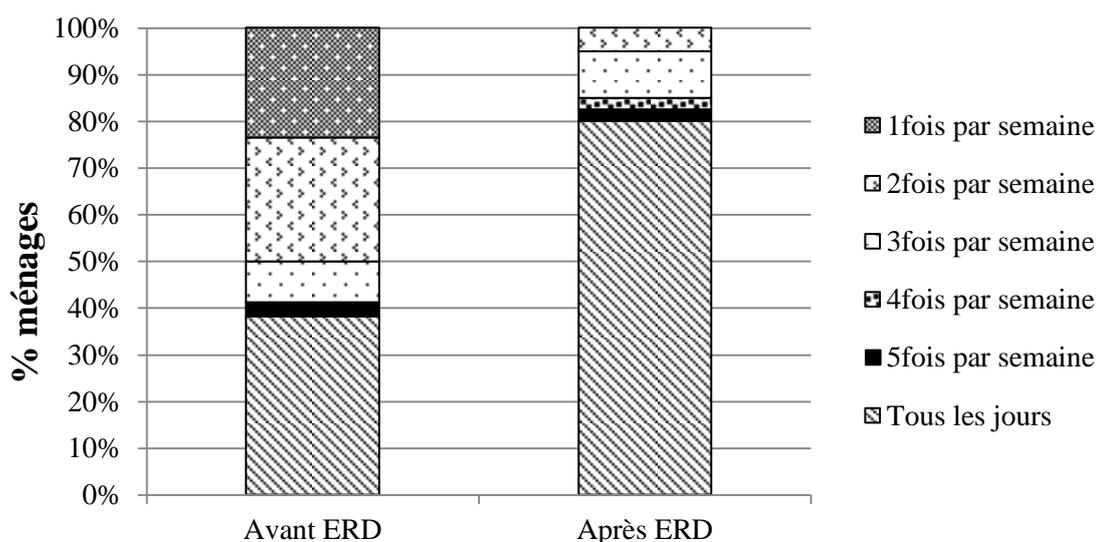


Figure 13 : Fréquence d'utilisation de la télévision avant et après l'électrification

Avant la mise en service de la centrale, 38% des ménages équipés regardaient la télévision tous les jours pour une utilisation domestique ou une utilisation marchande avec des projections de vidéo (regarder des CD). Un grand nombre de ménages visionnaient cet appareil audio-visuel deux fois par semaine ou une fois par semaine généralement pendant la fin de semaine (pour le divertissement). Aujourd'hui, 80% des ménages abonnés pourvus de poste téléviseur l'utilisent tous les jours. La disponibilité de l'électricité permet aux ménages de se divertir davantage.

L'électricité a donc changé le comportement des ménages qui aujourd'hui regardent plus souvent la télévision et passent certainement plus de temps devant ce médias à la fois pour se divertir et s'informer.

**3.1.3.4 Sources d'énergie utilisées par les deux groupes de ménages**

Les enquêtes menées auprès des deux groupes de ménages permettent d'apprécier les sources d'énergie utilisées. Est-ce que l'abonnement au réseau constitue une étape dans les changements de comportement de la population avec un recours plus important à des sources d'énergies plus modernes et d'amélioration du confort du logis ?

❖ *Sources d'énergie utilisées pour l'éclairage*

Les ménages utilisent plusieurs types d'énergies pour satisfaire leurs besoins en éclairage.

Tableau 8 : Répartition des ménages selon le mode d'éclairage

	Sources d'énergies adoptées	Ménages électrifiés	Ménages non électrifiés
électricité	ERD	100%	0%
	Groupe électrogène	0%	7%
	Panneaux solaires	5%	7%
Autres sources	Bougie	77%	73%
	Lampe à pétrole	30%	57%
	Lampe à piles	41%	43%

Tous les ménages électrifiés utilisent l'électricité ERD pour l'éclairage mais aussi de l'électricité produite par leur propre panneau solaire comme complément (5% des ménages électrifiés). Mais, la grande majorité des ménages utilisent d'autres sources d'énergies : 77% des ménages utilisent la bougie et 30% du pétrole. Les bougies sont utilisées en cas de coupure d'électricité. Les lampes à pétrole servent encore pour l'éclairage des cuisines alors que l'électricité fournie par la centrale éclaire les salles principales des habitations des ménages. Les lampes à piles sont encore très utilisées pour l'éclairage en particulier après 23heures du soir quand la centrale s'arrête de fonctionner.

Parmi les ménages non électrifiés 14% des ménages seulement utilisent de l'électricité produite par un panneau solaire ou un groupe électrogène. L'éclairage est assuré essentiellement avec des bougies et des lampes à pétrole. Ces sources sont disponibles auprès des commerçants locaux et ne sont pas chères. Elles sont caractéristiques des zones rurales malgaches. Les bougies sont plus appréciées que le pétrole car celui-ci est plus polluant. Les lampes à piles électriques sont également utilisées.

La fourniture d'électricité pour les ménages abonnés participe à un meilleur confort des individus à travers l'éclairage de l'habitation et à une meilleure condition de travail des élèves durant la soirée.

❖ *Sources d'énergies utilisées pour le fonctionnement des appareils électriques*

Les appareils électriques utilisés par les ménages sont diversifiés et alimentés de diverses manières.

Tableau 9 : Part des ménages selon les types d'énergies adoptées pour les appareils électriques

	Ménages électrifiés				Ménages non électrifiés			
	ERD	Groupe	Panneau	Pile	ERD	Groupe	Panneau	Pile
Audiovisuel	93%	11%	2%	30%	0%	34%	9%	68%
Informatique	11%	5%	0%	0%	0%	7%	2%	0%
Cellulaire mobile	86%	0%	5%	0%	41%	64%	61%	0%
Equipements de froid	18%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Pour les ménages électrifiés, 93% utilisent l'électricité produite par la centrale pour faire fonctionner leurs appareils audio-visuels (télévisions, lecteurs, antennes paraboliques, radios). 11% des ménages utilisent également des groupes électrogènes à essence. Les ménages associent ces deux sources d'énergies électriques étant donné que la centrale ne fonctionne que pendant la soirée et ils doivent recourir aux groupes électrogènes ou au panneau solaire durant la journée. 30% utilisent des piles plus particulièrement pour faire fonctionner les radios. Pour 86% des ménages, l'électricité fournie par la centrale sert à charger leur cellulaire mobile. 20% des ménages sont équipés d'équipements de froid et 18% utilisent l'électricité décentralisée et 7% utilisent des groupes électrogènes à essence. L'adoption des deux types de sources d'énergies électriques est expliquée par la période de fonctionnement de la centrale électrique ERD (après 18h).

Pour les ménages non électrifiés, 68% des ménages utilisent les piles électriques pour faire fonctionner leurs radios. Les ménages non raccordés au réseau peuvent bénéficier du courant ERD (41%) en chargeant leurs téléphones mobiles chez les chargeurs de cellulaires abonnés du village moyennant finances ou chez des voisins abonnés au réseau ERD à titre gratuit. Les sources d'énergies électriques les plus utilisées sont les groupes électrogènes et les panneaux pour ceux qui sont équipés d'équipements informatiques, de cellulaires, de télévisions, de lecteurs, d'antennes paraboliques.

Les ménages du village utilisent des sources d'énergies modernes (électricité en réseau, groupes électrogènes et panneau solaire), néanmoins que ce soit les ménages abonnés ou non abonnés, les piles électriques sont toujours utilisés pour faire fonctionner les radios puisque cette source est disponible dans tous les commerçants du village, très économique.

L'électricité améliore le confort et le loisir des ménages abonnés en faisant fonctionner les appareils électriques.

L'utilisation de l'électricité du réseau, combinée à celles des panneaux solaires, prend de la place dans les habitudes des ménages ruraux par rapport à l'usage des groupes électrogènes et les sources d'énergies traditionnelles sont moins fréquemment utilisées. Par contre les ménages non abonnés ont des sources d'énergies plutôt traditionnelles.

**3.1.3.5 Electrification et revenus des ménages**

En plus des informations qui ont permis de déterminer les revenus des ménages pour l'année 2013, l'enquête a permis de relever des informations de manière à apprécier les dépenses annuelles en énergie avant et après la mise en service de la centrale. Ainsi, dans cette partie, nous présentons les résultats de la mise en relation entre revenu et type de ménages selon leur accès à l'électricité et nous analyserons les effets de l'électrification sur le développement des activités des ménages ; sur la création de nouvelles activités et sur les dépenses énergétiques des ménages abonnés.

❖ *Perception des ménages des effets de l'électrification sur leur revenu*

Les chef de ménage abonnés ont été interrogés sur leur perception des effets de l'électrification sur leurs revenus, et plus particulièrement si l'électrification a permis d'améliorer leur revenu ou non.

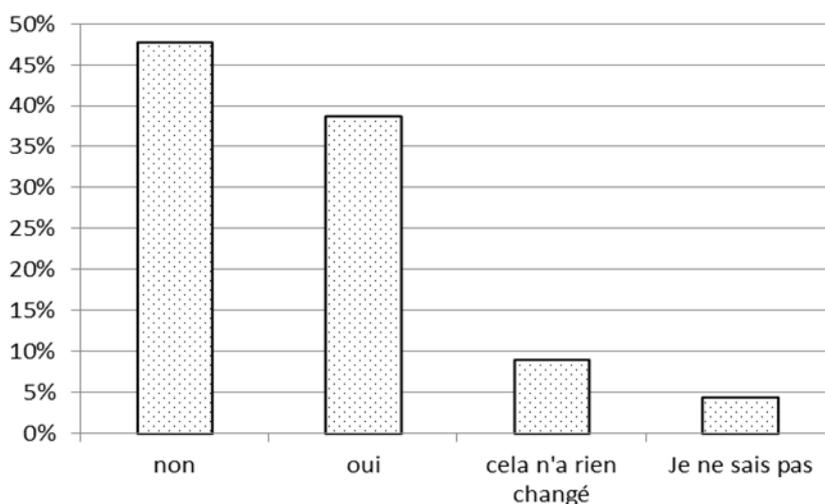


Figure 14 : Perception des chefs de ménage les effets de l'électrification sur le revenu

En final, les avis sont partagés puisque plus de 47% des ménages électrifiés pensent qu'il n'y a pas eu d'impact positif sur leurs revenus. Pour eux, le raccordement au réseau n'a engendré que des dépenses supplémentaires et en particulier pour se divertir. Pour certains, elle aurait permis une augmentation des revenus mais la centrale produit un courant instable qui peut endommager ou même détruire les appareils électriques. Les économies obtenues seront utilisées pour la réparation des appareils.

Près de 40% des ménages raccordés au réseau considèrent que l'électricité ERD leur a permis d'améliorer leurs activités (augmentation du nombre de clients, développement des produits de vente) et de créer de nouvelles activités (coiffure, production de jus et de yaourt, karaoké) et donc d'augmenter leurs revenus. Mais, toujours selon eux, le faible coût du KWh de la centrale, leur a permis de réduire leurs dépenses mensuelles d'électricité avec les autres sources (essence, gasoil, bougies) impactant ainsi leurs revenus.

9% des ménages trouvent qu'il n'y a pas de différence entre la situation d'avant et après l'électrification en réseau. Enfin, seulement 5% des ménages n'ont pas d'opinion sur les effets de l'électrification sur leurs revenus. Selon eux, l'important est d'avoir les services que l'électricité offre pour les ménages et le village.

❖ *Amélioration des activités génératrices de revenus des ménages électrifiés*

L'électrification a généré une amélioration des activités économiques des ménages.

Les catégories socio-professionnelles les plus concernées sont les commerçants, les autres travailleurs indépendants (diffusion de vidéo, multiservices, chargement des cellulaires mobile) et les fonctionnaires.

Tableau 10 : Répartition des ménages électrifiés selon les services énergétiques utilisés pour les activités professionnelles impactées par l'ERD

	Eclairage	Fonctionnement			Chargement des cellulaires
		Appareils audiovisuel	Appareils informatiques	Equipement de froid	
Commerçant	82%	12%	6%	53%	12%
Fonctionnaire	79%	0%	7%	0%	0%
Travailleur indépendant	67%	50%	17%	0%	67%

L'électricité améliore l'éclairage, permet un meilleur fonctionnement des appareils électriques de production et surtout, elle favorise l'expansion du domaine d'activités des ménages.

La majorité des commerçants (82%), utilisent l'électricité pour l'éclairage. Ce service constitue pour eux un moyen efficace pour attirer les clients (les voyageurs qui empruntent la RN 44 qui relie la capitale à la ville d'Ambatondrazaka : arrêt plus fréquent des taxis brousse) notamment pour les restaurateurs mais aussi pour d'autres petits commerçants. Pour les fonctionnaires (79%), le plus souvent des enseignants, l'éclairage leur permet d'assurer une meilleure préparation des cours. Quant aux travailleurs indépendants, 67% ont besoin d'éclairage pour pouvoir faire leur travail. Les diffuseurs de vidéo éclairent leur salle de projection pendant les émissions et les multiservices

travaillent le soir pour faire des saisies ou des photocopies et ainsi économiser de l'essence ou gasoil des groupes électrogènes. L'éclairage (public ou domestique) constitue le service le plus important de l'électricité ERD.

Les multiservices (17% des travailleurs indépendants) utilisent l'électricité pour faire fonctionner leurs équipements informatiques. Les équipements de froid sont seulement utilisés par les commerçants (53%) pour les boissons, les jus naturels et les yaourts faits maisons. Les chargements des cellulaires mobiles concernent 67% des travailleurs indépendants.

❖ *Développement de nouvelles activités économiques*

L'impact sur les activités génératrices de revenu peut être apprécié à travers l'élargissement du champ d'activité des ménages. Ainsi, 18% des commerçants ont augmenté leurs activités dont 12% ont acquis des équipements de froid pour vendre des jus de fruits, des yaourts faits maison, des boissons réfrigérées et 6% ont développé une activité de divertissement pour les jeunes (karaoké). Ainsi, les nouvelles activités créées touchent en premier lieu le commerce. On note la création d'activités de coiffure (homme et femme) par 5% des ménages. Ces activités pourvoient des revenus monétaires supplémentaires.

L'un des effets de l'électrification est l'amélioration de son niveau à travers l'amélioration et l'expansion d'activités économiques. Ces activités procurent d'énormes revenus monétaires pour les ruraux.

Tableau 11 : Chiffres d'affaires mensuels des commerçants ruraux

<b>Types d'activités économiques</b>	<b>Moyenne des chiffres d'affaires</b>
<b>Commerce</b>	
Bar	10408875
Epicerie	1880000
Restaurant	770800
Gargote	677800
Jus yaourt	382900
Vidéo	298600
Location CD	60000
<b>Activités de services</b>	
Multiservices	260300
Rechargement tel	168000
Coiffure	34700

❖ *Comparaison des dépenses énergétiques des ménages avec l'électricité ERD avant et après l'électrification*

Les chefs de ménages ont été interrogés sur les dépenses en énergie avant et après la mise en service de la centrale. Il faut ici rappeler une des limites de l'étude avec des enquêtes en un passage basées sur les déclarations des personnes interrogées en faisant appel à leur mémoire, avec dans ce cas précis des données de deux années auparavant. Il faut donc prendre ces informations avec précaution, elles ne peuvent pas être considérées comme précises, mais par contre elles donnent une bonne indication sur les ordres de grandeurs et les évolutions. Et à ce titre, la mise en service de la centrale et l'accès au réseau ont permis une réduction des dépenses énergétiques des ménages et ont donc eu des effets positifs sur le revenu des ménages électrifiés.

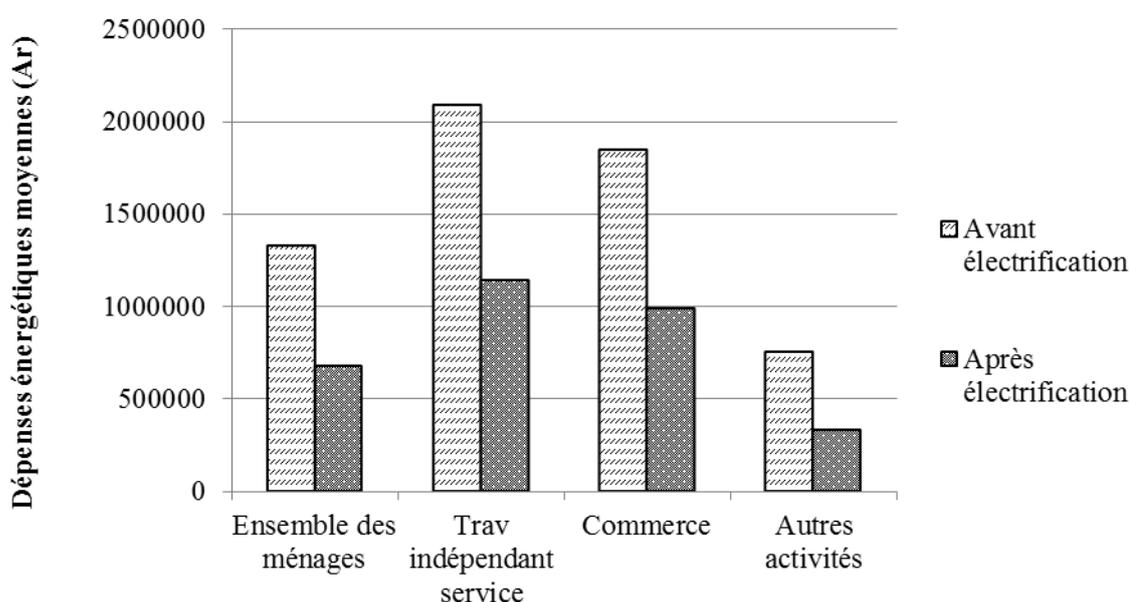


Figure 15 : Comparaison des dépenses énergétiques moyennes avant et après raccordement au réseau des ménages électrifiés selon leur activité principale

Il est à noter que les dépenses pour les énergies de cuisson sont restées constantes dans le temps mais ce sont les dépenses pour l'éclairage, pour le fonctionnement des appareils électriques qui sont les plus affectées par l'arrivée de l'électricité ERD. L'impact de l'électrification sur les dépenses énergétiques est en lien avec les activités professionnelles des ménages. Le travail indépendant de service (multiservices, projection de vidéo) et le commerce (restauration, épicerie, gargote) sont les plus consommateurs d'énergies avec des dépenses liées à l'achat de carburants (utilisation de groupe électrogène diesel ou essence) avant l'électrification. Pour les autres activités (fonctionnaires, agriculture, ouvrier non agricole) les consommations sont faibles. Mais on note que pour tous les types d'activités, il y a un écart entre les dépenses d'énergie avant électrification et après ; les dépenses après électrification sont moins importantes et l'écart correspond à une économie pourra être utilisée à

d'autres postes de dépenses ou qui peut être considérée comme une épargne qui pourra être utilisée pour entreprendre d'autres activités génératrices de revenus.

Les résultats des enquêtes permettent d'évaluer les dépenses totales annuelles moyennes en énergie (cf. Tableau 10) avant l'installation de la centrale à 525 000 Ar (CV = 170%) pour les ménages non électrifiés et 1 366 000 Ar (CV = 70%) pour les ménages électrifiés. Ces données confirment les résultats antérieurs, les ménages qui se sont abonnés au réseau sont ceux qui étaient les plus gros consommateurs d'énergie. Pour les deux groupes, ces dépenses correspondent à 16% et 17% des revenus annuels. Les dépenses en énergie par rapport au revenu sont importantes, mais étaient du même ordre pour les deux groupes avant la mise en service de la centrale. Avec le raccordement au réseau, les ménages électrifiés ont nettement diminué leurs dépenses en énergie : les ménages non abonnés ont toujours le même niveau moyen de dépenses (519 000 Ar/an avec un CV de 180%) alors que les ménages électrifiés n'ont plus que 719 000 Ar de dépenses moyennes (CV de 79%), soit une baisse de 47% de la dépense moyenne.

Pour s'assurer que les moyennes sont significativement différentes entre les deux groupes de ménages, nous avons effectué un test ANOVA pour comparer les revenus moyens par personne et par an mais aussi les dépenses annuelles avant et avec la centrale.

Tableau 12 : Comparaison entre les ménages électrifiés et non électrifiés des moyennes de revenus et de dépenses énergétique en utilisant le test ANOVA

		Descriptives							
		N	Moyenne	Ecart-type	Erreur standard	95% pour la moyenne		Minimum	Maximum
						Borne inférieure	Borne supérieure		
Revenu par personne par an en Ar	non abonné	44	760 766	800 950	120 748	517 255	1 004 277	102 500	3 600 000
	abonné	44	1 687 232	1 007 356	151 865	1 380 968	1 993 496	426 357	4 320 000
	Total	88	1 223 999	1 017 682	108 485	1 008 373	1 439 625	102 500	4 320 000
Dépenses en énergie AVANT la centrale en Ar	non abonné	44	525 789	931 886	140 487	242 470	809 109	12 000	5 700 000
	abonné	44	1 366 153	952 014	143 521	1 076 715	1 655 592	128 000	3 816 000
	Total	88	945 971	1 027 498	109 532	728 265	1 163 677	12 000	5 700 000
Dépenses en énergie AVEC la centrale en Ar	non abonné	44	518 550	933 423	140 719	234 764	802 337	12 000	5 700 000
	abonné	44	719 274	566 295	85 372	547 105	891 444	146 400	2 123 328
	Total	88	618 912	774 159	82 526	454 883	782 941	12 000	5 700 000

		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Sig
Revenu par	Inter-groupes	1,8883 E+13	1	1,8883 E+13	22,802	,000

personne par an(Ar)	Intra-groupes	7,1220 E+13	86	8,2814 E+11		
	Total	9,0103 E+13	87			
Total dépenses énergétiques avant	Inter-groupes	1,5537E+13	1	1,55366E+13	17,509	,000
	Intra-groupes	7,6314E+13	86	8,87371E+11		
	Total	9,1851E+13	87			
Total dépenses énergétiques après	Inter-groupes	8,8638E+11	1	8,86382E+11	1,487	,226
	Intra-groupes	5,1255E+13	86	5,95985E+11		
	Total	5,2141E+13	87			

Les résultats montrent une probabilité (p-value) de 0,000 (pour les revenus par personne annuels entre les deux groupes de ménages et pour les dépenses énergétiques avant l'électrification). On rejette H0 lorsque la probabilité est inférieure au seuil alpha. Pour ce test, les conclusions suivantes sont tirées : au seuil  $\alpha=0,01$  (probabilité de 99%), il y a une différence significative entre les deux groupes pour les revenus moyens annuels et les dépenses énergétiques moyennes avant l'électrification. Par contre, pour les dépenses énergétiques après l'électrification, les résultats montre une p-value de 0,226. Ainsi, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de dépenses énergétiques des deux groupes après l'électrification ; les ménages abonnés ont des dépenses d'énergie moyennes qui ne sont pas significativement différentes de celles du groupe des non abonnés.

Ainsi, les ménages abonnés ont un revenu annuel plus élevé que les ménages non abonnés et ont des dépenses d'énergie plus élevées avant l'électrification. Après l'électrification du chef-lieu, les deux groupes ont des dépenses moyennes en énergie très proches, par conséquent, l'électrification a contribué à la diminution des dépenses énergétiques des ménages électrifiés. Cette diminution ne peut s'expliquer que par un coût de l'électricité plus bas que les autres sources d'énergie pour les ménages raccordés. Dans le cas d'une centrale à vapeur avec un prix de vente de l'électricité nettement meilleur marché que le prix de vente classique avec des générateurs à diesel, l'électrification entraîne une nette amélioration des conditions de vie des ménages électrifiés. Il faut cependant rappeler que le prix de vente de l'électricité a, par la suite, été augmenté, l'entrepreneur gérant de la centrale assurant ne pas s'en sortir financièrement, ceci d'autant plus que la centrale à vapeur ne fonctionnait que très partiellement et qu'une grande partie de l'électricité était générée à partir d'un groupe diesel.

### *3.1.3.6 Education et scolarisation*

Nous avons interrogé les chefs de ménage ou leurs conjoints pour savoir si l'électrification (éclairage domestique) avait eu des effets sur la scolarisation de leurs enfants. Seulement, 8% des ménages déclarent avoir perçu une amélioration des conditions de scolarisation de leurs enfants ; pour les autres ils n'ont pas enregistré de changement. L'électricité affecte le comportement des enfants dans la réalisation de leur devoir pendant le soir grâce à une meilleure disponibilité de la lumière.

**3.1.3.7 Vie du village et sécurité**

L'analyse des données montre clairement que l'électrification contribue à l'animation dans le village. A travers l'éclairage public, les villageois peuvent continuer certaines activités pendant la nuit et ainsi veiller et circuler le soir. Malgré le fait que les ménages enquêtés n'intègrent pas principalement l'amélioration de la sécurité dans les changements induits par l'électrification, tous les ménages (abonné et non abonné) considèrent que l'électrification (via éclairage public fonctionnel) diminue l'insécurité liée au fait de devoir circuler dans l'obscurité et de pouvoir pister les voleurs en cas de vol. Selon eux, l'électrification est un outil de prévention et de réduction de l'insécurité.

### 3.2 Comparaison des différents modes de valorisation de l'espèce « *Eucalyptus robusta* »

#### 3.2.1 Généralité sur les différents types de filières bois

Pour analyser le fonctionnement de la filière, il est nécessaire tout d'abord de la délimiter en décrivant les principaux produits (objets de l'étude de filière), de préciser les différentes étapes des circuits de production et de commercialisation du produit et de déterminer les investissements pour chaque mode de valorisation du bois.

L'exploitation du ligneux forestier produit se fait à travers plusieurs types de produits. Ces produits sont le bois d'énergie avec le charbon de bois et le bois de chauffe et le bois d'œuvre ou bois de construction.

##### 3.2.1.1 Le charbon de bois

Le charbon de bois est un produit issu de la carbonisation du bois de manière contrôlée et en l'absence d'oxygène. Les exploitants forestiers enquêtés utilisent un sac de charbon de taille moyen de l'ordre de 30kg à 40kg de charbon sec. La production de charbon est liée aux conditions climatiques. Selon les exploitants, cette production est accrue durant la période sèche alors que le prix de vente du charbon est bas. L'exploitation se réduit pendant la saison des pluies où quelques exploitants se ravitaillent auprès des paysans exploitants pour alimenter le marché urbain ; et pendant cette période, les prix sont plus élevés.

##### 3.2.1.2 Les bois d'œuvre ou bois de construction

Suivant les dimensions mentionnées par les personnes ressources, les types de produits de BO sont les suivant :

Tableau 13 : Dimensions des et proportion des ventes du bois d'œuvre

Type de produit	Dimensions	Proportion dans les ventes de BO
Planche	0, 18 x 0, 04 x 3	45%
Chevron	0, 12 x 0,12 x 4	41%
Madrier	0, 17 x 0,07 x 4	14%

Les types de produits les plus produits par les exploitants sont les planches (45%) et les chevrons (41%). Les madriers sont produits en petite quantité du fait de leurs grandes dimensions. En effet, les arbres d'eucalyptus avec de grosses dimensions ne sont pas nombreux dans la région concernée. La CR d'Andaingo dispose d'importantes ressources en bois plantés avec plus de 2500 ha d'*Eucalyptus robusta* dont le tiers sont traités en taillis à courte rotation (TCR) ou en taillis-sous-futaie sur souche destinés principalement pour la production de bois d'énergie (CIRAD, 2012).

### **3.2.1.3 La filière d'approvisionnement de la centrale**

L'implantation de la centrale thermoélectrique à combustion de biomasse crée un nouveau débouché pour le bois de la région et donc une nouvelle filière – ou plus exactement un nouveau segment de filière – pour l'exploitation des ressources ligneuses. En effet, la biomasse-bois est utilisée comme combustible pour produire de la vapeur et faire fonctionner le générateur d'électricité. Sur la base des orientations prises lors de l'étude de faisabilité du projet, il est prévu que la centrale s'approvisionne de plantes ligneuses dont les quantités sont évaluées en stères<sup>13</sup>. Son approvisionnement devrait être assuré par les propriétaires privés dès 2012 et jusqu'en 2014 (à court terme).

### **3.2.2 Catégories d'acteurs et organisation des filières bois**

Plusieurs catégories d'acteurs interviennent dans les différents types de filières citées précédemment depuis l'exploitant ou producteur jusqu'au commerçant dans les points de vente.

#### **3.2.2.1 Exploitants forestiers : propriétaire ou non**

Un exploitant-propriétaire exploite lui-même sa propriété dont il a hérité de ces aïeux ou dont il a fait l'acquisition. Par contre l'exploitant non propriétaire, ne peut exploiter les plantations qu'en achetant, à un propriétaire, le bois sur pied sur un terrain donné. La vente s'effectue le plus souvent par unité de surface (En Ar/ ha). Les prix d'achat du bois sur pied est très variable et dépend de nombreux facteurs : la quantité et la qualité de bois sur pied liées à la densité et à l'âge de la plantation ; mais aussi la facilité d'accès et bien sûr les modalités de la négociation entre propriétaire de la plantation et exploitant forestier. Une lettre de procuration sera donnée aux exploitants non propriétaires pour informer les autorités administratives du droit de jouissance des exploitants. Ces acteurs doivent avoir un permis d'exploitation enregistré en leur nom. Les autorités seront ainsi avisées de la superficie de forêt à exploiter. Ils prennent en charge toutes les démarches administratives au niveau des communes et auprès des cantonnements forestiers<sup>14</sup>(reconnaissance des services forestiers : indemnisation des agents pour les déplacements sur terrain, ristournes commune et région, laissez-passer). Et par la suite, ils sont autorisés à faire des prélèvements de bois à des fins commerciales durant la validité du permis d'exploitation.

---

<sup>13</sup> 1 stère Unité internationale = 1 m<sup>3</sup> (empilement 1 m x 1 m x 1 m de rondins de bois)

1stère = 1m<sup>3</sup> apparent

<sup>14</sup> Le cantonnement forestier est l'organe d'exécution de la gestion forestière au niveau régional.

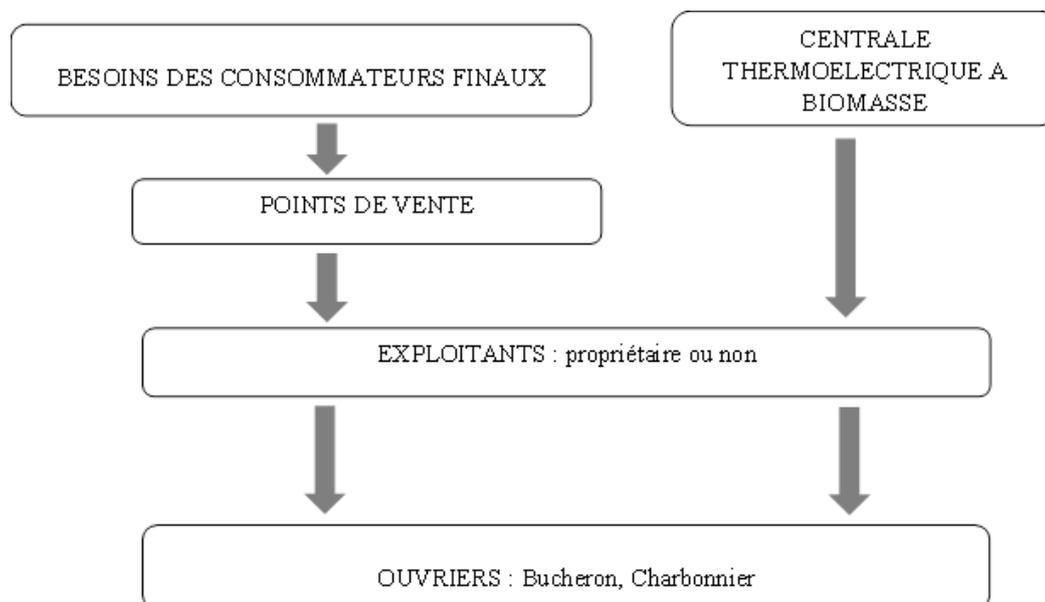


Figure 16 : Procédure de commande des produits des consommateurs aux producteurs

Après avoir eu les commandes, les exploitants engagent directement des ouvriers pour la production des produits. Certains engagent un intermédiaire entre eux et les ouvriers pour contrôler leur travail, l'évolution de l'exploitation (pièces de bois ou charbon/nuits), le pointage de la présence des ouvriers et la distribution des paies.

### 3.2.2.2 *La main d'œuvre salariée*

Cette catégorie d'acteur regroupe les commandeurs et les ouvriers. Les ouvriers et les exploitants forestiers sont tenus par un accord le plus souvent une convention orale. Ces ouvriers sont en général, des habitants de la commune, mais ils peuvent également venir d'autres régions.

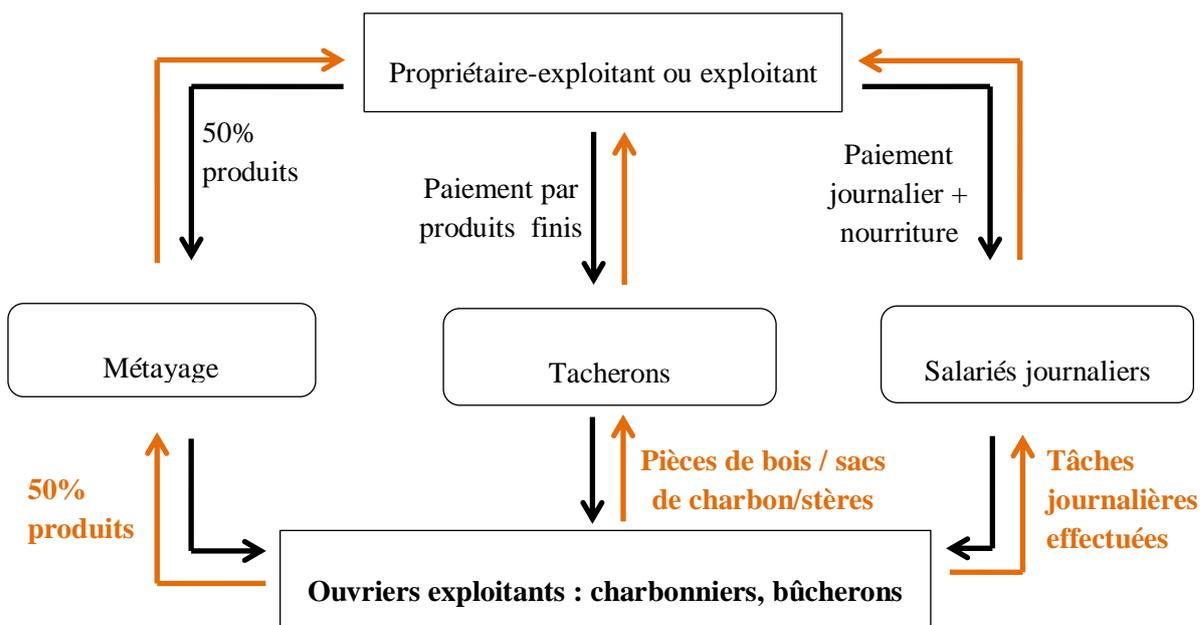


Figure 17 : Relation entre exploitants et mains d'œuvre

La main d'œuvre est rémunérée de différentes manières. Une partie des propriétaires met leur exploitation sous un système de métayage (cas du charbon) où les charbonniers s'occupent de leur propriété et ils obtiennent 50% de la production. Puis, les ouvriers exploitants sont régis par des contrats où ils sont payés à la tâche (aux pièces de bois d'œuvre produits : 1600 Ar – 2400 Ar, aux nombre de stères : 3000Ar, au sac de charbon « Tsangan-gony » : 1700 Ar -3000 Ar) aux nombre de produits obtenus dans un délai fixé au préalable au début du contrat. Les tacherons doivent ainsi respecter le calendrier établi par l'exploitant. Les commandeurs sont payés pour chaque voyage (50000 Ar/ voyage). Enfin, pour les salariés payés à la journée (3 300 Ar), comme dans les opérations agricoles, après les opérations techniques achevées pour la journée. Les exploitants leur donnent également leur déjeuner.

### **3.2.2.3 Les transporteurs**

Le transport des produits du lieu de production jusqu'aux commerçants est diversifié pour chaque filière. Pour le cas du bois d'œuvre et du charbon, certains exploitants ont des dépôts près des lieux de production où les ouvriers campent. De là, les produits sont acheminés vers les points de vente. Les exploitants engagent des prestataires de services qui s'occupent seulement du transport. Ces prestataires sont payés pour chaque voyage effectué. Dans ce cas, les prix sont fixés forfaitairement. Les dépenses en carburants ainsi que les repas des chauffeurs sont compris dans la location. Les frais de chargement et déchargement pour le bois d'œuvre sont payés par l'exploitant, et pour le charbon, si l'exploitant n'a pas de point de vente, il se charge du chargement et c'est le client qui s'occupe du déchargement. Certains exploitants ont leur lieu de dépôt à proximité de la maison et emploient des personnes possédant des brouettes pour transporter les sacs de charbon. Le prix dépend de la distance à parcourir et des difficultés de transport (dans les cas enquêtés l'exploitant paie à raison de 400Ar/sac de charbon). Les sacs de charbon sont transportés à dos d'homme pour certains charbonniers-paysans. Les sacs seront vendus à des collecteurs locaux ou aux ménages ruraux. Concernant les stères pour alimenter la centrale, les exploitants enquêtés nous ont déclaré avoir recours à des charrettes depuis le lieu de production jusqu'à la centrale étant donné que la plantation est à proximité de la centrale ; dans ce cas le stère est payé 3 000Ar et la charrette qui peut transporter 1, 5 stères par voyage.

### **3.2.3 Circuits de commercialisation**

L'analyse porte sur l'organisation de l'approvisionnement, la saisonnalité et l'évolution des prix (prix d'achat, prix de vente), la zone de vente, la coordination entre les différents acteurs. Le circuit permet de retracer le flux de chaque produit à l'intérieur de l'organisation de chaque filière depuis les ouvriers exploitants jusqu'aux consommateurs finaux.

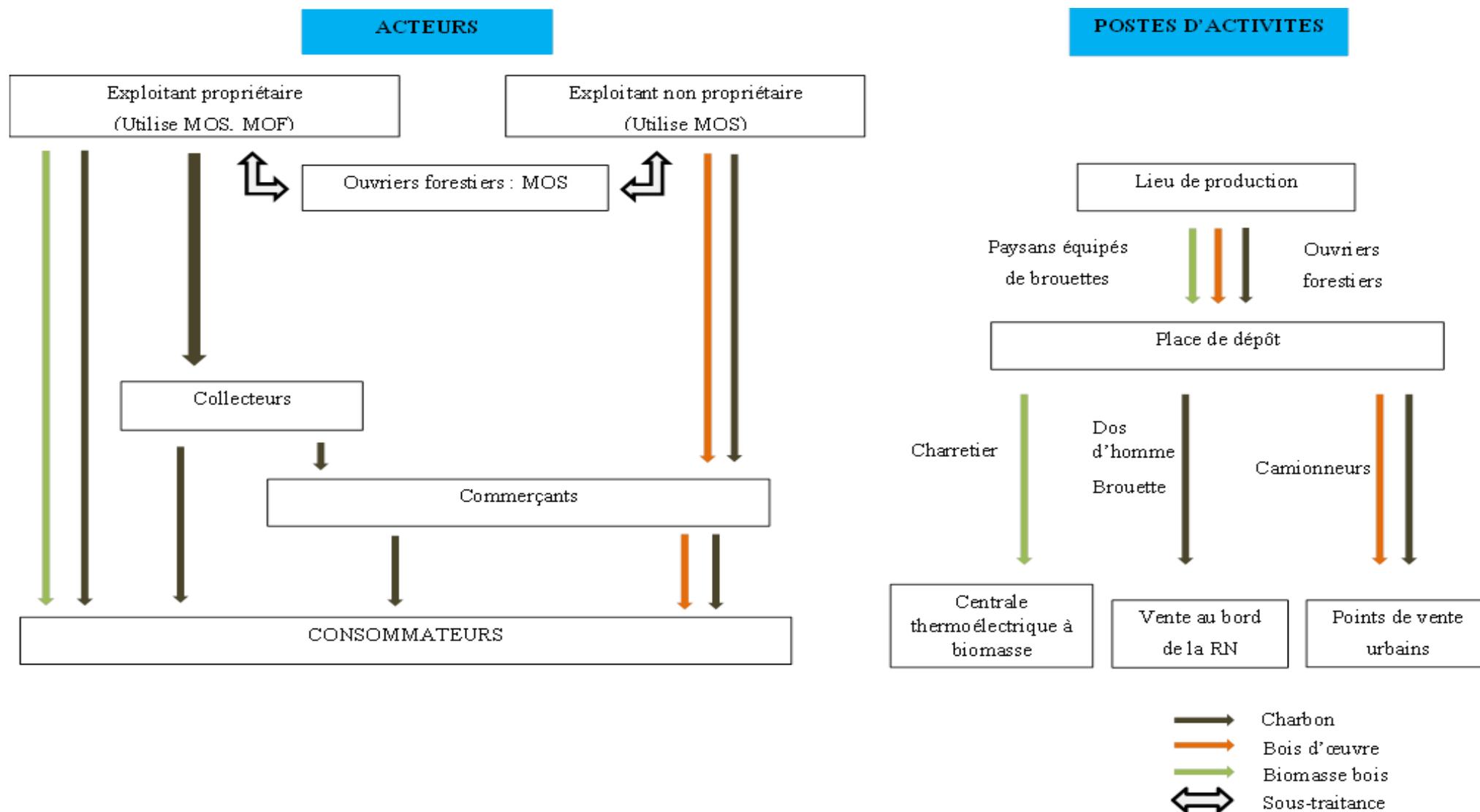


Figure 18 : Les différents circuits identifiés (de la production jusqu'aux consommateurs)

### 3.2.3.1 Charbon de bois

Plusieurs circuits des marchés locaux ont été identifiés. Le premier concerne l’approvisionnement direct du produit du propriétaire exploitant (main d’œuvre familiale) aux consommateurs locaux. Pour le marché local, des paysans fabriquent à partir de leur propre plantation ou en achetant du bois sur pied (ils peuvent être assimilés dans les deux cas à de petits exploitants forestiers) du charbon de bois qu’ils vendent à des commerçants locaux qui eux même les revendent à la population rurale. Il y a aussi des charbonniers qui travaillent pour des propriétaires de plantation, sous forme de métayage et qui revendent par la suite les sacs de charbon obtenus auprès des consommateurs ruraux.

Le circuit le plus long, et le plus important en terme de quantité, est la commercialisation jusqu’aux consommateurs urbains. Les exploitants emploient des charbonniers pour la fabrication du CdB puis acheminent les productions jusqu’à des commerçants (grossistes ou détaillants) dans les villes ou dans leurs propres points de vente (commerce de gros et/ou de détail). C’est auprès des commerçants de détail que la population urbaine s’approvisionne.

### 3.2.3.2 Bois d’œuvre

Le seul circuit identifié pour la commercialisation du bois d’œuvre à partir du bois d’eucalyptus est un circuit long. L’approvisionnement des zones urbaines en bois de construction présente le même circuit long que celui du charbon de bois.

### 3.2.3.3 Biomasse-bois

D’après les possibilités d’approvisionnement de la centrale, le circuit identifié représente la filière « professionnalisée », c’est-à-dire que le gestionnaire fait appel directement à un fournisseur privé qui assure les livraisons à la centrale (CIRAD, 2012). Le propriétaire exploitant mobilise des ouvriers (bûcherons et des transporteurs) pour livrer les commandes.

### 3.2.4 Prix du marché

Il y a plusieurs prix de vente dans la filière pour chacun des produits : prix au producteur (dans le cas d’un collecteur qui achète), prix en bord de route, prix de vente aux commerçants et prix de vente aux consommateurs finaux. Plusieurs facteurs expliquent la formation de ces prix : la localisation des points de vente, la saison, le circuit emprunté par le produit mais aussi les charges et marges des opérateurs.

Tableau 14 : Prix du marché des produits forestiers ligneux (en Ar)

<b>Produits</b>	<b>Prix aux producteurs</b>	<b>Consommateurs bord de route</b>	<b>Prix de gros</b>	<b>Consommateurs urbains</b>	<b>Unités</b>
Charbon	3 000	4 000 à 6 000	8 000	12 000 à 15 000	Sac
Planche	-	-	7 500	9 000	Unité

Chevron	-	-	16 000	18 000	Unité
Madrier	-	-	18 000	22 000	Unité
Biomasse bois	-	-	-	10 000	Stère

Il y a une grande variation du prix du sac de charbon en bord de route qui s'explique du fait que les personnes enquêtées attendent la saison des pluies pour commercialiser leurs produits (prix élevé : 5000 Ar à 6 000Ar) alors qu'ils les fabriquent au moment où les travaux agricoles sont moins importants pendant la saison sèche. Le prix du sac de charbon dans les points de vente urbains est 2 à 3 fois supérieur au prix de vente sur le marché local.

Les exploitants des bois d'œuvre produisent différents types de bois de construction, mais selon nos enquêtes, ils vendent le bois au même prix et c'est le grossiste/détaillant qui détermine par la suite les prix des produits en fonction de la dimension des bois, de la demande des consommateurs.

### 3.2.5 Comparaison de la rentabilité pour les acteurs des filières

L'étude des comptes d'exploitation des différents acteurs permet d'apprécier les niveaux de rentabilité des diverses activités. L'exploitant peut se spécialiser pour la production d'un seul produit forestier ou pour la production de plusieurs produits.

#### 3.2.5.1 Exploitation de différents types de produits forestiers ligneux par un seul exploitant

Un seul exploitant de ce type a été enquêté. Celui-ci produit, dans la même plantation, à la fois des bois de COS (bois de construction et poteaux électriques pour la JIRAMA) et du charbon de bois. Cette première partie consistera à déterminer la rentabilité de chaque produit et apprécier quel produit est le plus profitable pour l'exploitant.

Tableau 15 : Compte d'exploitation simplifiée de l'exploitant avec le prix de revient et les marges ou excédents pour chaque type de produit (exploitant 1)

	Bois de COS		CdB
	Poteaux électriques	Bois d'œuvre	
Quantité travail salarié (nombre Hj)	0	660	960
Production (en m <sup>3</sup> )	72,82	24,59	519,75
Charge (Ar)	3 152 643	7 755 806	11 718 351
Produit (Ar)	11 485 000	9 255 000	12 320 000
Marge nette (Ar)	8 332 357	1 499 194	601 649
Marge nette / produit (%)	73%	16%	5%
Prix de revient (charge/quantité m <sup>3</sup> )	43 296	315 415	22 546
Marge nette par quantité (m <sup>3</sup> )	114 430	60 970	1 158

Pour les trois types de produits, le produit poteau électrique a une marge nettement plus élevée (114 430 Ar/m<sup>3</sup>) par rapport aux deux autres produits alors que celle du charbon de bois est très faible (1 158Ar/m<sup>3</sup>). Concernant le prix de revient par quantité (m<sup>3</sup>) produite, c'est le bois d'œuvre qui est le plus élevé car les charges sont importantes par rapport à la production obtenue. La marge nette des poteaux électriques constitue 73% du produit total. En effet, les différentes charges concernant les poteaux étaient au frais de la JIRAMA (martelage, transport, chargement, déchargement), les charges payées par l'exploitant étaient comprises dans les charges communes aux trois types de produits.

Les charbons de bois n'est pas très rentable avec seulement 5% de marge nette pour cette association d'activités. Ainsi, après le prélèvement des poteaux par la JIRAMA, puis après la production du bois d'œuvre, les ressources ligneuses qui restent sont valorisées en charbon de bois avec une rentabilité faible par rapport aux autres produits, mais qui vient compléter la valorisation du bois acheté sur pied.

### 3.2.5.2 Exploitation d'un seul type de produit par exploitant

L'exploitant ne produit qu'un seul type de produit (charbon de bois ou biomasse bois). Cette partie consiste à comparer la rentabilité pour déterminer quelle activité est la plus avantageuse dans l'exploitation des taillis d'eucalyptus.

Tableau 16 : Compte d'exploitation des exploitants forestiers avec les prix de revient et les marges nettes

	Exploitant 2	Exploitant 3	Exploitant 4	Collecteur	Exploitant 6
	<b>CdB</b>	<b>CdB</b>	<b>CdB</b>	<b>CdB</b>	<b>Biomasse bois</b>
Quantité travail salarié (nombre Hj)	371	17	34	0	30
Production (en m3)	405,00	5,06	33,75	37,13	12,83
Charge (Ar)	2 544 300	70 000	323 000	335 500	88 000
Produit (Ar)	3 600 000	75 000	600 000	577 500	190 000
Marge nette (Ar)	1 055 700	5 000	277 000	242 000	102 000
Marge nette (%)	29%	7%	46%	42%	54%
Prix de revient (charge Ar/quantité m3)	6 282	13 827	9 570	9 037	6 862
Marge nette (Ar) par quantité (m3)	2 607	988	8 207	6 519	7 953

L'exploitant 2 qui livre directement sa production à un grand collecteur et l'exploitant 6 qui approvisionne la centrale ont un prix de revient nettement plus faible que les autres, respectivement 6282Ar/m<sup>3</sup> et 6 862Ar/m<sup>3</sup>.

Les exploitants 4 et 5 ont une marge nette élevée. En fait, pour le premier, la parcelle d'exploitation est régie par un système de métayage et le second est un collecteur local ; les charges sont moindres et le profit supérieur. Toutefois, pour l'ensemble des exploitants enquêtés, la filière d'approvisionnement en biomasse pour la centrale a le plus fort taux de marge nette avec 54% par rapport aux produits.

En effet, elle est plus profitable puisqu'il y a moins de charges avec un prix de vente relativement élevé.

Pour l'ensemble des exploitants enquêtés (exploitation de différents types de produit et exploitation d'un seul produit), l'exploitation d'une futaie d'eucalyptus pour la production de poteau électrique pour la JIRAMA et l'exploitation d'un taillis d'eucalyptus pour l'approvisionnement de la centrale thermoélectrique à biomasse sont les plus rentables.

## **4 Discussions**

### **4.1 Les qualités de l'ERD pour son adoption par les ménages ruraux**

Everett ROGERS (1995) in ADANLE propose un modèle théorique de l'adoption d'une technologie moderne par l'étude de la diffusion sociale des innovations techniques dans la société et faisant référence aux perceptions individuelles. D'après lui, la décision d'adoption d'une innovation se résume en cinq attributs : **l'avantage relatif** (par rapport à ce qui existe déjà en termes d'argent, en termes de temps, du statut social), **la compatibilité** où une innovation est perçue comme étant consistante avec les valeurs existantes, les expériences passées, les pratiques sociales et normes des utilisateurs, **la complexité** (les nouvelles idées simples à comprendre vont être adoptées), **la possibilité de tester** ou d'en juger (pour avoir plus de confiance dans le produit) et **l'observabilité** pour observer les conséquences de l'innovation. Selon Rogers, la diffusion d'une innovation interviendrait seulement lorsque l'innovation est achevée et prête à être adoptée.

L'électrification rurale peut être considérée comme une innovation et nos résultats dans la CR d'Andaingo, confirment la pertinence du modèle théorique de Rogers. En effet, pour les ménages qui ont adhéré au réseau, l'ERD présentait les cinq attributs nécessaires à son adoption. L'électricité du réseau présente un réel avantage comparatif par rapport aux autres sources d'énergie, à la fois en terme économique puisque l'adhésion a permis aux ménages de réduire leurs dépenses énergétiques, mais aussi en terme de confort d'utilisation et de génération de nouvelles activités. La majorité de la population considère l'électricité générée par la centrale comme un moyen plus économique et plus efficace par rapport aux autres sources d'énergies. Elle satisfait les besoins quotidiens (le confort du logis, loisir à partir des appareils audiovisuels), est utile aux activités professionnelles et peut contribuer à assurer la sécurité du village. L'électricité via le réseau est réellement compatible pour les ménages de la localité puisque presque tous l'utilisaient déjà mais à partir d'autres sources : groupes électrogènes, panneaux solaires ou piles, etc. La plupart des ménages ruraux ont déjà adopté des innovations avec l'électricité comme source d'énergie (par exemple les radios il y a déjà longtemps et plus récemment les téléphones portables). L'utilisation de ces nouvelles technologies a de fait créé un besoin d'énergie électrique que le ERD vient satisfaire. Ce qui répond aux deux autres attributs que sont la complexité et la possibilité de tester : le réseau apporte une réelle simplification pour l'accès (plus besoin de faire les différentes manipulations nécessaires au fonctionnement du groupe électrogène ; plus de problème de chargement des batteries quand le climat (ciel nuageux, pluie) n'a pas permis aux panneaux solaires de fonctionner correctement, mais surtout l'électricité ERD ne produit pas de pollution sonore contrairement aux groupes électrogènes) et dans l'utilisation de l'électricité (alimentation régulière pendant une période définie de la journée) ; le village s'était déjà «équipé d'un réseau auparavant et donc l'innovation avait déjà été testée, au moins par quelques ménages, les autres, sans tester directement, ont pu s'informer et voir comment cela fonctionnait chez les voisins. Ce dernier point répond au dernier attribut d'observabilité. Ainsi, l'attribut le plus

important pour l'adoption de l'ERD par la population de la zone d'étude est l'avantage relatif (du point de vue de coût-bénéfice, de gains de qualité de vie c'est-à-dire confort, loisir, informations, sécurité).

Pour appuyer le concept ROGERS E., Mallein et Toussaint en 1994 évoquent que pour qu'une personne « adopte » facilement un objet il serait indispensable : que l'objet ait du sens pour la personne, son utilisation soit perçue comme positive ; qu'il lui soit utile dans ses activités quotidiennes ; qu'il soit facilement utilisable et que son usage soit compréhensible et qu'il présente une valeur ajoutée économique réelle. Ainsi, les caractéristiques qui justifient le choix des personnes à adopter une innovation comme pour notre cas, l'électricité produite en réseau est l'avantage qu'elle apporte économiquement, son utilité pour les activités productives et sa commodité ; ainsi le déterminant du choix d'adhésion est principalement l'apport économique. Le concept de Mallein et Toussaint explique davantage les deux principales motivations des ménages ruraux d'Andaingo à se raccorder au réseau ERD.

L'ERD apparaît comme une innovation adaptée et dispose les attributs pour être facilement adoptée par une partie des ménages ruraux. Pourtant, on note que le taux d'accès dans la commune d'Andaingo est encore relativement faible avec seulement 11% des ménages avec un compteur et 12% d'accès effectif si l'on prend en compte les ménages branchés via un autre compteur. Ce faible taux d'accès, notamment par rapport à l'objectif du projet, est lié avant tout aux contraintes rencontrées par l'opérateur pour étendre le réseau par manque de compteurs. Les difficultés techniques rencontrées pour faire fonctionner le prototype et produire l'électricité à partir de la biomasse ont obligé l'entrepreneur à produire avec un groupe électrogène au gasoil et donc à un coût plus élevé avec un prix de vente calculé pour la biomasse. Ainsi, dans ces conditions, l'entrepreneur n'a certainement pas cherché à étendre le réseau et le nombre d'abonnés. La faiblesse actuelle du taux d'accès, par rapport aux objectifs visés par le projet, apparaît donc plus liée aux problèmes techniques de la centrale qu'aux qualités même de l'innovation qui dispose, selon le modèle de Rogers, les attributs nécessaires à sa diffusion.

#### **4.2 Facteurs influençant l'adoption ou non de l'électricité en réseau fournie par la centrale**

Selon une étude effectuée par l'UICN au Burkina Faso (2009), les principales motivations des ménages pour s'abonner à un réseau électrique sont dans cet ordre d'importance : l'éclairage pour une meilleure éducation des enfants, l'amélioration du confort à travers le bon fonctionnement des appareils électriques, l'amélioration de la sécurité et enfin une amélioration des activités génératrices de revenu. Ces ménages ont une perception du rôle de l'électricité comme un levier améliorant le confort au sein des habitations via un système d'éclairage performant offrant une bonne condition de travail aux enfants, la sécurité mais aussi via un service énergétique suffisant pour le fonctionnement

des appareils. Ils apprécient positivement les services qu'offrirait l'ERD pour leurs activités économiques.

Dans notre étude, le classement des motivations selon l'importance est presque inverse de celui des ménages burkinabè où les motivations pour le confort priment sur celles du développement économique. Nos résultats indiquent que les raisons qui conditionnent le choix des ménages ruraux pour se raccorder à un réseau ERD à Andaingo sont : pour 84% des ménages les bénéfices économiques qu'ils pourront en tirer, pour le reste des ménages, c'est le confort et la sécurité. Ces motivations correspondent au modèle de rationalité économique ou utilitaire (SOUMAHORO M. 2013) où ils cherchent à satisfaire leurs besoins (pour les activités, pour le confort) en se raccordant au réseau ERD. Ainsi, les chefs ménages ont un comportement qui vise à maximiser la satisfaction en utilisant au mieux la ressource (électricité). Pour les ménages, le réseau électrique assure la sécurité d'approvisionnement en électricité constituant par la suite un facteur de réduction des dépenses énergétiques et un moyen d'améliorer leurs activités.

Selon des auteurs tels que BELIERES J-F et al. (2010), BHAZE-DAO T B et al. (2014), UICN (2009), les principales raisons qui expliquent le non raccordement à un réseau sont le coût pour le branchement et le règlement des factures. Selon les ménages, le coût de branchement est trop cher et ils n'ont pas les moyens suffisants pour payer tous les mois la facture.

Nos résultats montrent qu'à Andaingo, les raisons de non adhésion des ménages sont d'ordre financière pour 57% des ménages, mais aussi de non disponibilité de compteurs électriques (20%) et d'éloignement du point de branchement (11%). Ainsi, le principal facteur limitant est le coût de l'énergie.

Pour FILLIASTRE R. (2012), l'intention d'achat ou de décision, avant de se transformer en pratique, passe par le filtre de trois contraintes principales : le prix, la disponibilité du produit et la norme de groupe. La prise de décision est la résultante d'un processus complexe qui postule toujours que le consommateur est à la fois influencé socialement et qu'il fait aussi un calcul minimum avant d'adopter tel ou tel comportement. Pour leur choix d'adoption ou non, les ménages intègrent ainsi les facteurs « coûts » et « dépenses » avant tout. Ainsi, le coût pour le raccordement et les paiements des factures sont des éléments à considérer pour l'adhésion ou non des ménages au système d'électrification.

Les résultats de notre étude indiquent une relation entre les raisons d'adoption ou non et les activités principales des ménages. RASOALINORO (2011) a montré que les ménages de la CR de Mahaditra qui se spécialisent dans le commerce, les activités de services et les fonctionnaires ont recours à l'électricité via des groupes électrogènes alors que le coût du carburant est onéreux et la durée de fonctionnement est souvent limitée. C'est également le cas des ménages d'Andaingo et le réseau ERD permettra aux ménages de remédier à ces limites. En effet, ces ménages sont motivés par le faible coût du kWh et l'efficacité de l'électricité ERD par rapport aux autres sources d'énergie. Les fonctionnaires

adoptent également l'électricité ERD pour pouvoir s'informer et se divertir davantage. En effet, les fonctionnaires ont la nécessité de s'informer quotidiennement (RASOALINORO, 2011). L'électricité offre à toutes ces catégories de ménages l'opportunité d'en tirer profit. Pour le facteur déterminant du choix d'adhésion, les ménages prennent en considération l'un des enjeux de la nouvelle technologie qui est la production d'électricité à faible coût, facteur de développement (en termes d'activité mais aussi en termes de confort).

La principale raison de non adhésion est fortement liée à l'activité principale du chef de ménage qui est l'agriculture (cultures annuelles, élevage), le salariat agricole ou les activités non agricoles faiblement rémunérées (lessive, bateleur). Le faible revenu de ces ménages ne leur permet pas d'accéder à l'électricité en réseau. Le plan communal de développement 2008-2012 dans le cadre du Madagascar action plan explique que les producteurs agricoles présentent une pauvreté monétaire d'où un faible pouvoir d'achat.

Le facteur économique, et principalement le revenu, est important pour expliquer l'adoption d'une innovation par un individu. Pour ADANLE (2009), le revenu d'un individu ou d'un ménage est un facteur capital dans la prise de décision d'adoption. Ses résultats ont démontré que plus le revenu d'un individu est élevé, plus il adopte une nouvelle technologie. Il existe un lien positif entre le revenu et la probabilité d'adoption comme pour le cas de la population rurale d'Andaingo. Ce lien peut être expliqué par le fait que l'adoption de l'internet pour ADANLE et de l'électricité pour les ménages d'Andaingo nécessite un coût pouvant dépasser le pouvoir d'achat des ménages à faible revenu. Nous avons pu mettre en évidence que les revenus moyens des ménages qui ont adopté l'électricité étaient de l'ordre de 1,7 millions Ar/pers/an alors que ceux des ménages qui n'ont pas adopté n'étaient que 0,8 millions Ar/pers/an.

A part les activités professionnelles et le revenu, on a pu observer également que le niveau d'éducation/formation des chefs de ménages et leur appartenance à des organisations paysannes semblent également influencer la décision de se raccorder au réseau ERD. En effet, le niveau d'éducation d'un individu influence sa capacité à utiliser une innovation (Lethias and Poussing in ADANLE, 2009). Le niveau de scolarisation est un paramètre social permettant à l'individu de développer un esprit critique par rapport à l'avènement d'une technologie. Quant au second paramètre, 52% des ménages électrifiés appartiennent à au moins une organisation en particulier une organisation d'épargne et de crédit (30%), il indique une insertion dans les réseaux sociaux et une capacité à faire des emprunts et/ou de l'épargne.

Le facteur déterminant qui conditionne le choix d'adoption ou non de l'électricité est donc avant tout économique avec le revenu, l'influence des activités socioprofessionnelles (commerce, activités de services, fonctionnaire) et l'appartenance à une organisation paysanne.

Ainsi, la première hypothèse de travail est acceptée : le facteur économique (économie de dépenses, coût de raccordement, revenu du ménage) détermine principalement le choix d'adhérer ou non au réseau électrique ERD. Cette étude donne quelques indications sur les caractéristiques des ménages les plus susceptibles d'adopter l'électricité en zone rurale des Hautes Terres à Madagascar.

### **4.3 Effets de l'électrification sur les conditions de vie des ménages**

L'étude des effets de l'électrification sur les conditions de vie de la population rurale a été menée avec une analyse de l'utilité de l'électricité dans le milieu rural et l'analyse des changements, au sein des ménages, induits par cette électrification qui se présentent sous différents aspects observables et se manifestent dans la vie quotidienne des ménages.

Comme le rappelle le rapport (INSTAT, 2011) qui présente les résultats de l'EPM de 2010, les ménages malgaches sont faiblement équipés en biens durables<sup>15</sup>. Ainsi, pour l'ensemble du pays, plus de 89% des ménages sont privés d'appareils électroménagers et 45% d'appareils audiovisuels. En ce qui concerne la possession de téléphone portable, elle a fortement augmenté entre 2005 et 2010, passant de 4% à 25% des ménages qui en sont équipés (mais 53% en milieu urbain et seulement 17% en milieu rural). Comme le mentionne ce rapport, « *la possession de biens durables dépend essentiellement du niveau de revenu du ménage, de l'accès à l'électricité, et du taux de couverture des stations audio-visuelles publiques ou privées* ». L'électricité est donc un facteur essentiel pour l'équipement des ménages en biens durables et comme le montre notre étude, l'abonnement à un réseau se traduit par une amélioration de l'équipement en biens durables et donc du confort des ménages concernés.

Les changements dans le comportement des ménages ruraux qui s'abonnent à un réseau électrique peuvent être analysés à travers les équipements électriques qu'ils possèdent. D'après plusieurs auteurs, BELIERES J-F et al.(2010), ADANLE (2009), HERZENNI (1996), LAZARE A.K.et al, (2013) l'accès à l'électricité favorise l'achat d'équipements électriques, il y a une tendance à l'acquisition d'appareils audiovisuels qui sont des outils de formation et de divertissement (téléviseurs, lecteurs de cassette, antennes paraboliques,...). Ce changement contribue ainsi à l'amélioration du confort du foyer et à la modernisation du ménages.

Notre étude confirment ces résultats. Plusieurs changements ont pu être observés au sein des ménages électrifiés et en particulier l'amélioration du confort du foyer et l'amélioration des activités par l'acquisition de nouveaux appareils électriques. Les ménages qui se sont abonnés au réseau ERD étaient déjà mieux équipés que les autres ; mais ils ont tout de même acquis de nouveaux équipements

---

<sup>15</sup> Les biens durables sont des biens qui ne s'usent pas rapidement, l'utilité se maintenant dans le temps, et qui ont donc une durée de vie relativement longue. Parmi les biens durables, on peut citer : les appareils électroménagers, les appareils audiovisuels, les équipements de transport, les équipements agricoles, etc.

pour profiter au mieux de l'opportunité offerte par le réseau électrique. Les appareils les plus souvent acquis par les ménages sont les appareils audiovisuels. Ainsi, à Andaingo, une année après l'électrification avec un réseau ERD, en moyenne un ménage électrifié est équipé d'un poste téléviseur et d'un lecteur vidéo et un ménage sur deux possède une antenne parabolique, alors que les ménages non électrifiés ont un équipement réduit avec un ménage sur trois qui est équipé d'une télévision et d'un lecteur vidéo et seulement un ménage sur dix qui utilise une antenne parabolique. On note pour ces ménages l'importance du téléphone cellulaire et de la radio. Entre 2005 et 2010, la possession de téléphone cellulaire des ménages de la CR d'Andaingo est en hausse conformément au rapport de l'INSTAT en 2011. Les cellulaires sont les plus appareils électriques les utilisés par les ménages ruraux. La radio reste pourtant le moyen de communication le plus accessible pour tous les ménages, elle est la plus répandue. Le taux d'équipement des ménages en informatique (ordinateur) est relativement faible (14%). Ces équipements par rapport aux appareils audiovisuels nécessitent plus de connaissance pour leur manipulation.

Il en ressort que les ménages électrifiés d'Andaingo comme l'ensemble de la population malgache dans le rapport EPM de 2010 s'orientent vers ces technologies d'information (appareils audiovisuels, téléphones mobiles) pour être connectés au réseau de communication, d'information mais surtout pour se divertir. Ces changements justifient le choix des ménages de passer à des niveaux de consommation plus élevés reflétant leur aspiration à une meilleure condition de vie à travers la diffusion ces équipements de communication.

L'acquisition d'équipement de froid (réfrigérateur, congélateur) ne concerne que 23% des ménages électrifiés. Ces équipements sont plus souvent utilisés pour des activités de services que pour un usage domestique. Kouamé (2002) in LAZARE A. K. et al. constate que les réfrigérateurs et les congélateurs sont localisés le plus souvent chez des abonnés qui font le commerce de glace et de boissons fraîches.

L'utilisation de l'électricité pour l'éclairage domestique concerne tous les ménages électrifiés. Selon HERZENNI A. et al (1996), les ménages combinent les moyens d'éclairage moderne et traditionnel. TANGUY B. (2010) et RASOALINORO (2011), concernant le recours à de multiples sources d'énergie où les sources modernes viennent en complément des sources traditionnelles, ont montré que la stratégie des ménages dépend du facteur coût, du niveau de connaissance de l'énergie (raison culturelle, habitude), de la sécurité d'approvisionnement et de la commodité d'utilisation.

Dans notre étude, l'association des sources d'énergie dépend d'abord de la régularité de la fourniture de l'électricité par le réseau mais aussi des préférences parce que, dans le système actuel, l'électricité est installée dans les pièces principales (chambre à coucher, salle de séjour) alors que la cuisine reste éclairée avec des sources traditionnelles.

Pour l'alimentation des appareils électriques, les ménages électrifiés ont recours également à la combinaison des sources d'énergie. Cette situation est aussi expliquée par l'approvisionnement limitée en électricité de la centrale.

Concernant les ménages non électrifiés, ils se caractérisent par l'usage de sources d'énergies traditionnelles. Les panneaux solaires ou groupe électrogène ne concernent qu'une petite part de ces ménages. Les ménages non abonnés bénéficient également des services de l'ERD en chargeant leurs cellulaires mobiles auprès des abonnés du village.

Globalement, après l'électrification, les dépenses énergétiques (2013) des ménages électrifiés diminuent (un peu moins de 50%). D'après l'office national de l'électricité au Maroc (2003), les dépenses énergétiques diminuent durant les premières années de l'électrification. L'Office National de l'Electricité au Maroc (2003), DAKPUI (2009), et RASOALINORO (2011) montrent que l'accès à l'électricité contribue à la diminution du coût de service énergétique. Ce gain est dû au changement des sources d'énergies beaucoup moins coûteuses par rapport aux sources utilisées auparavant. C'est le cas des ménages de la CR d'Andaingo pour l'année 2013. L'électrification a permis de faire des économies. Par ailleurs, le résultat du test statistique dont la finalité est de comparer les dépenses moyennes des ménages électrifiés et ménages non électrifiés, le résultat indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les dépenses énergétiques de ménages abonnés et non abonnés après l'électrification. Alors que, la consommation énergétique des ménages aisés est supérieure à celle des ménages pauvres (RASOALINORO, 2011).

Par contre pour le cas des ménages qui perçoivent une augmentation de leurs dépenses après l'électrification, elle est surtout liée à la dynamique d'équipement.

D'après KOUAME (2002) in LAZARE A.K. et al, Tender (1979) in TANGUY B., UICN (2009), l'électricité a des effets sur l'éducation des enfants, en effet, les conditions de travail des élèves et des enseignants s'améliorent via un meilleur éclairage domestique. L'accès à l'électricité développe le niveau de formation, de l'éducation et l'accès à l'information et à la formation. Seulement 8% des ménages électrifiés trouvent que l'éclairage avec des ampoules électriques aide et motive leurs enfants dans leurs travaux scolaires (révision) pendant la soirée. L'effet de l'électricité sur l'éducation est lent à se faire sentir au sein des ménages.

Pour LAZARE A. K. et al. (2013), la sécurité se justifie par l'éclairage public et domestique pour pouvoir sortir le soir. L'électrification des lieux publics n'a pas été pressentie comme un besoin social important. Pourtant après installation des lampadaires le long des voies bitumées et quelques ruelles du chef-lieu, l'éclairage public a procuré à la population un sentiment de sécurité leur permettant de circuler aisément la nuit et de prévenir la venue des voleurs. On constate ainsi une transformation des conditions de vie publique bien que l'éclairage public ne couvre pas la totalité du village.

Quelques critères pour évaluer les conditions de vie ont été pris en compte dans cette étude (éducation, économie, sécurité). L'électrification a permis d'améliorer ces différents critères où les deux premiers concernent particulièrement la sphère privée (au niveau de chaque ménage) et l'amélioration de la sécurité concerne principalement la vie communautaire au sein du village à travers l'éclairage public. Dans cette étude, l'électrification n'intervient pas dans l'amélioration de la santé alors que plusieurs ouvrages insistent sur l'impact de l'électrification sur les structures sanitaires. La littérature selon les auteurs comme LAZARE A. K. et al. (2013) et l'UICN (2009) sur cet impact expose que l'électricité constitue la principale source d'énergie des structures de santé pour rendre opérationnel les équipements électriques médicaux (conservation de produits, réalisation d'opérations chirurgicales). Pour le cas d'Andaingo, on n'a pas pu évaluer les effets de l'électrification dans le domaine de la santé étant donné que les infrastructures à usage collectif comme les centres de santé de base ne bénéficient pas de l'électricité du réseau. Pour des interventions chirurgicales, les gens du village doivent aller dans les hôpitaux de Moramanga ou de Tananarive pour ceux qui ont les moyens financiers nécessaires.

On a pu constater que les motivations d'adhésion et les principaux changements ressentis après l'électrification sont très différents. Cet écart entre attentes des ménages et premiers effets perçus peut s'expliquer par le fait que les ménages justifient leur choix avec les aspects économiques, et ceci d'autant plus que le coût de l'électricité est plus faible, mais que ceux-ci sont plus longs à percevoir alors que les effets sur le confort du logis (éclairage domestique) sont très rapidement perceptibles. Par ailleurs, on a pu voir que malgré les problèmes de dysfonctionnement de la centrale et les nombreuses pannes, les ménages ont continué à régler leur facture. En effet, à travers ces différents changements induits par l'utilisation de l'électricité, les gens accordent une grande importance à l'énergie dans leur quotidien pour ne pas s'en priver.

En ce qui concerne la vérification de la deuxième hypothèse qui décrit que l'électrification contribue à l'amélioration des conditions de vie des ménages ruraux, une partie est déjà justifiée par les différents critères de condition de vie déjà vérifiés.

#### **4.4 Comparaison des différentes filières bois « Eucalyptus robusta » et rentabilité pour les exploitants**

Lorsque les problèmes techniques seront solutionnés, la centrale fonctionnera essentiellement avec de la biomasse comme combustible. Elle aura donc besoin d'une quantité importante de bois générant de nouveaux et importants débouchés pour la valorisation de la biomasse dans la Commune d'Andaingo. Dans le cadre de ce projet GESFORCOM, des études ont été menées pour mettre en place une gestion durable des ressources forestières pour que la ressource soit renouvelée, dans le long terme, tout en répondant aux besoins de la production électrique de la centrale et ainsi en assurant la durabilité de cette opération de développement. Dans l'étude de faisabilité, il a été déterminé un prix d'achat du

bois par la centrale (10 000 Ar/stère de 1 m<sup>3</sup>) qui devait à la fois assurer une rémunération suffisante des différents opérateurs de la filière d'approvisionnement pour couvrir les coûts (y compris pour le renouvellement de la ressource) et dégager une marge pour assurer des revenus à ces différents opérateurs (exploitants, bucherons, transporteurs, etc.).

Cependant, pour que la filière d'approvisionnement soit durable et permette de dégager des revenus supplémentaires pour les acteurs, il faut que l'achat du stère de bois par la centrale soit effectué à un prix qui soit rentable pour les exploitants forestiers en comparaison avec les autres opportunités qu'ils ont, c'est-à-dire avec les autres filières de valorisation des produits forestiers ligneux (*Eucalyptus robusta*), qui sont : la production de charbon de bois ou de bois de feu pour les consommateurs domestiques, la production et la vente de bois d'œuvre et de service. On peut considérer qu'un exploitant forestier analyse les différentes opportunités de marché qui s'offrent à lui et qu'il décide de produire et commercialiser selon la filière la plus rentable pour lui. La question peut être ainsi posée : obtenir de meilleurs résultats avec une dépense donnée, ou un aussi bon résultat avec une dépense moindre. Même si dans la réalité de nombreuses autres considérations entrent en ligne de compte, l'exploitant forestier, comme toute entreprise, « obéit à une certaine rationalité » et vise à maximiser son profit dans le cadre des contraintes qui sont les siennes. On peut ainsi considérer que pour que la filière d'approvisionnement de la centrale soit choisie par les opérateurs, il faut que le prix d'achat du bois de la centrale permette à l'exploitant forestier de dégager un meilleur profit que les autres filières<sup>16</sup>. La stratégie des exploitants pour l'adoption de la nouvelle filière se trouve être dans la logique de la stratégie d'abonnement où les exploitants raisonnent en termes de profits. Nous avons donc enquêtés quelques opérateurs dans les différentes filières pour déterminer les marges nettes dégagées (le profit) et nous les avons comparées. En raison du faible nombre d'exploitants forestiers enquêtés, les résultats ne sont pas représentatifs et ne permettent pas de généraliser. Toutefois, on a pu étudier cas par cas les différents modes de valorisation de la production forestière et apprécier quelle valorisation est la plus profitable pour l'exploitant forestier.

La production de charbon de bois est la plus importante dans la zone d'Andaingo. Elle est surtout destinée pour l'approvisionnement de la capitale. En effet, le charbon de bois constitue l'énergie domestique des ménages d'Antananarivo (RAMAMONJISOA in STANFORD B. 2006). Mais encore, le bassin d'approvisionnement en bois-énergie (charbon de bois et bois de chauffe) d'Antananarivo s'étend vers l'Est au-delà de Moramanga jusqu'à Andasibe, presque jusqu'au lac Alaotra (BERTRAND, 1999). Ainsi, d'après RASOALINORO en 2008, l'économie de la filière bois malgache est supportée par le charbon de bois.

---

<sup>16</sup> Cette analyse est très simplifiée puisque l'exploitant peut augmenter ses profits finaux en augmentant sa production, mais il peut aussi être intéressé à réduire ses risques, etc.

### *Discussions et recommandations*

Nous avons identifié les circuits de commercialisation existants. Pour la production de charbon de bois, l'exploitant propriétaire qui gère sa plantation sous une forme de système de métayage et le collecteur enregistrent une marge nette importante. Mais ils ont un prix de revient par m<sup>3</sup> assez élevé par rapport aux comptes d'exploitation des autres acteurs économiques. Cette marge nette élevée, malgré le prix de revient élevé, s'explique par le fait que ces acteurs vendent leur production pendant la saison de pluie où la demande est forte alors que l'offre est réduite. Les prix de vente du charbon de bois sont au plus haut en été lorsque la production se réduit à cause des conditions climatiques (RASOALINORO, 2008). L'exploitant qui livre sa production à un grand collecteur ne perçoit que 29% de marge nette et pourtant son prix de revient par m<sup>3</sup> est relativement faible malgré la rémunération des ouvriers tous les jours. En effet, la vente de la production en bord de route ne profite pas à l'exploitant par rapport à la vente des produits en ville. Le profit réalisé par les grands collecteurs est nettement supérieur (3 fois plus) à celui du producteur qui le vend au bord de route (RAJOELISON, G. et al. 2008). Les marges reviennent aux acteurs se spécialisant dans la commercialisation. L'exploitation forestière reste au profit des collecteurs (RASOALINORO, 2008). Le charbonnier paysan qui mobilise la MOF pour les différentes opérations, au final ne gagne que très peu (7% de marge nette). Pour STANFORD B, la production de charbon ne génère que très peu d'argent pour les charbonniers même s'ils travaillent beaucoup. Cette activité de production de charbon de bois est toutefois perçue par les paysans comme rémunératrice car souvent ils ne prennent pas en considération les temps de travail et que la production dépend des commandes qui ne cesse d'augmenter.

Ainsi, selon nos résultats (tableau 14 et 15), la meilleure valorisation du bois est la production de bois d'œuvre et de service : (i) la production de poteaux pour la JIRAMA (marge nette pour l'exploitant : 114 000 Ar par m<sup>3</sup> de bois), car dans cette filière, les charges sont très faibles avec tous les travaux de bûcheronnage et de transport qui sont pris en charge par la JIRAMA ; (ii) la production de madriers, bois rond ou carré, (marge nette pour l'exploitant : 61 000 Ar par m<sup>3</sup> de bois). La valorisation en charbon de bois dégage des marges nettes par m<sup>3</sup> nettement plus faible, puisque selon notre échantillon, elles varient de 1 000 Ar par m<sup>3</sup> à 8 200 Ar/ m<sup>3</sup>. Enfin, pour le seul exemple de valorisation du bois en bois de feu pour la centrale, la marge nette dégagée est de 8 000 Ar/ m<sup>3</sup> de bois.

Ainsi, à partir du très petit échantillon disponible, les comparaisons effectuées indiquent que la nouvelle filière créée par la centrale est concurrentielle avec la production de charbon de bois à partir des taillis, puisque l'exploitant qui livre la centrale dégage une marge nette équivalente (8 000 Ar) à la meilleure marge dégagée par la production de CdB avec cependant des charges moins élevées et donc des risques moins importants. L'approvisionnement en biomasse-bois de la centrale constitue un mode

de valorisation des taillis d'eucalyptus qui apparaît plus rentable que la valorisation moyenne en CdB pour les quelques cas que nous avons pu étudier.

Ainsi, les propriétaires de plantations privées devraient être intéressés pour approvisionner la centrale, et ceci d'autant plus que les charges sont nettement moins élevées et les débouchés sécurisés ; l'activité est donc moins risquée. Cependant, les écarts de rentabilité pour l'exploitant forestier sont faibles et même il n'y pas de différence de marge nette entre la filière de la centrale et la meilleure valorisation par le CdB. Cette filière n'est pas encore importante et peu d'exploitants sont concernés en raison du dysfonctionnement de la centrale, et du fait que le gestionnaire ne paye pas tout à la livraison des stères mais étale les paiements. Pour les exploitants, le prix du stère proposé par la centrale n'apparaît pas comme véritablement incitatif.

Par ailleurs, dans les cas étudiés, les charges de main d'œuvre sont identiques. Ainsi la filière, dans la situation actuelle n'impacte pas les revenus des bucherons, charbonniers et autre main d'œuvre. Pour améliorer les revenus des charbonniers et bucherons, il faudrait que la filière de la centrale favorise une augmentation du coût de la main d'œuvre (ce qui pourrait réduire les marges des exploitants) et/ou permettent une augmentation du travail effectué par cette main d'œuvre.

Ainsi, les informations disponibles permettent de conclure que la filière de la centrale est concurrentielle par rapport à la filière de valorisation par charbon de bois. Mais les écarts sont faibles, ainsi la filière ne générerait qu'une faible augmentation des revenus des exploitants forestiers à quantité exploitée égale, et serait sans impact sur les revenus des charbonniers et bucherons toujours à quantité exploitée égale. Mais la centrale devrait augmenter la demande en bois et donc favoriser une augmentation de l'offre avec des effets sur les quantités exploitées, mais aussi certainement sur les prix et les coûts.

Sur la base de ces différents éléments, l'hypothèse selon laquelle l'implantation de la centrale qui a permis le développement de la filière d'approvisionnement de biomasse beaucoup plus profitable aux exploitants forestiers est partiellement vérifiée.

## **5 Recommandations**

### **5.1 Objectifs**

L'objectif général est d'assurer que l'électrification rurale soit pérenne et de garantir son efficacité (maintenir un prix du KWh le plus bas possible et si possible au niveau fixé au début du projet, régler les coupures de courant, approvisionner durablement la centrale).

Pour atteindre cet objectif, il faut prendre en compte les différentes entités concernées par l'électrification à savoir les ménages ruraux (clients) du chef-lieu de la commune, les fournisseurs et surtout la centrale (gestionnaire). En effet, la viabilité de la centrale repose sur l'abonnement et la fidélité des ménages mais aussi sur le bon fonctionnement de l'unité de production. Ainsi, la question de qualité de service est essentielle. Il faut prendre en compte également du niveau soutenable que l'offre de la centrale peut fournir. En amont, de tout cela, la biomasse comme combustible tient le rôle clé pour faire marcher la centrale. Ainsi, ces trois entités sont interdépendantes.

Objectif 1 : Améliorer le service de la centrale thermoélectrique à combustion de biomasse

La durabilité du projet et l'augmentation du nombre d'abonnés dépendent de la qualité de service offerte par la centrale. Durant cette première année d'électrification, les raisons d'insatisfaction des gens sont les coupures de courant, la hausse du prix du KWh, la durée de fonctionnement courte principalement pour les ménages avec des activités génératrices de revenus utilisant l'électricité.

Sous objectif 1.1 : Assurer le bon fonctionnement de la centrale

- Renforcer les capacités des employés par des formations professionnelles

La centrale thermoélectrique à combustion de biomasse installée dans la CR d'Andaingo est une nouvelle technologie pour Madagascar. De ce fait, il est nécessaire pour les employés d'être bien formés pour pouvoir manipuler cette innovation. Selon nos informations et selon les différents problèmes survenus durant cette première année de fonctionnement, il est indispensable que les employés de la centrale soient appuyés techniquement pour le bon fonctionnement de l'unité de production. Pour cela, il est impératif de faire des formations périodiques sur la manipulation et la réparation du générateur. Etablir des fiches techniques pour enregistrer les rondins de bois enfournés (bonne capacité à remplir les fiches).

- Constituer des stocks de pièces détachées relatives à l'unité de production

Selon nos informations, l'un des problèmes de la centrale est le manque de pièces détachées pour la réparation de l'unité de production. En cas de problèmes techniques, le gestionnaire doit importer avec un délai assez long. Et donc il doit recourir à un groupe électrogène pour fournir l'électricité en attendant. C'est une mesure de prévention.

Sous objectif 1.2 : Faire une étude du prix de revient de l'électricité pour en ressortir le prix du KWh

Il est à noter que durant cette première année d'électrification, le prix du KWh est passé de 700 Ar à 1500 Ar. Pour se faire, une étude plus approfondie sur le compte d'exploitation de la centrale est à réaliser pour déterminer un prix du KWh convenable à la fois pour les consommateurs et pour l'entrepreneur. Cette étude sera à renouveler quand la centrale fonctionnera de manière régulière avec du bois dont le prix sera incitatif pour les fournisseurs et pour assurer une rémunération correcte des bucherons de manière à lutter contre la pauvreté. Cette étude considèrera le profit qu'en tireront les fournisseurs, les ménages électrifiés, et surtout la centrale.

Sous objectif 1.3 : Augmenter la tranche horaire de fonctionnement de l'électricité (sous réserve des faisabilités techniques)

Cette augmentation profitera à tous les ménages électrifiés mais surtout elle donnera l'opportunité aux ménages de développer leur activité économique. Cette situation devrait à terme permettre à la centrale d'augmenter ces recettes. Il faudra cependant veiller à faire correspondre au mieux demande et offre.

Objectif 2 : Augmenter le réseau existant

Après l'amélioration des services énergétiques pour satisfaire les abonnés, il est nécessaire d'augmenter le réseau pour accueillir les nouveaux abonnés, comme indiqué dans notre étude 20% des ménages non abonnés souhaitent le devenir. Il faudrait faire une étude sur les cibles potentielles en considérant les caractéristiques des ménages (revenu, catégories d'activités, les indicateurs sociodémographiques), et voir l'offre soutenable par la centrale vis-à-vis de cette demande. L'un des facteurs influençant sur le non raccordement au réseau est l'incapacité de la centrale à fournir des compteurs pour les ménages. Pour pouvoir augmenter le réseau, il est nécessaire de régler le problème de compteurs.

Objectif 3 : Pratiquer une exploitation rationnelles des taillis d'*Eucalyptus robusta*

Le bois de feu et le charbon de bois sont les combustibles les plus utilisés par les ménages et la tendance est que ces combustibles seront longtemps encore consommés avec une demande qui ira de pair avec la croissance de la population (AUGOU, 2003).

Sous objectif 3.1 : Nous recommandons une étude pour une planification sylvicole qui tient compte de toutes les opportunités économiques viables en associant la filière d'approvisionnement de la centrale et la filière charbon de bois. Cette initiative sera à la fois bénéfique pour les exploitants, pour la centrale, mais aussi pour la main d'œuvre salariée qui aura plus de travail à effectuer.

Sous objectif 3.2 : Améliorer la gestion des aires défrichées

Le reboisement permet de restaurer les zones forestières dégradées. Cette action permet d'augmenter la disponibilité en bois de la région et de diminuer la pression sur la ressource.

Sous objectif 3.3 : Pratiquer les techniques améliorées de carbonisation

Cette technique va permettre de réduire les pertes.

## 5.2 Plan d'action pour les objectifs

Objectif 1 : Améliorer le service de la centrale thermoélectrique à combustion de biomasse

<b>Activité</b>	<b>Sous activité</b>	<b>Échéance</b>	<b>Responsabilité</b>	<b>IOV</b>	<b>Source de vérification</b>
Renforcer les capacités des employés par des formations professionnelles	Appliquer opérationnellement les techniques (réparation, fonctionnement)	1 mois	Responsable du projet (CIRAD) Gestionnaire de la centrale (BETC Nanala)	Nombre de séances de formation Problèmes techniques de l'unité de production résolus	Rapport d'évaluation du fonctionnement de la centrale Rapport de formation
	Former les employés sur le remplissage des fiches techniques périodiquement (voir la performance de l'unité de production)	Une semaine	Responsable du projet (CIRAD) Gestionnaire de la centrale (BETC Nanala)	Fiche technique journalière remplie	Rapport d'activité de la centrale
Constituer des stocks de pièces détachées	Inventaires des pièces utiles pour les réparations de l'unité de production	Une semaine	Gestionnaire de la centrale	Inventaire des pièces effectué	Rapport d'activité de la centrale
	Constituer les pièces dans un local d'entreposage	3 mois	Responsable du projet Gestionnaire de la centrale	Fiche de stockage établie et remplie	Rapport d'activité de la centrale
Etudier le prix de revient de l'électricité	Recoupement et traitement des données : détermination du prix de stère de bois, évaluation de l'incidence de ce prix du bois sur le prix de revient de l'électricité	2mois	Prestataires de services (ONG, consultants, ou étudiants) Gestionnaire de la centrale.	Données compilées et interprétations transcrites	Fichier électronique (Word et PDF) et papier sur les interprétations

*Discussions et recommandations*

	Finalisation du document et recommandation du prix KWh	1 mois	Prestataires de services	Rédaction et publication du document final	Rapport final : prix du KWh fixé
	Réalisation du prix du KWh	Long terme	Gestionnaire de la centrale	Prix du KWh appliqué	Rapport d'activité de la centrale
Augmenter la tranche horaire de fonctionnement (sous réserve des faisabilités techniques)	Etudier la capacité de production de l'unité si elle peut satisfaire cette demande en considérant la consommation de l'unité de sciage	2 mois	Prestataires de services	Capacité de production déterminée Tranche horaire établie	Rapport final : durée de fonctionnement déterminée Rapport d'activité de la centrale

Objectif 2 : Augmenter le réseau pour permettre aux ménages de se raccorder

<b>Activité</b>	<b>Sous activité</b>	<b>Échéance</b>	<b>Responsabilité</b>	<b>IOV</b>	<b>Source de vérification</b>
Etudier l'offre de la centrale par rapport à cette augmentation de la demande	Réétudier les non abonnés en considérant les caractéristiques pour viser les cibles potentielles	3 mois	Prestataires de services	Nombre de ménages non abonnés enquêtés Document final rédigé	Base de données des enquêtes Rapport final des activités d'enquêtes
	Concilier les consommations des cibles potentielles et la disponibilité d'électricité	1 mois	Prestataires de services Gestionnaire la centrale	Offre restante de la centrale établie	Rapport final : consommation disponible pour les intéressés
Acquérir de nouveaux compteurs	Etude sur le nombre estimatif des nouveaux abonnés			Prestataires de services	Nombres d'abonnés potentiels estimés
	Communication et demande du nombre de compteurs aux	2 mois	Gestionnaire de la centrale Partenaires fournisseurs de compteurs	Lettre de demande Nombre de compteurs fournis	Rapport d'activité de la centrale Rapport de suivi

	partenaires				
--	-------------	--	--	--	--

Objectif 3 : Pratiquer une exploitation rationnelle des taillis d'*Eucalyptus robusta*

Les techniques traditionnelles de carbonisation produisent des pertes conséquentes pouvant être valorisées (en charbon et/ou en biomasse).

<b>Activité</b>	<b>Sous activité</b>	<b>Échéance</b>	<b>Responsabilité</b>	<b>IOV</b>	<b>Source de vérification</b>
Etude sur une planification sylvicole avec toutes les opportunités (filères charbon de bois et biomasse en priorisant la filière biomasse)	Inventaire et délimitation des lots d'exploitation	Court terme	Exploitants forestiers Responsables locaux et régionaux	Nombre de lots inventoriés Nombre d'autorisations délivrées	Rapports d'activités des services forestiers
	Planification et organisation de gestion des lots d'exploitation	Long terme	Services forestiers Responsables locaux Exploitants forestiers	Guide de planification	Plan de gestion des forêts de plantation
Promouvoir les actions de reboisement	Installation de pépinière privée et/ou communautaire	1 mois	Propriétaires des plantations Exploitants forestiers Etablissements publics Services forestiers SNGF	Taux de participation à la mise en place d'une pépinière Plants mis en pépinière	Rapport d'activités et d'évaluation des services forestiers et de la SNGF
	Aménagement des terrains (plantation et mesure de protection)	2 mois	Propriétaires des plantations Exploitants forestiers Etablissements publics	Surfaces reboisées Taux de participation aux actions de reboisement	Rapport d'activités et d'évaluation des services forestiers Rapport d'activités des

*Discussions et recommandations*

			Services forestiers		administrations décentralisées (commune, fokontany)
Pratiquer les techniques améliorées de carbonisation	Campagne d'information: Information et sensibilisation	2mois	ONG	Nombre d'exploitants intéressés Application des techniques d'utilisation des méthodes)	Rapport d'activités de l'ONG Rapport ministériel
	Suivi évaluation	1mois	ONG	Application effective des techniques Bonne gestion des ressources	Rapport de suivi-évaluation de l'ONG

## CONCLUSION

La finalité de cette recherche était d'évaluer le déterminant du choix et les effets de l'électrification rurale au niveau des ménages électrifiés et sur la création de la nouvelle filière d'approvisionnement biomasse bois (*Eucalyptus robusta*) par rapport aux autres filières bois déjà existantes. Cette étude permet d'apprécier l'importance de l'électricité en réseau pour les usagers et les avantages de la nouvelle filière.

La méthodologie de recherche s'appuie sur les démarches classiques en matière d'étude socio-économique avec des enquêtes auprès des ménages et des personnes ressources et auprès des exploitants forestiers. Deux types d'enquêtes ont été entrepris pour vérifier les hypothèses de travail. L'enquête par questionnaire a été la principale méthode de collecte des données. La technique d'échantillonnage est de type stratifié selon l'adhésion ou non avec un taux de 12% de la population du chef-lieu de la Commune. Ensuite, il y a eu des entretiens ouverts. L'observation directe et les investigations bibliographiques viennent appuyer les analyses.

Les résultats relatifs aux déterminants du choix des ménages à se raccorder ou non au réseau montrent que pour les ménages abonnés, 57% choisissent d'adopter l'électricité car elle est plus économique et plus efficace par rapport aux autres sources d'énergie et 27% veulent avoir accès à l'énergie car elle sera utile pour leur activité. Et pour les ménages non abonnés, la majorité (57%) ne peut se raccorder au réseau car le coût du raccordement et le paiement des factures sont au-dessus de leur pouvoir d'achat. Par ailleurs, il y a une relation directe entre les activités professionnelles des chefs de famille et ces raisons évoquées ci-dessus. Mais encore, le choix de se raccorder ou non au réseau est lié aux revenus des ménages ; en effet, plus le revenu du ménage est élevé, plus il a la possibilité d'adopter l'électricité ERD. Ainsi, la principale raison d'abonnement ou non au réseau est économique.

Quant à l'analyse des changements induits par l'électrification, pour les ménages électrifiés, l'électrification a contribué principalement à l'amélioration du confort et des loisirs. Ce changement se traduit par l'acquisition de nouveaux équipements surtout les équipements audiovisuels (téléviseur, lecteur, antenne parabolique) où un ménage électrifié est passé de 1,99 à 2,55 équipements audiovisuels après leur raccordement au réseau. Il y a une dynamique d'équipement pour les deux groupes de ménages ; toutefois, l'évolution est minime pour les ménages non électrifiés. Les ménages enquêtés s'orientent plus vers les appareils de communication dont les plus répandues sont les radios et les téléphones cellulaires. L'électrification change également les habitudes des ménages abonnés (80%) en leur offrant la possibilité de visionner quotidiennement la télévision. Les résultats correspondants aux sources d'énergie utilisées par les deux groupes de ménages ont montré que les ménages électrifiés utilisent l'électricité ERD sans pour autant substituer complètement les sources d'énergies utilisées avant. Et les ménages non abonnés se caractérisent par leur utilisation d'énergies traditionnelles pour l'éclairage et pour le fonctionnement de leurs appareils électriques. L'électricité

ERD a des effets sur le revenu des ménages. 40% des ménages trouvent que ce projet a contribué à augmenter leurs revenus à travers l'amélioration et/ou l'expansion des activités. Les catégories socioprofessionnelles les plus concernées sont les travailleurs indépendants dans le commerce et les services, et les fonctionnaires enseignants. Les commerçants et les travailleurs de service utilisent l'électricité pour faire fonctionner leurs équipements utiles dans leurs activités qui sont les plus consommatrices d'énergie électrique. L'électrification a permis la floraison de nouvelles activités comme la coiffure et le karaoké destiné principalement aux jeunes. L'un des effets de l'électricité ERD se traduit par la diminution de la dépense moyenne des ménages électrifiés de 47% et qu'après l'électrification les dépenses des ménages électrifiés sont presque les mêmes que celles des ménages non abonnés. L'électrification contribue également à l'amélioration des conditions de travail des élèves pendant la soirée à travers un meilleur éclairage. Et enfin, l'éclairage public constitue un moyen efficace de lutter contre l'insécurité et de permettre à la population de circuler librement pendant la nuit. Ces différentes situations nous montrent les différentes transformations intervenues sur une brève période (une année) et à long terme, laissent prévoir de grands changements.

L'analyse du fonctionnement de la filière bois (*Eucalyptus robusta*) a permis d'identifier les circuits de production et de commercialisation des produits et d'avoir des informations pour une analyse comptable des acteurs économiques. Les différents acteurs (propriétaire de la plantation, exploitants, ouvriers, transporteurs, commerçants, collecteur) qui interviennent dans la production et la commercialisation des différents produits ainsi que quelques circuits ont été décrits. La production la plus importante pour notre enquête est celle du charbon de bois qui est relié à la demande croissante de la population urbaine et les marges sont plus importantes pour les collecteurs qui livrent dans les villes. On a pu voir également que la production de bois d'œuvre à partir de l'espèce eucalyptus dans cette région n'est pas courante. Les résultats montrent que pour l'ensemble des produits, l'approvisionnement de biomasse à la centrale est rentable en termes de coût-bénéfice. Toutefois, cet approvisionnement ne concerne que peu d'exploitants.

Compte tenu de ces résultats, les hypothèses de recherche ont été vérifiées et il a été permis de voir les effets de l'implantation de la centrale thermoélectrique sur le comportement et les conditions de vie des ménages. Enfin, quelques recommandations pour que la population bénéficie d'une électrification pérenne et efficace ont été formulées.

Ces suggestions consistent à insister sur les points suivants : d'une part, on pourrait améliorer le service de la centrale et augmenter ainsi le réseau et d'autre part, pratiquer une exploitation rationnelle de la ressource forestière pour améliorer les profits. L'amélioration du service énergétique peut être assurée par le bon fonctionnement de la centrale et peut se concrétiser avec un prix du KWh plus abordable et l'augmentation de la durée de fonctionnement de l'électricité. L'augmentation du réseau est aussi à prescrire. Quant à la valorisation rationnelle des forêts, elles contribuent principalement au bien-être économique des exploitants. Il s'agit de permettre aux acteurs de jouir de la production de

## ***Conclusion***

ces forêts sans pour autant conduire à la destruction de ces ressources. Les actions se résument à faire une étude de planification sylvicole pour s'offrir toutes les opportunités économiques, à responsabiliser les acteurs.

Cette étude se limite à l'étude des effets de l'électrification sur les ménages et elle ne considère que la première année d'installation de la centrale. Et elle n'intervient pas dans la dimension communautaire (société). Elle constituera de base pour les études d'impact sur l'électrification rurale à plus long terme et sur les impacts auprès des acteurs de la filière d'approvisionnement.

**BIBLIOGRAPHIE**

- ✓ ANDRE, J. (2007), *Electrification rurale à Madagascar: Disponibilité en bois de pins et d'eucalyptus pour l'approvisionnement d'une centrale biomasse*, Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomiques pour le Développement (CIRAD).
- ✓ ANDRE, J. (2007), *Electrification rurale à Madagascar: Scénarisation du nombre de consommateurs et des puissances escomptés pour le dimensionnement d'une centrale biomasse*, Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomiques pour le Développement (CIRAD).
- ✓ ANDRIAMAMPIANINA, N. (2010), *Suivi environnemental site d'Andaingo : Etats actuels des indicateurs*, Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomiques pour le Développement (CIRAD).
- ✓ ANDRIAMBELO, L. (2009), *Cours de dendrométrie : volume d'un arbre*, Département des Eaux et forêts de l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques.
- ✓ ANDRIAMIFIDY, A V. BELIERES, J-F. GERARD, F. et AUBERT, S. (2014), *Filières bois et charbon de bois dans la région Analamanga et approvisionnement de la ville d'Antananarivo*, Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomiques pour le Développement (CIRAD).
- ✓ ANDRIANJAFIARIMINO, T. H. (2012), *BIOENERGELEC : Schéma Communal d'Approvisionnement en Biomasse de l'unité de cogénération de la commune rurale de Didy*, Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomiques pour le Développement (CIRAD).
- ✓ ANGOU (2003), *La gestion des forêts tropicales secondaires en Afrique : Réalités et perspectives*, Rapport national de la Côte d'Ivoire, Atelier FAO/ EC LNV/GTZ.
- ✓ BAHAZE-DAO, T B. BIKA, K D. KOKOU-AWANOU. KOUASSI. MINH-SAH TAGBA, B.et OBOSSOU, K. (2014), *Enquête ménage sur la consommation d'énergie en milieu rural au Togo*, Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité Nationale (DGSCN).
- ✓ BANQUE MONDIALE (2014), *Visages de la pauvreté à Madagascar : évaluation de la pauvreté, du genre, et de l'inégalité*, Washington DC, World Bank Group.
- ✓ BELIERES, J-F. ANDRIAMBOLANORO, D. et DARTIGUEPEYROU, O. (2010), *Elaboration de la situation de référence du projet BIOENERGELEC Résultats phase 1 et outils phase 2*, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD).

- ✓ CENTRE DE COOPERATION INTERNATIONALE EN RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT CIRAD (2009), *BIOENERGELEC Biomasse énergie pour la réduction de la pauvreté par l'électrification rurale décentralisée à Madagascar*, Annexe I Description de l'action.
- ✓ CENTRE DE COOPERATION INTERNATIONALE EN RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT CIRAD (2012), *L'électrification rurale décentralisée par combustion de biomasse: un outil de développement et de lutte contre la pauvreté Commune rurale d'Andaingo*.
- ✓ DAKPUI, K. (2009), *Comment favoriser l'électrification du milieu rural en vue d'améliorer les conditions de vie des populations pauvres? Le cas du Togo*, Master Economie et Développement International, Université d'Auvergne.
- ✓ DAUPHIN-PIERRE, S. (2011), *Facteurs déterminants du succès commercial des technologies mobiles*, Mémoire de maîtrise ès sciences appliquées (génie industrielle), Université de Montréal.
- ✓ DIARRA, A. (2003), *Evaluation des filières d'exportation des fruits et légumes du Sénégal*, Mémoire de DEA Economie du développement Agricole, Agro-alimentaire et rural, Université Montpellier I Faculté de Sciences Économiques.
- ✓ DUTEURTRE, G. KOUSSOU, M. et LETEUIL, H. (2000), *Une méthode d'analyse des filières*, Synthèse de l'atelier du 10-14 Avril 2000.
- ✓ FILLIASTRE, R. M. (2012), *Formes de l'adoption d'une innovation « énergétique » Analyse sociologique de la diffusion des énergies renouvelables décentralisées en France et au Royaume-Uni*, Thèse en sociologie, Université Paris DESCARTES.
- ✓ GHIGLIONE, R. et NATALON, B. (1985), *Les enquêtes sociologiques*, Théories et pratiques, 4<sup>ème</sup> édition, Armand colin éditeur.
- ✓ HAMZA, N. (2011), *L'électrification rurale en Algérie: expérience et impact socio-économique*.
- ✓ HERZENNI, A. ATTOUMANE, M. et MERZABY, D. (1996), « Electrification et changements dans la vie quotidienne d'un village de montagne (Haut-Atlas central, Maroc) / Constraints relating to the sustainable use of natural resources in the High Atlas Mountains : the case of the intramontane basin of Tagoundaft », *Revue de géographie alpine*, **Tome 84 N°4. pp. 121-131**.
- ✓ INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE, INSTAT (2011), *Enquête périodique auprès des ménages 2010*.

- ✓ KAMDEM, K.M. (2008), *La contribution de l'énergie à la résorption de la pauvreté en milieu rural au Cameroun*, Investment Climate and Business Environment Research Fund (ICBERF) Research Report No. 08/12.
- ✓ LAZARE, A K. TERE, G et KOUAME, T. (2013), « L'impact de l'électrification en milieu rural dans la région de l'Agneby », *European Scientific Journal*, **9** : 105-125.
- ✓ MAIGNE, Y. et DANGAIX, D. (2007), *Accès aux services de l'électricité, Energies locales et développement rural*, Arène Île-de-France Fondation Énergies pour le Monde.
- ✓ MALLEIN P. et TOUSSAINT Y. (1994), « L'intégration sociale des technologies d'information et de communication : une sociologie des usages », *TIS*, **vol 6, n°4** : 315-335.
- ✓ MASSE, René. (2005), *Financer le développement de l'électrification rurale*, GRET Paris.
- ✓ Ministère des mines des Carrières et de L'énergie du Burkina Faso. Union internationale pour la conservation de la nature UICN (2009), *Mise en œuvre et impacts socio-économiques des projets d'électrification rurale décentralisée*.
- ✓ MONTAGNE, P. et RIVES, F. (2012), *Valoriser les produits pour mieux conserver les forêts, Tome2: Comparaisons Madagascar, Niger, Mali*, édition du CITE.
- ✓ Office National de l'Electricité. (2003), *Le quotidien transformé Synthèse de l'étude des impacts socio-économiques de l'électrification rurale au Maroc*.
- ✓ PORTNER, B. SALMI, A. KLÄY, A. ENZ, F.K. WYMAN S. et EHRENSPERGE, A. (2009), *Bioénergie pour les pauvres Risques et opportunités*. Suisse: INFORESOURCES, FOCUS N°3/09.
- ✓ PRIMATURE. (2005), *Programme national de développement rural*.
- ✓ PROSPER, B-Y. et TORELLI, C. (2001), *La pauvreté en Afrique de l'Ouest et à Madagascar: perspectives de comparaison*, Séminaire international : la pauvreté à Madagascar : Etat des lieux, réflexions sur les politiques de réduction et leur mise en œuvre.
- ✓ RAJOELISON, G. L. RABENILALAINA, F. M. et RAKOTO RATSIMBA, H. (2008), *Suivi écologique et analyse socio-économique d'un aménagement participatif de bassin versant dans la zone de Mandraka – Madagascar*, Center for Development and Environment (CDE), ESSA-Forêts.
- ✓ RAKOTOARY, J. Chrysostome. (2013), *Le plan d'action pour le développement rural de Madagascar, cadre référentiel et processus pour le développement rural durable*.
- ✓ RAMAMONJISOA, B. S. (1996), *Méthodes d'enquêtes. Manuel forestier n°1*, ESSA-Forêts.

## ***Bibliographie***

- ✓ RAMAMONJISOA, B. S. (1997), Filière bois: structure et évolution à Madagascar, Akon'ny Ala n°21.
- ✓ RANDRIANJAFY, H. et RAKOTOMALALA, T (2012), *Plan simple de gestion des forêts d'eucalyptus de la commune rurale Befeta*, projet BIOENERGELEC.
- ✓ RASOALINORO, L. (2008), *Etude de l'importance socio-économique des produits agricoles et des produits forestiers ligneux en vue de l'amélioration des revenus de la population locale*, Mémoire d'ingénieur ESSA-Forêts, Université d'Antananarivo.
- ✓ RASOALINORO, L. (2011), *Interrelations entre énergie et conditions de vie de la population de la commune rurale de Mahaditra région Haute Matsiatra*, Mémoire DEA ESSA-Forêts, Université d'Antananarivo.
- ✓ SIHAG, A.R. MISRA, N. et SHARMA. V. (2004), "Impact of power sector reform on the poor: case-studies of South and South-East Asia", Energy for Sustainable Development. **Vol VIII, N° 4.**
- ✓ SOKONA, Y. THOMAS, J-P. (1997). « L'énergie dans les zones rurales en Afrique pour l'environnement et contre la pauvreté », Quelles priorités pour le secteur de l'énergie en Afrique à l'horizon 2020? **ENDA-TM, Février, Dakar.**
- ✓ SOUMAHORO M. (2013), *L'attitude du paysan Toura face à l'innovation : Blocage culturel ou méconnaissance ?*
- ✓ STANFORD, B. (2006), *Les Forêts, les Charbonniers, et l'Avenir : Analyse de la Filière charbon dans le District de Fianarantsoa*, Independent Study Project (ISP) Collection, SIT Graduate Institute.
- ✓ TANGUY, B. (2010), *Etude d'impact des programmes d'électrification rurale en Afrique subsaharienne*, Agence Française de Développement (AFD).
- ✓ VONINIRINA, A. et ANDRIAMBELOSOA, S. (2014), *Etude sur l'énergie à Madagascar*, Centre de recherches d'études et d'appui à Madagascar.
- ✓ WWF (World Wild Fund) et MINISTERE DE L'ENERGIE. (2012), *Etude diagnostic du secteur Energie.*

**WEBIOGRAPHIE**

- ✓ benjamin.lisan.free.fr/ fiche présentation Eucalyptus robusta consulté le 19 Novembre 2014
- ✓ BERTRAND, A. (1999), « La dynamique séculaire des plantations paysannes d'eucalyptus sur les hautes terres malgaches », **African studies quaterly**, <http://web.africa.ufl.edu/asq/v3/> consulté le 24 Novembre 2014
- ✓ <http://www.environnement.public.lu> , portail de l'environnement consulté le 23 Octobre 2014
- ✓ <http://www.worldbank.org/> projet de développement du secteur énergie consulté le 20 Octobre 2014
- ✓ KERAMAN, A. DJIDI, D. BERAOU, S. L'électrification en Algérie résumé du rapport faite pour le ministère de l'énergie et des mines [http://www.idcalg.com/IMG/pdf/Les\\_impacts.pdf](http://www.idcalg.com/IMG/pdf/Les_impacts.pdf)
- ✓ LAGUEUX M. Analyse économique et principe de rationalité [http://www.lagueux-maurice.org/pdf/Analyse\\_économique.pdf](http://www.lagueux-maurice.org/pdf/Analyse_économique.pdf) consulté le 30 Septembre 2014

## Annexe 1 : Milieu d'étude

La présentation du milieu d'étude se compose de trois parties : la localisation générale de la zone d'étude, les caractéristiques biophysiques de la région et les caractéristiques socio-économiques.

### 1. Localisation générale

Administrativement, la commune rurale d'Andaingo fait partie du district de Moramanga dans la région Alaotra Mangoro. La commune est située à l'extrême Nord du district, partie limitrophe de Moramanga et d'Ambatondrazaka. La commune est constituée de 17 fokontany et se situe à mi-chemin entre Moramanga et Ambatondrazaka. Elle est limitée au Nord par la commune rurale d'Andilanatoby du district d'Ambatondrazaka, à l'Est par la Commune Rurale Didy du district d'Ambatondrazaka, au Sud par la Commune Rurale d'Amboasary Gare du district de Moramanga et à l'Ouest par la Commune Rurale de Tanambao Besakay du district d'Ambatondrazaka. La zone d'étude se trouve dans le site d'implantation de la centrale thermoélectrique à combustion de biomasse dans le chef-lieu de la CR d'Andaingo.

### 2. Raison du choix de la zone d'implantation

La technologie ERD biomasse contribue au développement économique et à la valorisation des biomasses (bois-énergie). La CR d'Andaingo a été choisie comme site d'installation de la centrale parce qu'elle dispose d'un important gisement en bois-énergie (plantations d'eucalyptus) pouvant alimenter l'unité de production. Ce gisement a été évalué en 2009. Des études ont planifié une exploitation durable de la ressource forestière sur le court terme (démarrage de la centrale) et à long terme (2014-2037). Les taillis d'eucalyptus des parcelles privées alimentent la centrale pendant la période 2012-2014 et la plantation communale d'Ankariera sera la principale source de bois-énergie de la centrale dès 2014.

### 3. Milieu biophysique du milieu

#### 3.1. Climat

Le climat de la région est de type chaud et humide. La CR d'Andaingo se trouve dans une zone cyclonique dont la précipitation moyenne annuelle est de 297mm. La période cyclonique est entre les mois de Janvier et Avril (ANDRE, 2007). La station de Vohidiala a été prise comme station de référence (localisation : 17°51' latitude Sud ; 48°15' longitude et est à une altitude de 773 m).

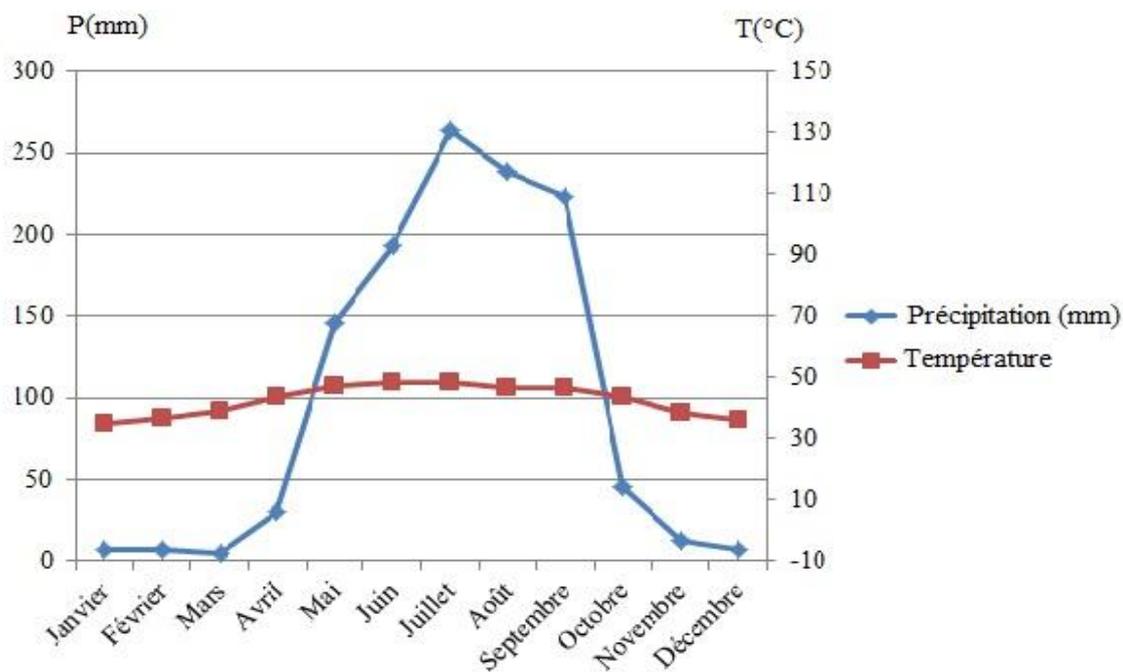


Figure 19 : Courbe ombrothermique de la zone d'Andaingo selon Walter et Lieth

### 3.2. Formations pédologiques

On distingue quatre principales formations pédologiques dans la région d'étude : les sols ferrallitiques, les sols hydromorphes, les colluvions et les alluvions (ANDRIAMAMPIANINA, 2010).

Ces différents types de sols ont chacun leur comportement vis-à-vis de la pérennité des infrastructures ferroviaires, en particulier les voies ferrées. Ces comportements dépendent de :

- La morphologie (épaisseur, agencement des horizons)
- La granulométrie des différents horizons
- L'état hydrométrique

### 3.3. Végétation

La partie Nord-Ouest de la CR est occupée par une faible superficie de forêt. La zone montagneuse et le plateau sont couverts de végétations herbacées.

Tableau1 : Répartition spatiale des formations végétales dans la CR d'Andaingo

Type d'occupation	Superficie (ha)	Pourcentage
Forêt dense	41	0,1
Savane herbeuse	22820	47,1
Rizière	14450	29,8
Zone reboisée	9369	19,3

Savane arborée	1791	3,7
Superficie totale	48471	100

La formation graminéenne occupe la plus grande partie de l'espace :

*Les savanes ou prairie à Aristida*

C'est une formation herbacée non stratifiée caractérisée par des graminées telles que : *Aristida sp.*, *Imperata sp.*, *Hyparrhenia sp.*, *Loudetia sp.*, *Paspalum conjugatum*, *Panicum maximum*, *Heteropogon sp.*... Ce sont des végétations envahissantes, très sensibles au feu, et pauvres en faune.

*Les zones de reboisement*

- Les boisements d'Eucalyptus

C'est la couverture végétale ligneuse la plus dominante le long de la ligne MLA. Elle surtout constituée par des espèces d'Eucalyptus (*Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus torquata*...), cette formation se rencontre généralement dans presque toute la région centrale de Madagascar et dans une moindre mesure la région orientale en remplacement de la végétation originelle par reboisement. La forêt d'Eucalyptus est plus ou moins résistante, vu que sa régénération est relativement facile même après un passage du feu de brousse.

- Les boisements de Pinus

C'est une formation ligneuse utilisée pour le reboisement à Madagascar. Elle est constituée essentiellement par les espèces *Pinus khesya*, *P. ellotii* et *P. patula*. Cette formation monostratifiée, ne présentant pas de sous-bois, est très abondante dans les environs d'Ambatondrazaka. Elle est également sensible au feu, dû à la présence de résine facilement inflammable à l'intérieur du bois de pins.

*Les cultures et plantations*

En dehors des formations naturelles et des zones de plantation, on rencontre particulièrement les zones de cultures et de plantations qui varient en fonction des endroits et des saisons :

Il y a saisonnièrement des rizicultures dans les bas-fonds

Sur les alluvions, les sols colluvionnaires et les bas de pente aux sols ferrallitiques, on trouve surtout les cultures pluviales : manioc, patate douce...

D'autres types de cultures vivrières tels que haricots, patate, maïs ainsi que des arbres fruitiers sont localisés aux environs des villages.

Les plantations sont constituées surtout par des jardins de case où l'on trouve des arbres fruitiers et des caféiers.

#### 4. Caractéristiques socio-économiques

#### 4.1. Ethnie

La population de la CR d'Andaingo (chef-lieu de la commune) comme l'ensemble de l'Alaotra Mangoro est principalement composée des ethnies Sihanaka et Bezanozano. Le reste de la population sont constitué par des Merina, des Betsileo et des Vakinankaratra.

#### 4.2. Démographie

En 2008, la population de la CR d'Andaingo est estimée à plus de 21000 habitants, répartis dans 17 fokontany. Le chef-lieu, les fokontany d'Andaingo I et II concentrent 19% de la population totale. La population est relativement jeune : 44% ont moins de 18 ans. Ceux âgés de plus de 60 ans ne représentent que 14%, soit une population active de l'ordre de 42%. Le nombre de femmes (51%) excède légèrement celui des hommes (49%).

#### 4.3. Activités économiques

Les principales activités économiques de la localité sont : l'agriculture, l'élevage, l'exploitation forestière, la restauration, le commerce, l'artisanat, le transport. L'activité principale de la commune rurale d'Andaingo est l'agriculture, la riziculture est pratiquée par environ 90 % de la population et occupe 80 % des espaces cultivés. La riziculture irriguée (cultivée sur 4200 ha) constitue la source principale de revenu de la majorité des ménages de la CR. L'élevage vient en deuxième activité, ensuite l'exploitation forestière, la restauration, le commerce, l'artisanat et le transport sont des activités adoptées par le reste de la population (ANDRE, 2007).

Annexe 2 : Questionnaire

Questionnaire n°..... Date : ..... N° ménage : ..... Fokontany ..... Hameau : .....

**Identification générale du ménage**

Chef de ménage (ray aman-dreny) : Nom : ..... Prénom : ..... Surnom ..... Ethnie : .....

Sexe du chef de ménage : I\_\_I 1 : masculin 2 : féminin Situation matrimoniale : I\_\_I : 1 : célibataire – 2 : marié(e) – 3 : divorcé(e) – 4 : veuf (ve)

Lien de la personne enquêtée avec le chef de ménage : I\_\_I 1 : CM 2 : conjoint (e)

Origine du ménage : I\_\_I ; 1 : descendant d’autochtone (tompon-tany) ; 2 : migrant (mpiavy) – 3 : Affectation temporaire pour raisons professionnelles .....

Si 2 ou 3, année d’installation : I\_\_\_\_\_I Si migrant, région de résidence antérieure : .....

Population et activités des membres du ménage (ne pas oublier les employés permanents qui vivent dans le ménage (bonne, employé permanent) préciser dans observation

N°	Nom et prénom des membres du ménage	Sexe	Age	Niveau scolaire atteint *	Scolarisé actuellement **	Actif	Activités principale	Activité secondaire	Autre activités avec source de revenu	Autre revenu (retraite, transfert)	Observation
01											
02											
03											
04											
05											
06											
07											
08											
09											
10											

\* : 0 n’a pas été à l’école puis mettre la dernière classe atteinte. \*\*Scolarisé actuellement (0=non, 1 = Oui)

**Statut social du ménage**

Appartenance à une organisation :

Nom de l'organisation				
Type *	I__I	I__I	I__I	I__I
Cotisation payées en 2013	.....Ar	.....Ar	.....Ar	.....Ar
Autres charges				
Aides, produits, biens ou services reçus en 2013 (quantités, unités et prix)				
Selon produits, aide ou services reçus... valorisez en Ariary total pour année 2013	.....Ar	.....Ar	.....Ar	.....Ar
Observations				

\*type : 1=communauté locale de base gestion forestière, 2= coopérative et groupements professionnels, 3= organisation usager de l'eau, 4=organisation féminine, 5= organismes épargne/crédit, 6=association socioculturelles, 7=autres organisations

**Biens durables**

Biens	Utilisations		Date d'acquisition	Prix d'achat	Matériel électrique ?
	Domestiques	Pour les activités			

**Source d'énergie du ménage**

Electricité du réseau ERD

Abonnement au réseau : I\_\_I 0= Non, 1=Oui

Si oui, date du début de l'abonnement/ raccordement .....

Montant investi pour l'installation de l'électricité à domicile : ..... Ariary

Pourquoi vous avez adopté cette source d'énergie ?

Type de raccordement :

I\_\_I Compteur individuel

I\_\_I Compteur partagé

I\_\_I Raccordement auprès des ménages propriétaires de compteurs

Raison du choix du type de raccordement ?

I\_\_I Frais d'abonnement et du service

I\_\_I Lien de parenté

I\_\_I Amitié

I\_\_I Autres

Commentaire :

Modalité de paiement pour les différents types de raccordement :

I\_\_I Forfaitaire

I\_\_I En fonction de la consommation

I\_\_I Autre

Commentaire ;

Si forfaitaire, fréquence : combien : ..... Ar

Quantité consommée mensuelle :..... KWh Coût unitaire : ..... Ar/kWh

Dépenses moyennes mensuelles : ..... Ar

Durée de fonctionnement journalière de l'électricité : ..... Heures

Principale période de fonctionnement : h - h

Selon vous, quels sont les changements apportés par l'utilisation de l'électricité du réseau ERD dans votre foyer ?

- I\_\_\_I Amélioration des activités existantes
- I\_\_\_I Développement de nouvelles activités
- I\_\_\_I Confort et loisir
- I\_\_\_I Amélioration des conditions de vie par l'acquisition d'équipements électriques utiles
- I\_\_\_I Rapprochement entre le voisinage
- I\_\_\_I Révision des enfants durant les soirées
- I\_\_\_I Economie de dépenses énergétiques

Commentaire :

Est-ce que l'électricité a amélioré (augmenté) votre revenu ? I\_\_\_I 1 Oui ou 0 Non

Explication :

**Autres sources d'énergie**

Groupe électrogène :

Le groupe électrogène est-il à vous I\_\_\_I  
 Si oui Montant investi achat: .....Ar, date d'acquisition :.....  
 Si non : Qui ..... Et comment cela se passe .....

Quantité consommée mensuelle : L Coût unitaire : Ar/L  
 Dépenses moyennes mensuelles : Ar  
 Durée de fonctionnement journalière de l'électricité : h  
 Période de fonctionnement : h - h  
 Raison du choix de ce type de source d'énergie

Panneau solaire :

Nombre de panneaux : I\_\_\_I Montant investi pour l'achat du matériel : .....Ar Date d'acquisition : .....  
 Dépenses moyennes mensuelles entretien : Ar

Durée de fonctionnement journalière de l'électricité : h  
 Période de fonctionnement : h - h  
 Raison du choix de ce type de source d'énergie :

Batterie

Nombre de batteries : I\_\_\_I Montant investi pour l'achat : .....Ar  
 Date d'acquisition :  
 Cout de rechargement de la batterie : .....Ar  
 Fréquence de chargement : hebdomadaire, mensuelle, journalière, tous les... jours  
 Dépenses moyennes mensuelles : Ar  
 Durée de fonctionnement journalière : h Période de fonctionnement : h - h

Utilisation de l'électricité

Utilisations	Equipements	Nb	Période	Fréquence	Source d'énergie
Eclairage	Ampoules				
Froid	Frigo				
	Congélateur				
Audiovisuel	TV				
	Radio				
Télécommunication	Téléphone				
Autres appareils	Mixeur				
	Batteuse				
Autres					

Pétrole

Nombre de lampe à pétrole : ..... Montant investi pour l'achat de la lampe à pétrole : .....Ar  
 Quantité consommée mensuelle : L  
 Coût unitaire : Ar/L  
 Dépenses moyennes mensuelles : Ar  
 Durée de fonctionnement journalière : h  
 Période de fonctionnement : h - h

Utilisations	Equipements	Nombre	Période	Fréquence
Eclairage	Lampe			
Autres				

Bougies

Quantité consommée mensuelles : .....unités Coût unitaire : ..... Ar  
 Dépenses moyennes mensuelles : ..... Ar  
 Période de fonctionnement : h - h  
 Utilisations : éclairage ..... si autre précisez : .....

Piles

Quantité consommée mensuelle : ..... Unités Coût unitaire ... Ar/unité  
 Dépenses moyenne mensuelle : ..... Ar

Utilisations	Equipements	Nombre	Période	Fréquence
Eclairage	Lampe			
Audio	Radio			
Autres				

Bois

Quantité consommée mensuelle : ..... kg ou toko Origine bois :  
 Acheté : I\_\_I ; Ramassé par famille I\_\_I ; Autre I\_\_I précisez .....  
 Si acheté Coût unitaire : ..... Ar/ kg ou Ar / toko  
 Dépenses moyennes mensuelles : Ar

Utilisations	Equipements	Nombre	Période	Fréquence
Cuisson				
Chauffage				
Eclairage				

Charbon de bois

Quantité consommée mensuelle : .... kg ou toko Origine Charbon : Acheté : I\_\_I ; Fabriqué par famille I\_\_I ; Autre I\_\_I précisez .....  
 Coût unitaire : ..... Ar Dépense moyenne mensuelle : .....Ar

Utilisations	Equipements	Nombre	Période	Fréquence
Cuisson				
Chauffage				

Gaz

Quantité consommée mensuelle : kg Coût unitaire : ..... Ar  
 Dépense moyenne mensuelle : ..... Ar

Utilisations	Equipements	Nombre	Période	Fréquence
Cuisson	Gazinière			

Activités/sources de revenus

Avant votre raccordement au réseau ERD, quelles sont vos activités génératrices de revenus ?

Parmi ces activités, quelles sont celles que vous ne pratiquez plus ?

Parmi celles que vous faites encore actuellement, quelles sont les plus impactées par l'électricité ? Comment ?

Est-ce qu'il y a de nouvelles activités ? Si oui, lesquelles ? Rapport avec le réseau ERD

**Activités / revenus agricoles (pour ménages abonnés et non abonnés)**

Superficie des terres : .....ares

Production végétale (cultures annuelles de saison et de contre saison mais aussi cultures pérennes : fruits, café, etc...)

Produit	Sfce	Production (kg)	Consommation (kg)	Vente		Don	Autres usages
				Qté (kg)	Montant (Ar)		

Production animale (animaux consommés, vendus, etc... mais aussi lait, œufs, etc.)

Type d'animaux et produit	Cheptel	Consommation (nombre)	Vente		Dons	Autres usages
			Nombre	Montant (Ar)		

Dépenses agricoles et d'élevage (consommation intermédiaires, charges) sauf énergétique qui est dans le tableau suivant

Type de dépenses	Quantité	Prix unitaire	Montant dépensé dans l'année
Engrais			
Semences			
Produits phytosanitaires			
Produits vétérinaires			
Achat aliments du bétail			
MO salariée pour culture			
MO salariée pour élevage			
Prestations (labour ou autre)			
Taxes agricoles			
Réparation matérielle			

Dépenses énergétique pour l'activité agricole

Type d'énergie	Utilisations	Quantité consommée (annuelle)	Fréquence d'utilisation (superficie concernée)	Coût	Dépenses annuelles

Activités / revenus des autres activités (commerce, artisanat, services....)

Activités				
Qui est en charge				
Période (mois)				
Fréquence				
Production				
CA				
Charges annuelles				
revenu annuel				
Energie utilisée				
Part énergie				

Revenus issu des autres activités y compris salariat agricoles et produit de la cueillette ou de la chasse (utiliser le premier tableau des individus pour n'oublier aucune activité, bien demander si le CM ou des membres du ménage vendent leur force de travail, si oui prendre en compte dans ce tableau, si ils cueillent des produits de la forêt pour vendre ou consommer

Question supplémentaire sur l'électricité ERD

Niveau de satisfaction du service :

- I\_\_I Très satisfait
- I\_\_I Satisfait
- I\_\_I Moyennement satisfait
- I\_\_I Déçu
- I\_\_I Très déçu

Pourquoi ? :
--------------

Qu'est-ce que vous allez faire à l'avenir :

Arrêter l'abonnement au réseau ? .... Si oui

Explication :

Pour vos besoins en électricité, quelles sources d'énergie allez-vous utilisé ?

Commentaire :

Poursuivre l'abonnement au réseau ? ....Si oui

Explication :

Quelles sont vos intentions :

- I\_\_I Augmenter la consommation en développant de nouvelles activités et/ou en augmentant le nombre d'appareils électrique
- I\_\_I Garder la consommation actuelle
- I\_\_I Réduire la consommation pour faire des économies

Comment considérez-vous l'électrification du village : I\_\_I une bonne chose ou I\_\_I une mauvaise chose ?

Qui doit selon vous payer le coût de l'éclairage du village :

(Ménages non abonnés)

Abonnement au réseau : I\_\_\_I 0= Non, 1=Oui

Pourquoi vous ne vous êtes pas raccordé au réseau électrique actuel ?

I\_\_\_I Raison financière : coût du raccordement

I\_\_\_I Pas intéressé

I\_\_\_I Autre

Commentaire :

Comment considérez-vous la situation de votre famille par rapport aux autres familles utilisant le réseau électrique fourni par le BETC ?

I\_\_\_I Ils sont plus développés

I\_\_\_I Ils n'y a pas de différence

I\_\_\_I Notre famille a une meilleure condition de vie

I\_\_\_I Autre

Commentaire :

Pensez-vous que l'électricité contribue d'une part importante à cette situation ? I\_\_\_I 1oui 0 non. Pour quelles raison ?

Est-ce qu'il y a des changements au sein de votre famille ou dans vos relations avec vos voisins par rapport à l'électrification dans le village et les équipements de tains voisins ?

Selon vous, quelles sont les améliorations apportées par l'électricité du réseau ERD ?

Et quelles seraient les contraintes et les inconvénients apportés par l'électricité ERD ?

Que comptez-vous faire à l'avenir :

M'abonnement au réseau ? .... Si oui

Quel type de raccordement vous allez adopter ?

I\_\_\_I Compteur individuel

I\_\_\_I Compteur partagé

I\_\_\_I Raccordement auprès des ménages propriétaires de compteurs

Continuer comme maintenant pas besoin d'électricité

Pourquoi ?

Pour vos besoins en électricité, quelles sources d'énergie allez-vous utiliser ?

Pourquoi, ce choix?

## Annexe 3 : Standards techniques et normes des poteaux bois (source : JIRAMA)

Les présentes spécifications sont applicables aux poteaux en bois destinés à la construction des lignes aériennes électriques basse et moyenne tension.

	Hauteur totale (m)	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Classe « A »	Diamètre minimum									
	- au sommet d..... (m)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11			0.12
	- à 1m de la base D.....(m)	0.17	0.18	0.20	0.22	0.23	0.25			0.27
	Nombre mini de cerne au sommet	11	11	11	11	11	11			12
Charge d'essai..... (daN)	395	395	445	480	480	500				500
Classe « B »	Diamètre minimum									
	- au sommet d..... (m)		0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14
	- à 1m de la base D.....(m)		0.16	0.17	0.18	0.19	0.205	0.215	0.225	0.23
	Nombre mini de cerne au sommet		12	12	12	12	13	13	14	14
	Charge d'essai..... (daN)		285	295	305	320	380	375	400	415
	Effort nominale ..... (daN)		75	75	75	75	75	75	75	75
Effort de déformation permanente....(daN)		35	35	35	35	35	35	35	35	
Classe « C »	Diamètre minimum									
	- au sommet d..... (m)		0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16
	- à 1m de la base D.....(m)		0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.255
	Nombre mini de cerne au sommet		14	14	14	14	14	15		
	Charge d'essai..... (daN)		405	415	425	440	455	475		
	Effort nominale ..... (daN)		115	115	115	115	115	115	115	115
Effort de déformation permanente.... (daN)		45	45	45	45	45	45	45	45	
Classe « D »	Diamètre minimum									
	- au sommet d..... (m)		0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18
	- à 1m de la base D.....(m)		0.21	0.22	0.23	0.24	0.255	0.265	0.245	0.85
	Nombre mini de cerne au sommet		16	16	16	16	16	17	17	18
	Charge d'essai..... (daN)		600	640	646	655	690	730	740	760
	Effort nominale ..... (daN)		200	200	200	200	200	200	200	200
Effort de déformation permanente.... (daN)		75	75	75	75	75	75	75	75	
Classe « E »	Diamètre minimum									
	- au sommet d..... (m)		0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20
	- à 1m de la base D.....(m)		0.235	0.25	0.26	0.27	0.285	0.295	0.305	0.315
	Nombre mini de cerne au sommet		18	18	18	18	19	19	20	21
	Charge d'essai..... (daN)		900	935	935	935	995	1005	1025	1050
	Effort nominale ..... (daN)		305	305	305	305	305	305	305	305
Effort de déformation permanente.... (daN)		110	110	110	110	110	110	110	110	
Classe « F »	Diamètre minimum									
	- au sommet d..... (m)		0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.25
	- à 1m de la base D.....(m)		0.275	0.285	0.30	0.31	0.325	0.325	0.35	0.36
	Nombre mini de cerne au sommet		22	22	22	22	23	23	24	25
	Charge d'essai..... (daN)		1375	1405	1430	1430	1490	1490	1660	1580
	Effort nominale ..... (daN)		485	485	485	485	485	485	485	485
Effort de déformation permanente.... (daN)		200	200	200	200	200	200	200	200	

La hauteur des poteaux utilisés en BT varie entre 6 m et 10 m (Classes A-B-C), le diamètre dépendra des efforts appliqués (distance entre poteaux, type de câble, ...).

La hauteur des poteaux pour la ligne MT est prise à partir de 11 m avec Classes E&F

## Annexe 4 : Estimation de volume

Le volume d'un arbre (ou d'une grume) est un paramètre permettant aux vendeurs ou acheteurs de bois de définir la valeur de la transaction commerciale (ANDRIAMBELO, 2009).

Détermination de volume des bois empilés : le volume apparent est le volume d'encombrement de 1m de long empilé sur 1m de large et 1m de haut. Pour distinguer le volume réel et le volume apparent, il est nécessaire d'utiliser la notion de coefficient d'empilage (CE) qui correspond au volume réel de bois contenu dans un stère.

Etude sur l'enstérage réel d'*Eucalyptus robusta* pour passer de  $V$  ( $m^3$ ) à  $V$  (stère) faite par RANDRIANJAFY Honoré en 2010 :

$$V_{\text{enstéré, st U.I}} = 0.744 [V_{\text{com, m}^3}]^{0.5795}$$

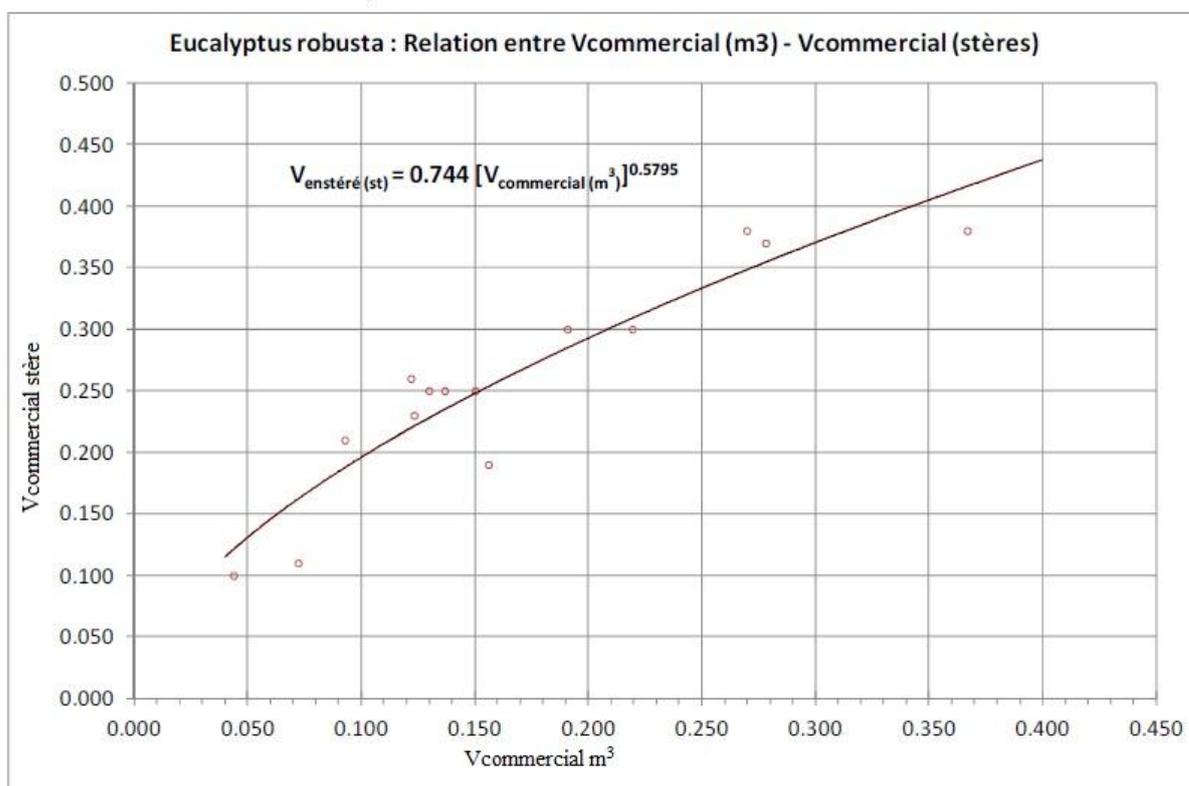


Figure 20 : Relation « Volume de bois énergie enstéré » prévu par le « volume réel » produit par le taillis (RANDRIANJAFY, 2012)

La relation  $V_{\text{com}} (\text{stère}) = 0,675 \times V_{\text{com}} (m^3)$  est généralisable.