

Biomasse énergie pour la réduction de la pauvreté par  
l'électrification rurale décentralisée à Madagascar



Eucalyptus

## Biomasse Energie et Electrification Rurale

Projet FED 9 ACP RPR 49 # 31

# BIOENERGELEC



Balle de riz



# L'électrification rurale à base de biomasse pour le développement local et la réduction de la pauvreté à Madagascar : un projet pilote dans six communes

## Régions

Alaotra-Mangoro, Anosy, Boeny, Haute Matsiatra

## Communes

Ambohijanahary, Befeta, Didy, Ifarantsa, Mahaditra, Manerinerina

L'électrification rurale décentralisée (ERD) permise par utilisation des énergies hydrauliques, solaires, éoliennes ou biomasse est un moteur potentiel de développement local qui contribue à une réduction de la pauvreté. L'ERD à base de biomasse (bois ou sous produits agricoles ou déchets forestiers) a des effets amplifiés par le développement d'une filière locale pour assurer la gestion durable de la ressource, son exploitation et son transport jusqu'au site de production de l'électricité.

La conversion de la biomasse collectée localement (bois, déchets de transformation du bois, rafles de maïs, balles de riz) en électricité par combustion dans des centrales à vapeur permet de produire une électricité à un coût compétitif par rapport aux autres sources d'énergie renouvelables et nettement plus faible qu'avec les énergies fossiles : de 40 à 50% de moins qu'avec un groupe électrogène au gasoil. Cette technologie permet également d'obtenir de la chaleur disponible pour d'autres usages artisanaux. Elle permet ainsi de redistribuer de la valeur ajoutée aux différents opérateurs qui interviennent dans la filière locale (agriculteurs, bûcherons, transporteurs, manœuvres, etc.)

À Madagascar, en zone rurale, il existe d'importantes ressources de biomasse peu ou pas valorisées. Le projet Bioénergelec a pour objectif d'expérimenter la production d'électricité à partir de la biomasse locale en utilisant des centrales à vapeur dans six communes rurales retenues en raison de leurs situations contrastées en matière de biomasse disponible et de leurs demandes en électricité domestique et/ou artisanale.



Parmi les objectifs visés figurent l'expérimentation du fonctionnement des machines et des institutions de gestion pour l'ERD à Madagascar, l'analyse des performances techniques et financières du système énergétique ainsi que l'évaluation de son impact en termes de réduction de la pauvreté et de développement économique local.

Des conditions de mise en œuvre contrastées et un objet d'étude unique.

Une approche comparative.

# L'électrification rurale décentralisée à base de biomasse

L'électrification rurale décentralisée à base de biomasse est techniquement possible en installant une unité de cogénération constituée :

- d'un ensemble foyer plus chaudière, où a lieu la combustion de la biomasse et qui fournit l'énergie thermique à l'eau à l'état de vapeur
- d'un moteur à vapeur vertical qui convertit l'énergie de détente en énergie mécanique permettant la rotation d'un arbre qui entraîne un alternateur. La vapeur haute pression se détend dans le moteur et est ensuite libérée à une pression plus faible pour être éventuellement réutilisée à d'autres fins.

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robustesse, durée de vie de 20 ans et plus</li> <li>• Accepte des biomasses ligneuses humides</li> <li>• Technologie accessible en milieu rural du fait de la disponibilité de tous types de biomasse</li> <li>• Utilisation d'un « carburant » local et valorisation monétaire des déchets des communes</li> <li>• Produire l'énergie à un coût intéressant : coût de la biomasse utilisée = 1/10<sup>ème</sup> coût du gasoil/kW produit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût d'investissement élevé (comparé au groupe diesel)</li> <li>• Equipements lourds, difficilement transportables</li> <li>• Doit être alimenté régulièrement et en permanence</li> <li>• Nécessite un point d'eau à proximité</li> <li>• L'approvisionnement en biomasse ne peut être assuré que par une organisation locale.</li> </ul>



Besoins en biomasse bois	Besoins en biomasse balle de riz
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une centrale alimentée à 100% par du bois en consomme 400 tonnes/an</li> <li>• L'approvisionnement est assuré par des déchets (sciures ou copeaux, houpier, branches, dosses) ou par l'exploitation durable, par exemple, de 15 ha de plantations de taillis d'eucalyptus en rotation de 4 ans), soit une surface totale dévolue de 60 ha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une centrale alimentée à 100% avec de la balle de riz en consomme environ 360 tonnes/an</li> <li>• La disponibilité en balle de riz inutilisée (déchet encombrant et polluant) est importante dans la plupart des communes rurales de Madagascar et en particulier dans les communes choisies.</li> </ul>

Sur chaque site, avant de démarrer la production électrique, la disponibilité réelle en biomasse sera estimée en fonction des sources potentielles, de leur volume, de leur période de production, des distances de collecte et des compétitions d'usage. Un schéma théorique d'approvisionnement sera défini en concertation avec les communes.

**Les centrales fonctionneront majoritairement avec des déchets agricoles (balle de riz, rafle de maïs) ou de la filière bois œuvre (chutes de sciage...) complétés avec du bois énergie de plantations exploitées durablement. Les centrales énergétiques n'induiront aucun risque environnemental ou de déforestation.**

# Des communes aux situations et aux dynamiques de développement contrastées



Paysage des hautes terres de Madagascar : des tanety dénudées mais des bosquets d'eucalyptus

## Ifarantsa, Mahaditra, Befeta

### Des communes en attente de l'électrification comme moteur de développement local

Ces trois communes disposent de potentialités en ressources ligneuses ou non ligneuses considérables qui ne peuvent pour l'instant pas être valorisées. L'électrification rurale doit permettre d'enclencher ce processus en créant des activités artisanales nouvelles de transformation et de valorisation des produits locaux : dépaillage du paddy jusqu'ici expédié sans transformation, sciage du bois d'œuvre et artisanat du bois, séchage des fruits non valorisés et transformation des produits agricoles ou de la pêche, etc.

## Didy, Ambohijanahary, Manerinerina

### Des communes dynamiques, où l'électrification est perçue comme accélératrice du développement local

Dans ces trois communes s'expriment des potentialités différentes :

- à Ambohijanahary, au bord du lac Alaotra - grenier à riz de Madagascar - la riziculture règne en maître
- à Didy, les activités forestières complètent le développement d'une agriculture diversifiée : riziculture, haricots, pomme de terre, petit élevage, etc
- à Manerinerina, sur des terres riches, des cultures diversifiées trouvent un débouché commercial important grâce à la proximité de la route nationale 4 et au carrefour d'Ambondromamy.

Dans ces trois communes, l'électrification rurale décentralisée et la cogénération faciliteront l'installation d'activités de transformation permettant de conserver localement une valeur ajoutée plus importante : dépaillage du riz et des céréales, transformation du bois d'œuvre, séchage des fruits, etc.





Commune d IFARANTSA (Anosy)

## Ifarantsa



Une petite commune avec de fortes potentialités forestières et agricoles :

- des plantations d'eucalyptus importantes exploitées dans le cadre de transferts de gestion par des contrats de transfert de gestion de l'Etat aux communautés villageoises en application de la loi 96-025 dite loi Gelose (essentiellement pour la production de charbon de bois vers Fort Dauphin)
- une exploitation du bois d'œuvre qui reste limitée par les méthodes manuelles d'exploitation et de sciage (sciage de long). Une tentative de sciage en forêt avec installation d'une scierie avec un groupe électrogène au gazole n'a pas été concluante (coût du gazole et difficultés de débardage des grumes)
- une bonne pluviométrie, de vastes espaces cultivables, des cultures diversifiées (riz, manioc, canne à sucre, bananes, etc. et des cultures fruitières sous valorisées (litchi).

L'installation d'une unité de cogénération pour l'électrification de la commune repose sur le pari du développement rapide d'activités de transformation artisanales :

- de sciage et de transformation du bois d'œuvre pour le marché de Fort Dauphin sous réserve que l'exploitation et le transport du bois d'œuvre soit améliorés
- de séchage (utilisation de la vapeur de la cogénération) de fruits, de transformation de produits agricoles (manioc, etc.).

La commune a initié les projets de création des activités artisanales correspondantes qui permettront d'augmenter la demande en électricité.

Elle sera approvisionnée par de la biomasse diversifiée (50% déchets agricoles - 50% bois) :

- balle de riz
- bois énergie exploité dans les plantations d'eucalyptus et
- déchets d'exploitation et de sciage du bois d'œuvre d'eucalyptus.

Bois-énergie et déchets seront issus des 3845 hectares d'eucalyptus dont 1200 ha dans la seule Station forestière de Fanjahira dont le potentiel annuel est évalué à 12 m<sup>3</sup>/ha/an soit 8 tonnes/ha/an. Les plantations privées (près de 2500 ha) pourront également être sources d'approvisionnement. Toutes ces plantations sont situées dans un rayon de 30 km de la ville de Tolagnaro.

La scie de Seraphin : test d'une transformation bois d'œuvre dans le massif d'eucalyptus de Fanjahira





Commune de MAHADITRA (Haute Matsiatra)

## Mahaditra

Mahaditra est une commune éloignée avec des superficies importantes de savanes arborées (27 000 ha) dont des plantations d'eucalyptus. Il y existe déjà une activité d'exploitation forestière pour le bois d'œuvre.

L'installation d'une unité de cogénération pour l'électrification de la commune repose sur le pari du développement rapide d'activités de transformation artisanales :

- de sciage et de transformation du bois d'œuvre pour le marché de Fianarantsoa. Deux opérateurs sont prêts à investir dans des ateliers de transformation du bois
- de dépaillage et décortiquage du riz jusqu'à présent expédié sous forme de paddy à Fianarantsoa.

La commune a initié les projets de création des activités artisanales correspondantes qui seules permettront de porter le niveau de consommation d'électricité au dessus du niveau minimum de production requis techniquement par l'unité de cogénération.

L'unité de cogénération fonctionnera avec de la balle de riz (80%) dont la disponibilité potentielle est de 1000 tonnes par an et des déchets de bois d'œuvre (20%) issus des 5400 hectares qui existent dans un rayon de moins de 20 km de la commune.

Le processus d'électrification de la commune sera très certainement la clé du développement d'activités artisanales dans la commune.



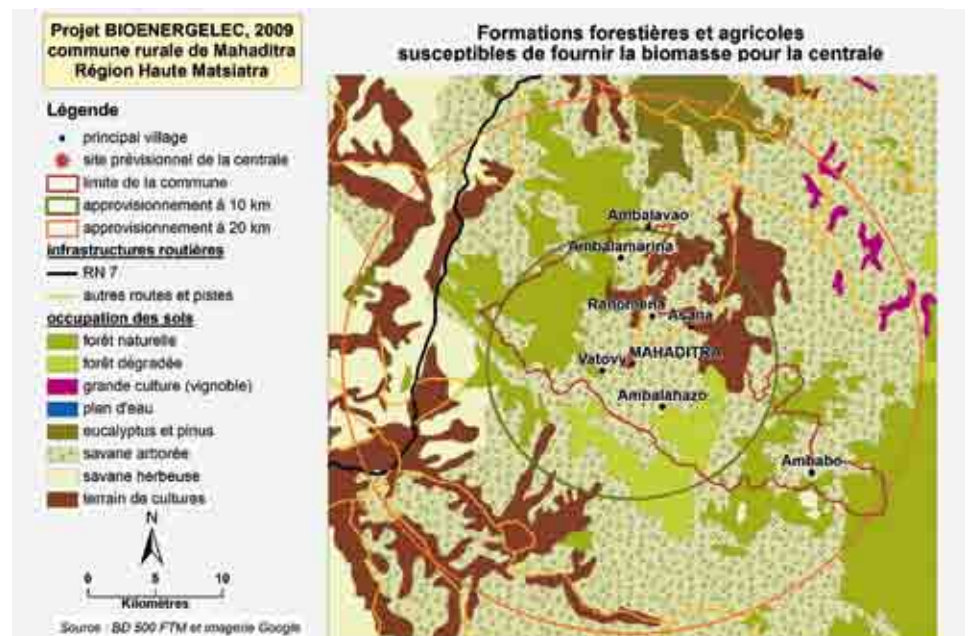
Des peuplements d'eucalyptus



Une activité de sciage du bois d'œuvre à développer



Une production de paddy à décortiquer avant expédition à Fianarantsoa





Commune de BEFETA (Haute Matsiatra)

## Befeta

Befeta est une commune difficilement accessible (deux pistes en mauvais état) au bord de la rivière Matsiatra et au nord de Fianarantsoa.

C'est une commune viticole productrice des vins d'appellation « Côtes de Fianarantsoa ». Outre la riziculture et la vigne, le terroir de la commune recèle d'importantes surfaces de plantations d'eucalyptus avec une activité de production de bois d'œuvre.

La superficie de la commune est de 138 km<sup>2</sup>. Le territoire de la commune se compose de :

- environ 7600 ha de rizières et un potentiel de 1000 tonnes de balle de riz par an
- de l'ordre de 4000 ha d'autres terres irrigables
- 10 000 hectares de savane arborée (pins et eucalyptus) existent à moins de 10 km de la commune.

L'installation d'une unité de cogénération pour l'électrification de la commune doit permettre le développement rapide d'activités artisanales :

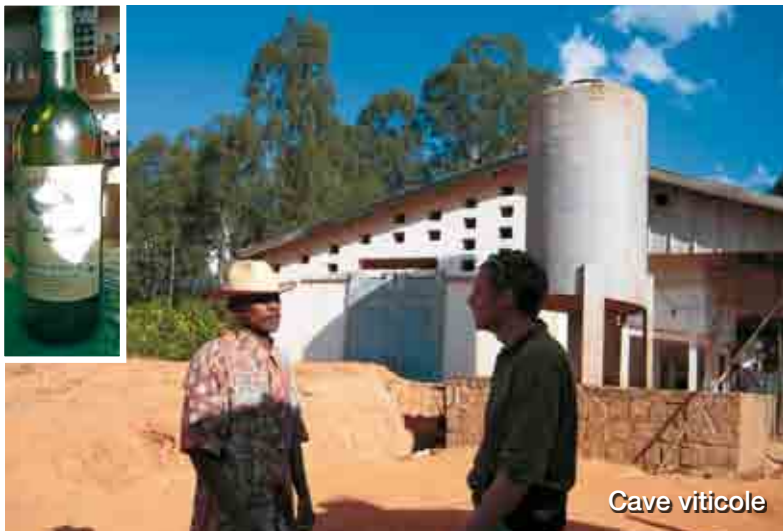
- de sciage et de transformation du bois d'œuvre pour le marché de Fianarantsoa
- de dépaillage et décorticage du riz, décorticage d'arachide etc...

L'unité de cogénération fonctionnera avec de la balle de riz (80%) et des déchets de bois d'œuvre (20%).

Le processus d'électrification de la commune sera la clé du développement d'activités artisanales dans la commune.



Eucalyptus et vigne



Cave viticole



Atelier de décorticage du paddy



Commune de DIDY (Alaotra-Mangoro)

Une commune avec une dynamique de croissance économique impressionnante

## Didy

Depuis l'ouverture de la piste qui l'a désenclavée en 1994, Didy a connu un développement agricole et forestier rapide. La croissance de la population accompagne l'extension de la riziculture et la mise en valeur agricole de la plaine et du marais de Didy.

La mise en place dans la forêt d'Ambohilero de contrats de transfert de gestion pour la valorisation durable de la biodiversité conduit à l'exploitation du bois d'œuvre par les communautés de base et, depuis peu, à la valorisation durable des peuplements de *Ravensara aromatica* pour la production d'huile essentielle.

L'unité de cogénération installée à Didy produira de l'électricité à partir :

- de la balle de riz disponible en abondance avec un potentiel évalué à plus de 3000 tonnes par an soit 8 fois le besoin de la centrale
- des déchets de sciage produits par une unité de sciage et de transformation du bois d'œuvre dont l'installation est prévue par des investisseurs locaux
- du bois énergie des plantations d'eucalyptus en complément si besoin.

L'électrification de la commune de Didy devrait renforcer très fortement le processus de développement local par la création d'activités artisanales en aval des productions agricoles et forestières.



Extension de la riziculture dans la plaine



Intensification agricole



Valorisation et gestion durable de la biodiversité



Valorisation durable des « huiles essentielles »



Gestion communautaire durable de la forêt et exploitation durable du bois d'œuvre





Commune de AMBOHIJANAHARY (Alaotra-Mangoro)  
 Une commune avec un très fort potentiel rizicole

# Ambohijanahary

Rizières du lac Alaotra

La commune d'Ambohijanahary est une grosse commune sur la rive ouest du lac Alaotra au cœur du grenier à riz de Madagascar.

Le potentiel rizicole est très important et la disponibilité en balle de riz (plus de 2600 tonnes aujourd'hui et plus de 5600 tonnes si tout le paddy est décortiqué sur place) dépasse de beaucoup les besoins pour approvisionner l'unité de cogénération (360 tonnes). L'unité de cogénération devrait fonctionner exclusivement avec de la balle de riz même si il existe 7100 hectares de plantation d'eucalyptus à moins de 20 km de la commune.

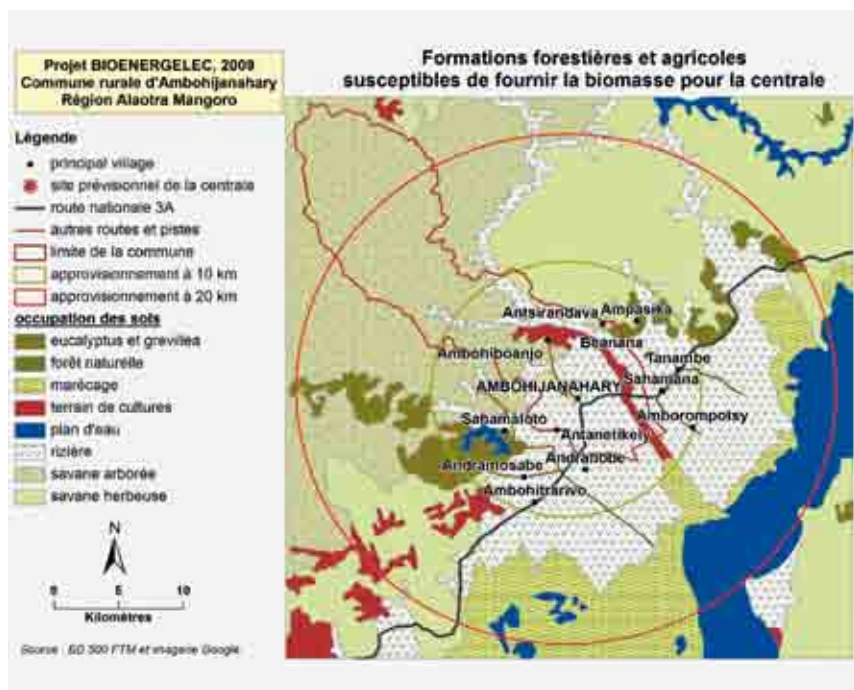


Transport par «kubota»

Les opérateurs artisanaux (dépaillage et décortiquage du riz, menuiserie, atelier mécanique, etc.) pourront passer à l'utilisation de l'électricité dès le démarrage de la centrale à biomasse et réduire ainsi leurs coûts énergétiques.



Atelier de dépaillage de paddy



Atelier bois

## Manerinerina

Manerinerina est une commune dynamique avec un potentiel agricole et forestier considérable :

- des productions agricoles diversifiées sur des sols favorables : riz, maïs, manioc, haricots, tabac, arachide, fruits (bananes, mangues, anacarde, etc.)
- des superficies de savanes à Ziziphus gérées durablement par des contrats de transfert de gestion pour la production durable de charbon de bois vers le marché de Mahajanga.

La commune vient d'être électrifiée avec un groupe électrogène au gasoil qui impose des tarifs de vente de l'électricité très élevés et limite la durée quotidienne de production de courant.

Le passage à la cogénération avec moteur à vapeur à partir de la biomasse (fournissant de l'électricité moins chère et sans interruption) permettra à la commune de produire plus et moins cher et développer ainsi des activités artisanales diversifiées de transformation des productions agricoles :

- décortiquage du riz
- production de farines (maïs, manioc, haricots, etc.)
- séchage (tabac, fruits, etc.)
- les ouvrages métalliques et bois qui commencent à s'installer.

L'unité de cogénération sera approvisionnée en biomasse essentiellement à partir de :

- balle de riz dont la disponibilité est évaluée à 2700 tonnes par an si tout le paddy est décortiqué dans la commune
- rafles de maïs
- bois énergie d'exploitation des taillis de Ziziphus (une part du quota annuel d'exploitation n'est pas utilisé pour la carbonisation).



La commune rurale de Manerinerina



Exploitation raisonnée de savane arborée à *Ziziphus* sp.

# Evaluer l'impact de l'électrification à base de biomasse sur le développement local et la réduction de la pauvreté

## L'électrification rurale décentralisée agit d'abord et principalement sur :

- le bien-être des populations (éclairage public et privé, équipements des ménages et des institutions de santé et d'éducation, etc..)
- la création et la redistribution de valeur ajoutée à travers la filière d'approvisionnement énergétique local
- l'accès aux opportunités sociales et économiques qu'offre la production d'une énergie un coût abordable disponible toute la journée.

## Mais son effet dépend du contexte économique et social local et du niveau d'insertion dans l'économie marchande :

- potentialités physiques (agricoles, forestières, etc.)
- capacité d'investissement
- accès aux marchés
- capital humain avec l'existence d'entrepreneurs confirmés ou potentiels et des institutions pour une organisation efficace des filières d'approvisionnement et de distribution de l'électricité.



## Les bénéfices et les effets de l'électrification sont inégalement répartis :

- entre les activités amont et aval (l'amont bénéficiant plus aux plus pauvres et l'aval bénéficiant à ceux qui peuvent investir mais qui créeront des emplois stables)
- en fonction de l'accès au crédit et aux capacités d'investissement
- avec des différences et des relations complexes à analyser entre les ménages et l'économie locale.

Ce programme expérimental se dote d'un dispositif pour une évaluation des impacts sur le développement local et la réduction de la pauvreté avec l'établissement d'une situation de référence au démarrage du projet et une évaluation finale.

## La situation de référence reposera sur une évaluation avant l'installation de la centrale électrique de certains indicateurs socio-économiques :

- revenus monétaires et globaux (y compris autoconsommation) et dépenses de consommation des ménages
- composition des revenus des ménages selon les différentes sources ou activités productives
- niveau d'équipement du ménage (en particulier en appareils et équipements utilisant de l'énergie)
- valeur et part des charges énergétiques dans les prix de revient selon les technologies utilisées dans les principales activités productives de l'économie locale
- existence et insertion sociale, institutionnelle et économique (économie marchande/autosubsistance).

L'évaluation finale sera établie en comparaison avec la situation de référence, et en comparant des ménages avec et sans électricité. Elle permettra d'analyser les effets sur la réduction de la pauvreté selon différents types de ménages et au niveau de l'économie locale. Le dispositif global permettra de faire des comparaisons entre les différentes communes.



# Les partenaires



## **ADER**

L'Agence de développement de l'électrification rurale (ADER) est un établissement public à caractère administratif chargé de piloter le programme d'électrification rurale à Madagascar. À ce titre, l'Agence développe, entre autres, les énergies renouvelables dans le cadre du système de partenariat public-privé. Dans le projet BIOENERGELEC, l'ADER assure, en sus d'un appui technique à la mise en place des réseaux électriques et de l'évaluation du génie civil, le cofinancement des centrales thermoélectriques.



## **Association PARTAGE**

L'association Participation à la gestion de l'environnement (association PARTAGE) est une organisation non gouvernementale spécialisée dans l'appui à la gestion des ressources naturelles renouvelables par les communautés locales. PARTAGE sera chargé de tout le travail d'animation rurale et de mise en œuvre des orientations générales du projet à partir des recommandations des consultants nationaux et internationaux.



## **(CENRADERU) - FOFIFA**

Le Centre national de la recherche appliquée au développement rural (CENRADERU) - FOFIFA est un établissement public à caractère industriel et commercial. Il apporte, au travers de son département des recherches forestières, son appui et assistance technique dans les domaines de l'amélioration de la carbonisation, de la cartographie et de l'évaluation des potentiels ligneux et non ligneux.



## **CIRAD**

Le CIRAD est un organisme de recherche public français. Il assure le pilotage général des actions développées et appuie les équipes de terrain dans les domaines de la socio-économie, de la foresterie, du droit et de l'énergie biomasse.