



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

21938

cc: EVAL
cc: Mrs. Mierlin
79p.
tables
graphs
diagrams
maps

Project No. / Projectnr. |
MAG/88/25

Title / Titel |
**L'ÉNERGIE NOUVELLE ET
RENOUVELABLE AU MADAGASCAR**

Partie I: Evaluation du Programme de
Recherche/Développement (MAG/88/025)

Partie II: Propositions de projet

Date / Datum |
Septembre 1991

Prepared for / Voor |
ONU DI

REMERCIEMENT

Les consultants adressent leur remerciements aux personnel du PNUD/ONUDI, et l'expert national du projet "programme de recherche/développement en énergies nouvelles et renouvelables" pour l'accueille et l'assistance sauf lesquelles notre travail n'a pas vue le jour.¹

¹Ce rapport est préparé par Dr. Ahmed Hood, Ir. Frans Feil et Ir. Roland V. Siemons, consultants de BTG.

TABLE DES MATIERES

	ACRONYMES ET ABREVIATIONS	5
	SOMMAIRE	6
	PARTIE I: EVALUATION DU PROJET "PROGRAMME DE RECHERCHE/DEVELOPPEMENT EN ENERGIES NOUVELLES ET RENOUEVELABLES" (PNUD/ONUDI DP/MAG/84/007 ET DP/MAG/88/025)	7
1	INTRODUCTION	8
2	LES OBJECTIFS	10
3	ORGANISATION DU PROJET	12
	3.1 L'AGENT D'EXECUTION	12
	3.2 GESTION DU PROJET	15
4	APPROCHE ET STRATEGIE D'EXECUTION DU PROJET	17
	4.1 TRANSFERE DE TECHNOLOGIE	17
	4.2 CHOIX DES TECHNOLOGIES DE DEMONSTRATION	17
	4.3 SELECTION DES SITES DE DEMONSTRATION	18
5	ACTIVITES DU PROJET ET RESULTATS	22
	5.1 SUPPORT ET RENFORCEMENT DE LA DUEN	22
	5.2 LES PROJETS DE DEMONSTRATION	23
	5.2.1 CHAUFFE EAU SOLAIRE	25
	5.2.2 SECHOIR SOLAIRE	26
	5.2.3 FRIGIDAIRE SOLAIRE	27
	5.2.4 POMPE PHOTOVOLTAÏQUE	28
	5.2.5 MICRO-CENTRALE HYDRO-ELECTRIQUE	28
	5.2.6 KIT LUMIERE PHOTOVOLTAÏQUE	29
	5.2.7 EOLIENNE DE POMPAGE	29
	5.2.8 GENERATEUR BIOGAZ	30
	5.3 UTILISATION DES CAPACITES LOCALES	30
	5.4 FABRICATION LOCALE ET COMMERCIALISATION DES TECHNOLOGIES EN ENERGIES RENOUEVELABLES	32
	5.5 CONTRAT ENTRE L'ONUDI ET L'ENTREPRISE VY TAOBVY	32

6	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	34
6.1	CONCLUSIONS	34
6.2	RECOMMANDATIONS	36
	ANNEXE 1 TERMES DE REFERENCE DE L'EVALUATION	38
	ANNEXE 2 PERSONNES CONSULTEES	42
	PARTIE II: PROPOSITIONS DES PROJETS	44
1	INTRODUCTION	45
2	CAUSES PROFONDES	46
2.1	SITUATION ENERGETIQUE	46
2.2	CRITERES POUR DES PROJETS D'ENERGIE	50
2.3	DEVELOPPEMENT RURAL	51
2.4	RESSOURCES DE LA BIOMASSE DISPONIBLES	52
3	PROPOSITIONS DES PROJETS	55
3.1	APPROCHE GENERAL DES PROJETS	55
3.2	GESTION DES PROJETS	56
3.3	FORMATION EN PLANIFICATION ET EXECUTION DES PROJETS D'ENERGIE DE BIOMASSE	57
3.3.1	BUT	57
3.3.2	JUSTIFICATION	57
3.3.3	ACTIVITES	58
3.4	SUBSTITUTION DE CHARBON DE BOIS	60
3.4.1	BUT	60
3.4.2	CAUSES PROFONDES	60
3.4.3	ACTIVITES	64
3.4.4	ORGANISATIONS HOMOLOGUES	65
3.5	GAZEIFICATION DU CHARBON DE BOIS A L'ELECTRIFICATION RURALE	65
3.5.1	BUT	65
3.5.2	CAUSES PROFONDES	65
3.5.3	ACTIVITES	68
3.6	L'AMELIORATION DES FOYERS DOMESTIQUES A CHARBON DE BOIS	69
3.6.1	BUT	69
3.6.2	CAUSES PROFONDES	70
3.6.3	ACTIVITES	71

3.7 BUDGETS INDICATIFS	76
BIBLIOGRAPHIE	78

ACRONYMES ET ABREVIATIONS

CCE	Commission des Communautés Européennes
CNRIT	Centre National de Recherche Industrielles et Technologiques
CRMMA	Centre de Rééducation Motrice de Madagascar Antsirabe
CUR	Centre Universitaire Régional
DUEN	Délégation Universitaire Aux Energies Nouvelles
EES	Etablissement d'Enseignement Supérieur
FAO	Organisation des Nation Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
IMI	Institut Malgache d'Innovation
PMI-PME	Petite et Moyen Industrie/Entreprise
MIEM	Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines
MRSTD	Ministère de la Recherche Scientifique et Technologique pour le Développement
ONE	Office Nationale pour l'Environnement
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
tep	Tonnes équivalent de pétrole

SOMMAIRE

Le présent rapport fait l'objet de l'évaluation de la deuxième phase du "Programme de Recherche/Développement en Energies Nouvelles et Renouvelables". Les termes de référence pour cette évaluation est présenté en Annexe I. Elle a les objectifs suivants:

- Analyser les dossiers techniques des diverses technologies;
- Elaborer un contrat modèle entre l'agence d'exécution et une entreprise pour assurer une coopération effective;
- Identifier des PMI au Madagascar qui:
 - Pourraient fabriquer des éléments entrant dans le domaine des énergies nouvelles et renouvelables;
 - Pourraient utiliser les techniques de la maîtrise de l'énergie.

L'évaluation a commencé le 18 juillet 1991. On a établi un programme de travail qui vise à rencontrer et prendre avis de tous organismes, institutions et personnes concernés par le projet et rendre visites à des installations de démonstrations. Mais l'état de grève nationale au Madagascar a complètement perturbé notre programme de travail. On a rencontré que très peu des responsables et personnes concernés par le projet. En même temps on a rendu visite qu'à deux installations des démonstrations et dans les deux cas il n'y avait personne et les installation étaient en état d'arrêt à cause de la grève nationale.

Par conséquence quelques tâches de l'évaluation ne sont pas ou pas complètement effectués. Le PNUD/ONUDI était au courant de cette situation en demandant nos services. Les représentants du PNUD et ONUDI ont pris intérêt de faire beaucoup d'attention au propositions dans le domaine de l'énergie avec de référence particulière à l'environnement et le développement rural. Ça c'est le sujet de la seconde partie du rapport.

**PARTIE I: EVALUATION DU PROJET "PROGRAMME DE
RECHERCHE/DEVELOPPEMENT EN ENERGIES NOUVELLES ET
RENOUVELABLES" (PNUD/ONUDI DP/MAG/84/007 ET
DP/MAG/88/025)**

1 INTRODUCTION

Le partie I de ce rapport est une évaluation du projet "programme de recherche/développement en énergies nouvelles et renouvelables" (PNUD/ONUDI DP/MAG/84/007 (Phase I) et DP/MAG/88/025 (Phase 2)). Ce projet a démarré respectivement en Juillet 1985 (Phase I) et Janvier 1989 (Phase II). Le programme est inclus dans le Plan Programme d'Investissement Public qui vise la diffusion des technologies utilisant les énergies nouvelles et renouvelables.

Le document du projet a désigné l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) comme agence d'exécution, le Ministère de la Recherche Scientifique et Technologique pour le Développement (MRSTD) comme organisme gouvernemental responsable et la Délégation Universitaire aux Energies Nouvelles (DUEN) comme agence d'exécution du gouvernement.

L'objectif à long terme est de développer l'économie nationale par l'utilisation généralisée des technologies utilisant les énergies renouvelables en mettant à disposition ces sources d'énergie dans les zones reculées, mais aussi en substituant totalement ou partiellement les énergies conventionnelles. De ce fait, le développement s'effectue dans le respect total de l'environnement. Les moyens mis en oeuvre sont confiés à la DUEN qui a les compétences nécessaire au développement et à la maîtrise de ces technologies. Elle aura comme ultime activité de préparer le transfert de savoir-faire aux opérateurs économiques et industriels.

Pour atteindre ces objectifs, le projet a adopté la stratégie suivante:

- Importer et installer des produits reconnus comme fiables et les tester sur place en vue de faire une évaluation technique pour la fabrication locale des matériels et équipements endogènes performants utilisant les énergies renouvelables;
- Procéder à des diagnostics énergétiques du secteur industriel afin de pouvoir identifier des actions qui visent à l'économie d'énergie et à la substitution des énergies conventionnelles par les énergies renouvelables;
- Enfin, formuler des recommandations pour les activités futures.

La première phase du programme de recherche/développement des énergies nouvelles et renouvelables avait les résultats suivants:

- Une installation de production d'eau chaude sanitaire de type collectif au Centre de Rééducation Motrice de Madagascar Antsirabe;

- L'installation de dix modules de chauffe-eau solaire de type individuel dans différentes maternités des faritanys (provinces);
- La mise au point de l'avant-projet détaillé d'une micro-centrale hydraulique en milieu rural à Marotandrano (installation réalisée en 1990-phase II).

La durée courte du Phase I et les retards dans l'exécution du projet ont amené à la rédaction d'une nouvelle phase en 1988 pour continuer les actions de démonstration des techniques d'énergies renouvelables et aussi pour entamer la fabrication locale des capteurs solaires.

2 LES OBJECTIFS

Le projet " programme de recherche et développement en énergies nouvelles et renouvelables" (phase 2) était formulé avec les objectifs à long terme suivants:

- 1 Le développement de l'utilisation des énergies nouvelles et renouvelables en complément et/ou en remplacement partiel des énergies conventionnelles dans le but d'économiser de l'énergie;
- 2 La création progressive des moyens techniques et matériels de fabrication des composants des installations utilisant les énergies nouvelles et renouvelables;
- 3 Le développement économique général par une plus vaste mise à disposition de l'énergie, notamment au niveau des régions isolées des sources conventionnelles d'énergies.

Les objectifs immédiats et stratégies du projet peuvent être résumés comme suite:

- 1 Support et renforcement institutionnel en terme de formation, information, et équipements de façon à aboutir à la formation d'agents gouvernementaux susceptibles de mener à bien le développement industriel du pays;
- 2 Réalisation des installations de démonstrations des technologies en énergies renouvelables (Solaire, éolienne, micro-centrale hydraulique) dans le but d'évaluer leur performances techniques et économiques et prendre décisions sur leur aptitude et fiabilité aux conditions Malgache, en particulier dans les zones rurales ou isolées. En même temps cela permet d'acquérir des expérience pratique d'ingénierie et d'entretien;
- 3 Réalisations des dossiers sur l'ingénierie et la maintenance des systèmes installées, et la préparation des dossiers sur la fabrication des composants nécessaires aux systèmes;
- 4 Etude de diagnostic énergétique du secteur industriel, évaluation technique et financière des investissements à réaliser pour économiser l'énergie et introduire des énergies renouvelables;
- 5 Proposer une programme détaillée à entreprendre avec les partenaires industriels pour les économies d'énergie et l'utilisation des énergies nouvelles et renouvelables;
- 6 Etablissement d'une étroite coopération entre les institutions gouvernementales et privés travaillant dans le domaine des énergies renouvelables, en particulier la sous-traitance des opérations de réalisation, maintenance, et entretien par des PMI-PME locales suivant les impératifs.

Tableau 1 Consommation et répartition des besoins énergétiques

Sources	Formes d'utilisation	Formes des besoins	%	% global
Combustibles ligneux	bois de feu charbon de bois	cuisson, chauffage	72.8	80.2
		éclairage artisanat industrie	7.4	
charbon		industrie	0.5	0.5
produits pétroliers	butane carburants légers fuel	transports	8.8	14.6
		industrie, artisanat, domestiques agriculture	3.8 2	
hydraulique	électricité	industrie	1.3	4.7
		domestique	3.4	
TOTAL			100	100

Source: DUEN selon rapport sur "Problèmes et Choix énergétiques a Madagascar", novembre 1985, Banque Mondiale et PNUD

On remarque tout d'abord que le document du projet ne contient pas des activités dans le domaine de la biomasse, malgré que il s'agit dans ce domaine, pour beaucoup des applications, des technologies nouvelles et renouvelables. La biomasse est déjà une source considérable pour le Madagascar. Cette source d'énergie constitue environ 80 % de la consommation énergétique du Madagascar (voir Tableau 1). La biomasse satisfait environ 60 % des besoin énergétique des ménages Malgache. Mais la biomasse peut aussi contribuer au développement rural quant on l'utilise pour le pouvoir motrice des petits industries, le séchage des produits de pêche et de l'agriculture ou l'électrification rurale. Par exemple, l'introduction des foyers améliorés dans les ménages a pu être une activité très importante pour le projet. L'introduction des foyers améliorés est souvent considéré comme une activité complémentaire aux conservation et protection de l'environnement. En plus, les foyers améliorés ont d'autres avantages socio-économiques pour les ménages, comme l'économie du fuel et les meilleures conditions dans la cuisine.

3 ORGANISATION DU PROJET

3.1 L'AGENT D'EXECUTION

L'approche d'exécution adoptée par le projet a porté beaucoup des problèmes du type institutionnel qui d'une manière ou une autre ont influencés le bien déroulement du projet. Ces problèmes doivent essentiellement de la position de l'agent d'exécution du projet.

Le projet est placé sous la tutelle du MRSTD. Par contre, l'agent d'exécution est la Délégation Universitaire aux Energies Nouvelles (DUEN) qui appartient au Ministère de l'Enseignement Supérieur.

Dans cette situation une sorte de contrat entre le MRSTD et la DUEN était nécessaire pour définir en détail les obligations de chaque organisme. Un tel accord n'existait pas. En l'absence de ce type du contrat on ne sait pas qui est l'agent responsable pour assurer les apports du Gouvernement nécessaire pour l'exécution du projet, comme l'affectation du personnel, de matériel et des finances. Malgré que cette situation était très claire pendant la première phase du projet, la solution choisie a encore aggravé la situation. Le projet a employé un expert national à plein temps (bien qu'il a eu d'autres responsabilités très importantes (entre d'autres: enseignant à l'université, coordinateur de la DUEN)) et une secrétaire sans résoudre le problème du cadre nécessaire pour l'exécution du projet, surtout les deux postes d'économiste et sociologue. Le problème de prémisses était résolu par un seul bureau pour l'expert national situé au Bloc Technique à l'Université.

En fait la DUEN a due être, en premier rein, un agent d'appuie technique et a été en même temps l'un des bénéficiaires principales des activités du projet. En réalité la DUEN n'est qu'un rassemblement des enseignants au niveau de l'université (voir Figure 1 et Figure 2), qui ont un intérêt commun, la participation au développement des énergies nouvelles et renouvelables. Aucun membre de la DUEN travaille à temps plein pour cette organisation. Elle est constituée des deux groupes situés dans deux villes différentes, Antananarivo et Antsirinana. L'activité principale de la DUEN est la formation (DEA énergétique) et la recherche au niveau de la laboratoire. Elle ne peut pas conduire des travaux sur le terrain par défaut du manque des agents qui peuvent entreprendre ce type du travail qui nécessite du personnel travaillant à temps plein pour la suivie des activités du projet et la vulgarisation.

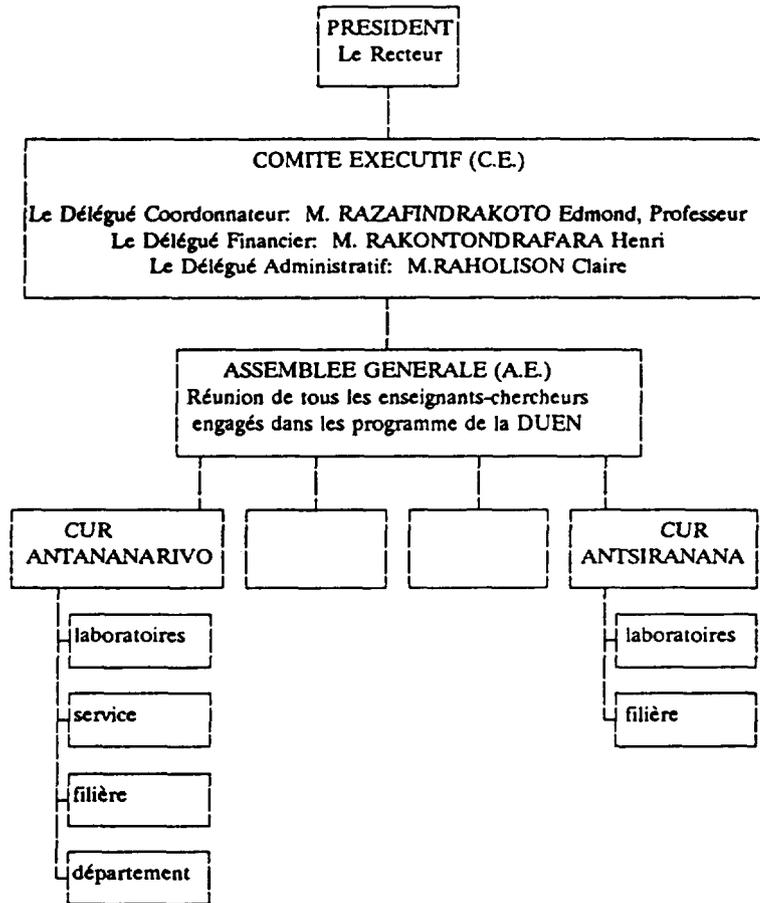


Figure 1. Structure de la DUEN

Par contre le niveau intellectuel et la formation qualifiée de ses membre permet d'entreprendre les problème qui demande des études approfondies. Du telle façon la DUEN a pu servir comme agent d'appuie technique et formation pour le cadre du projet et d'autres. La DUEN a bien satisfait ce rôle par l'organisation de deux courses de DEA énergétiques à Antananarivo et à Antsiranana et ses membres ont travaillé pour le projet à titre du temps partiel.

Normalement l'exécution d'un projet comme celui-ci nécessite une organisation bien établi et efficace pour assurer le bien déroulement du projet. Il a fallu:

- 1 Nommer, à part le coordinateur national du projet, un leader pour chaque activité de projet, par exemple formation; solaire; éolienne; micro-centrale; et vulgarisation.
- 2 Nommer le cadre nécessaire pour exécuter chaque activité.
- 3 Des plans annuels du travail prépare par chaque leader d'activité.

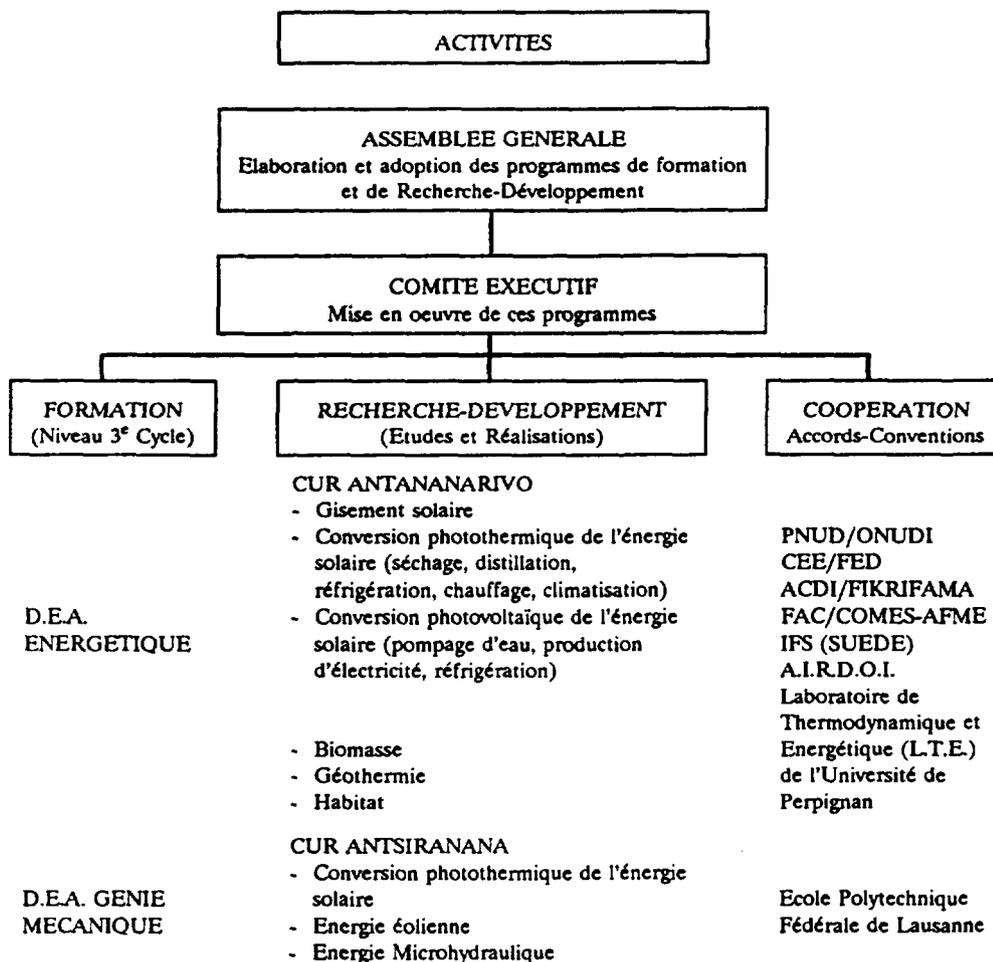


Figure 2. Fiches techniques de la DUEN

- 4 Un comité de gestion du projet, composé de l'ensemble du cadre (expert international/national, coordinateur national, leaders d'activités) qui doit réunir régulièrement pour la suivi et l'évaluation du projet. Le plan annuel du travail toujours serve comme point de référence pour le comité. Le comité a le rôle de définir les solutions à adopter et actions à entreprendre face au problèmes courants qui empêche le bien déroulement du projet. En fin les rapports annuels du chaque leader d'activités composent le rapport annuel du projet.
- 5 Un accord avec les bénéficiaires des projets spécifiques sur l'opération, la maintenance et des contributions financières (aussi bien l'investissement et l'opération).

- 6 Une réunion, au moins une fois par an, du comité technique du projet, composé des représentants du Ministère d'Économie et du Plan, le PNUD, le MIEM et d'autres organismes cités dans le document du projet. Le rôle principal de ce comité est d'évaluer l'efficacité de l'exécution du projet en fin de réévaluer les objectifs et les approches et stratégies du projet.
- 7 Un département de vocation socio-économique qui est très important pour assurer la conduite des enquêtes au profit des bénéficiaires, sélection des sites de démonstration, études socio-économiques, et la vulgarisation.

L'absence d'une telle organisation a négativement influencé l'exécution du projet comme on le voit au cours de cette évaluation. En résumé, l'absence du cadre spécifique pour chaque activité a entraîné le manque de suivi et par conséquent le manque des données techniques nécessaires pour l'évaluation de performance techno-économique des technologies démontrées. Également la coordination entre le projet et d'autres institutions ayant des activités dans le domaine n'a pas eu lieu comme prévue dans le document du projet.

3.2 GESTION DU PROJET

Dans ce projet on a utilisé un expert international à temps partiel avec un rôle consultatif, tandis que la gestion du projet était la responsabilité du coordinateur national. En même temps le rôle consultatif de l'expert international à temps partiel assume que l'expert national joue le rôle du CTP du projet qui assure l'assistance technique en même temps que la liaison entre l'agent d'exécution et l'ONUDI/PNUD. Mais le fait que l'expert national a d'autres responsabilités très importantes (entre autres: enseignant à l'université, coordinateur de la DUEN), son rôle était du type consultatif aussi, à temps partiel. De ce fait l'expert national a résumé à la fois les fonctions du directeur national, expert national, et comme personnel du projet.

La poste du coordinateur du projet nécessite une personne à temps plein. Son rôle est principalement pour l'exécution du projet. Il assure la responsabilité de l'Agent Gouvernemental à satisfaire ses obligations décrites dans le document du projet. Par exemple on a remarqué le retard de certaines activités en raison de l'indisponibilité des finances du contrepartie. En plus, le coordinateur national assure la coordination et coopération entre le projet et les institutions gouvernementales. En général le document du projet a dû spécifier les termes de références pour les postes du coordinateur et les experts nationaux.

Comme prévu dans le document du projet, l'Agent Gouvernemental d'exécution doit fournir le personnel du projet, les prémisses, le financement des dépenses locales. Vu la situation de la DUEN, décrite ci-dessus, ont abouti

à une telle condition que le projet se trouve sans personnel d'exécution avec des tâches bien définies. Le personnel (16) prévue dans le document du projet pour être effectuée, à temps plein, au projet sont les suivants:

- 1 directeur national du projet
- 5 ingénieurs chargés de l'ingénierie, du suivi, de la réalisation et de la maintenance des installations
- 5 techniciens supérieurs pour assister les ingénieurs
- 3 dessinateurs
- 1 économiste
- 1 sociologue
- 1 documentaliste.

En fait seulement le personnel suivant a été affecté au projet:

- 1 directeur national (à temps partiel)
- 1 ingénieur physicien
- 1 ingénieur électro-technicien
- 1 ingénieur informaticien
- 1 docteur en énergétique.

Le bilan est 5 poste sur 16 initialement prévue dans le document du projet. À part le directeur national du projet le reste du personnel sont des employés du CNRIT (Département Énergétique). Il faut le juger à la lumière de la structure de la DUEN et le fait que le projet n'accorde pas des incitations pour le personnel du projet, tandis que, en même temps, l'expert national, le secrétaire, les deux chauffeurs, et le gardien sont payés par le PNUD.

4 APPROCHE ET STRATEGIE D'EXECUTION DU PROJET

4.1 TRANSFERE DE TECHNOLOGIE

Le projet a choisie l'importation des technologies fiables en énergies nouvelles et renouvelables pour la démonstration. L'expérimentation de ces technologies dans les conditions Malgache permettrait l'évaluation techno-économique et en fin la décision sur leur aptitude. Les technologies qui passent cette étape avec succès seront vulgarisés et si possible envisager la fabrication locale. Un suivi techno-économique des installations de démonstrations pour acquérir les données de performance technique est essentiel dans ce stratégie.

Le projet a choisie l'approche de sous-traitance pour la réalisation et la maintenance des installations. Cette approche permet au secteur privé de connaître les nouvelles technologies et acquérir l'expérience nécessaire pour la diffusion à grande échelle. Mais la formation des cadres du secteur privé est très importante pour assurer le succès. Pour cela il a fallu former un cadre du projet qui assure la suivie et la vulgarisation.

La fabrication locale des technologies et leur commercialisation est l'objectif final du projet. C'est une processus de transfère de technologie qui doit être bien étudié pour éviter les échecs. Très souvent l'incitation du secteur privé est nécessaire pour qu'il prenne des initiatives. Egalement une sorte d'incitation pour les consommateur peut être nécessaire si le coût initial de ces technologies est assez élevé. Ce sont des aspects pas considérés suffisamment dans le projet.

4.2 CHOIX DES TECHNOLOGIES DE DEMONSTRATION

A part la négligence de la biomasse, les technologies de démonstration choisie par le projet (chauffage et séchage solaire, éolienne, micro-centrale hydraulique) correspondent au besoin énergétique du Madagascar.

Le climat tempéré du Haute Plateau justifie l'utilisation du **chauffage solaire**, surtout pendant la période froide. En ce qui concerne le **séchage solaire**, le niveau élevé de l'humidité dans presque tout le pays et le besoin d'améliorer la qualité des produits agricoles justifie l'utilisation d'une source d'énergie comme le solaire. Les besoin en eau potable, en particulier dans les zones rurales, est assez énormes. Dans certains endroit le pompage d'eau souterrain demande l'utilisation d'une source d'énergie comme le solaire et l'éolienne. Le développement et l'utilisation efficace du **pompage solaire** et éolienne peut

résoudre le problème de développement de ces régions isolées. Madagascar a un potentiel énorme en énergie hydraulique. L'introduction de cette source peut servir le développement rural. Mais son utilisation doit être justifiée par l'existence d'une industrie rurale qui consomme l'électricité produite.

Comme on a mentionné dans Chapitre 2, le document du projet n'a pas prévu des activités dans le domaine de la biomasse malgré que celui-ci constitue environ 80 % de la consommation énergétique du Madagascar.

Les technologies sélectionnées sont toutes des technologies qui, ailleurs, se sont éprouvées plus ou moins. En soi ce sont des technologies bien développées et accomplies. Ça ne veut pas dire qu'ils sont applicables partout, ou plus spécifiques, dans tous les endroits et situations au Madagascar. Les conditions les suivantes sont essentielles pour une exécution réussie:

- Un projet doit être attractive financièrement au bénéficiaire direct.
- Un bénéficiaire doit être capable, avec de l'assistance minimale, d'opérer et maintenir le projet.

Avec ce-ci un contexte socio-économique est indiqué de qui il n'est pas évident s'il est considéré et évalué dans le projet pour les projets spécifiques (technologie/application/site). Quant les conditions ne sont pas satisfait dans un projet de démonstration, même si la technologie marche bien, un projet n'est pas viable à long terme.

4.3 SELECTION DES SITES DE DEMONSTRATION

Le Tableau 2 et la Figure 3 indiquent les sites de démonstration, la province, et la distance du capitale Antananarivo. Quelques sites ont été bien choisis, d'une manière désignée pour résoudre les problèmes énergétiques des autres projets du développement (voir Tableau 3).

Pour certains sites de démonstrations on a été moins heureux (exemple: chauffe eau solaire pour l'Hôpital d'Anjanamasina) et on était obligé à chercher d'autres sites. Également la micro-centrale hydraulique se trouve sur un site où l'utilisation finale de l'électricité produite pose des problèmes restants à résoudre. Le choix d'un site de démonstration doit passer par une étude socio-économique en fin d'éviter des tels problèmes.

Tableau 2 Choix des sites de démonstration des technologies

Technologie	Lieu d'installation		Cible bénéficiaire	Date d'installation	Distance de Antananarivo (km)	état actuel
	Province	Ville/village				
Chauffe eau solaire	Antananarivo	Tharalalance	Hôpital d'enfants	1986		En fonction
	Antananarivo	Antananarivo	Bloc Technique	1986		En fonction
	Antananarivo	Antsirabe	CRMM Antsirabe	1986	160	En fonction
	Antsiranana	Antsiranana	Maternité	1986	1000	Problème technique
	Mahajanga	Mahahibo	Maternité	1986	600	Problème technique
	Tulear	Tulear	Maternité	1986	1000	Problème technique
	Fianarantsoa	Fianarantsoa	Maternité	1986	500	Problème technique
	Antananarivo	Anjanamasina	Hôpital	1986	18	Problème Social
Antananarivo	Ambohidratrimo	Centre de Rééducation	1986	15	Problème social	
Séchoir solaire	Antananarivo	Antananarivo	CNRPM	1991		En fonction
Frigidaire solaire	Antananarivo	Ambatomanoana				Ne pas installé
	Tulear	Tulear	Hôpital	1990	1300	En fonction
	Tulear	Bevoalavo	Pêcheurs	1991	1380	Problème technique
Pompe P.V.	Fianarantsoa	Noey Varika	Maternité	1990	750	En fonction
Eolienne de pompage	Antsiranana	Antsiranana	CEFTEL	1991	1000	En fonction
Kit Lumière P.V.	Toamasina	Rantolava	Centre de information	1990	450	En fonction
	Toamasina	Ambodimanga	Centre de soin	1990	450	En fonction
	Antananarivo	Amparaky	Ferme prive	1990	100	En fonction
	Tulear		Hôpital	1990	1300	En fonction
Micro-centrale hydraulique	Mahajanga	Marotandrano	Communautaire	1990	900	En fonction - Problème de tarification
Moteur biogaz	Antananarivo	Tsinjorivo	Ferme prive		120	Ne pas installer - Problème socio-économique

Tableau 3 Encadrement du projet avec d'autres projets du développement

Technologie	Site	Projet du développement	Agence Responsable
chauffe eau solaire	Antsirabe	Projet de formation	OIT
Séchoir solaire	Antananarivo	Technologie et valorisation de plantes médicinales	PNUD/ONUDI
Frigidaire solaire	Ambalomaoina Ampanihy	Food for work	PAM
Pompe P.V.	Nosy Vrika	Eau et assainissement	UNICEF
Eolienne-pompage	Antsiranana	Technique élévation	Coop. Japonaise
KIT Lumière p.V.	Rantolava	Centre de formation	UNICEF
	Amparaky	Soin et santé insertion professionnelle	PNUD/FAO
	Ampanihy	Food for work	PAM
Moteur biogaz	Tdinjoarivo		Ex-FAO
Micro-centrale	Marotandrano		MIEM, JIRAMA

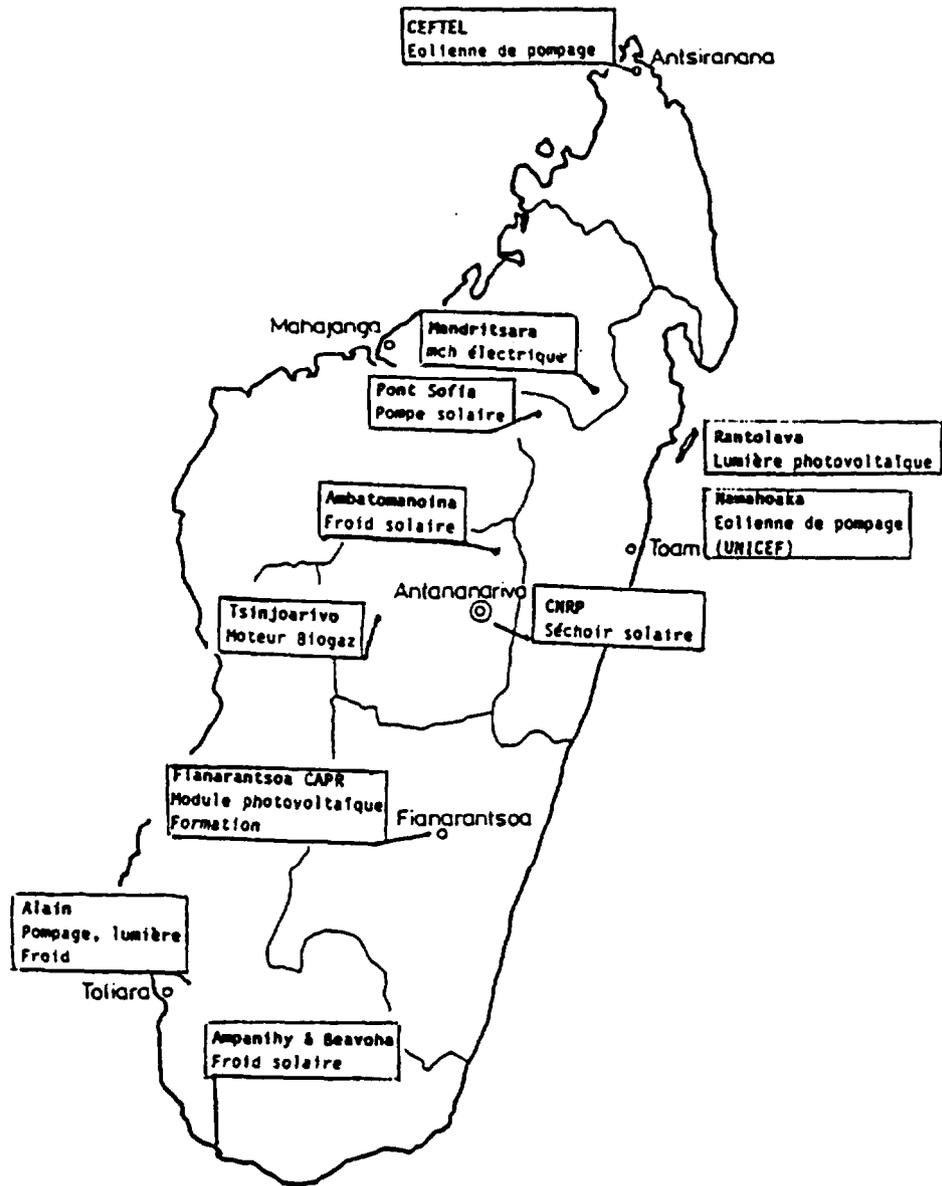


Figure 3. Lieux d'implantation des installations du projet

5 ACTIVITES DU PROJET ET RESULTATS

5.1 SUPPORT ET RENFORCEMENT DE LA DUEN

Comme la DUEN est l'agent désigné pour l'exécution du projet, il est prévu qu'elle bénéficie d'un support institutionnel assez important pour la qualifier à exécuter le projet, et former une équipe capable de mener le développement industriel.

Les responsables de la DUEN ont bénéficié d'une mission d'étude en Europe et ont pu évaluer la situation technologique Européenne sur les énergies renouvelables. Le Tableau 4 montre la liste des membres de la DUEN qui ont bénéficié des missions de formation.

Tableau 4 Développement institutionnel (formation)

Nom	Institution	Type de formation	Durée
Razafindrakoto	DUEN	Evaluation-information	Trois semaines
Ramamonjisoa	DUEN	Evaluation-information	Trois semaines
Rabemanantsoa	Industriel	Fabrication système P.V.	Une semaine
Rakotondranaivo	Taobavy	Fabrication Eolienne	Une semaine
Ramahatandrina	CUR Antsiranana	Micro-central et éolienne	Deux semaines
Randrianirainy	CNRIT	Dimensionnement système P.V.	Trois semaines
Andrianantenaina	DUEN	Dimensionnement système P.V.	Trois semaines
Equipe	DUEN	Energies renouvelables	Locale-consultant intern.
Prives	Groupe Hôtelier	Chauffe eau solaire	Locale

La capacité de la DUEN est sensiblement renforcée par la fourniture d'appareils de mesure, de nombreux ouvrages scientifiques et techniques, banque de données météorologiques, ordinateur, et par la coopération avec les experts et consultants internationaux. Les ouvrages techniques et scientifiques sont nécessaires pour remplir au mieux son rôle.

La DUEN est actuellement en position de fournir l'assistance technique nécessaire pour le développement des énergies renouvelables au Madagascar. Elle

est capable à résoudre les problèmes énergétiques qui font appel à des calculs compliqués tel la modélisation mathématique, la conception et le dimensionnement des équipements utilisant les énergies renouvelables, et en même temps aider le secteur privé à l'exploitation des sources énergétiques renouvelables. La DUEN est en position d'assurer un service d'assistance technique dans le domaine des énergies nouvelles et renouvelables.

En fait la DUEN est un organisme universitaire pour la formation des étudiants au diplôme d'études approfondies et pour la préparation des doctorats (3^{ème} cycle et ingéniorat). Depuis sa formation en 1978, la DUEN a accomplie le bilan de la formation dans la spécialité énergétique indiqué dans le Tableau 5. Environ 60 personnes ont été formées dans le domaine énergétique. La formation a couvert tout le domaine des énergies renouvelables. Les personnes formées appartient aux différents établissements publiques et privés.

Tableau 5 Développement des capacités locales (formation par DUEN)

Type du diplôme	Nombre	Institution	Spécialité
Doctorat d'état es-sciences physiques	2	E.E.S. Sciences E.E.S. Polytechnique	Science Ingénierie
Diplôme de docteur-ingénieur	14	E.E.S. Polytechnique CNRIT Secteur Technique (ASECNA, Météo, Transports)	Ingénierie Ingénierie Ingénierie
Doctorat de 3 ^{me} cycle	5	E.E.S. Science	Science
Diplôme d'études approfondies (DEA)	39		Gisement Solaire Insolateurs Séchage Solaire Distillation Solaire Chauffage Solaire Photovoltaïque Biomasse Thermique de l'Habitat Réfrigération Solaire Climatisation Géothermie

5.2 LES PROJETS DE DEMONSTRATION

Comme on a montré dans le Tableau 6, le projet a uniquement réalisé les dossier de manuel d'ingénieries et quelques dossiers pour la fabrication locale. En réalité, il paraît très difficile, par exemple, de justifier la fabrication locale sans établir les dossiers d'études de faisabilité et du marché.

Tableau 6 Réalisation des dossier techniques

Technologie	Dossier Techniques				
	Manuel d'ingénierie	Performance technique	Evaluation techno-socio-économique	Etude du marché	Manuel de fabrication
Chauffe eau solaire	Oui	Non	Non	Non	Transfère de technologie en processus
Séchoir solaire	Oui	Non	Non	Non	En processus
Frigidaire solaire	Oui	Non	Non	Non	Non
Eolienne-pompage	Oui	Non	Non	Non	En cour
Pompe P.V.	Oui	Non	Non	Non	Non
Micro-centrale	Oui	Non	Non	Non	Oui

Si le but final du projet est la vulgarisation et la commercialisation à grande échelle, il est très important que ces dossiers techniques soient établis. Cela permet d'éviter la dépense des ressources sur une étape non-justifiable.

Vue la situation énergétique au Madagascar, toutes les technologies en énergies renouvelables démontrées par le projet y ajoutant la biomasse sont demandées pour servir au développement rural. Dans l'état actuel des choses on ne peut pas préjuger quelle technologie faut-il favoriser pour la vulgarisation et commercialisation à grande échelle. Pour prendre une telle décision il manque des données nécessaires (aptitudes, adaptabilité, acceptabilité, des données sur les systèmes alternatifs (gasoil, bois, etc.). La raison est que le projet n'a pas conduit le suivi techno-économique des installations de démonstration pour acquérir les données de performance.

Pas seulement n'est-t-il pas possible de aviser sur les technologie et applications suffisamment intéressantes pour une continuation du projet (un des buts du présente évaluation), aussi on peut conclure que le projet n'a pas encore arrivé à un objectif premier du projet, c'est à dire la démonstration des technologies. Parce que la démonstration ça veut dire la présentation des données de base, de

l'information au publique ou de partenaires potentiels, alors le *marketing*.² Dans ce domaine le projet n'a pas fait beaucoup d'efforts, faute de manque du personnel, organisation et planning.³

5.2.1 CHAUFFE EAU SOLAIRE

Durant la première phase (1986-88) le projet a installé environ 9 chauffe eau solaire du type collective et individuelle. Les sites sont dispersé dans 5 provinces comme on le montre dans le Tableau 2. La plus grande installation est celui d'Antsirabe, 60 mètre carré des capteurs solaires assure les besoin en eau chaude et chauffage d'un centre médicale. Pour l'évaluation présente on a visité ce système. Mais du fait de la grève générale on n'a pas pu rencontrer le directeur de l'hôpital, et le système était en arrêt pour la même raison.

C'est prévue que, au moins, chaque installation soit dotée d'un système de mesure des paramètre de performance technique. Mais à part de l'installation d'Antsirabe, le reste des installation n'ont pas équipé d'un système de mesure. Mais les données reste à analyser.

Pourtant les bénéficiaires ont reçus une formation sur l'opération et la maintenance des systèmes. Une manuel d'ingénierie était fournie avec chaque installation. Une visite d'installation d'Antsirabe a montré que la personne responsable entreprends bien sa fonction d'opération et maintenance et en plus relève les mesures sur les débits d'eau froide et chaude, et la quantité de chaleur fournie par les capteurs.

Pendant la première année, la maintenance périodique du système à Antsirabe était assuré par une compagnie d'ingénierie qualifié pour ce genre d'opération. Le frais était payé par le projet, car l'hôpital, paraît il, n'est pas capable d'assurer ces coûts. Après la première année le système n'a pas reçu une maintenance périodique, à part de quelque intervention par l'hôpital. Le système a montré certaines défiances technique, faute de choix de matériel approprié pour la tuyauterie extérieur. Celui ci est en plastique, un matériel qui se détériore sous l'effet du rayonnement infrarouge. En plus les jointes renforcées en colle non approprié ont produit des fuites d'eau qui ont, plusieurs fois,

² Dans le cadre d'information, sensibilisation et vulgarisation, le projet et la DUEN ont organisés un symposium international en 1990. Les média Malgaches (publique et privé) ont été exposés aux réalisations du projet en même temps qu'aux expériences des pays voisins et d'autres. Aussi le symposium a signalé l'absence des dossiers d'évaluation techno-socio-économiques.

³ Cependant, on peut reconnaître le grand effort de sensibilisation au près du secteur privé (PMI-PME) manifesté par leurs participation à la réalisation et maintenance des installations des démonstrations.

causées l'arrêt complet du système. Mais on ne possède pas des rapports sur la nature et durée des arrêts. Pendant notre visite on a remarqué que l'hôpital a remplacé une partie des tuyauteries par d'autres en fer galvanisé.

Le projet ne possède aucun rapport sur le fonctionnement des autres installations d'eau chaude solaires. Mais on estime que le genre de problème comme celui d'Antsirabe persiste. Les conditions de la grève ne nous ont pas permis de les rendre visites. Certaines installations ne sont pas en fonctionnement à l'heure actuelle à cause des problèmes soit techniques ou sociales. Le projet n'est pas en état de résoudre ces problèmes à cause de son manque de personnel.

Malgré que le projet n'a pas établi les dossiers d'évaluation techno-socio-économique (évaluation de performance technique, étude de faisabilité et du marché) de chauffe eau solaire, il a procédé à la fabrication locale.

5.2.2 SECHOIR SOLAIRE

Le séchoir solaire destiné au séchage des plantes médicinales était installé au Centre de Recherche des Plantes Médicinales (CRPM) à Antananarivo. Le CRPM conduit un programme visant à valoriser les Plantes Médicinales dont le pays en est très riche. Après une étude de besoin et dimensionnement, le système est importé et installé fin 1990. Le site de démonstration était bien choisi car tous les éléments justifient ce choix (existence de besoin, et cadre qualifiés pour l'opération et maintenance).

Malgré tous les avantages, y compris la proximité de site, aucun système de mesure n'était prévu, ni un programme de suivi n'était mis en place. Mais il va sans dire qu'il faut acquérir des données sur la performance technique du système et son comparaison avec les systèmes conventionnels (pétrole, et bois de feu) pour son évaluation techno-économique.

A l'aide de manuel d'ingénierie établie par le projet, le cadre de CRPM est capable d'opérer, paraît-il, le système sans problème.

On peut attendre qu'il y a un potentiel énorme de séchage solaire au Madagascar, surtout en vu du caractère agricole de ce pays. Mais on fait la remarque que le système est du type "cycle fermé" nécessaire pour les produits sensibles à la chaleur comme les plantes médicinales ce qui ne peut être nécessaire pour d'autres produits moins sensibles à la température de séchage. Un système de séchage solaire à "cycle ouvert" doit être moins cher que le système actuel. Les applications sont donc probablement ailleurs et plus simples.

Il est nécessaire de procéder au contrôle de la performance technique du séchoir solaire ce qui permettra son évaluation technique, avant d'entamer la production locale.

5.2.3 FRIGIDAIRE SOLAIRE

Aussi le froid solaire (photovoltaïque) a un potentiel non négligeable au Madagascar. Par exemple la conservation des vaccins dans les zones isolés peut se faire avec un tel système. Dans les zones isolés où la disponibilité des autres sources d'énergies n'est pas fiable, le froid solaire peut facilement résoudre ce problème. Egalement la conservation des produit agricole et de pêche font appel à cette technologie. L'opération et maintenance de ces système est très facile sauf la batterie de stockage qui nécessite une surveillance assez souvent surtout dans un climat chaud et sec. Dans des sites isolées l'existence d'eau distillé nécessaire pour la maintenance de la batterie pose un problème.

Le projet a importé trois frigidaires solaires. Comme le montre le Tableau 2, deux systèmes sont installés dans la Province de Toliary (un pour l'hôpital d'Ampanihy et un pour le coopérative des pêcheurs). Le projet n'a pas assuré une suivie des installations situé si loin. La système de l'hôpital d'Ampanihy est en opération. Mais dès le départ le système pour le coopérative des pêcheurs a montré une défiance technique. Il ne produit pas assez de froid pour congeler les poisson. Le thermostat de rechange est importé mais à cause de la distance lointaine, il n'est pas encore installé. En l'occurrence la fiabilité du système au près des pêcheurs a peut être beaucoup baissé. Egalement le système est trop petit pour satisfaire le besoin des pêcheurs. Ce type de système si bien réussit a un potentiel économique énorme au Madagascar. Les pêcheurs des régions éloignés peuvent, grâce à un tel système, augmenter leurs production et par conséquence leurs revenue.

Le troisième système était prévue pour la province d'Antananarivo, mais faute de choix d'une site appropriée il n'est pas encore installé.

Malgré le manque de suivie des installations des frigidaires solaires on peut dire, (vue le succès réalisé dans d'autres pays dans le domaine de conservation des vaccins) que la technologie de frigidaire solaire (PV) peut servir au développement des zones rurales isolés.

5.2.4 POMPE PHOTOVOLTAÏQUE

Dans le contexte d'un projet UNICEF, le projet a installé une pompe photovoltaïque pour la Maternité de Nosy Varika dans la province de Fianarantsoa à environ 750 Km d'Antananarivo.

Bien que la site était très bien choisie, le problème de suivie se pose. Le système n'était pas équipé avec un appareil de mesure de débit d'eau. Ce paramètre de performance technique est nécessaire puisqu'il permet l'évaluation technique du système et son comparaison économique avec d'autres systèmes conventionnels de pompage (pétrole) et éolienne.

La technologie de pompage photovoltaïque a fait l'objet de démonstration dans plusieurs pays en voie de développement du fait de sa potentialité de résoudre les problèmes d'approvisionnement en eau potable et même pour l'irrigation dans les zones rurales et isolées. Les problèmes due à la fiabilité du système sont pratiquement résolu. Mais il reste toujours le problème du coût initial très élevé, particulièrement quand le profondeur d'eau dépasse le trente mètres. Le coût élevé prohibe l'accès des paysans ou l'individu à un tel système. Pour le moment son utilisation est limité à des besoin collectif ou communautaire.

Dans certaines régions de Madagascar (Province de Toliary), l'approvisionnement en eau potable pose des problèmes réels. Le pompage photovoltaïque a le potentiel de résoudre ses problème si le profondeur d'eau souterrain n'est pas trop élevé.

5.2.5 MICRO-CENTRALE HYDRO-ELECTRIQUE

Les ressources et le potentiel des micro-centrales hydrauliques au Madagascar sont énorme. La technologie, paraît-elle, est bien maîtrisé car plusieurs installations commerciale fonctionnent bien dans le monde et aussi au Madagascar. Mais très souvent le coût du développement de site est très élevé. De ce fait, c'est l'utilisation finale de l'électricité qui justifie le développement d'une site spécifique. L'étude socio-économique de chaque site est impératif avant de prendre une décision sur l'installation d'un tel système.

Le projet, après beaucoup de retard, a finalement construit le micro-centrale de Marotandrano dans la Province de Mahajanga à 900 Km d'Antananarivo, mais plus près d'Antsiranana où se trouve le groupe universitaire qui a fait la conception et assure le suivi. La capacité du centrale est 8 kW, mais seulement 1 kW est actuellement utilisé.

Plusieurs organismes (JIRAMA, MIEM, CNRIT) ont participé à la réalisation de la centrale. Et de ce fait le problème de gestion de la centrale reste à résoudre. Les organismes qui ont participé à la construction de la centrale se disputent sur le système de tarification à appliquer dans un tel cas. L'économie villageoise ne permet pas aux paysans la tarification du JIRAMA. C'est ainsi que le JIRAMA a dénoncé la gestion de la centrale en raison du coût très élevé. Le projet a proposé que le développement de ce type de centrale appartienne au secteur privé et que le JIRAMA achète l'électricité produite, ce qui est appliqué en Europe. Mais là le projet oublie que c'est l'utilisation finale qui justifie un tel investissement soit par le privé ou le JIRAMA. L'utilisation de ménages, dans les zones rurales, ne justifie pas l'investissement.

Il y a ici alors une dispute sur la nécessité de et la responsabilité pour l'électrification rurale. Dans certains pays, un organisme qui s'occupe particulièrement de l'électrification rurale, prend en charge l'investissement et la gestion d'une telle centrale, et dans ce cas l'installation est, souvent, subventionnée par l'état.

5.2.6 KIT LUMIERE PHOTOVOLTAÏQUE

Le projet a installé plusieurs kits lumières photovoltaïques pour différents établissements publics comme indiqué dans le Tableau 2. Ce type de système solaire a prouvé sa fiabilité et aptitude à résoudre le problème d'éclairage dans les sites isolés (collectivités locales). Son prix est encore très élevé pour les individus.

Les coûts de cette technologie consistent essentiellement de l'investissement et des recharges pour les batteries à sec. Aussi ici il est nécessaire de bien déterminer la faisabilité financière et économique en comparant cette technologie avec des alternatives (par exemple l'huile d'illumination).

5.2.7 EOLIENNE DE POMPAGE

Les éoliennes de pompage d'eau sont assez connues au Madagascar depuis longtemps. Mais comme partout dans le monde, la technologie a connu une baisse pendant les années 1960s à cause du pétrole à bon marché. Après les crises pétrolières des années 1970s, la technologie a gagné intérêt de nouveau.

Le projet a établi un contrat avec le Groupe Universitaire d'Antsiranana pour l'étude de site, dimensionnement, et établissement des dossiers d'ingénierie et de fabrication locale. Le groupe a bien fait son travail.

L'éolienne importée était installée à Antananarivo pour démonstration, elle a été remontée au Centre de Formation des Techniques de l'Élevage à Antsiranana. L'eau pompée (13 mètre cube par jour) est destinée à l'irrigation et l'abreuvement.

Le système fonctionne bien mais, encore, il n'était pas équipé avec appareils des mesures de débit d'eau et vitesse du vent. Ces données sont nécessaires pour l'évaluation de performance technique et comparaison économique avec des systèmes alternatifs (gasoil et photovoltaïque).

5.2.8 GENERATEUR BIOGAZ

La technologie de biogaz n'était pas incluse dans le document du projet pour la démonstration car d'autres projets y s'en occupent (FAO, et Coopération Suisse). Mais avec une volonté de coopération le projet a décidé de démontrer la production d'électricité en utilisant le biogaz produit par une installation construite par le projet FAO dans une ferme privée. Après l'importation de l'équipement le projet a décidé de chercher, en coopération avec le projet biogaz (CNRIT), un autre site. Le système n'est pas encore installé.

La technologie du biogaz est une technologie prouvée. La construction du digesteur est facile et ne demande que des matériels locaux. Cependant, les systèmes de biogaz sont vulnérables, surtout la culture bactériologique. Le coût élevé de l'investissement est un obstacle majeur pour sa diffusion à grande échelle. Mais pourtant l'expérience des autres pays similaires au Madagascar, dans le domaine, montre que la technologie a un potentiel énorme pour résoudre les problèmes énergétiques des zones rurales. Dans certains pays un système de crédit bancaire a été inventé pour faciliter l'accès des paysans à la technologie.

5.3 UTILISATION DES CAPACITES LOCALES

Durant l'exécution du projet la capacité locale a bien montré sa capacité de mener à bien le développement de l'utilisation des énergies renouvelables au Madagascar. Comme indiqué dans sa stratégie, le projet avait confié l'exécution des diverses tâches (études élaborées diverses, et exécution des travaux d'ingénieries) aux différents individus et organismes publics et privés.

Le Tableau 7 présente une liste des experts nationaux qui ont été contractés par le projet pour accomplir les tâches indiquées. La durée des contrats varie entre deux et six semaines. Les études faites par ses experts sont de bonne qualité.

Tableau 7 Utilisation de capacités locales (experts nationaux)

Nom	Institution	Tache	Durée
Rakoto-Arisoa	Prive	Etablissement de dossier de réhabilitation de centrale hydraulique	Deux semaines
Raelinera Nimbol	CNRIT	Dimensionnement d'éolienne	Deux semaines
Rakotondrasoa	S. de Topographie	Dimensionnement d'éolienne	Deux semaines
Rafenomanjato Zaka	Bloc Technique	Dessins de fabrication de turbine	Un mois
Ramahatandrina	CUR Antsiranana	Dimensionnement d'une éolienne	Six semaines
Solomanpronona	S.M.P.	Monographie Fivondronana Nosy-Be	Six semaines
Rakotondrasoa j.C.	Météo	Saisies de données de base sur le gisement solaire	Trois semaines
Raelinera Nimbol	CNRIT	Réalisation d'un logiciel de Gestion de base de données de gisement solaire a Madagascar	Quatre semaines

Le Tableau 8 présente une liste des PMI-PME qui ont participés au titre de "Sous-Traitance" à l'exécution des fabrications, installations, et maintenance des technologies en énergies renouvelables.

Tableau 8 Utilisation des capacités locales (PMI-PME sous-traitance)

Organisme	Tache
EMPS	Installation de chauffe eau solaire-Antsirabe
CHAPIN	Maintenance de chauffe eau solaire-Antsirabe
OMAMI	Réhabilitation et maintenance de chauffe eau solaire
SOMET	étude de factabilité
TAOBAVY	Fabrication locale de chauffe eau solaire
JIRAMA	Etude hydraulique
BLOC TECHNIQUE	Fabrication des pièces pour le séchoir solaire et centrale hydraulique
OMAMI	Installation des frigidaire solaire

La qualité des taches accomplies par les capacités locales montre le succès du projet dans ce domaine et la compétence locale pour mener à bien la

vulgarisation et la diffusion à grande échelle l'utilisation des énergies renouvelables au Madagascar.

5.4 FABRICATION LOCALE ET COMMERCIALISATION DES TECHNOLOGIES EN ENERGIES RENOUVELABLES

La fabrication locales des technologies en énergies renouvelables est l'étape semi-finale dans le processus de démonstration, vulgarisation, et commercialisation.

Dans notre avis le projet a entamé le processus de fabrication de chauffe eau solaire sans compléter les étapes nécessaires. Mais ce peut réussir car la compagnie choisie a établi l'étude de faisabilité et du marché soi-même. La même compagnie a pris des mesures similaires pour la fabrication des séchoirs solaire et éoliennes de pompage.

Il reste pour le projet d'étudier en détail les prix de vente de ses technologie et si nécessaire de chercher auprès du Gouvernement la possibilité des incitations (par exemple: subvention indirecte par réduction ou exemption des taxes sur les matériels importés). Cette recommandation dépend du niveau du marché, du niveau de substitution du pétrole ou bois de feu et d'autres bénéfices socio-économique. En générale ce type d'incitation peut encourager l'utilisation de ces technologies à grande échelle. D'autre part, il est nécessaire d'établir des relations avec les banques en fin de les convaincre à accorder des crédits au utilisateurs.

5.5 CONTRAT ENTRE L'ONUDI ET L'ENTREPRISE VY TAOBAMY

Le projet a décidé d'entamer la fabrication locale des chauffe eau solaires. Pour réaliser cette objectif le projet a confié cette tâche à une entreprise locale bien capable de réaliser, avec succès, cette étape très importante dans l'exécution du projet.

L'entreprise choisie pour réaliser la fabrication locale des chauffe eau solaire est la VY TAOBAMY. Une visite à l'entreprise confirme le bon choix fait par le projet et la capacité de l'entreprise pour exécuter cette tâche. La TAOBAMY parait d'avoir bien établi le dossier sur l'étude du marché non seulement pour Madagascar mais aussi pour l'exportation vers l'Est du Continent Africain. En prenant compte de l'existence d'une pareille fabrication dans un pays voisin, la TAOBAMY a passé un accord avec ce fabricant et l'entreprise mère pour éviter toute sorte d'inconvénients. En plus la TAOBAMY pense à exporter certaines pièces vers la France. Après avoir commencer la fabrication des chauffe eau

solaires, la TAOBAYV va fabriquer les séchoirs solaires et les éoliennes. Les démarches dans cette direction ont déjà commencées. La compagnie semble d'être très sûr de sa réussite dans ce domaine.

Le projet a fourni l'assistance technique, financière, et matériel à l'entreprise pour commencer la fabrication. Un contrat a été signé entre l'ONUDI et cette entreprise. Essentiellement, le contrat a le but d'installer une ligne de production d'une certaine capacité et de faire produire une quantité spécifiée des chauffe solaires. A ce but l'ONUDI paye tous les machines et matériels, ainsi que des matières consommables et les matières premières de fabrication. Le contrat entre l'ONUDI et la TAOBAYV présente une incitation considérable pour la compagnie.

Cependant il y a une problème. Comme on a montré plus haut dans ce rapport les dossiers techniques des technologies démontrées ne sont pas complets (voir le Tableau 6). Par conséquence le projet n'a aucune idée de l'économie de l'utilisation des systèmes solaires. En plus, en donnant aussi bien l'équipement et les matériaux, le projet ne peut pas estimer les prix de revient pour des systèmes produites après le fin du contrat pour le marché libre. En conclusion, les prix de vente futures ni le prix de revient sont connu chez le projet. Bien qu'on a assisté, une fois, une firme privé, on ne sait rien sur l'impact économique de cet activité du projet. Il semble alors qu'une forme de coopération avec le secteur privé de nature tout à fait différent doit être établie.

Il faut distinguer deux formes de coopération avec le secteur privé:

- l'une pour l'acquisition de l'équipement utilisé par le projet; et
- une autre pour le développement du marché local.

Pour l'approvisionnement de l'équipement du projet, on essaye d'obtenir de bonne qualité pour une prix acceptable, à la rigueur de l'extérieur. La production locale est préférée, mais pas absolument nécessaire. Pour le développement du marché local on fait une distinction entre des produits qui sont accompagnés des investissements majeures et ceux qui demandent surtout des coûts variables (du main-d'oeuvre, des matériaux). On doit plutôt considérer des crédits conçus spécifiquement pour des investissements et/ou des coûts variables. Seulement quand le système bancaire n'offre pas des facilités effectives, un projet doit concevoir son système propre des crédits.

Le projet présent n'est pas déjà arrivé au stade qu'on peut essayer de développer le marché local. C'est pourquoi un avis sur un contrat modèle serait prématuré.

6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

6.1 CONCLUSIONS

Le projet "Programme de Recherche et Développement en Energies Nouvelles et Renouvelables" était conçu et exécuté par le Gouvernement et le PNUD/ONUDI en 1986 (phase I, 1986-1988) en vue de la richesse de Madagascar en ressources des énergies nouvelles et renouvelables, les besoins énergétique pour un développement intégré, et la politique du Gouvernement en la matière d'énergie qui vise l'autosuffisance énergétique par le développement et utilisation des ressources indigènes et la substitution du pétrole. A cause des problèmes de diverse natures et la courte durée du projet, il était prolongé pour une deuxième phase, 1988-1990, également assez courte.

Les objectifs du projet sont bien établis et se conforment parfaitement avec la politique Gouvernementale de développement et en particulier le développement des zones rurales et isolées. La distribution presque uniforme des ressources d'énergies nouvelles et renouvelables permet, par leur utilisation rationnelle, le développement rural et équitable du pays, étant donné que l'énergie est une force de base pour toutes activités du développement, production et même dans la vie quotidienne des ménages.

Entre autres, le projet vise le développement des technologies utilisant les énergies nouvelles et renouvelables. Ce développement se fera avec la promotion des PMI-PME dans le contexte actuel de libéralisation de l'économie. Avec la mise à disposition de l'énergie en zones rurales et isolées, la substitution des sources énergétiques et l'utilisation rationnelle de l'énergie dans les installations existantes. Le projet entre dans le cadre général de l'amélioration de la bilan de paiement, de la création d'emploi, et du respect de l'environnement. En conséquence, ce projet est un complément nécessaire aux autres projets de développement à caractère industriel, agricole, touristique et environnemental.

L'approche et stratégie adoptée par le projet pour réaliser ses objectifs sont le renforcement, support et développement des institutions locales (publiques et privés), la démonstration des technologies utilisant les énergies nouvelles et renouvelables dans le but d'établir leurs aptitude et adaptabilité aux conditions locales, et établir des dossiers de performance techniques, socio-économiques pour chaque technologies démontrées. Tous ces activités aboutiront à la définition d'un programme complet et détaillé avec des mesures nécessaires pour la diffusion de l'utilisation, vulgarisation, et commercialisation, à grande

échelle, des technologies utilisant les énergies nouvelles et renouvelables. La participation des PMI-PME dans l'exécution d'un tel programme est une stratégie clef du projet.

Vue l'état du développement technique des technologies en énergies renouvelables et l'expérience des autres pays dans ce domaine, le projet a choisi (pour la démonstration), importé, et installé (suivant les besoin énergétique au Madagascar) des technologies en énergies renouvelables, notamment chauffe eau solaires, séchoir solaire, pompe photovoltaïque, éolienne de pompage, kit lumière photovoltaïque, frigidaire solaire, moteur biogaz, et micro-central hydro-électrique. Par faute de conception le projet a négligé une des énergies renouvelables, la biomasse qui fourni environ 80 % de la consommation énergétique au Madagascar. La surexploitation de cette source, paraît il, participe à la dégradation de l'environnement. En même temps, par l'introduction des technologies propres pour son utilisation rationnelle, cette ressource d'énergie peut être intégrée dans les programmes de développement rural. Des activités sur la conservation et création des nouvelles sources de la biomasse ont pu être des volés important du projet.

Les capacités locales (cadres qualifiés et PMI-PME) ont participés efficacement et avec grand succès aux études diverses, conception, dimensionnement, fabrication, installation, et maintenance des installations des technologies utilisant des énergies renouvelables.

Par contre, le mal organisation et gestion (manque du personnel, manque de clarté entre les organisations Malgaches intéressées (DUEN, CNRIT, MRSTD)) ont négativement influencé les résultats du projet. Ce problème était clair et apparent dès la première phase du projet. La solution apportée pour la deuxième phase (emploi d'un expert national), n'était qu'une solution partielle et probablement malheureuse parce que l'expert national choisi vient d'une des organismes intéressées (DUEN).

Le manque du personnel (alors l'organisation et gestion), et peut être la durée courte du projet, ont menés au fait que l'activité sur l'établissement des dossiers des diagnostics énergétiques n'est pas encore commencé. Aussi la suivi des installation des démonstration est insuffisante. Ce-ci a résulté au non existence des donnés nécessaire pour l'évaluation de performance techniques et socio-économique des technologies des démonstration. C'est pourquoi on ne peut pas prendre décision sur leur aptitude pour la vulgarisation et commercialisation à grande échelle.

Des décisions sur la coopération avec le secteur privé doivent être basées sur une analyse de la situation spécifique pour chaque technologie considérée. Pour un tel analyse il manque des données sur la performance des technologies, des technologies alternatives, les capacités (technique, financière) du secteur privé et le marché potentiel.

Malgré les défiances mentionnés plus haut, le projet a réalisé beaucoup des résultats positifs, entre autres:

- 1 Le développement de la DUEN, une institution pour la formation des cadres nécessaire pour la diffusion, vulgarisation et commercialisation de l'utilisation des énergies renouvelables au Madagascar. En même temps la DUEN a augmenté sa capacité, compétence et capacité d'assurer l'assistance technique dans ce domaine.
- 2 L'existence des capacités locales (individus et PMI-PME) pour la réalisations des études de conception, dossier d'ingénieries, fabrication, installation, et maintenance/entretien des technologies utilisant les énergies renouvelables.
- 3 La réalisation des installations des démonstrations des technologies en énergies renouvelables et établissements de certains dossiers techniques (banques des données, manuel d'ingénierie, fabrication locales) de certain technologies.

6.2 RECOMMANDATIONS

Vue le degré et satisfaction de l'exécution du projet, le consultant pense que les activités suivantes restent à entreprendre pour que le projet atteindra ses objectifs désignés dans le document du projet:

- 1 Procéder à résoudre les problèmes d'ordre techniques ou sociale des installations des démonstrations qui ne fonctionnent pas.
- 2 Résoudre les problèmes de choix des sites appropriée pour les équipements qui ne sont pas encore installés.
- 3 Equiper, au moins, une installation de chaque technologie avec des appareils des mesures pour acquérir les données techniques nécessaire pour l'évaluation technique de chaque technologie de démonstration.
- 4 Conduire des enquêtes au près des utilisateurs d'au moins une installation de chaque technologie de démonstration en fin d'acquérir d'informations sur leurs acceptabilités, satisfaction et d'autres informations d'ordre socio-économique nécessaire pour l'évaluation techno-socio-économique.
- 5 Procéder à l'évaluation techno-socio-économique de chaque technologies de démonstration.
- 6 Identification des technologies qui présentent des potentiels pour la vulgarisation et commercialisation à grande échelle. En même temps,

identifier les mesures et décisions nécessaires d'encourager des investissements et utilisation des énergies renouvelables.

7 Compléter les dossiers techniques.

8 Les problèmes d'organisation et gestion du projet doivent être résolues par le MRSTD, le DUEN et le PNUD.

ANNEXE 1 TERMES DE REFERENCE DE L'EVALUATION

DP/MAG/88/025/11-57
Consultant en énergie renouvelable

TERMES DE REFERENCE

Pour une évaluation technique du projet:
MAG/88/025 "Programme de recherche/développement en énergies nouvelles et renouvelables".

I Origines

Madagascar est actuellement confronté à la dégradation de son environnement menaçant gravement de destruction de ses écosystèmes. Cette situation est due par:

- la pression démographique de certaines régions;
- la pratique du "tavy" qui consiste à brûler une zone forestière pour la culture;
- la déforestation due à l'utilisation de combustibles ligneux à des fins énergétiques.

Notons que 80% de la consommation totale en énergie est couverte par les combustibles ligneux sous forme de bois de feu ou de charbon.

Plusieurs institutions publiques ou privées sont à la recherche de solutions pour limiter les dégâts écologiques. La maîtrise de l'énergie par l'utilisation rationnelle de l'énergie (URE) et par la substitution de l'énergie traditionnelle par d'autres sources non polluantes et renouvelables en est une solution.

C'est ainsi que le PNUD a financé depuis 1984 le projet intitulé: "Programme de recherche et développement en énergies nouvelles et renouvelables" dont la deuxième phase prendra fin en novembre 1991. Les objectifs de ce projet sont la diffusion des technologies utilisant les énergies nouvelles et renouvelables (ENR) en vue de substituer partiellement ou totalement les énergies traditionnelles par des énergies renouvelables (ER) et la promotion des activités économiques par la mise à disposition de source énergétique en zones isolées.

La libéralisation de l'économie à Madagascar permet au secteur privé de prendre part beaucoup plus qu'auparavant au développement du pays. Le but de cette évaluation est essentiellement de donner une réponse aux questions suivantes:

Dans le contexte actuel, est-il rentable pour des petites et moyennes industries (PMI) à Madagascar de fabriquer ou d'utiliser certaines technologies dans le domaine des énergies renouvelables (ER)?

Dans quelle mesure on pourrait appliquer les techniques d'utilisation rationnelle de l'énergie (URE)?

II Objectifs de l'évaluation technique

Cette évaluation a pour objectifs:

- 1) analyser les dossiers techniques des diverses technologies;
- 2) élaborer un contrat modèle entre l'agence d'exécution et une entreprise pour assurer une coopération effective;

- 3) Identifier des PMI à Madagascar qui
- pourraient fabriquer des éléments entrant dans le domaine des énergies nouvelles et renouvelables;
 - pourraient utiliser les techniques de la maîtrise de l'énergie (URE et ER).

III Contenu de l'évaluation

La mission aura la responsabilité d'établir son programme de travail ainsi que le plan détaillé de son rapport. Elle devra prendre en considération les points suivants:

Quelles sont les technologies rentables, du point de vue technique et économique, pour être fabriquées (partiellement ou totalement) à Madagascar, tenant compte du marché, du rapport entre les pièces importées et les pièces fabriquées localement, de la considération entre la qualité du produit fini et les coûts, de la création d'emploi, et de l'impact sur l'économie?

Quels sont les points forts et faibles du contrat entre l'ONUDI et l'entreprise VY TAOBAYV S.A. (par exemple la distribution des charges entre les parties concernées)?

De quelle façon pourrait-on améliorer le contrat?

Quel sera le rôle de la Délégation universitaire aux Energies Nouvelles (DUEN) dans la troisième phase du projet?

Quelles sont les entreprises potentielles tenant compte de leur capacité, expérience, accès au crédit, management et marketing?

IV Consultations de la mission

La mission établira un contact étroit avec le Ministère de l'Economie et du Plan, le Ministère de tutelle et tous autres organismes privés et publics concernés par le projet.

Quoique la mission soit encouragée à discuter librement avec les autorités concernées par tous les points ayant trait au projet, elle n'est pas autorisée à prendre des engagements au nom du Gouvernement, du PNUD ou de l'ONUDI.

V Modalités d'exécution de l'évaluation

La mission d'évaluation durera trois semaines.

La mission présentera une ébauche de son rapport au Représentant Resident du PNUD à la fin de sa mission et rapport final quinze jours après le dernier jour de la mission. Le Représentant resident sera responsable de la soumission formelle du rapport au Gouvernement et aux sièges du PNUD et de l'ONUDI.

Le PNUD, en collaboration avec les responsables du projet, fournira le support administratif et logistique nécessaire aux déplacements et à la bonne conduite de la mission en général.

Qualifications et expériences requises: ingénieur avec cinq ans d'expérience dans le secteur d'énergie dans les pays en développement, avec une solide connaissance dans le domaine des énergies nouvelles et renouvelables (utilisation et fabrication).

Langue requise: français indispensable.

ANNEXE 2 PERSONNES CONSULTEES**PNUD/Madagascar:**

- Mr. Jules Frippiat
Représentant Résident
- Mr. Michiel Hendriks
Administrateur de Programme Adjoint
- Mr. Babakar
administrateur de Programme Adjoint
- Mr. Abderahmane Remili
Economiste Principal

ONUDI/Madagascar:

- Mr. François d'Adesky
Directeur ONUDI
- Mr. Issoufou Issa
Administrateur de Programme Adjoint
- Mr. Rasoldier Olivier
Expert National
Programme Recherche/Développement en Energies Nouvelles et
Renouvelables

DUEN:

- Mr. Razafindrakoto
Le Délégué Coordinateur

CNRIT:

- Mr. Rakotomaria
Directeur Général

ONE:

- Viviane Soso Ralimanga
Expert National
- Mr. George Tilkin
Expert International

VY - TAOBAMY S.A.:

- Mr. Marcel Ramanantsiarovana
Président Directeur Général

SOMET:

- M^{me} Olga Rasamimanana
Gérant

PARTIE II: PROPOSITIONS DES PROJETS

1 INTRODUCTION

Ce document présente des propositions pour des projets d'énergie à petit échelle qui sont économiquement faisable et qui sont orienté sur un développement économique des régions rurales de Madagascar. A cet effet le BTG a été invité par les représentants du PNUD et de l'ONUDI au Madagascar.

D'abord la situation énergétique général de Madagascar est examinée. De là des critères résultent qui doivent être satisfaits pour que ces projets auront du succès à long terme. L'intention est que les projets auront un tel réussite qu'ils peuvent, sans ou avec considérablement moins de support extérieur, être repris par des entrepreneurs indépendant Malgache. Les critères les plus importants seront traités plus en détail. Ils sont, en bref:

- les projets doivent être techniquement faisables;
- les projets doivent être attractives, du point de vue économique et financière; pour les unités pilote les coûts opérationnels doivent être récupérés;
- les projets doivent être orientés sur une participation maximale des industries et organisations locales à la fabrication des équipements nécessaires et à la conception, l'opération et le maintenance de ces projets et équipements;
- les projets doivent renforcer la capacité locale d'identifier, de concevoir, de gérer et de maintenir des projets.

Ensuite, du point de vue politique, les projets doivent se diriger vers:

- le renforcement de la position économique de la zone rurale; électrification rurale sélective; et
- réduction de la pression sur les ressources naturelles.

Cinq propositions de projet sont présentés: un projet de formation et quatre projets de démonstration. Les projets sont conçu guidé par les critères et directives décrit ci-dessus. Dans la paragraphe sur la réalisation des projets un cadre organisateur pour l'exécution est proposé.

2 CAUSES PROFONDES

2.1 SITUATION ENERGETIQUE

Bilan énergétique national

Une perspective national sur la situation énergétique de Madagascar est représentée dans l'étude de la Banque Mondiale ([ESMAP 1987]). Tandis que cette étude est maintenant démodée, une étude spécifique en vue de la planification de l'énergie domestique, en concernant les villes, a justement commencée (Mars 1991) sous tutelle du MIEM et est attendue de durer trois ans. De [ESMAP 1987] quelques caractéristiques sont évident (Voir Tableau 9):

- Comme chez des autres pays en développement en Afrique (Voir [ONUDI 1990]), le bois et le charbon de bois sont toujours la source d'énergie le plus important. Ensemble ils couvrent environ 75 % de la consommation d'énergie totale de Madagascar. Premièrement les combustibles à base du bois sont utilisés dans les ménages, aussi bien dans les zones rurales que urbaines. On attend que cette situation ne changera pas fortement dans la

Tableau 9 Consommation final de l'énergie par forme et secteur, 1983 - 1995 (Source: [ESMAP, 1987])

Energy Form/Sector	Consumption ('000 TEP)		Percentage of Total (%)		Annual Growth Rate (1983 - 95)
	1983	1995	1983	1995	
Woodfuels ^a	1 321,1	1 854,4	80	76	2,9
Fuelwood	1 201,8	1 642,0	73	67	2,6
Charcoal	121,3	212,4	7,4	8,7	4,8
Petroleum Products	241,3	411,0	15	17	4,5
Electricity	78,2	135,7	4,7	5,6	4,7
Coal	7,5	34,0	0,5	1,4	13
Total	1 648,1	2 435,1	100	100	3,3
Households	1 375,1	1 935,8	83	80	2,9
Transport	141,4	233,8	8,6	9,6	4,3
Industry and others	133,6	265,5	8,1	11	5,7

^aL'approvisionnement primaire de bois, y inclus les déperditions de la production de charbon, est estimé 1,676,000 tep en 1983.

proche avenir: la population restera très dépendent de la disponibilité du bois et charbon de bois.

- La plupart de l'offre de l'électricité (70 % environ) est produit par des centrales hydro-électrique. Néanmoins il s'avère qu'il faut presque 50 % des revenus de l'exportation pour couvrir les coûts de l'importation des produits pétroliers.
- L'électrification des zones rurales n'a guère commencé. La plupart de la population rurale n'est pas branché sur le réseau électrique. La consommation rurale n'est que 0.5 % de la consommation totale d'électricité. Le développement économique des zones rurales est, aussi en conséquence, fortement gêné.
- Il est surprenant que, à l'exception des usines à sucre et en échelle modeste dans les usines à riz, les résidus agricole et agro-industriel et les résidus de la sylviculture sont peu utilisés par l'industrie.

Combustibles domestiques

L'étude la plus récente et élaborée sur l'énergie domestique est [ANGOVO 1989]. Elle est focalisée aux régions rurales mais donne aussi quelques chiffres sur les villes. Basé sur des sondages et des chiffres sur la population les estimations de l'[ANGOVO 1989] montrent que, en 1989, la consommation total de charbon de bois monte à 270,000 t/an (Voir le Tableau 10). Si le rendement de la carbonisation est de l'ordre de 10 % (à base massique), on peut estimer que la consommation énergétique en forme de bois primaire relève d'environ 9.1 million t/an (1989), duquel 2.7 million t/an (30 %) est utilisée pour la production de charbon de bois.

L'analyse d'[ANGOVO 1989] montre que, dans les régions rurales, les combustibles domestiques (y inclus des résidus agricole) ne sont pas monétarisés. L'approvisionnement du bois de feu pour la population rurale est basé sur le rassemblement. Egalement, c'est une affaire qui ne prends pas beaucoup de temps et qui est, pour cela, appréciée comme un besoin le plus moins important (Selon [ANGOVO 1989]: 1) la terre, 2) la nourriture, 3) l'eau, 4), l'énergie). On peut conclure alors que l'approvisionnement de l'énergie domestique des zones rurales ne nuit à l'environnement.

Le bilan de l'approvisionnement et la demande des combustibles domestiques

La Figure 4, conçue à la base des données de [ANGOVO 1989], montre l'évolution de la demande et de l'offre de l'ensemble des combustibles traditionnels. Si les conditions ne s'améliorent pas et des actions propres ne sont

pas prises, une grave insuffisance des combustibles ligneux se développera pendant la décennie à venir.

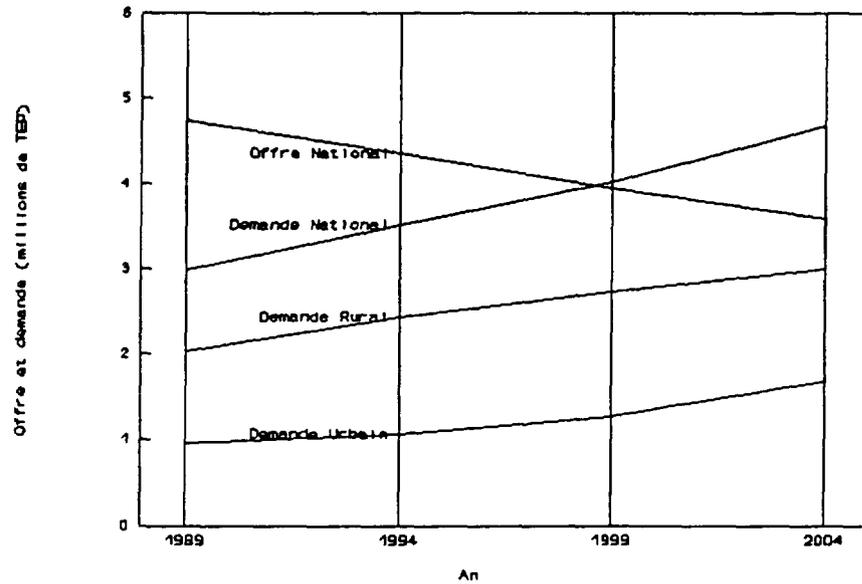


Figure 4, L'évolution projetée de la demande et de l'offre des combustibles ligneux (Source [ANGOVO, 1989], avec des modifications).

Du Tableau 10 on peut constater aussi que la population rurale n'utilise pas le charbon. C'est un combustible tout à fait urbain. En considérant que les prix de bois de feu, en unités énergétiques, sont plus bas que ceux de charbon de bois, on arrive à la conclusion que le charbon est un combustible de luxe qui est produit aux dépenses (avec une déséquilibre du croissance de bois et de l'utilisation) de l'environnement rural. A ce-ci, cependant, il faut qu'on prend conscience du fait que, en fonction de la définition du milieu rural utilisé dans [ANGOVO 1989], aussi dans les régions rurales il y a des formations urbaines secondaires où on utilise le charbon de bois.

Tableau 10, Consommation de bois de feu et de charbon de bois en 1989 (Source: [ANGOVO, 1989]).

Province	Urbain			Rural		
	Population	Consommation de bois de feu (,000 t/an)	Consommation de charbon de bois (,000 t/an)	Population	Consommation de bois de feu (,000 t/an)	Consommation de charbon de bois (,000 t/an)
<i>Hauts plateaux:</i>	1490000	105,0	209,0	4370000	3490	0
<i>Antananarivo</i>	1170000	82,0	164,0	2240000	1600	0
<i>Fianarantsoa</i>	322000	22,5	45,0	2130000	1890	0
<i>Plaines:</i>	846000	84,6	59,2	4194000	2720	0
<i>Antsiranana</i>	214000	21,4	15,0	632000	394	0
<i>Toamasina</i>	252000	25,2	17,6	1380000	1260	0
<i>Mahajanga</i>	195000	19,5	13,7	942000	444	0
<i>Toliary</i>	185000	18,5	12,9	1240000	626	0
<i>Total</i>	2340000	190,0	268,0	8560000	6210	0

2.2 CRITERES POUR DES PROJETS D'ENERGIE

Pour que des projets d'énergie à petit échelle dans les zones rurales auront du succès et seront repris sur une base entièrement commerciale dans des autres zones, il faut que ces projets satisfassent les conditions suivantes:

- Les projets doivent être techniquement faisable;
- Les projets doivent être attractive, du point de vue économique et financière; pour les unités pilote les coûts opérationnel doivent être récupérés;
- Les projets doivent être orientés sur une participation maximale des industries et organisations locales à la fabrication des équipements nécessaires et à la conception, l'opération et le maintenance de ces projets et équipements;
- Les projets doivent renforcer la capacité locale d'identifié, de concevoir, de gérer et de maintenir des projets(suivant).

L'attraction financière et économique est basé sur une comparaison avec des systèmes alternatives. Souvent ce sont des techniques conventionnels (par exemple: générateurs d'électricité chauffés de gasoil). Le critère n'est pas seulement le point de vue économique ("Est-ce que le projet sert l'économie national?"), mais aussi financière ("Le projet, est-il attractive pour un entrepreneur?"). L'attraction est déterminé à la base du *pay-back period* et le *internal rate of return*, mais aussi de la vulnérabilité de la technologie et les possibilités de maintenance et fabrication locales.

Dans les projets proposés il s'agit de l'introduction des technologies relativement nouveau sur le terrain de la conversion de la biomasse. Ça implique des coûts de démarrage unique, qui sont inévitable. Dans les analyses financières et économiques, ces coûts doivent rester hors considération, parce que ces coûts n'apparent pas dans des éventuels projets pareils suivants. Dans la composition des propositions des projets on a, le plus que possible, choisi des projets avec un perspective raisonnable d'un succès financière. Comme critère minimal il faut que les coûts opérationnel sont récupérés.

Des projets d'énergie pour lesquels le plupart du matériel et de l'expertise doit venir de l'extérieur de Madagascar, ne sont pas considérés comme économiquement intéressants. Actuellement déjà la moitié des revenus de l'exportation est utilisée pour couvrir les coûts de l'importation des produits pétroliers ([BANQUE MONDIALE 1990]). Aussi pour des autres raisons, voir ci-dessous, on a sélectionné des projets qui utilisent des matières premières locales et avec un grande implication de l'économie locale.

Des mauvaises expériences sont acquises dans des projets ruraux dans lesquels la population locale était seulement marginalement engagée dans la fabrication, l'opération et le maintien de l'équipement. Dans le cours du temps il apparaît qu'il se développent toujours des problèmes. Ces projets devraient être arrêtés à cause des défauts techniques ou un manque des pièces de rechange. Ce problème peut être évité avec une fabrication locale. Il se développe une meilleure notion du fonctionnement de l'équipement, spécialement si une formation et un support adéquat sont fournis. Les réparations éventuellement nécessaires peuvent être faites par les gens locaux, sans assistance de l'extérieur. Les projets proposés seront exécutés en étroite collaboration avec des entrepreneurs et organisations locales et, en cas de besoin, des institutions d'enseignement et de recherche existants.

Comme indiqué ci-dessus il ne faut pas seulement renforcer la capacité locale de niveau technique, mais aussi la capacité locale sur un plan plus étendu. Pour le développement plus loin de l'utilisation effective de la biomasse, il est essentiel que la capacité d'identifier, planifier, concevoir et évaluer des projets indépendamment est renforcée. Seulement sous ces conditions on peut espérer que à terme les projets de démonstration planifiés seront exécutés sur une base commerciale, sans, ou avec une assistance extérieure réduite.

Supplémentaire à ce qui est décrit ici, du point de vue politique, les projets doivent se diriger vers:

- Le renforcement de la position économique de la zone rurale; l'électrification rurale sélective; et
- La réduction de la pression sur les ressources naturelles.

Dans les paragraphes suivantes ces deux points seront traités plus en détail.

2.3 DEVELOPPEMENT RURAL

Chez des projets d'énergie rurale on pense généralement à:

- 1 La production de chaleur ou de l'électricité pour la production industrielle locale ou l'utilisation domestique, ou
- 2 La production des combustibles commerciaux pour la population urbaine (par exemple du charbon de bois).

Généralement l'introduction et l'extension de la distribution de l'électricité dans les zones rurales est considéré comme un stimulant important pour les activités économiques et l'amélioration du standard de vie ([Foley 1989]). Mais ici il faut remarquer que:

- 1 Le développement économique ne peut avoir lieu que si un grand nombre des conditions est rempli, sous lesquels une bonne infrastructure, de main d'oeuvre enseignée et une direction capable. L'approvisionnement

d'électricité n'est qu'un de ces conditions. Seul cet approvisionnement ne peut garantir un développement économique.

- 2 Les projets d'électricité ne peuvent exister que si la vente de l'électricité est suffisante. Les consommateurs doivent, sur long terme, avoir suffisamment des ressources financières pour payer leur factures d'électricité.

Vue l'état de développement rurale au Madagascar, il faut procéder très prudent dans les projets d'électrification rurale pour éviter des échecs. Pour cette raison il est recommandé de limiter, pour l'instant, la livraison d'électricité aux régions ou on trouve assez de potentiel pour un développement continué. Aussi c'est recommandé d'utiliser l'électricité au première lieu pour une production industrielle. Une surplus d'électricité pourrait être délivré aux ménages. Les systèmes de biomasse se caractérisent par leur coûts d'investissement relativement élevés et leur coûts opérationnels bas. Il est alors recommandé d'utiliser la capacité des systèmes installés pendant le soir (après les heures de bureau) pour l'approvisionnement de l'électricité des maisons ou villages voisines. Les besoins d'électricité des ménages se limite surtout à l'éclairage pendant le soirée. Vue que les coûts marginaux sont bas, une prolongation des heures d'opération des systèmes d'énergie pendant le soirée peut être une option attractive pour l'amélioration du standard de vie locale.

2.4 RESSOURCES DE LA BIOMASSE DISPONIBLES

Par la croissance de la population l'environnement devient très chargé (Croissance annuelle de la population est de 2.6 % ([BANQUE MONDIALE 1990]). Dans plusieurs régions la déforestation se présente à cause des défrichements, le surbroutement, l'épuisement des sols par l'agriculture intensive, l'érosion, la coupe des arbres pour l'industrie, l'utilisation du bois comme combustible domestique et un manque de reboisement. Bien que cette situation, pour l'instant, n'a pas encore mené à des problèmes urgentes vis à vis la disponibilité des combustibles domestiques, mais il existe un grand souci pour la situation à long terme. Dans [ESMAP 1987] on dit, sur la situation autour de Antananarivo: *"Sustainable supply of woodfuels is far less than demand, implying continued harvesting of accessible primary forest with unknown but possible serious environmental and economic consequences for the sustained productivity of agricultural ecosystems in its hinterland."*⁴

⁴ La déforestation dans les pays en développement récemment a reçu beaucoup d'attention pour une autre raison aussi, c'est à dire "l'effet de serre chaude". Cet effet est produit par un accumulation dans l'atmosphère des gazes comme CO₂, qui menent à un chauffage du globe et un monte du niveau des océans. Les pays occidentaux sont très inquiet sur la capacité d'absorption de CO₂ réduit par la déforestation depuis la siècle

En concernant la problème de déforestation dans les pays en développement, on peut distinguer les solutions suivants ([PNUD 1991], [FAO 1991]):

- 1 Augmenter l'offre du bois de feu;
- 2 Réduire la demande du bois de feu;
- 3 Commercialisation du bois de feu.

L'offre du bois de feu peut être augmenté par l'amélioration de la productivité des forêts existants ou par le reboisement. La demande de bois de feu pourrait être réduite par l'amélioration des techniques de conversion existants, comme:

- La conversion de bois en charbon de bois, ou bien d'un source d'énergie primaire à un source d'énergie secondaire (Par exemple l'amélioration de la méthode de production du charbon de bois ou l'utilisation des fines de charbon de bois pour la fabrication d'un combustible utilisable).
- La conversion de charbon de bois en chaleur, ou bien d'un source d'énergie secondaire à l'utilisation final (Par exemple par l'amélioration des foyers des ménages).

En plus la demande pourrait être réduite par l'offre des combustibles alternatives pour le bois ou le charbon de bois. A ce but il existent plusieurs options:

- Substitution de bois de feu par des combustibles pétroliers (pétrole, GPL). Cet option a comme désavantage que la dépendance des combustibles importés augmente.
- Substitution de bois de feu par l'électricité. Cet option semble attractive par le surplus de capacité dans centrales hydro-électriques. Néanmoins cet option n'est pas très attractive du point de vue énergétique, parce que de l'énergie de haut qualité (l'électricité) est utilisé pour une demande d'énergie de bas qualité (chaleur), tandis que le surplus de capacité n'est que temporel.
- Substitution de bois de feu ou de charbon de bois par des combustibles de la biomasse alternatives (Par exemple des briquettes de tiges de coton, de tiges du tabac, de sciure de bois, de balles de riz, en directe ou carbonisés).

Souvent la pénurie de bois progressive n'est pas considéré comme un problème par la population rurale. Lorsqu'on demandait un vieux homme qu'est ce qu'il ferait si sa femme devrais dépenser tellement de temps à la collection de bois de feu qu'elle ne pourrait plus préparer les repas, il répondait: "Dans ce cas je prendra un femme de plus." Cette situation est confirmé pour le Madagascar

passé et ils sont motivés de supporter des projets de reboisement. De l'autre coté on essaye de réduire fortement les émissions de CO₂. Un des possibilités est d'utiliser la biomasse pour la génération d'énergie, au stade des produits pétroliers. Si ces actions sont accompagnés par le reboisement, ils ont un effet positive sur la réduction de CO₂.

dans [ANGOVO 1989]. Seulement quand la production et la gestion du bois sont commercialisées, il aura une valeur concrète et la population rurale développera un intérêt à des projets de reboisement et des projets dirigés à une utilisation plus économique de la biomasse. L'offre des applications de la biomasse dans des zones rurales peut, si c'est bien conçu, aider à la conservation du stock de biomasse.

3 PROPOSITIONS DES PROJETS

Les projets proposés sont les suivantes:

- 1 Formation sur la identification et réalisation des projets d'énergie.
- 2 Projets spécifiques:
 - 2.1 Substitution de charbon de bois.
 - 2.2 Unité pilote gazogène de charbon de bois en ferro-ciment.
 - 2.3 Foyers à charbon de bois améliorés.

Les description des projets spécifiques sont indicatives. Il est nécessaire de préparer des documents plus précises avant que l'exécution des projets peut commencer. Les remarques suivantes (Paragaphes 3.1, 3.2) sont des suggestions à cet effet.

3.1 APPROCHE GENERAL DES PROJETS

En vue de l'objectif final, la vulgarisation des projets, on distingue les phases suivantes:

- Phase pilote;
- Phase de démonstration;
- Phase de vulgarisation.

Chaque phase sert la phase suivante. Pendant la phase pilote on essaye d'obtenir un projet qui marche techniquement et économiquement acceptable et on ramasse des données qu'on peut utiliser pendant la démonstration. Ça c'est la justification du suivi techno-socio-economique. La démonstration est une présentation des résultats de cette suivi dans une effort de *marketing* et est dirigée vers l'identification des projets nouveau des même technologies.

Pour ces raisons:

- La faisabilité techno-economique attendue des projets est essentiel dès l'identification des projets avant la phase pilote;
- On essaye de maximaliser la participation des firmes locales, pendant tous les phases des projets;
- La vulgarisation de tous les connaissances, aussi de la gestion des projets, joue une rôle primaire. Ça justifie le cours de planification et exécution proposé et la formation technique sur place, pendant l'exécution des projets;

3.2 GESTION DES PROJETS

Pour l'exécution des projets on propose une structure claire avec un coordinateur locale et de l'assistance technique concentrée dans une société de l'extérieur, capable de rendre toute forme de l'assistance nécessaire:

- 1 **Coordinateur du programme:** Dans tous les phases des réalisations de tous les projets il faut une (1) personne et/ou une personne morale qui est responsable pour la gestion du programme.
- 2 Pour chaque projet de démonstration il faut constituer un **équipe de projet** des représentants des organisations directement impliqués (organisations particulier ou commun, institutions de recherche locale). De chaque équipe de projet au moins deux personnes doivent assister à un cours initiale qui donnera attention spécialement à la formulation plus détaillé des propositions de projets. Les équipes de projet seront le point de l'adresse pendant tous les phases de leur projet.
- 3 **Consultant:** Le coordinateur du programme recevra, pour des problèmes techniques, de l'assistance par une société expatrié. Cette société est, en plus, chargé avec les tâches suivantes:
 - Conseiller dans la sélection des partenaires qualifiés pour la réalisation des projets;
 - Proposer des assistants au cours de formation qui précède la réalisation des projets de démonstration;
 - Présenter un cours de formation comme spécifié dans ce chapitre;
 - Seconder à la formulation des descriptions définitives des projets;
 - Conseiller dans la production locale des équipements;
 - S'occuper d'un formation spécifique par projet au démarrage de ces projets;
 - Seconder au démarrage de la production;
 - Guider la suivi techno-socio-economique des projets;
 - Seconder à vulgarisation des technologies.

Un bon part de ces tâches pourrait s'effectuer par télécommunication. Ensuite la société pourrait engager des experts locales pour certains tâches. Un présence permanente au Madagascar d'un consultant semble, pour l'instant, pas nécessaire.

- 4 Le coordinateur du projet et les consultants peuvent demander l'assistance des **organisations nationaux** comme le CNRIT. L'engagement des organisation nationaux dépendra de l'organisation spécifique de chaque projet de démonstration.
- 5 La réalisation s'effectuera par l'engagement des **entrepreneurs locales** pour des travaux de construction et des entrepreneurs ou organisations pour l'exécution du projet.

Formation pendant le mis en oeuvre devra être donné par un expert du bureau externe. Une bonne formation est essentiel pour le succès des projets. Si nécessaire, un tel formation doit être répété après un certain temps, dans lequel on peut se focaliser plus sur le maintenance et le réparation des équipements.

Par rapport à la vulgarisation après la phase pilote et la phase de démonstration, une suivi techno-socio-économique est essentielle. La suivi sera guidée par le consultant avec de l'assistance national. En particulier des sociologues et techniciens nationaux sont indispensables.

3.3 FORMATION EN PLANIFICATION ET EXECUTION DES PROJETS D'ENERGIE DE BIOMASSE

3.3.1 BUT

Augmenter l'expertise locale par rapport à la planification, la conception, le réalisation, le gestion et le maintenance des projets d'énergie de biomasse.

3.3.2 JUSTIFICATION

Dans le course des années des centaines des projets de démonstration sont réalisés par des organisations internationaux de coopération. Dans ces projets des technologies nouveaux sont démontrés avec l'idée que ces technologies, à terme, seront être utilisés dans le secteur commercial, sans plus d'assistance externe. Malgré les grandes motivations et les finances mises à la disposition, beaucoup de ces projet ont échoué. En plus, de ces projets qui ont réussi au premier vue, la technologie introduite est rarement adopté et appliqué par des entrepreneurs locales. Il y a plusieurs raisons pour ces échecs. Beaucoup des projet sont basé sur un analyse économique/financière trop optimiste. Mais la raison de base la plus importante est la capacité des experts, planificateurs et entrepreneurs locales, qui est trop limité pour identifier, concevoir, planifier et réaliser des projets eux mêmes. Les pays sont souvent dépendants des experts qui sont associé aux projets aux courtes termes. Dans des projets de démonstration financé par des bailleurs de fonds, de l'expertise et de l'expérience locale dans la planification et la réalisation est déjà très important, mais surtout quand on attends que ces projets seront copié comme des projets indépendant, la formation, sous forme des cours spéciales, est indispensable.

Mais seulement de la formation ne sert à personne. Beaucoup des programmes de formation n'ont pas réussi parce qu'ils étaient isolés. Les gens qui ont suivis le cours ont eu, après la formation, peu de chance de pratiquer la connaissance acquise. Sans application les connaissances sont vite oubliées et le bénéfice du

cours est perdu. Dans la Région du Pacifique on est en train d'acquérir de l'expérience avec des programmes de formation intégrés, financé par le CCE. Le cours est basé sur de l'expérience développée aux Pays Bas avec des courses sur la Planification Energétique. On réalise des projets dans lesquels avant chaque phase on donne une formation: Au début un grand cours de formation régional concentré sur l'identification et la planification des projets. Ensuite un cours de formation par pays, concentré sur la construction du matériel de projet, opération et maintenance, avec, pour terminer, un cours de répétition, dans lequel les techniques et aptitudes appris avant sont encore répétés. Dans le Pacifique ces programmes sont réalisés sur le terrain de la biomasse, l'énergie solaire et la conservation d'énergie.

Notre proposition est de choisir, pour le Madagascar aussi, un ensemble des projets intégrés. S'il est décidé de introduire un ou plusieurs des projets d'énergie comme décrits dans ce document, il est recommandé de faire précéder l'introduction de ces projets d'un cours de 2 semaines sur la planification et l'exécution des projets, pour les membres des organisations qui seront, probablement, engagés à l'exécution de ces projets de l'énergie de la biomasse.

Le course a comme buts additionelles:

- apprendre des habilités pour le developpement des nouveaux projets, et
- détailler des idées de projet existants.

3.3.3 ACTIVITES

Le cours couvrira les sujets suivants:

1 Introduction

- Besoins énergétique rural et urbain
 - energie thermique/mechanique/electricité
 - quantité d'énergie
- Etablir les ressources en energies nouvelles et renouvelables
 - solaire
 - eolienne
 - hydraulique
 - *biomasse*

2 Ressources de biomasse

- Ressources de bois
 - ressources actuellement
 - sylviculture
- Déchets agricole
 - déchets de riz

- déchets de canne à sucre
 - déchets de tiges de coton
 - déchets du tabac
 - Caractères chimiques et physiques de la biomasse
 - pouvoir calorifique
 - humidité
 - densité
 - volume des particules de biomasse
 - Préparation de la biomasse pour convertir à énergie
 - séchage
 - coupage
- 3 Technologies
- Techniques de convertir de biomasse
 - carbonisation
 - briquetage
 - gaséification
 - combustion
 - échelle industrielle
 - échelle menages (foyers)
 - Evaluation des techniques
 - aspects technique
 - équipement: fabrication locale/equipement importé
 - installation
 - formation technique de travailleurs
 - maintenance
 - operation
 - aspects financières et économique
 - aspects écologiques
 - résultats des techniques en autres pays
- 4 Projets de biomasse
- Aspects de la planification de l'énergie
 - aspects institutionnel
 - aspects politique
 - développement rurale
 - utilisation de ressources locale
 - Rédiger des proposition de projets
 - méthodologie
 - exercices
 - présentation des proposition de projets
 - Résultats de projets
 - évaluation
 - application par des entrepreneurs locales
-

Le cours prends un période de deux semaines. Les sujets seront traités à l'exemple des projets dans des pays en développement. Quelques excursions seront planifiés aussi.

3.4 SUBSTITUTION DE CHARBON DE BOIS

3.4.1 BUT

A long terme, les buts sont les suivantes:

- 1 Réduire la pression sur l'environnement par l'offre des combustibles alternatives produites de fine de charbon de bois et de déchets agricoles et agro-industriels;
- 2 Utiliser des déchets qui ne sont pas encore valorisés;
- 3 Créer de l'emploi par la fabrication et maintenance locale des équipements nécessaires.

L'objet direct primaire est la diffusion des technologies de production de charbon en briquettes. Ça inclut la production des équipements (fours de carbonisation, de séchage et de conditionnement, l'équipement de briquetage) et la technologie de la production des briquettes. Deuxièmement le projet développera et adaptera les technologies aux conditions Malgaches. Ces développements et adaptations concernent des liants, le séchage et le conditionnement des briquettes.

Par la substitution du charbon de bois, qui est produit aux dépenses de l'environnement rurale, le projet contribue au lutte contre la déforestation et désertification. La substitution potentielle du charbon de bois est, au moins, de l'ordre de 15 %. De cette façon le projet contribue à sauvegarder l'approvisionnement, de manière conscient des problèmes d'environnement, des combustibles domestiques. Tandis que le plupart des activités est focalisé aux régions rurales, le projet sert le développement rural. L'économie Malgache est supporté par l'utilisation des produits non-valorisés, le développement industriel et la création de l'emploi.

3.4.2 CAUSES PROFONDES

De mars jusqu'à août 1991, l'ONUDI a effectué un projet (XA/MAG/90/629) sur le charbon de biomasse au Madagascar. Le rapport de cette activité ([ONUDI 1991]) contient le plupart des données sur le projet proposé ici.

Il est de mise de mentionner le fait que le marché du charbon en briquettes existe déjà à Antananarivo, bien que très limité. Il y a une entreprise qui produit

de charbon compacté à la base de fine de charbon (les déchets du marché). A cet effet, le fine est ramassé aux points de vente diverses. Avec un technologie de très bas capacité de production, le fine est compacté avec un liant. La qualité du produit est très pauvre, par rapport à la dureté, le confort d'allumage et les odeurs et la fumée. Cependant, on réussit à obtenir un prix élevé des distributeurs (270 FMG/kg). La quantité des points de vente est environs 45. Le prix consommateur monte vers 400 FMG/kg.

Ressources

Aux lieux de production et aux points de vente du charbon, il se trouve de grande quantités de fine de charbon. Au moins 10 % du charbon vendu consiste de ces déchets. Avec une consommation national de 270,000 t/an (1989), la quantité de fine est de l'ordre de 27,000 t/an. Pour les zones urbaines d'urbaines d'Antananarivo il s'agit de 16,000 t/an.

Les tiges de coton: Les tiges de coton sont un produit ligneuse duquel il est prouvé qu'il peut servir comme matière première pour le charbon en briquettes. La culture de coton Malgache est concentrée à deux régions, Mahajanga (dans le Nord-Ouest) et Toliary (dans le Sud-Ouest). Les cultivateurs de coton au Toliary sont des petits fermiers qui ne sont pas organisés. Leur culture est pluviale. La récolte au Toliary a lieu de Mai à Août ou Septembre, tandis que les semailles en Novembre. Au Mahajanga il s'agit de la culture décruée, mécanisée et irriguée. Là-bas, les fermiers sont regroupés dans le Syndicat de Planteurs. La récolte a lieu de la mi-Août à Décembre, et les semailles en Mars. La production Malgache est maintenant environ 40,000 t de coton grain par année. De cette quantité 60 % provient de la région Mahajanga, pendant que 40 % de la région de Toliary. Sur la base de ces chiffres on peut estimer (grossièrement) qu'une quantité de 120,000 t/a de tiges de coton est produit au Madagascar. Pour protéger la culture contre des maladies, il est obligatoire de détruire tous les tiges après la récolte. Pour la région de Mahajanga on pouvait confirmer que les tiges sont haché mécaniquement et laissé pour l'inondation annuelle pour les amener. Même si un part des tiges est utilisé comme combustible domestique, les tiges de coton forment grosso modo un résidu non-valorisé.

Par rapport a leur disponibilité (qui est industrielle: concentrée dans un endroit) aussi le coque de café et le coque d'arachide peuvent être intéressants. En concernant les arachides, cette industrie a souffrit sous les développements économiques récents, mais il y a des signes d'une réhabilitation.

Bois de pin: Les plantations de Haut Mangoro sous tutelle de la société FANALAMANGA, à l'origine établie pour la production de pâte à papier, ont des grandes ressources des résidus résultants de l'éclaircissage. [ESMAP 1987] cite une quantité de 90,000 - 400,000 m³/an, l'équivalent de 40,500 - 180,000 t/an. FANALAMANGA participe dans un projet du FAO pour stimuler la production de charbon de bois de cette ressource. Le succès dans le rayon domestique est très limité, à cause de l'appréciation exiguë de ce type de charbon par rapport à le charbon fait d'Eucalyptus.

En tant qu'on peut déterminer à la base des données limités, il y a au moins trois résidus qui sont intéressants pour une étude plus approfondie. Ce sont les tiges de coton, le fine de charbon et le bois de l'éclaircissage de Haut Mangoro.

Déjà les tiges de coton et le fine de charbon constituent des ressources potentiellement importantes. Ils représentent 14 % de la consommation de charbon de bois (A ce-ci un rendement moyenne de carbonisation de 20 % des tiges de coton est assumé. C'est justifié parce qu'il s'agit d'une production contrôlée).

Techniques adaptées

Pour le compactage, aujourd'hui, il y a des techniques adaptées au niveau technologique des pays en développement. A cet effet on broie le charbon produit avant de former une brique. L'application d'un liant est nécessaire. Bien qu'on peut se servir d'une presse à rouleaux (capacité typique de 2 à 4 t/hr), il est aussi possible d'utiliser un agglomérateur. La technologie dernière est maintenant en opération au Soudan, où on produit un substitut pour le charbon de bois domestique à la base des tiges de coton. L'agglomération, à l'échelle de l'application présente, a l'avantage d'une investissement peu élevée, bien que le main d'oeuvre est plus intensif. En outre les unités d'agglomération sont disponibles à des capacités exiguës (dès de 50 kg/hr et plus), ce qui permet d'édifier un système de production à la base de plusieurs unités, de sorte que le système total est moins vulnérable. L'expérience au Soudan montre que ce produit peut être d'une très bonne qualité, même mieux que la qualité du charbon de bois.

En dehors de la biomasse, le liant est une matière première essentiel pour le processus de la compactage du charbon de biomasse. Il y a des liants différents utilisés par l'industrie du charbon briqueté: l'amidon, les goudrons (sous-produit de la carbonisation), la mélasse (sous-produit de la sucre), etc. Tous ces liants comportent leur propre technologie de préparation, addition et traitement (mixage, chaleur, séchage, etc.). Pour l'agglomération le seul liant éprouvé à une

échelle commerciale est la mélasse. Pour l'instant, à cause de la qualité et des coûts du procédé, le liant qu'on peut recommander pour le Madagascar est donc la mélasse. Un deuxième facteur, à côté de la disponibilité des résidus, déterminant la quantité de charbon de biomasse qu'on peut produire de cette façon au niveau national, sera donc la disponibilité des liants.⁵

Après l'agglomération, les briquettes, qui contiennent environ 40 % de l'eau (solvant du liant et moyen d'agglomération), doivent être séchées. Dépendant du climat on peut appliquer un séchage atmosphérique, ou artificiel (thermique), ou bien une combinaison. Dans un climat aride le séchage peut se passer en plain air sur une grille. Au Soudan ça s'accomplit dans 24 hr. Au Madagascar il y a des régions climatiques tout à fait différentes, aride ou bien humide. C'est pourquoi, pour certaines régions au Madagascar, un séchoir artificiel sera nécessaire. Parce que les séchoirs industriels, comme utilisé en Europe, sont assez cher, il est nécessaire de développer une technologie de séchage adaptée à l'infrastructure locale.

Sans autres traitements le produit est hygroscopique, c'est à dire que les briquettes adoucissent et perdent leurs durabilité dans une atmosphère humide. Aussi, pendant l'allumage ce produit donne de la fumée. Cependant, avec une emballage propre le produit séché peut être acceptable pour le marché domestique. C'est éprouvé au Soudan, bien que le marché domestique Malgache peut stipuler ses propre conditions. La hygroscopicité et la formation de fumée d'allumage sont deux caractéristiques qu'on peut ôter avec un traitement thermique (conditionnement). Le produit devient extraordinairement fort et complètement insensible à l'eau.

Résultats du projet de l'ONUDI (XA/MAG/90/629)

Chez FANALAMANGA (à Antsiranala (Moramanga)) il y avaient des matériaux avec lesquels une unité pilote de compactage a été construit. A cet effet le projet a utilisé un agglomérateur, une bétonnière et un broyeur à marteaux. L'agglomérateur était adapté, et la bétonnière transformé, selon le projet de BTG, pour obtenir deux agglomérateurs fonctionnant bien. Après l'acquisition des tamis de taille correcte il était aussi possible d'utiliser le broyeur.

Le procédé de l'agglomération était adapté à la matière première (le charbon de bois de Pin). A cet effet on a exécuté des expériences avec le façon de broyage

⁵ A l'échelle de la laboratoire (chez BTG), la faisabilité technique de deux autres liants est démontrée: l'huile pyroligneuse et l'amidon. A cause du prix, l'huile pyroligneuse est le plus promettant. Après le propre mise-au-point de ces technologies la dépendance sur la mélasse sera aboli.

(le choix du tamis) et la concentration du liant. L'indicateur le plus important était la dureté du produit.

A cause du climat humide, particulièrement à Antsiranala, il était nécessaire de développer une méthode de séchage artificiel. Ensuite, il était nécessaire de développer une four pour le conditionnement du produit au climat humide. On a testé deux genres de four à conditionner. Le four le plus simple a une capacité de 34 kg par charge (l'opération est discontinue). Une charge prends 3 heures. La perte de charbon est 15 %.

Dans la période limitée du projet il n'était pas possible de finir tous ces expériences et développements. Mais il était possible de achever une méthode de production qui pouvait servir la fabrication d'une quantité limitée, suffisant pour les tests de fonte. Le produit peut être caractérisé comme suite:

Densité des briquettes	370 kg/m ³ (Densité du charbon primaire: 140 kg/m ³);
Ø _{maximum} des briquettes	40 mm;
Quantité de la mélasse	20 % de la masse des briquettes (qualité domestique); 25 % (qualité le plus fort, utilisé dans le test de fonte);
Tamis de broyage	2 mm.

A la base de ces développements il est faisable de concevoir des unités de production d'une capacité basse (< 600 t/an).

Parce qu'on est capable de produire des briquettes de bonne qualité, d'une ressource disponible (le fine de charbon de bois), pour un marché démontré (le marché domestique), il est justifiable de proposer la commercialisation immédiate de la technologie. A cet effet on a préparé deux études de faisabilité, pour deux genres de ressources:

- Un projet pour la production de charbon en briquettes à la base de fine de charbon déchet aux sites de la carbonisation de bois (Par ou en coopération avec FANALAMANGA).
- Un projet pour la production de charbon en briquettes à la base de fine de charbon déchet aux lieux de ventes de charbon de bois (Par Briquettes Ardentes).

Les deux projets sont financièrement et économiquement faisable. Cependant de l'assistance technique sera nécessaire. Pour plus de détails des analyses techniques, économiques et financières on est adressé au rapport [ONUDI 1991].

3.4.3 ACTIVITES

Les activités proposées sont les suivantes:

- L'installation de deux unités de production (matière première: fine de charbon), c'est à dire chez FANALAMANGA et Briquettes Ardentes;
- Formation à FANALAMANGA (complémentaire au projet effectué par l'ONUDI en 1991) et Briquettes Ardentes en production de briquettes;
- Développements techniques des systèmes de séchage et de conditionnement;
- L'effectuer de deux études de faisabilité pour l'utilisation d'autres résidus agricole ou agro-industriel (comme tiges de coton, coques de café et les coques d'arachide)
- Développement du liant de l'huile pyroligneuse;

3.4.4 ORGANISATIONS HOMOLOGUES

Il est évident qu'une coopération directe est nécessaire avec le secteur privé (FANALAMANGA, Briquettes Ardentes, Constructeurs). Pour les développements techniques il est proposé de chercher l'assistance de CNRIT. Tous les études et développements sont dirigé par le consultant responsable, mais l'assistance des experts nationaux est indispensable.

3.5 GAZEIFICATION DU CHARBON DE BOIS A L'ELECTRIFICATION RURALE

3.5.1 BUT

Le but primaire est de contribuer au développement rural par l'électrification à la base des gazogènes chauffées de charbon de bois pour:

- des industries rurales (par exemple des scieries);
- les villages autour ces industries.

Deuxièmement des entreprise locales sont supportés par nouvelles activités (par exemple la maintenance de l'équipement) et l'expertise sur des gazogènes en ferro-ciment, développée d'ailleurs, est vulgarisée. On prévoit aussi une contribution Malgache au développement des gazogènes en ferro-ciment.

3.5.2 CAUSES PROFONDES

Développement de la demande

Projets d'électrification ont plus de chance de réussite s'il y a un lien avec le développement économique. S'il n'y a pas des activités économique de niveau plus élevé, ou si ça ne se développe pas, la population rurale n'aura pas, à la longue, des revenus pour payer les coûts d'électricité. Dans ce projet on a choisi

une approche intégrée, ou, d'un coté on crée de l'emploi, et de l'autre coté on offre de l'électricité. Premièrement l'électricité sera utilisé pour une industrie locale appropriée, qui reste à identifier, et deuxièmement pour l'éclairage etc. des maisons, des bâtiments publics et des rues. Egalement on peut servir la demande de chaleur pour le séchage de bois et des produits de récolte.

La ressource

Le charbon de bois est disponible dans les zones rurales à bas prix. Il faut examiner les possibilités d'utiliser à la longue, des autres genres de biomasse comme les balles de riz, qui se présente en grande quantité comme déchet aux petits usines de riz rurales.

La technologie de gazogènes en ferro-ciment

La gazéification suivi par combustion dans un moteur est la méthode la plus directe pour la conversion de la biomasse en électricité et a des bons possibilités pour des applications en petit échelle chez des industries rurales. Par la gazéification un matière solide est transformé à un gaz combustible que peut être utilisé dans un moteur à gaz. Ce moteur ensuite actionne un générateur avec lequel on produit de l'électricité.

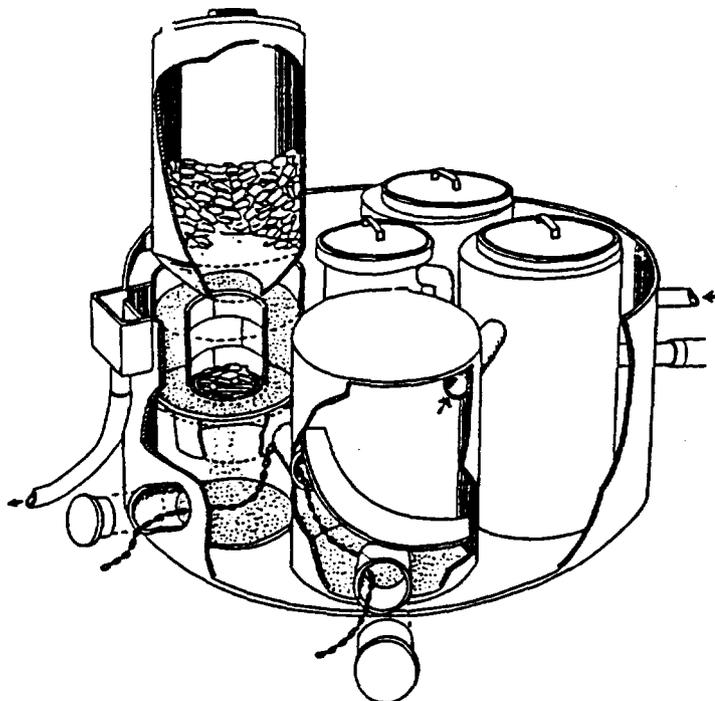


Figure 5 La gazogène de ferro-ciment développé par AIT Bandung (Source: GTZ, 1989)

Jusqu'à récemment un application mondial de cette technologie était empêché par les coûts d'investissement très élevés. Ils étaient à peu près de 500 \$EU par kW pour des systèmes conventionnels construit, d'un grand partie, en métal. Pourtant il y a quelques années qu'un nouveau type de gazogène, construit en ferro-ciment, a été développé (Voir Figure 5).⁶ Ce gazogène a été excessivement testé par le "Asian Institute for Technology" (AIT) au Thaïlande et, supervisé par le BTG dans un projet financé par ESMAP (La Banque Mondiale), par le "Institut Teknologi Bandung" à l'Indonésie. Les résultats de ces recherches justifient la vulgarisation continuée ([GTZ 1989], [ESMAP 1991]).

Les grands avantages de ce genre de gazogène par rapport au gazogènes conventionnelles sont également financières et économiques, sociales et techniques (Voir Tableau 11).

Tableau 11 Les avantages des gazogènes en ferro-ciment.

Financières et économiques	Coûts d'investissement bas (environ 28 \$EU/kW) à cause de: <ul style="list-style-type: none"> - Coûts bas de matière première (matière première localement disponible). - Coûts de construction bas (fabrication locale). Coûts d'opération bas à cause de: <ul style="list-style-type: none"> - Coûts de maintenance bas, à cause des matières et services locales. - Equipement de haute fiabilité (conception robuste).
Sociales	La technologie s'adapte bien aux système social existant à cause d'un grand engagement des gens locales à la construction et le maintenance. Création des postes d'emploi.
Techniques.	Résistance amélioré contre des fuites de gaz. Absence de corrosion. Conception compacte. Pas de problèmes avec un système de conditionnement du gaz (Seulement quand chauffé de charbon de bois).

Des calculs faites par ITB (Indonésie) ont montrés que, si le prix du charbon de bois est moins que 40 \$EU/t, et si le prix du gazole est plus que 0.25 \$EU/l, un gazogène en ferro-ciment est financièrement et économiquement faisable. Notamment sur Java le prix du charbon de bois est si élevé que pour l'instant la dissémination des gazogènes en ferro-ciment a été abandonnée. Le prix du

⁶ Le ferro-ciment est un matière de construction, composé d'un mortier au ciment avec une armature de grillage.

charbon de bois dans les zones rurales de Madagascar est cependant assez bas pour qu'un projet pilote est justifiable.

3.5.3 ACTIVITES

Vue le fait qu'au Madagascar il n'existe pas de l'expérience avec des gazogènes, il faut procéder assez prudemment. Pour ça il faut prévoir dans le projet une grande disposition pour la formation et l'assistance technique.

Basé sur les résultats des tests faits par AIT et ITB on peut poser que la technologie est prêt pour être vulgarisée à une échelle limitée. Ensuite il est recommandé avec de créer, parallèlement à la réalisation du projet, assez d'expertise locale pour minimaliser la dépendance de l'aide extérieur. Parce qu'il s'agit d'une technologie "décentralisée", exécutée au niveau des consommateurs eux-même, le développement d'un expertise locale concentré dans un centre institutionnel d'appui sur le niveau national (comme par exemple le CNRIT) est de grande importance pour supporter le développement et la maintenance du technologie au niveau national.

Il est proposé d'opérer comme suit:

- 1 Etude préalable et conception.
 - Identification des organisations homologues aptes dans les zones des projets; inventaire des capacités et besoins de formation.
 - Composition d'un groupe d'assistance au CNRIT, qui peut, au niveau national, assister pendant la préparation, la réalisation et l'exécution, aidé par des conseils techniques d'un expert de gazéification expatrié, qui sera engagé spécialement pour ce projet. Cet expert expatrié ne doit être présent au lieu même que pendant le démarrage du projet et peut assister la suite du projet de chez lui. Des personnes de AIT ou ITB pourraient participer à cette assistance.
 - Identification du site du projet.
 - Etude (estimation) de la consommation d'énergie des industries rurales et de l'offre du charbon de bois. Comparaison avec les autres sources d'énergie. Détermination de la capacité Energétique. Etude de faisabilité financière et économique.
 - Conception du plan de projet détaillé.
- 2 Réalisation.
 - Réalisation du plan de construction et sélection de l'entreprise de construction.
 - Formation dans la construction d'un gazogène en ferro-ciment par l'expert expatrié.

- Fabrication locale du gazogène en ferro-ciment.
 - Commande et transport du moteur à gaz et générateur.
 - Installation du système de gazogène complet.
- 3 Initialisation de l'équipement et période de test.
- Formation du personnel d'organisation homologue dans l'opération et maintenance du système gazogène par l'expert gazogène expatrié.
 - Initialisation du système gazogène.
 - Tests et suivi techno-économique (monitoring) par le CNRIT en collaboration avec l'expert gazogène expatrié.
- 4 Recherches prolongées.
- Quand une expertise de gazéification avec le gazogène en ferro-ciment est établie, une recherche prolongée pourrait se diriger vers l'adaptation du gazogène AIT/ITB pour la gazéification des autres genres de biomasse, comme les balles de riz. Les balles de riz sont un combustible attractive par leur prix bas. Les balles de riz sont disponibles en grande quantités au près les usines de riz comme déchets. Beaucoup de recherche sur la gazéification des balles de riz est déjà fait et plusieurs systèmes sont déjà installé en Afrique et en Asie ([DGIS 1991]). Le problème le plus sévère apparait la formation des grandes quantités des goudrons, qui sont très nocif pour l'environnement. Ces goudrons pourrait cependant être enlevés avec un craqueur de goudrons comme développé par BTG/Université de Twente aux Pays Bas ([BTG 1991]). La construction d'un gazogène d'essai en ferro-ciment, avec craqueur de goudrons, est proposé en étroite collaboration avec BTG/Université de Twente. La construction même ainsi que l'expérimentation devrait être effectué au CNRIT avec lequel, de cette façon, la création d'une expertise plus profonde est stimulé et assuré.
- 5 Suivi techno-socio-économique.
- L'évaluation du système devrait être fait selon les directives de la Banque Mondiale pour l'évaluation des systèmes gazogènes.

3.6 L'AMELIORATION DES FOYERS DOMESTIQUES A CHARBON DE BOIS

3.6.1 BUT

Réduction de la pression sur l'environnement par la fabrication et la distribution des foyers domestiques améliorés.

A cet effet un type de foyer amélioré est conçu, en considérant la système existant de fabrication et distribution et les coutumes et l'appréciation des Malgaches.

3.6.2 CAUSES PROFONDES

L'améliorer des foyers s'adapte au stratégie pour la réduction de la pression sur l'environnement, en particulier les ressources de la biomasse (voir aussi Paragraphe 2.1). Il est évident que le foyer le plus populaire, connu comme le "foyer Malgache" et complètement construit en fer, est très inefficace. Ce type de foyer est testé récemment au Ghana et au Guinée Bissau (Sous tutelle la Banque Mondiale (ESMAP)) en comparaison avec des foyers améliorés. Là, on a constaté des améliorisation de l'ordre de 30 - 40 %.

Au Madagascar, il y a des initiatives d'introduire des foyers améliorés, mais pas avec beaucoup de succès. Probablement les causes sont aussi bien du genre technologique et de *marketing*. On a conçu une modèle construit de céramique et métal, ce qui a mené à des problèmes de longévité et de fabrication. Par conséquence, la production des foyers nouveaux est concentrée extérieur du secteur traditionnel (ferrailleurs) dans une société (HERYVAO) seule qui ne peut pas effectuer la distribution dans tout le Madagascar.

Donnée l'infrastructure de Madagascar, la seule possibilité d'améliorer les foyers est de concevoir une modèle adapté au secteur de production traditionnel et l'appréciation des ménages, et de vulgariser cette modèle. Pour ceci il faut une modèle, deux campagnes: une dirigée vers les producteurs et une vers les consommateurs. Souvent on suppose que avec le développement d'un foyer amélioré dans le laboratoire on est arrivé au but. Ca c'est pas vrai. C'est là ou le travail commence. Un foyer est seulement bien si la dissémination continue après le fin du période initial d'introduction, financé par le projet. Il faut que le foyer se vent lui même. Au cela des aspects comme des coûts de production bas, un approvisionnement continu, un bon système de distribution et des stratégies de marketing réussi ont au moins la même importance que la performance du foyer même. Plus qu'un projet des foyers améliorés a failli parce qu'on n'avait pas donné assez d'attention à ces aspects qu'on a considérer, à première vue, comme des aspects secondaire.

La conception d'une telle modèle nécessite des données sur le suivant:

Les consommateurs:

- Nourriture (quantité, genre, temps de cuisson etc.);
- Nombre des repas par jour;
- Taille de famille;

- Les demandes vis à vis sécurité, santé et confort;
- Genre et taille des marmites;
- Les souhaits vis à vis:
 - Prix du foyer;
 - Longévité du foyer;

La production et la distribution:

- Matière première pour la fabrication des foyers (coûts, disponibilité);
- Expertise de l'industrie locale;
- Possibilités pour la distribution, taille de marché;
- Filière existant.

Une étude de **planification énergétique** concentrée sur le secteur des ménages et limité à la cuisson, a démarrée en mars sous tutelle du MIEM, financée par la Banque Mondiale. On peut attendre que le **plupart des données nécessaires** sera disponible de ce projet.

Il y a une grande ressource de modèles de foyers, obtenu des expériences gagnées dans d'autre pays en développement. De cette ensemble, y inclus les modèles déjà essayées au Madagascar, on peut sélectionner des foyers intéressants pour le Madagascar. C'est pourquoi dans ce projet on se concentrera surtout sur la conception et la réalisation d'un système de production distribution efficace. Le développement d'un foyer amélioré dans le laboratoire aura moins d'attention.

La conception d'un bon foyer qui est propre à la vulgarisation sur un base commerciale est un processus itérative. Après chaque phase il est en principe possible de retourner à une phase précédente, pour que un foyer est conçu que remplisse tous les exigences, qui sont établi selon les études effectués.

3.6.3 ACTIVITES

On pourrait exécuter le projet selon une modèle pris du projet "Foyers Améliorés" au Rwanda où il y a une système de production et distribution pareille qu'au Madagascar. Les principes suivantes sont pris du rapport de base de ce projet ([ESMAP 1986]):

- Production et vente d'une quantité (touchant près de 20% des familles des villes de Madagascar) de fourneaux en deux ans;
- Campagne de vulgarisation des méthodes culinaires qui économisent le combustible;
- Mise au point d'une capacité locale de testing des fourneaux et de suivi auprès des utilisateurs.

Il y a les phases suivantes:

- Etude de préinvestissement;
- Production et vente, en deux étapes, de foyers améliorés;
- Distribution de 1^{er} 1.000 foyers améliorés;
- Enquête de fin de 1^{er} phase;
- Campagne de vulgarisation des méthodes culinaires;
- Campagne de publicité/promotion;
- Enquête longitudinale.

Etude de préinvestissement

L'étude de préinvestissement comportera:

- Identification des organisations homologues;
- Breve évaluation des études déjà effectués sur les manages et des programmes des foyers améliorés;
- Choix des prototypes de foyers améliorés et test des prototypes dans les manages et dans le laboratoire;
- Estimation des coûts de production, le prix des foyers améliorés et les avantages financières pour les ferrailleurs et les familles.

Plan de production

Il est proposé que, soit, 10,000 foyers améliorés soient fabriqués et vendus grâce à une campagne de promotion des ventes. Cette mesure viserait à créer une demande de la part des familles urbaines. Ce but serait atteint en deux étapes:

- Une phase initiale de fabrication de 1,000 foyers améliorés, lors de laquelle on mettrait au point un système de production, de contrôle de qualité et de diffusion (environ 6 mois);
- Une deuxième phase de fabrication et de diffusion de 9,000 foyers améliorés (un an et demi).

Le contrôle de qualité est une question importante et délicate. Plusieurs systèmes sont possibles, mais il faudra les adapter à la situation. Par exemple, un contrôle trop rigide pourra dégoûter les ferrailleurs, même s'ils y gagnent financièrement. L'utilisation de gabarits et de rivets devra être encouragée pour activer la production et en améliorer la qualité. Ce sera la CNRIT ou une autre organisation technique, qui assurera le suivi technique et le contrôle de qualité.

Première commande

Une première commande de 1,000 foyers améliorés sera faite pour tester et mettre au point les méthodes de production, de contrôle de quantité et de

diffusion. La production et de placement dans les familles prendraient environ deux mois, avec dix ferrailleurs et dix animatrices. Un suivi des familles sera effectué dans la semaine, les trois semaines et les onze semaines qui suivront le placement dans chaque famille. En principe, on placerait deux fourneaux dans chaque famille. A la deuxième visite, ou au plus tard a la troisième, les familles devront rendre les foyers ou les payer. En guise de prime d'encouragement et d'indemnité pour le suivi des nouveau fourneaux, ceux qui ont deux fourneaux n'en paieraient qu'un, et ceux qui en ont pris un n'en paieraient que la moitié.

Premier évaluation

Quelques mois après le placement du premier lot de fourneaux améliorés, une enquête sera menée par dix équipes composées d'une animatrice et d'un ferrailleur, dans 200 des 500 familles. Ce sera une évaluation systématique de tous les aspects de confort, de rapidité de cuisson, de durée de vie, de réglage de l'air, d'économie de combustible, etc. Après cette période de suivi intense, un suivi moins approfondi continuera, et les animatrices mettront au point et exécuteront une campagne d'information et de promotion, car, entre-temps, on aura déjà entamé la production des 9,000 autres foyers améliorés.

Campagne de vulgarisation des méthodes culinaires

Le travail des animatrices consistera également a instruire les femmes sur les techniques culinaires qui économisent le combustible, telles que le feu doux, l'utilisation de couvercles, la bonne proportion liquide/matière sèche, l'utilisation de natron et de potasse, etc. Cela se fera en collaboration avec les centres nutritionnels et les institutions de formation et de vulgarisation à l'intention des femmes. On a presque toujours négligé d'établir un lien entre les technologies alimentaires telles que la conservation et le traitement des aliments et les économies de combustible, et ce domaine a été très peu étudié. Il faudra mettre au point fiches techniques a l'usage des animatrices, ce qui ne sera pas facile si on cherche a leur faire comprendre le climat socio-culturel et les répercussions d'une modification des techniques culinaire sur la santé. C'est pour toutes ces raisons qu'il conviendrait d'engager un spécialiste en technologies alimentaires qui établirait les fiches et formerait les animatrices.

Campagne publicitaire

Il faudra aussi mener une campagne publicitaire dans laquelle les services sociaux au niveau de la commune urbaine et autres institutions de promotion de la femme et de l'emploi auront un rôle a jouer. On pourrait également engager un spécialiste des communications pour définir la stratégie publicitaire afin de

ne diffuser que des renseignements fiables sur les fourneaux améliorés. Il faudra d'abord trouver un nom pour le nouvel foyer par voie de concours. On parlera du foyer à la radio et dans la presse écrite et on distribuera un dépliant et un calendrier. On pourra alors exposer des foyers dans des lieux de rencontre des femmes.

Enquête longitudinale

Une enquête longitudinale effectuée dans les familles au sujet de la consommation de combustible et des transformations socio-économiques résultant de l'utilisation des nouveaux fourneaux. A la première visite, la consommation sera mesurée sur le foyer ordinaire (ou le feu ordinaire) pendant une semaine, puis sur le foyer amélioré pendant une autre semaine. Pour faire des mesures avec dix animatrices dans vingt familles, il faudra prévoir la première fois un mois. La première enquête se fera juste après l'évaluation des nouveaux foyers dans 200 familles, et commencera le septième mois. Ensuite, elle sera répétée tous les trois ou quatre mois, pendant 15 jours, en tenant compte des variations saisonnières. Les animatrices devront séjourner dans les familles afin d'éviter les confusions dans les mesures. Elles auront aussi un questionnaire au sujet des activités familiales, afin d'évaluer à quoi ces familles consacrent les économies de temps et d'argent qui résultent de l'utilisation des nouveaux fourneaux. Le fait de commencer l'enquête longitudinale seulement à partir du septième mois se justifie par le temps nécessaire à établir une bonne méthode d'enquête et à former les animatrices. On pourrait, toutefois, demander aux 500 familles qui reçoivent de nouveaux foyers, quelle est leur consommation habituelle de combustible.

Entre la première enquête longitudinale et la fin du projet, les animatrices auront besoin de 50 semaines pour rendre visite deux fois à chacune des 5000 familles qui auront acquis des nouveaux fourneaux. A la fin de la deuxième année, quand les 10,000 fourneaux auront été produits et vendus, une autre enquête sera menée auprès de 100 familles et qui auront été interrogées un an et demi auparavant et 100 nouvelles familles qui utilisent leurs nouveaux fourneaux depuis moins d'un an. Ce sera une enquête semblable à la précédente qui décrira les réactions des consommateurs aux foyers.

Progressivement les foyers améliorés seront introduits auprès d'autres ferrailleurs et de tous les centres urbains du pays.

Organisation des activités

On peut grouper les activités du projet en trois catégories: activités administratives, activités de recherche, et activités de production et de dissémination des fourneaux.

Activités administratives: Ces activités qui se déroulent au cours des 24 premiers mois du projet comprendront:

- Le recrutement des consultants;
- Le recrutement de personnel national;
- La préparation d'un plan de travail détaillé;
- La négociation des contrats avec les organisations homologues et les ferrailleurs intéressés;
- La formation de personnel local;
- La préparation de rapports d'activité;
- La préparation du rapport final.

Activités de recherche: Ces activités se dérouleront également au cours des premiers mois du projet et comprennent:

- Une préparation de questionnaires pour le suivi des familles utilisant des foyers améliorés;
- Une Enquête longitudinale de la consommation de combustible et de l'incidence des nouveaux fourneaux sur vingt familles;
- Une mise au point des nouveaux foyers, et le démarrage éventuel d'un petit laboratoire de testing des fourneaux.

Activités de production et de dissémination des fourneaux: Ils comportent:

- la formation des artisans;
- la production des fourneaux en deux phases (1.000 + 9.000);
- instruction des familles utilisatrices et des femmes dans les centres nutritionnels et autres lieux de rencontre, concernant la bonne utilisation des fourneaux;
- une campagne publicitaire, un concours, des expositions, des démonstrations, etc.

Budget

Il est important de souligner la flexibilité de toutes ces propositions. Les décisions finales seront prises grâce à un dialogue avec toutes les parties intéressées, comme les ferrailleurs qui ont explicitement exprimés le désir de participer à toutes les phases de l'action.

3.7 BUDGETS INDICATIFS

Ci-dessous quelques budgets sont donnés. Ils sont indicatifs et doivent être adaptés aux besoins locales.

Tableau 12 Budget formation et planification et réalisation des projets d'énergie de biomasse (\$EU)

No	Description	Unité	Quantité	Prix	Coûts	Total
A	Mission					
	Experts Européens	jour	49	500	24500	
	Frais de séjour	jour	49	130	6370	
	Voyage International	ticket	3	3500	10500	
	Personnel locale	jour	10	50	500	
	Total					41870
B	Facilites pour le course					
	Accommodation				5000	
	Imprime (printing)				2000	
	Administration				1000	
	Matières pour le Cours				30000	
	Toute sortes de coûts				20000	
	Total					58000
C	Participants					
	Accommodation	personne.jour	400	70	28000	
	Voyages de participants	personne	20	500	10000	
	Total					38000
D	Coûts imprévus			9%		14130
	TOTAL					152000

Tableau 13 Budget gazéification du charbon de bois à l'électrification rurale

(SEU)						
No	Description	Unité	Quantité	Prix	Coûts	Total
A	Consultants					
	Mission de formulation	jour	21	500	10500	
	Voyage Europe-Madagascar	ticket	1	3500	3500	
	Frais de séjour	jour	21	130	2730	
	Préparation du rapport	jour	15	500	7500	
	Télécommunication etc				2000	
	Coûts locale				5000	
	Total					31230
B	Coûts construction					
	Gazogène (10 kW)	Unité	1	1000	1000	
	Moteur et générateur	Unité	1	8000	8000	
	Construction-travailleurs locales	moins	4	200	800	
	Transport	Unité	1	8000	8000	
	Bâtiment	Unité	1	5000	5000	
	Installation				1000	
	Formation	voir dessus (*)			24000	
	Autres coûts				9800	
	Total					57600
C	Formation CNRIT					
	Formation par consultant	jour	21	400	8400	
	Voyage	ticket	1	3500	3500	
	Frais de séjour	jour	21	130	2730	
	Coûts locale				1370	
D	Coûts imprévus			17%		21170
	TOTAL					126000
(*)	Formation et supervision technique					
	Mission consultant	jour	21	400	8400	
	Voyage	ticket	1	2000	2000	
	Frais de séjour	jour	21	200	4200	
	Télécommunication etc				1400	
	Coûts locale				8000	
						24000
E	Recherche et supervision technique (a option)					
	Personnel CNRIT	année	48	300	14400	
	Consultants	jour	42	400	16800	
	Frais de séjour	jour	42	200	8400	
	Voyage	ticket	1	2000	2000	
	Budget du travail				50000	
	Total					91600

BIBLIOGRAPHIE

Angovo (1989), Etude complémentaire sur l'utilisation des combustibles ligneux en zones rurales, MARCHE N° 02/PRDM/DGP/ENV, Plan d'Action Environnemental, Office National de l'Environnement, 1989.

Banque Mondiale (1990): World Bank Development Report, World Bank, 1990.

BTG (1991), Results of tar cracking in a rice husk gasification pilot plant using secondary thermal cracking reactor, 6th European Conference on Biomass for Energy, Industry and Environment, Biomass Technology Group, April 1991.

DGIS (1991): State of the art rice husk gasification, BTG Biomass Technology Group, Ministry of Foreign Affairs (DGIS), The Netherlands, 1991.

ESMAP (1986): Rwanda: Stratégie en matière de foyers à charbon de bois améliorés, Rapport d'Activité No. 059/86, World Bank/UNDP, 1986.

ESMAP (1987): Madagascar: Issues and options in the energy sector, 5700-MAG, World Bank/UNDP, 1987.

ESMAP (1989): Baseline monitoring report of AIT ferrocement gasifier, BTG Biomass Technology Group, World Bank/UNDP, 1987.

ESMAP (1991): AIT to ITB Charcoal Ferrocement Gasifier Technology Transfer Implementation Project, World Bank/UNDP, ITB, Bandung, 1991.

FAO (1991), Woodfuel activities of some international/donor organisations, BTG Biomass Technology Group, FAO, Rome, 1991.

Foley G. (1989): Electricity for rural people, Panos Publications Ltd., London, 1990.

GTZ (1989): Evaluation of AIT-GTZ Gasifier Project, Dr. A. Kaupp, GTZ, 1989.

ONUDI, (1991): Production du charbon de biomasse au Madagascar (XA/MAG/90/629), ONUDI, 1991.

ONUUDI (1990): Proceedings UNIDO/Institute of Energy Workshop on Biomass Thermal Processing Projects, UNIDO, 1990.

PNUD (1991): Biomass - Progress on implementation of Nairobi programme of action, UN Department of International Economic and Social Affairs, UNDP, 1991.